

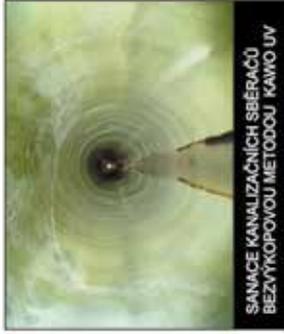
sborník přednášek

z konference
VODA ZLÍN 2019

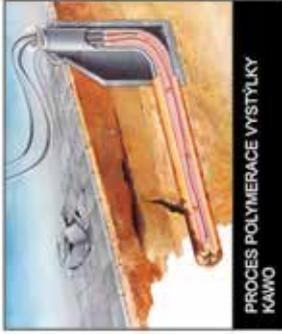
14. – 15. 3. 2019



technologie pro život



SANACE KANALIZAČNÍCH SBĚRAČŮ
BEZVÝKOPOVOU METODOU KAWO UV



PROCES POLYMERACE VYSTÝLKY
KAWO



SANACE PRŮLEŽNÝCH PROFILŮ
NAVJENOU TECHNOLOGIÍ SPR - SYSTÉM



SANACE VODOVODNÍCH POTRUBÍ
TECHNOLOGIÍ KAWEX



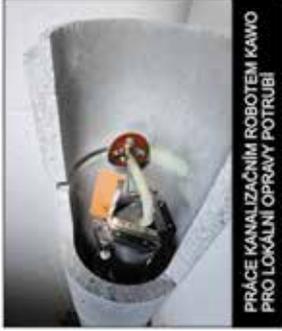
SANACE POTRUBÍ EPOXIDOVÝM
NÁSTRÍKEM - TECHNOLOGIE M SYSTÉM



DIAGNOSTIKA PODZEMNÍCH TRUBNÍCH
VEDENÍ TV - KAMEROU



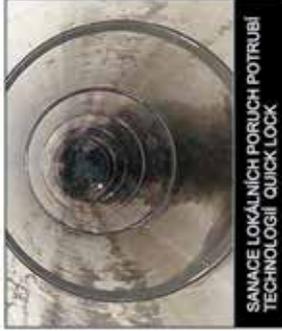
SPECIÁLNÍ METODY VÝSTAVBY
A RENOVACE TRUBNÍCH VEDENÍ
www.wombat.cz



PRÁCE KANALIZAČNÍM ROBOTEM KAWO
PRO LOKÁLNÍ OPRAVY POTRUBÍ



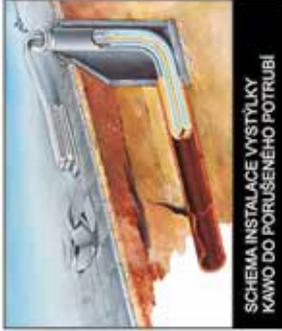
ÚPRAVA WAPLENÍ DOMOVNÍCH KANALIZAČNÍCH
PŘÍPOJEK NA HLAVNÍ ŘÁD - TZV. KAWO - KLOBOUK



SANACE LOKÁLNÍCH PORUCH POTRUBÍ
TECHNOLOGIÍ QUICK LOCK



ČIŠTĚNÍ KANALIZAČNÍCH SBĚRAČŮ
KOMBINOVANÝMI VOZY AQUATECH



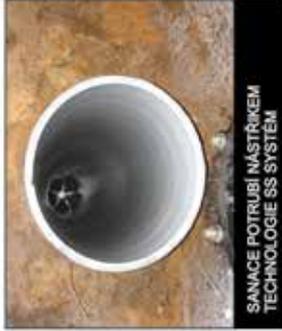
SCHEMA INSTALACE VYSTÝLKY
KAWO DO PORUŠENÉHO POTRUBÍ



SANACE BEZVÝKOPOVOU TECHNOLOGIÍ
OMEGA LINER



SANACE VODOVODNÍCH POTRUBÍ
TECHNOLOGIÍ P SYSTÉM



SANACE POTRUBÍ NÁSTRÍKEM
TECHNOLOGIE SS SYSTÉM



Čerpadla a čerpací
stanice



Kamerové systémy
do potrubí



Chlorová dezinfekce



Ozonizace

Detekce plynů



Vřetenová čerpadla



UV dezinfekce



Přísušovací potrubí a sítě

DISA s.r.o.
Barvy 784/1 | 638 00 Brno

☎ 548 141 211 ☎ 545 222 706
www.disa.cz | info@disa.cz

Sborník příspěvků

VODA ZLÍN 2019

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

Grafická úprava a litografie: Produkce BPP s.r.o.

Tisk: H.R.G. spol. s r.o., Litomyšl

1. vydání, březen 2019

Náklad: 250 ks

ISBN 978-80-905716-5-5

Aktuální výzvy ve vodárenství	
Vostrý Miloslav	5
Postavení českého vodárenství v Evropě	
Kyncl Miroslav	9
Cena za každou cenu, aneb cesta na východ	
Bartoš Ladislav, Soukup Bohdan	15
Nakládání s vodárenskými a čistírenskými kaly v režimu zákona o odpadech	
Káčerová Jana	19
Zajištění dodávky pitné vody při plošném výpadku dodávky elektrické energie u společnosti Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s.	
Dejová Marie, Komínek Jiří	23
Propojování, obnova a udržitelnost vodárenských soustav ve vazbě na problematiku sucha	
Cihlár Jan, Kasal Rostislav, Anderlová Blanka, Zrostlík Štěpán, Plechatý Jan	29
Optimalizace vodovodního přivaděče pro město Adamov	
Sobotka Jaromír, Synek Pavel	35
Normy, konstrukční prvky a praktické zkušenosti s používáním podzemních a nadzemních hydrantů v městských a obecních vodovodech	
Slavíček Jaroslav	39
Příprava realizací úpravní vód na Slovensku	
Pelikán Pavol	-
Rekonstrukce ÚV Tlumačov – eliminace pesticidních látek z pitné vody	
Březík Svatopluk, Adler Pavel, Beneš Jiří, Žíla Marek	45
Technické, ekonomické, ekologické a praktické přínosy výstavby a obnovy sítí z tvárné litiny	
Barborík Juraj	55
Řízený proplach vodovodní sítě a jeho vliv na jakost dopravované vody: případová studie vodovodu města Vsetína	
Ručka Jan, Rajnochová Markéta, Sucháček Tomáš, Korabík Michal	61
Věžové vodojemy – možnosti nového využití specifického stavebního dědictví	
Kořínek Robert	67
Provozní zkušenosti s filtrací přes GAU při úpravě povrchové a podzemní vody	
Klimentová Martina	73
Posouzení rizik jako součást provozních řádů veřejných vodovodů	
Tuhovčák Ladislav, Kučera Tomáš, Ručka Jan	79
Způsob zpracování posouzení rizik systémů zásobování pitnou vodou ve společnosti VAS, a.s.	
Jedličková Zdeňka	85
Úpravna vody Želivka – speciální požadavky na drsnost povrchu nerezové oceli	
Boráň Jaroslav, Parkán Josef, Kundrátek Jan, Houdková Lucie, Humený Dušan	89

Hodnotenie agresívnych vlastností vody vo vybraných verejných vodovodoch na Slovensku	
Munka Karol, Slovinská Margita, Vajíčeková Anna, Varga Stanislav	95
Dosavadní zkušenosti z užití korozivzdorných ocelí na vodárenských stavbách	
Schejbal Richard, Středa Pavel, Kratěna Jiří, Sommer Ladislav	101
Súčasný stav a potreba modernizácie ÚV Rozgrund	
Barloková Danka, Ilavský Ján, Šimko Viliam, Kapusta Ondrej	107
Poloprevádzkové skúšky v ÚV Rozgrund	
Ilavský Ján, Barloková Danka, Šimko Viliam, Kapusta Ondrej	111
Nové postupy v řízení ÚV ve vazbě na aplikaci normy ISO ČSN 27000 (na příkladu ÚV Lednice)	
Kašparec Jiří, Vlková Pavlína, Lindovský Milan	117
Odstranění železa, manganu a agresivního oxidu uhličitého z podzemních vod prostřednictvím injektorů vzduchu, lamelového separátoru a filtračního materiálu Filtralite	
Brabeneč Tomáš, Munzar Tomáš, Hrušková Petra, Drda Milan	123
Úprava vody Písek	
Kubizňák Martin, Hameta Jan, Hrubý Vlastimil	129
Analytické možnosti sledování KMnO₄ v technologii vody	
Fendrych Adam	135
Aplikace mobilní keramické membránové filtrační jednotky AMAYA na úpravě vody ve Vyšším Brodě jako řešení nedostatku pitné vody	
Hrušková Petra, Munzar Tomáš, Brabeneč Tomáš, Procházka Jindřich, Drda Milan	141
Nejnovější trendy v oblasti regulační techniky a jejich implementace na regulačních ventilech CLA-VAL	
Ševčík Jiří	147
Zkušenosti s aplikací zařízení na výrobu směsných oxidantů elektrolýzou v místě použití	
Macek Lubomír	151
Provozní bezpečnost dispečerských center	
Fojtů Josef	157
Smart vodoměry – dálkové odečty spotřeby vody v Brně	
Šafář Robert, Palatin Roman	163
Close Fit - technologie Compact Pipe	
Modlitba Radim	169
<hr/>	
Poznámky	174
Inzerát Grundfos Sales Czechia and Slovakia s.r.o.	176
Inzerát Jako, s. r. o.	177
Inzerát Medmes, spol. s r.o.	178
Inzerát VAG s.r.o.	178

Aktuální výzvy ve vodárenství

Ing. Miloslav Vostrý

Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, z.s.

Jedním ze základních předpokladů pro zajištění nepřetržitých dodávek pitné vody a odvádění a čištění odpadních vod koncovým odběratelům je vybudování a následné udržování k tomuto účelu potřebné vodohospodářské infrastruktury. V České republice je v současné době vybudováno více jak 78 tis. km vodovodních sítí (z toho cca 1 250 km připadá na velké nadregionální skupinové vodovody) a cca 49 tis. km stokových sítí. Na veřejný vodovod je napojeno více jak 10 mil. obyvatel České republiky, což představuje podíl 94,7 % všech obyvatel. V domech napojených na veřejnou kanalizaci bydlí více jak 9 mil. obyvatel, což představuje podíl 85,5 %. Dále pro zajištění výroby pitné vody v České republice bylo vybudováno téměř 4 tisíce úpraven vod, produkované odpadní vody jsou čištěny na více než 3 tisících čistírnách odpadních vod. Z uvedených čísel je zřejmý značný rozsah vybudované vodohospodářské infrastruktury, jejíž celková hodnota dnes překračuje částku 1 bilion Kč.

Pro udržení infrastruktury v řádném a provozuschopné stavu je ale potřebné průběžně investovat i do jejích oprav, rekonstrukcí a obnovy. Jestliže budování nové infrastruktury je obvykle financováno z národních či evropských dotačních titulů, potom pro splnění podmínek udržitelnosti a zajištění samofinancovatelnosti oboru je nutné tyto nutné prostředky vygenerovat jejím provozem od jejich uživatelů, tedy z plateb za vodné a stočné. V této souvislosti došlo v posledních letech k výraznému posunu; řada vlastníků a provozovatelů vodohospodářské infrastruktury především z řad našeho oborového sdružení plně akceptovala tento požadavek a tyto prostředky zahrnuje do svých kalkulací pro výpočet výše plateb za vodné a stočné. Není bez zajímavosti, že v roce 2017 skupina padesáti největších provozovatelů vodohospodářské infrastruktury, kteří se podílejí z cca 90 % na veškerých dodávkách pitné vody a z cca 75 % na odvádění a čištění odpadních vod v ČR, vygenerovala ve svých platbách za vodné a stočné prostředky určené na opravy a obnovu jimi provozované infrastruktury ve výši 14 mld. Kč. Tato částka tak v průměrných platbách za vodné a stočné dosáhla podílu 38,6 % (neboli z každé koruny vybrané za vodné a stočné směřuje cca 40 haléřů do infrastruktury) a stala se tak vůbec největší nákladovou položkou, která je koncovým zákazníkům v rámci plateb za vodné a stočné účtována. Za potěšující lze označit skutečnost, že prostředky určené na opravy a obnovu infrastruktury v posledních letech rostou jak v absolutních hodnotách, tak i v poměru k ostatním nákladovým položkám v platbách za vodné a stočné.

Náš obor se i přes dosažené úspěchy musí zaměřit i na velké výzvy, kterým dnes čelíme, nebo v blízké budoucnosti budeme čelit.

Výzva č. 1 – Sucho

Od roku 2015 je sucho velkým tématem nejen médií, veřejnosti či zodpovědných ministerstev, ale i nás vodohospodářů. Na mnoha lokalitách je realitou snížení vydatnosti podzemních zdrojů vod či snížení průtoků vod povrchových, které slouží jako zdroje pro výrobu vody pitné. Některé lokality se musí i po řadu měsíců spolehnout na externí návoz pitné vody v cisternách. Je zřejmé, že do budoucna bude nutné se zaměřit na obnovu stávajících a budování nových nadregionálních skupinových vodovodů a jejich vzájemné propojování. Tyto vodárenské celky se pak neobejdou bez moderních dispečerských center.

Výzva č. 2 – Pesticidy ve vodách

Nedávný interní průzkum mezi členy SOVAK ČR potvrdil, že výskyt pesticidů ve zdrojích surové vody určené pro výrobu vody pitné je vážný celorepublikový problém. Z došlých odpovědí vyplývá, že jednotliví členové našeho spolku na řešení této problematiky již vynaložili cca 450 mil Kč (bez DPH), dalších cca 1,7 mld. Kč je v rámci budování příslušných opatření naplánováno. Do budoucna je tak nutné pro zajištění kvalitní pitné vody splňující legislativní požadavky řadu úpraven vod doplnit o pokročilé technologie jako jsou membránové filtrace, ozonizace či filtrace přes aktivní uhlí, nebo nahradit stávající zdroj přepojením na jiný vodovod.

Výzva č. 3 – Odlehčovací komory

Odlehčovací komory jsou nedílnou součástí systému odvádění srážkových a odpadních vod jednotnou kanalizací na ČOV. Stávající znění vodního zákona a především výklad, který aplikuje Ministerstvo životního prostředí však bez jakéhokoliv přechodného období nově požaduje, aby odlehčovací komory umístěné na ČOV byly provozovány na základě povolení o vypouštění odpadních vod do vod povrchových. Řada provozovatelů v současné době tak s příslušnými vodoprávními úřady a návazně i se správci toků řeší vydání povolení. Tento proces se však neobejde bez výrazných stavebně technických úprav pro zajištění požadavku na měření objemu a složení takto odlehčovaných vod. Náklady na úpravu jedné odlehčovací komory mohou podle propočtů SOVAK ČR dosáhnout až 3 mil. Kč.

Výzva č. 4 – Kalové hospodářství

V roce 2020 začnou platit přísnější požadavky na kvalitu kalů ukládaných na zemědělskou půdu, tak jak je definuje vyhláška č. 437/2016 Sb. Zajištění nutné hygienizace čistírenských kalů v řadě případů přineslo úplně novou koncepci kalového hospodářství spočívající především sušení a následné termické zpracování přebytečných kalů. Kalové hospodářství však v řadě případů nebude možné řešit pouze na úrovni vlastníka či provozovatele vodohospodářské infrastruktury, svou nezastupitelnou roli při řešení způsobu nakládání s čistírenskými kaly má i samospráva na minimálně krajské úrovni. Z prvotních odhadů je také patrný až 3x nárůst nákladů na zpracování přebytečných čistírenských kalů.

Výzva č. 5 – Dvousložková forma vodného a stočného

V současné době roste podíl fixních nákladů spojených s výrobou a distribucí pitné vody, jakož i odvádění a čištění odpadních vod, které mohou dosáhnout až 80 % z celkových nákladů. Zhruba 40 % celkových nákladů tvoří prostředky určené na opravu a obnovu vodohospodářské infrastruktury. Z šetření SOVAK ČR přitom vychází, že cca jedna čtvrtina všech odběrových míst má roční spotřebu nižší, než 36 m³ za rok. Za této situace je zřejmé, že při uplatňování jednosložkové formy vodného a stočného nedochází k spravedlivému dělení nákladů mezi jednotlivé odběratele, a proto je nutné začít vážnou debatu nad navýšením stávajících maximálních hodnoty 15 % podle stávajícího cenového výměru. Za pozitivní lze alespoň označit skutečnost možnost od letošního roku uplatnění 30 % podílu pevné složky pro vodu předanou, která pomůže především vlastníkům a provozovatelům velkých vodárenských soustav.

Výzva č. 6 – Lidské zdroje

Byť to není na první pohled patrné, odchod dlouholetých zkušených pracovníků do zaslouženého důchodu ve spojení s chybějícími absolventy středních a vysokých škol se zaměřením na vodní hospodářství může do budoucna vyústit ve velkou personální krizi. I z tohoto důvodu SOVAK ČR začal více spolupracovat s CzWA a jeho nově zformovanou skupinou mladých odborníků YWP Czech republic. Společně se musíme více zaměřit na popularizaci a zatraktivnění našeho oboru mezi mladými, kteří se rozhodují, jaký obor chtějí studovat, čemu se v životě věnovat. Jednou z takových příležitostí bude i nově připravovaný doprovodný program JOB-KA na květnové výstavě Vodovody a Kanalizace v Praze.

Postavení českého vodárenství v Evropě

prof. Dr. Ing. Miroslav Kyncl

Vysoká škola báňská – Technická univerzita

Úvod

Vodárenství v České republice zaznamenalo od devadesátých let minulého století značný rozvoj jak po stránce kvalitativní, tak i kvantitativní. K zásadní změně došlo také ve vlastnictví vodárenské infrastruktury i v oblasti provozování. Lze říci, že tento obor zaznamenal velký pokrok i po stránce technické. Posuzování a hodnocení rozvoje na domácí půdě však často může být nepřesné. Je lépe použít mezinárodní srovnání. V tomto příspěvku jsou porovnávány některé důležité ukazatele veřejných vodovodů u nás s dalšími vybranými evropskými zeměmi. Přednostně s těmi, které mají podobné klimatické podmínky. Údaje byly získávány převážně z publikací EurEau.

Přehled rozvoje vodárenství

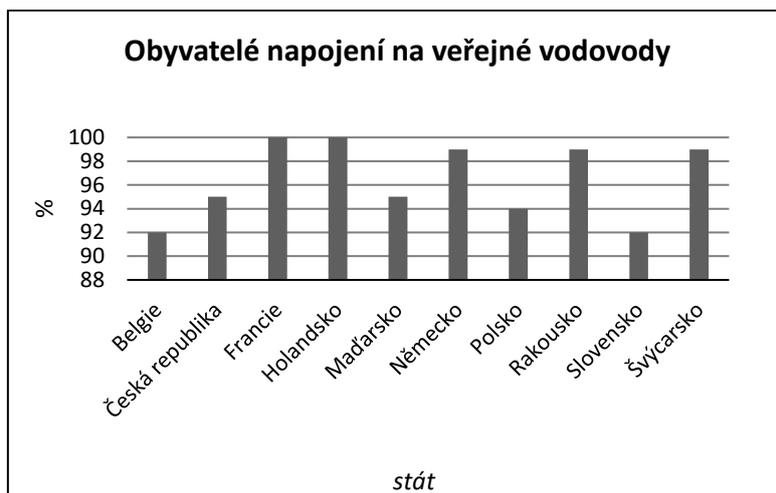
Téměř třicetiletý rozvoj v nových ekonomických podmínkách se nejvíce projevil v délce vodovodní sítě, která se rozšířila o téměř 80 %. Počet zásobovaných obyvatel stoupl o 17 % a blíží se 95 %. Je zřejmé, že nové vodovody byly převážně budovány v oblastech s nízkou hustotou zástavby a vesnických oblastech. Na druhé straně fakturované množství vody na jednoho obyvatele a den pokleslo prakticky na polovinu. Pokles odběrů byl výrazný i u ostatních odběratelů. Vytváří to kapacitní rezervu pro budoucnost, zejména pro suchá období. Zlepšil se také technický stav vodovodní sítě z pohledu úniků vody. Ztráty vody v trubní síti vyjádřené v procentech jsou téměř poloviční než v minulosti. Ztráty v trubní síti vyjádřené množstvím uniklé vody na kilometr a rok jsou ještě výrazně nižší. Toto je ovlivněno velkou délkou nových trubních sítí z kvalitních materiálů, kde je předpoklad minimálních ztrát. Přehled základních údajů je uveden v následující tabulce.

	1989	2017	změna v %
Počet obyvatel zásobovaných z veřejných vodovodů (tis.)	8 537	10 027	117
Délka vodovodní sítě (km)	44 305	78 584	177
Počet osazených vodoměrů (tis.)	1 011	2 136	211
Voda vyrobená (mil.m ³)	916,8	481,9	57,6
Specifická spotřeba vody (l/osoba.den ⁻¹)	173	88,7	51,2
Ztráty vody v trubní síti (%)	29,7	16,4	
Ztráty vody v trubní síti (m ³ /km.rok ⁻¹)	6 148	1 243	20,2

Vodárenství v evropských zemích

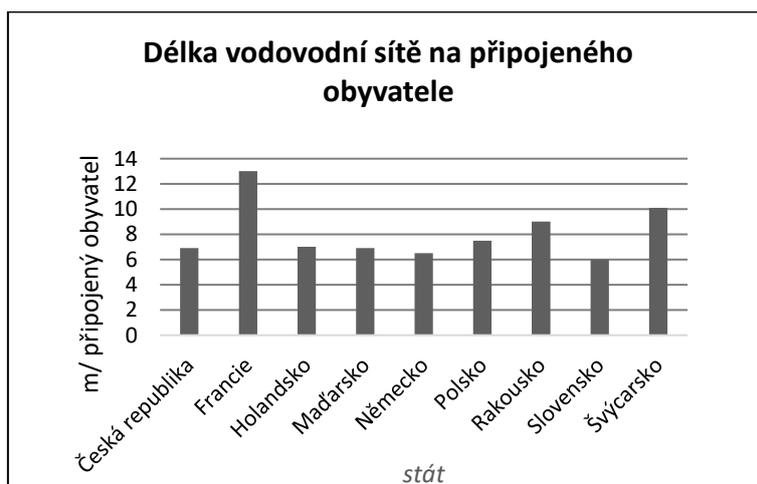
Údaje o stavu a rozvoji vodárenství v evropských zemích shromažďuje a prezentuje společnost EurEau, která sdružuje odborné organizace z členských zemí EU. Pro porovnání úrovně vodárenství se stavem v České republice byly využity údaje publikované koncem roku 2017. Z 29 členských zemí EU byly vybrány ty, které mají podobné klimatické podmínky, jaké jsou u nás. Některé země neposkytly všechny požadované údaje.

Na prvním místě bývá vždy uváděn počet obyvatel napojených na veřejné vodovody.



Česká republika je v procentech napojení prakticky na průměru zemí Evropské unie. Osm zemí vykazuje 100 % napojení na veřejné vodovody. Dvaadvacet zemí pak napojení více než 90 %.

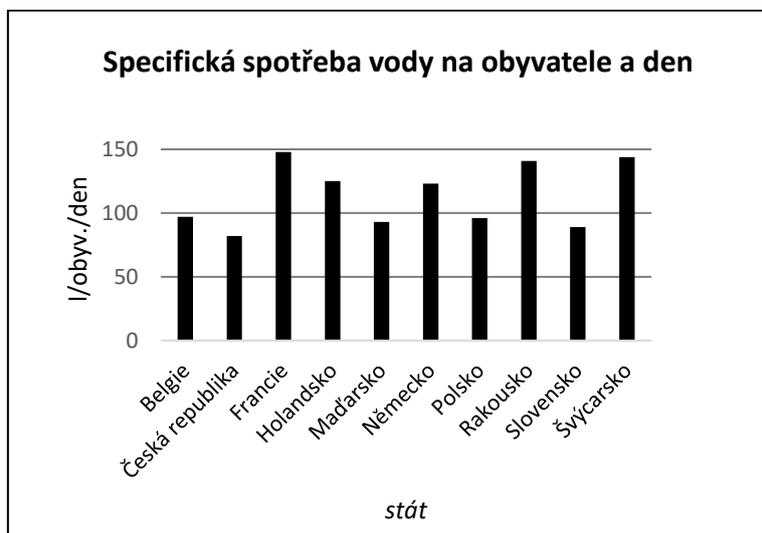
Celková délka vodovodní sítě dvaceti zemí je 4 225 527 km. Délka sítě v jednotlivých zemích je odvislá od velikosti země a rozsahu zásobování. Rozsah vodovodní sítě možno také uvádět v délce sítě na jednoho připojeného obyvatele



Délka sítě na jednoho připojeného obyvatele závisí na hustotě osídlení a pohybuje se od 4,9 m ve Španělsku, po 19,5 m ve Finsku.

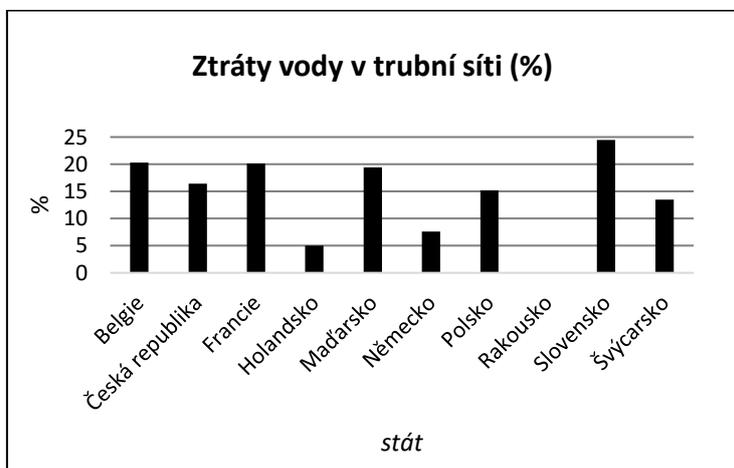
Celkový objem vody vyrobené v EU činí 44,7 miliard m^3 za rok. Z hlediska zdrojů převažují povrchové zdroje, a to z více než 60 %. Významným zdrojem v jižních přímořských státech se stává odsolovaná mořská voda. Španělsko produkuje 7 % pitné vody z odsolované mořské vody, což je přibližně 336 mil. m^3 /rok. Relativně velké objemy produkují také Kypr, a to 33 %, a Malta 54 % vyráběné pitné vody z mořské vody.

Celková spotřeba vody je uváděna ve výši 31,8 miliard m^3 /rok, z toho v domácnostech 22,8 miliard m^3 /rok. Spíše než celková produkce a spotřeba pitné vody je pro srovnání důležitá specifická spotřeba pitné vody na obyvatele a den.

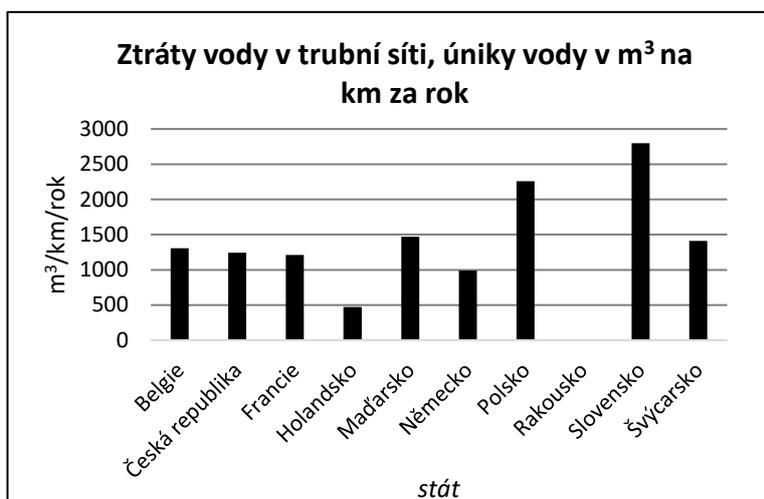


Průměrná specifická spotřeba na obyvatele a den je v členských zemích EU 128 l/ob.den⁻¹. Nejvyšší specifickou spotřebu uvádí Itálie, a to 245 l/ob.den⁻¹, a Norsko 200 l/ob.den⁻¹. K této hodnotě se blíží rovněž Španělsko a Portugalsko. Méně než 100 l/ob.den⁻¹ vykazuje 8 zemí. Mezi země s nejnižší specifickou spotřebou patří Česká a Slovenská republika. Zde se však podle posledních údajů pokles již zastavil. Statistickými daty o specifické spotřebě obyvatelstva se zabývá také organizace IWA. Uvádí údaje za více než 200 významných měst ve světě. Nejnižší specifickou spotřebu uvádí město Mbarara v Ugandě, a to 14 l/ob.den⁻¹, nejvyšší pak Denver s 536 l/ob.den⁻¹. A této hodnotě se blíží i údaje z New Yorku a Los Angeles.

Stav vodárenské sítě lze charakterizovat podle ztrát vody v trubní síti. Dle metodiky EurEau jsou sledovány tzv. distribuční ztráty a není úplné přesné srovnání mezi jednotlivými zeměmi.



Průměrné hodnoty ztrát uváděné v zemích EU činí 23 %. Přes 30 % uvádí 5 zemí, nejvyšší ztráty eviduje Irsko a Norsko, což jsou země bohaté na zdroje vody. Z velkých zemí pak Itálie. Dalším kritériem jsou ztráty vody v m³ na kilometr a rok.

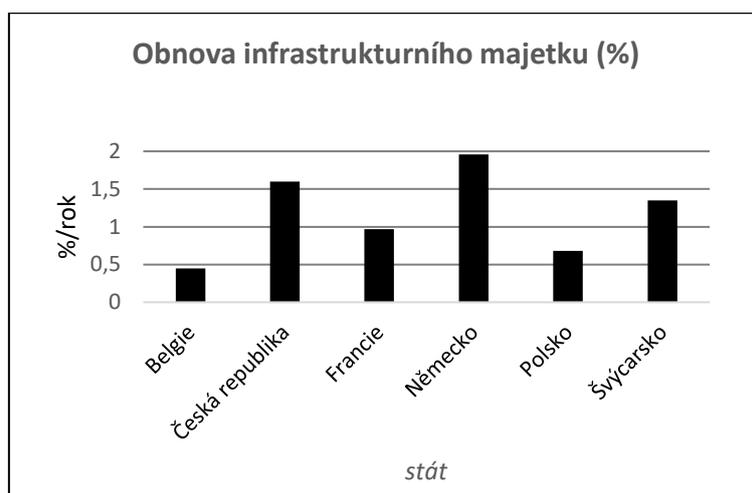


Průměrné hodnoty zemí EU představují úniky ve výši 2 173 m³/km.rok. Jsou tři evropské země, kde se tyto hodnoty pohybují mezi 5 – 6 tisíci m³/km. rok. Z uvedených údajů vyplývá, že v České republice jsou tyto hodnoty velice příznivé, dosahují 1 243 m³/km. rok.

Investice do infrastruktury zahrnují vodovody a kanalizace společně. Pro lepší srovnání jsou uváděny na jednoho obyvatele a rok.



Podle tohoto ukazatele Česká republika patří spolu s Polskem a Slovenskem ke skupině zemí, jejichž investice náleží k nejnižším. Jsou publikovány údaje pouze z dvaceti zemí a průměrná hodnota tohoto ukazatele je 96 € na obyvatele a rok. Vedle investiční výstavby je důležitý také ukazatel prostředků na obnovu infrastrukturního majetku. Údaje jsou uváděny v procentech z celkové hodnoty tohoto majetku.



Ve srovnání s ostatními zeměmi to vypadá pro Českou republiku poměrně příznivě. Stále ještě jsme však nedosáhli doporučené hodnoty 2 % obnovy majetku, která jsou uváděna v koncepci rozvoje vodárenství.

Vlastnictví a provozování vodárenské infrastruktury

Vlastnictví vodárenské infrastruktury v evropských zemích je soukromé, veřejné, případně jde o konsorcia veřejných a soukromých společností. Soukromé vlastnictví, převážně ve formě obchodních společností, existuje v 7 evropských zemích. Jsou uvedeny v následující tabulce.

Stát	Soukromé vlastnictví v %
Velká Británie	90
Dánsko	45
Švýcarsko	20
Německo	15
Finsko	13
Česká republika	8
Norsko	6

Česká republika patří k zemím, kde soukromé společnosti vlastní pouze 8 % infrastrukturního majetku. Převážná většina majetku je ve veřejném vlastnictví. Za problém je možno u nás považovat značně roztržitou vlastnickou a provozovatelskou infrastrukturu. Vlastníků je více než 6 700, přitom 25 největších vlastníků vlastní 59 % infrastrukturního majetku. Jednou z cest k dalšímu zvýšení úrovně vodárenství je integrace do větších celků.

Závěr

Vodárenství v České republice udělalo značný pokrok, zlepšil se stav infrastrukturního majetku, stoupl počet napojených obyvatel i další ukazatele naznačují zlepšení. V celé řadě ukazatelů se můžeme rovnat s vyspělými evropskými zeměmi a celkově dosahujeme výsledků nad průměrnými hodnotami.

Cena za každou cenu, aneb cesta na východ

Ing. Ladislav Bartoš, Ph.D.; Ing. Bohdan Soukup, Ph.D., MBA

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

ladislav.bartos@veolia.com, bohdan.soukup@veolia.com

Úvod

V České republice je zvláště v posledních letech ze všech stran vyvíjen tlak na privátní provozovatele vodárenské infrastruktury. Pokud se jedná o plnění výkonnových ukazatelů hodnotících úroveň provozování, byl by tento tlak v pořádku. Jen kdyby se týkal všech stejnou měrou. Máme u nás celkem 6253 obcí. Také je zde 6433 vlastníků vodárenské infrastruktury a 2745 provozovatelů tohoto majetku. Kolik z těchto provozovatelů je vystaveno tak přísným nárokům? Z dostupných dat vyplývá, že nad kvalitou provozování malými privátními firmičkami je v mnoha případech ze strany vlastníků „přimhouřeno oko“. V případech, kdy si obce provozují infrastrukturu samy nebo prostřednictvím svých provozních společností, je laťka kvality posunuta opět do jiné úrovně. Samozřejmě není možné házet všechny do jednoho pytle a i mezi malými provozovateli resp. obcemi se najde celá řada špičkových provozovatelů.

Specializace

Současný rozvoj ve všech oblastech života klade čím dál větší nároky na každou činnost. Dnes máme specialisty nebo speciální zařízení prakticky na veškeré oblasti lidského života. Doby, kdy se po našich silnicích proháněly stodvacítky, žigulíky, trabanty a další výtoky socialistické průmyslové výroby jsou, doufejme, nenávratně pryč. S tím jsou pryč i doby, kdy si poměrně velké procento oprav těchto samohybů dokázal provést sám vlastník před domem za použití kombaček, šroubováku, kladiva a pár plochých klíčů. Specialitky typu seřízení předstihu apod. jsme nechávali melouchářům ze státních autoservisů.

V dnešní době jsou i cenově dostupná vozidla plná elektroniky a běžnému majiteli vozidla je dovoleno maximálně dolít kapalinu do ostričovačů, natankovat pohonné hmoty a těm nejnadanějším i provést kontrolu hladiny oleje. Motory moderních automobilů jsou zakryté a nezřídka opatřeny plombou signalizující neoprávněný zásah do motoru. V současnosti nikomu nepřijde divné, že se s autem jezdí do autoservisu, že se zimní kola mění na letní a naopak v pneuservisu. Zkrátka na vše máme specialisty ve speciálních budovách se speciálním vybavením.

Péče o automobily je jen jedním z mnoha příkladů. Stejně bychom mohli pokračovat i v jiných oblastech života. Od lékaře požadujeme nejvyšší možnou kvalifikaci, ideálně požadujeme, aby nás operoval pan profesor. Chceme, aby naše děti učili ti nejlepší učitelé. Když jedeme lyžovat, chceme, aby nám vázání seřídil odborný servis. Samozřejmě pak požadujeme certifikát nastavení. V restauracích požadujeme, aby nám vařili špičkoví kuchaři ze špičkových surovin a obsluhoval nás slušný a čistě oblečený číšník. Obdobně bychom mohli pokračovat v dalších a dalších oblastech života. A za všechno jsme ochotni zaplatit nebo dokonce připlatit.

A teď si položme otázky: Proč je tomu ve vodárenství jinak? Proč mají lidé neustále pocit, že provoz vodárenské infrastruktury je něco tak nějak samozřejmého? Proč si představitelé obcí myslí, že provoz infrastruktury v dané obci zvládne místní instalatér Lojza Hasák nebo hůře zaměstnanec obce, který mimo jiné seká trávu, natírá zábradlí a v zimě odklízí sněh? Kde berou lidé to přesvědčení, že stavění hrází na potoce v dětství je dostatečným vzděláním nezbytným pro kvalitní provozování vodovodu?

Cena – hodnota – kvalita?

Za spoustu věcí či služeb jsme ochotni zaplatit nebo dokonce připlatit, pokud máme pocit, že dostaneme něco víc, něco lepšího. Připlatíme si za bio-potraviny, ačkoli mnohdy se tyto liší jen označením „bio“ a vyšší cenou. Připlatíme si za lepší televizní přijímač, protože má lepší rozlišení obrazu a kvalitnější zvuk i když lidské oko takové rozlišení již není schopno postřehnout a kvalitu zvuku má problém posoudit profesor hudby s absolutním sluchem. Když už musíme do nemocnice, snažíme se místo do zapadlé okresní nemocnice dostat do té fakultní, aby se o nás starali docenti a profesori nebo si zákrok zaplatíme na soukromých klinikách.

Na druhou stranu je nám úplně jedno, kdo provozuje vodovod. Nevíme vůbec nic o kvalitě provozovatele bez ohledu na to, zda se jedná o privátního provozovatele či obec. Nevíme a nestaráme se o to, zda provozovatel dodržuje veškerou legislativu. Neřešíme a nezajímá nás, zda je provozovatel standardně fungující společností s kvalitním a úměrně tomu nákladným zařízením, kvalitními a vzdělanými zaměstnanci, či jen figurkou, která si na všechny činnosti zjednává subdodavatele bez patřičné erudice. Jediné, co nás zajímá je, aby TO teklo, aby TO odtékalo a HLAVNĚ aby TO bylo laciné. Při tom nekvalitní voda resp. nekvalitní provoz nás mohou ohrozit na zdraví a životě úplně jako nepovedená operace, nekvalitní potraviny nebo třeba nedotažené šrouby na kolech našeho automobilu.

Cena x náklady

Naprosto dominantní váhu má v hodnocení provozovatele cena vodného a stočného. Cena se stává zaklínadlem, hybnou silou a bohužel často bičem na kvalitní a odpovědné provozovatele. Cena je střelivem v mediálním prostoru, kde se veřejnosti předhazuje jako tučné sousto šelmám. Samozřejmě se prakticky vždy jedná o lži nebo v lepším případě polopravdy nebo také cílené zatajování velmi podstatných skutečností. Veřejnosti se jaksi zapomíná sdělovat, že v jedné lokalitě jsou do ceny zahrnuty investiční prostředky např. v podobě nájemného placeného provozovatelem, zatímco ve druhé lokalitě se jedná jen o čisté „provozní“ cenu a obec (vlastník) platí investice do infrastruktury z jiných položek obecního rozpočtu.

Pokud budeme uvažovat, že danou infrastrukturu vlastní odpovědný vlastník a odpovědně si tuto infrastrukturu provozuje vlastními silami nebo prostřednictvím kvalitního provozovatele, bude cena vodného resp. stočného vyšší a to i významně ve srovnání s méně odpovědným vlastníkem či méně kvalitním provozovatelem.

Odpovědný vlastník promítá do ceny skutečné náklady související s danou infrastrukturou. Není podstatné, zda se jedná o investiční nebo provozní náklady, ale o to, zda jsou poctivě promítnuty do ceny. Odpovědná obec (vlastník), která nechá např. provést povinnou revizi elektrozařízení obce veřejným osvětlením počínaje a obecní čistírnou odpadních vod konče, rozúčtuje fakturu za provedené práce a přidělí část nákladů „do odpadní vody“. V případě, že je tento přístup aplikován ve všech případech, získá vlastník správný přehled o nákladech a tedy reálné ceně vodného/stočného.

V případě neodpovědného vlastníka resp. vlastníka snažícího se získat politické body nízkou cenou dochází k záměrnému zkreslování nákladů a to jak provozních, tak v poslední době čím dál častěji investičních. Uvedené není nějakou domněnkou či výmyslem autorů. Stačí si prostudovat veřejně dostupný benchmarking provozovatelských a vlastnických společností zpracováváný Ministerstvem zemědělství. Zde najdeme mnoho společností hospodařících s tzv. záporným kalkulačním ziskem a s tím související nedostatečnou tvorbou prostředků pro obnovu. Zároveň se v uvedených statistikách vyskytují společnosti s cenou vodného resp. stočného v úrovni jednotek Kč za 1 m³, což je cena absolutně mimo jakoukoli ekonomickou realitu.

Cena jako jízdenka do středověku

V České republice jsme si zvykli na komfort, který nám poskytuje historicky vyspělé české vodárenství. Bohužel v některých oblastech se zdá, že se jedná již o setrvačnost a pokud bude tím hlavním parametrem kvality cena vody, můžeme se postupně začít propadat a ze společnosti vodárensky vyspělých zemí postupně klesat k těm rozvojovým.

V roce 2018 bylo a v dalších letech zřejmě i bude hlavním tématem sucho. Rozhlédněme se po republice a zjistíme, kolik obcí mělo v nejsušším období problémy se zásobováním vodou, či byly úplně bez vody. Další část obcí resp. obyvatel dopady sucha nezaznamenala, neboť vodojemy byly plněny cisternami. A teď si položíme otázku, jaká je cena vody v těchto obcích? Velmi pravděpodobně bude cena pod republikovým průměrem. A jaký byl dopad navážení vodojemů do ceny vody pro občany? Pravděpodobně žádný a zvýšené náklady byly hrazeny z obecního rozpočtu.

Přerušování dodávek vody je věc, které jsme již dávno odvykli. Čerstvá zkušenost v některých lokalitách nám jí připomněla. Ale vzhledem k tomu, že se jednalo povětšinou o malé obce, obyvatelé velkých měst nebo aglomerací tuto informaci možná zaznamenali ze sdělovacích prostředků. Ale pokud si budeme neustále lhát do kapsy a hledat klíčky, jak občanům zajistit nízkou cenu za každou cenu, můžeme se dočkat toho, že se s přerušovanou dodávkou vody budeme setkávat i ve větších a velkých městech. Příčinou může být jak nedostatek investičních prostředků generovaných z vodného a stočného, tak nevhodný způsob provozování vlastníka samoprovizovatele či špatného externího provozovatele.

Zahraniční zkušenosti

Ve spolupráci např. s Evropskou bankou pro obnovu a rozvoj (EBRD) nebo se Světovou bankou měli a mají autoři možnost v rámci různých podpůrných a rozvojových projektů vidět, jaký je stav vodohospodářské infrastruktury. Stav, který panuje na východ od hranic Evropské unie, je pro většinu našich obyvatel naprosto nepředstavitelný. Stejně tak nepředstavitelný nebo spíše těžko uvěřitelný je daný stav z pohledu českého vodaře.

Společným jmenovatelem mnohdy katastrofálního stavu v těchto zemích je neuvěřitelně nízká cena vodného a stočného. I když se jedná o lokality s nižšími příjmy obyvatelstva, tak ani poměr ceny vody k příjmu obyvatel zdaleka neodpovídá poměru, na který jsme zvyklí v České republice. Pokud má cena generovat investiční prostředky na obnovu infrastruktury, není možné, aby byla pouze symbolická. Zjednodušeně řečeno, daný typ čerpadla daného výrobce stojí na celé planetě +/- stejně. A pokud vodné a stočné pokrývá v podstatě jen náklady na energie a platy zaměstnanců vodárenské společnosti, není možné očekávat nějaké resp. jakékoli investice do soustavně chátrajícího majetku.

Zmínka o možnostech navýšení ceny vyvolává u zástupců vodárenské společnosti a vlastníka upřímně zděšení.

Kvalita vody dodávaná spotřebitelům se mnohdy ani zdaleka nepřibližuje evropským standardům. Někde je kvalita až druhořadý požadavek. Tím zásadním je, aby vůbec nějaká voda tekla. Lidé si zvykli na to, že se voda z kohoutku nepije a pokud chtějí mít vodu v jinou denní dobu než podle harmonogramu zásobování, musí si vybudovat vlastní malé vodojemy na střeších či ve sklepech domů. V případě, že voda přitékající do těchto po domácku vyrobených zařízení splňuje alespoň základní kvalitativní parametry, o kvalitě vytékající by se, slovy klasika, dalo úspěšně pochybovat. Ale pozor, nebavíme se zde o nějakých zapadlých vískách. Toto je realita měst s desítkami a stovkami tisíc obyvatel.

Pokud voda teče a má nějakou přijatelnou kvalitu, můžeme se z pozice spotřebitele přenést do role vodaře. Pohled „pod pokličku“ je opět těžko uvěřitelný až smutný. Budovy vodáren a čistíren staticky narušené. Stavební konstrukce v katastrofálním stavu. Strojní vybavení nefunkční a rozpadající se působením koroze. Pokud někdy zařízení funguje, jedná se doslova o muzeální kousky. Čerpací technika s enormní spotřebou elektrické energie a vibracemi, jež vyvolávají i v poměrně vzdáleném okolí pocit zemětřesení. Měření, regulace, automatizace jsou v podstatě neznámá slova. Výpočetní technika neexistuje. Dispečink jako telefonní ústředna bez jakékoli vizualizace. Laboratoří je nazývána místnost bez nebo s prehistorickým vybavením, kde jsou chemikálie a vzorky skladovány v lahvích od alkoholických nápojů. V podobném stylu bychom mohli pokračovat ve výčtu dalších a dalších problémů, se kterými se na daných lokalitách setkáváme.

V neposlední řadě je nutné zmínit zaměstnance, z nichž mnozí jsou si vědomi toho, že takovýto stav rozhodně není v pořádku a chtěli by něco změnit. Pověštinou mají maximálně možnost řešit havarijní situace a na nějaký rozvoj mohou až na výjimky zapomenout. Navíc tito zaměstnanci nedostanou od firmy ani pořádný pracovní oděv a obuv a jsou nuceni používat své soukromé věci.

Závěr

Na závěr si položme otázku, zda se chceme postupně dopracovat do podobného stavu? Vždyť i v daných lokalitách byla kvalitní a na svou dobu moderní infrastruktura. V určité době se přestalo investovat a majetek začal postupně chátrat. Spotřebitelé si začali postupně zvykat na zhoršující se stav a v podstatě byli spokojeni s nízkou cenou. Je tedy logické, že případné navýšení ceny by v současnosti muselo být skokové a výrazné, se všemi společenskými a politickými důsledky, které by toto opatření přineslo. Ale jiné cesty zřejmě není.

Domníváme se, že máme nejvyšší čas na to, přesvědčit všechny zainteresované strany, aby promítaly do cen vodného a stočného skutečné provozní a investiční náklady. Pokud ne skokovým zvýšením ceny, tak alespoň postupným promítáním těchto nákladů do kalkulací. Zde je nutná spolupráce státu, který by toto měl striktně vyžadovat a kontrolovat stejně jako kontroluje kvalitu pitné vody v síti nebo odpadní vody vypouštěné do recipientu. Zároveň by nebyla od věci kontrola stavu majetku a úrovně jeho provozování. Tím máme na mysli fyzicky, ne prostřednictvím tabulek posílaných na příslušné úřady.

Nakládání s vodárenskými a čistírenskými kaly v režimu zákona o odpadech

Ing. Jana Káčerová

Krajský úřad Zlínského kraje, odbor životního prostředí a zemědělství

Čištění komunálních i průmyslových odpadních vod je doprovázeno produkcí celé řady druhů odpadů, se kterými musí každý provozovatel čistírny odpadních vod či úpravný vod řádně nakládat podle platné legislativy. Bezesporu nejvýznamnější podíl těchto odpadů tvoří kaly z čištění komunálních odpadních vod, menší roli pak zde hrají kaly úpravárenské. V roce 2017 bylo na území Zlínského kraje vyprodukováno 47 900 t kalů z čistíren komunálních odpadních vod a 9 100 t kalů z čiření, z nichž pouze okolo 500 t pocházelo z úpraven vody určených k výrobě pitné vody. Zbylé množství pochází z úpravy surové vody na technologickou v průmyslových podnicích. Kaly jsou potenciálními nositeli celé řady znečišťujících látek, a proto mohou, při nesprávném zacházení, mimo jiné, ovlivnit i kvalitu podzemních i povrchových vod. Z tohoto důvodu je této problematice věnována zvláštní péče.

Základ legislativního rámce, kterým je proces nakládání s kaly upraven, tvoří zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů v platném znění (dále jen „zákon o odpadech“). Přístup zákona o odpadech se k zacházení s vodárenskými kaly a s kaly z čistíren komunálních odpadních vod liší. Zatímco pro kaly z čistíren komunálních odpadních vod platí zvláštní podmínky stanovené v § 33 zákona o odpadech, s kaly z úpraven vody musí být nakládáno jako s jakýmkoliv jiným odpadem.

Nakládání s vodárenskými kaly

Při nakládání s kaly, které vznikají na úpravárnách vod a jsou dle vyhlášky č. 93/2016 Sb., o katalogu odpadů, zařazovány pod katalogové číslo 19 09 02 – kaly z čiření vod, je nutné plnit tyto základní povinnosti původce odpadů:

- provést jejich správné zařazení dle způsobu vzniku a vlastností
- zajistit přednostní využití kalů podle hierarchie nakládání s odpady, tedy s upřednostněním materiálového
- kaly, které sám nemůže využít nebo odstranit v souladu se zákonem o odpadech a prováděcími právními předpisy, převést do vlastnictví pouze osobě oprávněné k jejich převzetí podle § 12 odst. 3, a to buď přímo, nebo prostřednictvím k tomu zřízené právnické osoby,
- shromážďovat kaly utříděné bez příměsí jiných odpadů
- zabezpečit kaly před nežádoucím znehodnocením, odcizením nebo únikem,
- vést o jejich produkci a nakládání s nimi průběžnou evidenci a v souladu se zákonem o odpadech podávat hlášení do 15. 2. následujícího roku do ISPOP
Tuto evidenci archivovat po dobu 5 let.

V současné době původci tyto kaly dlouhodobě skladují v kalových lagunách a pravděpodobně hledají nejvhodnější způsob, jak s nimi naložit, nebo je předávají dále ke zpracování do zařízení k využití odpadů, které disponuje souhlasem s provozováním, vydaným příslušným krajským úřadem podle zákona o odpadech, např. na kompostárny.

V minulosti probíhala v řadě případů aplikace kalů z čiření na zemědělský půdní fond (dále jen „ZPF“), vzhledem k tomu, že v plném rozsahu splňovaly kvalitativní požadavky vyplývající z legislativy. Toto probíhalo ve stejném režimu jako v případě kalů z čistíren odpadních vod. V současnosti tento, relativně volný, způsob využití již není možný. Nová právní úprava z roku 2016 jejich „přímou“ aplikaci na ZPF vyloučila. V případě, že by původce chtěl i nadále předávat kal z úpravy vody zemědělcům k využití na ZPF, musel by kontaktovat Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský, který by, na základě žádosti, produkovaný kal podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech v platném znění, posoudil a registroval jako hnojivo nebo pomocnou látku.

Další možností, jak využít kaly z úpraveny vody, je jejich využití na povrchu terénu mimo ZPF. Tato alternativa však přichází v úvahu pouze u kalů, které jsou odvodněny a jsou v rypném stavu. V případě takového použití je nutné, aby byly splněny požadavky vyhlášky č. 294/2005 Sb., která stanovuje podmínky pro využití odpadů na povrchu terénu, resp. požadavky přílohy č. 10.1 (limitní koncentrace škodlivin v sušině odpadů) a 10.2 (výsledky ekotoxikologických testů). I zde však platí, že kaly mohou být předány pouze do zařízení určeného k nakládání s odpady podle zákona o odpadech. Většinou se jedná o rekultivace nebo terénní úpravy, které přímo nemusí podléhat povolení krajského úřadu, ale jsou ohlášeny do registru zařízení a fungují v režimu zákona o odpadech, stanoveném pro takovýto typ zařízení. Nejméně žádoucí je pak odstranění kalů ve spalovnách či na skládkách.

Nakládání s čistírenskými kaly

Nakládání s čistírenskými kaly je možné rovněž řešit několika různými způsoby. V první řadě je třeba zmínit, že pokud jsou „kaly“ o velmi nízké sušině, které produkují malé čistírny komunálních odpadních vod, předávány dále ke zpracování na větší čistírny odpadních vod, není toto prováděno v režimu zákona o odpadech.

Kaly, které je třeba řešit podle zákona o odpadech, jsou již konečným výstupem z čistírny komunálních odpadních vod a stejně jako vodárenské kaly mohou být předávány dále do zařízení k využívání odpadů, kdy je prováděno zpracování kalů, zejména na kompostárnách, s výstupem výrobku (kompost, substrát). Uvažuje se i o zařízeních na termické využití odpadů, kdy se předpokládá, že výstupem z takovýchto zařízení budou např. produkty využitelné jako fosforečná hnojiva. Pro předávání kalů na takováto zařízení platí hierarchie nakládání s odpady. Požadavky na jejich kvalitu se budou různit dle druhu a parametrů zařízení, do kterých jsou k využití předávány. Při veškerém nakládání s kaly je třeba dodržet povinnosti původce, které jsou výše uvedeny i pro kaly úpravárenské.

Dalším, v současnosti běžným a asi nejvíce využívaným způsobem, jak naložit s vyprodukovanými kaly z čistíren komunálních odpadních vod, je jejich předání k aplikaci na ZPF. Tuto možnost, mimo § 33 zákona o odpadech, nově upravuje i vyhláška č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Oproti zrušené vyhlášce č. 382/2001 Sb. dochází ke zpřísnění podmínek úpravy kalů před jejich použitím v zemědělství i podmínek pro skladování a aplikaci upravených kalů. Základním pravidlem je, že na ZPF je možné využít pouze kaly upravené, tj. kaly, které byly podrobeny biologické, chemické nebo tepelné úpravě, dlouhodobému skladování nebo jakémukoliv jinému vhodnému procesu tak, že se významně snížil obsah patogenních organismů v nich, a tím zdravotní riziko spojené s jejich aplikací. Pokud provozovatel čistírny odpadních vod neprovádí úpravu kalů sám, je povinen předat kaly přímo nebo prostřednictvím dopravce odpadů provozovateli zařízení na úpravu kalů. Není tedy již, jak se stávalo v minulosti, možné, předávat kaly do mobilních zařízení ke sběru a výkupu odpadů, navíc i několika v řadě, kdy pak vlastní aplikace kalu byla

realizována několik kilometrů od čistírny, která byla jejich původcem. Provozovatel čistírny odpadních vod, pokud si upravuje kaly sám, nebo provozovatel zařízení na úpravu kalů, je povinen stanovit program použití kalů. V něm doloží splnění podmínek pro použití kalů stanovených legislativou.

Hygienizace kalů např. anaerobním vyhníváním, hygienizací vápnem nebo sušením, musí být provedena tak, aby byl prokazatelně snížen počet patogenních mikroorganismů na stanovenou míru. Účinnost používané technologie je povinen provozovatel zařízení na úpravu kalů ověřit provedením odebrání vzorků na vstupu do a výstupu z technologie s následným porovnáním výsledků. Provádí se odebrání 10 vzorků na vstupu a 10 vzorků na výstupu v průběhu 30 dnů, přičemž minimální doba mezi jednotlivými odběry vzorků je 48 hodin na vstupu i na výstupu. Rozdíl mezi kontaminací kalu před úpravou a kontaminací kalu po úpravě musí být minimálně 105 KTJ na gram kalu pro mikroorganismus *Escherichia coli* nebo enterokoky, a parametry pro výstup musí být v souladu se stanovenými limitními hodnotami indikátorových mikroorganismů uvedenými v příloze č. 4 k vyhlášce č. 437/2016 Sb. Pokud kal před úpravou obsahuje méně než 105 KTJ na gram kalu pro mikroorganismus *Escherichia coli* nebo enterokoky, musí odpovídající vzorek po úpravě vykazovat negativní nálezy pro mikroorganismus *Escherichia coli* a enterokoky. Ověření účinnosti technologie úpravy kalů musí být provedeno také po každé změně v zařízení, která může mít vliv na účinnost technologie úpravy kalů, a po každé havárii zařízení nebo změně technologie. Pro prokázání účinnosti technologie úpravy kalů platí přechodné období do konce roku 2019, do té doby se technologie, které doposud produkovaly upravené kaly, považují za ověřené. Mimo mikrobiologické parametry musí pochopitelně kaly splňovat i limitní hodnoty pro obsah těžkých kovů a dalších látek v mg.kg⁻¹ sušiny kalu dle vyhlášky č. 437/2016 Sb.

Následné skladování upravených kalů je možné v čistírně odpadních vod max. po dobu 12 měsíců od okamžiku výstupu z technologie úpravy kalů nebo u zemědělce po dobu 8 měsíců od doby výstupu z technologie úpravy kalů. Zemědělci je rovněž dána možnost umístit upravené kaly na jednom z dílů půdních bloků, kde se chystá je aplikovat, po maximální dobu 30 dnů před jejich použitím. Tedy pro něj platí doba max. 9 měsíců.

V zařízení povoleném krajským úřadem podle zákona o odpadech pak mohou být kaly skladovány max. po dobu tří let. Pro skladování kalů platí tyto podmínky:

- místo skladování musí být popsáno v programu použití kalů,
- jsou stanoveny parametry pro obsah sušiny: 4 % pro skladování v nádobách, kontejnerech, obalech, jímkách, nádržích nebo 18 % pro jiné způsoby např. v hromadách s omezením výšky na 3 m,
- v souladu s vodním zákonem je třeba mít schválen havarijní plán,
- místo musí být zabezpečeno proti vstupu a zejména vjezdu cizích osob (závory, zámek, balíky slámy),
- vzdálenost od obytné zástavby alespoň 300 m, mimo zástavby, která je součástí areálu, kde je kal uložen nebo skladován,
- musí být zajištěno zabezpečení proti možnému rozplavování srážkovou vodou a úniku kalů a jejich výluhů,
- kaly musí být uloženy oddělené dle technologií úpravy kalů, označeno podle ČOV nebo zařízení na úpravu kalů, kde byly upraveny, vzdálenost mezi hromadami musí být min. 1 m,
- pokud doba uložení přesáhne 8 měsíců, je povinnost provést nové mikrobiologické rozbory, pokud výsledky nevyhoví, je možno provést dodatečnou úpravu v místě nebo vrátit kaly do technologie na úpravu kalů.

U zemědělce pak kaly po rozprostření na plochy půdních bloků, určených pro aplikaci kalů, musí být tyto zapraveny do půdy do 48 hodin. Vlastní možnost aplikace kalů na pozemky je poměrně striktně vymezena. Není možné je používat:

- na zemědělské půdě, která je součástí chráněných území přírody a krajiny podle zvláštního právního předpisu,
- na lesních porostních půdách běžně využívaných klasickou lesní pěstební činností,
- v pásmu ochrany vodních zdrojů, na zamokřených a zaplavovaných půdách,
- na trvalých travních porostech a travních porostech na orné půdě v průběhu vegetačního období až do poslední seče,
- v intenzivních plodících ovocných výsadbách,
- na pozemcích využívaných k pěstování polních zelenin v roce jejich pěstování a v roce předcházejícím,
- v průběhu vegetace při pěstování pícnin, kukuřice a při pěstování cukrové řepy s využitím chrástu ke krmení,
- jestliže z půdních rozborů vyplývá, že obsah vybraných rizikových látek v průměrném vzorku překračuje jednu z hodnot stanovených v prováděcím právním předpisu,
- na půdách s hodnotou výměnné půdní reakce nižší než pH 5,6,
- na plochách, které jsou využívány k rekreaci a sportu, a veřejně přístupných prostranstvích.

Další podmínky pro aplikaci se týkají množství a četnosti jejich použití na jednotlivých půdních blocích i ověřování kvality půdy na místech, kde mají být upravené kaly aplikovány. Všechny podmínky a kritéria se promítají do programu použití kalů.

Legislativa odpadového hospodářství nečiní rozdíly mezi velkými a malými zařízeními, sloužícími pro potřeby např. jedné obce. Zpřísnění legislativních požadavků pro provozovatele a vlastníky čistíren odpadních vod jednoznačně znamená, a i v budoucnu bude znamenat, nutné investice s následnými vyššími provozními náklady minimálně pro zajištění mikrobiologické nezávadnosti produkovaných čistírenských kalů. Stále častěji se hovoří i o znečištění kalů, a nejen kalů, různými druhy léčiv, hormonálních přípravků a dalšími látkami, které dnes nejsou zjišťovány, a tedy pro ně nejsou stanoveny limitní hodnoty, ale které začínají být považovány za stále větší hrozbu pro životní prostředí. Přestože současná legislativa nevyžaduje přímo termické zpracování kalů, je potřeba se tímto způsobem nakládání s čistírenskými kaly intenzivně zabývat a připravovat se na odklon přímého použití kalů na ZPF a možné zavedení nových, po všech stránkách náročnějších, technologií do praxe. Čistírenské kaly obsahují cenné látky, především uhlík a fosfor. Nelze tak zcela vyloučit a diskuze na půdě EU tomu nasvědčují, že další směr v oblasti nakládání s čistírenskými kaly v EU povede směrem k znovuzískávání látek obsažených v kalech a zároveň k řešení výše uvedeného problému. V takovém případě se termické zpracování kalů ukazuje jako jediné zatím známé řešení.

Jak je zřejmé, nakládání s čistírenskými kaly, a vlastně odpady z provozu úpraven vod a čistíren odpadních vod obecně, není jednoduché a vyžaduje trvalou pozornost, kterou je třeba celému procesu věnovat a to již od počátku, tedy od vstupu znečištěných vod do procesu čištění.

Zajištění dodávky pitné vody při plošném výpadku dodávky elektrické energie u společnosti Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s.

Ing. Marie Dejová, Ing. Jiří Komínek

Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s.

Severomoravské vodovody a kanalizace Ostrava a.s. coby největší vodárenská společnost v Moravskoslezském kraji zásobuje pitnou vodou více než 730 000 obyvatel. Mimo hlavní činnost výroby a dodávky pitné vody a odvádění a čištění odpadních vod zajišťuje také při krizových stavech a mimořádných událostech nouzové zásobování vodou (opatření vyplývající z krizového plánu Moravskoslezského kraje). Z tohoto důvodu jsme byli vyzváni k vypracování Plánu krizové připravenosti, jehož součástí je analýza rizika. Na základě praktických zkušeností byla identifikována možná rizika (např. povodně, sucho, zhoršení kvality na centrálním zdroji, plošný výpadek dodávky elektrické energie), provedeno posouzení dopadů těchto rizik na provozní činnost a vyhotovena krizová dokumentace eliminující či alespoň zmírňující tyto dopady.



Vzhledem k závažnosti možných následků blackoutu bylo přistoupeno v roce 2014 k přípravě Plánu zajištění dodávky elektrické energie při „blackoutu“ (dále jen „Plán pro blackout“). Postup byl rozdělen na 4 fáze:

- Posouzení provozních objektů
- Inventarizace mobilních elektrocentrál
- Zajištění pohonných hmot
- Vypracování Plánu pro „blackout“

Je potřebné zdůraznit, že náš Plán pro blackout vychází z předpokladu obnovy dodávky elektrické energie v časovém horizontu 24 hodin od jejího přerušení. Tento časový údaj byl využit jak při hodnocení dopadu blackoutu na jednotlivé objekty, tak při určování opatření k zajištění dodávky elektrické energie na jednotlivých objektech.

Posouzení provozních objektů

Posouzení provozních objektů z hlediska jejich významu a zajištění při výpadku dodávky elektrické energie jsme provedli s cílem určit lokality k osazení elektrocentrál. Celou problematiku jsme rozčlenili dle okruhů působnosti naší společnosti na 3 oblasti:

- Oblast zdrojů pitné vody a úpraven vod a navazujícího centrálního distribučního systému Ostravského oblastního vodovodu (dále jen „OOV“)

Základ zásobovacího systému Ostravského oblastního vodovodu tvoří 3 centrální úpravní povrchové vody, které vyrábějí 95 % veškeré naší produkce pitné vody - jedná se o úpravní vod Podhradí u Vítkova, Nová Ves u Frýdlantu a Vyšní Lhoty. Tyto tři ÚV jsou vybaveny stacionárními dieselagregáty příslušného výkonu s automatickým startem. V pravidelných intervalech probíhají provozní zkoušky těchto dieselagregátů, jejich provozní nádrže jsou udržovány na plném objemu.

Voda z centrálních úpraven se do koncových vodojemů systému OOV dopravuje převážně gravitačně. Jediná dvě významnější čerpání pitné vody v rámci systému OOV jsou výtlak z ÚV Podhradí do města Vítkov a výtlak z ÚV Nová Ves do VDJ Čeladná. Tyto klíčové čerpací stanice jsou umístěny na úpravárnách vod a je možné je v omezené míře provozovat s využitím stacionárních dieselagregátů úpraven vod.

K osazení elektrocentrál z vlastních zdrojů z vlastních kapacit společnosti byly určeny ještě další 4 lokality OOV, související s výrobou pitné vody - 3 lokální úpravní vody a jedna čerpací stanice.

U několika čerpaných lokalit existuje alternativa přemanipulace na alternativní gravitační zásobování z jiného zdroje (obvykle pod nižším provozním tlakem).

I další provozní objekty OOV mají možnost připojení náhradního zdroje. Jsou vybaveny venkovním přípojným místem pro možné napojení elektrocentrály s integrovaným odpojovačem od rozvodů z veřejné sítě. Vzhledem k velikosti navazujícího spotřebiště, či velikosti disponibilní akumulace nejsou tyto lokality v Plánu pro blackout řešeny.

- Oblast přímého zásobování obyvatelstva pitnou vodou, obsahující čerpací stanice a ATS na rozvodné vodovodní sítí

Pro objekty čerpacích stanic a ATS na vodovodních sítích bylo primárně provedeno posouzení jejich významnosti z hlediska počtu zásobovaných odběratelů, průměrných denních odběrů a velikosti akumulace předřazené spotřebišti, tedy v podstatě z pohledu předpokládané délky zajištění dodávek pitné vody z těchto akumulací bez potřeby jejich doplňování.

Na základě provedeného posouzení byly objekty rozčleněny do 4 kategorií, přičemž lokality kategorie I a II. (celkem 15 objektů) jsou určeny k osazení náhradního zdroje elektrické energie. Do kategorie III. spadají lokality se zajištěním spotřebiště z akumulace v rozmezí 12 – 24 hodin, případně menší spotřebiště. V jejich případě by bylo postupováno dle Plánu nouzového zásobování pitnou vodou. Čerpací stanice ve IV. kategorii představují lokality zajištěné ze stávajících akumulací po dobu delší než 24 hodin, případně objekty sloužící pouze k havarijnímu čerpání. Tyto nejsou v Plánu pro blackout řešeny.

Z celkového počtu téměř 730 tisíc odběratelů SmVaK Ostrava a.s. je přibližně pouze 175,2 tisíc (24 %) závislých na čerpané vodě. Spuštěním Plánu pro blackout bude pokryta dodávka vody pro 154,2 tisíce spotřebitelů. V režimu nouzového zásobování bude zbývajících 21 tisíc spotřebitelů.

- Oblast odvodu a zpracování odpadní vody, obsahující kanalizační sítě a čistírny odpadních vod

Odkanalizování neboli odvádění odpadních vod ze spotřebišť bude při dlouhodobějším výpadku elektrické energie závislé na typu kanalizace. U gravitační kanalizace budou odpadní vody i nadále odváděny k místu jejich čištění nebo čerpání. V případě tlakové kanalizace je kapacita čerpacích šachet u většiny odkanalizovaných nemovitostí dostatečná na dobu 24 hodin. Akumulační kapacita jímek u kanalizačních čerpacích stanic (KČS) na síti je maximálně na dobu 6 hodin. Některé objekty KČS jsou vybaveny stacionárním náhradním zdrojem, mezi dalšími KČS budou dle potřeby přesunovány mobilní elektrocentrály, část je vybavena bezpečnostními přepady.

Co se týká provozuschopnosti čistíren odpadních vod uvádíme, že čtyři velké čistírny odpadních vod - ČOV Opava, Orlová, Karviná a Havířov mohou pracovat v tzv. ostrovním režimu, dalších 9 ČOV je vybaveno náhradním zdrojem el. energie, ať už stacionárním nebo je určen mobilní, který bude na ČOV osazen, jiné mají dostatečně velkou akumulaci, u ostatních bude docházet alespoň k mechanickému čištění odpadních vod.

Logickým důsledkem „blackoutu“ bude výrazný pokles produkce odpadních vod a lze tedy předpokládat, že akumulační kapacita jímek vyjádřena v čase bude vyšší.

Inventarizace mobilních elektrocentrál v majetku společnosti

Poté co byly určeny lokality k osazení náhradních zdrojů elektrické energie, proběhla inventarizace mobilních elektrocentrál, kterými provozní střediska SmVaK Ostrava a.s. disponují pro běžnou provozní potřebu. Výsledkem bylo přiřazení náhradních zdrojů (z hlediska jejich výkonových parametrů) konkrétním provozním objektům. Tento krok vedl také k určení skupiny objektů, jejichž chod nejsme z našich zdrojů schopni zajistit. S požadavkem na zajištění vhodných náhradních zdrojů jsme se obrátili na Oddělení pro krizového řízení KÚ MSK a požadované elektrocentrály byly zahrnuty do Plánu nezbytných dodávek. Celkový počet mobilních náhradních zdrojů určených pro řešení blackoutu na objektech sloužících k zásobování pitnou vodou je 24 s výkonem v rozmezí 3-73 kVA a na objektech pro odvod a čištění odpadních vod 16 s výkonem 5-50 kVA.

Zajištění pohonných hmot

Nezbytným předpokladem minimalizace následků blackoutu je dostatek pohonných hmot nejen pro zajištění chodu jednotlivých stacionárních i mobilních elektrocentrál, také k jejich rozvozu na místo určení, k rozvozu samotných pohonných hmot či případně k zajištění komunikace.

Naše společnost se proto již v roce 2014 rozhodla zajistit si v této oblasti částečnou soběstačnost a instalovala v jednom z našich provozních areálů mobilní čerpací stanici PHM s naftou. Nafta z této čerpací stanice PHM je využívána při běžném provozu pro potřeby naší techniky. Je však stanovena tzv. pevná (nepodkročitelná) zásoba, tedy objem, který musí být v mobilní čerpací stanici zachován právě pro případ plošného výpadku elektrické energie. Tento objem odpovídá teoretickému odhadu potřeby nafty na zajištění provozuschopnosti vybraných objektů v délce trvání 24 hodin. Na lokalitě jsou také uloženy v dostatečném množství přenosné obaly na rozvoz nafty.



Jak již bylo zmíněno, z vlastních zásob nafty pokryjeme maximálně prvních 24 hodin blackout, co se týče benzínu je situace horší. V případě krizového stavu bude nutné mít možnost tankovat pohonné hmoty nejen pro možné zajištění dalšího chodu dieselaagregátů a mobilních elektrocentrál, ale také pro provoz vozidel sloužících k nouzovému zásobování vodou ve spotřebištích na veřejných čerpacích stanicích PHM, které jsou vybaveny náhradními zdroji elektrické energie. Seznam těchto stanic v okolí našich provozních objektů je rovněž součástí Plánu pro blackout.

Zde však narážíme na otázku, zda je, nebo zda bude nějakým způsobem řešeno „přednostní právo“ našich firemních automobilů k tankování PHM během krizového stavu. Není nám zřejmé, zda nám bude tankování na čerpacích stanicích (vybavených DA) umožněno, případně jakým způsobem bychom mohli na místě prokazovat oprávněnost k čerpání PHM nejen do nádrží, ale i přenosných obalů.

Vypracování Plánu pro „blackout“

Následným krokem bylo vypracování Plánu pro blackout, který musel obsahovat jasné instrukce umožňující provozuschopnost i bez přístupu k informacím z běžně využívaných softwarových aplikací, bez přenášených údajů z provozních objektů, bez telefonického spojení a který bude distribuován na jednotlivá provozní střediska. Mimo jiné tedy obsahuje tyto body:

- Organizační struktura řízení a vazby na orgány krizového řízení
- Operativní komunikace, krizový management, zajištění vstupních informací pro následné řízení provozu
- Pokyny pro rozvoz elektrocentrál na objekty (určení polohy objektu, mapky s vyznačením objektu, místo stálého uložení elektrocentrály, osoby zodpovědné za rozvoz i připojení, způsob připojení elektrocentrály)
- Pokyny pro rozvozy PHM (určení tras a množství nafty na jednotlivé objekty, doby rozvozu, trasy zakreslené v mapách)
- Mapové podklady

Cvičení „Blackout 2018“

V říjnu 2018 proběhlo cvičení „Blackout 2018“, s cílem prověřit naši akceschopnost a ověřit funkčnost Plánu pro blackout. Scénář cvičení zněl: *Došlo k poškození významné distribuční trafostanice; nebyl znám čas potřebný k opravě zařízení a obnovení dodávek elektřiny z veřejné sítě; regiony Vítkovska a Novojičínska se ocitly bez dodávek elektrické energie.*

Bylo určeno 10 provozních objektů pro výrobu a dodávku pitné vody a čištění odpadních vod, včetně centrálního vodohospodářského dispečinku v Ostravě. Po uplynutí 2 hodin od počátku cvičení byla přerušena komunikace s cílem simulovat výpadek provozu sítě mobilního operátora. Cvičení probíhalo v časovém intervalu: 7:40 – 17:00 hod, přičemž konec nebyl účastníkům cvičení předem znám. Úkoly vyplývající z plánu pro Blackout zajišťovalo 35 lidí ze 7 provozních středisek. Celkový průběh prokázal akceschopnost jednotlivých složek společnosti při rozsáhlém výpadku elektrické energie. Byl vyzkoušen přechod a dlouhodobější provoz centrálního vodohospodářského dispečinku na stacionární dieselaagregát. V průběhu cvičení nedošlo u žádné lokality k přerušení dodávky pitné vody. Objevilo se také několik problémů, které se si vyžádali provedení následných technických opatření a aktualizaci Plánu pro blackout.

Závěr

Naše společnost má zájem pokračovat v přípravě na krizové situace, a to jak postupným nákupem nových (či obměnou stávajících) náhradních zdrojů elektrické energie, tak i přípravou dalších opatření, která zlepší naši akceschopnost – připravovaná standardizace nákupu elektrocentrál, zvyšování znalostí a procvičování reakcí našich zaměstnanců, vybudování dalších přípojných míst pro náhradní zdroje elektrické energie na provozních objektech.

Ovšem jsou tady otázky/podněty, jejichž řešení překračují naše možnosti a bude potřebné je koordinovat z úrovně vyšších složek krizového řízení, například komunikace se složkami krizového řízení a naší společností – samotné vyhlášení krizového stavu jako je blackout a následné předávání pokynů, také již zmíněná otázka dostupnosti PHM na veřejných ČS PHM, způsob zajištění elektrocentrál z nezbytných dodávek.

„Plán pro blackout“ není zárukou hladkého zvládnutí tak závažného krizového stavu, ale jeho instrukce nám pomohou na něj zareagovat, nezůstat ochromeni a poskytnou nám prostor k řešení dalších komplikací vzniklých v důsledku blackoutu.

Propojování, obnova a udržitelnost vodárenských soustav ve vazbě na problematiku sucha

**Ing. Jan Cihlář¹⁾; Ing. Rostislav Kasal, Ph.D.²⁾; Ing. Blanka Anderlová³⁾;
Ing. Štěpán Zrostlík⁴⁾; Ing. Jan Plechatý⁵⁾**

Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s.

1) tel. 257 110 296, mail: cihlar@vrv.cz; 2) tel. 257 110 287, mail: kasal@vrv.cz;

3) tel. 257 110 358, mail: anderlova@vrv.cz; 4) tel. 257 110 278, mail: zrostlik@vrv.cz;

5) tel. 257 110 494, mail: plechaty@vrv.cz

Úvod

Cílem příspěvku je uvést možnosti využití vodárenských soustav pro zmírnění dopadů sucha na zásobování obyvatel. Součástí příspěvku je popis několika konkrétních případů ve vybraných regionech. První zmíněným regionem je Královéhradecký kraj, zejména lokality Hradecka a Náchodska. Druhým zmíněným regionem je Středočeský kraj a s ním úzce související dodávka vody do hlavního města Prahy.

Koncepce ČR v boji proti suchu

Sucho je aktuálním a v posledních letech opakovaným problémem v oblasti zásobování vodou pro mnoho obcí a měst zásobených zejména z lokální zdrojů vody. Vláda České republiky zahájila v roce 2015 kroky k realizaci opatření a naplnění cílů před jeho negativními dopady a nedostatku vody. V současnosti je v platnosti „Koncepce na ochranu před následky sucha pro území České republiky“ schválená vládou České republiky dne 24. července 2017 usnesením č. 528.jedná se o strategický dokument, který byl zpracován na základě výstupů činnosti Mezirezortní komise VODA-SUCHO.

Koncepce se zaměřuje na strategické cíle pro ochranu před suchem a navrhuje komplex opatření, kterými je možné nepříznivé důsledky sucha a nedostatku vody zmírnit či zcela eliminovat. Je zde definováno pět základních pilířů, které jsou rozvedeny do konkrétních opatření. Opatření vedou k vytvoření jednotné komunikační platformy k suchu, k posílení nebo vytváření nových vodních zdrojů, ke zvýšení objemu vody v půdě úpravami zemědělského hospodaření, což přispěje jak k omezení zemědělského sucha, tak k zachování dostatečných průtoků ve vodních tocích po delší dobu než dosud, a obsahují zásady zodpovědného hospodaření se srážkovými vodami a šetření vodou v různých technologiích. [1]

Opatření definovaná v koncepci:

Stávající propojení vodárenské infrastruktury je potřeba identifikovat, zrekonstruovat nebo zrealizovat nová strategická propojení, která budou zajišťovat předávání vyrobené pitné vody do deficitních oblastí v případě výpadku některého z lokálních vodních zdrojů ať už z důvodů nedostatečné kapacity nebo nedostatečné jakosti. Pro operativní řízení převodů vody je třeba vypracovat manipulační řády, anebo jiné smluvní dokumenty (např. dohodu vlastníků provozně související vodárenské infrastruktury), které vymezí podmínky vzájemné spolupráce.

Systémově je třeba řešit otázku financování nákladů na budování a provoz propojení mezi sítěmi. Pokud má takové propojení sloužit jako rezerva pro případ sucha nebo jiných mimořádných situací, nemusí být za běžného stavu provozováno, a přesto budou potřeba

nezbytné finanční prostředky na provoz a obnovu. Cílem opatření je vytvořit robustní vodárenskou soustavu, která zajistí spolehlivé zásobování obyvatelstva pitnou vodou i během dlouhotrvající epizody sucha a nedostatku vody. [1]

V roce 2017 byla také dokončena aktualizace PRVKÚ ČR – vodovody - sucho. Navržené koncepce v PRVKÚ ČR jsou posuzovány procesem SEA (Posuzování vlivů koncepcí na životní prostředí, oznámení 02/2017).

Příklady využití vodárenských soustav ve vybraných regionech

V následujících kapitolách jsou uvedeny příklady pro Královéhradecký a Středočeský kraj (včetně Prahy).

Královéhradecký kraj

Vodárenská soustava východní Čechy (VSVČ) zásobuje pitnou vodou podstatné části okresů Náchod, Hradec Králové, Pardubice a Chrudim. Celková délka vodovodních řadů přesahuje 4 000 km a zásobuje pitnou vodou cca 540 tis. obyvatel východních Čech. Vlastnicky se soustava dělí na čtyři části, které spravují jednotlivé vodárenské společnosti (Vak Náchod a.s., VaK Hradec Králové s provozovatelem KHP a.s., Vak Pardubice a.s. a Vak Chrudim a.s. s provozovatelem VS Chrudim a.s.). Hlavními zdroji vody v soustavě jsou podzemní zdroje lokalizované v územích označovaných jako Polická křídová pánev (část Náchod), jímací území Litá, povrchový odběr z řeky Orlice (část Hradec Králové), jímací území Hrobice, písník Oplatil, studny Nemošice, ÚV Mokošín (část Pardubice), jímací území Podlažice a odběr z elektrárenského přivaděče v Křižanovicích – ÚV Monako (část Chrudim). Prameniště podzemní vody Litá na Rychnovsku s povoleným odběrem vody 224 l/s je zpravidla každoročně, v období měsíců březen až červenec omezeno z důvodů ochrany přírody a krajiny až na kapacitu 100 l/s (NATURA 2000). Omezení zdroje Litá je kompenzováno v rámci VSVČ převodem vody z Polické pánve na Náchodsku, z SV Pardubice resp. SV Chrudim, nebo výkonem rekonstruované úpravny vody na Orlici v Hradci Králové (2015). Tato úpravna vody je již plnohodnotným zdrojem VSVČ s kapacitou až 150 l/s. Výhradně je preferováno zásobení z podzemních vodních zdrojů dané hydrogeologickými podmínkami na Náchodsku, Jičínsku a v podstatě i Rychnovsku. Povrchové vody jako zdroje pitné vody jsou především spojeny se zásobením vodou horských a podhorských částí Královéhradeckého kraje na Trutnovsku a v malé míře na Rychnovsku. V Královéhradeckém kraji je skupinovými vodovody zásobeno cca 75 % obyvatel.

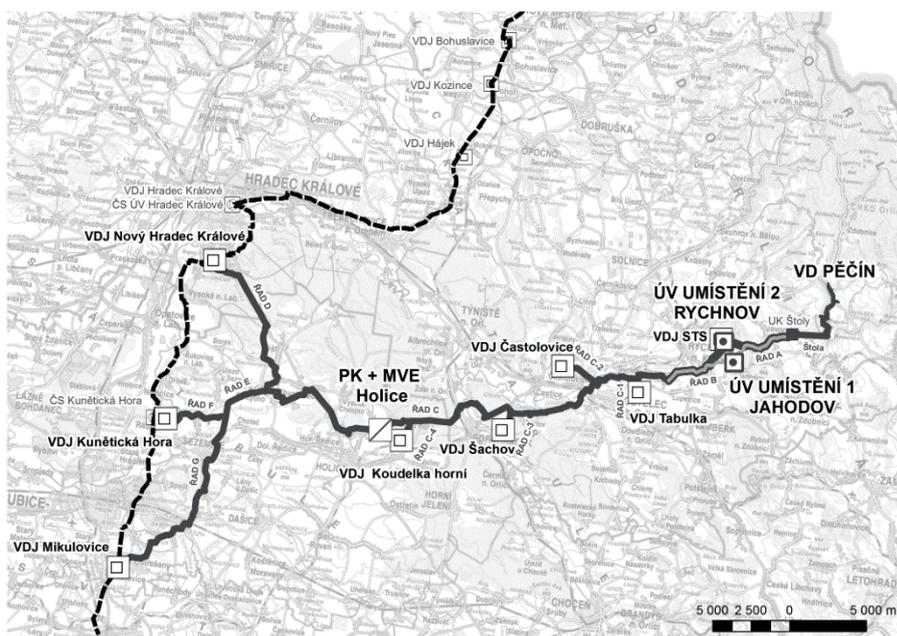
Vliv klimatických změn (2015) byl v kraji zaznamenán zejména u lokálních studní u nemovitostí a vodních zdrojů menší kapacity u místních vodovodů na Jičínsku, Trutnovsku a Rychnovsku. Při dlouhodobých klimatických změnách nelze vyloučit vliv i na tvorbu zásob podzemních vodních zdrojů, které jsou dominantní v zásobení pitnou vodou celého kraje [2]. Soustava umožňuje převod přebytků pitné vody z území Náchodska a Chrudimska do území deficitních, tedy do aglomerace Pardubicka a Hradecka, a tím optimální využití stávajících zdrojů pitné vody v celé oblasti a zastupitelnost vodních zdrojů při haváriích. Deficit zdrojů vody v královéhradecké a pardubické lokalitě činí cca 20 %. [3]

VD Pěčín – předprojektová příprava:

Pro posílení zásobení Východočeské vodárenské soustavy, zejména hradecké a pardubické aglomerace, je dlouhodobě zvažováno vybudování centrálního zdroje pitné vody – nádrže Pěčín na řece Zdobnici. Základní podkladem pro návrh systému zásobování vodou

z VD Pěčín zpracovaného v rámci předprojektové přípravy [3] byl projekt z roku 1988 „Vodovod z VN Pěčín – II. stavba“. Původní projekt počítal s kapacitou zdroje Pěčín 1200 l/s v roce 2000, 2400 l/s v roce 2010 – 2030. Nynější návrh uvažuje s maximálním výkonem úpravny vody 410 l/s.

Návrh systému zásobování vodou je gravitační bez potřeby čerpání s dostatečnými tlakovými poměry pro dopravu vody do všech vodojemů požadovaných k napojení. Po trase je nutné snížení maximálního přetlaku v potrubí v přerušovací komoře Holice. Jedná se o přerušovací vodojem umístěný u obce Poběžovice u Holic. V objektu přerušovací komory je možné využití přebytečného spádu vody cca 45 m pro MVE. Odhad investičních nákladů zásobování vodou Vodárenské soustavy východní Čechy z VD Pěčín je cca 3 400 mil. Kč (836 mil. Kč připadá na úpravnu vody). Investice se skládá z přiváděcích řadů z tvárné litiny DN 150 – 800 v celkové délce mezi 88 a 89,6 km, úpravny vody, přerušovací komory a čerpacích stanic u vodojemů Mikulovice, Kozince a Bohuslavice, umožňující zásobování Náchodska a Chrudimska.



Obr. 1 Přehledná situace VD Pěčín, předprojektová příprava [3]

Práce na přípravě vodní nádrže Pěčín byly v dubnu 2018 pozastaveny usnesením vlády ČR. Stavba přehrady prozatím zůstane jako záloha pro případ zhoršení situace zásobování vodou. Toto rozhodnutí bylo přijato na návrh ministerstva zemědělství vzhledem k existenci alternativní možnosti, jak zajistit dostatek vody pro řešenou část území.

Alternativa k VD Pěčín – nový odběr podzemní vody:

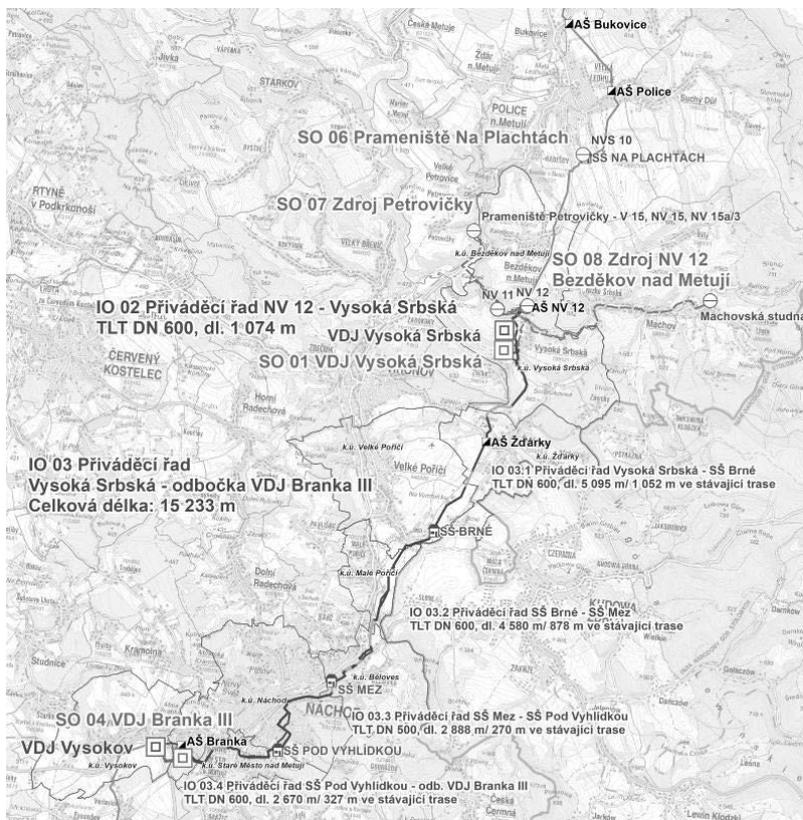
Alternativou zásobování pitnou vodou VSVC z VD Pěčín je možné zvýšení odběrů podzemní vody z vhodných hydrogeologických struktur. V rámci předprojektové přípravy byly zhodnoceny geologické a hydrogeologické poměry v celkem 29 hydrogeologických rajónech, které se nacházejí v dostupné vzdálenosti od městské aglomerace Pardubice – Hradec Králové a ze kterých by v případě významnějších přebytků zásob podzemní vody mohla být odebírána podzemní voda v množství stovek l/s, jako alternativa plánované přehradní nádrže Pěčín na Zdobnici. Vybrán byl Hydrogeologický rajón 4110 Polická pánev. Jímatelné přebytky mimořádně kvalitní podzemní vody, s výrazně nižší mírou zranitelnosti ve srovnání s povrchovou vodou, jsou

oceněny ve výši cca 200 l/s ve srovnání se současnými odběry. Tyto přebytky lze v důsledku příznivých strukturně tektonických poměrů jímat ve dvou soustředěných okrscích, a to v oblasti skalského zlomu v severním zvodnělém systému v prostoru obce Teplice nad Metují a v oblasti soutoku Metuje, Židovky a Dřevíče v jihozápadní části jižního zvodnělého systému pod Policí nad Metují. Výhodou oblasti je již existující, byť pro uvedené množství nedostatečně kapacitní, vodovodní propojení rajónu s VSVČ. Očekávané náklady na jímání podzemní vody a její přípravu k distribuci lze odhadovat na cca 240 – 360 mil. Kč a náklady na napojení infrastruktury na VSVČ jsou odhadovány ve výši 420 mil. Kč. [3]

Posílení VSVČ je tedy možné z povrchových i podzemních zdrojů. Z hlediska zásob podzemní vody jsou návrh zatíženy značnou mírou nejistot v tomto stupni přípravy. Ověření výše uvedených předpokladů bude vyžadovat zpracování nezbytných průzkumů před zahájením projekčních prací.

Projektová příprava rekonstrukce přivaděče Vysoká Srbská – Náchod:

V lednu roku 2017 byla Vakem Náchod a.s. zahájena projektová příprava rekonstrukce přivaděče náchodské části. Jedná se o akci „Posílení kapacity a zabezpečení Východočeské vodárenské soustavy Náchod – Hradec Králové“ a to v rozsahu téměř 18 km od obce Vysoká Srbská až po město Náchod (stávající OC DN 500/600, nový TLT DN 600). Celková délka přivaděcího řadu „náchodské části“ VSVČ činí 44 km. Součástí projektu je také výstavba nového vodojemu v Náchodě (5 000 m³) a rozšíření stávajícího vodojemu ve Vysoké Srbské (rozšíření o 1 500 m³). Navýšení akumulací zajistí prodloužení doby nutných provozních odstavků na přivaděči a také vyšší zabezpečení systému dodávky vody do VSVČ.



Obr. 2 Přehledná situace projektu „Posílení kapacity a zabezpečení Východočeské vodárenské soustavy Náchod – Hradec Králové“ DUR [4]

Středočeský kraj a hl. město Praha

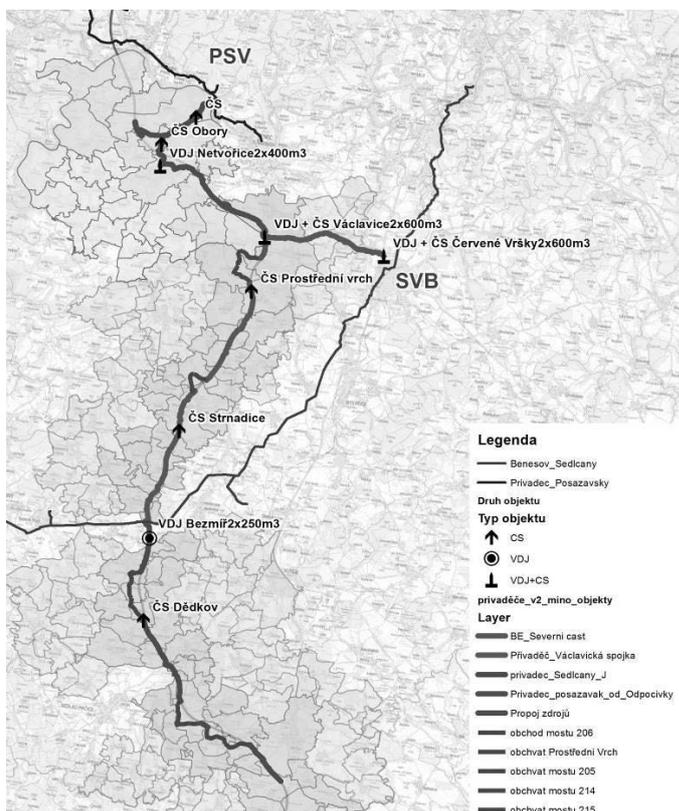
Pitná voda je do Prahy dopravována ze zdrojů ÚV Želivka a ÚV Káraný, se záložním zdrojem ÚV Podolí ve studené rezervě režimu. Tyto zdroje, které jsou umístěny na východ od Prahy, dodávají vodu také významným odběratelům pitné vody na západ od Prahy, přes pražský distribuční systém. Úzká provázanost zásobení pitnou vodou hl. m. Prahy a centrální části Středočeského kraje, je významně ovlivňována konfigurací celého systému. Pražský distribuční systém je pak transportem vody ve směru východ – západ významně zatěžován [2]. Hlavní provozní celky Středočeského kraje tvoří skupinové vodovody Rakovnický, Kladno – Slaný – Kralupy – Mělník, Boleslavský, Nymburský, Kolínský, Praha, Berounský, Příbramský, Posázavský, Benešovský, Region JIH, přiváděč ze Želivky, Kutná hora – Čáslav – Sázava. Menších provozních celků jsou desítky a lokálních obecních vodovodů stovky. V kraji se nachází několik oblastí, kde je v současnosti zásobování buď individuální ze studen, nebo z malých místních vodovodů, kde je problém s množstvím a někdy i s kvalitou. Jedná se o část Rakovnicka podél Berounky, dále o trojúhelník od Sedlčan na jih až k hranici kraje a část Kutnohorska.

V roce 2016 byla zpracována studie „*Analýza a příprava opatření ke zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody na území Středočeského kraje*“, jejímž výstupem byl návrh opatření ke snížení negativních dopadů sucha ve Středočeském kraji. Materiál řešil analýzu dopadů sucha na zásobování obyvatel pitnou vodou. Z průzkumu vyplynulo, že suchem bylo ovlivněno minimálně 130 tisíc obyvatel. Jedním ze závěrů analýzy byla nedostatečná nebo zcela chybějící akumulace (vodojemy) na odbočkách z velkých přiváděčů, které nedokáží pokrýt špičkové odběry. Na lokálních vodovodech, které nemohou být připojeny díky větší vzdálenosti od skupinových vodovodů, je opatřením zlepšení stávající úpravy či hledání nového vodního zdroje. Pro zvýšení zabezpečení byla také zvážena současná možnost propojení skupinových vodovodů, aby si mohly v případě potřeby vzájemně vypomoci. [5]

Příprava vodovodu podél navrhované dálnice D3:

Závěry analýzy z roku 2016 byly také promítnuty do aktualizace PRVK ČR. Jednou z koncepcí, která se již projekčně připravuje je akce: „*Dálnice D3 "Středočeská část" Praha - Nová Hospoda, rozšíření vodárenské soustavy v koridoru dálnice D3, DÚR*“. Technický návrh předpokládá připojení obcí Středočeského kraje ohrožených nedostatkem vody na kapacitní skupinové vodovody se zdrojem z úpravny vody Želivka. Jedno z míst připojení je v Týnci nad Sázavou připojení na Posázavský skupinový vodovod (PSV) a přivedení vody k dálnici pomocí čerpacích stanic přes upravený stávající vodojem Netvořice. Přiváděč je dále navržen podél dálnice jižním směrem k silničnímu přiváděči Václavická spojka přes budoucí odpočívku na dálnici. Dalším místem připojení je v Benešově ve vodojemu Červené Vršky, který je součástí Skupinového vodovodu Benešov (SVB). Připojení v tomto místě si vyžaduje zvětšení vodojemu a rekonstrukci přiváděcího řadu v Benešově. K dálnici by byla voda přiváděna novým přiváděcím řadem podél nové silnice Václavická spojka. U napojení spojky s dálnicí by byl vystavěn nový vodojem, ve kterém by byla míchána voda z PSV a SVB. Pitná voda z obou vodárenských systémů by byla dále čerpána podél dálnice po obslužných komunikacích, náspů a zářezů samotné dálnice.

Tento vodárenský systém propojující Posázavský skupinový vodovod se Skupinovým vodovodem Benešov umožní výhledové připojení až 20 000 obyvatel, 38 obcí a 203 obecních částí. Rozsah navrhované stavby je 61 km přiváděcích řadů (DN 200 – 300), 9 čerpacích stanic (H 100-150 m), 4 nové vodojemy (celkem 3 800 m³). Celkový odhad investičních nákladů činí 658 mil. Kč bez DPH [6].



Obr. 3 Přehledná situace navrhovaného vodovodu D3 [6]

Závěr

Vzhledem k opakovanému suchu od roku 2015 se situace v oblasti zásobování vodou nezlepšuje. Ve většině případů je jediné možné řešení připojení lokality postižené dlouhodobým suchem na dostatečně kapacitní a kvalitativní zdroj vody. Připojení na vodárenskou soustavu je dlouhodobě nejstabilnější řešení a jen výjimečně je možné posílení místních zdrojů. V duchu stanovené koncepce je nutné udržovat stávající propojení vodárenských systémů, obnovovat a hledat způsoby, jak vybudovat nové. Nedílnou součástí je definování podmínek spolupráce mezi jednotlivými vlastníky vodárenské infrastruktury a systémové řešení financování nákladů na realizaci a provoz těchto propojení.

Literatura

- [1] Koncepce ochrany před následky sucha pro území České republiky, usnesení vlády ČR č. 528 ze 07/2017, MŽP
- [2] Aktualizace PRVKÚ ČR - vodovody – sucho, Revize funkčnosti propojení a zajištění potenciálních možností nových propojení vodárenských soustav v období sucha Oznámení Koncepce SEA, 02/2017, SHDP +VRV +HV
- [3] Zdobnice, Pěčín, výstavba přehradní nádrže – předprojektová příprava – 1. Etapa, 11/2017, SHDP+VRV
- [4] „Posílení kapacity a zabezpečení Východočeské vodárenské soustavy Náchod – Hradec Králové“ DUR, 06/2017, VRV+SHDP+AQP
- [5] Analýza a příprava opatření ke zmírnění negativních dopadů sucha a nedostatku vody na území Středočeského kraje, VRV, 10/2016
- [6] Dálnice D3 "Středočeská část" Praha - Nová Hospoda, možnosti rozšíření vodárenské soustavy v koridoru dálnice D3, studie proveditelnosti, 12/2016, VRV

Optimalizace vodovodního přivaděče pro město Adamov

Ing. Jaromír Sobotka¹⁾, Pavel Synek²⁾

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

e-mail: jaromir.sobotka@hawle.cz

2) ADAVAK, s.r.o., Adamov, Nádražní 455, 679 04

Abstrakt

Příspěvek se zabývá problematikou výměny nefunkčních odzdušňovacích a zavzdušňovacích armatur na vodovodním přivaděči pro město Adamov. Srovnává původní stav s nefunkčními ventily, se stavem novým, po instalaci nových zařízení.

1. Úvod

Město Adamov leží cca 13 km severně od města Brna, náleží do okresu Blansko v brněnském kraji. Rozkládá se ve vidlici hlubokých a úzkých zalesněných údolí řeky Svitavy a Křtinského potoka. Dno údolí se nachází v nadmořské výšce 258 metrů, obytná zástavba šplhá nad 300 metrů. Provozování vodovodů a kanalizací zajišťuje společnost ADAVAK, s.r.o., se sídlem v Adamově.



Počet zásobovaných obyvatel: 4830

Vody vyrobená: 263.220 m³/rok

Voda fakturovaná: 229.580 m³/rok

2. Popis přivaděče

- přivaděč v provozu od r. 1969
- délka přivaděče 3.647 m
- litinové potrubí DN 250
- 6 podchodů pod vodním tokem (Křtinský potok)
- 3 podchody pod komunikací
- přivaděč ústí ve VDJ Hanákův kopec, součástí je ČS

Situace:



- celkem 7 ks odvzdušňovacích a zavzdušňovacích ventilů – většina nefunkčních

Obrázky původních ventilů:



3. Osazení nových zavzdušňovacích a odvzdušňovacích ventilů

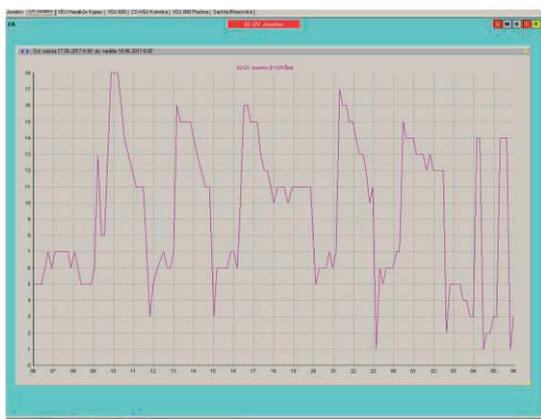
- provedena kompletní výměna nefunkčních ventilů za nové – návrh nových ventilů respektuje podélný profil, situaci a průtokové poměry v přivaděči
- ventil HAVENT, DN 50, PN 16, max. výkon 11,6 m³/min
- předřazené šoupátko DN 50

Obrázek nové sestavy armatur:

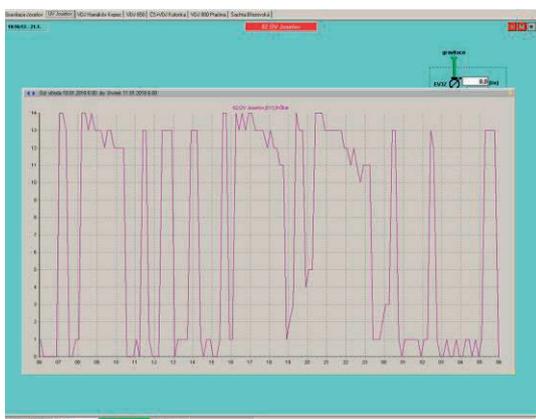


4. Porovnání průtoků

Před instalací nových ventilů:



Po instalaci ventilů:



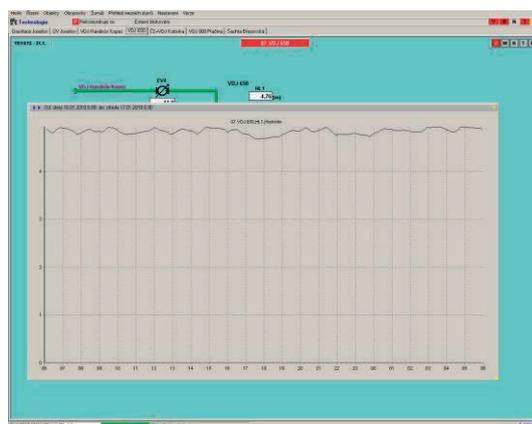
Nerovnoměrné výkyvy průtoků způsobeny zavzdušněním přivaděče.

5. Porovnání kolísání hladin ve VDJ

Před instalací nových ventilů:



Po instalaci ventilů:



6. Závěr

Výsledkem výměny ventilů a armatur na přivaděči je:

- Celkové zklidnění průtoků
- Kompletní zavodnění potrubí (bez přítomnosti vzduchu)
- z toho vyplývající možnosti kontroly úniků vody přes dispečink
- zkrácení doby čerpání – snížení energetické náročnosti
- snadné udržení maximální hladiny v centrálním VDJ
- z dat 2017/2018.....úspora energie 2MWh/měsíc

Normy, konstrukční prvky a praktické zkušenosti s používáním podzemních a nadzemních hydrantů v městských a obecních vodovodech

Ing. Jaroslav Slaviček - *produktový manažer*

VAG s.r.o.

Úvod

Podzemní a nadzemní hydranty mají v rámci uzavíracích armatur zvláštní postavení. Ve vodovodních sítích jsou používány pro různé funkce. Jejich důležitost ve vazbě na platné normy se odráží i v tom, že mají stanovenou vyšší minimální životnost v počtech cyklů (1000 cyklů), než běžné uzavírací armatury. V současnosti je obvyklým kritériem pro jejich nákup cena, nejsou zohledňována kritéria konstrukce a užitečných prvků z hlediska dlouhodobé životnosti a spolehlivosti.

1. Normy a legislativa podzemních a nadzemních hydrantů

Laická veřejnost vidí použití hydrantů obvykle jako místo zdroje pro odběr hasící vody nebo pro nouzové odběry vody. Pro vodárny se však jedná o důležité armatury pro provozní účely jako je odvzdušňování, odkalování, vyprazdňování, tlakovému odlehčování u dílčích úseků.

Pokud jsou hydranty používány jako armatury pro provozní účely musí splňovat konstrukční požadavky, hydraulické charakteristiky, životnost, těsnost, odolnost vůči předepsaným zkouškám, výkonost odvodňovacího systému, aj. podle **normy ČSN EN 1074 – část 6 Armatury pro zásobování vodou - Požadavky na použitelnost a jejich ověřování zkouškami**. Pokud jsou hydranty (podzemní i nadzemní) vyčleněny jako zdroj požární vody v rámci požárního řádu města/obce musí splňovat požadavky **norem EN ČSN 14339 Požární podzemní hydranty a EN ČSN 14 384 Nadzemní požární hydranty**.

Požární hydranty samozřejmě podléhají také legislativě Evropské unie. Výrobce nebo dodavatel musí deklarovat shodu **Prohlášením o vlastnostech dle Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 306/2011, zprávou o dohledu ne starší jak 12 měsíců a hydranty musí být označeny značkou CE**.

V praxi se setkáváme s názorem, že Prohlášení o vlastnostech není vlastně potřeba, jelikož hydrant nebude mít funkci požárního hydrantu. Tento názor je mylný, jelikož v okamžiku kdy hydrant přichází např. k velkoobchodníkovi není známo k jakému účelu bude použit.

Pokud jsou hydranty montovány **na vodovody s pitnou vodou, musí mít dle Vyhlášky č. 409/2005 Sb. hygienický certifikát od české akreditované osoby potvrzující jejich vhodnost pro styk s pitnou vodou. Tuto vyhlášku není možné obejít certifikátem z jiné země**.

2. Důležité konstrukční prvky hydrantů

2.1. Odvodňovací systém

Standardním požadavkem na konstrukci hydrantu je tzv. automatické vyprázdnění hydrantu bez zadržení vody. **Zde je obecně používán termín „nulový zbytek vody“.** Důvodem pro tento parametr je vedle prevence zamrznání, především eliminace hygienických a zdravotních rizik, pokud je hydrant delší dobu v klidovém režimu. **Tento požadavek má vazbu i na normu ČSN EN 1717 Ochrana proti znečištění pitné vody ve vnitřních vodovodech a všeobecné požadavky na zařízení na ochranu proti znečištění zpětným průtokem.**

Vlastní doba odvodnění hydrantu v minutách je dána výše uvedenou normou a odvozuje se od výšky drenážního systému P_v , což je vzdálenost od drenážního otvoru hydrantu po ovládací rovinu. Normovaná doba je uvedena v tabulce:

DN	Výška drenážního systému (P_v) ≤ 1 m [min]	Výška drenážního systému (P_v^a) > 1 m [min]	Maximální množství vody zbývající po odvodnění [ml]
65	15	$15 \cdot P_v^a$	100*
80	15	$15 \cdot P_v^a$	100*
100	15	$15 \cdot P_v^a$	150*
150	15	$15 \cdot P_v^a$	200*

* Povoleno rozdíly v ml vtok vs. výtok

V roce 1999 provedlo německé sdružení vodáren a plynáren (DVGW) test, zda mají hydranty v Německu funkční odvodňovací systém. Ukázalo se, že z 55.000 testovaných hydrantů nemá funkční odvodnění 18 %. Na základě tohoto průzkumu byly hledány cesty ke snížení rizika ucpání odvodňovacího otvoru. V zásadě se jedná o tři možnosti:

- zvýšení počtu odvodňovacích otvorů,
- prevence ucpání hydrantu zevnitř změnou konstrukce odvodnění,
- ochrana odvodňovacího místa proti vnějším vlivům.



Obr. 1 Detail odvodnění s trubkou přes stěnu tělesa

Společnost VAG byla první, která na trh přišla s **dvojitým odvodněním podzemního hydrantu v kombinaci s drenážním blokem, jehož vnitřní prostor odpovídá objemu tělesa hydrantu.** Voda se po uzavření hydrantu vyprázdní do drenážního bloku a následně rozlije do obsypu.

2.2. Hydranty se zpětným uzávěrem (dvojitý uzávěr)

V souvislosti s dvojitým uzávěrem se často hovoří o tom, že není nutné předřazovat před hydrant uzavírací šoupátko. Protože neexistuje závazné pravidlo, kdy šoupátko použít a kdy ne, je čistě na každé vodárenské společnosti, jak si nastaví svoje interní předpisy. Dvojitý uzávěr má však pro funkci hydrantu praktičtější význam:

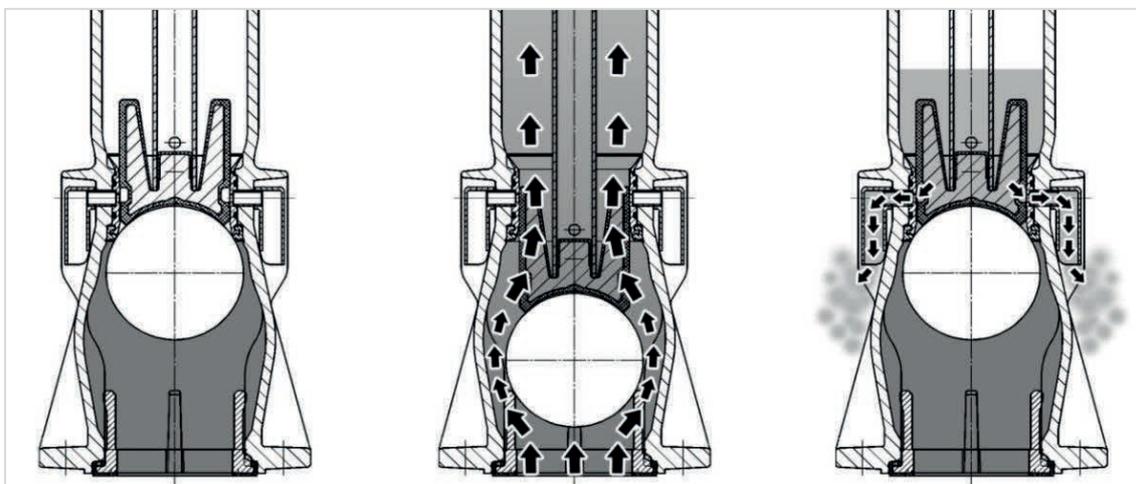
- **zvýšení průtočného množství vody až o 15 %**, tím že se zlepší hydraulické poměry v místě sedla hydrantu (víření vody pod kuželkou zvyšuje ztrátu hydrantu),
- **potlačení vibrací** (především u nadzemních hydrantů), jejichž příčinou je opět víření vody pod kuželkou,
- **zvýšení bezpečnosti** při opravě hydrantu, protože zpětný uzávěr eliminuje nenadálý nárůst tlaku při neodborné manipulaci.

U hydrantů s dvojitým uzávěrem je nutné při uvádění do provozu dát pozor během proplachování potrubí. **Pokud totiž hydrant není dostatečně otevřený, mohou se v úzké štěrbině zachytit nečistoty či špony z navrtávek**, které při následném uzavření způsobí netěsnost hydrantu. Důvodem, proč jsou při proplachu hydranty otevírány pouze na minimum, je úspora vody, kdy je pro proplach použito jen nezbytně nutné množství vody. Zde se nabízí jedna praktická zkušenost - v případě rekonstrukce vodovodu s více podzemními hydranty je pro proplach možné použít až poslední hydrant. Ostatní hydranty ani není nutné uzavírat, jelikož VAG HYDRUS® G Podzemní hydranty jsou v uzavřeném stavu již dodávány.

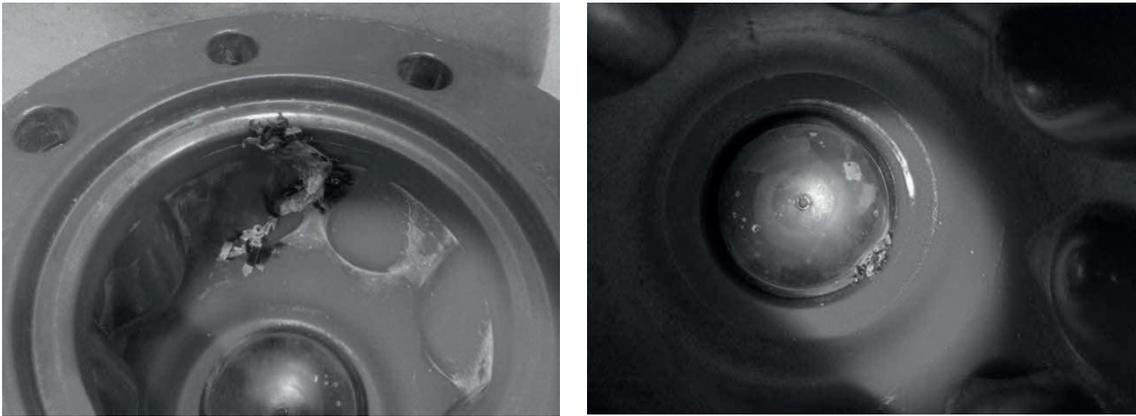


Obr. 2 Podzemní hydrant s dvojitým odvodněním a drenážním blokem

Dvojitý uzávěr zvyšuje zásadním způsobem průtočné množství vody (až 15% rozdíl). To je důležité především pro nadzemní hydranty, které jsou ve vodovodní síti obvykle instalovány jako součást protipožárního systému. S dvojitým uzávěrem jsou standardně jsou dodávány např. VAG NOVA Nadzemní hydranty.



Obr. 3 Pracovní polohy hydrantu s příznivým hydraulickým profilem v poloze otevřeno



Obr. 4, 5 Třepiny z navrtávky uvízlé v uzávěru podzemního hydrantu při nedostatečném proplachu

2.3. Praktické konstrukční prvky hydrantů

2.3.1. Bezpečnostní blokování vnitřní sestavy proti vystřelení

Ovládací sestava je vsazena do hydrantu např. přes bajonetový systém. Při nenadálém nástupu tlaku při opravě nemůže dojít k poškození zdraví montéra. V Německu je tento prvek povinný a je mezi parametry výběrového řízení jak podzemních tak nadzemních hydrantů.

2.3.2. Těleso podzemní části z jednoho kusu

Výrobci u podzemní části hydrantu často volí vícedílnou konstrukci s dělicí rovinou nejčastěji nad sedlem hydrantu. Důvod je jednoduchý - je to zjednodušení výroby odlitku a vlastního strojního opracování dílů. Vniká tím však rizikové místo z hlediska těsnosti hydrantu.

2.3.3. Díly ovládacích sestav jsou spojeny nýty

Pro spojení vřetenové matice/kuželky s tyčemi ovládací sestavy je lepší místo lisovaného spoje použít nýty z korozivzdorné oceli. Existují totiž případy, kdy došlo k uvolnění lisovaného spoje a bylo nutné celý hydrant vykopat. V případě poškození kuželky/matice je nutné vyměnit celou ovládací soupravu. U nýtovaných spojů lze vyměnit pouze opotřebovaný díl. Stačí nýt odbrousit a nahradit jej nerezovým šroubkem s maticí.

2.3.4. Výtok podzemního hydrantu chráněný pryžovou manžetou

U podzemních hydrantů je velmi reálné nebezpečí zanesení výtoku šterkem a blátem ze silnice z důvodu poškozeného nebo zcizeného víka poklopu. Membránový uzávěr na výtoku brání vnikání nečistot do hydrantu, aniž by omezoval průtočné množství vody.

2.3.5. Integrované těsnění na přípojovací přírubě hydrantu

Bezpečnostní opatření, které umožňuje jednoduché nasazení hydrantu na přírubu potrubí bez nebezpečí, že by došlo k úrazu prstů montéra.

2.3.6. Hydranty s odlomitelným zařízením (tzv. s definovaným místem lomu)

Hydranty s tuhým sloupem jsou nakupovány především z cenových důvodů. Jejich uživatelé však vůbec neberou do úvahy fakt, že hydrant může být poškozen nárazem vozidla. **Vzniká tak nenávratná škoda, která se pohybuje pod 100.000 Kč. Nárazem totiž obvykle dojde k vylomení hydrantu na potrubí** a majitel musí financovat výkop, výměnu hydrantu, výměnu N-kusu, opravu potrubí a samozřejmě vzniká škoda na uniklé vodě.



Obr. 5 Nadzemní hydrant vylomený z potrubí

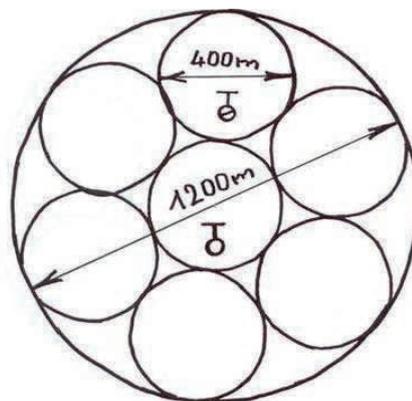
3. Hydranty a požární řád obce

Obce zabezpečují zdroje vody pro hašení požárů a jejich trvalou použitelnost (Zákon o požární ochraně č. 133/85 Sb., ve znění pozdějších předpisů) a vypracovávají a vydávají „Požární řád obce“ (obecně závaznou vyhláškou v souladu se Zákonem o obcích č. 128/2000 Sb.).

Provozovatelé vodovodů vypracovávají „Provozní řád vodovodu obce“ dle Zákonu vodovodech a kanalizacích č. 275/2013 Sb. § 8, §11. Přílohou provozního řádu vodovodu obce vyčleňují dostatečný počet podzemních a nadzemních hydrantů přednostně sloužících pro požární účely.

Česká legislativa jednoznačně upřednostňuje pro požární ochranu používání nadzemních hydrantů. Z tohoto důvodu je stanovena max. vzdálenost hydrantu od objektu na 600 metrů (pokrytá plocha 1.130.400 m²). Pro podzemní hydrant je to pouze 200 metrů (pokrytá plocha 125.600 m²). S jedním nadzemním hydrantem tedy můžeme nahradit plošně až 9 ks podzemních hydrantů.

Dle normy ČSN EN 1074-6 jsou výrobci povinni uvádět min. průtočné množství při rozdílu tlaku před a za hydrantem 0,1 MPa. Pokud jsou tedy v projektu dány požadavky na min. dodávané množství vody hydrantem ve vazbě na plnění hasičských vozů, lze jednoduchými výpočty stanovit, jakého tlaku musí být dosaženo před hydrantem a na to musí být následně projektována celá vodovodní síť (resp. kde musí být síť dovybavena ATS).



Obr. 6 Max. vzdálenost požárních hydrantů od objektů

Průtoková charakteristika hydrantu $Q = K_v \cdot \sqrt{\Delta p}$

Q - požadované průtokové množství

K_v - průtok při diferenciálním tlaku před a za hydrantem 0,1 MPa

Δp - tlaková ztráta hydrantu

Nadzemní hydrant DN 80			
Výstup	K_v (m ³ /hod) Δp 0,1 Mpa	K_v (l/min) Δp 0,1 Mpa	K_v l/sec Δp 0,1 Mpa
2xB	140	2333	38

Modelový příklad:

Provozovatel požaduje na hydrantovém místě dodávku 1.900 l/min. Jaký musí být minimální tlak před hydrantem pro toto požadované množství?

$$Q = 1.900 \text{ l/min}$$

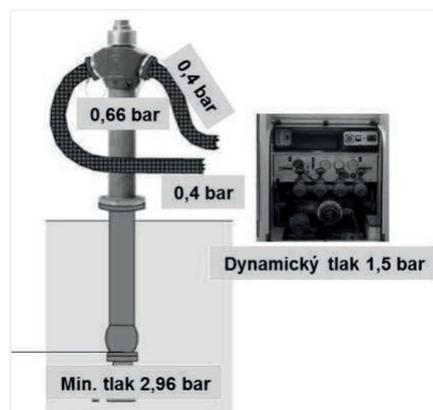
$$K_v = 2.333 \text{ l/min}$$

$$\Delta p = \left(\frac{Q}{k_v}\right)^2 = \left(\frac{1.900}{2.333}\right)^2 = 0,66 \text{ bar}$$

Dynamický tlak pro hasičský vůz 1,5 bar

K_{vh} – tlaková ztráta hadic 2 x 0,4 bar

$$\text{Min. tlak před hydrantem} = 0,66 + 1,5 + 0,8 = 2,96 \text{ bar}$$



4. Závěr

Pokud se setkáme s názorem, že „zákazníkům stačí nějaká roura s výstupem, hlavně že to bude levné“, je nutné upozornit na fakt, že v České republice existují normy a legislativa, které jednoznačně definují, co musí podzemní a nadzemní hydranty splňovat. Provozní společnosti event. provozní útvary smíšených vodárenských společností mají dostatečné nástroje pro stanovení takových parametrů výběrových řízení, aby byly do vodovodních sítí instalovány hydranty, které odpovídají úrovni českého vodárenství, které patří k nejvyspělejším nejen v rámci Evropy.

5. Použitá dokumentace

Nadzemní hydranty v obcích, spolehlivý zdroj požární vody na stávajících řadech.

Prezentace. Zdeněk Švarc, Požární voda s.r.o. Břeclav

Rekonstrukce ÚV Tlumačov – eliminace pesticidních látek z pitné vody

Ing. Svatopluk Březík¹⁾; Ing. Pavel Adler, CSc.; Ing. Jiří Beneš²⁾; Ing. Marek Žíla³⁾

1) Vodovody a kanalizace Zlín, a.s.;

2) DISA s.r.o.;

3) MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.

Abstrakt

Úpravna vody Tlumačov je největší úpravnou v systému skupinového vodovodu Zlín. Je jedním ze dvou klíčových zdrojů pitné vody pro aglomeraci města Zlína a zásobuje 48 tisíc obyvatel. Po poslední rekonstrukci v letech 2017-2018 je dimenzována na maximální výkon 350 l. s⁻¹ surové vody ze zdrojů v lokalitách Tlumačovský les a Štěrkovišť - Kvasice. K oxidaci železa a manganu byla použita moderní chemická technologie využívající ozon. Dále byl doplněn třetí separační stupeň a to filtrace přes granulované aktivní uhlí.

1. Kvalita vody

Voda ve Zlíně měla i dříve vysokou kvalitu – to potvrdilo mj. i testování na Stream.cz (zdroj <http://faktaovode.cz>). Internetová televize Stream.cz zveřejnila video, ve kterém nezávislá laboratoř hodnotila kvalitu kohoutkové vody v krajských městech republiky. Laboratoř Aquatest hodnotila vodu z hlediska obsahu chloru, dusičnanů, těžkých kovů, pesticidů a dalších látek. Zlínská voda dopadla velmi dobře ve všech parametrech, u testu dusitanů a dusičnanů se dokonce vzorek zlínské vody dostal pod parametry kojenecké vody.

Problém pesticidních metabolitů

V roce 2015 jsme díky rozšíření počtu sledovaných pesticidních látek i o jejich metabolity zaznamenali nadlimitní výskyt u metabolitu Acetochlor ESA a metabolitu Acetochlor OA u vzorků pitné vody z ÚV Tlumačov.

Mimochodem ve více než polovině zdrojů pitné vody v ČR obsah pesticidů překračoval v roce 2016 limit 0,1 mikrogramu na litr, téměř ve třetině limit 0,5 pro sumu více pesticidů. Informace jsou získány ze stránek <http://hydro.chmi.cz/isarrow/> - bohužel t.č. nejsou dostupné. V roce 2018 je jich 644. Tlumačov zde již před vánoci nefiguroval.

Hledání příčin a rychlá opatření

V první fázi tuto problematiku řešila Moravská vodárenská, a. s. s MěÚ Otrokovice – odbor životního prostředí, dále pak Krajským úřadem Zlínského kraje, odborem životního prostředí a zemědělství. MOVO a. s. následně podalo trestní oznámení na neznámého pachatele. Zdrojem výskytu těchto metabolitů jsou pravděpodobně přípravky na ochranu rostlin používané v okolních zemědělských plochách.

Na základě zjištěných výskytů jsme zadali zpracování znaleckého posudku pro hodnocení zdravotních rizik těchto dvou relevantních metabolitů. Tento posudek zpracoval soudní znalec v oboru zdravotnictví, MUDr. Bohumil Havel, a to s výsledkem, že nepředstavují zvýšené riziko nepříznivých zdravotních účinků pro zásobované obyvatele, včetně nejcitlivějších skupin populace.

Vzhledem k tomu, že současná technologie úpravy vody použitá na ÚV Tlumačov nedokázala tyto metabolity zachytávat, jsme dne 7. 3. 2016 obdrželi od KHS Zlínského kraje rozhodnutí o udělení výjimky na základě § 3a, zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, Ovšem okamžitě jsme přijali nejradikálnější opatření, tedy zásadní rekonstrukci a modernizaci procesů na úpravně.

Rekonstrukce nákladem 80 milionů korun byla zahájena 1. 6. 2017, ukončena a zkolaudována byla v říjnu roce 2018.

Nová technologie ozonizace je doplněna po stávající pískové filtraci o 2. stupeň filtrace na granulovaném aktivním uhlí (GAU), výsledkem je odstranění všech pesticidních látek i jejich metabolitů z upravované vody a zlepšení sensorických vlastností (pach a chuť). V tomto se stala tlumačovská úpravná jedinou úpravnou v Pomoraví, která využívá aktivního uhlí k odbourání nežádoucích pesticidů z pitné vody.

Obsah pesticidů ve vodě je „nula“

Na základě rozboru upravené vody z ÚV Tlumačov ze dne 9. 7. 2018, který provedla zkušební laboratoř č. 1393 akreditovaná ČIA - Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě lze konstatovat, že navržená technologie pro úpravu vody byla zvolena správně - veškeré metabolity pesticidních látek jsou pod mezí detekce a suma pesticidních látek je nulová. Ročně se provádí v našich laboratořích až 32 tisíc laboratorních testů a jakákoliv nepatrná odchylka je hned předmětem zájmu a samozřejmě kvalita vody byla a je pod neustálým dozorem hygienické služby.

2. Údaje o zdrojích surové vody

Prameniště Tlumačovský les

Toto prameniště se skládá z 25 jímacích objektů - vrtů a kopaných vodárenských studní. Surová voda je z nich jímána systémem tří násoskových řadů, které ústí do sběrné studny čerpací stanice. Voda z čerpací stanice je pak na úpravnou čerpána výtlačným řadem PE DN 300. Jedná se o nejstarší zdroj vody pro Otrokovice a Zlín. Kvalita vody odpovídá typu vody z mělkých vrtů (do 11 m) v kvartéru údolní nivy řeky Moravy mezi Otrokovicemi a Tlumačovem. Jedná se o tvrdou vodu s obsahem Fe (průměrně asi 4-8 mg/l), Mn (průměrně asi 1-2 mg/l), NH_4^+ (průměrně kolem 2 mg/l), CHSK_{Mn} (kolem 3,5 mg/O₂), agresivní (Heyer až 13 mg/l CO₂, $\text{ZNK}_{8,3}$ průměrně 1,5 mmol/l OH^- s překročením i nad 2 mmol/l OH^-). Obsah O₂ ve vodě je nízký.

Jímací území Kvasice Štěrkoviště

Hydrogeologické vrtů

V prostoru mezi řekou Moravou a jezerem štěrkoviště Kvasice je vybudováno sedm hydrogeologických vrtů hlubokých 35–40 m, jejichž celková kapacita činí 120 l/s. Každý vrt je osazen čerpadlem a podzemní voda čerpaná z vrtů je společným sběrným potrubím gravitačně svedena do sběrné studny čerpací stanice Kvasice. Fe průměrně asi 2 mg/l, Mn 0,5 mg/l.

Násoskový řad N10

Voda z desíti studní podél pravého břehu jezera se jímá násoskovým potrubím do sběrné studny. Vydatnost je až 50 l/s. Jedná se o vodu s vyšším obsahem Fe (8 – 10 mg/l, Mn asi 1 mg/l, NH_4^+ do 2 mg/l).

Jezero štěrkovišť

Voda ze štěrkovišť měla původně charakter vody podzemní (infiltr z řeky Moravy), v důsledku otevřené hladiny získala vlastnosti povrchové vody z mělké nádrže. V letních měsících je voda oživená, v zimních měsících studená. Voda z jezera s minimálním obsahem Fe, Mn i NH_4^+ , ale s vyšším obsahem O_2 se do sběrné studny přivádí násoskovým potrubím se sacím košem umístěným cca 1m nad dnem. Tento zdroj je v současnosti odstaven a slouží jako záložní zdroj vody.

Do sběrné studny čerpací stanice Kvasice se tak přivádí voda ze dvou výše uvedených zdrojů, takže složení této směsi je proměnlivé podle zastoupení jednotlivých vod. Průměrné hodnoty této směsi pak jsou Fe (3 mg/l), Mn (0,6 mg/l), NH_4^+ (0,5 mg/l), NO_2^- (0,025mg/l), NO_3^- (3 mg/l). CHSK_{Mn} (3,5 mg/l).

3. Údaje o úpravně vody před rekonstrukcí

Úpravna vody Tlumačov byla vybudována v počátku padesátých let 20. století s uvedením do provozu v roce 1952. Pro tehdejší potřebu úpravy vody o výkonu cca $150 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. Za dobu svého provozu prošla několika dílčími úpravami. K zásadní rekonstrukci, rozšíření a modernizaci úpravně došlo v letech 1995–97. Tato rekonstrukce spočívala v přestavbě a přístavbě filtrů, modernizaci technologického a strojního zařízení, automatizace řízení, maximální výkon až 400 l/s.

Při rekonstrukci v devadesátých letech byla plně využita kapacita stavebního objektu úpravně vody z padesátých let dvacátého století. V rámci této rekonstrukce došlo k rozšíření objektu o dvě budovy nových filtrů a to z důvodů nedostatečné kapacity filtrační plochy pro konečný maximální výkon. Do areálu úpravně vody jsou přivedeny dva výtlačné řady surové vody. Výtlačný řad z jímacího území Tlumačovský les je z PE DN 300. Výtlačný řad z ČS Kvasice je z litiny DN 600. Oba řady jsou zaústěny do zadního traktu úpravně vody za účelem předúpravy a následné úpravy vody v budově separace. Koncepce úpravně vody Tlumačov již od jejího uvedení do provozu v padesátých letech je řešena systémem zvaným „letadlo“ tj. veškerá voda je dělena do dvou na sobě nezávislých technologických úpravárenských linek. Tato koncepce byla držena i při rekonstrukci v devadesátých letech.

Surová voda z jímacích území Tlumačovský les a Štěrkovišť Kvasice se čerpá do ÚV Tlumačov, kde je upravována dvoustupňovou separací na dvou nezávislých technologických linkách (levá a pravá). Voda z obou území je směřována na prvním stupni (schodu) aerační kaskády a dále upravovaná společně. Voda je na stupňovité kaskádě podrobena intenzivní aeraci k eliminaci volného CO_2 a oxidaci rozpuštěného dvojmocného železa a manganu vzdušným kyslíkem. Po aeraci je voda vedena do dvoukomorové flokulační nádrže, kde je do ní aplikována dávka flokulantu - hydrátu vápenatého ve formě vápeného mléka. Pomocí pádlových míchadel v obou komorách dochází k promíchání flokulantu s vodou. Z flokulační nádrže je voda odváděna na 1. separační stupeň - podélné horizontální usazovací nádrže. Po 1. separačním stupni voda odtéká na 2. separační stupeň – pískové rychlofiltry. Filtry původně s mezidny byly rekonstruovány na filtry bez meziden s plastovým drenážním systémem AQUAFILTER. Filtry jsou regenerovány vodou a vzduchem ve fázích vzduch, voda + vzduch a voda. Voda z praní filtrů a odkalování sedimentací se akumuluje v odsazovacích nádržích a po odsazení kalu se voda vrací do procesu úpravy. Odsazený kal je vypouštěn a gravitačně odváděn na kalové laguny, které byly v rámci předcházející rekonstrukce vybudovány na katastru města Otrokovice. Po filtraci je voda odváděna do akumulační nádrže. V potrubí před vstupem do akumulační nádrže dochází k hygienickému zabezpečení vody dávkou vodného roztoku plynného chloru. Z akumulační nádrže se upravená voda čerpá z úpravně dvěma směry. Prvním

směrem je vodojem Hrabůvka, druhým směrem je vodojem Malenovice. Oba vodojemy slouží v systému SV Zlín pro akumulaci vody pro větší polovinu krajského města Zlína, dále pak pro města Otrokovice, Napajedla a další přilehlé obce západně od krajského města.

4. Návrh rekonstrukce úpravní vody

V roce 2015 byla zpracována studie, která navrhovala možné řešení rekonstrukce. V rámci této studie byly provedeny dvě poloprovozní zkoušky ozonizace a také poloprovozní test účinnosti filtrace na aktivním uhlí.

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

Druhý ozonizační pokus byl zaměřen na ověření požadovaného výkonu ozonizátoru a také byl rozšířen o výsledky vlivu ozonizace na metabolity pesticidů.

Ozonizační testy prokázaly vhodnost této technologie jako náhrady stávajícího vápenného dekarbonizačního čiření. Ovšem účinnost ozonizace na eliminaci koncentrace metabolitů pesticidů nebyla dostatečně vysoká. Proto se přistoupilo k testování účinnosti na aktivním uhlí.

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

5. Úpravna vody po rekonstrukci

Úpravna vody po rekonstrukci v letech 2017-2018 je navržena na výkon 350 l. s⁻¹. Pro tento výkon jsou dimenzována veškerá úpravárenská zařízení, zejména separační stupně (sedimentace, filtrace).

Důvodem pro rekonstrukci byl zejména výskyt metabolitů pesticidních látek Acetochlor ESA a Acetochlor OA, který stávající technologie nedokázala odstranit. A dále stáří úpravní a její nepřetržitý provoz vykazující značné technické a morální opotřebení jak technického zařízení, tak zejména úrovně technologického procesu úpravy vody.

Úpravna vody je objekt využívající konfigurace svažitého terénu. Hlavní budova úpravní je vícepodlažní, zděná, půdorysně ve tvaru „letadla“, se společnými objekty chemického hospodářství, energetiky, strojovny a administrativy a se dvěma samostatnými na sobě nezávislými technologickými celky (aerace, flokulace, sedimentace, filtrace, akumulace vody). Úpravna vody je koncipována tak, aby na úpravnu čerpaná surová voda procházela od počátku technologického procesu úpravou gravitačně (k přečerpávání dochází jen u odsazené prací vody, která se vrací do procesu úpravy).

V rámci poslední rekonstrukce je stávající úprava vody řešena v části předúpravy nově metodou ozonizace. Oproti dávkování značného množství hydrátu vápenatého je do aerované vody dávkován ozon, jehož hlavní funkcí je dooxidace dvojmocného železa a manganu, které jsou obsaženy v přírodní podobě v surové vodě z obou zdrojů vody Tlumačovský les a Štěrkoviště Kvasice.

Dalším, neméně významným zásahem do stávající technologie úpravy vody, je zařazení třetího separačního stupně a to filtrace přes granulované aktivní uhlí (GAU). Pro tento

účel bylo třeba provést rekonstrukci stávajících osmi filtrů levé strany. Ty jsou upraveny tak, že na levé straně úpravní vody jsou pro pískovou filtraci tři kruhové filtry, dva obdélníkové filtry a pro filtraci přes granulované uhlí tři kruhové filtry. Na pravé straně je všech šest kruhových filtrů a dva obdélníkové jako písková filtrace. Kompletně jsou vyměněna potrubí v armaturních komorách filtrů na levé straně, na pravé straně zůstaly v původním stavu. Veškeré vyměněné rozvody jsou provedeny z kvalitního nerezového potrubí se sníženou potřebou běžné údržby a s vysokou trvanlivostí.



obr. 1. Tři filtry s GAU a v pozadí část pískových kruhových filtrů

6. Technologie úpravy vody

Technologie procesu úpravy vody vychází z intenzivního provzdušnění vody, kdy se odvětrá volný CO_2 a voda se nasatí kyslíkem, dávkováním technologického ozonu k oxidaci železa a manganu na vícemocné formy za vzniku separovatelných vloček, usazování vysrážené suspenze hydroxidu železitého, oxidu manganitého a filtrace zbytku suspendovaných látek na otevřených pískových filtrech s odmanganováním a deamonizací, filtraci na filtrech s aktivním uhlím. Filtrovaná voda se před vstupem do akumulace dezinfikuje plynným chlorem. Dávkování chemikálií, t.j. O_3 a Cl_2 řídí řídicí systém od průtoku surové vody, dávky se nastavují a regulují ručně na základě údajů z analyzátorů (pH metr, analyzátor obsahu chloru a ozonu) nebo na základě laboratorních analýz rozborů vzorků (pokyn technologa). Surová voda se rozděluje rovnoměrně na obě linky a proces úpravy pak probíhá současně na obou linkách. Každá část však může pracovat samostatně, a je schopna upravit polovinu max. kapacity úpravní, tj. 175 l/s. Voda z jímacího území *Thumačovský les* a z lokality *Štěrkoviště - Kvasice* je čerpána samostatnými výtlačnými řady do objektu ÚV Tlumačov. Voda z obou zdrojů je před vlastní úpravou směřována a dále podrobena úpravě jako směs o různém složení vody dle rozhodnutí provozovatele o využívání jednotlivých zdrojů vody.

Úpravna vody je řešena způsobem dvou samostatných na sobě nezávislých funkčních technologických celků, kdy teprve upravená voda z obou částí je čerpána do vodojemů jednotným systémem čerpací techniky. Veškeré dále uvedené výkony jsou myšleny pro 1/2 kapacity výkonu úpravny vody. Pro představení nové technologie popíšeme levou polovinu ÚV s kapacitou 175 l.s-1.

Aerace

Voda natéká do horního žlabu aeračního zařízení, kterým je kaskáda. Zde se voda mechanicky provzdušňuje stékáním po jednotlivých stupních kaskády. Kaskády mají šest stupňů - schodů obložených žulovým lomovým kamenem. Stupně mají horní i dolní odtok, což zajišťuje dobré provzdušnění vody. Voda se nasytí prakticky na 100 % vzdušným kyslíkem. Mechanické provzdušnění surové vody se provádí za účelem odvětrání volného oxidu uhličitého. Dochází ke zvýšení pH vody a současně dochází k primární oxidaci dvojmocného železa a manganu. Při provzdušňování dochází k vylučování a usazování $\text{Fe}(\text{OH})_3$ na stupních kaskády. Čištění stupňů od $\text{Fe}(\text{OH})_3$ a případně i od biologických nárůstů se provádí vhodnými kartáči a tlakovou vodou každé 3 měsíce dle harmonogramu plánu údržby nebo podle potřeby i dříve.

Ozonizace

Voda s injektorem nasátou plynnou směsí ozonu je zavedena do předdisperzního mísiče, ve kterém dojde k prvotnímu rozptýlení plynu za vzniku rozměrově identických bublin předem definovaného průměru s konstantní velikostí bubliny v celém průřezu mísiče. Následně je tato směs vody a plynu zavedena do hlavních kontaktních mísičů systému DN 350 - dvou na levé straně a tří na straně pravé, které jsou připojeny na odtokové potrubí DN600 vedoucí z aerace do flokulace. Jsou zde optimalizovány podmínky pro okamžitou homogenizaci dílčího a hlavního proudu vody a tím dokonalé rozpuštění plynu v kapalině a k reakci ozonu s železem a manganem. Voda za statickými mísiči vytéká do přehrazené a plynotěsně zastropené části flokulační nádrže (reakční nádrže), kde je dráha vody prodloužena vestavěnou vodorovnou přepážkou a nakonec vytéká do flokulační nádrže potrubím DN600 zavedeným ke dnu flokulace.

Pro dávkování ozonu jsou osazeny dva generátory Wedeco Effizon SMO 200 s, jeden generátor je provozní, druhý 100% rezerva. Maximální výkonu 1000 gO_3/h @ 148 $\text{g O}_3/\text{Nm}_3$ a teplotě chladicí vody 15°C. Nominální výkon 820 gO_3/h . Celkový výkon generátoru je regulovatelný v rozsahu 10 - 100%. Celý systém ozonizace je dále doplněn analyzátozem koncentrace zbytkového ozonu ve vodě, analyzátozem úniku ozonu do ovzduší se 2 čidly a katalytickým destruktozem pro likvidaci případného ozonu z nadhladinového prostoru.

Flokulace

Ve flokulačních nádržích jsou dvě hyperboloidní míchadla o průměru 1,5m s regulovatelnými otáčkami, mezi kterými je osazena děrovaná stěna s nastavitelnými otvory. Stěna s nastavitelnými otvory má za úkol vytvořit ve flokulační nádrži dvě samostatně míchané nádrže. Dochází k důkladné dooxidaci dvojmocného železa a manganu na separovatelnou vícemocnou formu za vzniku vloček. Pomocí ozonu dojde také k odstranění mikroznečištění a narušení struktury pesticidů obsažených v surové vodě.

Sedimentace

Vyvločkováná voda se vede otevřeným kanálem na první stupeň separace - klasickou sedimentační horizontální nádrž s pojízdnými mostovými shrabovými. Usazený kal se

v pravidelných intervalech automaticky shrabuje pojízdným shrabovákem do sběrné odkalovací jímký sedimentační nádrže, ze které se kal odkalí do kalové jímký. Z ní se pak kal odčerpá na kalové laguny, umístěné mimo úpravnu. Objem nádrže je 1500 m³. Z vody je snaha odstranit až 90 % veškerých suspendovaných látek, tj. převážně hydroxid železitý, oxid manganičitý a další suspendované látky.

Filtrace

Po 1. stupni separace je voda odváděna na 2. separační stupeň, kterým jsou otevřené pískové rychlofiltry dvou typů provedení. Jednak jsou to původní kruhové rychlofiltry a nové filtry obdélníkového půdorysu bez meziden s plastovými trubními rozvody. Zde dochází k rychlofiltraci, při které se odstraní zbytek vysráženého železa a manganu. Filtrační rychlost se pohybuje při úpravě 175 l.s⁻¹ (1/2 výkonu ÚV) v rozmezí 3,1 - 6,2 m.h⁻¹. Regenerace (praní) filtrů se provádí kombinovaným způsobem, t.j. vzduchem a vodou na filtračním drenážním systému Aquafilter. Na základě dlouhodobých provozních zkušeností jsou rozhodujícím faktorem pro periodu pracovního cyklu odpracované hodiny filtrů, dále se sleduje tlaková ztráta a obsah železa po filtraci. Voda z praní odchází do odsazovacích nádrží, kde se nechá po dobu min. 2 hod. odsadit. Odsazená voda (cca 80 – 90 %) se přečerpává zpátky do procesu (vstupuje do žlabu za flokulaci před nátok do sedimentace). Kal usazený v odsazovací nádrži se čerpá kalovým výtlačným řadem na kalové pole.

Voda po filtraci na pískových filtrech odtéká gravitačně na 3. separační stupeň, což je filtrace na GAU filtrech, které vznikly ze 3 původních kruhových filtrů, kde původní filtrační náplň křemičitý písek byl nahrazen aktivním uhlím - Chemviron Filtrasorb TL 830. Výška náplně je 125 cm. Praní filtrů je stanoveno v rozmezí po 3-4 týdnech provozu. Tento stupeň lze považovat za doúpravu vody ve směru zlepšení organoleptických vlastností pitné vody, jakož i pro odstranění reziduí pesticidů a zbytku různých mikroorganismů. Filtraci na GAU filtrech lze také v případě potřeby obtokovat. Voda po filtraci na GAU filtrech se akumuluje v akumulacích nádržích - jedna 2 125 m³, což vytváří zdržení vody při výkonu 100 l.s⁻¹ - 175 l.s⁻¹ (1/2 výkonu ÚV) 6 - 4 hodiny.

V potrubí před vtokem do akumulace je voda hygienicky zabezpečována a dezinfikována plynným chlorem. Dávkování chloru se řídí od průtoku surové vody. Potřebná výše dávky se reguluje podle obsahu volného chloru v upravené vodě

Upravená voda je dále čerpána z akumulací do dvou směrů - vodojemů Hrabůvka a Malenovice. Voda v akumulacích nádržích slouží rovněž pro potřebu praní filtrů. Čerpadla upravené vody, čerpadla prací vody a prací dmýchadla jsou umístěna ve strojovně úpravny vody.

7. Vývoj sledovaných pesticidů v upravené vodě v roce 2018 – po rekonstrukci

Od července 2018, kdy byla zahájena další fáze zkušebního provozu po rekonstrukci na úpravně vody, bylo analyzováno celkem 9 vzorků na stanovení pesticidů a jejich metabolitů v upravené vodě. Na vodovodní síti, kterou zásobuje ÚV Tlumačov, pak byly v rámci úplných rozborů stanoveny pesticidy a jejich metabolity v celkem 4 vzorcích. Dohromady tak byly pesticidy a jejich metabolity stanoveny ve 13 vzorcích upravené pitné vody z ÚV Tlumačov v rámci zkušebního provozu.

Z výsledků je zřejmé, že nová technologie má zásadní a pozitivní vliv na snížení koncentrace pesticidů a jejich metabolitů v upravované vodě, případně na jejich úplnou eliminaci pod mez stanovení. U vzorků od 9. 7. 2018 byly relevantní metabolity Acetochlor ESA i Acetochlor OA vždy pod mezí stanovení jak na ÚV, tak na síti.

Další pesticidy, nerelevantní metabolity Metazachlor ESA, Metazachlor OA, Metolachlor ESA, Metolachlor OA a Hydroxyatrazin, jež se na počátku roku 2018 vyskytovaly v rozmezí koncentrací 0,03 až 0,190 µg/l nebyly rovněž ve vzorcích zjištěny. Z uvedených výsledků je zřejmé, že účinkem nových filtrů GAU dochází ke snížení koncentrace analyzovaných pesticidů, především relevantních metabolitů Acetochloru ESA i Acetochloru OA, až pod mez stanovení a suma pesticidních látek je u všech vzorků analyzovaných v pitné vodě upravené novou technologií nulová.

Hodnoty nerelevantních metabolitů Metazachloru ESA, Metazachloru OA, Metolachloru ESA, Metolachlor OA a Hydroxyatrazinu byly také sníženy pod mez stanovení.

8. Popis ozonizační stanice na ÚV Tlumačov

Navržený systém ozonizace na úpravě vody ÚV Tlumačov je založen na využití dvou generátorů ozonu WEDECO SMO 200 o max. výkonu 2 x 1000 g/hod. O₃. Byly požadovány a jsou zrealizovány tyto varianty provozu:

- a) Generátor 1 dodává ozon do obou linek - standardní provoz
- b) Generátor 2 dodává ozon do obou linek - standardní provoz
- c) Souběžný provoz 1 a 2 - každý dodává do jedné linky (výjimečný provoz).

Na úpravě vody je oxidace ozonem klíčovým procesem, a proto byla zvolena tato koncepce 100% zálohy (1 generátor v provozu, 1 generátor v záloze)

Hlavní PLC ozonizace ovládá a řídí oba generátory ozonu a zajišťuje komunikaci s nadřazeným systémem úpravny vody.

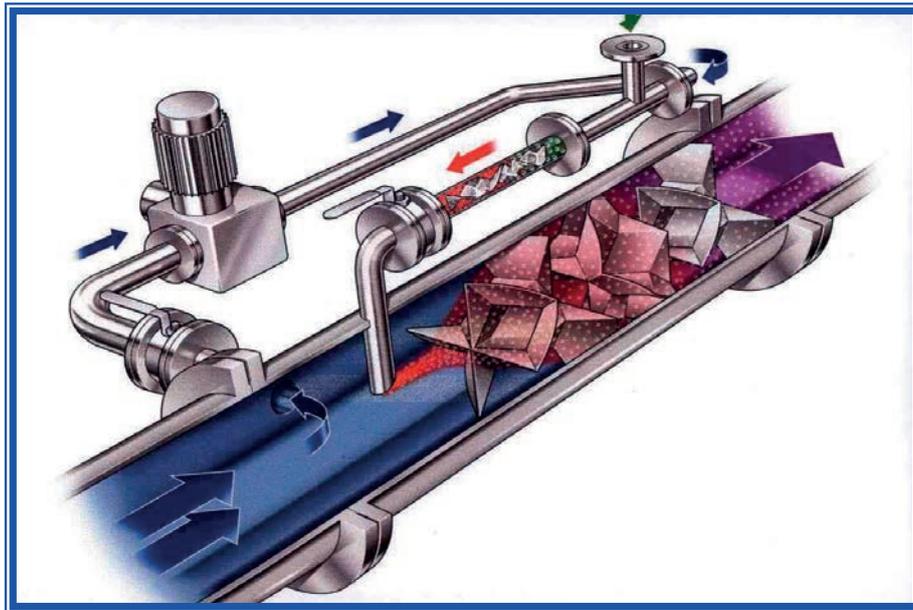
Ozon je vyráběn z čistého kyslíku, který je v kapalném stavu skladován v zásobníku. Přestože instalované generátory mají jedny z nejnižších požadavků na přítomnost dusíku ve zdrojovém kyslíku, je na úpravě připraven i zdroj dusíku. Ten je k dispozici v situacích, kdy dodaný kyslík bude mít příliš vysokou čistotu a nedostatečné množství dusíku. Díky tomu je provozovateli umožněno využívat pro generátory ozonu kyslík jak technické kvality (2.5), tak kyslík medicínální (3.5). Pro toto technické řešení se provozovatel rozhodl díky vývoji na trhu s technickými plyny, kdy je stále obtížnější získat kyslík s požadovaným minimálním množstvím dusíku (1000 ppm_v, 0,1%). Byly zaznamenány i případy v ČR, kdy nevhodná (příliš vysoká) kvalita kyslíku negativně ovlivnila činnost generátoru ozonu. To se projeví buď zvýšením specifické spotřeby el. energie nebo snížením výkonu generátoru ozonu do té míry, že ozonizační stanice není schopna zajistit potřebné množství ozonu pro požadovanou úpravu vody.

Jednou z výhod kyslíku ze zásobníku je odstranění potenciálního rizika poruchy zařízení na přípravu pracovního plynu:

- kompresory, jejich rotující a pohybující se části
- sušičky a chladiče stlačeného vzduchu
- problémy s rosným bodem pracovního plynu

Z velké části zcela odpadá náročná údržba a opravy zařízení pro výrobu a úpravu čistého kyslíku příp. stlačeného vzduchu. Zjednodušeně řečeno, namísto permanentní péče o hlučnou a poměrně složitá zařízení dnes obsluha velina pouze sleduje stav kapalného kyslíku v zásobnících.

Vyrobená plynná směs kyslíku a ozonu je plynule distribuována do jedné nebo dvou samostatných linek surové vody pomocí dvou na sobě nezávislých systémů GDA-GDS Statiflo.



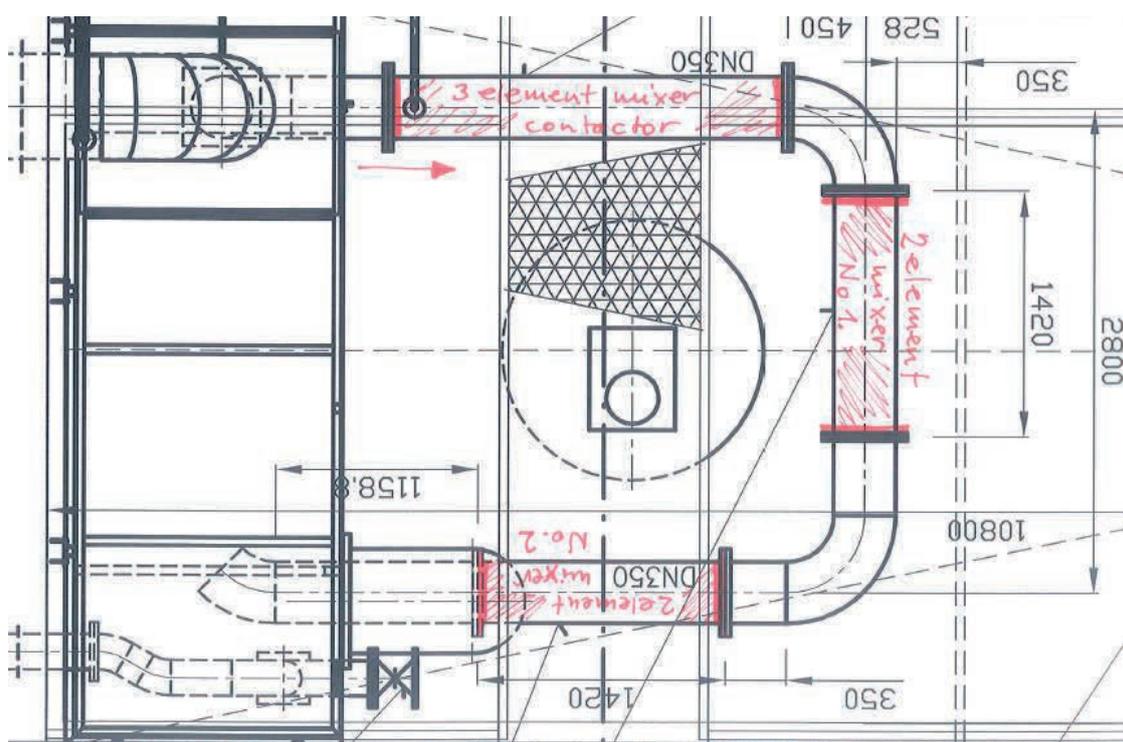
Obr. 2. Ilustrační schéma Statiflo GDS systému pro rozpouštění plynů v kapalinách na bázi statických mísičů

Tento systém pracuje na principu podtlakového přisávání plynné směsi pomocí injektorů do konstantního, na průtoku vody úpravou nezávislého, dílčího proudu vody, který je následně zaústěn do hlavního potrubí úpravárenské linky. GDS Statiflo používá statické mísiče jak na dílčím, tak na hlavním průtoku vody. Pro účinný vnos ozonu do vody je třeba jistého hydrostatického tlaku v místě vnosu a mít správně navrženou reakční nádrž. Jak už to někdy bývá při zapracování nové technologie do stávajícího procesu úpravy a do stávajících prostor, nebylo snadné zajistit požadované podmínky pro ideální vnos ozonu do vody. Vzhledem k místním podmínkám bylo nutno jít cestou funkčního kompromisu. Nároky na provedení vnosu neulehčoval ani (požadovaný) příliš široký rozsah průtoků vody: 50-175 l/s. Účinnost využití ozonu se navíc stává klíčovým parametrem, pokud dávka ozonu resp. kapacita generátorů přesně odpovídá závěrům poloprovozních zkoušek. Během komplexních zkoušek se však ukázalo, že potřebná účinnost vnosu pro úpravu vody nebyla dosažena, a proto muselo být nalezeno jiné řešení. Původně projektované řešení se striktním požadavkem na minimální tlakovou ztrátu GDS (10cm) se během provozu nepotvrdilo, a proto nový návrh GDS nebyl touto omezující podmínkou limitován. Dalším slabým článkem se ukázala podélně dělená reakční nádrž (RN) s výškou hladiny necelých 3m. Dělicí mezidno reakční nádrže sice zvýšilo reálnou dobu zdržení ozonizované vody v RN, ale existuje podezření, že docházelo k vytváření plynové vrstvy pod mezidnem a ozon neměl dostatek času k rozpouštění.

Jelikož zásadně změnit provedení reakční nádrže bylo těžko představitelné a prakticky nemožné, návrhy řešení se ubíraly směrem, kdy pro dostatečné rozpuštění ozonu do vody nebude RN potřeba. Finální i realizované řešení představuje prodloužení potrubního vedení mezi kaskádou/aerací a RN do té míry, že v něm bude zajištěn potřebný čas a dobré podmínky pro vnos ozonu do vody.

Celková délka horizontálně instalované potrubní trasy v DN350 je ca 9m a je vybavena třemi statickými mísiči. První statický mísič má tři elementy a je do něj zaústěn dílčí proud ozonizované vody. Další dva statické mísiče, každý se dvěma míchacími elementy, slouží k udržení malých bublin v celém průřezu potrubí a brání slučování bublin ozonu do velkých plynových kapes a jejich kumulaci v horní části potrubí.

Provozní zkoušky s měřením účinnosti vnosu prokázaly, že toto řešení předčilo očekávání v celém rozsahu průtoků. (viz experimentální část - výsledky měření účinnosti GDS)



Obr. 3. Finální podoba vnosu ozonu do vody - pravá linka

Plyn se zbytkovou koncentrací ozonu nad hladinou vody v reakční nádrži je nasáván do katalytických destruktorů s přehřevem, kde dochází k přeměně zbytkového O_3 na kyslík. Na vstupu do destruktoru je sledována koncentrace ozonu, ze které lze kalkulovat účinnost vnosu ozonu. Předpokládá se, že množství plynu vstupujícího do destruktoru není vyšší než to, které vystupuje z generátoru ozonu.

Vzhledem k toxicitě ozonu, jsou ve všech prostorách ozonizace rozmístěna čidla pro signalizaci překročení povolené koncentrace ozonu ve vzduchu a z toho odvozeno hlášení do hlavního rozváděče ozonizace a následně do řídicího systému úpravy vody. Podle výše měřené koncentrace dojde k sepnutí vzduchotechniky nebo k odstavení ozonizace.

9. Závěr

Po rekonstrukci již pozorujeme díky ozonizaci a filtraci přes aktivní uhlí zlepšení kvality vyráběné pitné vody ve vztahu k jejím senzoričným vlastnostem.

Laboratorní výsledky také dokázaly odstranění pesticidů a dalších nežádoucích látek z vody a jsou tak splněny veškeré ukazatele kvality vody ve vztahu k platné legislativě. Dále sledujeme snížení nákladů za chemikálie, snížení produkce kalů vzniklých při úpravě vody díky nahrazení hydrátu vápenatého dávkováním technologického ozonu - menší spotřeba prací vody, menší potřeba odkalování nádrží, menší spotřeba elektrické energie a větší automatizace provozu. Celá rekonstrukce proběhla ve stávajícím objektu úpravy vody a tím došlo k úspoře nákladů. Úpravna vody Tlumačov je nově opatřena a zabezpečena špičkovou úpravárenskou technologií, která odpovídá současným potřebám úpravy surové vody z našich zdrojů, a také technologií, která zajistí vysokou kvalitu dodávané pitné vody i v případě zvýšení požadavků na její kvalitu.

Technické, ekonomické, ekologické a praktické přínosy výstavby a obnovy sítí z tvárné litiny

Ing. Juraj Barborik - *technický manažer*

SAINT-GOBAIN PAM CZ s.r.o.

e-mail: juraj.barborik@saint-gobain.com, mobil: +420 606 938 254

Úvod

Celkové snížení investiční, provozní i ekologické náročnosti potrubních sítí přináší posuzování potrubních sítí z hlediska celého životního cyklu stavby. Nejdůležitějšími parametry jsou praxí ověřená provozní životnost a spolehlivost. Technicko-provozní vlastnosti materiálů potrubních sítí mají přímý vliv na investiční a zejména provozní náklady včetně dopadu na životní prostředí. Praktické řešení ke zvýšení technické úrovně tlakových i beztlakových sítí je pouze jediné, a to volba kvalitního materiálu. Zpracování projektové dokumentace by mělo obsahovat nejenom ekonomické srovnání investičních nákladů jednotlivých typů trubních materiálů, ale zejména technické srovnání vlastností, délku provozní životnosti budované nebo obnovované potrubní sítě. Výsledkem projektové dokumentace popřípadě technických standardů by měla být potrubní síť s nejnižšími celkovými náklady a ekologickou zátěží z hlediska celého životního cyklu stavby.

Výpočetní software

Výpočetní software TCO (Total Cost of Ownership) a LCA (Life Cycle Assessment) je nástroj pro výpočet celkových nákladů na vlastnictví potrubní sítě v celém životním cyklu a její environmentální stopy [1]. Nabízí komplexní porovnání jednotlivých potrubních systémů, což odpovídá celkové finanční částce, kterou vlastník a provozovatel bude muset vynaložit během celého životního cyklu potrubí. Tento nástroj byl vyvinut poradenskou společností v oblasti finančních analýz hodnocení životního cyklu QUANTIS společně s týmem odborníků v oboru potrubních sítí. Metodika byla přezkoumána poradenskou a auditorskou společností EY France a University of California, Berkeley USA.

Hodnocení výsledků TCO

Celkové náklady a ekologická stopa životního cyklu potrubních systémů z tvárné litiny jsou dle praktických případů a simulace příkladových studií nižší než u jiných umělohmotných a ocelových potrubních systémů, což je způsobeno zejména:

- vyšší úrovní provozní spolehlivosti potrubí z tvárné litiny umožňující zajistit správnou funkci potrubního systému během celé životnosti s měnícími se provozními podmínkami,
- nejdelší provozní životností potrubí z tvárné litiny,
- nejnižší mírou poruchovosti, četností poruch a další.

Výpočetní software TCO/LCA, ve spolupráci s naším technickým oddělením, je bezplatně k dispozici projektantům, investorům, vlastníkům a provozovatelům s cílem posuzovat technickou, ekonomickou a ekologickou volbu materiálu potrubních sítí, zajistit vhodnou volbu materiálu pro výběrová řízení nebo správnou tvorbu technických standardů pomocí simulace celého životního cyklu potrubních sítí.

Praxe i výpočetní software potvrzují, že významný vliv mají parametry spojené s provozem. Jsou to zejména: provozní životnost, čerpání, ztráty, náklady na opravy a údržbu. Tyto hodnoty musí být posuzovány a zadávány pečlivě.

Jeden potrubní systém pro všechny vody, půdy a prostředí

Vodovodní a kanalizační potrubní systémy z tvárné litiny je možné navrhovat a realizovat s vysokou bezpečností jedním potrubním systémem z tvárné litiny pro všechny tlakové, podtlakové a beztlakové/gravitační potrubní sítě do všech půd a prostředí. Je to umožněno konstrukčním systémem stěny a spoje trouby v kombinaci s vnější (BioZINALIUM[®], PE, PUX, ZMU, ISOPAM) a vnitřní povrchovou ochranou (VCM pH 4/5-12, PUR a DUCTAN pH 1-14) [8]. Praktické aplikace klasické pokládky s využitím bezvýkopových technologií znamenají úsporu finančních prostředků v jednotlivých fázích přípravy, realizace a celého životního cyklu.

Všechny praktické aplikace a technologie s nejdelší provozní životností

Tekutý kovový materiál šedá litina se mění na tvárnou litinu a následně odlitá trubka získává vysoké mechanické vlastnosti: pevnost v tahu min. 420 MPa, pružnost min. 270 MPa, tažnost 10%, kruhová tuhost je od DN 80 1790 kN/m² do DN 2000 16 kN/m² [6], [7]. Trouby přenáší vysoké tlakové zatížení do 100 bar, namáhání ohybem poklesem půdy nebo nestejným sedáním, apod..

Aplikace potrubí z tvárné litiny vede ke snížení počtu poruch, ztrát vody, úniků odpadních vod a nežádoucích přítoků balastních vod. Mechanické vlastnosti potrubí se časem nemění, potrubí není negativně ovlivňováno tepelnou roztažností, zachovává kruhovost a niveletu. Materiál je pružný a pevný s vysokým koeficientem bezpečnosti po celou dobu životnosti 100-150 let. Potrubní systémy mají vynikající odolnost proti prasknutí, což umožňuje odolávat provozním rizikům (rázy, pohyby, sedání půdy atd.), zvládat změny při a po pokládce z důvodů změny statického a dynamického zatížení (krytí min. od 0,3 m max. do 15 m bez nutnosti hutnění a spolupůsobení zeminy), hladiny spodní vody a dalších v současné době nepředvídatelných podmínek v průběhu životnosti, které mohou nastat za 25, 50, 75 i více než 100 let. Těsnost potrubí je zajištěna konstrukcí stěny a spoje až do dovoleného provozního tlaku vysokotlakých potrubních systémů PFA 100 bar (pro běžné aplikace vodovodů DN 60–2000 potrubí s tlakovou třídou C40-25 s PFA = 40-25 bar s koeficientem bezpečnosti 3), s možností využití odklonění v hrdle do 5-6° i axiální dilatace až do 60 mm na 1 spoj trubky, tangenciálního a axiálního zatížení až do 170 t. Navíc kovová/litinová stěna trubky je i difúzně těsná!

Standardní oblast a rozsah použití vodovodních a kanalizačních trub DN 60-2000 klasickou pokládkou je zásobování vodou a odvádění odpadních vod včetně speciálních aplikací potrubí na mostech a v kolektorech, křížení vodních toků a komunikací, ve strmém svahu, na povrchu, na neúnosném podloží, uložení do toku a vodní plochy, potrubní akumulace a retence, průmyslové a důlní vody, požární a zasněžovací systémy, přivaděče k MVE a další. Standardní jsou i aplikace pro bezvýkopové metody obnovy novým potrubím a instalace nového potrubí metodou: berstlining, výtlačno-zátažnou metodou, relining, horizontální vrtání, mikrotunelování i raketový pluh [9].

Praktické aplikace bezvýkopových metod pro vodovody a kanalizace potvrzují kvalitu obnovy ocelového, betonového, litinového, AZC, PE, PVC, kameninového a dalších typů potrubí novým potrubím z tvárné litiny nejvyšší kvality. Pro bezvýkopové metody jsou k dispozici pro vodovody systémy z tvárné litiny NATURAL[®], CLASSIC, STANDARD TT-PE, TT-PUX, ZMU, PUR a kanalizace systémy INTEGRAL[®], INTEGRAL[®] TT-PE, TT-PUX, ZMU, PUR [8]. Praktické aplikace v CZ a SK:

- berstlining potrubí DN 80-600, dle ISO 13470 k dispozici až do DN 1200,
- výtlačno-zátažné metody hydros[®] DN 80-300 mm,
- relining potrubí DN 80-1200, dle ISO 13470 k dispozici až do DN 2000,
- horizontální vrtání HDD DN 80-600, dle ISO 13470 k dispozici až do DN 1200,
- raketový pluh DN 80-200.

Kategorizace bezvýkopových metod

Na provozní životnost bezvýkopových metod má rozhodující vliv trubní materiál použitý při instalaci. Vlastníci a provozovatelé mají k dispozici nejenom odolný a robustný potrubní systém z tvárné litiny pro všechny bezvýkopové aplikace obnovy a instalace, ale i různé umělohmotné materiály. Z praxe jsou k dispozici meze provozní životnosti jednotlivých materiálů i technologií, pro nás nových (po roce 1990). Pro rozhodování lze použít údaje i z evropských států.

Z dlouhodobých praktických zkušeností vyplývá, že ceny obdobných bezvýkopových technologií sanace, obnovy a pokládky nového potrubí jsou srovnatelné, ale provozní životnost a poruchovost je mnohdy výrazně jiná podle typu použitého materiálu. Významnější cenové rozdíly v nabídkách jsou dané jednotlivými zhotoviteli.

Pro investora, projektanta i provozovatele je vhodné rozdělit BT podle plnění funkce:

- na obnovu starého potrubí instalací nového potrubí v trase (berstlining, výtlačno-zátěžné metody, hydros), instalaci potrubí stejného průměru DN nebo většího DN a relining s instalací menšího DN,
- na instalaci nového potrubí v nové trase (HDD, mikrotunelování, protlačování, propichování, vrtání, beranění, pluhování) průměru DN dle návrhu,
- na sanaci/opravu starého potrubí při zachování starého potrubí (lokální poruchy, aplikace nástříků, vrstev, vyvločkování nasycenými rukávci, vyvločkování těsně přiléhajícími trubkami deformovanými na stavbě nebo u výrobce, vyvločkování spirálovitě vinutými prvky a další) s redukcí vnitřního průměru DN.

Sanace vložkováním vyžaduje pečlivé statické posouzení. Jsou náročné z hlediska praktických aplikací, protože musí být zásadně posouzeny a rozděleny na vložky schopné samostatně přenést stávající provozní popřípadě veškeré zatížení a na vložky vyžadující definované spolupůsobení staré trubky. Tyto skutečnosti vyžadují kvalitní a komplexní posouzení stavu poškození starého potrubí. Samotná síla stěny vložky bez zohlednění použitých materiálů není sama o sobě vypovídajícím srovnatelným parametrem. Rozhodující je materiál, bezpečnost a kvalita realizace ve složitých podmínkách a stav sanované trubky.

Pro sanaci povrchů jsou používány technologie sloužící k vylepšení vnitřní protikorozní ochrany, hydraulických vlastností, kvality vody, lokálních trhlin, netěsnosti apod., které se na přenášení vnitřní a vnější zátěže nepodílejí.

Technologie realizující obnovu potrubí instalací nového potrubí (metody berstlining a relining) pokrývají všechny typy poškození a přenášejí veškerá zatížení. Použitím potrubí z tvárné litiny umožňují zvýšení kvality obnovy, technických a mechanických parametrů potrubní sítě. Kvalitu a hospodárnost sítí lze ovlivňovat a zvyšovat pouze výběrem materiálu konkrétních vyšších výkonnostních parametrů stěny trubky, spojů potrubí, bezpečnosti a provozní životnosti.

Materiálové charakteristiky, spolehlivost a statické posouzení

Všechny umělohmotné trubní materiály mají v čase proměnlivé vlastnosti. Dominantní vliv času u umělohmotných materiálů se projevuje významným poklesem modulu pružnosti, pevnosti, tečením (creepu) a korozi za napětí. Teplotní roztažnost umělých hmot (řádově vyšší než kovy) způsobuje trvalé zvýšení axiálního napětí ve stěně a spoji potrubí [5]. Tyto faktory, čas a změna teploty, společně s ovalitou a výskytem mikrotrhlinek, vedou k prohlubování poruchovosti a snižování provozní spolehlivosti a životnosti umělohmotných materiálů.

Na potrubí působí v čase proměnlivá tlaková, statická a dopravní zatížení. V průběhu životnosti se zvyšuje intenzita, vzrůstá význam vysokocyklické únavy a dynamických účinků zejména u umělohmotných materiálů. Potrubí je v čase ovlivňováno i plněním provozních funkcí, které se mohou měnit v průběhu desetiletí, a dalšími v době instalace nepředvídatelnými změnami a zatíženími. Zjednodušeně se u potrubí jedná o systém „potrubí – zemina – využití povrchu – provoz“, proměnlivý v čase. Potrubní materiál z tvárné litiny s vysokou bezpečností tyto změny přenesou bez poškození.

Z hlediska statického je nejjednodušší posouzení instalace nového a staticky plnohodnotného potrubí klasickou pokládkou nebo bezvýkopovou instalací v původní trase s destrukcí starého potrubí (berstlining), bez destrukce stávajícího potrubí (relining) nebo bezvýkopovou instalací potrubí v nové trase (horizontální vrtání, mikrotunelování, pluhování, protlačování). Statické parametry, geometrie a materiálové vlastnosti nového potrubí jsou známy, je možné provést jednoduché posouzení a kvalitativní porovnání trubních materiálů.

Nejsložitější situace ze statického hlediska nastává u sanačních bezvýkopových metod vložkováním stávajícího potrubí (vyvločkování nasycenými rukávci, vyvločkování těsně přiléhajícími trubkami deformovanými na stavbě nebo u výrobce). Podstatné je zjištění skutečného stavu starého potrubí zejména tvaru, tloušťky, korozního stavu, materiálových vlastností, atd. Do výpočtu vstupují vlastnosti vyráběné vložky, vlastnosti vložených vrstev, konstrukcí a fázového přechodu materiálu. Kromě mezního stavu porušení vložky je významný i možný mezní stav ztráty stability tvaru vložky. Návrhové situace musí vycházet z možných stavů v průběhu celé životnosti potrubí. Počáteční zatížení zeminou u bezvýkopových metod je v počátku obecně nižší, než jaké může být po dobu životnosti (dosednutí zeminy, postupná degradace starého potrubí a další). Důležitým faktorem je posouzení vlivu teploty, tepelné roztažnosti v průběhu instalace, po instalaci a v průběhu životnosti (změna teploty protékajícího média, popřípadě okolní půdy). Při klasické pokládce je polyethylenové potrubí v celé délce zatížené zemním tlakem, čímž vzniká tření, a u potrubí s vysokou tepelnou roztažností se změny délky projevují napětím spíše rovnoměrně po celé délce. U technologií bez trvalého kontaktu se zeminou (relining, vložkování těsně přiléhajícím potrubím) nebo bez krátkodobého kontaktu (berstlining) se tepelná roztažnost PE potrubí koncentruje do jednoho místa. Vzniklá axiální síla a napětí působí lokálně na stěnu a spoj PE potrubí celou výslednou hodnotou. V nejslabších místech s velkou pravděpodobností dochází k poruchám v krátké době po instalaci a/nebo v průběhu životnosti.

Materiálové charakteristiky potrubí pro jednotlivé technologie udávají výrobci a zhotovitelé. Je nutné počítat s významným vlivem času na některé vlastnosti konstrukcí a potrubí z umělých hmot, které negativně ovlivňují modul pružnosti a pevnostní charakteristiky. Pro základní termoplasty je v normě uvedeno snížení hodnot závislých na čase a napjatosti.

Optimalizace návrhu, kritéria hodnocení bezvýkopových metod

Je nutné, aby projektant navrhl na základě skutečných místních podmínek a statického výpočtu takovou technologii a materiál, aby obnovené, sanované a instalované potrubí po celou dobu provozní životnosti odolávalo statickým a dynamickým vlivům vyvolaným instalací, zachovávalo únosnost v radiálním a podélném směru při zatížení zemním tlakem, při dynamickém a rovnoměrném nebo soustředěném povrchovém zatížení. Základním atributem je odolnost proti ztrátě stability a deformacím tvaru průřezu vnějším tlakem podzemní vody, vnitřním přetlakem, vlastní tíhou potrubí a vodou podle místních geologických a hydrogeologických podmínek.

Výsledné řešení při splnění technických požadavků, by mělo být i ekonomicky výhodné z hlediska celého životního cyklu stavby.

Je nezbytné vzít v úvahu veškerá hlediska, která souvisejí s konkrétním řešeným případem (provozní, technická, dispoziční, atd.), možná rizika a zkušenosti z již realizovaných staveb, s co největší provozní zkušeností. Vhodné je definovat hodnotící kritéria a provést optimalizaci výběru v širších souvislostech. Následující kritéria mohou pomoci s multikriteriální analýzou výběru bezvýkopové technologie (BT), pořadí od nejvyšších hodnot relativní váhy [10]:

1. životnost BT,
2. kvalita typu BT, zda se jedná o obnovu novým potrubím, o sanaci vložkováním nebo opravu nástřikem apod.,
3. kvalita použitých materiálů BT (např. vliv teplotních změn, apod.),
4. citlivost BT na dodržení technologické kázně, náročnost a příprava,
5. citlivost BT na jiné okolnosti v průběhu realizace, např. počasí, roční dobu,
6. vliv BT na technickou složitost propojení úseků, kvalita provedení spojů,
7. stupeň odolnosti potrubí po obnově/sanaci BT vůči působení např., účinkům hydraulického rázu, provzdušněného proudu, pulzacím, abrazi, apod.,
8. stupeň rizika změny vlastností užitých materiálů BT v průběhu času,
9. náročnost oprav a sanací v průběhu provozování, stupeň citlivosti na poškození,
10. schopnost BT zvýšit provozní funkčnost a kvalitu potrubí, odstranit nedostatky,
11. citlivost BT na fyzický stav vnitřního povrchu starého potrubí, kvalitu vyčištění, vysušení a TV monitoringu, vyrovnání se s deformacemi starého potrubí, apod.,
12. možnost provádění kontroly kvality během realizace,
13. existence technologické možnosti opakované obnovy a sanace potrubí,
14. časová náročnost BT, možnost současně otevřených staveníšť,
15. stupeň rizika poškození životního či přírodního prostředí a zájmů třetích stran,
16. možnost kontinuálního nepřerušovaného provádění prací a sekundární účinky BT,
17. stupeň vlivu použité BT na kvalitu a rozsah garancí zhotovitele,
18. stupeň potenciálních rizik z nedokonalostí zadávacích podmínek, projektové dokumentace, z nekompletností či absencí zadávacích podkladů.

Umělohmotné materiály a bezvýkopové metody sanace

Bezvýkopové technologie berstlining, relining, vložkování představují pro PE potrubí i při dodržení všech opatření velké riziko mechanického poškození a negativního vlivu pohybu a zatížení od délkové teplotní roztažnosti [5]. Výrobci PE potrubí doporučují zmírnění negativních dopadů tepelného namáhání budováním fixačních bodů; jejich návrh a realizace je obtížná a v mnoha praktických realizacích chybí. Mechanickému poškození měkkého PE potrubí, zejména u berstliningu ocelového a litinového potrubí, nelze prakticky zabránit.

V posledních deseti letech vedla tvrdá konkurence mezi sanačními firmami k výraznému poklesu použité tloušťky stěny vložky. To je vzhledem ke statické a životnosti navrhovaného řešení velmi znepokojivá situace. Obecně se dá říci, že pro navrhování je kritický stav tlak spodní vody. V případech, že staré potrubí je hodně poškozeno, hrají důležitou roli půdní a dopravní podmínky. U vložkování těsně přiléhajícím PE potrubím se předpokládá uložení s vůlí 1% - 4% mezi vložkou a starým potrubím.

Pokud během provozu sanovaného potrubí existuje pravděpodobnost vzniku hydraulických rázů, pak periodicky vznikající podtlak působící spolu s tlakem okolních podzemních vod může také způsobit zánik pevnosti a deformaci vložky. Z bezpečnostního hlediska není

rozumné vybírat minimální možnou tloušťku stěny vložky a později zjistit, že vložka není schopna přenášet zatížení v delším časovém úseku.

Montáž dodatečné přípojky se realizuje vyříznutím otvoru ve starém potrubí. Pokud je staré potrubí z křehkého materiálu (např. AZC, kamenina), pak lze výřez provést do 2/3 tloušťky stěny a poté fragment potrubí rozbít kladivem, avšak je třeba dávat pozor, aby nedošlo k poškození PE trubek. V případě ocelových nebo litinových potrubí je třeba otvor vyříznout pomocí vhodného nářadí, které prořízne stěnu potrubí, aniž by zasáhlo PE potrubí [5].

Hydraulickým efektem sanace PE potrubím je snížení vnitřního průměru o 2x stěnu.

Závěr

Při bezvýkopové obnově a instalaci potrubních sítí není možné kontrolovat uložení potrubí a je tedy nutné použít nejodolnější a nejrobustnější potrubí, které je nejlépe schopno odolat veškeré mechanické zátěži. Při srovnání s ostatními druhy materiálů dosahují trubky z tvárné litiny nejvyšších hodnot. Nabízejí nejlepší předpoklady pro pokládku bez poškození i v nekontrolovatelných podmínkách uzavřeného bezvýkopového způsobu instalace.

Tvárná litina, jako potrubní materiál pro bezvýkopovou obnovu a instalaci vodovodních a tlakových nebo gravitačních kanalizačních potrubních systémů, spojuje pružnost s pevností. Konstrukce hrdlových spojů, výjimečné mechanické a protikorozní vlastnosti trubek z tvárné litiny zajišťují nejdelší provozní životnost v současné době používaných materiálů. Potrubní systémy z tvárné litiny jsou vhodné pro většinu bezvýkopových metod obnovy a instalace vodovodních a kanalizačních sítí ve všech terénech a pro všechny aplikace použití. Zachová stejně, na čase a klimatických podmínkách nezávislé, mechanické parametry.

Potrubní systémy z tvárné litiny minimalizují náklady v celém životním cyklu jak u klasické tak i u bezvýkopové pokládky. Vykazují nejnížší poruchovost a nejdelší životnost ze všech dostupných trubních materiálů.

Literatura

- [1] QUANTIS, Saint-Gobain PAM: Výpočetní software TCO a LCA)
- [2] ČSN ISO 15686-5: Plánování životnosti - Posuzování nákladů životního cyklu
- [3] ČSN EN ISO 14040: Environmentální management - Posuzování životního cyklu
- [4] ČSN EN ISO 14044: Posuzování životního cyklu - Požadavky a směrnice
- [5] Katalog WAVIN: Průvodce sortimentem PE potrubí, Kapitola 2. PE potrubí, Kapitola 3. Compact pipe, Kapitola 4. Instalace, Kapitola 5. Projektování - stažení 18.2.2019, wavin.com
- [6] ČSN EN 545: Trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny pro vodovodní potrubí
- [7] ČSN EN 598: Trubky, tvarovky a příslušenství z tvárné litiny pro kanalizační potrubí
- [8] Katalog Saint-Gobain PAM: Vodovody z tvárné litiny a bezvýkopová pokládka
- [9] ČSN ISO 13470: Bezvýkopové technologie aplikace potrubí z tvárné litiny
- [10] Kolektiv autorů: Zásady pro využití bezvýkopových technologií v oboru vodovodů a kanalizací, Praha, SOVAK ČR,

Řízený proplach vodovodní sítě a jeho vliv na jakost dopravované vody: případová studie vodovodu města Vsetína

Ing. Jan Ručka, Ph.D.¹⁾; Ing. Markéta Rajnochová¹⁾; Ing. Tomáš Sucháček¹⁾;
Ing. Michal Korabík, MBA²⁾

1) Ústav vodního hospodářství obcí, Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně,

e-mail: jan.rucka@vut.cz, rajnochova.m@fce.vutbr.cz, suchacek.t@fce.vutbr.cz

2) Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s., e-mail: michal.korabik@vakvs.cz

Abstrakt

Příspěvek popisuje činnosti, které byly v průběhu roku 2018 prováděny na vodovodní síti města Vsetína v rámci dlouhodobého programu, jehož cílem je implementovat do běžného provozu vodovodní sítě systém řízených proplachů vodovodního potrubí, vyhodnotit dopad tohoto způsobu proplachování na jakost vody v síti a v konečném důsledku také umožnit odstavení chlorace vody. Na řešené vodovodní síti je prováděn relativně podrobný monitoringu jakosti pitné vody, který byl zahájen již před proplachem, byl prováděn během proplachu a pokračuje až do dnešní doby. V rámci monitoringu jakosti vody byly z vodovodní sítě průběžně odebírány vzorky pro mikrobiologický, chemický a hydrobiologický rozbor. Činnosti jsou prováděny v rámci výzkumného projektu TAČR Zéta I. č. TJ01000296 s názvem „Řízení jakosti pitné vody ve vodovodních sítích“, který je aktuálně řešen na Ústavu vodního hospodářství obcí Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně, jehož je vodovod města Vsetína případovou studií.

Úvod

Výzkum v oblasti jakosti vody ve vodovodních sítích probíhá ve spolupráci Ústavu vodního hospodářství obcí Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně (VUT) a společností Vodovody a kanalizace Vsetín, a.s. (VaK Vsetín) již od roku 2010, kdy byl vytvořen hydraulický simulační model vodovodní sítě celého města. Od té doby byly postupně řešeny jednotlivé úlohy, které se zabývaly vývojem metod a technických nástrojů pro realizaci řízených proplachů a implementací těchto postupů do běžného provozu vodovodní sítě. Následně byly v roce 2017 zahájeny činnosti směřující k odstavení chlorace vody ve vodním zdroji Ohrada (Ručka a kol., 2018). V létě 2018 proběhla na vodovodní síti města Vsetína relativně náročná akce, kdy byl proveden řízený proplach celého jednoho tlakového pásma, které má celkovou délku 31,4 km a zásobuje centrum města Vsetína pitnou vodou. Práce na realizaci proplachu zabraly celkem 24 pracovních dní a probíhaly za plného provozu vodovodní sítě v období od 27. 08. do 27. 09. 2018.

Příprava před řízeným proplachem

Cílem řízeného proplachu je vypláchnout sediment z vodovodní sítě a provést to: (1) zcela, (2) bezpečně, řízeně a po celou dobu proplachu mít pod kontrolou hydraulické chování vodovodní sítě, (3) efektivně s minimálními přejezdy mezi hydranty a s minimální spotřebou pitné vody, a (4) s minimálním dopadem na komfort odběratelů (Ručka, Kovář, 2014). Řízený proplach vodovodu je bezesporu hygienicky významný

úkon a před jeho provedením bylo nutno celý postup konzultovat s hygienickou stanicí a získat kladné stanovisko. Pro jednotlivé etapy prací byla proto zpracována analýza rizik možných negativních důsledků špatného provedení proplachu. V opodstatněných případech byla v předstihu definována preventivní opatření pro eliminaci vysokého rizika. Například u některých úseků potrubí byla vyšší pravděpodobnost, že část silně zakalené vody bude potrubím pokračovat dále do sítě a dostane se do vodovodních přípojek. Také tyto scénáře bylo nutno předem promyslet, připravit postup jejich sanaci a vyhradit si k tomu i potřebný čas. Nežádoucí stavy, které v souvislosti s řízeným proplachem mohou v síti vzniknout, jsou následující: (1) dočasná ztráta tlaku ve vodovodní síti, (2) ztráta kontroly nad jakostí vody v síti, tedy vznik rozsáhlé neřízené zákalové události, (3) neúplné odstranění akumulovaného sedimentu z potrubí, (4) vznik hydraulického tlakového rázu v potrubí, (5) vnik zakalené vody do vodovodní přípojky.

Aby bylo možné sestavit proplachovací plán, na jehož základě byl proplach následně prováděn, musel být nejprve sestaven a kalibrován hydraulický model vodovodní sítě. Model vznikl již v roce 2010 a s jeho využitím bylo vybráno 7 úseků potrubí, na nichž byl ve dvouměsíčním předstihu před proplachem zahájen dlouhodobý monitoring jakosti vody. Tato místa jsou vyznačena na Obr. 2. Sledované ukazatele jakosti vody popisuje následující text.

Sledované ukazatele jakosti pitné vody

Na vodovodní síti bylo sledováno následujících 15 ukazatelů jakosti vody:

(1) In situ: zákal, koncentrace volného a celkového chloru, teplota.

(2) Akreditovanou laboratoří: Mikrobiologické a biologické ukazatele – *Escherichia Coli*, koliformní bakterie, Enterokoky, počty kolonií při 36 °C, počty kolonií při 22 °C, *Clostridium perfringens*, mikroskopický obraz - abioseston, mikroskopický obraz - počet organismů, mikroskopický obraz - živé organismy. Chemické ukazatele – zákal, železo, chemická spotřeba kyslíku.

Vyhláška č. 252/2004 Sb. stanoví mezní hodnotu pro **zákal** v pitné vodě 5 ZF_n, Zvýšený zákal vody tedy obvykle není problém trvalého charakteru, ale jev dočasný, což je jeho specifická vlastnost. Zákalová událost vzniká rozvířením jemných sedimentů, které jsou uchyceny na vnitřních stěnách vodovodního potrubí po celém jejich obvodu. Přítomnost **chloru** ve vodě může mít za následek falešně negativní výsledky rozborů, protože indikátorové bakterie sledované dle vyhlášky, jsou převážně bakterie citlivé na chlor. **Teplota** může, jak pozitivně, tak negativně ovlivnit mikrobiální růst v pitné vodě. Doporučená hodnota pro teplotu pitné vody, kterou určuje vyhláška č. 252/2004 Sb., je v rozmezí 8 až 12 °C.

Běžnými kultivačními metodami není možné stanovit všechny mikroorganismy přítomné ve vodě. Při kultivaci bakterií je potřeba optimalizovat teplotu, růstové médium, délku kultivace, přístup ke kyslíku a mnoho dalších faktorů. Ne každá laboratoř je schopna zajistit speciální podmínky nutné ke kultivaci konkrétních mikroorganismů. Z těchto důvodů byl rozsah mikrobiologických rozborů omezen pouze na bakterie, udávané vyhláškou.

Řízený proplach a monitoring

V období od 27. 08. do 27. 09. 2018 byl proveden řízený proplach vodovodní sítě v centru města Vsetína. Proplach byl proveden systematicky na základě předem stanoveného postupu – proplachovací plán. Činnosti probíhaly za plného provozu vodovodní sítě, bez odstávek a bez přerušování zásobování vodou v běžné pracovní době od 7:00 do 15:00, v opodstatněných případech i v noci. Práce trvaly celkem 24 pracovních dní a celkem bylo propláchnuto celkem 31,4 km vodovodní sítě, což představuje jedno tlakové pásmo. viz. *Obr. 2*. Během řízeného proplachu byly některé veličiny měřeny in situ a také byly denně odebírány vzorky pro rozbor v akreditované laboratoři.

Vzorky pro rozbor vody, který prováděla laboratoř, byly odebírány v sedmi stabilních místech, kde začal monitoring ještě před provedením proplachu, a také v dalších v 37 místech sítě, kde se voda při proplachu vypouštěla hydrantem. Byly odebírány vzorky vypláchnutého sedimentu s různou hodnotou zákalu, viz *Obr. 1 a Obr. 2*. Dále byly na 38 místech odebrány vzorky pitné vody ihned po ukončení provedení proplachu daného úseku. Tyto vzorky sloužily ke kontrole a k doložení úspěšnosti proplachu KHS, že voda v síti ihned po proplachu splňuje požadavky dané vyhláškou 252/2004 Sb. na vodu pitnou.



Obr. 1 Vzorkovnice s odebranou vodou z vodovodu se sedimentem a s vodou po provedení proplachu pro mikrobiologický, chemický a hydrobiologický rozbor.

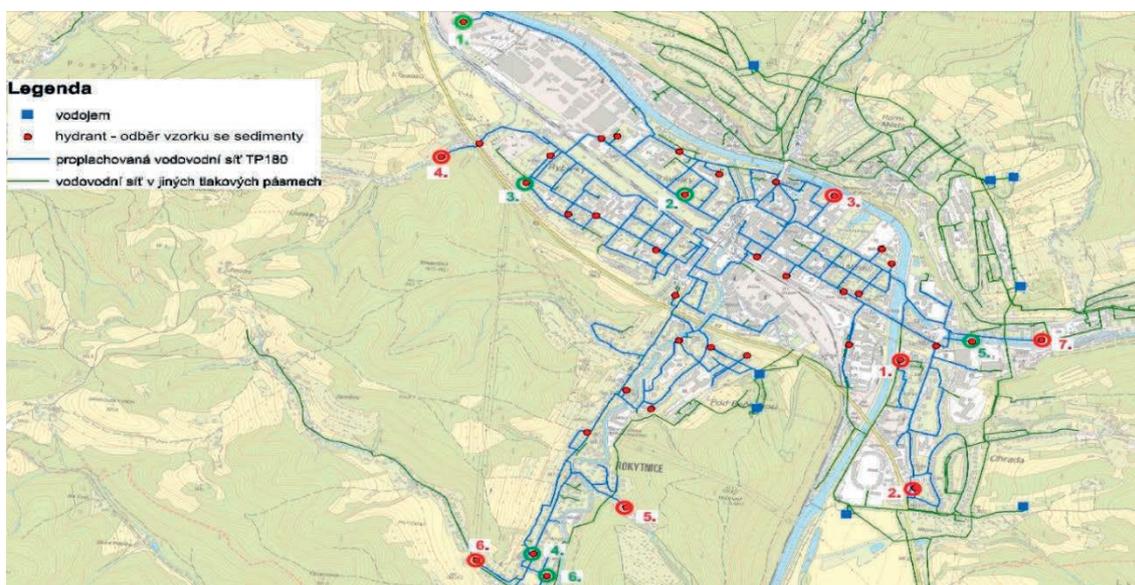
Voda obsahující sedimenty, která byla podrobena rozboru, vykazovala hodnoty zákalu v rozmezí od 26 ZF_n do 1086 ZF_n. Ve vzorcích byly nalézány všechny stanovované indikátorové bakterie, některé i ve velmi vysokých počtech. Mikrobiologické znečištění v proplachové vodě bylo detekováno i přesto, že vodovod za normálních podmínek provozu splňuje limity dané vyhláškou 252/2004 Sb. a provozovatelem je považován za téměř bezproblémový, co se jakosti vody týče.

Nebylo rozlišováno, do jaké míry vypláchnuté sedimenty mohou obsahovat části biofilmu, který může být při proplachu porušen. Biofilm je tvořen více vrstvami a jeho hustota je závislá na rychlosti proudění vody v daném místě. Biofilmy rostoucí při vyšších rychlostech proudění jsou hustší a vykazují zvýšenou odolnost vůči smykovému napětí. Při vyšší rychlosti může tedy dojít k odloupení jedné, nebo několika vrstev biofilmu, což může být součástí vypláchnutých sedimentů. Nelze tedy jednoznačně říct, že bakterie, které byly nalezeny ve vypláchnutých sedimentech, pochází pouze ze sedimentů a nikoli z biofilmu. Během řízeného proplachu je snahou volit rychlosti proudění vody v potrubí tak, aby docházelo k úplnému vypláchnutí sedimentů, ale nikoli k porušení biofilmů. Sedimenty ve vodovodním potrubí jsou pro bakterie vhodným prostředím. Poskytují jim ochranu před účinkem chemické desinfekce a jednoduše rozložitelný substrát (Douterelo, 2016 a Kooij, 2014). Při rozvíření sedimenty navíc fungují jako velmi dobrý nosič a transportní medium pro mikroorganismy na nich přisedlé. Ve vzorcích vody se sedimentem byly nalézány následující hodnoty jednotlivých ukazatelů, jak uvádí Tab. č. 1.

Tabulka č. 1 Přehled výsledků mikrobiologických rozborů vody během proplachu

Bakterie	Interval výskytu	Limity dané vyhláškou 252/2004 Sb.
kultivovatelné b. při 22°C a 36°C	jednotky až desetitisíce KTJ/ml	Bez abnormálních změn, anebo 200 KTJ/ml a 40 KTJ/ml
<i>Escherichia Coli</i>	jednotky až stovky KTJ/100 ml	0 KTJ/100 ml
Koliformní bakterie	jednotek až desetitisíce KTJ/100 ml	0 KTJ/100 ml
Enterokoky	jednotek až stovky KTJ/100 m	0 KTJ/100 ml
<i>Clostridium perfringens</i>	jednotek až desítky KTJ/100 ml	0 KTJ/100 ml

Mikroskopicky byla zjištěna přítomnost železitých bakterií *Gallionella* a *Leptothrix*. V počtech jedinců se vyskytovaly jednotlivé typy rozsivek a zelených řas, spory hub, háďátka, nálevníci a jiné.



Obr. 2 Vodovodní síť města Vsetína se zaznačenými místy odběry vzorků se sedimenty.

Monitoring po řízeném proplachu – vliv na jakost pitné vody

V celé propláchnuté vodovodní síti i nadále probíhá dlouhodobý monitoring ukazatelů jakosti pitné vody po provedení řízeného proplachu. Sledováno je 7 vybraných koncových úseků potrubí, kde se předpokládá zhoršená jakost vody. Tato místa byla sledována i před provedením proplachu. Zde je sledování intenzivnější a k jednotlivým odběrným místům se přistupuje individuálně. Interval odběru vzorků je v rozmezí od jednoho týdne až do šesti týdnů a zohledňuje se výsledek rozboru. Během provádění proplachu bylo vybráno dalších 8 míst k pravidelnému sledování, viz *Obr. 2*. Výběr závisel na hydraulických podmínkách (dosažená proplachovací rychlost, dosažený průtok, hydrodynamický tlak), dále hodnota zákalu a výsledky mikrobiologického rozboru. Zde je interval sledování v rozmezí několika týdnů až měsíců. Cílem monitoringu po proplachu je zjištění účinnosti proplachu, ověření stability jakosti vody a stanovení časového intervalu provádění proplachu jakožto běžné provozní údržby.

Závěr a další postup prací v roce 2019

Na vodovodu města Vsetína byl proveden historicky první řízený proplach celého jednoho tlakového pásma. Před proplachem bylo po dobu dvou měsíců sledováno sedm míst, z kterých byly odebírány vzorky pro mikrobiologický, biologický a chemický rozbor vody tak, aby se dobře zmapovala jakost vody před proplachem. Během řízeného proplachu byly odebírány vzorky vypláchnutých sedimentů a vzorky čisté vody po dokončení proplachu daného úseku. Bylo zjištěno, že i přesto, že voda za běžných provozních podmínek splňuje limity dané vyhláškou, tak v sedimentech z potrubí byly běžně nalézány mikrobiologické a biologické znečištění ve vysokých hodnotách. To naznačuje, že bakterie jako jsou E.Coli, enterokoky, Clostridie, či koliformní bakterie dokážou v sedimentech přežít, případně se i množit. Za normálních hydraulických podmínek a normálního provozu jsou tyto bakterie ukryté v sedimentu, nebo biofilmu a do proudící vody se neuvolňují. Ale ve chvíli, kdy nastane změna proudění, ať už při poruše vodovodu, či odběru požární vody se tyto sedimenty dostávají do vznosu a společně dalšími částmi sedimentu vytvoří zákal vody. I po dokončení proplachu dále probíhá fáze intenzivního monitoringu vodovodní sítě města Vsetína. Sleduje se nejen 7 vybraných míst na vodovodní síti, které byly sledovány i před provedením proplachu, ale také 8 nově vybraných míst na vodovodní síti. V červnu 2019, tedy téměř po roce po prvním proplachu, proběhne opakovaný řízený proplach 15 vybraných úseků potrubí v centru města Vsetína. Cílem bude ověřit, jaký je efekt řízeného proplachu v čase. Následně budou porovnány výsledky všech výše zmíněných ukazatelů jakosti vody při prvním proplachu 8-9/2018 a při druhém proplachu 6/2019. O výsledcích budeme informovat na příštím ročníku konference Voda Zlín 2020.

Poděkování

Článek byl zpracován v rámci řešení projektu Technologické agentury ČR s názvem „Řízení jakosti pitné vody ve vodovodních sítích“, registrační číslo TJ01000296, a projektu „Vybrané problémy systémů veřejného zásobování pitnou vodou“, registrační číslo FAST-S-18-5526, který je financován z programu Specifického vysokoškolského výzkumu Vysokého učení technického v Brně.

Literatura

- [1] DESMARAIS, T. R., H. M. SOLO-GABRIELE a C. J. PALMER. Influence of Soil on Fecal Indicator Organisms in a Tidally Influenced Subtropical Environment. *Applied and Environmental Microbiology* [online]. 2002, 68(3), 1165-1172 [cit. 2018-12-16]. DOI: 10.1128/AEM.68.3.1165-1172.2002. ISSN 0099-2240. Dostupné z: <http://aem.asm.org/cgi/doi/10.1128/AEM.68.3.1165-1172.2002>
- [2] DOUTERELO, I., S. HUSBAND, V. LOZA, J. BOXALL a J. L. SCHOTTEL. Dynamics of Biofilm Regrowth in Drinking Water Distribution Systems. *Applied and Environmental Microbiology* [online]. 2016, 82(14), 4155-4168 [cit. 2018-05-17]. DOI: 10.1128/AEM.00109-16. ISSN 0099-2240. Dostupné z: <http://aem.asm.org/lookup/doi/10.1128/AEM.00109-16>
- [3] KOUIJ, D. *Microbial Growth on Drinking - Water Supplies*. London: IWA Publishing, 2014. ISBN 9781780400402.
- [4] RUČKA, J.; KORABÍK, M.; RAJNOCHOVÁ, M.; SUCHÁČEK, T. Přechod vodovodu města Vsetín na zásobování pitnou vodou bez použití chemické dezinfekce. In *VODA ZLÍN 2018*. Olomouc, ČR: Moravská vodárenská, a.s., 2018. s. 47-52. ISBN: 978-80-905716-4-8.
- [5] RUČKA, J.; KOVÁŘ, J. Řízené proplachy vodovodních sítí. In *Provoz vodovodů a kanalizací 2014*. SOVAK - sdružení oboru vodovodů a kanalizací. Líbeznice, ČR: Medim, spol. s r.o., 2014. s. 105-109. ISBN: 978-80-87140-36-9
- [6] SEDLÁČEK, Ivo. *Taxonomie prokaryot*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 80-210-4207-9.

Věžové vodojemy – možnosti nového využití specifického stavebního dědictví

Ing. Robert Kořínek, Ph.D.

Výzkumný ústav vodohospodářský, T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, pobočka Ostrava, Macharova 5/954, 702 00, Ostrava, robert.korinek@yuv.cz

Abstrakt

Věžové vodojemy. Technické ikony vodárenství. Jsou specifické vývojem konstrukčním, materiálním, vývojem vlastních vodárenských technologií a uplatňování architektonických dobových trendů na vertikálních stavbách. Mají na našem území doloženou více než 600 letou historii, některé sloužily i několik set let. Byly dřevěné, ocelové, zděné i betonové, dosahují výšek i přes 60 metrů. Jsou pod nimi podepsáni nejvýznamnější projektanti, stavitelé, mezinárodně proslulí architekti. Přitahují pohledy a zájem laické i odborné veřejnosti. A hlavně vyzývají k odvážným konverzím a k hledání nových možností jejich využití.

Úvod

Věžové vodojemy jsou stavby výškově dominantní, které jsou v krajině často z daleka viditelné a přirozeně tak na druhou stranu poskytují výhledy do širokého okolí. Prostorově nezabírají příliš rozsáhlé části pozemku, což je na jednu stranu výhodou při jejich výstavbě, na druhou stranu jsou však jejich interiéry menších rozměrů a nabízejí tak omezené možnosti pro nové využití – jsou málo adaptabilní.

Celá řada věžových vodojemů byla z hlediska architektonického vystavěna zdařile. To dává těmto stavbám určitou výhodu, protože zajímavý vzhled přirozeně upoutá pohled a stává se svým způsobem přitažlivý. Chceme-li z věžového vodojemu udělat nové atraktivní místo, je tento aspekt do jisté míry důležitý.

Príspevek, představující vybrané věžové vodojemy na našem území přebudované k novému využití, vznikl v rámci řešení výzkumného projektu *Věžové vodojemy – identifikace, dokumentace, prezentace, nové využití* v rámci Programu na podporu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity Ministerstva kultury ČR. Je řešen Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka, v.v.i. a Českým vysokým učením technickým v Praze, Fakultou stavební.

Paměť místa

Věžový vodojem může po svém vyřazení z běžného provozu zůstat důstojným pomníkem připomínajícím minulost daného místa. Stává se přímou vzpomínkou na vyspělost našich předků, ať již technologickou, stavební či architektonickou. Chrudimský železobetonový věžový vodojem dokončený roku 1913 v rámci rekonstrukce zdejšího vodovodu podle projektu firmy Ing. Karel Kress z Prahy [1] byl po svém dlouholetém chátrání před deseti lety z vnější části opraven a stal se součástí areálu společnosti Vodovody a kanalizace Chrudim, a. s.

Impozantně působí zděný věžový vodojem stojící od roku 1907 v Plzni v areálu společnosti Plzeňský Prazdroj, a. s. Obdivovat tuto přes 50 metrů vysokou stavbu připomínající pobřežní maják mohou návštěvníci při prohlídce pivovaru [2]. Čerstvě zrekonstruovaný je rovněž věžový vodojem v areálu národní kulturní památky Dolní oblast Vítkovice v Ostravě (*obr. 1*), který s nádrží objemu 1 200 m³ ve výšce 30 metrů nad terénem upamatovává na svou důležitost v systému vodního hospodářství bývalých vysokých pecí.



Obr. 1. Věžový vodojem v Dolní oblasti Vítkovice (2015)

Rozhledny

Aby si potencionální návštěvníci mohli užívat výhledů z věžových vodojemů, je zapotřebí zajistit bezpečnou přístupovou cestu do horních částí věže. Ideální variantou je vedení této cesty vnitřními prostory dříku. Pokud to velikost dříku nebo jeho technické řešení neumožňují, buduje se zpravidla přístup venkovní po schodišti. Tímto způsobem se realizovala například přestavba vodojemu v Heřmanově Huti z roku 1908. Objekt patří mezi nejstarší železobetonové věžové vodojemy u nás a původně sloužil pro potřeby pivovaru ve Vlkyši [2]. Střecha akumulční části, která je nesena železobetonovými pilíři a středovým dříkem, dnes slouží jako vyhlídková terasa. Slavnostní otevření nové rozhledny proběhlo v říjnu roku 2011, cena rekonstrukce činila 3,4 mil. Kč.

Nad rovinnatou krajinou u města Kolína ční v jeho západní části 45 metrů vysoký železobetonový věžový vodojem, z jehož rezervoáru o objemu 450 m³ proudila 7. srpna 1930 poprvé voda do rozšířeného kolínského vodovodu. Od druhé poloviny sedmdesátých let 20. století přestal vodojem sloužit svému původnímu poslání a postupně ztrácel svůj lesk. Ten se však nakonec podařilo obnovit, a tak se opravený vodojem stal po 85 letech veřejně přístupnou rozhlednou (*obr. 2*) s expozicí stručných dějin kolínského vodovodu [3].



Obr. 2. Vyhlídková kopule kolínského vodojemu (2016)

V podobném duchu je využít železobetonový věžový vodojem se zajímavou konstrukcí čnicí nad Třebíčí v místě zvaném Na Kostelíčku (*obr. 3*). Objekt zakončuje střešní terasa, která dala jasnou odpověď na otázku v době, kdy se pro vodojem z roku 1937 hledalo nové využití. Přestavba přesahující částku 3 mil. Kč probíhala v letech 2014–2015. V prostorách dřívku se nachází expozice vývoje třebíčského vodárenství. Telekomunikační technika byla z hlavní vyhlídkové plošiny přemístěna na nejvyšší plošinu, aby nepřekážela návštěvníkům a zároveň aby nedošlo k poškození techniky [4].



Obr. 3. Věžový vodojem v Třebíči (2015)

Existují také věžové vodojemy, u kterých již v době jejich projektování bylo dáno, že budou sloužit i jinému než vodárenskému poslání. Věžový vodojem v Břeclavi dostavěný v květnu 1927 navrhl autor projektové dokumentace autorizovaný inženýr Bohumil Belada na přání břeclavské obce ve dvou variantách – v čistě vodárenské a dále navíc s kopolí pro návštěvníky. Ačkoliv došlo k realizaci právě druhé varianty, není známo, že by nakonec věž k tomuto účelu významněji sloužila. Naopak vodojem postavený na Suchém vrchu v letech 1931–32 podle plánu architekta Antonína Parkmana již od počátku sloužil jako rozhledna pro turisty (*obr. 4*). Rezervoár zde již dávno není, vyhlídku si však mohou turisté užívat stále [5].



Obr. 4. Rozhledna s vodojemem na Suchém vrchu v roce 1933 (archiv Radim Heinich)

Galerie, expozice

Českobudějovický vodojem z roku 1724 získal svou dnešní novogotickou podobu při úpravě roku 1882. Zároveň zde došlo v té době k umístění válcové nýtované nádrže o objemu 250 m³ a v patře pod ní obdélníkové nádrže o objemu 38 m³, která sloužila jako záloha při čištění a opravách hlavní nádrže. Kamennou věží lze v současnosti v rámci prohlídky vystoupat po dřevěném schodišti až do patra pod válcový rezervoár a užít si zajímavé pohledy na město. V přízemí stojí za zmínku zasklený suterén s původním potrubím, u východní strany paty věže z vnější stany sgrafito od místního malíře Richarda Kristinuse zobrazujícím městský znak a v okolí vodárny informační panely o historickém vývoji vodovodu v Českých Budějovicích [6].

Na první pohled bizarní spojení dvou světů vzniklo ve věžovém vodojemu v Třeboni – v objektu z roku 1909 postaveném podle architektonického návrhu Jana Kotěry je umístěna Galerie buddhistického umění (*obr. 5*). Otevřený prostor válcového dříku a do kruhu zaoblené stěny dávají skvěle vyniknout i více než deset metrů dlouhým pásům pláten malířského umění Mongolska, Tibetu, Číny a Japonska. První architektonické studie současných úprav interiéru vytvořil Ing. Stanislav Toman, konečnou verzi projektu pak dotvořil Štěpán Klečka. Slavnostní otevření proběhlo 19. května 2013 za přítomnosti Jeho Ctihodnosti Chamba Lamy D. Čojdzamce [7].



Obr. 5. Galerie buddhistického umění ve vodojemu v Třebonín (2016)

V novomlýnském věžovém vodojemu v Praze, dostavěném v roce 1658, se dnes nachází expozice o pražských požárech v dobách minulých a historii pražských hasičů. Objekt je součástí Muzeu hlavního města Prahy [3].

Byty, místa zábavy a odpočinku

Zrekonstruovat objekt věžového vodojemu k bydlení bývá poměrně těžší, než přebudovat jej na rozhlednu. Interiér většinou nenabízí dostatek potřebného prostoru, protože objekt je orientován vertikálně. Rovněž finanční náklady mohou dosahovat částek několika desítek milionů korun. Přesto existuje na našem území několik zajímavých realizací.

Přestavbu osmdesát pět let starého vodojemu ve Vratimově zahájil její současný majitel v roce 2001. Postupná a citlivě pojatá rekonstrukce přeměnila vnitřní prostory na příjemné místo relaxace a ateliér zároveň. Netradičně byl v objektu zachován původní kruhový rezervoár (při těchto přestavbách se nádrž zpravidla odstraní a ponechá se pouze vnější obvodový plášť), osvětlení interiéru přirozeným světlem bylo vyřešeno soustavou zrcadel [3].

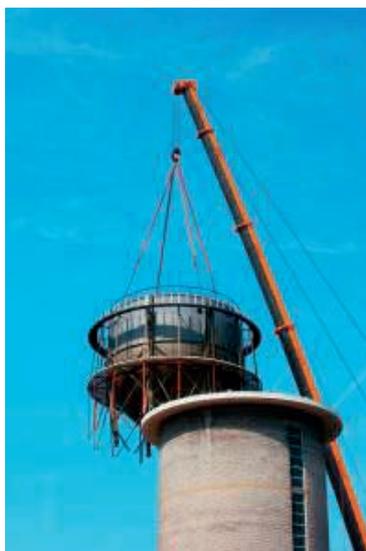
Ambiciózní projekt přestavby 42 metrů vysokého vodojemu v Praze-Libni započal v roce 2008. Značně zchátralý věžový vodojem se tak po 104 letech od svého postavení firmou František Schlaffer dočkal opravy. V rámci rekonstrukce došlo k obnově vnějšího pláště vodojemu, včetně navrácení původních zdobných prvků, které byly v minulosti při neodborných stavebních zásazích setřeny. Pod věží byl vybudován komunikační uzel propojující vlastní věž s prostory relaxačního centra, v druhé části rohového pozemku částečně zapuštěné garáže a další objekty. Vodojem je po částečné kolaudaci a je připravený na dobudování komfortního mezonetového bytu se sportovně relaxačním centrem, výtahem a podzemní garáží pro osm automobilů [3].

Romantická stavba věžového vodojemu v Jičíně stojící na hrázi rybníku Kníže je využívána jako galerie. Vnitřní prostory stavby čtvercového půdorysu, o níž se první zmínka objevila již v roce 1502, představují koncept starobylého ubytování. Na pěti podlažích se zde nacházejí ložnice (*obr. 6*), koupelna, salonek, vstupní hala a sklepní šenk, nábytek a vybavení jsou převážně z masivního dřeva. Všechny místnosti byly rekonstruovány a vybaveny na základě návrhů odborníků na dobovou architekturu a interiéry. Ve věži mohou být po dohodě s majitelem vystavována umělecká díla [8].



Obr. 6. Podkrovní ložnice ve vodojemu v Jičíně (2016)

O dalších věžových vodojemech již jen stručně. Památkově chráněný objekt věžového vodojemu bývalé Petržilkovské vodárny v Praze dnes slouží jako kancelářské prostory. Tubus věže, postavené koncem 16. století, citlivě propojuje se sousední budovou ocelová prosklená lávka nad plavebním kanálem podle návrhu Ing. Petříkové. Kancelářské využití se rovněž našlo v prostorách pseudorenesančního vodojemu z roku 1894 v Mladé Boleslavi (sídlí zde Odbor stavební a rozvoje města a regionu). Na penzion a restauraci byl v letech 2005–2006 firmou Tchas, spol. s r. o., přestavěn železobetonový věžový vodojem v Bohumíně. Náročná přestavba původního objektu z roku 1935 činila přibližně 25 milionů korun, k věži na východní straně nově přiléhá šachta s proskleným výtahem a schodištěm. Ubytování systému BnB nabízí vodojem ve Slaném na Fortenské ulici, na soukromé ubytování byl v minulosti přestavěn věžový vodojem v Brně-Řečkovících. Ambiciózní přestavbou prochází kladenský věžový vodojem z roku 1936, který bude sloužit jako vodohospodářský dispečink (*obr. 7*). Součástí stavby bude expozice o vodárenství a konferenční místnost s vyhlídkou [3, 9]. Mezi nové způsoby využití objektů věžových vodojemů se také řadí umístování telekomunikační techniky a reklamních sdělení na jejich konstrukcích.



Obr. 7. Demontáž ocelové nádrže věžového vodojemu v Kladně
(archiv Vodárny Kladno – Mělník, a.s., 2017)

Závěr

Současný trend zvýšeného využívání věžových vodojemů k novým účelům na našem území je patrný. Aktuální jsou zejména přestavby na rozhledny doplněné muzejními prostory či expozicemi, zaměřenými převážně na vodárenství. Zázemí zde mohou také najít různé galerie a ateliéry. Přestavby na věže k bydlení patří většinou mezi projektově i finančně náročnější projekty, přesto se realizují. Vodojemy mohou také zůstat důstojnými památníky připomínajícími historii místa bez nutného užití jejich interiérů. Při jakékoliv úpravě stávajících objektů je vhodné důkladně zvážit smysl nového využití a mít zpracovaný kvalitní projekt jak po stránce stavební, tak architektonické. Věžové vodojemy jsou nám stále na očích.

Poděkování

Príspevek vznikl v rámci řešení výzkumného projektu *Věžové vodojemy – identifikace, dokumentace, prezentace, nové využití* v rámci Programu na podporu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity Ministerstva kultury ČR.

Literatura

- [1] Státní okresní archiv Chrudim. Fond *Okresní úřad Chrudim I 1850–1945*.
- [2] BERAN, L., VALCHÁŘOVÁ, V. a ZIKMUND, J. (eds). *Industriální topografie / Plzeňský kraj*. Praha, 2013, s. 55–57, 71–72.
- [3] Společenstvo vodárenských věží. Dostupné z <http://www.vodarenskeveze.cz>.
- [4] HEDBÁVNÝ, J. Věžový vodojem Kostelíček s vyhlídkovou plošinou na Strážné hoře v Třebíči. *SOVAK – Sdružení oboru vodovodů a kanalizací 9/2015*, s. 3–4.
- [5] KOŘÍNEK, R. Vodárenské věže. 3. část: Vrcholná díla v meziválečném období. *SOVAK – Sdružení oboru vodovodů a kanalizací 5/2013*, s. 12–15.
- [6] Vodárenská věž. Dostupné na <https://www.vodarenskavezcb.cz>.
- [7] Galerie buddhistického umění. Dostupné na <http://www.asian-center.cz>.
- [8] Věž Jičín, Kulturní památka ČR. Dostupné na <http://www.vezjicin.cz>.
- [9] Airbnb. Dostupné z <https://www.airbnb.cz>.

Provozní zkušenosti s filtrací přes GAU při úpravě povrchové a podzemní vody

Ing. Martina Klímová

VODÁRNA PLZEŇ, a.s., Malostranská 143/2, 317 68 Plzeň, martina.klimtova@vodarna.cz

Úvod

Obejde se současné vodárenství bez aktivního uhlí?

S ohledem na stále přibývajících nově identifikované organické látky a jejich metabolické produkty si dovoluji odpovědět negativně. Výstupní informace z různých monitoringů nám dokládají, že především pesticidní látky spolu s jejich metabolity, produkované našim zemědělstvím a lesnictvím, se vyskytují nejen v povrchových tocích a vodárenských nádržích, ale také bývají součástí podzemních vod. Toto břemeno přebírají provozovatelé úpraven vod na vstupu do procesu úpravy vody s tím, že kvalita dodávané vody obyvatelům musí splňovat požadavky na vodu pitnou, tedy i bez zmíněných polutantů. V tomto ohledu přebírá břímě sorpční schopnost aktivního uhlí a upevňuje si tím nezastupitelnou úlohu v technologickém procesu úpravy vody.

VODÁRNA PLZEŇ provozuje úpravnu vody, která upravuje povrchovou vodu z řeky Úhlavy, a zásobuje upravenou pitnou vodu západočeskou metropoli a její blízké okolí. Plzeňská úpravna vody (ÚV) zásobuje pitnou vodou více než 200 000 odběratelů z Plzně a přilehlých cca 30 měst a obcí. Úpravna vody v Plzni je od září 2015 po rozsáhlé rekonstrukci zásadních technologických částí a její technologická linka je mimo jiné doplněna třetím separačním stupněm – filtrací přes granulované aktivní uhlí (GAU). Ve svém příspěvku bych se ráda podělila o některé provozní zkušenosti a výsledky s odstraňováním speciálních polutantů z říční vody. VODÁRNA PLZEŇ provozuje dalších 25 úpraven, rozmístěných v sousedních okresech Plzeň – sever, Plzeň – jih a Rokycany, ve kterých je upravována výhradně podzemní voda. V příspěvku budou také prezentovány praktické zkušenosti s aplikací filtrace přes GAU při úpravě podzemních vod.

Úpravna vody Plzeň

Zdrojem surové vody pro ÚV Plzeň je povrchová voda z řeky Úhlavy. Místo odběru říční vody se nachází na 108. kilometru od jejího pramene, kde už je kvalita povrchové vody značně zatížena antropogenními vlivy, zejména výskytem celé řady specifických organických látek. Technologie úpravy vody je cíleně složena z více typů vodárenských úprav s ohledem na proměnlivou kvalitu (v poměrně krátkých časových intervalech) vstupní surové vody. Kapacita plzeňské úpravy vody je 1000 l/s, průměrný výkon úpravy se pohybuje v různých obdobích během roku v rozmezí 450 – 500 l/s.

Do surové vody je po případné předalkalizaci dávkován hlinitý koagulant. Po homogenizaci následuje proces sedimentace v šesti dvojicích (patrových) usazovacích nádržích. Po separaci vzniklých vloček voda gravitačně natéká na šest otevřených filtrů s drenážním systémem Leopold a náplní Filtralite Mono-Multi [1]. Před vstupem upravované vody na filtry je zaústěné dávkování manganistanu draselného, který se přidává za účelem oxidace manganu v obdobích jeho vyšší koncentrace v povrchové vodě. Filtrát dále pokračuje do ozonizace, která v rámci zmíněné rekonstrukce prodělala

zásadní změny. Výrobu ozonu z kyslíku zajišťují tři generátory ozonu WEDECO (3x 6,5 kg/h): běžně je v provozu jeden ozonizátor, v období se zhoršenou mikrobiologickou a biologickou kvalitou surové vody jsou v provozu dva generátory a střídají se v pravidelném provozním režimu. Vnos ozonu do upravované vody je realizován tzv. GDS – systém STATIFLO a ozonizovaná voda postupuje tříkomorovou ozonizační nádrží nejprve sestupnou, pak vzestupnou směšovací sekci a nakonec vymírací sekci [2]. Upravovaná voda po ozonizaci je z akumulace čerpána na třetí separační stupeň technologické linky, na čtveřici otevřených rychlofiltrů s drenážním systémem Leopold a s náplní granulovaného aktivního uhlí (GAU) Chemviron Carbon Filtrasorb TL-830. Prostřednictvím GAU-filtrace dochází k sorpci rozpuštěných organických látek (pesticidních látek a jejich metabolitů, léčiv, produktů ozonizace aj.), také pachů a případných zbytků anorganických látek z předchozích separačních stupňů [3, 4]. Po GAU-filtraci byla v rámci rekonstrukce úpravní vody nově zařazena UV desinfekce. Mikrobiální bariéru zajišťuje dvojice UV reaktorů ve střídavém režimu (dávka UV záření je 400 J/m²), s kapacitou 650 l/s a s 36 nízkotlakými amalgámovými výbojkami v každé jednotce. Před vstupem upravené vody do akumulací nádrží dochází k finální úpravě pitné vody, ke ztvrdování vody dávkováním oxidu uhličitého a vápenného hydrátu v podobě vápenné vody a dále k hygienickému zabezpečení nízkými dávkami chloru s ohledem na kontinuální monitoring volného a vázaného chloru v upravené vodě. Upravená voda je v objektu úpravní vody akumulována ve dvou dvoukomorových akumulacích nádržích (2x 6000 m³ a 2x 1760 m³) a jedné nádrží o objemu 1854 m³, odkud je čerpána do pásmových vodojemů.

Hodnocení GAU-filtrace ÚV Plzeň

Hlavním důvodem rekonstrukce ÚV Plzeň bylo dočasné určení mírnějšího hygienického limitu pro celý plzeňský skupinový vodovod pro šest konkrétních pesticidních látek (PL) a s tím velmi úzce související jejich separace. V rámci projektové přípravy a následně realizace rekonstrukce byly z celkového počtu deseti rychlofiltrů čtyři předurčeny pro třetí separační stupeň. Čtyři rychlofiltry o celkové ploše 400 m² byly nasypány GAU (průměrná výška náplně 1,60 m) a zařazeny za ozonizaci. V celém procesu odstraňování PL má dávka ozonu destruktivní účinnost na řetězce molekul organických látek, nicméně produkty ozonizace těchto látek ve vodě zůstávají. Z tohoto důvodu se veškerá upravovaná voda s produkty ozonizace čerpá na čtyři rychlofiltry s náplní GAU. V tabulce 1 je uveden postupný rozklad prostřednictvím ozonu vybraných PL a jejich metabolitů, triazolových látek, některých léčiv, látek osobní hygieny aj. po úplné odstranění (sorpci na GAU) těchto látek. Z celkového seznamu 78 stanovovaných organických látek laboratoří Vodárny Plzeň a farmak, komplexotvorných a mošusových látek z výrobků osobní péče a hygieny stanovovaných plzeňskou laboratoří Povodí Vltavy [5] jsou vybrány pouze analyty, které dosáhly měřitelných hodnot v surové vodě v celém sledovaném období. Z tabulky lze vyčíst vysokou účinnost třetího separačního stupně úpravy vody, separace specifických organických látek dosahuje 85 – 100% odstranění.

Tabulka 1. Postupné odstranění vybraných specifických organických látek v procesu úpravy vody ÚV Plzeň

Hodnocené období: 9/2015 - 6/2018		ÚV PLZEŇ				EFEKT úpravy [%]
		Surová voda		Technologický stupeň úpravy		
Vybrané organické látky	Měrná jednotka	prům.	max.	po ozonizaci	po GAU-filtraci	- odstranění
1-H-Benzotriazol	µg/l	0,138	0,289	0,030	<0,005	-96
5-methyl-1-H Benzotriazol	µg/l	0,090	0,405	0,010	<0,005	-94
Acetochlor	µg/l	0,155	<0,010	<0,010	<0,010	-94
Alachlor ESA	µg/l	0,094	0,128	0,021	<0,020	-79
AMPA	µg/l	0,194	0,430	<0,020	<0,020	-90
Glyphosate	µg/l	0,058	0,533	<0,030	<0,030	-49
Linuron	µg/l	<0,010	0,439	0,013	<0,010	0
Metazachlor	µg/l	<0,010	0,201	<0,010	<0,010	0
Metazachlor ESA	µg/l	0,139	0,638	<0,020	<0,020	-86
Terbutylazine-desethyl	µg/l	<0,005	0,237	<0,005	<0,005	0
Terbutylazine-desethyl-2-hydroxy	µg/l	<0,010	0,186	<0,010	<0,010	0
Pesticidní látky - suma	µg/l	0,349	1,560	0,049	<0,030	-91
Metformin	ng/l	640	-	660	54	-92
Acesulfam	ng/l	280	-	<50	<50	-82
Oxypurinol	ng/l	210	-	57	<50	-76
Gabapentin	ng/l	150	-	34	<10	-93

Za zmínku stojí i negativní zkušenosti s provozováním GAU-filtrace v období letních měsíců, kdy teplota vody v řece překračovala 22° C. Několikrát jsme se potýkali v předchozích letech (2016 a 2017) se zhoršenou mikrobiologickou kvalitou upravované vody po filtraci přes GAU. Ve filtrátu byly prokázány pozitivní počty koliformních bakterií. Následovala opatření v podobě zkrácování filtračního cyklu všech čtyř rychlofiltrů s GAU, v podobě prodloužení doby kontaktu prací vody se zvýšenou koncentrací chloru. S ohledem na tuto zkušenost je třeba podtrhnout nezastupitelnou roli UV reaktorů, které jsou zařazeny právě za GAU-filtrací. Během celého kritického období nebyl zaznamenán v žádném z kontrolních vzorků, které byly odebírány za UV reaktorem, nadlimitní výskyt koliformních ani jiných bakterií. Upravovaná voda po UV záření plně vyhovovala limitním hodnotám vyhlášky č. 252/2004 Sb. ve znění pozdějších předpisů ve všech stanovených mikrobiologických a biologických ukazatelích.

Úpravna vody Stod

Město Stod, které se nachází v okrese Plzeň – jih, zásobuje své obyvatele pitnou vodou celkem ze tří úpraven. Zdrojem surové vody pro všechny tři úpravní je výhradně podzemní voda. Nejstarší ze tří úpraven je ÚVI, jejíž zdrojem jsou tři vrtané studny (S1, S3 a S4), které se nachází v údolní nivě řeky Radbuzy. Podzemní voda z vrtů je značně zatížena antropogenní činností z minulých let – používáním pesticidních látek a hnojiv. Obsahy rezistentních triazinových herbicidů (atrazin a jeho dvou metabolitů atrazin-2-hydroxy a atrazin-desethyl-desisopropyl), přestože aplikace atrazinu v zemědělství je od roku 2004 zakázána, dlouhodobě negativně ovlivňují směsnou kvalitu surové vody a posouvají ji do

kategorie upravitelnosti A3 pro podzemní vodu. Surová voda ze tří vrtaných studní se čerpá samostatnými výtlačky do úpravní vody, která byla projektována na výkon 5 l/s (průměrný výkon úpravní je 2,8 l/s). V polovině roku 2017 byla technologie úpravní rekonstruována a stávající jednostupňová filtrace byla doplněna o tlakový filtr s GAU za účelem separace nežádoucích organických polutantů.

Směs surové vody je přivedena do aerátoru BUBLA k provzdušnění a za účelem odvětrání vysokého obsahu radonu do plynné fáze. Do nádrže aerátoru je zaústěno dávkování chlornanu sodného a uhlíčitanu sodného. Provzdušená směs s chemikáliemi postupuje na dva tlakové filtry s pískovou náplní, které jsou v paralelním řazení, a ve kterých dochází k odstranění železa a manganu. Filtrovaná voda dále přitéká na nově zabudovaný tlakový filtr, který je naplněn granulovaným aktivním uhlím (Chemviron Carbon Filtrasorb 400) s vynikající sorpční schopností. Po průtoku filtrem s GAU jsou z upravované vody separovány pesticidní látky spolu s jejich metabolity. Následuje hygienické zabezpečení upravené vody dávkováním chlornanu sodného a čerpání pitné vody do spotřebišť, kde se míchá s upravenou vodou z ÚVII Stod – Krutí Hora.

Hodnocení technologie ÚV I Stod s tlakovým filtrem s GAU

Významná role doplněného separačního stupně v podobě tlakového filtru s náplní GAU do technologické linky ÚVI Stod je zřejmá z hodnot koncentrací vybraných pesticidních látek, uvedených v tabulce 2. V tabulce jsou uvedeny pouze pesticidní látky s pozitivním detekovaným množstvím. Zařazení GAU-filtrace do procesu úpravy podzemní vody na ÚVI ve Stodě je zárukou účinné separace většiny specifických organických látek.

Tabulka 2. Porovnání funkce původní technologické linky ÚV I Stod s doplněním technologie o GAU-filtraci

ÚV I Stod v 2017		Surová voda	Upravená voda BEZ GAU filtrace	Upravená voda GAU filtrací
Stanovená látka	Jednotka	prům. hodnota	prům. hodnota	prům. hodnota
Alachlor ESA	µg/l	0,225	0,208	<0,020
Atrazine	µg/l	0,072	0,069	<0,005
Atrazine-2-hydroxy	µg/l	0,007	0,010	<0,005
Atrazine-desethyl	µg/l	0,147	0,137	<0,005
Atrazine-desethyl-desisopropyl	µg/l	0,021	-	<0,005
Dimethachlor ESA	µg/l	0,081	0,072	<0,020
pesticidní látky celkem	µg/l	0,349	0,336	<0,020

Nadlimitní výskyt pesticidních látek v podzemních vodách

S rozvojem laboratorní metodiky a přístrojové techniky jsme v období posledních čtyř let pravidelným monitoringem zdrojů podzemních vod v provozovaných lokalitách Vodárnou Plzeň vysledovali v některých provozovaných lokalitách opakovaně nadlimitní výskyty metabolitů některých pesticidních látek. V tabulce 3 je uveden přehled provozovaných vodovodů s problémem, který má společného jmenovatele – kontaminace podzemního zdroje metabolitem PL.

Tabulka 3. Přehled provozovaných lokalit s nadlimitní koncentrací metabolitů PL

Lokalita	Počet zásob. obyvatel	Zdroj	Úprava	PL s nadlimitním výskytem	Určení mírnějšího hyg. limitu OOVZ
Babiná	200	2 jímací zářezy	pouze hygienické zabezpečení	Alachlor ESA Hexazinon	platnost do 4/2020
Bezvěrov	419	vrt VS1 vrt VS2	oxidace chlornanem sodným a dvoustupňová filtrace (odstranění železa a manganu)	Acetochlor ESA	platnost do 12/2021
Černíkovice	72	2 jímací zářezy	pouze hygienické zabezpečení	Alachlor ESA	platnost do 12/2021
Pňovany Radost	sezónní vodovod	Vrt studna	pouze hygienické zabezpečení	Alachlor ESA Dimethachlor ESA	podání žádosti 3/2019
Stod ÚSP	105	vrt S1 vrt HJ1	oxidace chlornanem sodným a manganistanem draselným; dvoustupňová filtrace (odstranění železa a manganu)	Alachlor ESA Dimethachlor ESA	platnost do 12/2021
Světce	15	prameniště	pouze hygienické zabezpečení	Alachlor ESA Dimethachlor ESA	platnost do 12/2021

Závěry

- Úpravna vody v Plzni po nedávné rekonstrukci doplněná o GAU-filtraci je ve vynikající kondici a výsledkem je kvalitní pitná voda dodávaná do rozsáhlého spotřebiště, která plně vyhovuje limitům platné vyhlášky. V celém procesu úpravy povrchové vody z řeky s proměnlivou kvalitou má nezastupitelnou úlohu právě třetí separační stupeň s filtrací upravované vody přes granulované aktivní uhlí.
- Výsledky upravené pitné vody, dodávané do vodovodní sítě města Stod, jsou jasným důkazem, že doplnění separačního stupně procesu úpravy podzemní vody spolehlivě zajistilo výstupní upravenou vodu odpovídající požadavkům na kvalitu pitné vody ve všech parametrech.
- Z uvedených provozních poznatků vyplývá, že sorpční schopnosti aktivního uhlí jsou v současném vodárenství spolehlivou zbraní na nepřítele v podobě pesticidních látek a jejich reziduí. VODÁRNA PLZEŇ jako provozovatel vodovodů s rozdílnou velikostí, technologií, složitostí distribučního systému, počtu zásobovaných obyvatel aj. musí k boji s pesticidními látkami přistupovat jednotlivě, s precizní rozvahou a analýzou možností té které lokality. Nicméně požádání OOVZ o dočasné určení mírnějšího hygienického limitu konkrétních látek je prvním a odhodlaným krokem „do války“.

Použitá literatura

- [1] Dolejš P., Dobiáš P., Jarošová M., Kalousková N.: Světová premiéra nového složení filtračního materiálu Filtralite Mono-Multi-Fine v poloprovozních experimentech. Sborník konference Pitná voda 2014, s. 117-122. W&ET Team, České Budějovice 2014.
- [2] Beneš J.: Vnos ozonu do vody – praktické zkušenosti s GDS, Sborník odborných prac z konference s mezinárodní účastí Pitná voda, s. 107 – 112. Hydrotechnológia Bratislava s.r.o., Bratislava 2008.
- [3] Dolejš P., Dobiáš P., Kočí V., Ocelka T., Grabic R.: Koncentrace léčiv podél technologické linky úpravní o ozonizaci a filtrací aktivním uhlím. Sborník konference Pitná voda 2008, s. 95 – 100. W&ET Team, České Budějovice 2008.
- [4] Dolejš P., Dobiáš P., Kočí V., Ocelka T., Grabic R.: Koncentrace pesticidů podél technologické linky úpravní o ozonizaci a filtrací aktivním uhlím. Sborník konference Pitná voda 2008, s. 101 – 106. W&ET Team, České Budějovice 2008.
- [5] Tajč V., Koželuh M., Marcel M.: Monitoring pesticidních látek v povodí řeky Úhlavy. Závěrečná zpráva z prací provedených v rámci projektu v roce 2016 s využitím dat a údajů získaných v letech 2012 – 2015. Povodí Vltavy, státní podnik, Praha 2017.

Posouzení rizik jako součást provozních řádů veřejných vodovodů

doc. Ing. Ladislav Tuhovčák, CSc., tel.: 541 147 721, tuhovcak.l@fce.vutbr.cz

Ing. Tomáš Kučera, Ph.D., tel.: 541 147 723, tomas.kucera@vut.cz

Ing. Jan Ručka, Ph.D., tel.: 541 147 734, jan.rucka@vut.cz

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí, Žižkova 17, Brno

Úvod

Od roku 2004 je Světovou zdravotnickou organizací (WHO) prosazována koncepce s názvem „Water Safety Plans“ neboli „Plán pro zajištění bezpečného zásobování pitnou vodou“, která byla zveřejněna ve třetím vydání příručky „Guidelines for Drinking-water Quality“ [1]. Ve směrnici Rady 98/83/ES o jakosti vody určené k lidské spotřebě (ve znění směrnice Komise (EU) 2015/1787) se tento přístup nazývá „risk assessment“. Z této směrnice vychází i aktuální česká legislativa [5], v níž se od roku 2017 objevuje pojem „posouzení rizik“.

Posouzení rizik vodovodních systémů je zavedeno a prováděno ve více než deseti evropských a řadě mimoevropských zemí. Hlavními očekávanými výhodami posouzení rizik je zlepšení kvality vody, snížení počtu a následku havárií, zlepšení ochrany vodních zdrojů, snížení akutních onemocnění v populaci odběratelů, zlepšení provozního monitorování, lepší poznání celého systému zásobování, snížení nákladů na nápravná opatření, lepší pozice dozorových orgánů při kontrole provozovatele a další. Nevýhodou vypracování rizikové analýzy pro provozovatele je především vyšší administrativní zátěž a náklady spojené se zavedením posouzení rizik. [2]

Definice rizika

Riziko má vždy alespoň dvě složky: četnost (nebo pravděpodobnost) P, se kterou se nežádoucí stav vyskytuje, a následky nežádoucího stavu C. Pro potřebu kvantifikace rizika jej vyjadřujeme symbolickým vztahem:

$$R = P \times C$$

kde R ... vyjadřuje míru rizika;

P ... je pravděpodobnost výskytu nežádoucího stavu;

C ... jsou následky tohoto nežádoucího stavu.

Aby bylo možno kvantifikovat riziko, je nezbytné vyhodnotit oba jeho parametry. Pokud jedna z obou složek neexistuje, neexistuje ani riziko.

Obecně představuje riziková analýza [3] systematické využívání dostupných informací k identifikaci možných nebezpečí a ke kvantifikaci rizik, které z těchto nebezpečí plynou. Jedná se tedy o preventivní přístup, kdy jsou jednotlivé nebezpečné scénáře aktivně vyhledávány, analyzovány a posuzovány s ohledem na škody způsobené jednotlivci, populaci, systému a životnímu prostředí.

Analýza rizik tvoří jednu ze součástí systému řízení rizik. Je to strukturovaný proces, který se pokouší odpovědět na tři základní otázky: Co by se mohlo pokazit? S jakou pravděpodobností se to stane? Jaké budou následky?

Odhadování rizika se provádí pro ty **nežádoucí stavy**, které byly předchozím postupem vybrány pro podrobnou analýzu. Je to proces, kterým se stanoví míra analyzovaného nežádoucího stavu. Odhadování rizika sestává z následujících kroků:

- analýza četností,
- analýza následků,
- stanovení míry rizika.

Nežádoucí stav je definován jako stav, kdy objekt (systém, prvek systému nebo produkt) ztratí svou požadovanou vlastnost nebo schopnost plnit požadovanou funkci. Jako příklad lze uvést situaci, kdy pitná voda přestane být nezávadná nebo sensoricky přijatelná pro spotřebitele (např. přítomností patogenních mikroorganismů nebo toxických či pachotvorných látek) nebo vodovodní systém přestane dodávat vodu v požadovaném množství či tlaku v daném čase. Nežádoucí stav je doprovázen vznikem nežádoucích následků.

Posouzení rizik jako nová povinnost provozovatele vodovodu

Počínaje rokem 2018 je posouzení rizik vyžadováno zpracovat a předložit jako součást provozního řádu pro každý veřejný systém zásobování vodou.

Posouzení rizik se v souladu s požadavky legislativy zpracovává jako dokument, který popisuje průběh rizikové analýzy systému zásobování pitnou vodou, zahrnuje popis systému zásobování vodou, popis zjištěných nebezpečí a odhad jejich závažnosti a navrhuje nápravná a kontrolní opatření k ošetření nepříjemných rizik. Příslušná vyhláška [4] uvádí, že osnova pro vypracování posouzení rizik sestává z osmi kroků:

1. Ustavení osoby či pracovního týmu
2. Popis systému zásobování vodou
3. Identifikace nebezpečí
4. Charakterizace rizika
5. Nápravná a kontrolní opatření
6. Provozní monitorování kritických bodů
7. Verifikace
8. Přezkoumání účinnosti

K charakterizaci má být použita metodiky uvedená v příloze vyhlášky **nebo jiná srovnatelná metodika**, která vhodným způsobem posoudí následky a pravděpodobnost výskytu zjištěných nebezpečí, rozdělí je podle míry rizika a určí nepřijatelná rizika. Podle dikce legislativy jsou za nepřijatelná považována vysoká a střední rizika, avšak v případě velkých vodárenských systémů a velkého počtu identifikovaných rizik se za nepřijatelná považují pouze ta střední rizika, která by měla velké následky.

Posouzení rizik se zpracovává pro každou zásobovanou oblast samostatně. Jestliže je zásobovaná oblast součástí skupinového vodovodu, zpracuje se posouzení rizik pro celý skupinový vodovod, pokud má jednoho provozovatele. V případě více provozovatelů skupinového vodovodu se posouzení rizik vypracovávají takovým způsobem, aby na sebe posouzení rizik jednotlivých částí systému obsahově i časově navazovala, nevylučují-li to objektivní okolnosti.

Metodika WaterRisk

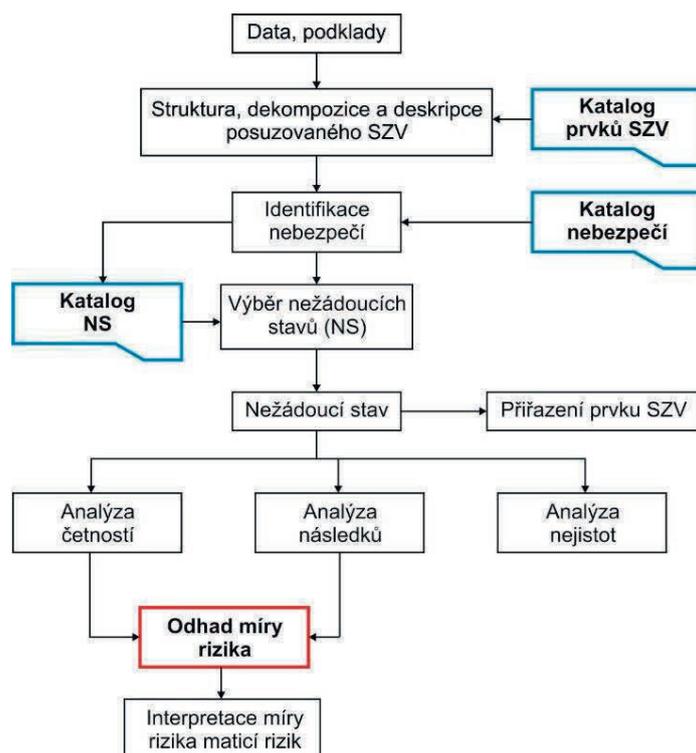
V současné době je známa celá řada metod pro analýzu rizik technologických systémů, které jsou vhodné pro identifikaci nebezpečí a odhadování rizika spolu s kritérii jejich volby. Problematika kvantifikace rizik veřejných vodovodů byla také řešena v letech 2006-2010 v rámci výzkumného projektu WaterRisk jako součást zpracování „Metodiky analýzy rizik systémů zásobování pitnou vodou od zdroje surové vody po spotřebitele“.

Výstupem uvedeného projektu jsou:

- Metodika kvantifikace rizika pro nežádoucí stavy veřejných vodovodů,
- Metodika tvorby plánů zajištění bezpečné dodávky pitné vody (WSP),
- Softwarová aplikace WaterRisk,
- Odborná monografie „Analýza rizik veřejných vodovodů“.

Základní principy metodiky

Metodika WaterRisk byla zpracovávána s vědomím, že riziková analýza je proces časově i odborně značně náročný. Především z tohoto důvodu byla vytvořena související stejnojmenná **softwarová aplikace**, která je vlastně digitální a především interaktivní obdobou vytvořené metodiky. Cílem bylo vytvořit nástroj, který maximálně zjednoduší a zefektivní celý proces analýzy rizik na straně zpracovatelů, tj. provozovatelů vodovodů.



Obr. 1 Schéma analýzy rizik metodikou WaterRisk

Metodika zavádí do všech procesů napříč celým SZV jednotný systém v označování položek číselnými kódy, v používání předem vytvořených seznamů, číselníků, katalogů atd. Metodika koncipována jako otevřená, ale s pevnými pravidly. Znamená to, že **v rámci jasně daných pravidel** je možno definovat nové prvky systému, další nebezpečí, nežádoucí stavy a vazby mezi nimi. Tím je umožněn další vývoj a adaptabilita metodiky na jakýkoliv vodárenský systém.

Výsledky analýzy lze průběžně aktualizovat a zdokonalovat, lze dohledat v systému **problematická místa a nežádoucí stavy**, které generují riziko směrem od celku až k jeho jednotlivým prvkům, použitý matematický aparát metodiky je záměrně co nejjednodušší. Zvolené postupy hodnocení se snaží o co největší vyloučení subjektivního postupu pracovníka, který analýzu provádí, přesto umožňuje individuální přístup, aplikuje multikriteriální přístup. Předem se předpokládá, že některé vstupní informace nebudou pro analýzu dostupné případně zatížené určitou chybou, metodika s nejistotami systematicky pracuje.

Metodika obsahuje předem definované (vestavěné) nežádoucí stavy, které jsou vázány vždy na konkrétní typový prvek nebo část posuzovaného systému zásobování vodou. Svou podstatou se jedná o poruchu funkce systému. Nežádoucích stavů, které se mohou v systémech zásobování pitnou vodou obecně vyskytovat, je touto metodikou definováno celkem 58. Nežádoucí stavy jsou generovány v závislosti na přítomnosti nebezpečí, která mohou být:

- přírodní nebezpečí - jejich zdroji jsou přírodní vlivy (slunce, déšť, silný vítr, zemětřesení, atd.);
- společenská nebezpečí - jsou generována činnostmi osob, které posuzovaný vodovodní systém nějakým způsobem ovlivňují. Patří zde například chování odběratelů vody, způsob provozování vodovodního systému a jeho údržba, platná legislativa, ale také činnost osob v povodí, dopravě, zemědělství, průmysl, atd;
- technická a technologická nebezpečí - jsou způsobena technickými vlivy, jako jsou např. poruchy strojních zařízení, stárnutí materiálu, výpadek elektrické energie a další.



Obr. 2 Uživatelské prostředí aplikace WaterRisk

Softwarová aplikace WaterRisk

Aplikace WaterRisk je provedena jako interaktivní databázový software, dostupná prostřednictvím internetového prohlížeče a provozovaná on-line na zabezpečených serverech. Umožňuje provádět analýzu rizik systémů zásobování pitnou vodou a jako taková obsahuje kompletní navrženou metodiku analýzy rizik „WaterRisk“.

Při provádění analýzy aplikace reaguje interaktivně na prováděné změny, umožňuje ukládání projektů, jejich editaci a kopírování, samozřejmě generování, prohlížení a tisk výsledků. Všechny úkony v aplikaci korespondují s dílčími kroky analýzy rizik.

Závěr

Metodika a softwarová aplikace WaterRisk [3,6,7] byly připraveny již několik let v předstihu před zavedením povinnosti provozovatelů zabývat se riziky systémů zásobování vodou a předkládat vyhodnocení rizik jako součást provozních řádů. V mezidobí byly za využití aplikace a ve spolupráci s vybranými provozovateli zpracovány mnohé pilotní projekty posouzení rizik na reálných lokalitách. Vybraní provozovatelé v současné době používají aplikaci WaterRisk s cílem dostát povinnosti vyhodnotit rizika nejpozději v termínech definovaných legislativou. Z dosavadních zkušeností je patrné, že aplikace představuje pro provozovatele vodovodů efektivní nástroj, jak se s touto novou povinností vyrovnat.

Literatura

- [1] WHO: Guidelines for drinking-waterquality, incorporating 1st and 2nd addenda, Vol.1, Recommendations. - 3rd ed., World Health Organisation, Geneva, (2008), ISBN 978 92 41547611.
- [2] Jedličková, I. Pilotní studie posouzení rizik vybraného vodovodu. Brno, 2019. 99 s., 6 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav vodního hospodářství obcí. Vedoucí práce Ing. Tomáš Kučera, Ph.D.
- [3] TUHOVČÁK, Ladislav et al.. *WaterRisk: analýza rizik veřejných vodovodů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010, 254 s. ISBN 978-80-7204-676-8.
- [4] 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.
- [5] Zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů v platném znění.
- [6] TUHOVČÁK, L.; RUČKA, J.; KUČERA, T.; TŘASOŇOVÁ, P. Hodnocení rizik veřejných vodovodů pomocí softwarové aplikace WaterRisk. In *Rizika ve vodním hospodářství*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2010. s. 127-132. ISBN: 978-80-7204-703-1.
- [7] TUHOVČÁK, L.; RUČKA, J. Hazard identification and risk analysis of water supply systems. In *Strategic Asset Management of Water Supply and Wastewater Infrastructures*. 1. Londýn, UK: IWA Publishing, 2009. p. 287-298. ISBN: 1-84339-186-4.

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“.

Způsob zpracování posouzení rizik systémů zásobování pitnou vodou ve společnosti VAS, a.s.

Ing. Zdeňka Jedličková

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

Dne 1.11.2017 nabyla účinnost novela zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví. Touto novelou byla provedena změna legislativy v oblasti zpracování provozních řádů vodovodů schvalovaných KHS. Provoní řády s novým obsahem mají být předloženy ke schválení nejpozději do 1.11.2023. Uvedený termín platí pouze v případech, kdy v systému vodovodu není uskutečněna významná změna.

Odlišnosti obsahu provozního řádu systému zásobování pitnou vodou, před a po novele zákona č. 258/2000 Sb., v platném znění, jsou uvedeny v tabulce č. 1 tohoto příspěvku.

Zásadní změnou je povinnost do provozního řádu zapracovat posouzení rizik systému zásobování pitnou vodou. Požadavky pro zpracování posouzení rizik jsou uvedeny v novele vyhlášky č. 252/2004 Sb. (dále vyhláška), kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Posouzením rizik mají být identifikovány nebezpečné události, které mají dopad na jakost a množství dodávané pitné vody spotřebitelům, má být odhadnuta jejich závažnost – míra nebezpečí. Posouzení rizik podle uvedené vyhlášky požaduje i stanovit nápravná a kontrolní opatření směřující k odstranění nebo zmírnění nepřijatelných rizik.

Uvedená vyhláška vstoupila v platnost dne 27.4.2018 a nabyla účinnosti dnem vyhlášení.

VODÁRENSKÁ AKCIOVÁ SPOLEČNOST, a.s. (dále VAS) zásobuje pitnou vodou přes 540 tisíc obyvatel ve více než 700 městech a obcích, a to v Jihomoravském kraji a v kraji Vysočina. Provozuje přes 80 úpraven vod, cca 5100 km vodovodního potrubí. Pitnou vodu vyrábí z 57% z povrchové vody. Asi 92% z celkové délky vodovodního potrubí spadá do skupinových vodovodů (dále SV). Některé ze SV jsou mezi sebou propojeny. VAS pitnou vodu předává deseti subjektům, od šesti subjektů pitnou vodu přebírá. Stoprocentním akcionářem společnosti je Svaz vodovodů a kanalizací měst a obcí s.r.o. Města a obce mají díky svým zástupcům v orgánech VAS možnost nejen kontrolovat chod společnosti, ale podílet se i na rozhodování o strategickém směřování VAS. Vytvořený zisk společnosti je přerozdělován zpět vlastníkům, aby jej mohli využít k dalšímu financování obnovy jejich vodohospodářského majetku.

V minulých letech se VAS podílela jako spoluřešitel na vypracování projektu s názvem Identifikace, kvantifikace a řízení rizik veřejných systémů zásobování pitnou vodou. V ČR se jednalo o první vypracování projektu, který se zabýval analýzou rizik veřejných vodovodů. Program WaterRisk vyvinul Ústav vodního hospodářství obcí Fakulty stavební VUT v Brně ve spolupráci s externí programátorskou firmou již v letech 2006–2010.

Tabulka č. 1 Požadavky na obsah provozních řádů schvalovaných OOVZ

Obsah provozního řádu předloženého OOVZ - zákon č. 258/2000 Sb.			
před novelou	po novele		
místa odběru surové, popřípadě pitné vody,	údaje o zdroji a místu odběru vzorků surové vody		
základní údaje o technologii úpravy vody,	základní údaje o technologii úpravy vody, používaných CHLaS,		
seznam používaných CHLaS v procesu úpravy a distribuce vody,	údaje o opatřeních nutných pro omezení nepříjemných rizik v celém systému zásob.		
plán kontrol provozu a technického stavu vodovodu,	předpokládaný počet zásobovaných osob		
způsob stanovení míst odběru vzorků pitné vody, rozsah a četnost kontrol,	monitorovací program	Monitorovací program obsahuje plán:	
počet zásobovaných osob			a) sběru a rozborů bodových vzorků vody nebo měření zaznamenaných procesem průběžného monitorování včetně způsobu stanovení míst odběru vody,
			b) kontroly záznamů funkčnosti a stavu údržby zařízení,
		c) kontroly úpravy vody, odběru vzorků vody, akumulací a rozvodné infrastruktury a	
		d) kontroly ochranného pásma.	
	posouzení rizik	Posouzení rizik obsahuje:	
		a) popis systému zásobování vodou,	
		b) popis zjištěných nebezpečí a odhad jejich závažnosti a	
		c) stanovení nápravných nebo kontrolních opatření k odstranění nebo zmírnění nepříjemných rizik v celém systému zásobování	
	způsob vedení záznamů o kontrole funkce systému zásobování a o provádění údržby		

Protože byla softwarová aplikace WaterRisk provozována pouze na jednom serveru, byly již známy odlišnosti od doporučené metodiky uvedené v novele vyhlášky a především z důvodu nefunkčnosti programu v době nabytí účinnosti uvedené vyhlášky, se VAS rozhodla zpracovat vlastní program. K tomuto kroku bylo rovněž přistoupeno z důvodu provozování vysokého počtu zásobovacích oblastí společností VAS.

Program na zpracování posouzení rizik systémů pro zásobování pitnou vodou byl vytvářen pracovníky VAS ve druhé polovině roku 2018 podle požadavků výše uvedené legislativy, seminářů organizovaných komisí SOVAK ČR a CzWA, metodik SZÚ a podle metodického návodu vypracovaného KHS kraje Vysočina. V průběhu tvorby aplikace se zástupci VAS setkali s KHS dvou krajů, aby OOVZ seznámili se způsobem tvorby programu, probrali výstupy tohoto dokumentu a probrali případné připomínky k předkládanému provedení.

K vytvoření aplikace pro posouzení rizik systémů pro zásobování pitnou vodou byla použita tzv. třívrstvá architektura komunikace. To znamená, že klient komunikuje jen s aplikačním serverem pomocí WCF (Windows Communication Foundation) na http protokolu, a ne s centrální databází. Na aplikační server vypracovaný pro posouzení rizik systémů zásobování pitnou vodou jsou zasílány základní data, tj. názvy objektů vodovodů (JO, ČS, ÚV, VDJ, síť) z centrálního serveru datového skladu (z modulu databáze objektů) provozně informačního systému (dále PIS) společnosti VAS. Aplikační server zajišťuje funkčnost systému i v případě výpadku PIS. Výhody třívrstvé architektury je i v tom, že aplikační sever zasílá a vyžádá jen změny dat od poslední aktualizace PIS. Každý uživatel má zálohu dat dané aplikace na svém lokálním disku. Databáze umožňuje vytváření výstupních sestav z lokální databáze.

Aplikace pracuje se seznamem událostí (nebezpečí) vytvořeným pro jednotlivé typy objektů. Seznamy událostí nejsou děleny zvlášť pro „malé“ a „velké“ vodovodní systémy. V seznamu událostí se nachází i vybraná generická nebezpečí. V posouzení rizik se také vyplňuje kategorie a nejistota následku. Kategorii následku sdělujeme, na co má daná událost vliv, zda na jakost nebo na množství vody či obojí. Vyplněním nejistoty následku je sděleno, zda se následek posuzované události stal prokazatelně nebo hypoteticky. Při postupu vypracování charakterizace rizika byla použita metodika uvedená v tabulkách č. 2 až 4 př. č. 7 uvedené vyhlášky. Charakteristika rizika posuzuje pravděpodobnost výskytu a následky zjištěných nebezpečí. Na základě provedené charakteristiky rizika je pro danou nebezpečnou událost stanovena míra rizika v rozmezí 1 – nízké, 2 – střední, 3 - vysoké. Program umožňuje vyjmout nízkou míru rizika s charakterizací pravděpodobnosti výskytu - vzácné a hodnocením následku - nevýznamné či žádné. Rovněž je uzpůsoben tak, že v případě velkých vodárenských systémů a velkého počtu identifikovaných nebezpečí může podle vyhlášky určit za nepřijatelná rizika pouze rizika střední, která by měla velké následky.

Nízká rizika budou považována za přijatelná, i když pro ně mohou být rovněž stanovena kontrolní a nápravná opatření, a to v případě realizace opatření, která vylepší současný vyhovující stav.

U středních a vysokých rizik jsou stanovena opatření (nápravná nebo kontrolní) včetně časové realizace uvedených opatření. V případě mimořádných neplánovaných zjištění, které nejsou uvedeny v plánu financování obnovy infrastruktury, je místo termínu realizace nápravného opatření uveden termín projednání tohoto opatření s vlastníkem infrastruktury. Realizací navržených opatření se předpokládá odstranění nebo zmírnění míry rizika. Vyhodnocení úspěšnosti zrealizovaných opatření bude provedeno při přezkoumání účinnosti (aktualizaci) posouzení rizik.

Znění identifikovaných nebezpečných událostí s mírou rizika 2, 3 s uvedením kategorie a nejistoty následku, charakteristiky rizika a navržená nápravná a kontrolní opatření budou přílohou Posouzení rizik, které bude doplněno o další vyhláškou požadované informace. Těmi jsou: ustanovení týmu odpovědného za zpracování posouzení rizik, popis systému zásobování vodou, provozní monitorování kritických bodů, verifikace a přezkoumání účinnosti posouzení rizik. Jak je výše uvedeno, Posouzení rizik bude jednou z částí provozního řádu předloženého OOVZ ke schválení.

Závěr

- ✓ Při vypracování posouzení rizik vodovodních systémů zásobování pitnou vodou se snažíme identifikovat i nebezpečí a nebezpečné události, které mohou způsobit změnu v kvalitě a v množství surové vody potřebné k výrobě pitné vody, v OPVZ a širším okolí vodního zdroje, i když na omezení potenciální kontaminace surové vody máme jako provozovatelé vodního zdroje minimální vliv – viz. přítomnost především metabolitů pesticidních látek v surové vodě. Jedná se o rizikovost vstupů do systému zásobování pitnou vodou. V tomto případě by bylo zapotřebí obdržet podrobné hydrogeologické a pedologické informace o území vodních útvarů, aby bylo možné určit jakým směrem, a jakou rychlostí se v podzemní vodě bude případná kontaminace šířit.
- ✓ Domníváme se, že při vypracování posouzení rizik nebude možné u některých událostí vyloučit subjektivní postoj pracovníků, ať se bude jednat o osoby z provozní společnosti nebo externí pracovníky, kteří posouzení rizik vypracovávají.
- ✓ Pro identifikaci nebezpečných událostí a charakterizaci rizika je potřebné mít dokonalou znalost o celém systému zásobování pitnou vodou, a to po stránce technické, organizační a personální, včetně dokumentů, záznamů, výsledků rozborů jakosti vody atd.
- ✓ Vypracování posouzení rizik je možné chápat i jako další opatření, kterým bude provedena kontrola v některých společnostech zavedené správné provozní praxe. Posouzení rizik může upozornit i na oblast plnění či neplnění dlouhodobě platných legislativních požadavků v procesu výroby vody, např. zákona o ochraně veřejného zdraví, o vodovodech a kanalizacích, o vodách, atomového zákona a jejich vybraných prováděcích vyhlášek.
- ✓ Jednou ze základních povinností, které musí provozovatel a majitel vodovodní infrastruktury plnit, aby dodával vodu v dostatečném množství a ve vyhovující kvalitě, je zákonem o vodovodech a kanalizacích stanovena povinnost udržovat a obnovovat infrastrukturní majetek. Plán financování obnovy vodovodů je povinen zpracovat a realizovat vlastník vodovodu, a to od konce roku 2008 na dobu nejméně 10 kalendářních let. Plán financování obnovy vodovodů je založen na vytvoření vlastních zdrojů financování vlastníkem. Základním kritériem pro hodnocení stupně opotřebení vodohospodářského majetku je jeho stáří a předpokládaná životnost jednotlivých zařízení.
- ✓ Pro některé společnosti může být posouzení rizik pomocníkem pro účelnější směřování investic.

Úpravna vody Želivka – speciální požadavky na drsnost povrchu nerezové oceli

Ing. Jaroslav Boráň, Ph.D.¹⁾; Ing. Josef Parkán²⁾; Ing. Jan Kundrátek¹⁾;
Ing. Lucie Houdková, Ph.D.¹⁾; Ing. Dušan Humený, MBA¹⁾

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

2) Želivská provozní a.s., K Horkám 16/23, 102 00 Praha 10, www.zelivska.cz

Abstrakt

Příspěvek pojednává o probíhající výstavbě na úpravně vody (ÚV) Želivka, zejména pak o speciálním požadavku na drsnost povrchu nerezové oceli, který je projektem předepsán. V rámci investiční akce „Modernizace ÚV Želivka – 2. stavba (GAU)“ je realizován nový filtrační stupeň s náplní granulovaného aktivního uhlí. V příspěvku je stručně popsána ÚV Želivka, která je v mnoha směrech unikátní nejen v ČR, ale v celé střední Evropě. Dále jsou shrnuty aktuální poznatky z realizace projektu, zejména se zaměřením na drsnost povrchu materiálu a faktory, které tuto drsnost ovlivňují. Diskutována je rovněž metodika stanovení drsnosti povrchu.

1 Úvod

Úpravna vody Želivka je hlavním zdrojem pitné vody pro hlavní město Prahu, významnou část Středočeského kraje a pro část kraje Vysočina. Dodává 73 % z celkové spotřeby pitné vody (zbytek je dodáván z ÚV Káraný, třetím (záložním) zdrojem pitné vody je ÚV Podolí). Úpravna odebírá povrchovou vodu z nádrže Švihov a v současnosti má průměrný výkon 3 000 l/s.

ÚV Želivka byla uvedena do provozu v roce 1972. Vlastní úpravna je součástí rozsáhlého vodohospodářského díla, jehož výstavba započala v roce 1965. Součástí díla bylo vybudování přehradní hráze se všemi doprovodnými stavbami a I. etapa výstavby dále zahrnovala vybudování úpravny vody o maximální kapacitě 3 000 l/s, štolového přivaděče o délce 52 km a vodojemu v Jesenici o kapacitě 100 000 m³. Již při svém uvedení do provozu se dílo řadilo svými parametry mezi největší na světě. Záhy následovala II. etapa výstavby, v rámci které byla rozšířena kapacita vodojemu Jesenice o dalších 100 000 m³ a byla dobudována další vodní díla v povodí Želivky (představné vodní nádrže, čistírny odpadních vod). V roce 1987 byla dokončena III. etapa výstavby, v rámci které byla úpravna rozšířena o novou halu filtrace 2, byla rozšířena čerpací stanice surové vody o 7 čerpadel a byl postaven nový výtlačný řad surové vody. Tím byla navýšena kapacita úpravny o další 4 000 l/s. V roce 1991 byla dokončena stavba ozonizace.

2 Popis stávající technologie

Úpravna vody Želivka byla realizována jako jednostupňová pro úpravu povrchové vody, která je z vodní nádrže Švihov odebírána ve dvou odběrných věžích. Každá odběrná věž je vybavena pěti okny vertikálně vzdálenými od sebe 8 m, čímž je zajištěn odběr vody z vrstvy o nejlepší kvalitě. Odebraná voda je vedena dvěma přívodními řadami DN 1 400 do čerpací stanice surové vody, odkud je čerpána výtlačnými řadami DN 1 400 a DN 1 600 do areálu úpravny. Čerpání surové vody zajišťuje 11 čerpadel, 4 čerpadla typu 600 BQDV (instalována v I. etapě), 5 čerpadel typu 1000 BQDV a 2 čerpadla typu 1000 BQLV (instalována ve III. etapě). Další pohyb vody v úpravně a dále štolovým přivaděčem do Prahy je gravitační.

Jednostupňová úprava surové vody probíhá ve dvou halách filtrace. Filtrace 1 je tvořena 32 otevřenými pískovými rychlofiltry (každý o ploše 97 m²) s předřazenou chemickou úpravou (dávkování síranu hlinitého, míchání v rychlomísíči a pomalé míchání ve flokulační nádrži). Filtrace 2 je rozdělena na dvě linky, které zajišťují dosažení plného výkonu úpravy. Dávkování síranu hlinitého je zaústěno do rozdělovacího objektu, za kterým následují dva rychlomísíče. Z nich natéká voda do 24 otevřených pískových rychlofiltrů (každý o ploše 99 m²). Praní filtrů je zajištěno vzduchem a vodou. V roce 1991 byla technologie doplněna o ozonizaci, která byla zrekonstruovaná v letech 2009 a 2010. Ozón je vyráběn ve dvou generátorech ozonu z přiváděného kyslíku. Důkladné promíchání po nadávkování ozónu zajišťují dva statické mísiče GDS v každé lince, celkem šest mísičů pro 3 ozonizační linky. Ozonizovaná voda je vedena do měrného objektu, kde dochází k úpravě pH pomocí vápenné vody (rekonstrukce vápenného hospodářství proběhla v letech 2006–2008). Následuje hygienické zabezpečení pomocí chloru (dávkován ve formě chlorové vody). Upravená voda je vedena do regulačních vodojemů, odkud je odváděna do štolového přivaděče.

Štolovým přivaděčem je upravená voda vedena gravitačně až do Prahy. Štolový přivaděč je unikátním dílem s průměrem 2 640 mm o celkové délce 52 km. Maximální průtok přivaděčem je 6 700 l/s gravitačně přepravované vody a celkový objem přivaděče je 280 850 m³. Voda je přiváděna do dvou vodojemů o celkovém objemu 200 000 m³ v areálu vodojemu Jesenice I. Zde je upravená voda znovu hygienicky zabezpečena chlorem a akumulována před další distribucí do zásobních vodojemů pražské vodovodní sítě.

3 Modernizace ÚV Želivka

Původní, jednostupňová technologie úpravy vody Želivka po převážnou část roku vyhovuje požadavkům na kvalitu pitné vody. Nicméně, v důsledku zhoršování kvality povrchových vod však v určitých obdobích dochází k nárůstu mikrobiologického znečištění (zejména v období jarního oživení) a sledován je i nárůst koncentrací pesticidů a jejich metabolitů v surové vodě, přičemž na tyto polutanty nebyla technologie úpravy koncipována. Proto bylo na základě odborných studií rozhodnuto o rozšíření technologie o druhý úpravárenský stupeň, kterým je filtrace přes granulované aktivní uhlí (GAU). Tento stupeň bude včleněn mezi ozonizaci a měrný objekt, ve kterém dochází k úpravě pH vápennou vodou. V rámci modernizace úpravy, která byla zahájena v říjnu 2018, tak dojde k vybudování nové haly, ve které bude umístěno celkem 16 filtrů (4 vany po 4 filtrech) o celkové filtrační ploše 1 604 m². Výkon filtrů s GAU je navržen na průtok v rozmezí 1 100 až 3 500 l/s. Filtry budou vybaveny drenážním systémem, na kterém bude 1,7 m vlastní filtrační náplně. Součástí investiční akce „Modernizace ÚV Želivka – 2. stavba (GAU)“ je dále výstavba nového kolektoru mezi halou GAU filtrace a stávající halou Filtrace 2, ve kterém budou uloženy potřebné technologické rozvody, a úprava stávající provozní čerpací stanice, kam budou doplněna čtyři horizontální odstředivá čerpadla pro čerpání vody do nového objektu GAU filtrace. Prací vodu budou dodávat stávající čerpadla prací vody a prací vzduch budou dodávat stávající dmychadla. Generálním dodavatelem je Společnost ÚV Želivka reprezentovaná společnostmi Metrostav a.s., SMP CZ, a.s. a GEOSAN GROUP a.s., subdodavatelem technologické části je společnost KUNST, spol. s r.o.

4 Speciální požadavky na drsnost povrchu nerezové oceli

Pro dosažení velmi vysokého standardu nově budované technologie je zadávací dokumentací požadováno zajištění vysoké korozní odolnosti nerezových ocelí. Za tímto účelem se požaduje dosáhnout celoplošně povrchu s drsností $Ra < 0,5 \mu\text{m}$ u potrubí do DN 600 na vnějším líci a u potrubí nad DN 600 na vnějším i vnitřním líci. Požadavek maximální drsnosti musí splňovat rovněž veškeré tvarovky a konzoly a rovněž vybrané plochy přírub. Pro splnění všech požadavků zadávací dokumentace bylo zapotřebí komplexně analyzovat proces výroby potrubí, tvarovek a kovových konstrukcí od jeho samotného začátku až po finální povrchovou úpravu. V projektu je uvažováno s nerezovou ocelí 1.4404.

4.1 Drsnost vstupního materiálu – plechu

Drsnost nerezových plechů, ze kterých jsou trubky, tvarovky a ostatní kovové konstrukce vyráběny, je závislá zejména na jeho způsobu výroby. Obecně platí, že lepších vlastností v tomto směru dosahují plechy válcované za studena, u kterých se střední drsnost povrchu Ra pohybuje od 0,4 do 3,2 μm , zatímco použitím metody válcování za tepla je dosahováno drsnosti 3,2 až 50 μm . Povrchy (plechy) válcované za studena jsou označovány 2, povrch válcované za tepla jsou označeny 1, přičemž za číselným označením následuje písmenné označení konkrétní povrchové úpravy.

V technické praxi se nejčastěji využívají plechy s povrchovou úpravou 2B, které jsou vyrobeny válcováním za studena, žíháním, mořením a povrchovým válcováním [1]. Tento výrobní postup plechu jako základního materiálu je však technologicky možný pouze do tloušťky 8 mm, resp. 12 mm. Z tab. 1 pak vyplývá, že drsnost plechu válcovaného za studena se se zvětšující se tloušťkou materiálu zhoršuje (zvyšuje). Plechy silnější než 12 mm se vždy válcují za tepla (např. povrch 1D, tedy s odstraněnými okujemi) s drsností významně převyšující požadavky zadávací dokumentace.

Tab. 1 Drsnost nerezových plechů válcovaných za studena (povrch 2B) garantovaná výrobcem plechů – Aperam Stainless Services & Solutions Tubes CZ s.r.o.

Tloušťka plechu	Max. drsnost Ra (μm)	
	16 %	absolutní
< 3	0,3	0,8
3	0,4	
4	0,55	
5	0,65	
5,5	0,6	
6	0,7	
6,5	0,8	
6,8	0,9	
7	1,1	
8	1,6	

Z uvedeného tedy vyplývá, že požadavky zadávací dokumentace by splňovaly bez další povrchové úpravy pouze výrobky (potrubí, trubní dílce, ostatní kovové konstrukce) vyrobené z plechu za studena válcovaného síly 3 mm. Toto bylo ověřeno měřením vyhodnoceným v tab. 2. Zásadním však je, že se v projektu modernizace ÚV Želivka vyskytují tloušťky až do 14 mm.

Tab. 2 Naměřené drsnosti na různých materiálech (P = tloušťka plechu)

Materiál 1.4404	Drsnost Ra (μm)
P4 1500x3000, 2B-folie	0,58-0,94 po vláknu, 0,77-0,79 proti vláknu
P4 1500x3000, 2B-bez folie	0,52;0,60 po vláknu, 0,56;0,51 proti vláknu
P4 1500x3000, 1D-folie	3,16;3,62 po vláknu, 3,58;4,50 proti vláknu
P4 1500x3000, 1D-bez folie	3,80;4,97 po vláknu, 4,23;4,74 proti vláknu
P6 1500x1575, 2B-2xfolie-2xbrus	0,20 po vláknu, 0,80 proti vláknu
P6 1500x1575, 2B-1xfolie-1xbrus	0,80;0,73 po vláknu, 0,93;0,82 proti vláknu

4.2 Výrobní postup potrubí, trubních dílců a ostatních kovových konstrukcí z materiálu tl. 4 až 6 mm

Při realizaci výroby z materiálu tl. 4 mm až 6 mm je zajišťován plech válcovaný za studena (povrch 2B), oboustranně foliovaný tak, aby bylo minimalizováno možné poškození povrchu v průběhu výroby. Vlastní výroba probíhá následovně [2]:

- Potrubí: Přesné rozměry plechů (přístřihů) ve standardní délce 1 500 mm resp. 2 000 mm jsou zakruženy a sestehovány. Na svařovacích automatech následně dochází k provedení podélného a obvodového svaru. Potrubí se vyrábí ve standardní délce 6 m, avšak pro realizaci projektu ÚV Želivka budou svařovány ucelené celky tak, aby na stavbě došlo k minimalizaci montážních svarů.
- Segmentová kolena: Segmentová kolena jsou vyráběna z přístřihů nebo plechu požadované tloušťky, přičemž první operací je pálení rozvinu jednotlivých segmentů se zachováním tzv. můstků, které umožňují následný proces společného zakružení všech segmentů. Zakružené segmenty jsou následně svařeny podélným svarem na automatu linky pro automatizovanou výrobu trubek. Po zavaření je výrobek přemístěn na robotizované pracoviště svařování kolen, kde jsou můstky odstraněny, koleno je sestaveno, ručně sestehováno a uchyceno do svařovacího automatu. Svar je prováděn v jedné nebo více vrstvách z jedné strany do síly základního materiálu do 5 mm včetně, nad tloušťku 5 mm je svár prováděn z obou stran, přičemž proces svařování je řízen automaticky z venkovní strany, dráha svaru je sledována kamerou a z vnitřní strany je svár prováděn ručně.

Takto provedený výrobek má dle výše uvedené tabulky drsnost povrchu na úrovni 0,55 až 0,7 μm , což neodpovídá požadavkům zadávací dokumentace. Při počáteční analýze byly nejprve posuzovány možnosti mechanického leštění v kooperaci, kde se však jako zásadní problém ukázala nedostatečná výrobní kapacita. Z tohoto důvodu byla pozornost upřena na proces elektrolytického leštění v rakouském závodě HENKEL Beiz- und Elektropoliertechnik Betriebs GmbH, kdy proces elektrolytického leštění vyhlazuje povrch a snižuje tak jeho drsnost na hodnoty požadované zadávací dokumentací, přičemž hodnota úběru (vyhlazení) je odvislá od doby setrvání v elektrolytické lázni.

Elektrolytické leštění tedy probíhá v elektrolytické lázni průchodem elektrického proudu, přičemž opracováváný výrobek tvoří katodu a jeho materiál se rozpouští (jedná se o opak galvanického pokovování). Vhodnou volbou elektrolytu, anody, intenzity a doby průchodu elektrického proudu lze přesně dosáhnout požadovaných povrchových vlastností. Mezi hlavní výhody elektrolytického leštění patří [3]:

- hladký a lesklý povrch,
- vysoká odolnost vůči korozi,
- povrch bez částic, metalická čistota a chemická pasivita,
- odstraňování otřepů v mikro a makro rozsahu,
- významně menší sklon k tvorbě nánosů,
- menší tření a menší opotřebení materiálu.

4.3 Výrobní postup potrubí, trubních dílců a ostatních kovových konstrukcí z materiálu tl. 8 až 14 mm

Proces výroby z takovýchto tlouštěk materiálu je ve své podstatě identický s tím rozdílem, že pokud bychom použili plechy válcované za studena (v případě tl. 8 – $R_a = 1,6 \mu\text{m}$) a plechy válcované za tepla (drsnost větší než $3,5 \mu\text{m}$) nebylo by možné splnit požadavky zadávací dokumentace ani s použitím procesu elektrolytického leštění. Z tohoto důvodu jsou nakupovány plechy s povrchovou úpravou 1D, které jsou následně převezeny k vybroušení na drsnost povrchu na úrovni $0,8 \mu\text{m}$ a finálně zafoliovány. Tyto jsou pak použity obdobně jako plechy tl. 4 až 6 mm.



Obr. 1 Výrobek ošetřený elektrolytickým leštěním (vlevo), měření drsnosti (vpravo)

4.4 Metodika ověření drsnosti povrchu

Pro ověření kvality jednotlivých výrobků byla vypracována metodika pro měření drsnosti. Tato metodika byla vypracována na základě [4], [5] a [6]. Pro měření drsnosti je použit přístroj Surftest SJ-210 (MITUTOYO), který pracuje na principu snímání povrchu měřicím hrotem. Nastavení přístroje je dle [4] následující:

- délka cut-off λ_c : 0,8 mm
- vyhodnocovaná délka l_m : 4 mm

Na jednotlivých potrubních úsecích bude proměřeno vždy N míst rovnoměrně od sebe vzdálených. Výsledky jednotlivých měření Ra_1 , Ra_2 , Ra_3 až Ra_N budou zapsány, počet desetinných míst se uvede dle displeje přístroje.

Pro vyhodnocení výsledků měření, resp. pro odmítnutí výrobku jako nevyhovujícího prokázáním neshody, bude použito pravidlo 16 % dle [5]. Zároveň bude uvažována nejistota měření použité metody, která dle [5] činí 16 %. Dle [6] je vypočítán horní rozhodovací limit, který zahrnuje výše uvedenou nejistotu měření a požadavek na 99,9 % pravděpodobnost pokrytí:

- limitní hodnota Ra : 0,5 μm
- nejistota měření u (16 % dle [5]): 0,08 μm
- koeficient k pro hladinu významnosti $\alpha = 0,001$ %: 3,09 (dle [5])
- ochranné pásmo g : 0,2472 μm
- horní rozhodovací limit DL_h : 0,7472 μm

Výrobek bude prohlášen za nevyhovující, pokud více než 16 % hodnot z naměřeného souboru bude vyšších než 0,7472 μm . V případě, že by kontrola prokázala neshodu, provede pověřený pracovník další měření, na základě kterých rozhodne, zda je možné provést lokální nápravu mobilním zařízením pro elektrolytickou úpravu, nebo je nutno celý kus odvézt k opětovnému elektrolytickému leštění.

5 Závěr

Na základě neobvyklého požadavku zadávací dokumentace na drsnost nerezových výrobků (trubek, tvarovek a konzolí) do 0,5 μm bylo prověřeno několik možností jejich výroby. Při naplnění všech požadavků zadávací dokumentace se bude jednat o jedinečné dílo, nemající obdoby ani v ČR ani jinde ve světě.

6 Literatura

- [1] Průvodce povrchových úprav nerezové oceli, 2. vyd., 2006. ISBN 978-2-87997-175-9.
- [2] Strojírny a opravy Milenov, spol. s r.o. [Online] [Citace: 14. 1 2019.] www.somsro.cz.
- [3] Henkel Beiz- und Elektropoliertechnik Betriebs GmbH [Online] [Citace: 14. 1 2019.] www.henkel-epol.com.
- [4] ČSN EN 10049 Měření průměrné aritmetické úchylky profilu drsnosti Ra a počtu vrcholů RP_c plochých kovových výrobků.
- [5] ČSN EN ISO 4288 Geometrické požadavky na výrobky (GPS) - Struktura povrchu: Profilová metoda - Pravidla a postupy pro posuzování struktury povrchu.
- [6] ČSN ISO 10576-1 Statistické metody - Směrnice pro hodnocení shody se specifikovanými požadavky - Část 1: Obecné principy.

Hodnotenie agresívnych vlastností vody vo vybraných verejných vodovodoch na Slovensku

Ing. Karol Munka, Ph.D.; Ing. Margita Slovinská; Ing. Anna Vajíčeková, Ph.D.;
Dpt. Stanislav Varga

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

1. Úvod

V príspevku sú prezentované výsledky z hodnotenia agresívnych vlastností vody vo vybraných verejných vodovodoch na Slovensku, ktoré boli získané v rámci riešenia vedecko-technických projektov VTP 514-78 Výskum upraviteľnosti pitnej vody a environmentálne aspekty vodných tokov a VTP 27-35 Zabezpečenie kvality pitnej vody pri doprave. Hodnotenie agresívnych vlastností vody sa uskutočnilo na SKV Hriňová-Lučenec-Filákovo s vetvou na Detvu, SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina a diaľkovode Starina-Košice podľa STN 75 7151 Požiadavky na kvalitu vody dopravovanej potrubím.

2. Hodnotenie agres. vlastností vody dopravovanej diaľkovodom Starina-Košice

2.1. Stručný popis diaľkovodu a lokalizácia zariadení na korózne skúšky

Prevádzkové hodnotenie agresívnych vlastností vody (korózne skúšky) sa uskutočnilo v období október 1996-október 1997, pričom zariadenia na korózne skúšky boli umiestnené v nasledujúcich miestach:

- ÚV Stakčín-odtok upravenej vody (0,0 km)
- VDJ Humenné (34,8 km)
- VDJ Prešov (98,4 km)
- RO Košice (130,0 km).

Počas prevádzkovania diaľkovodu Starina-Košice dochádzalo v dôsledku zníženia spotreby vody k zhoršeniu kvality vody vplyvom korózie a k postupnému zvyšovaniu koncentrácie železa na konci trasy. Na sídlisku Ťahanovce (údaje za rok 1995) sa v jednotlivých miestach odberu dosahovali maximálne koncentrácie železa v rozmedzí 0,38-1,08 mg/l, pričom priemerné koncentrácie boli 0,20-0,31 mg/l.

Zdrojom vody pre diaľkovod bola vodárenská nádrž Starina s celkovým objemom 51 mil. m³. Úprava vody bola prevádzkovaná čírením na galériových číričoch a filtráciou na pieskových rýchlofiltroch, pričom ako koagulant sa používal 40 % vodný roztok síranu železitého. V závislosti od kvality upravovanej vody sa dávky síranu železitého pohybovali v rozmedzí 4-10 mg/l a dávky hydrátu vápenatého 2-8 mg/l. Zdravotné zabezpečenie vody sa vzhľadom na dobu zdržania vody v diaľkovode uskutočňovalo chlórarnonizáciou s dávkami plynného chlóru max. 0,4 mg/l a 0,2 mg/l síranu amonného. Celková dĺžka diaľkovodu Starina-Košice bola 134,5 km, pričom potrubie bolo z ocelových rúr s priemerom 1000 mm. Od úpravne vody Stakčín po vodojem Prešov bolo potrubie izolované vnútorným bitumenovým náterom (dĺžka 98,4 km), trasa diaľkovodu od vodojemu Prešov po rozdeľovací objekt (RO) Košice nebola vnútorne izolovaná (dĺžka 31,6 km). Doba zdržania vody v diaľkovode ÚV Stakčín-RO Košice pri výkone úpravne vody 313 l/s bola pred vodojemom T2 v Košiciach 133 hodín a pri výkone 570 l/s bola 100 hodín.

2.2. Kvalita vody vo vybraných ukazovateľoch

Počas trvania korózných skúšok sa v upravenej vode z ÚV Stakčín hodnoty pH pohybovali v rozsahu 7,50-8,10; $\text{KNK}_{4,5}$ 1,70-1,95 mmol/l, koncentrácie vápnika 33-40 mg/l a horčíka 4,3-6,1 mg/l. Charakteristický bol nízky obsah organických látok (CHSK_{Mn} 0,9-1,4 mg/l), chloridov (3,2-4,3 mg/l) a síranov (19,2-39,4 mg/l). Koncentrácie železa sa pohybovali pod 0,09 mg/l a mangánu (< 0,04 mg/l).

2.3. Vyhodnotenie korózných skúšok v diaľkovode Starina-Košice

Počas prvých troch korózných skúšok (22.10.1996-23.4.1997) bolo možné pozorovať pozitívny vplyv dostatočného presýtenia vody CaCO_3 na korózne rýchlosti po trase diaľkovodu. Pri presýtení vody CaCO_3 , ktoré sa v tomto období na ÚV Stakčín pohybovalo v rozmedzí 0,05-0,15 mmol/l, pričom indexy nasýtenia dosahovali hodnoty 0,0-0,25, boli pre jednotlivé korózne skúšky po trase diaľkovodu zaznamenané korózne rýchlosti uvedené v tab.1. Koncentrácie železa dosahovali hodnoty 0,15-0,23 mg/l. Počas korózných skúšok v tomto období boli dávky síranu železitého 7-10 mg/l a hydrátu vápenatého 3-8 mg/l.

Tab. 1. Rozmedzie korózných rýchlostí po trase diaľkovodu

Doba korózneho skúšky	Rozmedzie korózných rýchlostí [$\mu\text{m}/\text{rok}$]
22.10.1996-17.12.1996	21,1-66,2
17.12.1996-25.02.1997	25,8-63,8
25.02.1997-23.04.1997	42,5-61,2

V priebehu ďalších troch korózných skúšok (23.4.1997-28.10.1997) boli po trase diaľkovodu zistené nasledujúce korózne rýchlosti (tab. 2).

Tab. 2. Rozmedzie korózných rýchlostí po trase diaľkovodu

Doba korózneho skúšky	Rozmedzie korózných rýchlostí [$\mu\text{m}/\text{rok}$]
23.04.1997-24.06.1997	45,9-105,2
24.06.1997-26.08.1997	57,9-97,9
26.08.1997-28.10.1997	37,0-78,1

Zníženie dávky hydrátu vápenatého na 2-3 mg/l pri dávke síranu železitého 6 mg/l v priebehu korózneho skúšky (23.4.1997-24.6.1997) sa prejavilo v nedosýtení vody CaCO_3 (- 0,03 mmol/l) po celej trase diaľkovodu. Počas korózneho skúšky (24.6.1997-26.8.1997) bola zvýšená dávka hydrátu vápenatého na 4-5 mg/l pri nezmenenej dávke síranu železitého t.j. 6 mg/l, bolo presýtenie vody CaCO_3 v ÚV Stakčín 0,05 mmol/l, pričom po trase diaľkovodu sa postupne znižovalo na 0,0 mmol/l v RO Košice. V priebehu poslednej korózneho skúšky (26.8.1997-28.10.1997) bola dávka hydrátu vápenatého zvýšená na 5-6 mg/l a dávka síranu železitého znížená na 4 mg/l, pričom presýtenie vody CaCO_3 klesalo po trase diaľkovodu z 0,05 mmol/l v ÚV Stakčín na (- 0,025 mmol/l) v RO Košice. Maximálne koncentrácie železa boli zisťované najmä za stavu nedosýtenia resp. nedostatočného presýtenia vody CaCO_3 v ČS Hanušovce, DU č.18 a RO Košice (0,23-0,30 mg/l). V tab.3 sú uvedené rozmedzia korózných rýchlostí v sledovaných miestach po trase diaľkovodu počas ročného trvania korózných skúšok v období 22.10.1996-28.10.1997.

Na základe výsledkov korózných skúšok možno dopravovanú vodu diaľkovodom pre obdobie 22.10.1996-23.4.1997 hodnotiť ako mierne agresívnu (korózne rýchlosti do 50 $\mu\text{m}/\text{rok}$) a pre obdobie 23.4.1997-28.10.1997 ako stredne agresívnu (korózne rýchlosti 50-150 $\mu\text{m}/\text{rok}$).

Tab. 3. Rozmedzie korózných rýchlostí po trase diaľkovodu počas ročného trvania korózných skúšok

Lokalita	Rozmedzie korózných rýchlostí [$\mu\text{m}/\text{rok}$]
ÚV Stakčín	40,5-77,9
VDJ Humenné	21,1-90,4
VDJ Prešov	37,0-82,6
RO Košice	25,8-105,2

Vzhľadom k výsledkom korózných skúšok získaných počas ročného obdobia je najvhodnejšou protikoróznou ochranou úprava vody založená na dosiahnutí vápenato-uhličitanovej rovnováhy resp. stavu požadovaného presýtenia vody CaCO_3 za účelom vylúčovania nerozpustnej zrazeniny, ktorá má značnú afinitu k stenám potrubia.

3. Vplyv optimalizácie technológie úpravy vody v ÚV Stakčín na agresívne vlastnosti vody dopravovanej diaľkovodom Starina-Košice

Vplyv optimalizácie technológie úpravy vody v ÚV Stakčín na agresívne vlastnosti dopravovanej vody sa sledoval v období 25.2.-26.10.1999 a bol porovnávaný s rovnakým obdobím ešte pred optimalizáciou technológie úpravy vody (tab. 4).

Tab. 4. Porovnanie priemerných dávok vápna a síranu železitého počas porovnávaných období trvania korózných skúšok

Doba koróznej skúšky	Priemerná dávka vápna [mg/l]	Priemerná dávka síranu železitého [mg/l]	Doba koróznej skúšky	Priemerná dávka vápna [mg/l]	Priemerná dávka síranu železitého [mg/l]
25.2.-23.4.97	2,6	7,8	25.2.-22.4.99	4,4	7,3
23.4.-24.6.97	2,7	6,0	22.4.-24.6.99	6,2	7,6
24.6.-26.8.97	4,2	5,8	24.6.-25.8.99	5,5	5,2
26.8.-28.10.97	4,6	5,0	25.8.-26.10.99	6,2	4,3

Počas korózných skúšok (25.2.-28.10.1997) pri priemerných dávkach vápna a síranu železitého sa presýtenie vody CaCO_3 pohybovalo v rozmedzí (- 0,125 až 0,05 mmol/l), čo znamenalo, že voda v diaľkovode bola nedosýtená resp. nedostatočne presýtená CaCO_3 a iba v optimálnom prípade sa približovala k dolnej hranici rozmedzia hodnôt uvedených pre tento parameter v STN 75 7151 (0,05-0,10 mmol/l).

Po optimalizácii technológie úpravy vody aj z hľadiska stabilizácie vody boli počas korózných skúšok (25.2.-26.10.1999) dosahované hodnoty presýtenia vody CaCO_3 v rozmedzí 0,025-0,10 mmol/l. Pokiaľ v priebehu korózných skúšok (25.2.-28.10.1997) pri priemerných dávkach síranu železitého 5,0-7,8 mg/l boli priemerné dávky vápna 2,6-4,6 mg/l, počas korózných skúšok (25.2.-26.10.1999) pri priemerných dávkach síranu železitého 4,3-7,6 mg/l dosahovali dávky vápna 4,4-6,2 mg/l (dávky vápna boli po optimalizácii zvýšené 1,3-2,3 násobne). Zvýšenie dávky vápna sa pozitívne prejavilo na znížení korózných rýchlostí ako aj na znížení koncentrácie železa v jednotlivých odberných miestach po trase diaľkovodu. Priemerný prírastok koncentrácie železa po trase diaľkovodu pred optimalizáciou technológie úpravy vody vzťahovaný na dĺžku

100 km dosahoval 0,11-0,17 mg/l, kým po optimalizácii len 0,03 mg/l. Rozmedzia koróznych rýchlostí pre jednotlivé odberné miesta pre porovnávané obdobia trvania koróznych skúšok 25.2.-28.10.1997 a 25.2.-26.10.1999 sú uvedené v tab. 5.

Tab. 5. Porovnanie rozmedzí koróznych rýchlostí pred (25.2.-28.10.1997) a po (25.2.-26.10.1999) optimalizácií technológie úpravy vody v ÚV Stakčín

Odborné miesto	Korózne rýchlosti [µm/rok] 25.2.-28.10.1997	Korózne rýchlosti [µm/rok] 25.2.-26.10.1999
ÚV Stakčín	45,2-77,9	31,3-55,4
VDJ Humenné	53,0-90,4	44,1-60,3
VDJ Prešov	61,2-82,7	70,0-79,9
RO Košice	42,5-105,2	10,2-54,1

Najvýznamnejší pokles koróznych rýchlostí bol práve na konci trasy diaľkovodu, kedy došlo k ich zníženiu o 35-75 % v porovnaní s hodnotami pred optimalizáciou technológie úpravy vody, pričom korózne rýchlosti v RO Košice sa pohybovali v rozmedzí 10-54 µm/rok. Na základe kategorizácie vôd podľa stupňov agresivity bola voda dopravovaná diaľkovodom Starina-Košice v sledovanom období zaradená do I.stupňa agresivity (mierne agresívne voda).

4. Prevádzkové hodnotenie agresívnych vlastností vody dopravovanej v SKV Hriňová-Lučenec-Fiľakovo s vetvou na Detvu

4.1. Stručný popis SKV a lokalizácia zariadení na korózne skúšky

Skupinový vodovod Hriňová-Lučenec-Fiľakovo s vetvou na Detvu (SKV HLF) zásobuje časti okresov Zvolen, Lučenec, Veľký Krtíš a bol vybudovaný na veľkokapacitnom povrchovom zdroji-vodárenskej nádrži Hriňová. Voda z vodárenskej nádrže sa upravovala dvojestupňovou technológiou v ÚV Hriňová. Technologická linka úpravy vody pozostávala z hydraulického rýchleho a pomalého miešania, usadzovania, filtrácie a dezinfekcie vody. Ako hlavný koagulant sa používal síran železitý a voda sa alkalizovala dávkovaním vápna na odtoku z usadzovacích nádrží. Na zdravotné zabezpečenie vody sa počas trvania koróznych skúšok používal chlór a síran amonný a v prerušovacom vodojeme Podkriváň sa pridával aj chlór. Korózne skúšky sa uskutočnili od februára 2001 do februára 2002 a zariadenia na prevádzkové hodnotenie agresívnych vlastností vody boli umiestnené v týchto miestach:

- ÚV Hriňová-surová voda
- ÚV Hriňová-upravená voda (0,0 km)
- VDJ Detva (14 km); samostatná vetva z hlav. trasy s odbočením vo VDJ Kriváň
- VDJ Kopáň (30,5 km); hlavná trasa
- VDJ Ľuboreč (46,8 km); samostatná vetva z hlav. trasy s odbočením vo VDJ Kopáň
- VDJ Poltár (47,9 km); samostat. vetva z hlav. trasy s odboč. 3,3 km pred VDJ Kopáň.

4.2. Kvalita vody v SKV HLF vo vybraných ukazovateľoch

Dpravovaná voda v SKV nedosahovala požadované presýtenie vody uhličitanom vápenatým a taktiež ani kladné indexy nasýtenia, pričom $KNK_{4,5}$ sa pohybovala v rozpätí 0,35-0,60 mmol/l, pH 6,40-8,90, $CHSK_{Mn}$ 1,1-2,2 mg/l, vápnik 8-22 mg/l, horčík 1,2-5,5 mg/l, železo 0,05-0,50 mg/l, mangán 0,03-0,10 mg/l, chloridy 1,0-4,3 mg/l, sírany 17,9-37,6 mg/l a mala nízku tlmivú kapacitu. Povrchová voda z vodárenskej nádrže Hriňová je nízko mineralizovaná voda, v ktorej nebolo možné ani prevádzkovanou dvojestupňovou úpravou vo výraznejšej miere eliminovať jej agresívne vlastnosti.

4.3. Vyhodnotenie korózných skúšok v SKV HLF

Výsledky korózných skúšok na SKV HLF s vetvou na Detvu sú uvedené v tab. 6. Z výsledkov ročného sledovania agresívnych vlastností vody vyplynulo, že v upravenej vode odtekajúcej z ÚV Hriňová dosahovali korózne rýchlosti rozmedzie 43,5-304 $\mu\text{m}/\text{rok}$ (roč. priem. 149 $\mu\text{m}/\text{rok}$), vo VDJ Detva 15,4-283 $\mu\text{m}/\text{rok}$ (roč. priem. 139 $\mu\text{m}/\text{rok}$), vo VDJ Kopáň 32,9-473 $\mu\text{m}/\text{rok}$ (roč. priem. 166 $\mu\text{m}/\text{rok}$), vo VDJ Ľuboreč 57,6-325 $\mu\text{m}/\text{rok}$ (roč. priem. 187 $\mu\text{m}/\text{rok}$) a vo VDJ Poltár 85-319 $\mu\text{m}/\text{rok}$ (roč. priem. 208 $\mu\text{m}/\text{rok}$). Možno konštatovať, že ročné priemery korózných rýchlostí po trase SKV mali stúpajúcu tendenciu.

Tab. 6. Korózne skúšky na SKV HLF s vetvou na Detvu

Obdobie korózne skúšky	Odborné miesto Korózna rýchlosť [$\mu\text{m}/\text{rok}$]				
	ÚV Hriňová uprav. voda	VDJ Detva	VDJ Kopáň	VDJ Ľuboreč	VDJ Poltár
02.-04.2001	155	103	32,9	57,6	85
04.-06.2001	43,5	89	102	158	178
06.-08.2001	142	231	156	260	268
08.-10.2001	304	283	473	325	319
10.-12.2001	187	112	181	202	218
12.2001-02.2002	62	15,4	47,6	120	182

Najnižšie korózne rýchlosti po trase SKV boli zaznamenané v zimnom období 02.-04.2001 resp. 12.2001-02.2002, v ktorých dosahovali hodnoty 32,9-155 $\mu\text{m}/\text{rok}$ resp. 15,4-182 $\mu\text{m}/\text{rok}$. Najvyššie korózne rýchlosti boli zistené v období 08.-10.2001, keď dosahovali rozpätie 283-473 $\mu\text{m}/\text{rok}$. V tomto období boli prakticky vo všetkých odborných miestach po trase SKV zaznamenané korózne rýchlosti vyššie ako 300 $\mu\text{m}/\text{rok}$ (III.stupeň agresivity-silne agresívna voda). Najefektívnejšie protikorózne opatrenie na zamedzenie vysokej agresivity vody v SKV Hriňová-Lučenec-Fiľakovov s vetvou na Detvu je doplnenie prevádzkovej technológie o rekarbonizáciu upravenej vody (stvrdzovanie vody) na ÚV Hriňová dávkovaním hydrátu vápenatého a oxidu uhličitého.

5. Prevádzkové hodnotenie agresívnych vlastností vody dopravovanej v SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina

5.1. Stručný popis SKV a lokalizácia zariadení na korózne skúšky

SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina zásobuje severnú časť Žilinského kraja vodou z vodárenskej nádrže Nová Bystrica. Voda z vodárenskej nádrže sa upravuje v ÚV Nová Bystrica, ktorá bola projektovaná ako dvojstupňová úprava s technologickými stupňami: dávkovanie síranu hlinitého, rýchle miešanie, pomalé miešanie mechanické a hydraulické, usadzovanie, dávkovanie hydrátu vápenatého, rýchlofiltrácia a dezinfekcia.

Prevádzkové hodnotenie agresívnych vlastností vody na SKV sa uskutočnilo v období od júna 2000 do júna 2001 a zariadenia boli umiestnené v týchto odborných miestach:

- ÚV Nová Bystrica-odtok upravenej vody (0,0 km)
- VDJ Krásno n. Kysucou (19 km)
- VDJ Čadca (26 km, II.vetva-7 km od rozdelenia vo VDJ Krásno n. Kysucou)
- VDJ Považský Chlmec-Žilina (49 km, I.vetva-30 km od rozdelenia vo VDJ Krásno n. Kysucou).

5.2. Kvalita vody v SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina vo vybraných ukazovateľoch

V sledovanom období sa hodnoty pH po trase SKV pohybovali v rozsahu 7,40-8,00; $\text{KNK}_{4,5}$ 1,45-2,00 mmol/l, koncentrácie vápnika 30-40 mg/l a horčíka 1,2-4,9 mg/l. Pre dopravovanú vodu z ÚV Nová Bystrica bol charakteristický nízky obsah organických látok (CHSK_{Mn} 1,1-1,7 mg/l), chloridov (1,0-6,4 mg/l) a síranov (18-25 mg/l). Koncentrácie železa po celej trase SKV sa pohybovali pod 0,1 mg/l a mangánu (< 0,06 mg/l).

5.3. Vyhodnotenie korózných skúšok v SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina

Výsledky korózných skúšok na SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina sú uvedené v tab. 7. Z výsledkov ročného sledovania agresívnych vlastností vody vyplynulo, že korózne rýchlosti vo VDJ ÚV Nová Bystrica sa pohybovali v rozpätí 32,8-53,5 $\mu\text{m}/\text{rok}$, vo VDJ Krásno n. Kysucou 23,4-51,0 $\mu\text{m}/\text{rok}$, vo VDJ Čadca 26,5-77,6 $\mu\text{m}/\text{rok}$ a vo VDJ Žilina 39,0-58,5 $\mu\text{m}/\text{rok}$. Korózne rýchlosti vo všetkých sledovaných odberných miestach sa pohybovali v I.stupni agresivity resp. na rozhraní I. a II.stupňa agresivity.

Tab. 7. Korózne skúšky na SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina

Obdobie korózne skúšky	Odberné miesto			
	Korózne rýchlosti [$\mu\text{m}/\text{rok}$]			
	VDJ ÚV N. Bystrica	VDJ Krásno n. Kysucou	VDJ Čadca	VDJ Žilina
06.- 08.2000	53,5	44,9	40,0	58,5
08.-10.2000	52,8	48,9	77,6	51,6
10.-12.2000	41,1	23,4	57,2	49,6
12.2000-02.2001	32,8	41,4	26,5	47,3
02.- 04.2001	39,3	36,2	37,3	39,0
04.- 06.2001	33,5	51,0	29,9	44,8

Zo sledovania agresívnych vlastností vody vyplynulo, že dopravovanú vodu podľa kategorizácie agresivity vody možno zaradiť do I.stupňa agresivity (mierne agresívna voda-korózne rýchlosti do 50 $\mu\text{m}/\text{rok}$), a teda nie je potrebné vykonať žiadne protikorózne opatrenia.

Záver

Vodu dopravovanú diaľkovodom Starina-Košice bolo možné stabilizovať optimalizáciou prevádzkovej technológie úpravy vody v ÚV Stakčín. Zvýšenie dávok vápna po optimalizácii 1,3-2,3 násobne v porovnaní so stavom pred optimalizáciou pre odpovedajúce dávky síranu železitého sa pozitívne prejavilo na znížení korózných rýchlostí ako aj na znížení koncentrácie železa po trase diaľkovodu.

V SKV Hriňová-Lučenec-Fiľakovo bola voda hodnotená ako stredne až silne agresívna. Najefektívnejšie protikorózne opatrenie na eliminovanie silne agresívnej vody je doplnenie prevádzkovej technológie o rekarbonizáciu vody (stvrdzovanie vody) na ÚV Hriňová dávkovaním hydrátu vápenatého a oxidu uhličitého, optimálne do upravenej vody.

Vodu dopravovanú v SKV Nová Bystrica-Čadca-Žilina možno hodnotiť ako stabilizovanú, pretože na základe kategorizácie agresivity vody bola zaradená do I.stupňa agresivity (mierne agresívna voda-korózne rýchlosti do 50 $\mu\text{m}/\text{rok}$) a v takomto prípade nie je potrebné vykonať žiadne protikorózne opatrenia.

Dosavadní zkušenosti z užití korozivzdorných ocelí na vodárenských stavbách

Ing. Richard Schejbal; Ing. Pavel Středa; Ing. Jiří Kratěna, Ph.D.;
Ing. Ladislav Sommer

SWECO Hydroprojekt a.s., Táborská 31, Praha 4

Úvod

Na řadě vodohospodářských staveb se při užití prvků z korozivzdorné oceli projeví problémy korozního nebo statického charakteru, které mají podle typu porušení různé společné jmenovatele. Těmi jsou jednotlivě nebo v různých kombinacích zejména následující faktory:

- Podcenění vlivu prostředí
- Nesprávná volba konkrétního typu oceli
- Kvalita oceli neodpovídající normativním požadavkům
- Nedostatečné (často žádné) posouzení z hlediska (statické) spolehlivosti
- Chybné technologické postupy (např. svařování)
- Nekvalitní nebo zcela chybějící postupy povrchové úpravy (moření, leštění)
- Poškození prvku nebo jeho části v důsledku jiných činností, etc.

Tento příspěvek na konkrétních příkladech z realizací demonstruje některé z uvedených problémů a nastíní minimální nutné požadavky pro návrh i provedení.

1. Užití nerezí ve vodním hospodářství a speciálně ve vodárenství v ČR

Doba běžného použití ušlechtilých korozivzdorných ocelí ve vodním hospodářství a tedy i ve vodárenství je relativně krátká. Před rokem 1990 bylo jejich užití skutečně jen výjimečné, a to jak ve stavební, tak ve strojné technologické části staveb, a omezovalo se na technologické celky, v nichž byla běžná ocel z nějakého důvodu zcela nepřijatelná. Tedy např. pro stavební prvky v tehdy budovaných ozonizacích, nebo potrubní technologické rozvody ozonu. K širšímu užití nerezí pak dochází zhruba v polovině 90. let minulého století. Větší ohled na potřeby provozovatelů, včetně snahy o minimalizaci potřebné údržby, zvýšené hygienické nároky i obrovské rozšíření dříve nedostupných materiálů v prostředí volného trhu se shodou okolností odehrály v době, kdy postupně zanikala tuzemská výroba kvalitních nerez ocelí v krachující Poldi Kladno. Dostupnost nerezí se tím, na rozdíl od zaručené kvality, nesnížila, a bylo tedy možné v projektech a následně v realizovaných vodárenských stavbách uplatnit systémovou změnu a nahradit především v technologických trubních rozvodech dříve používanou běžnou ocel nerezí. To ale vedlo k řadě teoretických i praktických otázek a ne všechny jsou dodnes spolehlivě vyřešeny. Zde se zabýváme zejména dvěma zásadními problémy – korozi prvků z korozivzdorné oceli a statickými souvislostmi užití potrubí s malou tloušťkou stěn.

2. Vliv prostředí ve vodárenství, druhy korozivzdorných ocelí a jejich vhodnost pro vodárenství

Na úpravách vody i na dalších vodárenských objektech je možné setkat se s řadou rizikových faktorů, které je nutné při návrhu i provedení respektovat. Z hlediska korozních účinků se jedná především o častý výskyt silných „oxidantů“ jako je například ozon, chlor apod. Prostředí běžné úpravny vody je tedy charakteristické relativně vysokou korozní agresivitou, obvykle stupně C4 podle ČSN EN ISO 9223. Důvodů je celá řada:

vysoká relativní vlhkost, výskyt kondenzace vody na povrchu konstrukcí, uvedené dávkování plynných oxidantů, ale i obsah sloučenin chloru ve vodě a v ovzduší, atd.

Ozon, tedy molekula kyslíku O_3 , jako nejsilnější dostupný oxidant působí na různé materiály odlišně - korozivní účinek ozónu většinou nastává od koncentrace 4,2 - 6,3 mg.m⁻³. Koncentrace ozónu ve vodě nemá být vyšší než 0,05 mg.l⁻¹, v případě vyšší koncentrace je nutné reagovat při návrhu odpovídajícím typem korozivzdorné oceli. Údaje o vlivu ozónu na korozivzdorné oceli jsou v odborné literatuře publikovány pouze výjimečně a často jsou i rozporuplné, ale obecně lze konstatovat, že podle dostupných údajů je působení ozónu na korozivzdornou ocel 1.4401 (AISI 316, ekv. P752) zanedbatelné jak ve formě vodných roztoků (pH = 3), tak i v plynné fázi. Korozivzdorné oceli jsou i konstrukčním materiálem pro výrobu generátorů ozónu, i když se obvykle jedná o typ 1.4571 (AISI 316T). Korozní odolnost v přítomnosti ozónu je u těchto ocelí vyšší než u výše legovaných ocelí s obsahem molybdenu 6 hmot. % a duplexních korozivzdorných ocelí.

Sloučeniny chloru ve všech podobách – plynný volný chlór Cl_2 , chloridy, chlornany a další – způsobují korozi korozivzdorných ocelí různých, nejčastěji lokálních forem (důlková koroze, štěrbinová koroze, korozní praskání, korozní praskání za napětí):

- v důsledku takového korozního namáhání vznikají na povrchu korozivzdorných ocelí hnědavé skvrny. Pod touto vrstvou dochází ke vzniku důlkového korozního napadení korozivzdorných ocelí, které je závažné z hlediska životnosti materiálu. Odolnost proti důlkové korozi lze u těchto korozivzdorných ocelí zvýšit legováním molybdenem,
- tvorba korozního napadení je výrazně ovlivněna drsností povrchu - povrch s drsností $R_a \sim 0,3 \mu\text{m}$ nevykazuje tendenci ke vzniku korozních skvrn, ale již vyšší drsnost $R_a \sim 1,0 \mu\text{m}$ vede v chlorem zatíženém prostředí ke koroznímu napadení.

Všechny vodní zdroje, zejména povrchové, obsahují přírodní organické látky (NOM), jejichž koncentrace, obvykle měřená jako rozpuštěný organický uhlík, DOC, se pohybuje od 0,2 až po více než 10 mg l⁻¹. Jednou z méně prozkoumaných forem korozního napadení korozivzdorných ocelí je pak tzv. mikrobiálně indukovaná koroze (MIC), která je vyvolaná biologickou činností umožňující vznik koncentračních článků. Bodová koroze může vzniknout vlivem mikrobiální aktivity v anaerobních podmínkách; vnějším projevem koroze je tvorba puchýřů, pod nimiž se nacházejí anodické plošky, zatímco katodické oblasti jsou charakterizovány relativně tenkými povrchovými vrstvami.



Obr.1: Lokální formy korozního napadení korozivzdorných ocelí

Korozivzdorné oceli na rozdíl od běžných konstrukčních „uhlíkových“ ocelí obsahují významně vyšší podíl tzv. legujících prvků, mezi které patří molybden, nikl, chrom a další, a to v různém poměru, který poté ovlivňuje vlastnosti a použití konkrétního typu oceli. Náchylnost austenitických korozivzdorných ocelí k lokálnímu koroznímu poškození je mimo jiné významně ovlivněna obsahem síry (S) – podle normy ČSN EN 10088-1 $\leq 0,015$ hmot. %; niklu (Ni) 8 – 10,5 hmot. %, ale i uhlíku (C) $\leq 0,07$ hmot. %. Často je v tomto materiálu přítomna i měď, jejíž přítomnost by podle ČSN EN 10088-1

měla být vyloučena. Zkušenosti SVÚOM s.r.o. ukazují, že v současně dodávaných korozivzdorných ocelích typu 1.4301 nebo 1.4403 se měď ve stopových množstvích vyskytuje, protože je tato ocel vyráběna z kontaminovaného šrotu.

3. Korozní problémy na stavebních (zámečnických) a technologických prvcích

Na řadě staveb se projevilo lokální korozní napadení běžných prvků, jako jsou zábradlí, poklopy, rošty a žebříky. Důvodem byla prakticky vždy kombinace více rizikových faktorů zahrnující vliv prostředí, nedokonalou povrchovou úpravu a často poškození při stavebních nebo technologických pracích v blízkosti prvků. To zahrnuje především broušení nebo svařování v blízkém okolí s dopadem štěpin nebo jisker na již namontovaný a třeba i kvalitně provedený povrch. V takových případech šlo vesměs o prvotní korozní projevy, tedy skvrny na povrchu, bez hlubších následků, a bylo možné odstranit je relativně jednoduchými postupy. Závažnější poškození je způsobováno užitím nevhodného typu oceli pro působící prostředí v kombinaci s nedokonalou povrchovou úpravou. Příkladem je koroze nerez prvků zakrytí filtrů na úpravě vody. Zakrytí velké plochy bylo navrženo ze „základního“ typu 1.4301 (ekv. 1.4307, AISI 304T). Několik měsíců byly filtry provozovány, ještě v průběhu stavby, bez jakýchkoliv viditelných známek koroze. Poté začal provozovatel v souvislosti se sezónní změnou kvality vody v povrchovém zdroji dávkovat před filtry plynný chlór a již zhruba po 2 až 3 týdnech se objevily stopy korozního porušení na většině prvků zakrytí. Poznává se, že současně došlo ke stejným projevům na trubním vystrojení uvnitř filtrů – na rozvodu pracovního vzduchu. Následně bylo nutné konstatovat nejen nevhodné užití druhu korozivzdorné oceli (možnost dávkování Cl_2 nebyla při návrhu stavby zohledněna), ale i fakt, že přímý výrobce neprováděl dostatečně předepsané moření, a rovněž významnou skutečnost, že dávka chlóru na počátku dávkování po několik dní mnohonásobně převyšovala běžnou hodnotu a byla teprve poté postupně snižována.

Na potrubích technologických vodárenských souborů se, bohužel, běžně setkáváme s dvěma typy korozních projevů. Jedny, spíše plošného charakteru, jsou způsobeny zejména dlouhodobou kondenzací vodní páry na povrchu za přítomnosti dalších korozních činidel (chlór a jeho sloučeniny). Do druhé skupiny řadíme lokální korozní jevy způsobené především technologickými nedostatky, např. svařováním nevhodnou elektrodou, neošetřením okolí svarů po jejich dokončení (přemoření a obnova pasivace), stykem dvou kovových materiálů s různým elektrochemickým potenciálem.

Jak postupovat v případě korozního porušení konstrukcí?

- v první řadě je nutné ověřit stav korozního „porušení“ konstrukce specializovanou firmou, s určením typu korozního procesu, jeho hloubky a rychlosti a zejména s důrazem na zjištění, zda porušení neohrožuje dlouhodobé využití konstrukce.
- z hlediska technického řešení existují alternativní způsoby obnovy konstrukcí, jejichž dlouhodobé využití je i přes korozní poškození ještě možné:
 - moření povrchu a obnova pasivace. Na trhu existuje řada výrobků, které uvedené úpravy povrchu konstrukce umožňují. Jedná se o kombinaci hloubkového čističe a přípravku, který by měl upravit pH povrchu do zásadité oblasti a obnovit pasivační vrstvu materiálu,
 - moření povrchu + lakování. Postup v této variantě je obdobný jako u předchozí varianty, po očištění a přemoření by konstrukce byla opatřena finálním lakem.
 - očištění konstrukce od korozních zplodin + provedení vhodného systémového nátěru konstrukce. Je nutné upozornit, že je-li prvek v kontaktu s pitnou nebo upravovanou vodou, nátěr musí být v souladu s platnou legislativou (vhodnost pro styk s pitnou vodou, to samé platí i pro případné přelakování u varianty 2).

V uvedeném případě zakrytí filtrů se volil postup obnovy pasivace. Ten, vzhledem k velikosti a členitosti konstrukce a nutnosti postupného provádění za provozu, trval skupině dělníků cca 3 měsíce. U drobných prvků jako např. zábradlí a při jen stopových projevech povrchové koroze lze docílit repasivace i po relativně krátkodobé úpravě.

4. Otázky statického působení a stability tenkostěnných potrubí

Autoři příspěvku byli přímými účastníky několika akcí, při nichž došlo k porušení části technologických potrubí z nerez, prakticky vždy v důsledku podcenění významně nižší tuhosti trubek oproti dříve užívaným trubkám z běžné oceli. Důvod pro snížení tloušťky u nerez je nasnadě – cena korozivzdorné oceli je několikanásobně vyšší, než u dříve používané oceli třídy 11, a to i pro tu nejběžnější nerez. Je tedy logická snaha o úsporná řešení, což je ve zřejmém protikladu se zvyšujícími se nároky na spolehlivost. Jako názornou ukázkou uvedeme srovnání tlouštěk dříve běžně užívaných trubek z „černé“ oceli (třídy 11) – 520x8 mm, resp. 630x10 mm – a v současnosti užívaných nerez trubek (třídy 17, obvykle 1.4301 apod.) – 520x4 a 630x5 mm. Zatímco hmotnost i průřezová plocha (jak v axiálním, tak v tangenciálním směru vzhledem k ose potrubí) se zmenší na (přibližně) polovinu, pak modul průřezu stěny trubky závislý na kvadrátu tloušťky a určující odpor proti tangenciálním ohybovým účinkům klesá na čtvrtinu. Ohybová tuhost, resp. moment setrvačnosti stěny trubního prstence, které závisí na třetí mocnině tloušťky a určují např. deformace od radiálních zatěžovacích účinků, se pak sníží na jednu osminu, tedy o 87,5%. Pro působení v obecných případech nelze pokles únosnosti nebo tuhosti tak jednoznačně vyjádřit, přesto je patrné významné snížení těchto hodnot.

S poklesem tloušťky ovšem souvisí i další prvky statického chování potrubí, obecněji jeho spolehlivosti, a to zejména stabilita tvaru. Jedná se o stav obtížně popsatelný i výpočetně vyjádřitelný, přesto významný a opět reálně velmi snížený. Důležitým, i když podceňovaným nebo i neznámým faktem je, že nerez oceli mají proti běžné oceli (tř. 11) nižší mez kluzu a tedy i hodnotu návrhové pevnosti.

Nerezová potrubí obecně je třeba považovat za válcové skořepiny lokálně podpírané a zatěžované jak běžnými statickými zatíženími – vlastní tíha, tíha a provozní přetlak náplně, vliv změn teploty (prostředí i média) – tak dalšími, z hlediska statiky mimořádnými účinky, např. od hydraulického rázu. Kromě toho jsou některá potrubí vystavena i nezanedbatelným dynamickým účinkům – např. dlouhodobým vibračním v blízkosti čerpadel s dopadem na spolehlivost při vysokocyklické únavě.

Bohužel v řadě případů dochází k podcenění problematiky spolehlivosti v nejširším smyslu a důsledkem mohou být překročení mezních stavů a porušení provozovaných potrubí. Není možné ani nutné zabývat se ve všech případech návrhem potrubí s užitím skutečně vypovídajícího modelového výpočtu, domníváme se ale, že zejména pro potrubní systémy s trubkami větších průměrů (orientačně nad 600 mm) je nutné posoudit spolehlivost systému se zahrnutím všech relevantních údajů o geometrii (prostorové vedení potrubí, vzdálenost a typ podpor, průřezové charakteristiky, vliv spojování, dilatování atd.), zatížení (tlakové poměry, dynamické účinky ovlivňující únavové mezní stavy, vliv změn teploty, případně nerovnoměrné pohyby podpor) i materiálové charakteristiky oceli. Takové řešení je možné jen s užitím sofistikovaného SW na bázi metody konečných prvků (FEM). Jen pro potrubí malých průměrů je možné použít přibližné metody vycházející z teorie prismatických prutů, tedy např. použít pro stanovení vzdálenosti podpor dosud často užívané tabulkové pomůcky.

Již řadu let se podílíme na návrhu mnoha významných vodohospodářských staveb a jejich technologických částí včetně potrubí z nerezi. Mimo vodárenství např. na posouzení potrubí průměru od 700 do 1200 mm na stavbě Nové vodní linky ÚČOV Praha. Zde bylo nutné přesvědčit zejména zahraničního člena sdružení zhotovitelů a nadřadit požadavky spolehlivosti nad snahu o co nejlevnější řešení. Pro uvedená potrubí velkých průměrů byly vytvořeny 3D modely v programu SCIA Engineering, na nichž byly ověřovány parametry chování při různé vzdálenosti podpor pro danou tloušťku. Výpočty jednoznačně prokázaly, že zhotovitelem uvažované vzdálenosti podpor (vycházející ze zjednodušených tabulek průhybů na prutovém nosníku) vedly ke značnému překročení návrhové pevnosti v lokálních oblastech uložení, a rovněž ukázaly stabilitní problémy. Výsledkem výpočtů dílčích 3D modelů bylo významné zahuštění podporového systému, následovaly pak další výpočty na celoprostorovém modelu (moduly SW spol. Dlubal) včetně vlivu teplot pro určení reakcí do stavební konstrukce.

Na základě předchozích zkušeností jsme se zabývali statickou analýzou vybraných částí potrubí velkých průměrů na akci Filtrace GAU ÚV Želivka. V rámci dopracování dokumentace jsme vytvořili 3D model části potrubí 2400x12 mm, s napojením na tři příčně vedená potrubí 1620x10 mm. Zhotovitel navrhl zejména z montážních důvodů použití potrubních spojek na propojení těchto trubek, což vedlo k výrazné změně (snížení) tuhosti. Modelový výpočet (SCIA + modul pro nelineární analýzu) prokázal nutnost lokálního zesílení na řadě míst tak, aby byly vyloučeny extrémní napětí překračující návrhovou pevnost a problémy se stabilitou tvaru. Posouzení spolehlivosti se provádělo podle soustavy Eurokódů, tedy standardů určených primárně pro stavební konstrukce. Blíže se budeme tomuto výpočtu věnovat v prezentaci.

5. Technologické možnosti pro minimalizaci vlivu korozních účinků

Pro odolnost a trvanlivost konstrukcí a prvků z korozivzdorné oceli je rozhodující návrh ze správného druhu s ohledem na reálně působící korozní účinky, tedy na vliv prostředí vyjádřený např. stupněm korozní agresivity C_x podle ČSN EN ISO 9223. Podstatný vliv ale má i navrhované a realizovaná finální povrchová úprava.

Jak bylo uvedeno výše, drsnost povrchu a/nebo případné imperfekce (vrypy apod.) mají zásadní význam pro vznik korozních jevů. V závislosti na uvažovaném korozním působení je tedy nutné navrhovat a realizovat i úpravu povrchu s požadovanou hodnotou drsnosti R_a . Plechy dodávané pro výrobu trub mohou mít zaručenou hodnotu i menší než $0,5 \mu\text{m}$, problémem jsou veškeré části ovlivněné dalším zpracováním, zejména svařováním. Ty musí být ošetřeny zvláštním technologickým postupem, kterým je současně povrch pasivován. Takto ošetřený povrch pak musí být ochráněn proti poškození při všech dalších činnostech až po uvedení souboru do provozu. Poškození pasivace je ale nutné bránit i během provozování.

Na základě některých předchozích negativních zkušeností navrhuje SWECO Hydroprojekt a.s. ve vybraných případech nadstandardní povrchovou úpravu včetně nízké hodnoty drsnosti. Největším příkladem je v současnosti realizovaná stavba Filtrace GAU ÚV Želivka, kde s ohledem na možný korozní vliv O_3 v upravované vodě i Cl_2 v prací vodě je tento požadavek uplatněn nejen na vnější líce trubek, ale pro větší profily (průměr přes 600 mm) i na vnitřní líc.

Zatím jen malé zkušenosti jsou s uplatněním nátěrových systémů (vč. lakování) na nerez potrubí. Na vystrojení rekonstruovaného vodojemu v Praze, který byl nedávno dokončen, byl na části potrubí použit speciální nátěr, jehož chování bude dlouhodobě sledováno

s ohledem na odolnost, trvanlivost i vliv na potlačení kondenzace na povrchu trubek. Zajímavé bude i srovnání investičních i provozních nákladů na různé povrchové úpravy.

6. Závěr – doporučení pro specifikaci materiálu a jeho úpravu v projektové dokumentaci

Technologická potrubí v objektech vodního hospodářství, v současnosti obvykle prováděná z korozivzdorných ocelí, jsou významnou a nákladnou částí díla. Jedná se vesměs o složité prostorové tenkostěnné systémy. Působí vždy v prostředí s vysokou vlhkostí, někdy s dalšími významnými korozními vlivy (Cl_2 , O_3 aj.). Návrhu i provedení je třeba věnovat mimořádnou pozornost a ekonomická hlediska je vždy nutné konfrontovat s požadavky spolehlivosti, korozní odolnosti, technologickými možnostmi a dalšími relevantními hledisky. Technická specifikace, obvykle v rámci zadávací projektové dokumentace by měla obsahovat vždy tyto údaje:

- Přesné označení typu korozivzdorné oceli
- Charakteristiky působícího prostředí:
 - obecně stupeň korozní agresivity podle užití normy (tedy např. C4 podle ČSN EN ISO 9223)
 - podrobnější výpis korozních faktorů, včetně uvažovaných koncentrací jednotlivých činidel ve vodě nebo v ovzduší, pokud jsou známé
- Navrhované montážní spoje, při svařování včetně požadavků na ochranu okolí, na úpravu vlastního sváru (tvar, podmínky provedení, následná úprava např. přebroušení) a na úpravu okolí ovlivněného teplotou (přemoření, repasivace)
- Požadavky na finální povrchovou úpravu (např. hodnotu drsnosti R_a) jak dílenských výrobků, tak částí prováděných in situ; v případě lakování nebo nátěrového systému včetně podmínek jejich provádění
- Významné údaje pro postup realizace, včetně požadavků na dočasnou ochranu během stavby
- Požadavky na uložení (podepření) potrubních tras, včetně mezních hodnot zatížení podpor (potažmo stavební konstrukce) a uvažované stupně volnosti v podporách
- U významných a/nebo složitých a rozměrných konstrukcí podmínky uvažované při posouzení spolehlivosti (běžná i mimořádná zatížení, mezní hodnoty napětí i přetvoření etc.)

Literatura a normy

- Vliv ozonu na korozní odolnost korozivzdorné oceli 1.4401 Technická zpráva 866/11/2017, SVÚOM s.r.o.
- Posouzení korozního prostředí Úpravný vody Želivka, Posudek 842/11/2017, SVÚOM s.r.o.
- ČSN EN ISO 9223 Koroze kovů a slitin – Korozní agresivita atmosfér - Klasifikace, stanovení a odhad
- ČSN EN ISO 12944-2 Nátěrové hmoty - Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy - Část 2: Klasifikace vnějšího prostředí
- ČSN EN 10088 -2 Korozivzdorné oceli - Část 2: Technické dodací podmínky pro plech a pás z ocelí odolných korozi pro všeobecné použití
- ČSN EN 1993-1-4 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí. Část 1-4: Obecná pravidla – Doplňující pravidla pro korozivzdorné oceli

Súčasný stav a potreba modernizácie ÚV Rozgrund

prof. Ing. Danka Barloková, PhD.¹⁾; prof. Ing. Ján Ilavský, PhD.¹⁾;
Dpt. Viliam Šimko²⁾; Ing. Ondrej Kapusta³⁾

- 1) Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 810 05 Bratislava, [danka.barloková@stuba.sk](mailto:danka.barloкова@stuba.sk), jan.ilavsky@stuba.sk
 - 2) Vodatech, Račianske mýto 10990/1C, 831 02 Bratislava, Simko.voda@gmail.com
 - 3) Stredoslovenská vodárenská spoločnosť, a.s., Partizánska cesta 5, 974 01 Banská Bystrica, kapusta.ondrej@stvs.sk
-

Abstrakt

Článok sa zaoberá problémami úpravne vody Rozgrund, ktorá je v súčasnosti mimo prevádzky vzhľadom na nevyhovujúcu technológiu (pach vody u spotrebiteľa), samotný technický stav ale i zhoršujúcu kvalitu vody vo vodárenskej nádrži v určitom období roka (pri zvýšených teplotách dochádza k premnoženiu organizmov a rias). Riešenie tejto situácie si vyžaduje modernizáciu úpravne vody tak, aby bol naplnený cieľ smernice 98/83/ES, ktorým je ochrániť ľudské zdravie pred nepriaznivými účinkami akejkoľvek kontaminácie vody určenej na ľudskú spotrebu..

Úvod

Slovenská republika, je krajinou, ktorá vo väčšej miere využíva podzemné vody ako zdroj kvalitnej pitnej vody, približne len 16 % z celkového množstva vody dodávanej do verejných vodovodov predstavujú vody z povrchových zdrojov. Na základe kvality odoberanej vody je vodu potrebné upraviť tak, aby splnila požiadavky kladené na pitnú vodu, ktoré sú uvedené vo Vyhláske MZ SR č. 247/2017. Z celkového počtu vybudovaných úpravní 121 je 65 pre úpravu povrchových vôd, z toho osem úpravní upravuje vodu z vodárenských nádrží: Hriňová, Klenovec, Málinec, Turček, Rozgrund, Nová Bystrica, Bukovec a Starina. Najväčšou nádržou z hľadiska objemu je VN Starina – 47.0 mil. m³ a najmenšou VN Rozgrund – 0,5 mil. m³, najmladšou je VN Turček – 1998 a najstaršou VN Rozgrund - 1744.

Z histórie Štiavnických Tajchov

Tajch Veľká Vodárenská vzdialený iba 15 minút chôdze z Námestia sv. Trojice v Banskej Štiavnici bol prvou umelou vodnou nádržou na území Slovenska vybudovanou v roku 1510. Slúžil ako zásoba pitnej vody pre Banskú Štiavnicu a zdroj vody pri požiaroch. K rozsiahlej výstavbe tajchov došlo však až zásluhou “energetickej krízy” v prvej polovici 18. storočia.

Na prelome 17. a 18. storočia boli v štiavnických vrchoch vybudované nádrže, ktoré sa stali súčasťou neuveriteľného vodného diela - Štiavnické tajchy - viac ako 60 vodných nádrží vzájomne poprepájaných, za účelom získania energetických zdrojov na ťažbu a úpravu rúd. Významnú úlohu v návrhoch i v samotnej výstavbe tajchov zohral banský strojmajster a konštruktér Matej Hell (1651-1743) a jeho syn. Pokračovateľom stavieb Hellovcov bol vynikajúci matematik, kartograf, geodet a cisársko-kráľovský geometer stredoslovenských banských miest Samuel Mikovíni (1686-1750). Na základe jeho projektu, ktorý vypracoval v roku 1741, bol pod jeho vedením v rokoch 1743 - 1744 zrealizovaná výstavba nádrže Rozgrund. Po ukončení banskej činnosti v Rozgrunde, na Bankách a vo Vyhniach voda z vodnej nádrže – z tajchu Rozgrund slúžila pre potreby továrne Karola Kachelmanna vo Vyhniach a tiež ako zdroj pitnej vody pre Banskú Štiavnicu.

Až do vybudovania priehrady Meurad v Alžírsku v rokoch 1855 - 59, to znamená 111 rokov, sa vodná nádrž Rozgrund pokladala za najodvážnejšiu zemitú vodnú nádrž na svete, čím sa potvrdila technická vyspelosť jeho realizátorov. Dokonca z hľadiska dnešných požiadaviek je mimoriadne progresívnou technickou stavbou ovzdušneného aj návodného svahu. Sklon na návodnej strane je 1:1,5 m a sklon na návzdušnej strane je 1:1,25 - 1:75.

Až do polovice 19. storočia patrilo nádrži Rozgrund tretie miesto vo výške hrádze medzi bankskými nádržami postavenými v Európe. Druhé a prvé miesto obsadili hrádze z okolia Banskej Štiavnice - vodná nádrž Veľká Richňava a Počúvadlo.

Po ukončení banskej činnosti v Rozgrunde, na Bankách a vo Vyhniach voda z vodnej nádrže – z tajchu Rozgrund slúžila pre potreby továrne Karola Kachelmanna vo Vyhniach a tiež ako zdroj pitnej vody pre Banskú Štiavnicu.

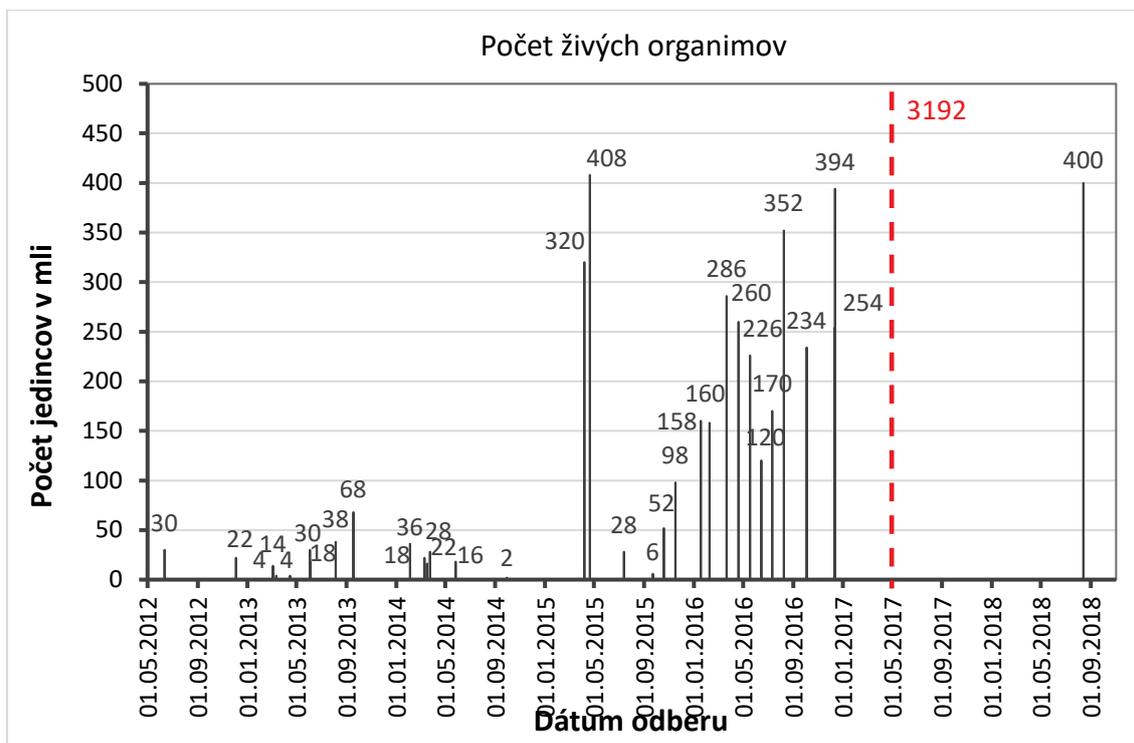
Využitie vodnej nádrže Rozgrund ako rezervoáru pitnej vody, bolo povolené v roku 1918 kedy v júni 1918 bola povolená výstavba Rozgrundského vodovodu a podľa údajov bankského riaditeľstva z roku 1919 bolo povolené čerpať 60 000 m³ vody za rok po dobu 6 rokov. V decembri roku 1927 vtedajšie Ministerstvo verejných prác v Bratislave vypracovalo odborný posudok v znení aby správa mesta vypísala verejnú súťaž na vyhodnotenie generálneho projektu na dodávanie vody z vodnej nádrže Rozgrund a ostatných prameňov, ako aj projektu na opravu existujúcej rozvodnej vodovodnej siete pre mesto Banská Štiavnica.

Vodárenská nádrž rozgrund

Vodárenská nádrž Rozgrund, ktorá je našou najstaršou vodárenskou nádržou daná do prevádzky v roku 1744 bola donedávna zdrojom kvalitnej pitnej vody pre mesto Banská Štiavnica a jej okolie. Kvalita vody odoberaná z vodárenskej nádrže sa mení a kolíše podľa zmeny ročných období, ktoré ovplyvňujú teplotu vody v nádrži a tá následne ovplyvňuje biologickú aktivitu, čím sa menia vstupné podmienky pre úpravu vody. Z hľadiska posúdenia fyzikálno-chemických ukazovateľov sa kvalita vody len mierne zhoršuje. Farba vody v dlhodobom priemere neprevýšila hodnotu 20 mg/l Pt. Výnimkou je rok 2013 kedy v marci a apríli boli namerané hodnoty 69 a 26 Pt/l. Zákal vody sa pohybuje v intervale 1,0 – 2,0 NTU, v roku 2013 bol nameraný zákal v marci a apríli 5,8 až 3,3 NTU. Oxidovateľnosť vyjadrená ako ChSK_{Mn} v dlhodobom priemere vykazuje hodnoty 2,0 – 2,5 mg/l. Proces eutrofizácie ako dôsledok ľudskej činnosti nie je v prípade vodárenskej nádrže Rozgrund dominantný a určite je minimálny. Voda v nádrži Rozgrund bola v rámci prác zameraných na modernizáciu úpravne vody oživená hlavne organizmami : Cyclotella, Hanea, Dinobryon, pričom sumárny počet dosahoval 150 až 400 organizmov/ml. V máji 2017 bola zistená prítomnosť viac ako 3.000 organizmov v ml. Oživenie vody v priebehu rokov 2012 – 2018 je uvedené na **obr. 1**.

Je samozrejmé, že ako každá nádrž i táto starne či už z prirodzených príčin či z príčin zasahovania ľudskou činnosťou. Jedná sa o takzvanú „vrcholovú“ vodárenskú nádrž a čo sa týka zasahovania vyplývajúceho z ľudskej činnosti je možné na dnešné pomery hovoriť o minimálnom zásahu.

Úpravňa vody Rozgrund, v ktorej bola voda z tejto vodárenskej nádrže upravovaná musela byť však na jeseň v roku 2015 odstavená z prevádzky. Dôvodom bola zhoršená kvalita vody na výstupe z úpravne vody.



Obr. 1 Oživenie vo vodárenskej nádrži vyjadrené počtom jedincov v 1 ml vody v priebehu rokov 2012 - 2018

V súčasnosti je zásobovanie obyvateľstva Banskej Štiavnice a okolia riešené z vodárenskej sústavy Pohronského skupinového vodovodu, z ktorého je voda niekoľkonásobne čerpaná, čím sa podstatne zvyšujú prevádzkové náklady.

Úpravňa vody Rozgrund

Objekt úpravne vody Rozgrund bol daný do prevádzky v roku 1992, slúži nielen na úpravu vody z nádrže ale aj prečerpávanie upravenej vody do vodojemu Červená Studňa (objem vodojemu je 650 m³). Projektovaný výkon úpravne vody je 14 l/s.

Technológia úpravy vody bola navrhnutá ako jednostupňová úprava (**obr. 2**):

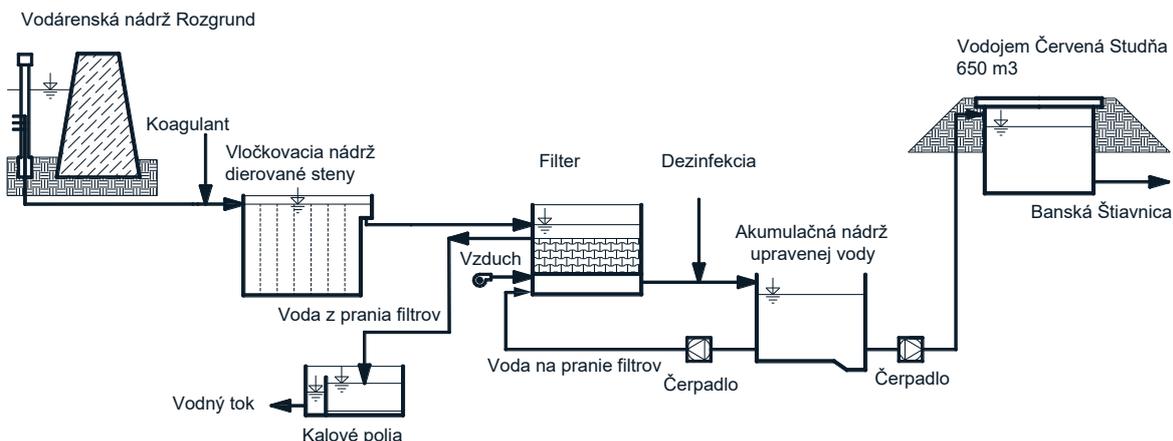
- čerpanie vody z vodárenskej nádrže Rozgrund,
- dávkovanie hlinitého koagulantu do potrubia surovej vody
- pomalé miešanie pomocou 4 dierovaných stien,
- dávkovanie hydrátu vápenatého do potrubia surovej vody a do potrubia upravenej vody,
- otvorené pieskové filtre 3 ks,
- zdravotné zabezpečenie upravenej vody chlórom,
- prečerpávanie upravenej vody do vodojemu Červená Studňa.
- akumulácia použitej práce vody.

Nedostatky v technológii úpravy vody:

Homogenizácia je veľmi dôležitý proces k dosiahnutiu účinnej úpravy vody v ďalších separačných stupňoch, predstavuje rýchle a dokonalé zmiešanie surovej vody s koagulantom. Homogenizácia prebieha súčasne s perikinetickou fázou koagulácie, zmiešanie musí byť veľmi rýchle v priebehu niekoľko desiatok sekúnd v závislosti od zariadenia rýchleho miešania. No v úpravni zariadenie *rýchleho miešania nie je*, čo je vlastne prvý stupeň tvorby filtrovateľnej suspenzie..

Pomalé miešanie: pomalé miešanie je potrebné v rámci modernizácie tejto úpravne zefektívniť, nakoľko miešanie dierovanými stenami je neúčinné. Dierované steny v prípade modernizácie úpravne budú nahradené mechanickými miešadlami, ktoré budú vložené do pôvodných nádrží pomalého miešania.

Otvorené filtre: na základe doteraz rozpracovaných poloprevádzkových skúšok bude vybraný najvhodnejší filtračný materiál. V rámci rekonštrukcie otvorených filtrov budú medzidná nahradené drenážnym systémom. A do technológie na základe výsledkov poloprevádzkových meraní doplniť i filter s granulovaným aktívnym uhlím.



Obr. 1 Technologická schéma úpravne vody Rozgrund

Záver

V súčasnosti je snaha o opätovné využívanie povrchovej vody z VN Rozgrund na zásobovanie Banskej Štiavnice, obce Banky a obce Vyhne, poloprevádzkovými experimentami nájsť najvhodnejšie riešenie pre modernizáciu tejto úpravne. Vek úpravne sa nepodpisal na nedostačujúcej účinnosti úpravy vody, tú spôsobujú chýbajúce prvky v technológii, akými je napríklad rýchle miešanie, možnosť odstraňovať zápach, nevyhovujúci spôsob pomalého miešania, atď., Návrh modernizácie úpravne vody si vyžaduje poloprevádzkové experimenty, odskúšanie rôznych technológií, filtračných materiálov a prispôbiť technológiu kvalite vodného zdroja (v tomto prípade riešiť problematiku hydrobiológie a zápachu vody).

PodĎakovanie

Článok bol pripravený za finančnej podpory projektu APVV-15-0379.

Literatúra

- [1] <https://www.banskastiavnica.travel/co-vidiet/stiavnicke-tajchy/ako-vznikli-tajchy/>
- [2] Ilavský, J., Barloková, D.: a kol.: Modernizácia veľkých úpravní vôd v podmienkach Slovenska. In: Pitná voda 2015, Trenč. Teplice, SR, 5-8.10.2015. Vodatím s.r.o, Bratislava 2015, s.55-62. ISBN 978-80-971272-3-7.
- [3] Pelikán, P., Buchlovičová, J.: Modernizácia úpravní vôd v Slovenskej republike. In: Sborník XX. mezinárodní konference Voda Zlín 2016, Zlín, ČR, 17.-18.3.2016, ISBN 978-80-905716, s. 47-52.
- [3] Šimko V.: Zásobovanie pitnou vodou v SR – zabezpečenie kvality a technológia úpravy vody. In: Sborník XI. mezinárodní konference Voda Zlín 2007, Zlín, ČR, ISBN 978-80-239-8740-9, s. 23-26.

Poloprevádzkové skúšky v UV Rozgrund

prof. Ing. Ján Ilavský, PhD.¹⁾; prof. Ing. Danka Barloková, PhD.¹⁾;
Dpt. Viliam Šimko²⁾; Ing. Ondrej Kapusta³⁾

- 1) Katedra zdravotného a environmentálneho inžinierstva, Stavebná fakulta STU, Radlinského 11, 810 05 Bratislava, jan.ilavsky@stuba.sk, [danka.barloková@stuba.sk](mailto:danka.barloкова@stuba.sk)
 - 2) Vodatech, Račianske mýto 10990/1C, 831 02 Bratislava, Simko.voda@gmail.com
 - 3) Stredoslovenská vodárenská spoločnosť, a.s., Partizánska cesta 5, 974 01 Banská Bystrica, kapusta.ondrej@stvs.sk
-

Abstrakt

Cieľom tohto článku je zhodnotiť výsledky poloprevádzkových experimentov na úpravni vody Rozgrund a uviesť poznatky z jednotlivých sledovaných technológií. Bola odskúšaná klasická úprava povrchovej vody z VN Rozgrund s tromi rozdielnymi filtračnými náplňami, klasická úprava vody spolu s filtráciou cez granulované aktívne uhlie (Norit 830), ultrafiltrácia použitím plne automatizovaného zariadenia s membránovým modulom UA-640 (Microdyn-Nadir) a tiež ultrafiltrácia spolu s filtráciou upravenej vody cez granulované aktívne uhlie. Bola vyhodnotená účinnosť jednotlivých technológií a navrhnuté alternatívne spôsoby úpravy vody pre plánovanú modernizáciu UV Rozgrund.

Úvod

Pre zásobovanie časti Banskej Štiavnice bola v roku 1992 uvedená do prevádzky úpravňa vody Rozgrund. Zdrojom vody pre úpravňu vody je vodárenská nádrž s rovnakým názvom Rozgrund.

V roku 2015 bola úpravňa vody odstavená z prevádzky z dôvodu zápachu vody v upravenej vode v rozvodnej sieti. Do odstavenia úpravne vody pracovala technologická linka len na princípe priamej filtrácie a zdravotnom zabezpečení vody dávkovaním plynného chlóru. V kritickej situácii s pachom bolo snahou prevádzkovateľa vodu upraviť, do vody sa dávkoval koagulant PAX-18, aj práškové aktívne uhlie. Následne bola časť Banskej Štiavnice napojená na Pohronský skupinový vodovod, čo si vyžaduje viacnásobné prečerpávanie vody.

V súčasnosti je snaha o opätovné využívanie povrchovej vody z VN Rozgrund na zásobovanie Banskej Štiavnice, obce Banky a obce Vyhne. Návrh modernizácie úpravne vody si vyžadovalo poloprevádzkové experimenty, odskúšanie rôznych technológií, filtračných materiálov atď., a prispôsobiť technológiu kvalite vodného zdroja.

Kvalita vody sa z dlhodobého hľadiska veľmi nemení, voda je relatívne kvalitná, bez vplyvu ľudskej činnosti. pH vody v období 2012-2019 bola v intervale 6,97 až 8,23, teplota vody 2,8 až 24,1. Farba vody v dlhodobom priemere neprevýšila hodnotu 20 mg/l Pt. Výnimkou je rok 2013 kedy v marci a apríli boli namerané hodnoty 69 a 26 mg/l Pt. Zákal vody sa pohybuje v intervale 1,0 až 3,0 NTU, v roku 2013 bol nameraný zákal v marci a apríli 5,8 až 3,3 NTU. CHSK_{Mn} v dlhodobom priemere vykazuje hodnoty 1,4 až 2,9 mg/l, v jednom prípade bola hodnota až 3,56 mg/l. Vzhľadom na stárnutie nádrže a proces eutrofizácie bol zistený nárast živých organizmov na 150 až 400 organizmov/ml.

Experimentálna časť

Experimentálna časť práce popisuje postup poloprevádzkových experimentov a dosiahnuté výsledky účinnosti použitých technológií pre danú kvalitu vody.

Poloprevádzkové experimenty boli zamerané na:

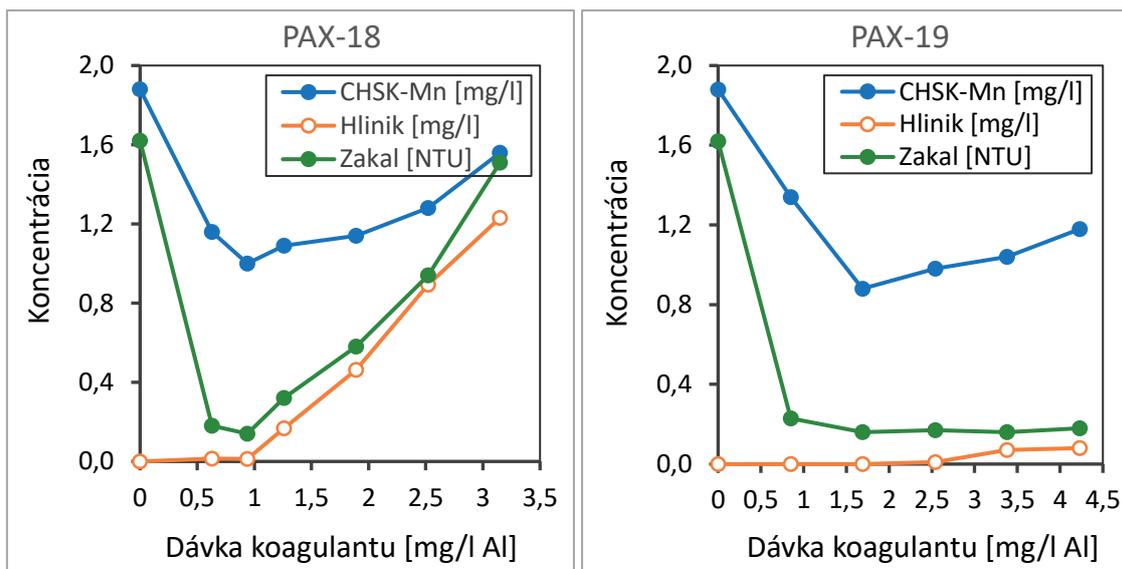
- klasickú jedностupňovú úpravu vody s použitím rôznych filtračných materiálov,
- klasickú jedностupňovú úpravu vody doplnenú o filtráciu cez GAU,
- poloprevádzkové skúšky s využitím ultrafiltrácie,
- poloprevádzkové skúšky s využitím ultrafiltrácie za ktorou bola zaradená filtrácia cez granulované aktívne uhlie.

V tab. 1 je uvedený fyzikálno-chemický rozbor vody na vstupe do úpravne počas poloprevádzkových skúšok. Prípravné práce a montáž jednotlivých technológií začali už v lete 2018, samotné poloprevádzkové skúšky od 8.10.2018 do 13.12.2018

Tab. 1 Kvalita vody na vstupe do UV Rozgrund počas experimentov

Parameter	Jednotka	Vzorka SV	Parameter	Jednotka	Vzorka SV
pH		7,69	chloridy	mg/l	8,01
vodivosť	mS/m	15,3	dusičnany	mg/l	3,12
CHSK _{Mn}	mg/l	2,4	sírany	mg/l	34,61
TOC	mg/l	0,96	fluoridy	mg/l	0,27
zákal	NTU	2,94	fosforečnany	mg/	0,06
farba	mg/l	11	Fe	mg/l	0,03
KNK _{4,5}	mmol/l	0,922	Mn	mg/l	0,001
ZNK _{8,3}	mmol/l	0,047	amoniak	mg/l	0,02
RL	mg/l	120	sodík	mg/l	10,55
NL	mg/l	1,5	vápnik	mg/l	27,72
Ca+Mg	mmol/l	0,922	horčík	mg/l	5,6

Pred začiatkom poloprevádzkových skúšok boli urobené koagulačné skúšky, pričom boli porovnávané 2 hlinité koagulanty PAX-18 a PAX-19. Dôvodom je skutočnosť, že sa jedná o jedностupňovú úpravu vody.



Obr. 1 Výsledky koagulačných skúšok z pohľadu CHSK_{Mn}, hlinika a zákalu

Pri porovnaní technologických efektov na základe vykonanej skúšky koagulant PAX-19 sa javí účinnejší pri dávke 0,85 až 1,69 mg/l hliníka, pričom filtrovaná voda neobsahovala žiadny hliník. Pri použití optimálnej dávky PAX-18 t.j. 0,94 mg/l hliníka bol v upravenej vode stanovený hliník v množstve 0,012 mg/l. Pre ďalšie experimenty bol použitý PAX-18 a navrhnutá dávka 0,75 mg/l Al.

Výsledky a diskusia

Poloprevádzkové skúšky (A) zamerané na klasickú jednostupňovú technológiu úpravy vody vychádzali z pôvodnej technológie na UV Rozgrund, Výkon poloprevádzkového zariadenia bol cca 0,3 l/s. Koagulant PAX-18 bol dávkovaný medzi 2 clony, následná homogenizácia sa uskutočnila použitím rýchlomiešača. Nasledovalo pomalé miešania v troch samostatných sekciách s mechanickým miešaním pri rýchlosti miešania 60, 40 a 20 otáčok za minútu. Voda cez rozdeľovací objekt ďalej gravitačne natekala na 3 filtre z plexiskla o priemere 300 mm a výške 2,7 m. Zloženie filtračných náplní bolo nasledovné:

- filter F1 piesok z prevádzkového filtra (výška náplne 140 cm)
- filter F2 dvojmateriálová náplň Filtralite MonoMultiFine (výška náplne 140 cm)
- filter F3 dvojmateriálová náplň: 70 cm piesku FP1 + 70 cm filtračné uhlie

V rámci skúšky A boli urobené tri filtračné cykly s celkovou dĺžkou 108 hodín. Komplexné merania boli urobené u filtračného cyklu 1 a 2. Tretí cyklus bol zameraný len na overenie kvality filtrovanej vody v závislosti na dobe filtrácie. Z toho dôvodu boli v treťom filtračnom cykle merané len nasledovné ukazovatele: farba, zákal, $CHSK_{Mn}$ a hliník.

Filter F1 s filtračným materiálom z prevádzkového filtra z úpravne, ktorý bol odobraný cca 500 mm pod hladinou piesku bol v prevádzke 90 hodín, až po tomto čase, kedy bola vyčerpaná kalová kapacita náplne v prefiltrovannej vode bola stanovená hodnota hliníka 0,22 mg/l Al. Zrnitosť piesku pôvodnej náplne sa v súčasnosti pohybuje v rozmedzí 0,7- 2,0 mm čo viedlo k miernemu zvýšeniu kalovej kapacity náplne v modelovom filtri.

Filter F2 bol naplnený filtračnou náplňou s označením Filtralite MonoMultiFine, ide o materiál vyrábaný v Nórsku. Na poloprevádzkové skúšky ho dodala firma EnviPur. Výrobcom je firma Saint-Gobain Byggevarer a.s. Jedná sa o filtračnú náplň, ktorá pozostáva z dvoch rôznych zrnitostí a merných hmotností.

Filter F3 bol naplnený dvomi filtračnými materiálmi – kremičitým pieskom (PR 05-1) s výškou vrstvy 70 cm a 70 cm vrstvou s materiálom Carboziar (kalcinovaný antracit zrnitosti 1,0 – 2,0 mm).

Pri hodnotení efektu filtrácie resp. odstraňovaní či znižovaní nežiadúcich komponentov sa správajú oba filtre F2 a F3 približne rovnako. Malé rozdiely neumožňujú zodpovedne sa vyjadriť, ktorý materiál je lepší. Faktom zostáva, že potreba vody na pranie je u materiálu Filtralite nižšia, problémom môže byť vyšší oter pri praní.

Filtračné cykly u filtrov F2 a F3 končili po 108 hod. filtrácie pričom sa nezhoršila kvalita vody, ale sa vyčerpaná kalová kapacita a skôr filter F3 sa dostával do podtlaku. Tento poznatok je získaný z hodnôt filtračného odporu. Pri sledovaní kvality vody boli analyzované tieto parametre: pH, teplota vody, zákal, farba, $KNK_{4,5}$, $CHSK_{Mn}$, hliník, počet a veľkosť častíc a hydrobiológia.

Pri klasickej jednostupňovej úprave vody (s využitím filtra F3) doplnenej o filtráciu cez granulované aktívne uhlie (Norit 830) sa vyhodnocovala kvalita filtrovanej vody pred a po prechode granulovaným aktívnym uhlím (skúška B), oproti skúške A bol stanovený aj parameter TOC (kvôli pachu).

Klasickej úpravou vody sa dosiahla účinnosť zníženia CHSK o 75,4% pri filtri F2 (Filtralite) a 75,6% pri filtri F3, ak za filter F3 zaradíme filtráciu cez GAU účinnosť sa pohybuje na úrovni 90,5%. Rozdiel medzi vodou po klasickej úprave (po filtri F3) a po prechode cez GAU predstavovalo 24,7%-né zníženie hodnoty TOC.

Je potrebné zdôrazniť význam prania nového materiálu GAU a rovnako aj dostatočne dlhé zmáčanie tak, ako odporúča výrobca. Podľa výrobcu je potrebné preprať nové granulované aktívne uhlie 10 až 20 násobným objemom vody na jeden objem filtra.

Na tretí poloprevádzkový experiment (C) bolo použité plne automatizované ultrafiltračné zariadenie s membránovým modulom UA-640 (Microdyn-Nadir) s riadiacim systémom, meraním transmembránového tlaku, spätným preplachom membrány vodou a vzduchom, s možnosťou chemického prania.

Tab. 2 Špecifikácie modulu UA-640:

Typ membrány	modul s dutými vláknami	Maximálny prietok	do 1,3 m ³ /h
Priemer vlákien	OD/ID: 2,1 mm/1,1 mm	Maximálny transmembránový tlak	1 bar
Materiál membrány	PAN - polyakrylnitril		
Veľkosť pórov	0,025 µm	Max. tlak modulu	2 bar
Plocha membrány	16 m ²	Priemer modulu	168 mm
Typ filtrácie	priama filtrácia	Dĺžka modulu	1210 mm
Regenerácia	vodou a vzduchom	Maximálny zákal	300 NTU

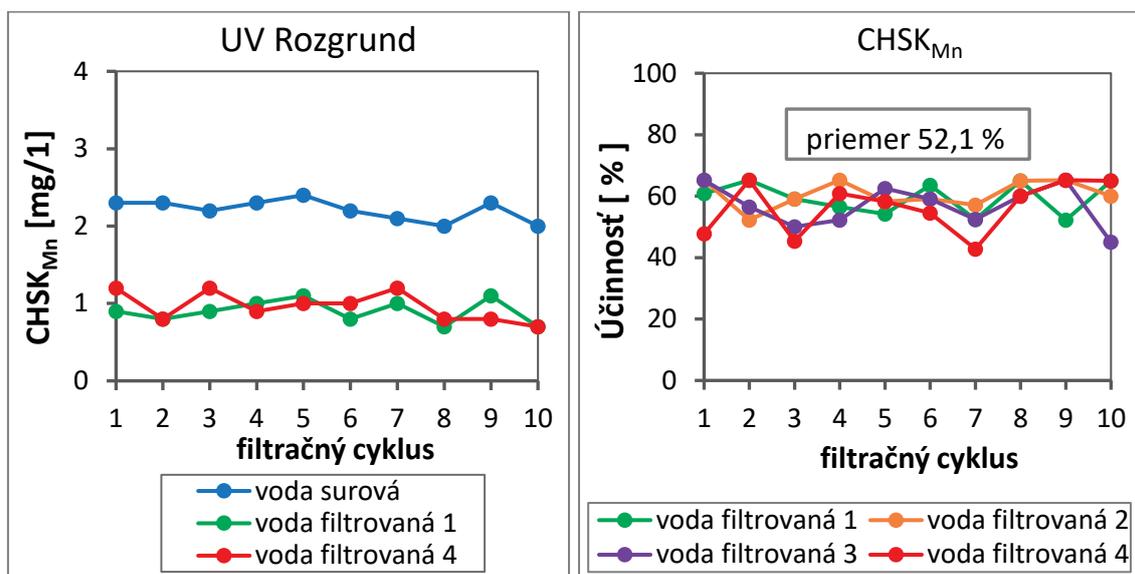
Celkovo bolo spracovaných 10 samostatných skúšok (cyklov). Každá skúška trvala 30 minút. Takto bol nastavený čas medzi jednotlivými prániami samotnej membrány.

Odber vzoriek z jednotlivých cyklov bol nasledovný:

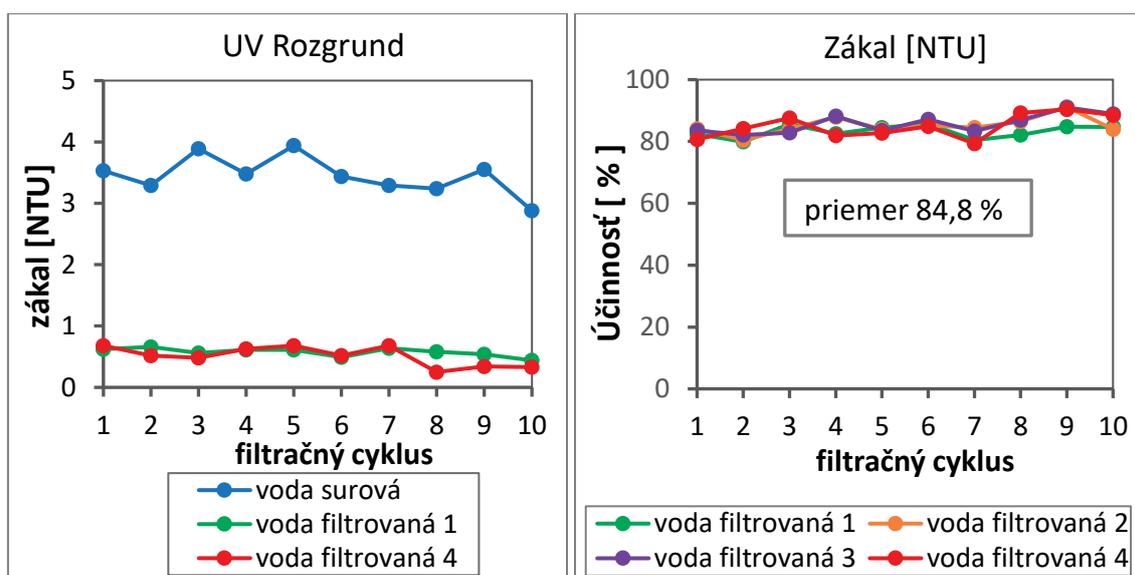
- voda filtrovaná (vzorka č.1) - 15 sekúnd po ukončení prania
- voda filtrovaná (vzorka č.2) - po 10 minútach prevádzky
- voda filtrovaná (vzorka č.3) - po 20 minútach prevádzky
- voda filtrovaná (vzorka č.4) - po 30 minútach prevádzky, resp. tesne pred ďalším práním membrány.

V rámci každého cyklu bola odobraná surová voda pred membránou, filtrovaná voda za membránou a odtekajúca odpadová voda z prania (zachytením do vedra), pričom cyklus prania trval len 10 – 12 sekúnd. K analýze sa použila priemerná vzorka. Celkovo bolo spracovaných 30 cyklov. Na analýzu sa použil každý tretí cyklus. Experiment s ultrafiltráciou trval cca 15 hod. Vo vzorkách boli analyzované tieto parametre: teplota vody, pH, vodivosť, KNK_{4,5}, CHSK_{Mn}, zákal, farba, rozpustné a nerozpustné látky (pri 105 °C). Počas prevádzky ultrafiltrácie bolo urobené aj jedno hydrobiologické vyšetrenie. V rámci štvrtého poloprevádzkového experimentu (D) bola k ultrafiltrácii pridaná filtrácia cez GAU, postup bol rovnaký ako v prípade skúšky C, počas prevádzky bola sledovaná kvalita surovej vody, vody po ultrafiltrácii a pred filtrom GAU a po filtrácii použitím GAU. Okrem analyzovaných parametrov zo skúšky C bol tiež použitý on-line analyzátor na meranie počtu a veľkosti častíc.

Na obr. 2 a 3 je ukázaná účinnosť ultrafiltrácie pri úprave vody z VN Rozgrund, Na obrázkoch je uvedená koncentrácia surovej a filtrovanej vody, priemerná hodnota účinnosti vody po ultrafiltrácii (spolu 10 cyklov).



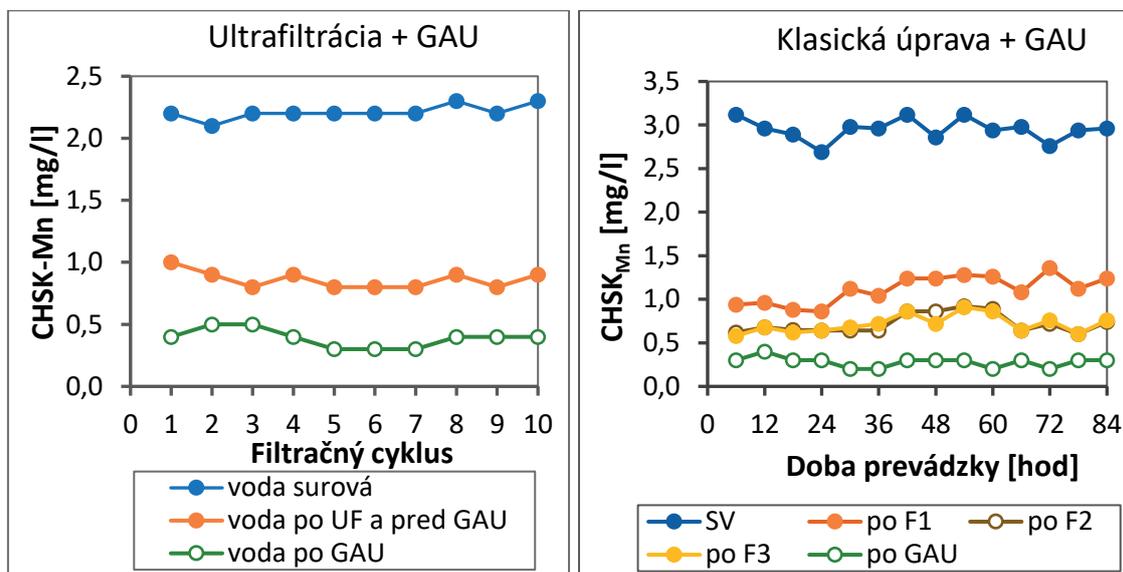
Obr. 2 Priebeh koncentrácie CHSK_{Mn} počas 10 cyklov ultrafiltrácie (vľavo) a účinnosť odstraňovania organických látok (CHSK_{Mn}) z vody ultrafiltráciou (vpravo)



Obr. 3 Priebeh zákalu počas 10 cyklov ultrafiltrácie (vľavo) a účinnosť znižovania zákalu ultrafiltráciou (vpravo)

Na základe všetkých cyklov je možné konštatovať, že ultrafiltráciou dochádza k miernemu zníženiu vodivosti, miernemu zvýšeniu pH vody, účinnosť odstraňovania zákalu a farby vody sa pohybuje na úrovni 84,8% a 95%. Zaujímavým výsledkom je viac ako 52% zníženie CHSK. Predpokladáme, že ide o odstraňovanie humínových látok z vody, nakoľko v odpadovej (pracej) vode došlo k výraznému zníženiu hodnoty pH (6,8-6,9) a výraznému zvýšeniu CHSK_{Mn} (10-12 mg/l).

Úpravou vody použitím ultrafiltrácie a filtra s granulovaným aktívnym uhlím sa dosiahla až 82,6% účinnosť odstránenia organických látok vyjadrených parametrom $CHSK_{Mn}$. Rozdiel medzi vodou po ultrafiltrácii a po prechode cez GAU predstavovalo 17,5 %-né zníženie v parametri TOC.



Obr. 4 Priebeh hodnoty $CHSK_{Mn}$ pri úprave vody ultrafiltráciou v spojení s GAU (vľavo) a pri klasickej technológii úpravy vody a po zaradení filtra s GAU (vpravo)

Záver

Na základe poloprevádzkových skúšok bude ultrafiltrácia a filter s GAU navrhnuté ako jedna z alternatív celkovej modernizácie UV Rozgrund. Druhou alternatívou je použitie klasickej jednostupňovej úpravy vody s dvojmateriálovým filtrom piesok a antracit, s tým, že v obidvoch alternatívach bude použitý koagulant PAX-18. Pre danú kvalitu vody je potrebné uvažovať aj so znižovaním agresivity vody a zvyšovaním tvrdosti vody. Na dezinfekciu je navrhnuté UV žiarenie a dávkovanie plynného chlóru.

PodĎakovanie

Príspevok vznikol vďaka podpore OP Výskum a vývoj pre dopytovo orientovaný projekt: Centrum excelentnosti integrovanej protipovodňovej ochrany územia ITMS 262401200004, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Experimenty boli uskutočnené za finančnej podpory projektu APVV-15-0379.

Nové postupy v řízení ÚV ve vazbě na aplikaci normy ISO ČSN 27000 (na příkladu ÚV Lednice)

Ing. Jiří Kašparec¹⁾; Ing. Pavlína Vlková²⁾; Ing. Milan Lindovský, Ph.D., MBA¹⁾

1) VAE CONTROLS Group, a.s. Ostrava

2) Vodovody a kanalizace Břeclav, a.s.

Úvodem

Vodárenství je zařazeno mezi strategická odvětví kritické infrastruktury českého státu. To sebou nese řadu povinností, mimo jiné i plnění požadavků zákona o kybernetické bezpečnosti. Tyto požadavky mohou být naplněny mimo jiné i certifikací společnosti dle norem řady ČSN ISO 27000. Do současnosti je však aplikace těchto norem do konkrétních podmínek vodárenských společností často opomíjena. Tím se vytváří bezpečnostní rizika ohrožení plynulosti dodávek pitné vody obyvatelstvu. Přednáška seznamuje účastníky konference s problematikou řízení úpraven vod nejenom z hlediska nových postupů jejich automatizace řízení, ale zejména dopadu aplikace norem ČSN ISO 27000 o kybernetické bezpečnosti do této oblasti. Současně bude tato problematika názorně interpretována na příkladu rekonstruované ÚV Lednice.

Kybernetická bezpečnost vodárenských sítí

Oblastmi kritické infrastruktury ČR jsou energetika, vodní hospodářství, potravinářství a zemědělství, zdravotní péče, doprava, komunikační a informační systémy, bankovní a finanční sektor, nouzové služby a veřejná správa. Hlavní význam kritické infrastruktury je v zajištění bezpečnosti státu, fungování ekonomiky, výrobních a nevýrobních systémů a služeb, fungování veřejné správy a zabezpečení základních životních potřeb obyvatelstva státu. Její narušení, tj. omezení činnosti, provozu, služeb by mělo negativní dopady hospodářské, politické, sociální, psychologické a ekologické na fungování státu. Vodárenské provozovatelské společnosti nemusí nutně patřit mezi subjekty kritické infrastruktury. Je však nutno brát do úvahy vyhlášku č. 437/2017 Sb. o kritériích pro určení provozovatele základní služby, která definuje provozovatele základní služby pro oblast vodárenství následovně.

Speciální kritéria:

- Výroba, dodávka nebo distribuce pitné vody
- Čistírna odpadních vod
- Úpravna vody
- Provoz vodovodu nebo kanalizace

Vybraná dopadová kritéria - dopad kybernetického bezpečnostního incidentu v informačním systému nebo síti elektronických komunikací, na jejichž fungování je závislé poskytování služby, může způsobit:

- závažné omezení druhu služby postihující více než 50 000 osob
- závažné omezení či narušení jiné základní služby nebo omezení či narušení provozu prvku kritické infrastruktury
- nedostupnost druhu služby pro více než 1600 osob, která není nahraditelná jiným způsobem bez vynaložení nepřiměřených nákladů
- a další...

Z uvedených kritérií je zřejmé, že tyto parametry **zahrnují celou řadu tuzemských vodárenských společností** a tyto jsou povinny řídit se zákonem o kybernetické bezpečnosti č. 181/2014 Sb. (ve znění novel 104, 183 a 205/2017 Sb.) - dále jen „ZKB“ a potažmo prováděcí vyhláškou č. 82/2018 Sb.

ISO 27000 - Systém řízení bezpečnosti informací

ISO/IEC 27001 je mezinárodně platný standard, který definuje požadavky na systém managementu bezpečnosti informací, především pak řízení bezpečnosti a důvěrnosti informací pro zaměstnance, procesy, IT systémy a strategii firmy. Norma ISO 27001 podle nejnovější verze z roku 2013 zaručuje soulad s aktuálními legislativními požadavky platnými v ČR.

Většina firem a organizací již dnes provádí opatření na zajištění bezpečnosti informací. Bez systematického řízení informační bezpečnosti jsou však obvykle tato opatření spíše náhodně zvolená, řešící vždy jen konkrétní zjištěný problém a výsledek bývá tedy poměrně chaotický. Často bývají zcela zanedbány části, které se přímo netýkají IT (tištěné dokumenty, know-how, apod).

Normy řady ISO 27000 definují požadavky na informační bezpečnost v nejširším slova smyslu a kladou požadavky na management, aby zajistil systematické vyhledávání a posuzování informačně - bezpečnostních rizik, možných hrozeb, zranitelností a jejich následků. Stejně jako u dalších ISO norem, dotýká se jejich implementace doslova každého zaměstnance společnosti. Čistě teoreticky je možné vyčlenit pro certifikaci jen některou část společnosti (výrobní jednotku, odloučené pracoviště), ale vzhledem k současné informačně - technologické provázanosti celého světa je to v praxi dost těžko realizovatelné.

Požadavky normy ISO/IEC 27001:2013 jsou definovány v následujících oblastech:

- Systém řízení bezpečnosti informací
- Řízení rizik
- Řízení aktiv
- Fyzický bezpečnost
- Logická bezpečnost
- Řízení přístupů
- Řízení kontinuity činností
- Odpovědnost vedení

Při posuzování konkrétního systému z hlediska kybernetické bezpečnosti je možné jednotlivá zjištění rozdělit do příslušných oblastí, tak aby odpovídala zadání. V každé zkoumané oblasti jsou identifikována zjištění, která byla při analýze nalezena a ke každému takovému zjištění je přiřazeno označení závažnosti. Jednotlivá zjištění jsou klasifikována dle jejich závažnosti. Stupnice pro jejich hodnocení je následující:

Neshoda: Vysoká závažnost

Neshoda indikuje nefunkční procesní či technické opatření. Neshoda indikuje nesoulad s požadavky ZKB, řídicí dokumentace, legislativy, příslušných norem. Tento typ nálezu zásadně ohrožuje provozuschopnost a/nebo bezpečný chod analyzovaných systémů a je třeba jej řešit s nejvyšší prioritou, pokud možno okamžitě. Vzniklé škody by mohly mnohonásobně převýšit náklady na odstranění neshody.

Nedostatek: Střední závažnost

Středně závažný typ zjištění, který je nutno řešit - minimalizovat v krátkodobém nebo nejvýše střednědobém časovém horizontu (s výhledem max. několika měsíců).

Doporučení: Nízká závažnost

Jedná se o typ zjištění, který je třeba brát v úvahu, zabývat se jím a na základě zvážení všech okolností rozhodnout, zda se bude řešit v dlouhodobějším časovém horizontu, nebo se rozhodne, že se řešit nebude s vědomím a přijetím příslušných rizik, které by neřešením tohoto doporučení mohly vzniknout. Řešení se však přirozeně přijímá až po odstranění nedostatků vyšší úrovně. Ve výjimečných a odůvodněných případech (např. z finančních či organizačních důvodů) je možné tento typ zjištění ponechat neošetřený, přijmout dočasně jiná opatření, případně se mu věnovat v dlouhodobém výhledu.

Úpravna vody Lednice

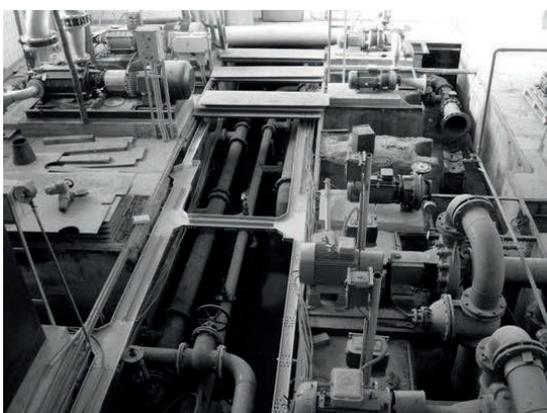
Tato úpravna vody je jednou ze 3 úpravěn provozovaných společností Vodovody a kanalizace Břeclav, a.s. Byla vybudována v roce 1962 a postupně byly do provozu uváděny jímací objekty a čerpací stanice, které jsou rozmístěny v pěti jímacích územích. Úpravna prošla celkovou rekonstrukcí v letech 2007 – 2008 a to za plného provozu. Účelem rekonstrukce bylo jak zvýšení výrobní kapacity z 80 l/s na 140 l/s, tak výměna již zastaralé technologie a oprava budovy.



Hala filtrace před rekonstrukcí



Hala filtrace po rekonstrukci



Strojovna během rekonstrukce



Strojovna po rekonstrukci

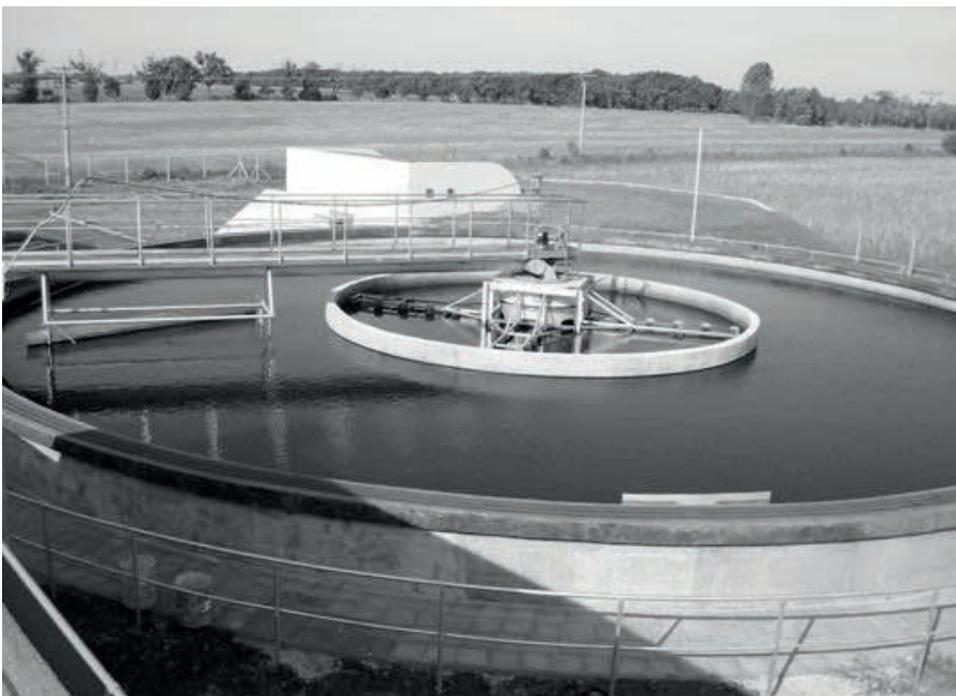


Stará akumulace 650 m³



Nová akumulace 2 x 750 m³

V současnosti prochází celkovou rekonstrukcí jímací území z důvodu navýšení kapacity. Staré vrty již ztratily svou původní vydatnost z důvodu zanesení perforace na vystrojení vrtů. Nové vrty byly zhotoveny zhruba v desetimetrové vzdálenosti od původních. Rekonstrukce je komplexní, včetně násoskových řadů, čerpacích stanic a výtlačných řadů směrem k úpravně, kde dále pokračuje do spojovacího objektu. Zde dochází k měření jednotlivých průtoků a následnému spojení do jednoho potrubí. Tím pak surová voda pokračuje do aeračního reaktoru, kde za vhánění vzduchu dochází k provzdušnění. Vzhledem k vysokému obsahu manganu a železa ve vodě je použita technologie dávkování manganistanu draselného a hydroxidu sodného. Vzniklé vločky se odsazují v klariflokulátoru.



Klariflokulátor cca 600 m³

Po tomto hrubém odkalení voda pokračuje do rozdělovací nádrže, odkud odtéká do pěti pískových filtrů. Za filtrací se provádí již jen hygienické zabezpečení chlordioxidem.

Kaly z klariflokulátoru a prací voda jsou odváděny na kalová pole, kde dochází k sedimentaci kalů. Odsazená voda je nastavitelným přepadem odpouštěna do kanálu ústícího do nedalekého rybníku.

Pitná voda je distribuována sítí vodojemů a čerpacích stanic do třiatvaceti obcí, z nichž nejvzdálenější Jevišovka je vzdálená přes 30 km. Na této vodě je denně závislých cca 35 tis. obyvatel, ale jejich počet v letní a podzimní turistické sezóně rapidně narůstá.

Je tedy zřejmé, že se jedná o strategicky významný objekt. Narušení jeho funkce by mělo zásadní dopad na desítky tisíc obyvatel a turistů. Je tedy nutné věnovat velkou pozornost jeho provozní bezpečnosti.

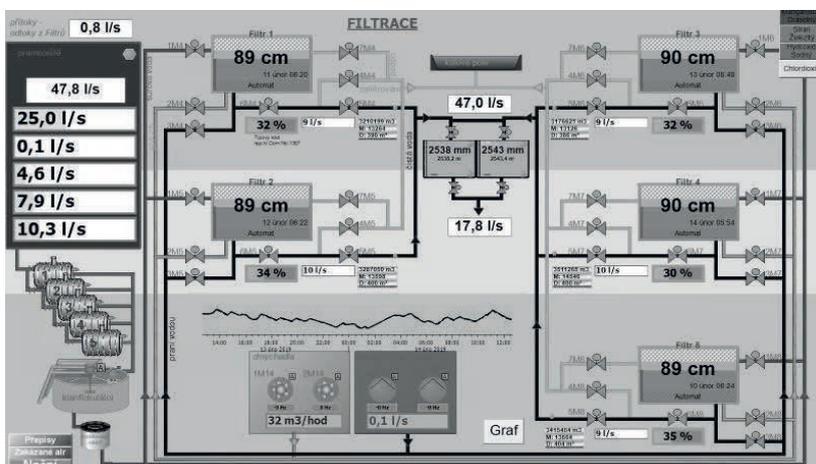
Řídicí systém

Řízení úpravný vody Lednice je řešeno dvouúrovňově. Veškerá polní instrumentace je řízena programovatelným automatem PLC. Už tato úroveň, ještě donedávna považovaná za naprosto bezpečnou, má svá kybernetická rizika. Komunikace mezi jednotlivými zařízeními pracují na bázi veřejných nezabezpečených protokolů, a pokud potenciální útočník pronikne do úrovně PLC, může zcela ochromit funkci technologie. A nemusí se ani jednat o cílený útok na konkrétní objekt.

Druhou úroveň tvoří systém SCADA SCX6, který plní zejména funkci operátorského rozhraní, sběru a ukládání technologických dat, alarmování a předávání vybraných dat dále. Jedná se o vysoce sofistikovaný systém, který poskytuje uživateli celou řadu zabezpečení a vysokou míru ochrany proti kybernetickým útokům. To vše za předpokladu, že je správně chráněna celá IT síť a i navazující sítě, s nimiž systém komunikuje.



Pracoviště operátora ÚV Lednice



Příklad vizualizace technologie – filtrace

System SCX6 může být vybaven integrovaným zabezpečením komunikace. Zabezpečení AGA12 využívá technologii krytování a veškerá přenášená data tak před odesláním zašifruje pomocí dynamického klíče a podpisu. Opačný postup je použit na straně příjemce zprávy. Další možnost ochrany dat představuje autentifikace používaná u komunikačního protokolu DNP3 „Secure Authentication“. Umožňuje zabezpečení všech kritických operací – např. ovládání technologického procesu nebo změnu programu v telemetrické stanici. Přenášená data nejsou šifrována, ale před provedením každé kritické operace musí proběhnout ověření uživatele. Další možností je (u nás velmi populární) využití privátního protokolu Proteus, jehož přesnou strukturu zná pouze výrobce a na jeho rozklíčování by muselo být vynaloženo mimořádné úsilí.

Závěr

Z výše uvedeného je patrné, že ÚV Lednice je strategickým vodárenským objektem a je nutno věnovat vysokou pozornost jeho zabezpečení z hlediska kybernetické bezpečnosti. Jednou z možných cest je následná certifikace společnosti dle norem řady ISO 27000. Nejedná se ovšem o jednorázovou akci. Podobně jako u certifikace podle jiných ISO norem se jedná o trvalý proces procházející napříč celou společností. Jeho přínosem je ale jednak splnění zákonných povinností subjektu kritické informační infrastruktury a celkové zvýšení provozní bezpečnosti celé společnosti, tedy nejen dodávek pitné vody, odvodu a likvidace odpadních vod ale i veškerých souvisejících činností.

Literatura

- [1] Fürth V., Rytíř F., Lindovský M., Kašparec J.: Adaptabilita dispečerského systému v procesu transformace vodárenské provozní společnosti, sborník příspěvků konference Voda Zlín 2013. ISBN 978-80-260-3739-2
- [2] Kašparec J., Lindovský M.: Dopad zákona o kybernetické bezpečnosti na řízení stokových sítí a ČOV, sborník semináře Nové metody a postupy při provozování čistíren odpadních vod, 2016, ISBN 978-80-86020-82-2
- [3] Lín T., Křena M.: Komplexní řešení pro telemetrii – od samotných snímačů až po připojení na systém ERP, časopis CONTROL ENGINEERING ČESKO, duben 2013
- [4] Webové stránky www.vak-bv.cz
- [5] Webové stránky www.cimib.cz

Odstranění železa, manganu a agresivního oxidu uhličitého z podzemních vod prostřednictvím injektorů vzduchu, lamelového separátoru a filtračního materiálu Filtralite

Mgr. Tomáš Brabenec¹⁾; Ing. Tomáš Munzar^{1,2)}; Ing. Petra Hrušková¹⁾, Milan Drda¹⁾

1) ENVI-PUR, s.r.o., Na Vlčovce 13/4, Praha 6, 160 00, e-mail: brabenec@envi-pur.cz,
munzar@envi-pur.cz, hruškova@envi-pur.cz, drda@envi-pur.cz

2) VŠCHT FTOP ÚTVP Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6, munzart@vscht.cz

Souhrn

Pro odstranění železa, manganu i agresivního oxidu uhličitého je velmi důležité důkladné provzdušnění surové vody. Injektory vzduchu představují velmi jednoduchý a spolehlivý způsob provzdušnění vody, prakticky bez spotřeby elektrické energie. V kombinaci s vhodně navrženými separačními stupni a dávkováním potřebných chemikálií je tato technologie jedinečnou, co se týče kvalitativních i kvantitativních parametrů.

Klíčová slova: úprava vody, provzdušnění vody, injektor vzduchu, lamelový separátor, Filtralite

Summary

To iron, manganese and aggressive carbon dioxide remove is very important efficient aeration of raw water. Air injectors represent a very simple and reliable way to aerate water, practically without the consumption of electrical energy. Combined with suitably designed separation stages and dosing of the required chemicals, this technology is unique in terms of both qualitative and quantitative parameters.

Key words: water treatment, water aeration, air injector, lamellar separator, Filtralite

Úvod

Řada úpraven vod v České republice i za jejími hranicemi postupně dosluhuje a je nutné přistupovat k rekonstrukcím původních technologií i stavebních částí. Technologie jsou nahrazovány moderními separačními stupni, které zaručují stabilní dodávku kvalitní pitné vody.

V rámci tohoto příspěvku budou prezentovány výsledky z předprojektových příprav na dvou úpravnách vody – ÚV Zbiroh a ÚV Hrobice. V případě obou lokalit je alespoň částečně zdrojem surové vody podzemní voda s vyšším obsahem železa, manganu a zároveň agresivního oxidu uhličitého. V rámci poloprovozních zkoušek došlo k testování separace výše zmíněných látek z vody prostřednictvím technologie, jež je založena na konfiguraci – injektor vzduchu – lamelový separátor – Filtralite.

Poloprovozní zařízení

Surová voda přitékala na modelové zařízení přes injektory vzduchu, které jsou zobrazeny na Obrázcích 1 a 2. V rámci injektorů došlo k provzdušnění vody [1].



Obrázek 1 Injektory vzduchu



Obrázek 2 Injektory vzduchu

Na model přitékala provzdušněná voda přes flokulační komoru o objemu 0,864 m³ (2 x 0,432 m³). Do lamelového separátoru natékala voda gravitačně. V lamelovém separátoru o objemu 1,24 m³, byla osazena lamelová vestavba s půdorysnou plochou 0,338 m² a průmětnou plochou 17,4 m²·m⁻². Voda z lamelového separátoru natékala na filtrační kolonu s filtračním materiálem Filtralite Mono-Multi nebo Filtralite Mono-Multi Fine.



Obrázek 3 Poloprovozní jednotka



Obrázek 4 Poloprovozní jednotka

Úpravna vody Zbiroh

Zdrojem surové vody je podzemní voda, která je čerpána z vrtů, umístěných v okolí úpravny vody. Směs surové vody čerpané z vrtů vykazuje nadlimitní hodnoty železa a manganu. Hodnoty železa se v surové vodě obvykle pohybují v rozmezí $0,8 - 4,2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Hodnoty manganu se pohybují mezi $0,4 - 0,7 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

V rámci poloprovozních zkoušek došlo k testování vlivu provzdušnění vody, hodnoty pH, koncentrace manganistanu draselného a koncentrace polymeru.

V Tabulce 1 jsou uvedeny hodnoty jednotlivých parametrů vody před a po provzdušnění. Je patrné, že provzdušnění vody přirozeně zvýší hodnotu pH přibližně o 0,5, což sníží spotřebu případného dávkování činidla pro zvýšení pH pro účinnou oxidaci železa a manganu. Zároveň dojde k částečnému odvětrání agresivního oxidu uhličitého, a to až o 70 %.

Co se týče samotného provzdušnění surové vody bez dávkování jakékoli chemikálie ať pro zvýšení pH nebo pro oxidaci dochází k odstranění železa přibližně o 20 – 30 %, u manganu v takovémto případě k odstranění nedochází. Je tedy nutné technologii konfigurovat včetně zvyšování hodnoty pH či dávkování oxidačního činidla.

Tabulka 1 Parametry vody před a po provzdušnění

Datum	Koncentrace kyslíku před provzdušněním ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	Koncentrace kyslíku po provzdušnění ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	pH vody před provzdušněním	pH vody po provzdušnění	Koncentrace agresivního CO_2 před provzdušněním ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Koncentrace agresivního CO_2 po provzdušnění ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
27.4. 9:50	5,73	8,48	7,0	7,42	1,05	0,35
27.4. 11:30	5,73	8,42	7,0	7,43	1,05	0,4
27.4. 14:00	5,19	8,42	7,0	7,43	1,05	0,3
27.4. 16:00	5,19	8,57	7,02	7,48	1,1	0,35
27.4. 17:00	-	-	7,02	7,39	1,1	0,4

V rámci dalších konfigurací byl testován vliv pH, koncentrace KMnO_4 a koncentrace polymerů. V Tabulce 2 jsou uvedeny výsledky účinnosti odstranění železa a manganu v rámci prvního a druhého separačního stupně.

Z tabulky vyplývá, že v rámci druhého separačního stupně dochází k téměř 100% účinnosti odstranění železa ve všech případech. U manganu je situace odlišná. Důležitým faktorem je pH, které však bez dávkování manganistanu musí být vyšší než 9, což je z hlediska úpravy vody značně neoptimální. Proto byla optimalizována dávka KMnO_4 na $2,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

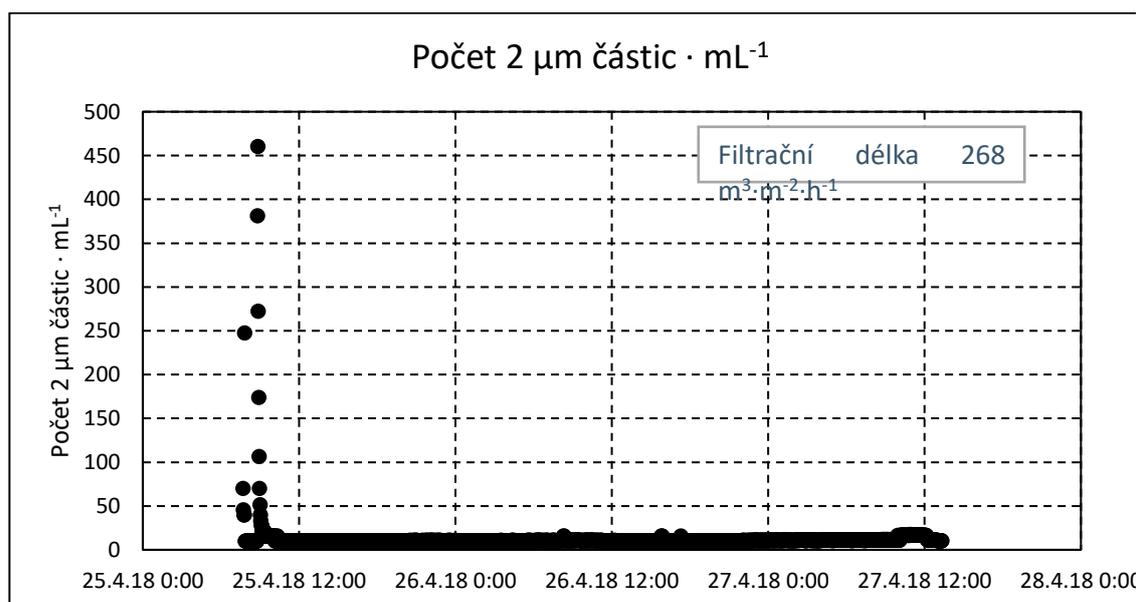
V rámci prvního separačního stupně byla zkoumána především separace železa, jelikož mangan nebyl odstraňován vůbec. V optimálních podmínkách ($\text{pH} = 8,3$, koncentrace $\text{KMnO}_4 = 2,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) se podařilo železo separovat z 50 % i při vysokém látkovém zatížení, které činilo i $4,5 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ Fe v surové vodě a hydraulickém zatížení $5 \text{ m}\cdot\text{h}^{-1}$.

Při nižším hydraulickém zatížení lamelového separátoru ($3,5 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$) docházelo až k 70% separace železa. Zkoumán byl i potencionální vliv polymeru na separaci železa v první stupně, avšak vliv byl velmi nízký. Účinný byl pouze polymer LT340, který vylepšil sedimentační účinnost přibližně o 15 %.

Tabulka 2 Účinnost odstranění Fe a Mn v závislosti na jednotlivých parametrech – ÚV Zbihov

Vliv	Hodnota pH/Koncentrace KMnO_4 /Typ polymeru	Účinnost odstranění Fe		Účinnost odstranění Mn	
		LS	F	LS	F
pH	<7,5	30-35 %	Téměř 100 %	-	0 %
	<8,2	40-45 %	Téměř 100 %	-	10-20 %
	>9	50 %	Téměř 100 %	-	Téměř 100 %
KMnO_4	$0 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	25 %	Téměř 100 %	-	10 %
	$1 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	40-50 %	Téměř 100 %	-	10 %
	$2 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	40-50 %	Téměř 100 %	-	80 %
	$2,5 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$	40-50 %	Téměř 100 %	-	>98 %
Polymer	LT20	Žádný efekt*	Téměř 100 %	-	>98 %
	LT27	5 % vylepšení účinnosti*	Téměř 100 %	-	>98 %
	LT340	15 % vylepšení účinnosti*	Téměř 100 %	-	>98 %
Zatížení LS	$3,5 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$	65-70 %	Téměř 100 %	-	>98 %
	$5 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$	40-50 %	Téměř 100 %	-	>98 %

U filtračního stupně byl kontinuálně zaznamenáván počet $2 \mu\text{m}$ částic $\cdot \text{mL}^{-1}$. Průběh v rámci jednoho filtračního cyklu je zobrazen na Obrázku 5. Je patrné, že filtr po celou dobu cyklu účinně zachytává vzniklou suspenzi.



Obrázek 5 Průběh počtu $2 \mu\text{m}$ částic $\cdot \text{mL}^{-1}$

Úpravna vody Hrobice

Úpravna vody Hrobice upravuje směs podzemní a povrchové vody, a to v poměru $90 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$ a $110 \text{ L}\cdot\text{s}^{-1}$. Stávající technologická linka se skládá z vícestupňové filtrace a předřazené oxidace pomocí ozonu a manganistanu draselného. Jejím úkolem je odstraňování manganu a železa z vody podzemní a odstraňování organických látek a biosestonu z vody povrchové. V rámci poloprovozních zkoušek byla podzemní voda upravována na poloprovozní jednotce s lamelovým separátorem a voda povrchová na membránové filtrační jednotce AMAYA. V předkládaném článku jsou prezentována data z testování podzemní vody. Koncentrace železa v surové vodě se pohybuje v širokém rozmezí $4 - 8 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$. Hodnoty manganu se zde pohybují mezi $1 - 2 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

V Tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty jednotlivých parametrů před a po provzdušnění vody. Surová podzemní voda na ÚV Hrobice měla velmi nízký obsah kyslíku, avšak po samotném provzdušnění injektorem tento nastoupal až k $9 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$.

Tabulka 3 Parametry vody před a po provzdušnění

Datum	Koncentrace kyslíku před provzdušněním ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	Koncentrace kyslíku po provzdušnění ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	pH vody před provzdušněním	pH vody po provzdušnění	Koncentrace agresivního CO_2 před provzdušněním ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)	Koncentrace agresivního CO_2 po provzdušnění ($\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$)
21. 5. 16:30	-	-	7,08	7,37	-	-
2. 7. 13:15	1,47	8,90	6,99	7,34	1,9	0,5
3. 7. 9:00	2,84	8,12	7,02	7,34	0,85	0,3
4. 7. 8:15	1,19	8,28	7,13	7,4	1,3	0,36

V případě kvalitativních parametrů, pokud by separace probíhala při pH $8 - 8,5$, byla by účinnost odstraňování železa v lamelovém separátoru $85 - 90 \%$. Jelikož by to však bylo značně neekonomické, je vhodné a možné pracovat při pH $7 - 7,4$, kterého lze bez problémů dosáhnout provzdušněním pomocí injektorů. Při těchto hodnotách pH je poté separační účinnost železa $50 - 70 \%$ bez polymeru a $50 - 80 \%$ s polymerem. Avšak při použití recirkulace kalu se účinnost zvýší ještě o dalších $10 - 20 \%$. Ve druhém separačním stupni je železo ve všech případech odstraňováno ze 100% .

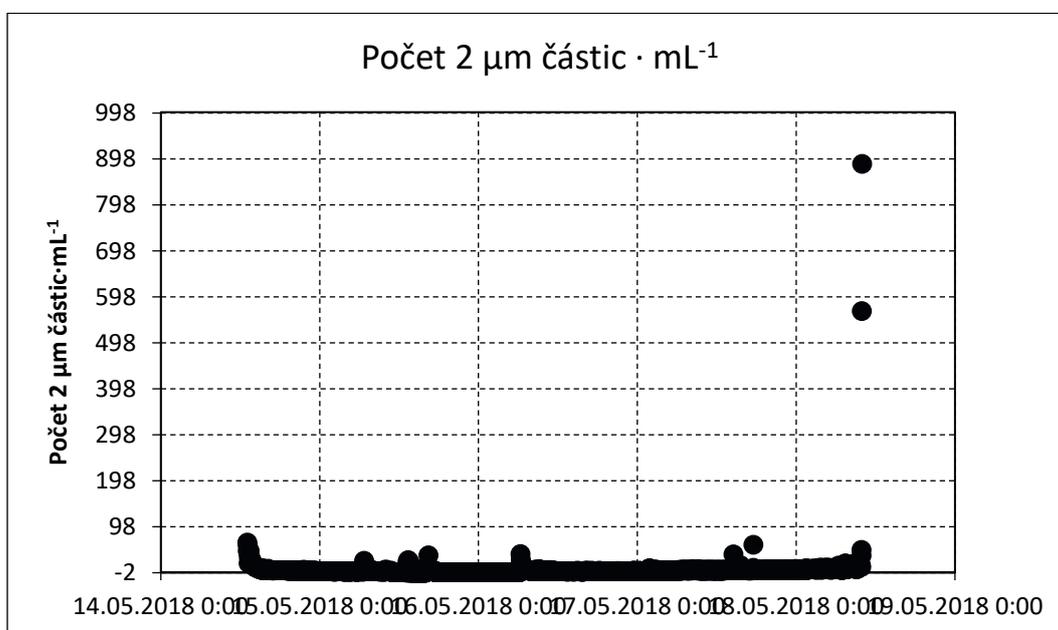
U manganu je situace odlišná. Pokud by se pracovalo při vysokém pH, tj. $8 - 8,5$, byla by separační účinnost manganu $50 - 60 \%$ a to bez polymeru nebo s jeho minimální dávkou. Při pH $7 - 7,4$ je účinnost bez a s polymerem $20 - 45 \%$. Pokud se však použije recirkulace kalu, je zde jako u železa zvýšená účinnost o $10 - 20 \%$. Účinnost separace manganu na filtru se pohybuje v rozmezí $90 - 98 \%$.

Co se týče dávkování manganistanu draselného, byla jeho koncentrace závislá na látkovém zatížení surové vody. Během modelových testů se jeho koncentrace pohybovala nejběžněji mezi $4,5 - 6 \text{ mg/L}$.

Tabulka 4 Účinnost odstranění Fe a Mn v závislosti na jednotlivých parametrech – ÚV Hrobice

Vliv	Hodnota pH/Koncentrace KMnO ₄ /Typ polymeru	Účinnost odstranění Fe		Účinnost odstranění Mn	
		LS	F	LS	F
pH	> 7,5	50-70 %	Téměř 100 %	20-45 %	90-98 %
	> 8,0	85-90 %	Téměř 100 %	50-60 %	Téměř 100%
Polymer	LT27	50-80 %	Téměř 100 %	30-40 %	-
	LT20	-	Téměř 100 %	-	-
Recirkulace kalu	-	10-20 % vylepšení účinnosti	Téměř 100 %	10-20 % vylepšení účinnosti	-

Na Obrázku 6 je uveden průběh počtu 2 μm částic $\cdot \text{mL}^{-1}$.



Obrázek 6 Průběh počtu 2 μm částic $\cdot \text{mL}^{-1}$

Literatura

- [1] Dolejš P., Dobiáš P.: Použití injektorů pro aeraci vody, Zborník prednášok z XV. konferencie s medzinárodnou účasťou PITNÁ VODA, Trenčianské Teplice 8. -10. října 2013, s. 97 -102, VodaTím s.r.o, ISBN 978-80-971272-1-3

Úpravna vody Písek

Ing. Martin Kubizňák¹⁾, Jan Hameta¹⁾, Ing. Vlastimil Hrubý²⁾

1) SMP CZ, a.s., Divize 5, Vyskočilova 1566, 140 00 Praha 4, kubiznak@smp.cz, hameta@smp.cz

2) EKOEKO s.r.o., Senovážné náměstí 240/1, 370 01 České Budějovice, hruby@ekoeko.cz

Základní údaje o stavbě

Název stavby:	Písek, nová úpravna vody
Místo stavby:	Písek, Hradiště
Investor:	Město Písek
Autorský dozor:	EKOEKO s.r.o.
Zhotovitel:	SMP CZ, a.s.
Provozovatel:	ČEVAK, a.s.
Investiční náklady:	181 mil. Kč
Realizace:	05/2017–01/2019
Parametry ÚV:	průměrný průtok 50 l/s maximální průtok 75 l/s



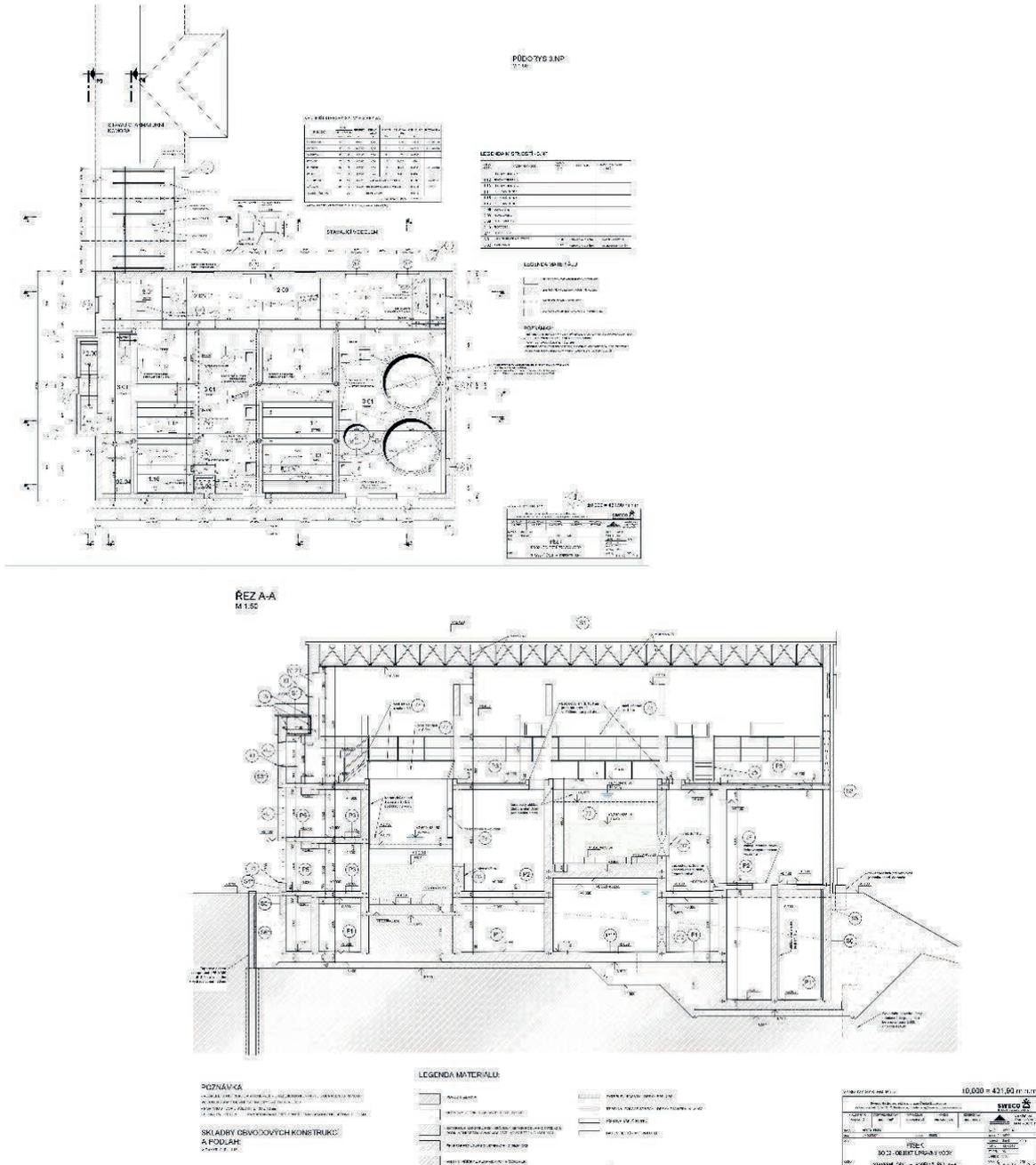
Obrázek 1 Pohled na stávající vodojem Hradiště I - slavnostní zahájení stavby

Urbanické a architektonické řešení

Účelem celého projektu je odběr povrchových vod, jejich úprava, následná akumulace a distribuce do vodovodní sítě města Písek. Cílem projektu byla výstavba nové úpravní vody, včetně souvisejících objektů s moderním technologickým vyzbrojením, za účelem lepší účinnosti a stability procesu výroby pitné vody. Součástí projektu byla i úprava a rozšíření stávajících zpevněných ploch sloužících především jako přístup pro dopravní obsluhu úpravní vody. Dále byla v areálu stávající úpravní vody u řeky Otavy vybudována nová čerpací stanice, trafostanice a propojovací trubní a kabelové trasy.

Nově navržený objekt je přistavěn ke stávajícímu objektu vodojemu Hradiště I, který byl a je dopravně přístupný z jižní strany obslužnou komunikací. Urbanistické řešení nového objektu úpravní vody respektovalo původní objekt vodojemu. Půdorysné a tvarové rozměry navrhovaného objektu byly přizpůsobeny stávajícímu tak, aby oba objekty spolu tvořily jeden kompaktní celek. Výsledná stavba může připomínat středověkou klášterní

kompozici s hlavním upřednostněným objektem (nová přístavba) a tvarově jednodušším užitkovým zázemím u něj (stávající objekt). Tomuto konceptu bylo přizpůsobeno objemové řešení nového objektu zastřešeného sedlovou střechou o mírném sklonu, jejíž středová podélná část je posazena výš, což evokuje kompozici trojlodního chrámu. Hlavní průřelí orientované na západní stranu je osově souměrné s výškovým i půdorysným vytažením „hlavní lodě“ pomyslného chrámu. Této koncepci je také podřízeno vnější materiálové řešení nového objektu. Krytinu tvoří keramické tašky, omítka je hladká štuková bílá. Kruhová okna v nejvyšší části štítu potom jen doplňují celkové vnímání celé stavby jako klášterního komplexu. Barevné řešení kombinuje bílou a modrošedou ve vertikální kompozici, na bočních stěnách kopírující šířku oken. Technologická síla u jižní fasády jsou kruhového průřezu a jejich barevné řešení je přizpůsobeno barvám hlavní stavby.



Obrázek 2 Půdorys a řez novou Úpravnou vody Písek

Odběr surové vody

Stávající odběrné místo surové vody z řeky Otavy bylo z důvodů provozních nedostatků zbouráno a postaveno nové. Součástí jímacího objektu bylo i prohloubení koryta řeky Otavy před jímacím objektem. V novém jímací objektu je osazena dvojice strojně stíraných česlí, na vtoku do jímacího objektu česle hrubé.



Obrázek 3 Nový Jímací objekt

Čerpání surové vody

Surová voda do objektu nové úpravný vody je čerpána z nové čerpací stanice, která je umístěna před objekt historické úpravný vody s anglickými filtry. Čerpací stanice je osazena dvojicí vodárenských čerpadel s ponořenou hydraulikou v sestavě 1 + 1 rezerva. Před nátokem do akumulací jednotlivých čerpadel jsou zřízeny sedimentační jímky. Každá jímka je vybavena kalovým čerpadlem, které zajistí odčerpání zachycených kalů a sedimentů na kanalizaci města Písek.



Obrázek 4 Nový objekt Čerpací stanice

První separační stupeň

Nová čerpací stanice dopraví surovou vodu do objektu nové úpravný vody na první separační stupeň. Jako první separační stupeň je použita tlakovzdušná flotace s předřazenou, mechanicky míchanou flokulací. Flotace i flokulace je umístěna do 3 nadzemního podlaží sruženého objektu úpravný vody. Před flokulací je dávkován flokulant – síran hlinitý a možné je dávkovat vápennou vodu pro zvýšení alkality a dosažení optimálního procesního pH a variantně manganistan draselný pro oxidaci manganu. Flotace s vysokou účinností odstraňuje i živé organismy, proto je velmi vhodná pro úpravu povrchových hojně oživených vod s obsahem fytoplanktonu i huminových látek.



Obrázek 5 1. separační stupeň - Flotace

Druhý separační stupeň

Jako druhý separační stupeň jsou vybudovány 3 otevřené rychlofiltry každý o ploše 17,5m². Filtry jsou vystrojeny celoplošným drenážním systémem z plastových bloků. Jako filtrační náplň je použit materiál ze spékaných jíílů. Tato náplň vykazuje vysokou kalovou kapacitu a výborné separační vlastnosti. Ve spojení s kvalitním prvním separačním stupněm, který omezí přínos suspenze na filtry, dochází k výraznému prodloužení filtračních cyklů a snížení technologické spotřeby vody na praní. Regenerace otevřených filtrů druhého stupně je prováděna vzduchem a vodou.

Třetí separační stupeň

Do technologické linky úpravy vody je zařazen i třetí stupeň úpravy. Jedná se o sorpční stupeň realizovaný na trojici otevřených filtrů s náplní aktivního uhlí, každý o ploše 14 m². Na filtry s aktivním uhlím voda natéká gravitačně z druhého separačního stupně. Účelem sorpčního stupně je odstranění nízkomolekulárních koagulací neodstranitelných přírodních organických látek (humínové látky) a sorbce specifický organických látek antropogenního původu jako jsou pesticidy, polyaromatické chlorované uhlovodíky a podobně. Odstraněním těchto látek se zlepší biologická stabilita upravené vody a její sensorické vlastnosti. Třetí stupeň bude možno provozovat trvale. Praní filtrů s aktivním uhlím se provádí principálně stejně jako u filtrů s náplní se spékaných jíílů. Regenerace otevřených filtrů třetího stupně je prováděna opět vzduchem a vodou.



Obrázek 6 2. a 3. separační stupeň

Stabilizace vody

Stabilizace vyrobené vody byla zachována stejným způsobem, jak tomu bylo na stávající úpravně. Takzvaná přímá stabilizace je prováděna dávkováním vápenné vody a plynného oxidu uhličitého do přefiltrované vody. Oxid uhličitý je dávkován podle provozní situace do odtokového potrubí z filtrů druhého nebo třetího separačního stupně. Vápenná voda je přiváděna do odtokového potrubí do vodojemu Hradiště I. Pro skladování a dávkování vápna, přípravu vápenného mléka a vápenné vody a jejich dávkování byl vybudován zcela nový soubor vápenného hospodářství. Stabilizace upravené vody vápnem je důležitá pro omezení korozních vlastností dodávané vody.

Druhým důvodem je zajištění požadované minimální koncentrace vápníku v upravené vodě. Vyrobena voda je hygienizována dávkováním koncentrovaného chlornanu sodného.



Obrázek 7 Nový objekt Úpravny vody

Použité podklady

[1] EKOEKO s.r.o. – DPS – Písek Úpravna Vody, 1572-51, 10/2016

Analytické možnosti sledování KMnO_4 v technologii vody

Ing. Adam Fendrych

Vodovody a kanalizace Pardubice, a.s., Teplého 2014, 530 02 Pardubice, adam.fendrych@vakpce.cz

Abstrakt

Príspevek se zabývá využitím klasické DPD metody stanovení volného chloru pro měření zbytkové koncentrace manganistanu draselného za separačním stupněm během odmanganování vody. Z odborné literatury i praktických pokusů vyplývá, že tato metoda je bez jakékoli modifikace použitelná pro stanovení zbytkové koncentrace KMnO_4 ve vodě. Oproti standardním kolorimetrickým metodám stanovení veškerého manganu tedy můžeme rozlišit oxidační stupeň Mn^{7+} a jasně identifikovat předávkování i v nízkých koncentracích. Přičemž pořizovací náklady on-line analyzátoru jsou až 4násobně nižší než u klasických metod.

Úvod

Manganistan draselný (KMnO_4) je často využíván pro oxidaci manganu během procesu odmanganování vody. V praxi se může optimální dávka manganistanu značně odlišovat od té teoretické, neboť je manganistan spotřebováván i dalšími bočnými reakcemi. Na druhé straně vznikající hydratovaný oxid manganičitý (MnO_2) vykazuje katalytické účinky pro oxidaci manganatých iontů (Mn^{2+}), čímž se provozní dávka oproti stechiometrii naopak snižuje [1]. To souvisí se především s preparací povrchu filtrační náplně vrstvičkou MnO_2 . Stanovení optimální dávky manganistanu je tedy často věcí zkušebního provozu.

Povinností technologa vody je stanovit optimální dávku KMnO_4 , tak aby docházelo k účinné separaci Mn a současně byla minimalizována spotřeba oxidantu. Proces má však hodně proměnných jako teplota, pH, koncentrace O_2 , ORP, koncentrace Mn^{2+} , Fe^{2+} , NH_4^+ a obsah organických látek. U podzemních vod se předpokládají více méně stabilní koncentrace těchto ukazatelů během roku, ale i tak k určitým výkyvům dochází. Navíc u povrchových vod je složení vody v čase mnohem proměnlivější. Další opomíjená proměnná může být např. koncentrace zásobního roztoku KMnO_4 , která se i přese všechnu snahu může roztok od roztoku měnit.

Pokud se výše zmíněné faktory sejdou v nevhodném poměru, může dojít k předávkování manganistanem, který projde úpravnou až do distribuční sítě. V lepším případě si filtrační náplň krátkodobě s nadbytečným KMnO_4 poradí a dojde v podstatě k regeneraci náplně. V horším případě odběratel zaznamená na kohoutku růžovou vodu a zděsí se. To se stalo např. v roce 2017 v Kanadě vinou selhání ventilu na dávkovací trase **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** Toto bývá problém zejména menších úpravěn vody, ale při technické závadě může potkat i větší úpravnu. Jako pojistný mechanismus může posloužit kontinuálním měřením kvality upravené vody. Kontinuální analyzátor manganu jsou však poměrně drahá zařízení a u menších úpravěn jde o značnou ekonomickou zátěž.

Za vznikem tohoto příspěvku tedy stála snaha o nalezení vhodné, na trhu dostupné a relativně levné metody stanovení MnO_4^- ve vodě, která by umožnila identifikaci předávkování manganistanem a její výstup by mohl být přímo napojen do regulační smyčky dávkovacího čerpadla. Bez znalosti oxidačního stupně manganu obsaženého ve vodě je však situace neřešitelná.

V praxi se běžně stává, že za separací naměříme zvýšenou koncentraci Mn a koncentrace Fe je v pořádku. Běžné analytické metody měří mangan veškerý, tudíž ve všech oxidačních stupních. A to buď jako celkový (rozpuštěná a nerozpuštěná forma) nebo rozpuštěný. V případě naměřené zvýšené koncentrace manganu za separačním stupněm tedy nevíme, zda je surová voda při odmanganování poddávkována (nedostatek KMnO_4 pro oxidaci Mn^{2+}), nebo předávkována (přebytek MnO_4^- způsobí pozitivní nález). Víme pouze to, že je něco špatně. V případě silného předávkování vidíme růžové zbarvení upravené vody, ale při nižších koncentracích je zbarvení obtížně postřehnutelné. Navíc se lze setkat s tím, že obsluha úpravny je barvoslepá, případně má sníženou citlivost pro danou barvu.

Analytické metody stanovení manganu

Pro stanovení manganu lze využít mnoho různých metod. Laboratorní metody atomové absorpční a emisní spektrometrie, kapalinové chromatografie a rentgenové fluorescence mohou pouze zmínit. Pro provozní a kontinuální analýzy se však využívají metody spektrofotometrické. Jedná se zejména o metody:

- **Pyridil azonaftolová metoda (PAN)** – spočívá v redukcí oxidovaných forem manganu na Mn^{2+} a reakcí s PAN za tvorby oranžového komplexu a stanovení při 560 nm.
- **Stanovení po převedení na manganistan** – spočívá v oxidaci manganu peroxodisíranem v kyselém prostředí na MnO_4^- a stanovení při 525 nm.
- **Stanovení s formaldoximem** – spočívá v reakci manganu v alkalickém prostředí s formaldoximem za tvorby červeného komplexu a stanovení při 450 nm.

Společné těmto metodám je však to, že stanovují veškerý mangan (Mn II, III, IV a VII), bez rozlišení oxidačních stupňů. Jedinou výjimku u publikací v ČR tvoří Ing. Darmovzal [3], který modifikoval PAN metodu vynecháním redukčního kroku. Tím lze danou metodou získat vedle koncentrace veškerého manganu i Mn^{2+} . Vyšších oxidačních stupňů Mn lze získat sumárně výpočtem. Já však touto metodou aktuálně nedisponuji a ani v minulosti jsem s ní z pohledu uživatele nebyl příliš spokojený ve srovnání s metodou s formaldoximem [1]. Všeobecně lze však konstatovat, že problematice stanovení Mn^{7+} se věnují odborné publikace velmi omezeně.

Možnosti stanovení MnO_4^-

Jak již bylo zmíněno za vznikem tohoto příspěvku stála snaha najít vhodnou metodu stanovení Mn^{7+} resp. MnO_4^- pro možnost indikace předávkování vody manganistanem.

Roztok manganistanu draselného vykazuje absorpční maximum při 525 nm, přičemž měření lze provádět při vlnových délkách v rozmezí 500 – 550 nm [4]. Zde lze využít přímé spektrofotometrické měření při fixní vlnové délce. Bohužel přístroje na trhu umožňující nastavení libovolné vlnové délky jsou relativně drahé, nebo by bylo nutné nechat si vyrobit analyzátor na míru s diskretní vlnovou délkou. Při vhodné délce optické dráhy (≥ 15 cm) jde o stanovení s vysokou citlivostí a selektivitou. Se základní znalostí dostupných analytických metod zjistíme, že ve vhodném rozmezí vlnové délky pracují i kolorimetrické analyzátoři chloru (DPD metoda), se kterými se běžně setkáváme ať již v podobě kontinuálních analyzátorů, nebo kapesních fotometrů. První myšlenka byla využít tyto dostupné přístroje, zbavit je systému dávkování DPD a tím je zlevnit. Problém byl, že tyto analyzátoři nejprve „nulují“ na surovou vodu a poté provádí analýzu. Tuto posloupnost nelze měnit a ani výrobci o tom neuvažují. Tím pádem bychom naměřili

nulové hodnoty. Avšak vzhledem k tomu, že činidlo DPD reaguje i s ostatními oxidanty a nejenom s chlorem [5][6][7] byl proveden ověřovací laboratorní test s použitím DPD metody společnosti HACH navržené pro stanovení volného chloru [8]. Namísto chloru však byl analyzován KMnO_4 a to jak pomocí kapesního kolorimetru HACH POCKET tak na spektrofotometru DR 6000.

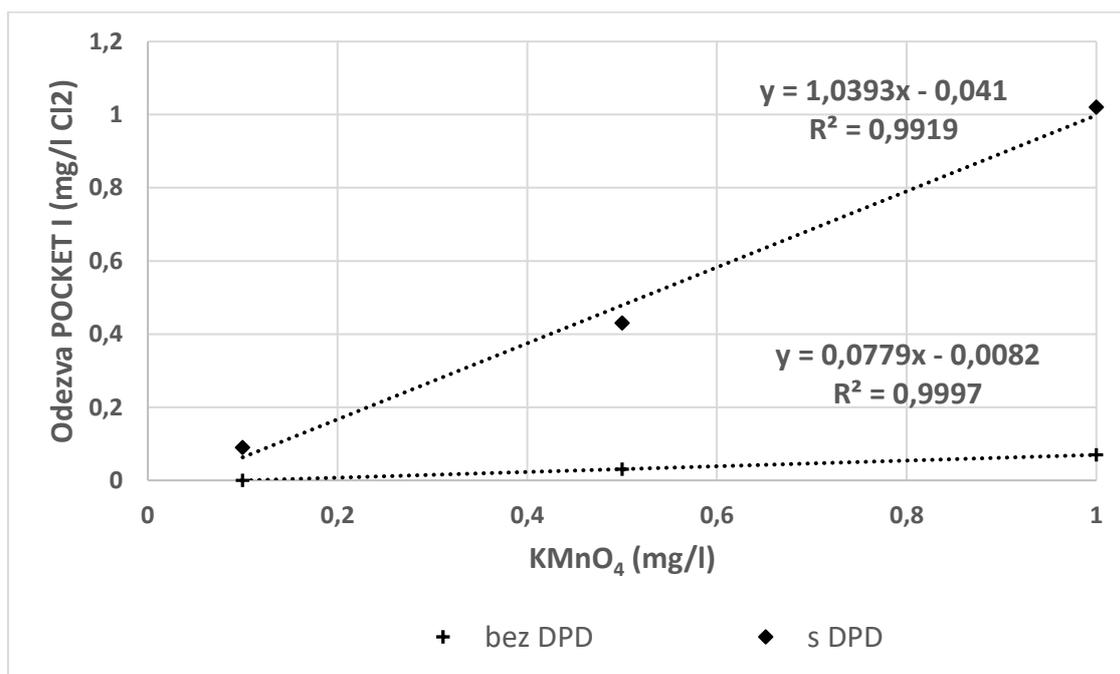
Zmínka ohledně využití DPD metody pro stanovení manganistanu je v literatuře velmi málo. V české odborné literatuře se žádnou dohledat nepodařilo. V zahraniční literatuře se nově objevilo několik článků [9][10] což svědčí, že toto téma je stále aktuální.

Experimentální část

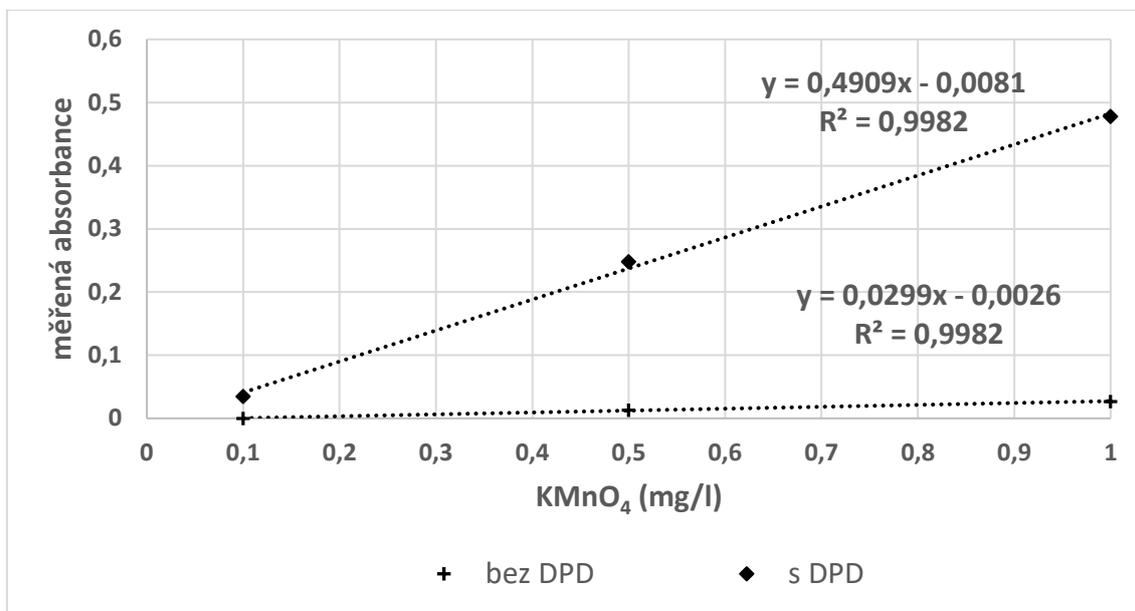
Zásobní roztok byl připraven rozpuštěním 1 g KMnO_4 ($\geq 99,3\%$) v 1000 ml demineralizované vody. Ředěním zásobního roztoku demineralizovanou vodou byly připraveny roztoky 1, 0,5 a 0,1 mg/l KMnO_4 . Koncentrace/absorbance byla následně měřena s a bez přidání DPD dle postupu výrobce na kapesním fotometru HACH POCKET [8] a spektrofotometru HACH DR 6000 při vlnové délce 530 nm, kyveta 25 mm.

Výsledky

Naměřené výsledky jsou zpracovány graficky v následujících grafech.



Obr.1: Odezva kolorimetru POCKET I



Obr.2: Absorbance roztoku při 530 nm s a bez přidavku DPD

Z výsledků je patrná lineární odezva měření při koncentraci KMnO_4 do 1 mg/l. Reakcí s DPD dochází k více než 10násobnému zvýšení citlivosti metody, což umožňuje provádět měření v kyvetách s krátkou optickou dráhou. To je užitečné zejména u přenosných fotometrů. Naopak při koncentraci $\leq 0,1$ mg/l KMnO_4 (0,035 mg/l Mn) je přímé měření absorbance při 530 nm v 25 mm kyvetě pod mezí detekce. Pro přímé měření MnO_4^- (bez DPD) jsou tedy vhodné kyvety 50 mm a více. U nejnižších koncentrací literatura uvádí optickou dráhu 15 cm [11]. Důležité zjištění je, že přednastavená kalibrace DPD metody pro volný Cl_2 kvantitativně odpovídá koncentraci KMnO_4 . Není tedy třeba dodatečné kalibrace a získáme přímo koncentraci manganistanu. Naměřené výsledky se shodují s daty, které uvádí Malkov [6][7]. Mez stanovitelnosti metody převzatá dle metodiky HACH je (0,02 mg/l $\text{Cl}_2/\text{KMnO}_4 = 0,007$ mg/l Mn) [8].

Praktické využití

Metoda byla také v praxi ověřena obsluhou ÚV Mokošín při její rekonstrukci probíhající za provozu, kdy došlo k citelnému zásahu do chemismu úpravy při odželeznění a odmanganování. Separace spočívá v oxidaci surové podzemní vody pomocí KMnO_4 a následné filtraci na pískových filtrech preparovaných MnO_2 . Bohužel došlo ke změnám u způsobu čerpání surových vod, oddělení dávkování do jednotlivých vstupních proudů a k výměně filtrační náplně v polovině filtrů. To vyžaduje zvýšenou pozornost při odladování dávky oxidantu. DPD metoda použitá ve spojení s kapesním fotometrem zde umožňuje identifikovat a kvantifikovat nadbytek KMnO_4 během separace, což je cenným přínosem. Metoda je kombinována se stanovením veškerého manganu pomocí mobilního spektrometru s formadoximovou metodou.

Závěr

Cílem příspěvku není precizní analytické ověření metody, ale snaha ukázat, že klasická DPD metoda může za vhodných podmínek posloužit i jiným účelům než k pouhému stanovení volného chloru.

Bylo prokázáno, že DPD metoda stanovení volného chloru je použitelná i pro stanovení manganistanu ve vodě. Metodu lze využít při kontinuálním měření i jako přenosné měření, a to bez modifikace standardizovaného postupu. Navíc oproti přímému měření absorbance není potřeba pracovat s dlouhými optickými drahami měřící cely. Podmínkou je nepřítomnost dalších oxidantů (Cl_2 , ClO_2 , O_3 ,...). V takovém případě bychom stanovili sumu oxidantů schopných oxidovat DPD. To je ale omezení většiny podobných analytických metod. Metoda poskytne informaci o přítomnosti a koncentraci Mn^{7+} při odmanganování vody pomocí KMnO_4 . K použití není nutné žádné speciální přístrojové vybavení, chemikálie ani odborný personál. Fakt, že tuto metodu pro stanovení chloru využívá v podstatě každý provozovatel ať jako přenosné či online měření, umožňuje její snadné využití v provozní praxi pro optimalizaci dávkování KMnO_4 během odmanganování vody

Seznam použitých zdrojů

- [1] Fendrych, A.: Odstraňování manganu z vody. Diplomová práce. Praha, VŠCHT, 2012.
- [2] Lidem tekla z kohoutků růžová voda – Vodárenství.cz. Vodárenství.cz – Vzdělávací a informační portál – vše o nejcennější surovině na jednom místě [online]. Copyright © 2017 [cit. 28.01.2019]. Dostupné z: <http://www.vodarenstvi.cz/2017/03/09/lidem-tekla-z-kohoutku-ruzova-voda/>
- [3] Darmovzal, J.: Stanovení manganu ve vodách s rozlišením oxidačních stupňů, Voding Hranice. [online]. [cit. 3.1.2019]. Dostupný z : www.smv.cz/res/data/013/001592.pdf
- [4] Adeeyinwo, C.E, Okorie, N. N., Idowu, G. O.: Basic Calibration of UV/ Visible Spectrophotometer. *Internationa journal of science and technology* 2013, vol. 2, No. 3, p. 247-251.
- [5] ČSN ISO 7393-2 (757419 Kvalita vod. Stanovení volného a celkového chloru. Část 2: kolorimetrická metoda s N,N-dialkyl-1,4-fenylendiaminem pro běžnou kontrolu. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [6] Engelhart, T.J.; Malkov, V.B.: Chlorination, chloramination and chlorine measurement. HACH Company, Colorado, 2015.
- [7] Malkov, V.: CL17 for permanganate measurement in drinking water (permanganate only). Application note #1: CL17 for permanganate measurement in DW. HACH Company, Colorado, 2015.
- [8] Water Analysis Handbook – method 8021, DPD Free chlorine| Hach. Water Quality Testing and Analytical Instruments | Hach [online]. [cit. 28.01.2019]. Dostupné z: <https://www.hach.com/wah#C>
- [9] Liu, X., Cai, H., Zou, J., Pang, Z., Yuan, B., Zhou, Z., Cheng, Q.: Spectrophotometric determination of trace permanganate in water with N,N-diethyl-p-phenylenediamine (DPD). *Chemosphere* 2018, Vol. 212, p. 604-610.
- [10] Laszakovits, J.R., Patterson, A., Hipsher, C., MacKay, A.A.: Diethyl phenylene diamine (DPD) oxidation to measure low concentration permanganate in environmental systems. *Water Research* 2019, Vol. 151, p. 403-412.
- [11] E.W. Rice, R.B. Baird, A.D. Eaton, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Ed., American Public Health Association, Baltimore, 2017.

Aplikace mobilní keramické membránové filtrační jednotky AMAYA na úpravně vody ve Vyšším Brodě jako řešení nedostatku pitné vody

Ing. Petra Hrušková¹⁾; Ing. Tomáš Munzar^{1,2)}; Mgr. Tomáš Brabenec¹⁾;
Ing. Jindřich Procházka, Ph.D.³⁾; Milan Drda¹⁾

- 1) ENVI-PUR, s.r.o., Na Vlčovce 13/4, Praha 6, 160 00,
e-mail: brabenec@envi-pur.cz, munzar@envi-pur.cz, hruškova@envi-pur.cz, drda@envi-pur.cz
 - 2) VŠCHT Praha, Technická 5, 166 28 Praha 6, munzart@vscht.cz
 - 3) ČEVAK, a.s., Severní 2264/8, 37010 České Budějovice e-mail: jindrich.prochazka@cevak.cz
-

Souhrn

Krizové řešení nedostatku pitné vody v letních měsících vyřešila mobilní keramická membránová filtrace AMAYA, která je flexibilní a dokáže automaticky reagovat na kvalitu surové vody a tím může pomoci i na úpravnách vody, kde není trvalá obsluha jako je ÚV Vyšší Brod. Tento příspěvek shrnuje kvalitativní a kvantitativní výsledky z provozu membránové filtrace.

Klíčová slova: úprava vody, keramická membránová filtrace

Úvod

Město Vyšší Brod je zásobováno vodou z několika zdrojů. Primárním zdrojem je prameniště v lokalitě Martínkovský Vrch, jehož vydatnost je v letních měsících nižší a je závislá na klimatických podmínkách. Dalšími významnými zdroji jsou podzemní vrty a říčka Menší Vltavice. Tento povrchový zdroj se vyznačuje výrazným kolísáním kvality surové vody v závislosti na meteorologických podmínkách. Vodu z tohoto povrchového zdroje, při výrazném zhoršení kvality, stávající technologie nedokáže spolehlivě upravit. V kombinaci se zvýšenou letní spotřebou vody ve Vyšším Brodě zde vyvstává problém s dostatečnou dodávkou pitné vody.

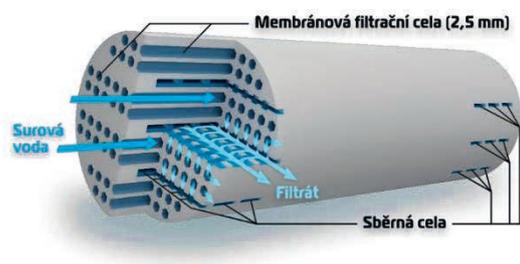
Na letní období byla na úpravnu vody umístěna mobilní membránová technologie AMAYA 5.2, která dovovala vodojem pitnou vodou upravenou z povrchového zdroje Menší Vltavice.

Popis membránové filtrace – AMAYA 5.2

Mobilní úpravna umístěná v areálu úpravní vody ve Vyšším Brodě s maximálním výkonem $5 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (FLUX = 200LMH), pracuje na principu jednostupňové keramické membránové filtrace s předřazenou flokulací. V této filtrační jednotce, která je zobrazena na obr. 1, je umístěn jeden keramický membránový element s povrchem membrány 25 m^2 a nominální velikostí pórů $0,1 \text{ } \mu\text{m}$. Detail keramického elementu je zobrazen na obr. 2. Hlavními výhodami této technologie jsou plně automatický chod s možností automatického řízení dávky koagulačního činidla dle kvality surové vody a z toho vyplývající menší nároky na obsluhu zařízení. Mobilní úpravna byla nainstalována a zprovozněna během několika hodin a poté kontinuálně dodávala pitnou vodu do sítě v období od července do září 2018.



Obr. 1 Jednotka AMAYA 5.2



Obr. 2 Detail keramického elementu

Celý systém pracuje na principu přímé filtrace (dead-end filtration). Před a membránovou jednotkou jsou umístěna tlaková čidla, která zaznamenávají nárůst transmembránového tlaku – TMP a monitorují zanášení membrány vzniklou suspenzí. Pokud TMP nastoupá na hodnotu 80 - 130 kPa (nastavitelný parametr) je provedeno fyzikální praní. Fyzikální praní (backwash = BW) se provádí upravenou vodou v časovém intervalu 1,5 - 20 hodin, v závislosti na kvalitě surové vody. Fyzikální praní probíhá nejprve filtrovanou vodou z akumulace o tlaku 500 kPa, následuje praní vzduchem o tlaku 200 kPa. Díky využití vysokého tlaku při zpětném praní je doba potřebná pro proplach velmi krátká (10 - 15 s) s vysokou účinností odstranění depozitů (výrazné snížení TMP). Potřebné množství vody pro fyzikální praní (100 l) je odebíráno pomocí čerpadla ze zásobníku upravené vody. Zdrojem tlakového vzduchu pro provedení fyzikálního praní je vzduchový kompresor.

V daných časových intervalech je aplikováno i chemické praní (chemical enhanced backwash = CEB), a to kyselé nebo oxidační. Kyselé praní (ACID CEB) se provádí kyselinou sírovou. Oxidační praní (OXID CEB) se provádí dávkováním chlornanu sodného. Chemické praní membrány trvá přibližně 15 minut, poté následuje standardní fyzikální praní. Četnost kyselého praní membrány je 1 x 48 - 72 hodin a oxidačního praní je 1 - 2 x týdně. Spotřeba kyseliny sírové (37%) na jedno praní je cca 115 ml a spotřeba chlornanu sodného (12%) je cca 30 ml. Fyzikální i chemické praní probíhá automaticky s možností změny četností a dalších nastavitelných parametrů.

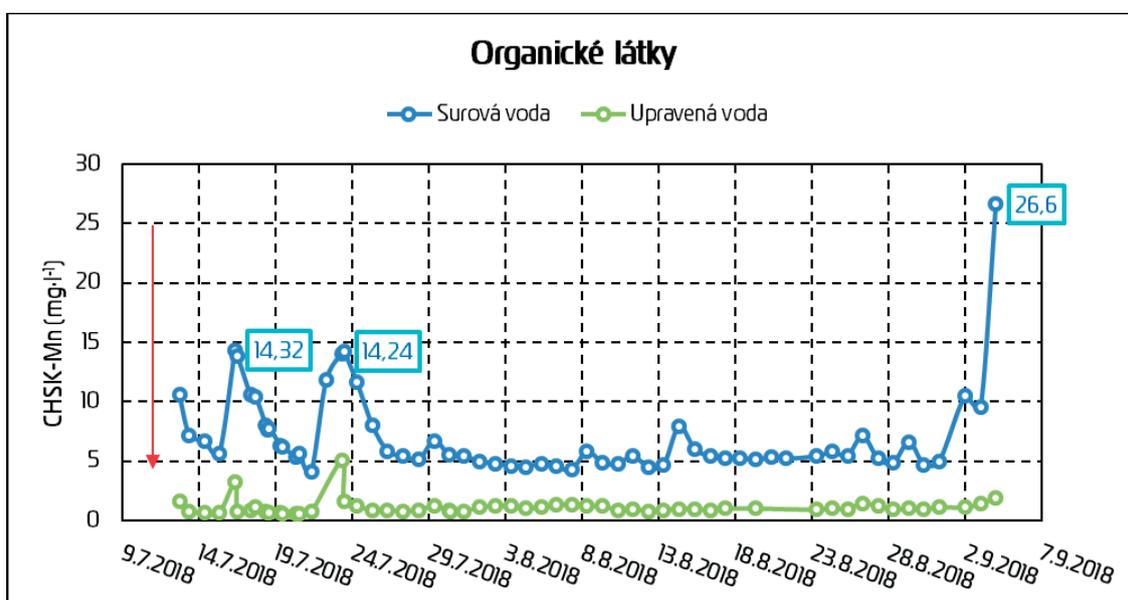
Surová voda natékala do nádrže surové vody, odkud byla čerpána podávacím čerpadlem do samotného systému membránové filtrace. Za čerpadlem surové vody byly umístěny filtry hrubých nečistot, které odstraňují částice o velikosti $\geq 300 \mu\text{m}$ a chrání membránu před mechanickým poškozením. Za těmito filtry bylo dávkováno koagulační činidlo (PAX XL 19) a takto nadávkovaná voda přecházela do trubkového flokulátoru, ve kterém docházelo k vytvoření potřebné suspenze, jež se následně separovala na keramické membráně. Z keramické membrány byla upravená voda dopravována do stávající akumulací nádrže, která zároveň sloužila jako zásoba vody pro fyzikální a chemické praní.

Dávka koagulačního činidla byla řízena jednak obsluhou podle provedených chemických analýz, a dále byla automaticky korigována pomocí kontinuálního měření zákalu. Pokud měření zákalu zaznamenalo změnu v kvalitě surové vody, byla automaticky dopočtena korekce dávkovaného koagulantu tak, aby dávkované množství bylo vždy optimální a kvalita upravené vody vyhovovala požadavkům na vodu pitnou.

Kvalitativní výsledky

Z kvalitativních ukazatelů byla, přímo na úpravně vody ve Vyšším Brodě, sledována především koncentrace organických látek. Další vybrané parametry byly stanovovány v laboratoři.

Pro řízení adekvátního provozu úpravní, bylo zásadní sledování koncentrace organických látek, vyjádřených jako CHSK-Mn, v surové vodě z potoka. V surové vodě se koncentrace pohybovaly standardně v rozmezí 4 - 8 mg·l⁻¹. Vzhledem k měnícím se meteorologickým podmínkám často docházelo k prudkému nárůstu koncentrace, mimořádně až k 27 mg·l⁻¹. Koncentrace organických látek v upravené vodě se, vyjma dvou případů, pohybovala pod 1 mg·l⁻¹. Na obr. 3 je zachycen průběh koncentrací CHSK-Mn v surové a upravené vodě.



Obr. 3 Porovnání hodnot koncentrace organických látek

Úpravna vody AMAYA 5.2 dosahovala ve Vyšším Brodě, při provozu na povrchové vodě, průměrné účinnosti odstranění organických látek (CHSK-Mn) 85 - 95 %. V tabulce 1 a 2 jsou uvedeny výsledky laboratorního stanovení vybraných fyzikálně – chemických, mikrobiologických a biologických ukazatelů.

Tabulka 1 Fyzikálně - chemické ukazatele – AMAYA 5.2

Datum odběru	Barva (mg Pt·l ⁻¹)	Zákal (ZF)	Stanovení pH	KNK-4,5 (mmol·l ⁻¹)	CHSK-Mn (mg·l ⁻¹)	A254	Hliník (mg·l ⁻¹)
17. 7. 2018	<5	<0,15	7,0	0,28	1,0	0,021	<0,020
24. 7. 2018	<5	<0,15	7,0	0,20	1,2	0,022	<0,020
07. 8. 2018	<5	<0,15	7,5	0,32	1,2	0,026	<0,020
13. 8. 2018	<5	<0,15	7,2	0,34	1,0	0,014	<0,020
20. 8. 2018	<5	<0,15	7,1	0,32	0,6	0,011	<0,020
30. 8. 2018	7	0,19	7,5	0,30	0,8	0,013	<0,020

Tabulka 2 Mikrobiologické a biologické ukazatele – AMAYA 5.2

Datum odběru	Koliformní bakterie (KTJ·100 ml ⁻¹)	Počty kolonií při 36°C (KTJ·1 ml ⁻¹)	Počty kolonií při 22°C (KTJ·1 ml ⁻¹)	MO – mrtvé organismy (jedinci·ml ⁻¹)	MO – živé organismy (jedinci·ml ⁻¹)
17. 7. 2018	0	48	50	0	0
13. 8. 2018	0	0	6	0	0

Kvantitativní výsledky

V rámci provozu byly sledovány provozní hodnoty zařízení, zejména množství surové vody, spotřeba vody na praní a spotřeba elektrické energie. Tyto jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3 Provozní parametry – AMAYA 5.2

Parametr	Výsledek
Množství upravené vody	4 905 m ³
Množství vody spotřebované na fyzikální a chemické praní	57,5 m ³
Procentuální množství vody spotřebované na praní z vody upravené	1,17 %
Spotřeba elektrické energie	1 765 kWh
Množství spotřeby 37% kyseliny sírové na kyselé chemické praní membrány	4,8 l
Množství spotřeby 12% chlornanu sodného na oxidační chemické praní membrány	0,51 l

Množství vyrobené vody ve Vyšším Brodě, během provozu jednotky na povrchovou vodu, bylo 4 905 m³. Množství upravené vody, použité pro oba typy praní keramické membrány, bylo 57,5 m³. Z toho lze interpretovat, že procentuálně bylo na praní membrány spotřebováno 1,17 % vody upravené poloprovozní jednotkou AMAYA 5.2. Pro srovnání úprava vody Vyšší Brod spotřebuje kolem 8 % vyrobené vody pro vlastní technologii, tedy převážně pro praní a odkalování.

Spotřeba elektrické energie činila za celou dobu provozu 1 765 kWh. Faktorů, ovlivňující tento parametr je řada, například TMP určený pro praní membrány, kvalita surové vody a podobně. Zásadním faktorem je však množství čerpadel zařazených a provozovaných v technologickém kompletu úpravy. Přepočteno na vyrobený 1 m³ je to spotřeba 0,36 kWh·m⁻³, což je hodnota řádově nižší, než je tomu u stávající úpravy, kde je ale započteno i čerpání vody na vodojem a vytápění budovy.

Celková spotřeba chemikálií na chemické praní v rámci tříměsíčních poloprovozních zkoušek byla 0,51 l 12% chlornanu sodného a 4,8 l 37% kyseliny sírové. Díky delším filtračním cyklům a zároveň díky značné účinnosti fyzikálního praní, nemuselo docházet k příliš častým chemickým praním, což je samozřejmě spojeno s velmi nízkou spotřebou chemikálií. Přepočteno na m³ vyrobené vody, spotřeba 37% kyseliny sírové byla 0,97 ml a spotřeba 12% chlornanu sodného 0,1 ml.

Pro porovnání provozu technologie AMAYA 5.2 spolu se současnou technologickou linkou slouží tab. 4, ve které jsou uvedeny jednotlivé parametry v přepočtu na m³.

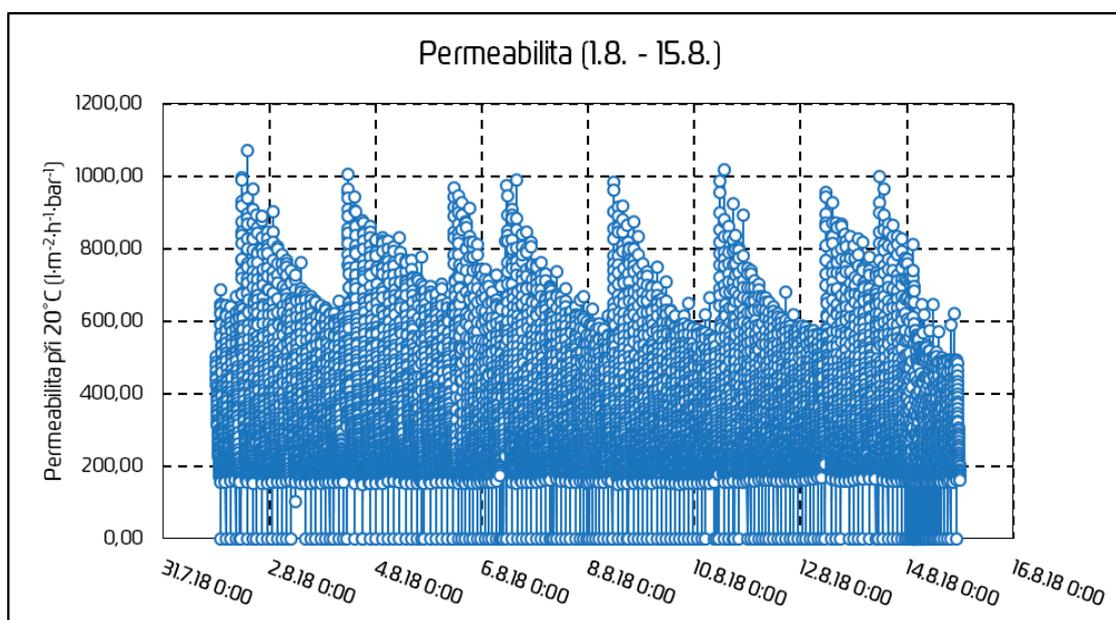
Tabulka 4 Srovnání stávající technologické linky a membránové filtrace

Parametr	Stávající technologická linka	AMAYA 5.2
Spotřeba technologické vody na m ³	79,5 l·m ⁻³	11,7 l·m ⁻³
Spotřeba elektrické energie na m ³	2,5 kWh·m ⁻³ *	0,36 kWh·m ⁻³

*Spotřeba elektrické energie včetně čerpání do vodojemu a vytápění objektu

Řídicí systém úpravy kontinuálně měří, zaznamenává a vyhodnocuje permeabilitu, tedy propustnost membrány. V rámci filtračního cyklu, kdy dochází k zachytávání suspenze na membráně, tato propustnost klesá, až je dosaženo kritické meze a systém spustí praní membrány. Po vyprání se vrací k původním hodnotám. Na obr. 4 jsou uvedeny hodnoty permeability v průběhu provozu úpravy ve Vyšším Brodě. Obr. 4 zobrazuje velmi široký rozsah sledování – 14 dní. Z něj můžeme vidět, že permeabilita se po fyzikálním proprání membrány vrací téměř k původním hodnotám, nikoli však zcela. Jasný návrat na původní hodnoty permeability přichází po chemických praních. Z obr. 4 je tedy patrné, že aktuální konfigurace praní je zvolena správně a nedochází k žádnému kontinuálnímu ireverzibilnímu zanášení membrány, což by bylo indikováno postupným zvyšováním hodnot TMP bezprostředně po chemickém praní.

Technologie po dobu umístění na povrchovém zdroji dodávala kontinuálně 4,5 m³ pitné vody za hodinu, což odpovídá FLUXu 180 l·m⁻²·h⁻¹, tedy proteklému množství vody na m² plochy membrány za hodinu. Filtrační cykly při takovémto zatížení membrány dosahovaly 3 – 5 hodin.



Obr. 4 Průběh hodnot permeability v období 1. 8. – 15. 8. (14 dní)

Závěr

V rámci provozu mobilní jednotky AMAYA 5.2 byla upravována surová povrchová voda z říčky Menší Vltavice. V tomto případě bylo zásadní odstraňování organických látek (účinnost až 95 %). Upravená voda stabilně dosahovala koncentrací organických látek okolo 1 mg·l⁻¹, a to i v případě velkých výkyvů kvality surové vody. Co se redukcce mikroorganismů týče, bylo dosahováno téměř 100% účinnosti.

Systém automatické úpravy dávky koagulačního činidla pracoval spolehlivě a umožnil kontinuální provoz i bez přítomnosti obsluhy úpravy.

Instalace mobilní úpravy na letní období velmi pomohla zlepšit bilanci dostupných vodních zdrojů a spotřeby ve Vyšším Brodě a snížila potřebu nákupu vody od dalších subjektů.

Jednostupňovou keramickou membránovou filtraci lze doporučit pro případnou rekonstrukci nebo rozšíření úpravy vody. Výhodami jsou mimo jiné menší nároky na prostor, nízká spotřeba vody a elektrické energie oproti konvenčním technologiím.

Nejnovější trendy v oblasti regulační techniky a jejich implementace na regulačních ventilech CLA-VAL

Ing. Jiří Ševčík

ATJ special s.r.o.

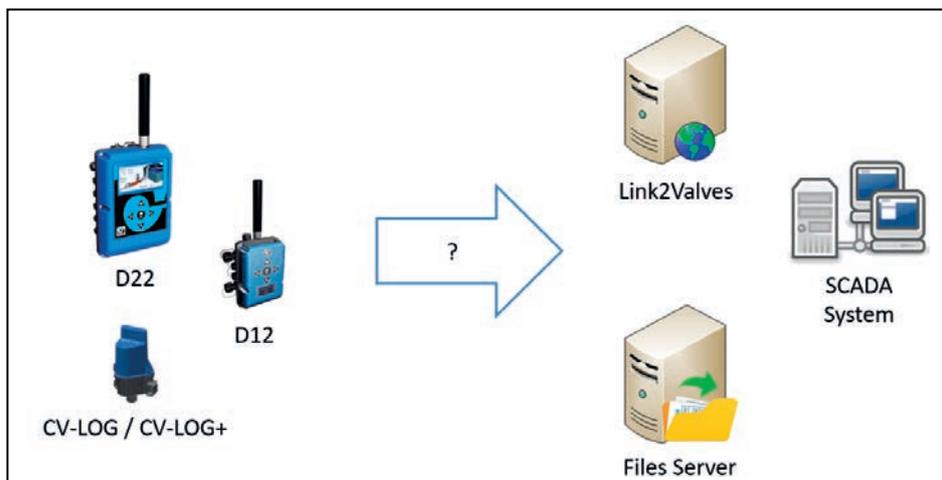
Úvod

Rok 2008 byl výjimečným tím, že to byl začátek, kdy se začaly v poměrně velkém měřítku rozšiřovat elektronické komponenty jako nadstavba a součást regulačních ventilů CLA-VAL. Za těch uplynulých deset let došlo k prudkému vývoji všech elektronických jednotek a jejich postupnému zdokonalování a testování v terénu. Díky zpětné vazbě mnoha vodárenských subjektů, došlo k selekci toho nejefektivnějšího a tak vznikla tzv. smart řada. Jedná se o komunikační a řídicí jednotky, které jsou napájené vlastní mikroturbínou anebo jsou závislé na externím zdroji napětí 24 V DC.

Současnost

Drtivá většina řídicích jednotek je monitorovatelná a některé z nich lze řídit pomocí softwarových nástrojů, které jsou k dispozici na web adrese www.link2valves.com. Díky této podpoře je možné dálkově měnit nastavení jednotlivých parametrů řídicí jednotky a provádět pravidelný upgrade zařízení.

Na obrázku je znázorněno jak probíhá komunikace mezi řídicími jednotkami smart řady a serverem.



Zde jsou dostupné přenosy dat z řídicích jednotek Cla-val:

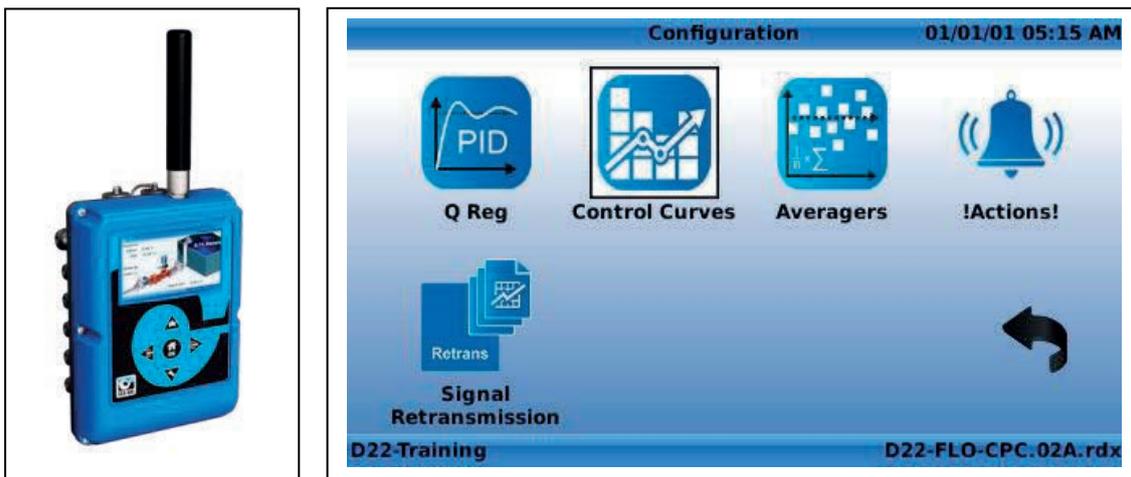
	D22	D12	CV-LOG
Ethernet	✓	✗	✗
GPRS	✓	✓	✓
Serial	✓	✗	✗

Výhody proti předchozím modelům

Celé zařízení je možné naprogramovat přímo na displeji řídicí jednotky anebo předprogramovat na PC pomocí softwaru případně exportovat celý soubor předem. V současné době existuje cca. 30 základních verzí předprogramovaných aplikací (katalog ValvApps™).

Komunikační a řídicí jednotka D 22

Tato řídicí jednotka splňuje všechny potřebné aspekty účinného a jednoduchého elektronického regulátoru. Nejnovější technologie PCB karty je odolná vůči vlhkému prostředí, celé zařízení je v kompaktním obalu, vyrobené pro třídu krytí IP 68 a vybavené anténou.



Komunikační a řídicí jednotka D11

Autonomní dvoustupňová elektronická řídicí jednotka přináší vyšší úroveň regulace s uživatelsky přívětivým rozhraním. Jednotka poskytuje programovatelný regulátor řízený podle času a průtoku. Dále nabízí velkou kapacitu paměti pro záznam vstupních a výstupních dat po více jak 10 letech provozu. Konfigurace zařízení je intuitivní díky vestavnému OLED displeji a tlačítek s magnetickým kontaktem. Volitelné rozhraní Bluetooth nabízí vzdálenou konfiguraci pomocí smartphonu, tabletu nebo PC.



Datalogger a řídicí jednotka CV-Log +

Komunikační datalogger umožňuje zpracovat 4 kanály záznamů (3 analogové a 1 binární), data přenáší pomocí GPRS, dále umožňuje zaslat alarm pomocí SMS zprávy. Jednotka CV-Log je integrována do webové aplikace Link2Valves, která umožňuje vizualizaci dat a dálkové programování jednotky. Dále tento typ dataloggeru umožňuje dálkově ovládat bi-stabilní solenoidní ventil, který může být osazen na jiném objektu – např. na ventilu, který pracuje jako dvoustupňová redukce tlaku. Přepínání tlaků je pak řízeno vysláním povelu z dataloggeru, který je v jiném „kritickém“ místě tlakového pásma. Datalogger je v kompaktním ergonomickém provedení a obsahuje také externí bateriový pak pro docílení životnosti 5 let při záznamu každých 15 minut a 1 x denně přenos dat). Celé zařízení je připraveno pro plné zatopení vodou – třída krytí IP 68.



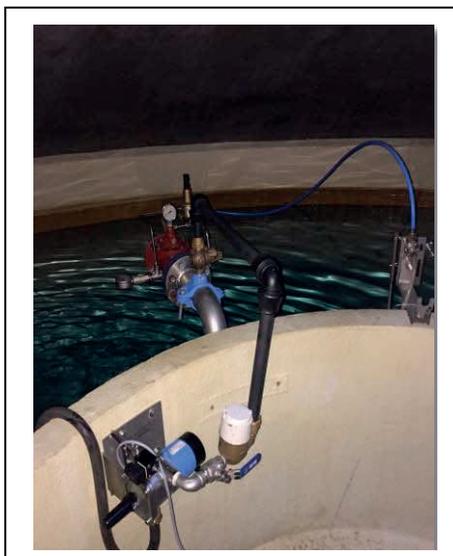
Vybrané případové studie

1. VDJ Krušovce - Topoľčany

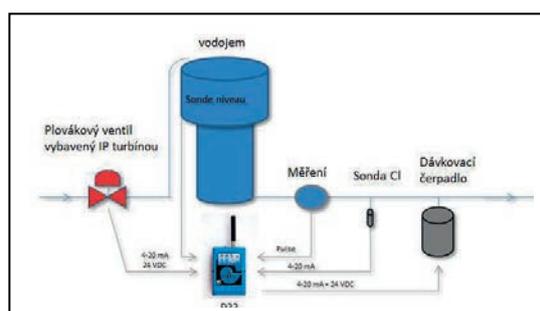
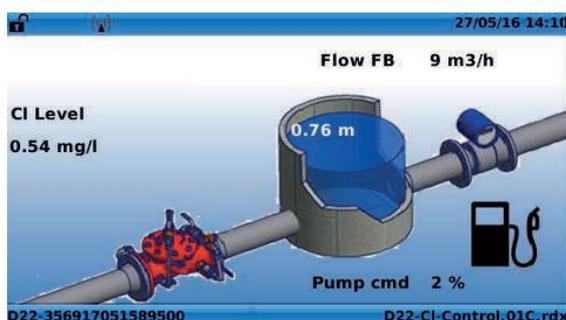


System ovládání nátlaku do vodojemu podle aktuální potřeby byl po letech provozu nahrazen regulačním ventilem s možností přímého odečtu průtoku a také vybaven komunikační jednotkou D22, která umožňuje ovládání a přenášení dat a možností dálkově změnit nastavení přes webové rozhraní www.link2valves.com. Navíc se jedná o kombinaci ovládání pomocí servopohonu a jako záložní zdroj slouží dálková regulace solenoidními ventily. V případě ztráty přenosu povelů z dispečinku, je ventil vybaven hydraulickým uzavřením od maximální hladiny ve vodojemu.

2. Osazení IP turbíny pro napájení dávkovacího čerpadla



Za účelem dosažení správné úrovně dezinfekce je nutné, aby bylo možné dávkovat chlor i v objektech kde není elektrické připojení k napájení analyzátoru, čerpadla a regulátoru. Z toho důvodu byla provedena montáž regulačního ventilu, který je vybaven turbínou s elektronickým napájením, řídicí jednotkou D 22, sondou pro měření chlóru a dávkovací čerpadlem Prominent.



Závěr

Uplynulých dvacet let zkušeností s touto problematikou nám ukázalo obrovské možnosti využití membránových regulačních ventilů a také prověřilo jejich spolehlivost a funkčnost. Z celkového počtu více jak tří tisíc doposud osazených ventilů jsou všechny stále v provozu.

Trendy v komunikačních jednotkách a také použití mikroturbín odhalují další možnosti využití membránových ventilů a profilují směr, kterým se firma CLA-VAL v posledních deseti letech vydala. Bez zpětné vazby vodárenských společností by to však byla mnohdy strastiplná a zdoluhavá cesta bez odpovídajícího využití.

Zkušenosti s aplikací zařízení na výrobu směsných oxidantů elektrolýzou v místě použití

Ing. Lubomír Macek, CSc., MBA

Aquion, s.r.o., Osadní 324/12a, 170 00 Praha 7, e-mail: lubomir.macek@aquion.cz

Souhrn

Kvalitní pitná voda je základem dobrého života. Účelem našeho oboru je zajistit lidem co nejkvalitnější pitnou vodu tak, aby se jim dobře žilo. Proto je cílem fungování každého vodohospodáře, každého provozovatele a každého vlastníka vodovodu neustálé zlepšování poskytovaných služeb a také dodávané kvality pitné vody. V příspěvku chceme ukázat naše zkušenosti s aplikací zařízení Aquion MIOX na příkladu malého i většího zařízení. Jedná se o zařízení, která jsou spolehlivá, snadno se uvádějí do provozu a patří mezi nejbezpečnější generátory na trhu. Tato zařízení představují lídra trhu z hlediska pokročilé konstrukce a bezpečnosti. Malá zařízení vyrábějí pouze směsné oxidanty, u větších zařízení je možné volit podle typu aplikace, zda budeme vyrábět chlornan sodný nebo směsné oxidanty.

V místě vyráběné oxidanty představují vhodnou náhradu dosud používaných oxidantů – plynného chloru, nakupovaného chlornanu sodného nebo vyráběného chlordioxidu. Zkušenosti ukazují, že plynný chlor a chlornan sodný přispívá k zarůstání potrubí biofilmem a inkrusty, dokonce je možné, že tyto oxidanty podporují nárůst některých mikroorganismů, resp. nepřispívají k jejich inaktivaci nebo eliminaci. Používané oxidanty také mají nepříznivý vliv na senzorké vlastnosti vody- zhoršují chuť a pach vody. Nakupovaný plynný chlor i chlornan sodný představuje velké bezpečnostní riziko, obdobně jako výroba chlordioxidu, jak ukazuje zkušenost. Výroba v místě použití vyrábí nízkokontrovaný roztok silného oxidantu, díky tomu nejsou potřeba zvláštní bezpečnostní opatření, pomůcky a školení.

Generátory směsných oxidantů a chlornanu sodného Aquion MIOX jsou vyvíjeny a dodávány již přes dvacet let a počet instalací překročil 3 000. Tento velký potenciál zkušeností s vývojem, výrobou a aplikací generátorů oxidantů včetně zkušeností jednotlivých uživatelů a velmi oceňovaným zákaznickým servisem zajišťuje snadnost uvedení do provozu i následnou údržbu. Zařízení jsou certifikována z hlediska vodíkové bezpečnosti a kombinují řadu aktivních a pasivních prvků, asi díky tomu se nikdy nestalo a nestane, že by se, na rozdíl od jiných konstrukcí, něco stalo.

Směsné oxidanty, na rozdíl od chlornanu sodného, pokud vezmeme v obou případech čerstvý oxidant vyráběný v místě, mají lepší vlastnosti vhodnější pro použití v celé šířce vodního hospodářství pro dezinfekci, hygienické zabezpečení a oxidaci vody. Na rozdíl od chlornanu sodného jsou účinnější, zlepšují senzorké vlastnosti vody – chuť, pach i průhlednost a v akvatickém systému jsou stabilnější. Díky to mu nedochází k takovému uvolňování chloru do ovzduší v místě volné hladiny – typicky ve vodojemech a stabilita směsných oxidantů umožňuje často eliminovat i dochlorování po trase od zdroje ke spotřebišti. Podrobnější informace naleznete v minulých příspěvcích na konferenci, také vám je rádi pošleme.

Společnost Aquion, s.r.o. propaguje výrobu směsných oxidantů od roku 2004, já sám jsem hlavním šéfmontérem při instalaci a uvádění jednotlivých generátorů do provozu.

Nejstarší provozované systémy v České Republice jsou v provozu od 3. března 2008 bez poruch, ten nejvytíženější má podle mého aktuálního odhadu za sebou okolo 30 000 provozních hodin.

Zařízení, která dodáváme, mají kapacitu od 0,9 kg/den až po 450 kg/den ekvivalentu volného aktivního chloru v podobě směsných oxidantů nebo od 11,3 kg/den do 726 kg/den ekvivalentu volného aktivního chloru v podobě chlornanu sodného.

Oblasti aplikace směsných oxidantů jsou pro dezinfekci a hygienické zabezpečení pitných vod s možností snížení dávky oxidantu oproti plynnému chloru a chlornanu sodnému, včetně možnosti eliminovat dochlorování po trase. Směsné oxidanty je možné použít pro oxidaci železa a manganu při úpravě vody. Jejich dobré vlastnosti je možné použít při dezinfekci a hygienickém zabezpečení vody v bazénech a wellness, pro eliminaci Legionelly ze systémů rozvodu TUV, pro studenou sanitaci potrubí v potravinářském a nápojovém průmyslu a pro dezinfekci a hygienické zabezpečení kvality vody v otevřených chladících okruzích, kde dojde v podstatě k dosažení sterility v těchto okruzích a nedochází k průniku aerosolu, kontaminovaného různými mikroorganismy do okolí.

Generátory směsných oxidantů (a chlornanu sodného) Aquion MIOX představují velmi často řešení s nejnižšími náklady po dobu životnosti.

Co jsou směsné oxidanty?

Směsné oxidanty jsou podle nepřímých analýz směsí chlornanu sodného a peroxidu vodíku. Zkušenosti z bazénů ukazují, že nenapadají lidské tkáně tak, jako to dělají dosud používané oxidanty. Možná je to proto, že lidské tělo si pro boj s oxidanty vytváří podobný roztok, který navíc obsahuje oxid dusný (viz časopis Vesmír).

Aplikace zařízení Aquion MIOX ZUNI pro dezinfekci a hygienické zabezpečení pitné vody pro významného firemního zákazníka ve Středočeském kraji.



Obr. 1 Aplikace Aquion MIOX ZUNI

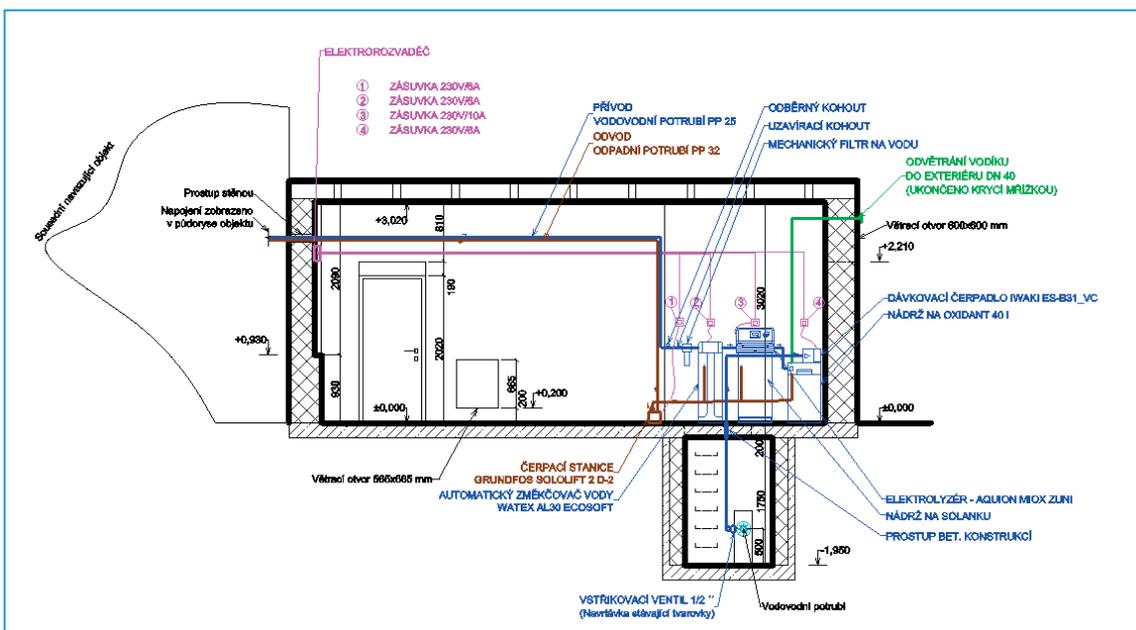
Obsah dodávky: Generátor směsných oxidantů Aquion MIOX ZUNI s kapacitou 0,45 kg/den směsných oxidantů (v ekvivalentu volného aktivního chloru) s integrovaným generátorem solanky, dávkovací nádrž s dávkovacím čerpadlem IWAKI, změkčovač přírodní vody, analyzátor volného aktivního chloru, šéfmontáž a uvedení do provozu.

Cíl dodávky: zajištění hygienicky nezávadné pitné vody ve složitých podmínkách s dlouhou dobou zdržení a ohříváním potrubí.

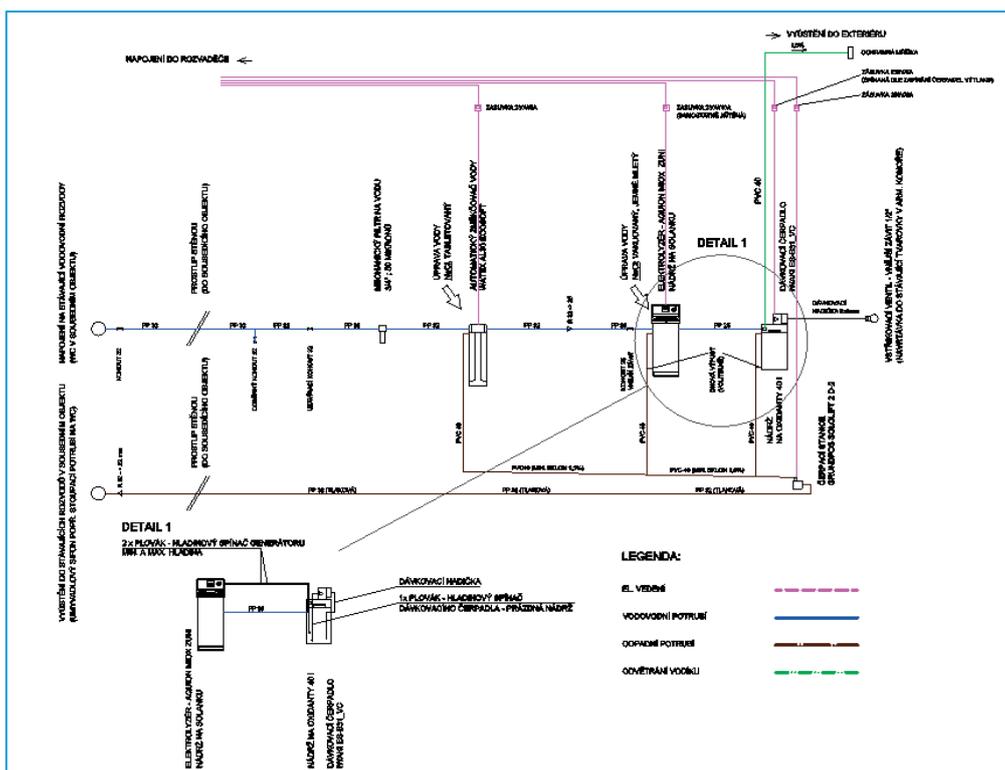
Přelivy, odpady a výustě z jednotlivých zařízení této sestavy jsou soustředěny do malé čerpací stanice šedých vod (pro koupelnu bez WC) a vody jsou přečerpávány do vedlejšího prostoru, kde jsou zaústěny do splaškové kanalizace.



Obr. 2 Dávkovací nádrž na oxidanty, změkčovač a zařízení na měření koncentrace volného aktivního chloru



Obr. 3 Prostorové nároky zařízení



Obr. 4 Technologické schéma

Zkušenosti s instalací generátorů Aquion MIOX jsou dobré. Občas dojde až k žertovným situacím díky nekompatibilitě anglosaských a SI jednotek a používaných systémů NN. Tak jsme v případě vůbec první instalace dostali dávkovací čerpadla pro 110 V, od té doby používáme ty nejkvalitnější dávkovací čerpadla japonského původu. Vhodně jsme tak doplnili kvalitní generátory oxidantů o ta nejlepší dávkovací čerpadla, dostupná na trhu, a to značky IWAKI. Současně jsme při první instalaci všechny dodané závitové fitinky a kulové uzávěry z UPVC dotáhli odhadem manuální silou, místo použití momentového klíče a do druhého dne všechny spoje popraskaly a musely jsme instalaci vyměnit. Při instalaci pro průmyslového zákazníka na severní Moravě zase vše fungovalo, jen do jednotky nenatékala solanka. A protože v manuálu, který jsme s tím dostali, bylo napsáno, že pokud zařízení nemá sůl, máme do generátoru solanky přidat více soli, přidal jsem více soli a až poté jsme náhodou zjistili, že místo trubičku sání solanky byla namontovaná trubička na rozstřikování vody na jiný generátor solanky a ta správná trubička byla přiložena jako náhradní díl. Generátor jsme uvedli do provozu, jen to znamenalo vybrat a znovu naplnit do generátoru solanky 200 kg mokré soli. Takové případy bereme jako příležitost být při další instalaci pohotovější, rychlejší a pokud možno duchapřítomnější.

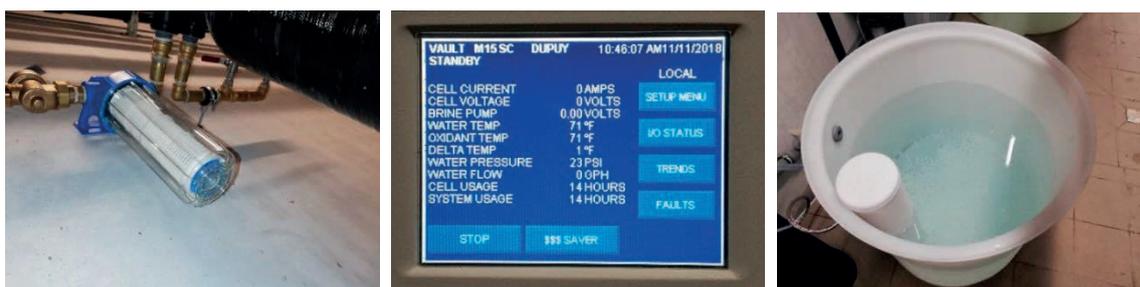
Dodávka a instalace zařízení Aquion MIOX Vault 15 M SC pro dezinfekci a hygienické zabezpečení bazénové vody pro významného zákazníka v severních Čechách.

Obsah dodávky: Generátor směsných oxidantů Aquion MIOX Vault 15 M SC s kapacitou 6,8 kg/den směsných oxidantů (v ekvivalentu volného aktivního chloru), generátor solanky, dávkovací nádrž, změkčovač přívodní vody, analyzátor šéfmontáž, instalace a uvedení do provozu.

Cíl dodávky: zajištění dezinfekce a hygienického zabezpečení vody v bazénech a wellness.



Obr. 5 Pohled na linku generátoru Aquion MIOX Valut 15 M SC pro výrobu směsných oxidantů



Obr. 6 Pohled na filtr mechanických nečistot, pohled na dotykovou řídicí obrazovku zařízení, pohled do generátoru solanky.

Kvalita soli

Jedním z důležitých předpokladů dobré funkce systému je kvalita použité soli. Čím lepší sůl, tím delší životnost zařízení a lepší efektivita výroby oxidantu. Pro účely generování oxidantu – směsných oxidantů nebo chlornanu sodného – používáme vakuovanou sůl vysoké kvality, kde koncentrace chloridu sodného přesahuje koncentraci 99,7 – 99,8 %. Použít můžeme buď jemně mletou nejodidovanou sůl potravinářské kvality nebo tabletovanou sůl pro úpravu vody. Jemně mletá sůl má o něco nižší cenu než tabletová sůl. S tabletovou solí se snáze pracuje. V soli sledujeme různé příměsi, jak vápník, hořčík, železo a mangan, sírany, nerozpustné látky a aditiva – především látky proti spékání soli. Dodavatelů soli je několik ze tří okolních zemí – Polsko, Německo a Rakousko, všichni dodávají vysoce kvalitní chlorid sodný.

Kvalita a teplota napájecí vody

Dalším faktorem je kvalita napájecí vody, ze které odstraňujeme uhličitanovou tvrdost. Důležitá je také vhodná teplota napájecí vody – v našich podmínkách vodu spíše přehříváme v zimním období, při aplikaci v tropech je nutné napájecí vodu chladit, aby roztok oxidantů na výstupu neměl příliš vysokou teplotu.

Údržba zařízení

Zařízení je na údržbu poměrně nenáročné, pravidelně je nutné kontrolovat těsnost všech spojů, průchodnost všech potrubí atd. Pracnost údržby je obdobná jako u plynné chlorace, pouze odpadají problémy s manipulací s velmi nebezpečnou chemikálií a otázky spojené s agendou BOZP.

Nejnovější generátory jsou dodávány v provedení s automatickým čištěním, což velmi spoří čas obsluhy a zajišťuje dobrou účinnost konverze soli a elektřiny. Pouze generátory chlornanu sodného, jako „low end“ je možné pořídit také bez samočištění, za nižší cenu.

Napojení na řídicí systémy a ovládání zařízení

Malá zařízení je možné napojit přímo na webové rozhraní jako IP zařízení pomocí sítě LAN/WLAN a mají také USB 2.0 konektor pro stahování dat na flashdisk. Větší zařízení jsou dodávána s dvěma standardy – pro Evropu je to MODBUS, pro severní Ameriku se standardem Allen Bradley PLC. Jak je vidět na obr. 6 uprostřed, pro ovládání, zapínání a vypínání velkých generátorů je používána dotyková obrazovka, malé generátory jsou ovládány pomocí tlačítek. Všechny generátory jsou navíc vybaveny hlavním spínačem, který je umístěn zvenku skříně.

Malé generátory – integrované provedení

Malé generátory je možné dodat v integrovaném provedení s generátorem solanky, což velmi spoří místo, generátor oxidantů sedí na generátoru solanky.

Doporučení k aplikaci

Závisí tedy zcela na kupujícím, zda využije generátor směsných oxidantů nebo generátor chlornanu sodného. V případě, že vás zajímá zejména kvalita a kvalita dodávané vody, jsou pro vás vhodnější generátory směsných oxidantů, v případě, že kupující hledí hlavně na cenu a méně na kvalitu, pak jsou k dispozici generátory chlornanu sodného bez samočištění.

Závěr

Generátory směsných oxidantů a chlornanu sodného představují moderní zařízení, bezpečné a účinné, které pomáhá snižovat závislost na dodavatelích chemikálií a umožňuje mít výrobu oxidantu pod kontrolou a s nízkými provozními náklady. Zkušenosti s aplikací těchto zařízení v České Republice potvrzuje všechny předpoklady, které vedou k jejich nasazení.



Obr. 7 Dávkování oxidantu do potrubí je možné řídit spínáním, pomocí pulsního nebo napětového výstupu.

Provozní bezpečnost dispečerských center

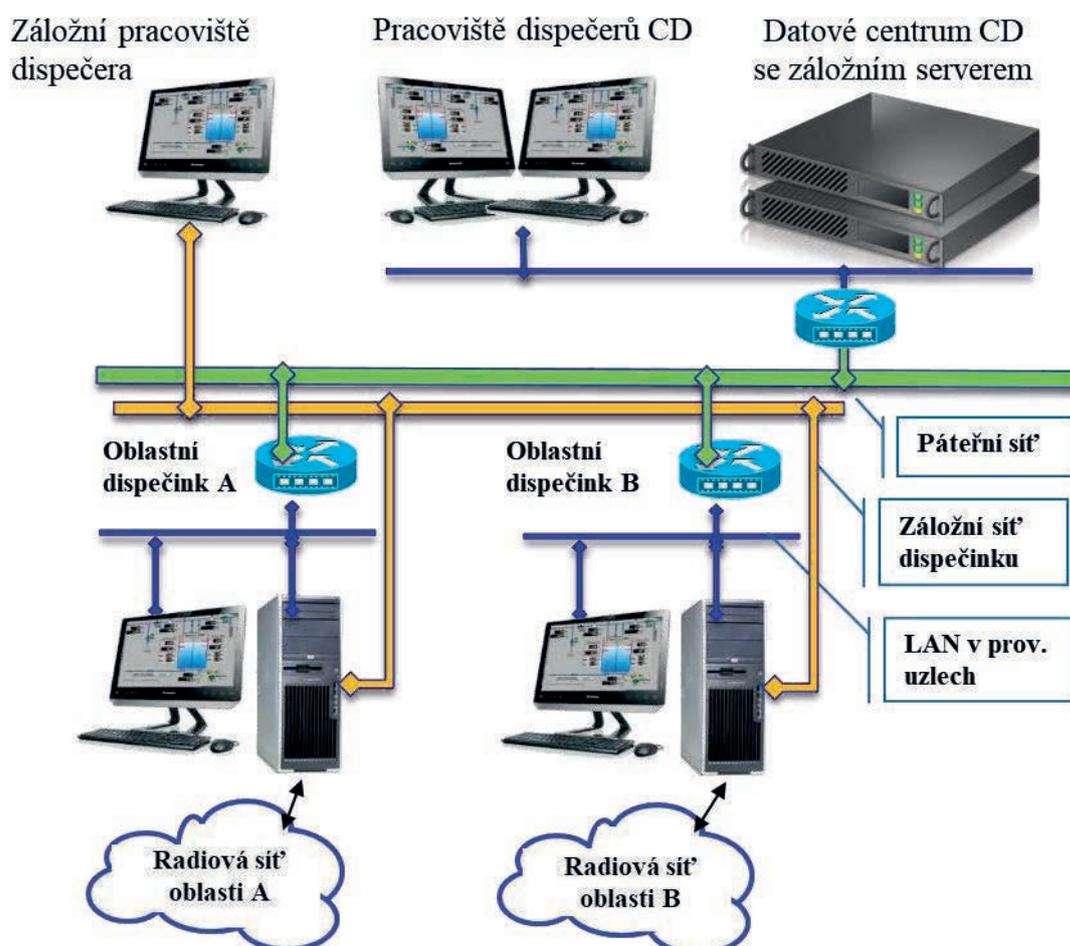
Ing. Josef Fojtů

QLine a.s., fojtuj@qline.cz

Príspevek se zabývá otázkami provozní bezpečnosti vodárenského dispečinku ve vztahu k odolnosti architektury dispečerských center proti rizikům možných výpadků hlavních součástí dispečerské infrastruktury (porucha serveru telemetrie, nedostupnost počítačové sítě, výpadek řadiče domény) a navrhuje technická opatření k pokrytí hlavních rizik.

Provozní kontext

Náš stále více technologický svět je svou podstatou závislý na provozu různých technických řešení a tento trend se stále zvyšuje. Fenomémem posledních let je navíc provozování technických řešení formou externí služby (síťové služby, cloudová řešení), což činí situaci z provozního pohledu ještě rozmanitější. Proto je z pohledu zodpovědného provozovatele účelné se zabývat krizovými scénáři pro možné mezní situace a to především u kritické infrastruktury, kterou je dodávka pitné vody.



O technické odolnosti systému vůči různým poruchám technického prostředí dispečinku hovoříme v tomto článku jako o provozní bezpečnosti. V případě dispečerského systému jsou pro zachování dálkového řízení a ovládnání zásadní dvě schopnosti - jednak chod

center řízení a jednak dostupnost komunikačního prostředí. Pro celkovou šíři tohoto téma, se v příspěvku zaměříme na chod dispečerských center a komunikačního prostředí dispečerských pracovišť navazujících na servery telemetrie. Nebudeme se zde tedy zabývat provozní problematikou přenosových sítí telemetrie ani koncovými jednotkami.

Pro bližší pochopení vzájemných souvislostí si připomeneme složení dispečerského systému. Dispečerský systém je ve svém celku tvořen pěti základními součástmi. Dispečerských center se přímo týkají první tři:

- **Servery telemetrie** s aplikací SCADA software v provozních uzlech s řídicími radiomodemy pro dálkové měření a ovládání objektů nebo ASŘ technologie provozního objektu. Server může být v roli hlavního nebo záložního stroje.
- **Dispečerská pracoviště** pro operativní řízení vodárenského provozu
- **Počítačová síť** (ICT infrastruktura), která slouží jako páteří komunikační platforma pro integraci serverů, komunikačních uzlů telemetrie, pracovišť operátorů a pracovních stanic koncových uživatelů dispečinku do jedné soustavy.
- **Přenosové sítě dálkového měření a ovládání** (Radiové datové sítě privátní i mobilních operátorů). Přenosová síť provádí komunikační propojení jednotlivých telemetrických stanic s nadřazeným dispečerským centrem nebo mezi sebou navzájem.
- **Koncová zařízení telemetrie** (RTU nebo místní SR ÚV a ČOV). Telemetrické zařízení (u větších objektů instance místního SR) provádí základní funkce dálkového měření a ovládání včetně začlenění provozního objektu do dispečerského systému.

Propojení a zachování funkční integrity těchto součástí je předmětem následujících kapitol. Pokud hovoříme o provozní odolnosti v tomto článku, máme na mysli využití náhradního technického řešení včleněného do infrastruktury dispečinku pro případ výpadku některé z hlavních součástí dispečerského systému. Moderní SCADA systémy (např. Retos.net) umí mechanismy provozní odolnosti využívat a lze na jejich platformě budovat odolné architektury dispečerských systémů, založených na pružné infrastruktuře dispečinku.

Vymezení rizik

Pro udržení integrity dispečerského celku je klíčové zejména udržení kontinuity provozu instance SCADA serveru, která kromě automatického řízení stanovuje všechny podstatné definiční a řídicí parametry, zachycující požadované chování řízené soustavy. Dynamické hledisko je v procesním pohledu na navrhované řešení zásadní, protože soubor parametrů řízení dispečinku má proměnlivou podobu.

Bezpečnostní kritéria jsou obecně pro dispečink stanovena takto

- Trvalá dostupnost dispečinku (365/7/24)
- Řízení přístupu k datům a funkčním rolím na základě přístupových hesel.
- Zabezpečení dat před ztrátou.

V následujícím textu se soustředíme na kritické prvky. Na provoz dispečerského centra mohou mít devastující účinky zejména dvě události – jednak vlastní porucha na SCADA serveru, který řídí komunikaci s koncovými objekty i dispečery a jednak výpadek služeb počítačové sítě, která zabezpečuje konektivitu dispečerských pracovišť se serverem a potažmo i mezi servery navzájem.

Výpadek síťových služeb pak ještě z praktických důvodů rozlišíme na dvě samostatné situace. První je stav, kdy z důvodu např. poruchy síťového prvku (routeru nebo prepínače) nemá určitý segment sítě přístup k doménovému řadiči a výsledkem je provozní stav, ve kterém je sice daný segment po technické stránce schopen síťové komunikace i datové výměny, nicméně nedostupnost domény neumožňuje běžný síťový provoz. Druhá situace pak zachycuje úplný výpadek, bez technické schopnosti komunikace v postiženém segmentu.

- 1) Riziko výpadku serveru telemetrie
- 2) Riziko výpadku počítače sítě
 - 2a) Výpadek řadiče domény počítačové sítě
 - 2b) Výpadek jednoho či více segmentů počítačové sítě

Navrhovaná opatření se tedy v první řadě logicky soustřeďují zejména na chod a provozní dostupnost serverů telemetrie a komunikačního prostředí.

Porucha serveru telemetrie

Poruchu serveru můžeme charakterizovat jako nedostupnost nebo nečinnost serveru na hlavní a současně i záložní IP adrese.

Pro tuto situaci se nabízí triviální řešení, kterým může být záložní SCADA server. Základním problémem u záložních SCADA serverů je skutečnost, že soubor parametrů řízení dispečerské soustavy má dynamický charakter, protože i hydrotechnické děje mají charakter nepřetržitého, proměnného procesu a návazně se i řídicí parametry dynamicky mění dle stavu soustavy. Hlavní i záložní server zapojené do technologického řízení musí umět mezi sebou sdílet data i řídicí prostředky, což v praxi obnáší tyto tři základní datové a komunikační entity:

- Aktuální soubor parametrů řízení soustavy
- Databázi provozních dat
- Přístup k přenosovým sítím telemetrie

V praxi jsou užívané různé provozní formace zálohovaných serverů – „horká“ nebo „studená“ záloha. Pro provozně citlivé aplikace se používá řešení SCADA serveru v bezvýpadekové (fault tolerantní) sestavě, tvořené dvojicí počítačů v horkém záskoku. Což ale není u většiny provozovatelů časté díky finančním nákladům. Častější variantou zejména u středních vodárenských společností je provoz SCADA centra ve virtuálním prostředí, která řeší zálohování technických prostředků serverů efektivnějším a z pohledu potřeb vodárny komplexnějším způsobem.

Použití virtuálního prostředí je vhodnější, protože umožňuje efektivněji zálohovat technické prostředky a je proto často využíváno v současné praxi, neboť výrazně urychluje dobu obnovy celé řídicí instance po poruše hardware. Z pohledu SCADA software však samo o sobě není úplným řešením, protože při provozu SCADA serveru se dynamicky mění soubor řídicích parametrů, což vyžaduje i nasazení mechanismu průběžného zálohování těchto dat mimo tuto strukturu.

U větších soustav s více SCADA servery není sestava s horkými zálohami strojů efektivní ani po technické stránce, protože v případě více serverů je třeba navíc řešit i s tím spojený stav měnící se topologie řídicích prostředků, která zachycuje řídicí prvky zapojené do systému řízení a jejich aktuální stav – role hlavního resp. záložního prostředku. U dispečerských soustav s hlavními a záložními servery musí být součástí systému

i instance, která bude v každém okamžiku pro všechny uživatele dispečerského systému určovat, který server/komunikační segment je v daném čase hlavní a který je záložní, aby bylo jednoznačně stanoveno, kam mají operátoři dispečinku směřovat pokyny na provádění dispečerského řízení. Topologie infrastruktury řízení má tedy rovněž dynamický charakter. Rozebereme si tento problém podrobněji.

Sestava s horkou zálohou je řešením, kdy řídicí počítač má svoje dvojče – plně vybavenou technickou zálohu, která je schopna, v případě poruchy hlavního stroje, téměř okamžitě převzít jeho roli v plném rozsahu. Sestavou tzv. „horké zálohy“ jsou zabezpečeny velíny úpraven vod a dispečinky střední velikosti, kdy se předpokládá minimální doba výpadku. Tyto soustavy mají zpravidla jediné centrum řízení a tak vyšší náklady na dosažení provozní odolnosti zdvojením prostředků mají smysl.

Možným řešením pro rozsáhlé celky se soustavou skupinových vodovodů a hierarchií dispečerských center je architektura s více SCADA servery v provozních uzlech a jednou sdílenou záložní instancí. Proces záložního řízení v takovém systému probíhá kontinuálně v několika rovinách.

Sestava se sdíleným záložním centrem. Záložní centrum je tvořeno v minimální podobě záložním serverem telemetrie (SCADA) a dispečerskou stanicí. Každá produktivní instance serveru telemetrie cyklicky vytváří záložní klon konfiguračních souborů SCADA, který bude ukládán na stanovené síťové uložení dostupné ze záložního centra.

Dostupnost serverů je automaticky ověřována prostředky SCADA Retos_Topology. Tento modul s webovou aplikací udržuje a prezentuje stav a identitu hlavních a záložních prvků topologie systému. Výpadek služeb serveru je v podstatě okamžitě identifikován příslušným dispečerským pracovištěm s trvalou obsluhou, která ověří, zda se jedná o výpadek komunikačního spojení nebo o výpadek serveru a které komunikační adresy jsou dostupné.

Pro případ výpadku kteréhokoliv ze serverů systému je v infrastruktuře dispečinku připravena sdílená instance záložního SCADA serveru s předinstalovanými prostředky v rozsahu systémové platformy. Správce dispečinku po výpadku spuštěním nástroje **Retos_Recovery** a příslušného záložního souboru v několika minutách vytvoří ze záložního stroje plnohodnotný funkční klon původního stroje. Následně přepne záložní server do role hlavního stroje, který zcela převezme kompetence řízení serveru v poruše. Předpokladem, je komunikační dostupnost příslušných modemů pro řízení přenosových sítí pro záložní instanci. Okamžikem aktivace komunikačního spojení s příslušným modemem přebírá záložní server roli hlavního prostředku řízení dané oblasti.

Protože se změnila identita řídicího serveru telemetrie je třeba aktualizovat role dotčených serverů (hlavní/záložní) v návaznosti na potřeby dispečerských pracovišť. Základní varianta procesu předání kompetencí je založena na faktu, že každý dispečerský klient Retosu má v konfiguraci uloženo, se kterými servery je oprávněn pracovat. Při této základní variantě jsou změny identifikace serverů (IP adresa) prováděny na klientských pracovištích manuálně správcem.

Vzdálené připojení přenosových sítí. Pružné uspořádání dispečerského systému zachovává základní strukturu přenosových sítí včetně přístupových bodů. Připojení přenosových sítí k serverům telemetrie ale musí být provedeno nikoliv přímo (server – lokální datové rozhraní – radiomodem) ale po ethernetu přes komunikační převodníky ethernet/seriová linka (server seriových portů). Toto opatření je předpokladem vzdáleného managementu přidělení řídicích kompetencí daného modemu k libovolnému serveru.

Výpadek počítačové sítě

Komunikační prostředí počítačové sítě je pojícím tmelem zajišťujícím integritu celého dispečerského prostředí při běžném provozu. Vhodně navržený dispečerský systém může být udržitelný v provozu i při výpadku páteřní počítačové sítě, byť v omezené míře a za snížení uživatelského komfortu i výkonnostních parametrů. Jak je uvedeno výše, budeme se zabývat dvěma základními situacemi.

Provoz dispečinku po výpadku doménového řadiče

Běžné produkty SCADA serverů používají pro ověření oprávnění přístupu uživatelů přímo služeb doménového řadiče (je to z pohledu správy provozu IT nejefektivnější řešení). Podstatné je, že přístupová práva v dispečerském systému jsou spojena s každou instancí technologického serveru.

Některé verze SCADA software např. Retos umí bez výpadku pracovat i za situace kdy je doména nedostupná. Umožňuje to samostatná ověřovací autorita, provádějící autentifikaci lokálních uživatelů dané serverové instance Retosu, vlastním procesem nezávisle na chodu domény a při plném komfortu správy sítě.

Po výpadku domény totiž přestanou fungovat doménové účty v síti a využívání služeb sítě na základě běžných identit uživatelů se stane nemožným. Možné řešení vychází ze předpokladu, že pokud jsou technické prostředky hlavní sítě funkční, je možný provoz dispečinku na páteřní síti za pomoci statických IP adres. Toho lze dosáhnout náhradou doménových služeb ověřováním lokální autorizační instancí na serverech telemetrie a uživatelé na všech dispečerských pracovištích se musí po výpadku přihlásit pod lokálními účty.

Provoz dispečinku po výpadku segmentu páteřní počítačové sítě

Odpovědnost za provoz služeb počítačové sítě má i ve vodárenské společnosti zpravidla na starosti IT oddělení. Pro potřeby zachování kontinuity dispečerských funkcí je však vhodné aby i řešení počítačové sítě zahrnovalo prvky provozní odolnosti. V minimálním rozsahu by mezi hlavními součástmi dispečerského systému měla existovat i záložní počítačová síť a prostředky dispečinku by mělo být monitorováno napájení využívaných síťových prvků (routery přepínače). Současně je potřeba aby pracovní stanice dispečinku byly předkonfigurovány na provozní režimy po záložní síti a bez domény. Jedná se zejména o přípravu lokálních účtů a k nim přiřazených oprávnění vzhledem k akcím a datům dispečerských serverů.

Záložní komunikační síť

Záložní datové spojení je v trvalém provozu souběžně s hlavním síťovým prostředím. Každý server telemetrie má ve vnitřní síti dvě statické IP adresy, jednu v hlavní počítačové síti a druhou v záložní komunikační síti. Dispečerské servery jsou v pružné architektuře přímo adresovatelné po IP adresách na hlavním nebo záložním spojení.

V případě komunikačního výpadku přeměruje dispečer připojení svého pracoviště na záložní spojení a provoz dispečinku může pokračovat prakticky v plném rozsahu s možnými pomalejšími reakcemi systému (v závislosti na přenosové kapacitě a zatížení záložní linky).

Ostrovní režim

V případě úplného rozpadu páteřní sítě, přechází obsluha dispečerského systému do lokálního režimu v rámci spádové oblasti. V tomto režimu zůstávají v provozu ostrovy místních sítí v centrech provozních uzlů zahrnující server telemetrie, pracovní stanice dispečera a řídicí modemy přenosových sítí. Funkce automatického řízení serveru telemetrie i schopnost dálkového ovládání zůstávají zachovány.

Reakcí na výpadek je přihlášení se dispečera pod lokálním účtem, nezávislým na doménovém ověření. Pro tento případ je na každém pracovišti krizového řízení vytvořen účet „havarijního uživatele“, který dovolí plnohodnotný přístup k místnímu serveru telemetrie.

Závěr

V předchozím textu jsme si ukázali, že provozní odolnosti dispečerských systémů můžeme efektivně dosáhnout za pomoci architektury pružného uspořádání, která je tvořena: *servery telemetrie* (hlavní a záložní), *dispečerskými pracovišti* (hlavní a záložní), *modemy řízení přenosových sítí* a *páteřní počítačovou sítí* s redundantní architekturou.

Při návrhu firemní strategie zajištění provozní odolnosti je důležité zvážit odpovědi na tuto základní otázku:

Jak dlouho se obejdeme při řízení výroby a dodávky pitné vody bez chodu dispečerského centra?

Od odpovědi se pak odvíjí technické parametry návrhu vlastního řešení.

Při návrhu řešení je třeba vzít v úvahu i skutečnost, že zavedení prvků provozní odolnosti do technické infrastruktury znamená zákonitě i nárůst technické složitosti celého řešení. Je tedy potřeba i zachovat rozumnou míru pro udržení provozuschopnosti takto komplexního soustavy.

Za žádoucí je rovněž potřeba považovat pravidelné procvičování provozních dovedností obsluh při užití provozních postupů v mezních situacích (krizové scénáře) spojené s využitím záložních technických prvků. Což zajistí i průběžnou kontrolu provozuschopnosti záložní infrastruktury.

Společnost QLine je dlouhodobým partnerem vodárenských společností skupin Aqualia, Veolia, Suez Water CZ, Energie AG. Kterým pomáhá při realizaci řady aplikací technologických informačních systémů a uvádění nových řešení dispečerské a automatizační techniky do provozu. V příspěvku jsou využity zkušenosti z této praxe.

Kontakt

Tel.: +420 604 223 671

e-mail fojtuj@qline.cz, www.telemetrie.cz

Smart vodoměry – dálkové odečty spotřeby vody v Brně

Ing. Robert Šafář¹⁾; Ing. Roman Palatin²⁾

1) OSVČ - manažer projektu

2) Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.

Úvod

Trendem společnosti Brněnské vodárny a kanalizace, a.s. (dále BVK) je zaměření se na neustálé zlepšování služeb zákazníkům. Jednou z aktuálních strategií je zavedení technologií dálkového odečtu spotřeby vody, ve které je využita spolupráce s městem Brnem. Společným přístupem k rozvoji systému dálkových odečtů spotřeby vody je naplňována vize města Brna být chytrým městem.

Pro zavedení takto rozsáhlého projektu, jehož cílem je dosažení pokrytí všech odběrných míst na území města Brna dálkovým odečtem, je nutná realizace v dílčích krocích.

Projekt „Smart vodoměry – dálkový odečet spotřeby vody“ sestává z následujících částí:

- **Pilot 250** – pilotní projekt testování technologií. Realizovaný na konci roku 2017.
- **Průmysl 3046** – instalace dálkových odečtů na 3046 odběrných míst spadajících do segmentu „průmyslové“ vodoměry. Realizace červen 2018 až prosinec 2019.
- **City 2600** - instalace dálkových odečtů na 2600 odběrných míst spadajících do segmentu „městské“ vodoměry. Realizace v průběhu roku 2019.
- **Projekt 37000** – jedná se o naplňování vize plošného zavedení dálkových odečtů na území města Brna pro segment obyvatelstvo. Předpokládaná realizace v letech 2020 až 2024.

Odběrná místa v projektech Průmysl 3046 a City 2600 představují cca 80 % celkové spotřeby vody v městě Brně. Toto množství odběrných míst umožní BVK již v roce 2019 získat detailní přehled o většině spotřebované vody a využívat tyto údaje při prevenci snižování ztát.

PILOT – volba technologie vysílací frekvence

Pilotní testování technologie dálkového odečtu bylo založeno na vysílací frekvenci 169 MHz, která byla preferována na základě dosavadní zkušenosti s prostupností signálu ve sklepích, šachtách a železobetonových konstrukcích. Pro využití frekvence 169 MHz je třeba vybudovat vlastní síť přijímačů, protože tuto frekvenci neposkytuje žádný z dostupných operátorů na trhu.

Souhrn důležitých zjištění technologie na frekvenci 169 MHz z pilotního projektu:

- technologie s přenosem na frekvenci 169 MHz splnila nároky na kvalitu signálu;
- představuje v oblasti radiových pásem volnou frekvenci bez poplatků;
- umožňuje obousměrnou komunikaci mezi vysílačem a přijímačem;
- vlastní síť přijímačů umožňuje dálkový dohled nad případnými výpadky sítě;
- splňuje nadstandardní datovou propustnost, dosah a konstrukční prostupnost signálu.

PILOT – Vodoměry

Strategií v oblasti vodoměrů bylo zhodnocení, že dlouhodobě používané typy vodoměrů považujeme za neměnné a zvolená nová technologie bude příslušenstvím těchto vodoměrů. Vybranou technologii dálkového odečtu spotřeby vody je možné instalovat pouze na kompatibilní vodoměry s možností pulsního výstupu. Nutná obměna 60 % nekompatibilních vodoměrů bude probíhat postupně s procházejícím cejchem.

PILOT – Vysílače

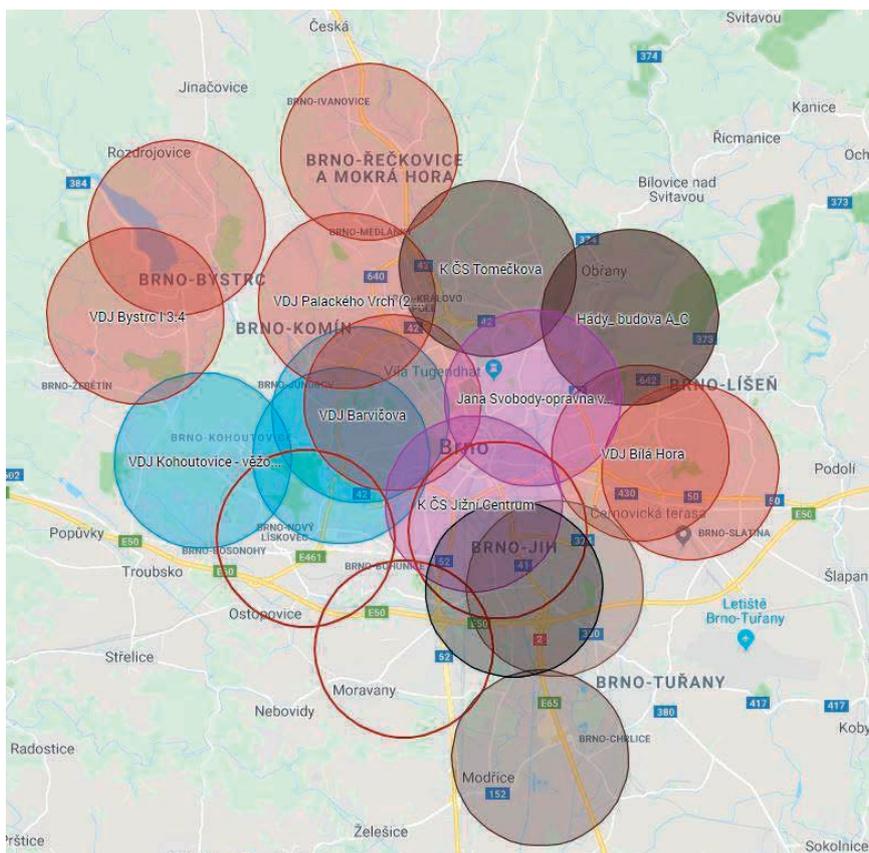
Převážná většina vodoměrů ve městě Brně je typu Sensus 420, na které v současné době lze využít originální pulsní snímač výrobce vodoměru. Po kabelovém propojení snímače s vysílací anténou na frekvenci 169 MHz jsme prověřili funkčnost zařízení s dostatečnou kvalitou signálu. Toto oddílné řešení nabízí možnost osadit anténu vysílače do nejvhodnějšího místa.



Oddílná verze vysílače.

Budování přenosové sítě

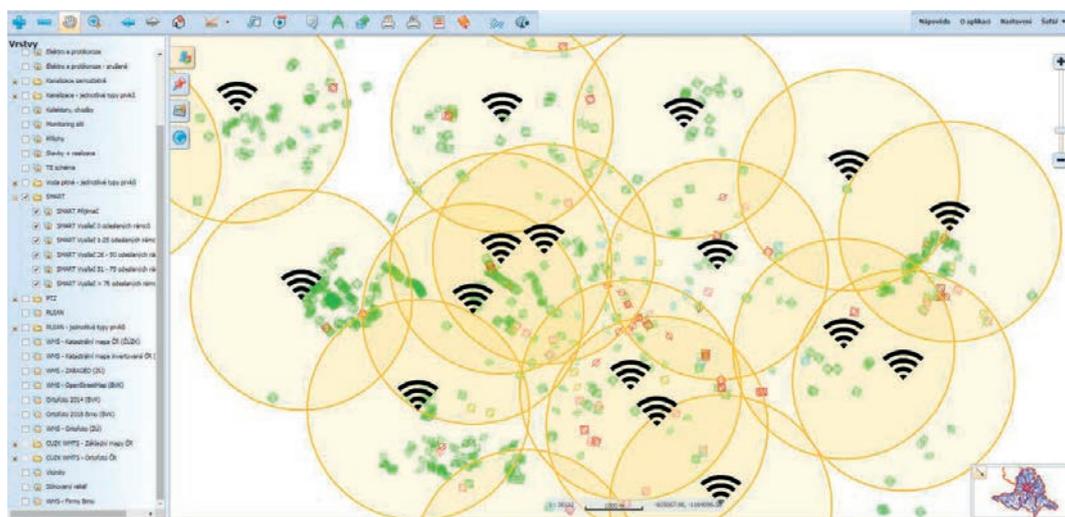
Klíčovou částí projektu pro provoz Smart vodoměrů je vytvoření sítě přijímačů signálu, na území města Brna. V rámci zajištění co nejrychlejšího pokrytí s co nejnižšími náklady bylo přistoupeno ke zkušební instalaci na objekty vodojemů, čerpacích stanic a retenčních nádrží. Tyto již v počtu 20 objektů vytvořily funkční síť s pokrytím přibližně 90 % území Brna signálem.



Grafický plán instalací přijímačů v Brně

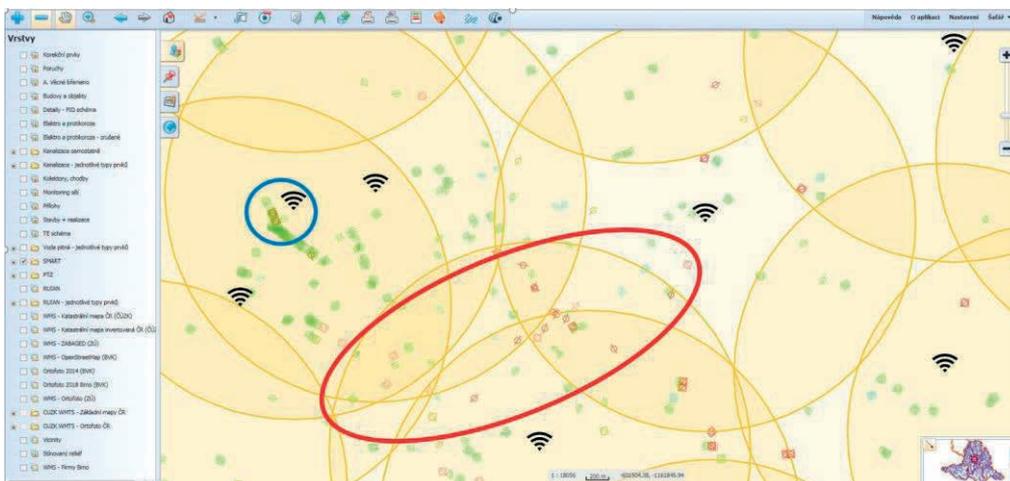
Využití GIS pro analýzu kvality signálu a umístění přijímačů

Pro větší přehled o kvalitě vysílání vzhledem k vzájemné poloze vysílače a přijímače bylo přistoupeno k využití informace o počtu odeslaných datových rámců za daný počet dní. Instalované vysílače v současné době vysílají při defaultním nastavení čtyři datové rámce za den. Administrační systém nám umožňuje u všech námi instalovaných vysílačů vyexportovat množství odeslaných/přijatých datových rámců konkrétním vysílačem za 30 dní, což představuje v ideálním případě a plné funkčnosti systému a techniky 120 rámců. Tato informace se ukázala jako velmi cenná v případě určování příčiny nefunkčnosti některých instalovaných vysílačů.



Výsledná vrstva GIS s přijímači a vysílači

Analýzou mapového podkladu je rovněž možné dohledat, zda příslušný vysílač neodesílá z důvodu problematické instalace, či se jedná o skupinu několika vysílačů v lokalitě, kde je problém s nedostatkem kvalitního signálu.



Lokalizace problematických odběrných míst

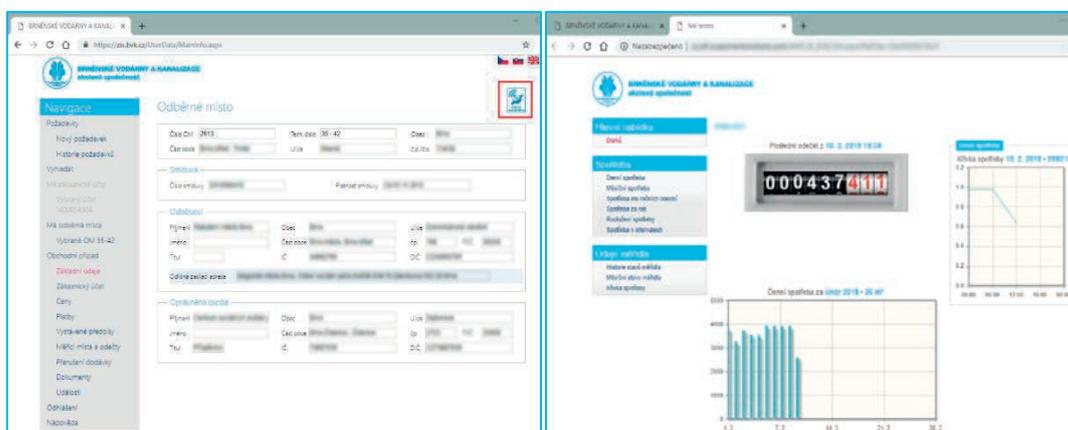
Data a GDPR

Aktuálním tématem je také zabezpečení informací o zákaznících a vztah činnosti subjektu k ochraně osobních údajů s ohledem na GDPR. Proto bylo nutné provést posouzení vlivu projektu na ochranu osobních údajů a prověřit způsob zajištění dat před případným zneužitím.

Informace z vysílačů jsou přeposílány prostřednictvím sítě přijímačů do administračního systému dodavatele a zákaznického systému BVK. Tyto informace neobsahují citlivé osobní údaje (jsou pseudonymizovány), jsou šifrovány a v rámci systému zabezpečeny. Provázání s osobními údaji zákazníků probíhá až v softwaru ZIS (USYS) při fakturaci a v případě alarmových hlášení zasílaných na email zákazníka. Ve zbylém čase jsou data pseudonymizována na oddělených datových úložištích bez návaznosti na zákazníka.

Zákaznický systém

Zákazníci BVK mají možnost využívat zákaznického účtu ZIS (USYS), ve kterém bylo nově zřízeno propojení na náhled odběrného místa osazeného technologií dálkového odečtu spotřeby vody. Tato místa jsou v systému označena ikonou Smart vodoměru. Přes tlačítko ikony v pravém horním rohu se zákazník dostane přesměrováním na podrobné údaje o spotřebě a historii stavů měřidla.



Zákaznický účet se Smart vodoměrem

Alarmová hlášení

Veškerá data přijatá systémem jsou následující den zpracována a zobrazena v administračním systému. Nejedná se tedy o online data přenášená v reálném čase, avšak jejich vypovídací schopnost je více než dostatečná. Nastavením limitů průměrných denních spotřeb lze následně vyhodnotit dva nestandardní typy odběrů, tzv. alarmy:

1) upozornění na netěsnost (únik)

Služba denně vyhodnocuje spotřebu za poslední 24hodinové období měření. V případě, že není v tomto období alespoň po dobu 5 minut dosažena nulová spotřeba vody, je tento stav vyhodnocen jako detekovaný únik. Vzniklé upozornění vyhodnocuje situace, při kterých dochází k malým únikům vody, které nejsou na první pohled viditelné. Nejčastěji se jedná o případy protékající toalety, protékajícího pojistného ventilu boileru nebo jiných netěsných spojů.

2) upozornění na nadměrnou spotřebu

Služba porovnává naměřenou denní spotřebu s nastavenou maximální výší denní spotřeby v litrech za den. Pokud denní spotřeba přesáhne hodnotu nastavené maximální spotřeby, je stav vyhodnocen jako nadměrná spotřeba.

Způsob nastavení těchto alarmů se v průběhu projektu ukázal jako klíčový vzhledem k rozdílnému chování jednotlivých odběrných míst. V případě upozornění na nadměrné spotřeby je defaultně nastavována hodnota 300 %, je-li tato hodnota překročena, dochází k aktivaci alarmu.

BVK také nabízí svým zákazníkům bezplatně službu zasílání alarmů na email. V rámci této služby si zákazník zadá požadavek na nastavení limitů alarmů na zákaznickém oddělení, které aktualizuje nastavení v administračním systému.

Využití sítě 169 MHz pro akustické loggery šumu

Další možnosti technologie 169 MHz jsou ve využití při prevenci snižování ztrát. Provedli jsme testování loggerů frekvence a úrovně šumu s možností vysílání, jejichž výhodou je jejich statické umístění bez nutnosti fyzického vyčítání. Nastavená četnost umožňuje vysílání informací 2 x denně.



Instalovaný akustický logger s anténou

Zkušenosti a chyby nejen technického rázu

V rámci instalací vysílačů se stávají chyby, které s sebou přináší nutnost navštívit místo instalace opakovaně. Nejčastější příčinou mohou být chyby v opisu stavu vodoměru, nevhodná instalace antény, nesprávné osazení pulsního snímače včetně opomenutí odlepení ochranné pásky. Pracovní čety s prioritou výměny vodoměrů s procházející platností cejchu dosáhly v počátku projektu chybovost instalace až 30 %. Při hodnocení tohoto stavu vyšlo zjištění, že instalace dálkového odečtu byla považována za přidruženou činnost.

Vyškolené pracovní čety s výhradní náplní činností na instalaci správu a kontrolu zařízení dálkového odečtu spotřeby vody dosahují chybovosti do 5 %. Důvody jsou zřejmé:

- vysoká odbornost pro instalaci,
- nezatěžování se dalšími pracovními postupy,
- výhradní činnost, na kterou navazuje správa a kontrola funkčnosti zařízení stejnými pracovníky na místě.

Závěr

Obecně je nutné konstatovat, že zavádění nových technologií jako je například náš projekt „Smart vodoměry – dálkový odečet spotřeby vody“, je potřeba vnímat pozitivně. Do budoucna mohou tyto rychle se rozvíjející technologie přinést další služby zákazníkům a nové možnosti využití provozovatelům. Rovněž participace na projektu s vlastníkem vodohospodářské infrastruktury, statutárním městem Brnem, přináší pozitivní vnímání o životaschopnosti této výjimečné smart technologie.

Close Fit - technologie Compact Pipe

Radim Modlitba

WAVIN Ekoplastik s.r.o., radim.modlitba@wavin.com

Úvod

Vlastníci vodovodních, plynovodních a kanalizačních vedení v současné době stojí před závažnými problémy spojenými s jejich potrubími a studují nejvhodnější způsoby jak vedení opravit. Bezvýkopové technologie jsou vítány v programech pro sanace potrubí, aby byly minimalizovány výkopy a s nimi spojené práce na silnici. Compact Pipe je systém pro sanaci potrubí, který instaluje novou PE trubku tak, že těsně přilne zevnitř k stěnám stávajícího potrubí (Close-Fit). Nové potrubí přitom plně přebírá funkci stávajícího potrubí. Hlavní součástí systému je potrubí vyrobené z běžného, vysoce kvalitního polyethylénu. Zvláštní jsou geometrické podmínky, za kterých je potrubí dodáváno na stavbu: potrubí je složeno po délce do tvaru dvojitého písmene C.

Fáze instalace technologie Compact Pipe



V první fázi se zatahuje předtvarované potrubí z výroby do již připraveného úseku. Tento úsek musí být řádně vyčištěn, zmonitorován a protažen kalibračním nástrojem. V druhé fázi dochází k prohřívání PE potrubí v celé délce úseku pomocí páry a postupně se PE trubka díky tvarové paměti vrací zpět do kruhového tvaru. Close-Fit efekt vzniká v poslední části instalace, kdy PE trubka těsně dosedá k vnitřní straně stávajícího potrubí.



Výroba potrubí Compact Pipe

Potrubí se vyrábí v pečlivě kontrolovaných podmínkách, ve výrobním závodě společnosti Wavin. Nejdříve se běžným způsobem vyrobí kruhové PE potrubí. Po dostatečném ochlazení, kdy se kruhový tvar uchová v paměti potrubí, se kruhové potrubí složí po celé délce do tvaru dvojitého písmene C. V tomto složeném tvaru, je trubka navinuta na masivní ocelové bubny. Kvalita potrubí Compact Pipe je zajištěna přísným dodržováním nejnovějších mezinárodních norem.



Instalace technologie Compact Pipe

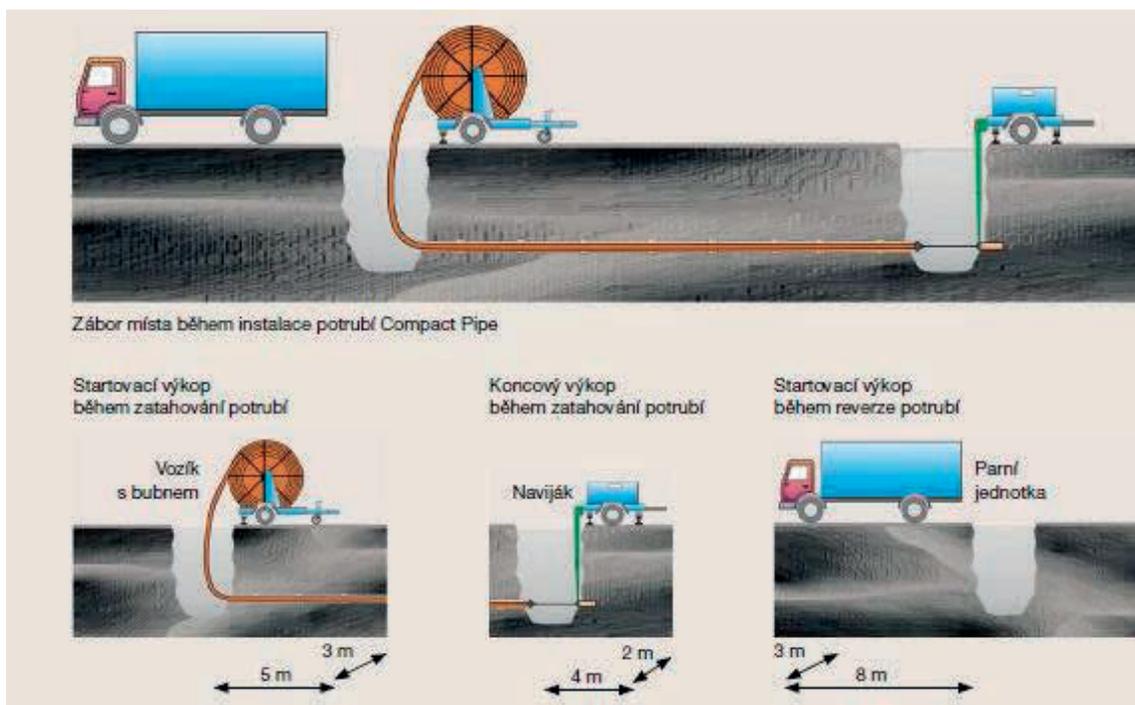
Technologii provozuje celosvětová síť cca 40 licencovaných instalačních firem. Tyto firmy byly všechny vyškoleny firmou Wavin a jsou kvalifikovány predeformovat vyrobené potrubí ve složeném stavu na nové potrubí nainstalované uvnitř starého. Pro instalaci jsou zapotřebí dvě speciální jednotky:

- vozík pro odvíjení potrubí z bubny
- jednotka na výrobu páry

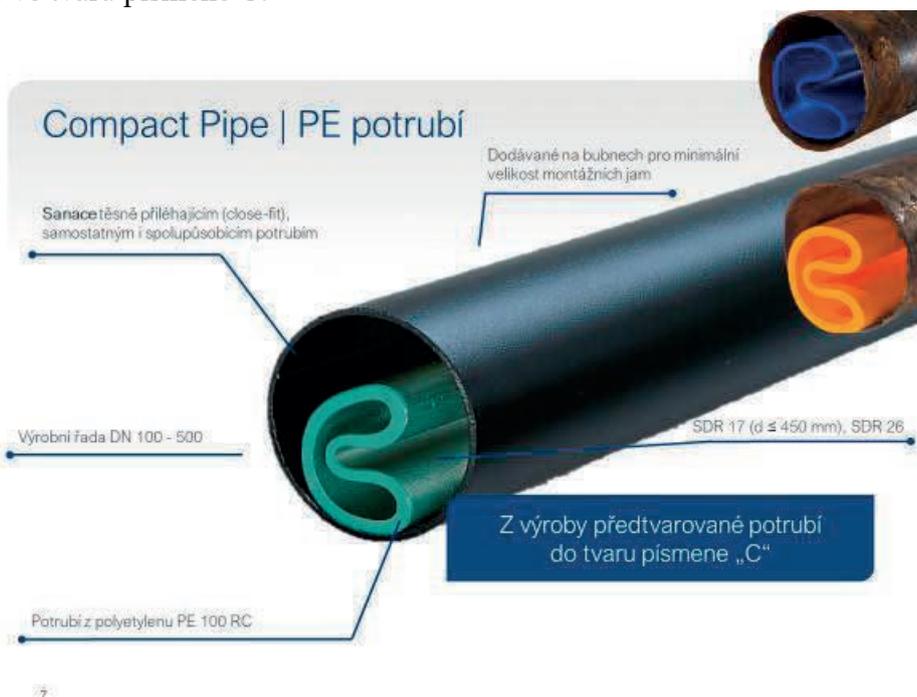


Compact Pipe je dodáván navinutý na bubnech, tyto bubny se upevní do vozíku a potrubí se odvíjí přímo ke vstupní jámě. Parní jednotka – „srdce“ reverzního procesu – dodává páru pro reverzní proces a obsahuje zařízení pro řízení instalace. Stlačený vzduch je dodáván do potrubí Compact Pipe prostřednictvím parní jednotky. Dále jsou pro instalaci Compact Pipe zapotřebí různé standardní nástroje, zařízení a doplňky, např. naviják, kompresor, svařovací nástroje a expandér potrubí.

Výkopové práce pro vložkování pomocí Compact Pipe jsou omezeny na malé počáteční a koncové jámy. Je tudíž zapotřebí jen malého prostoru na stavbě a narušení dopravy je minimální.



Stará zanesená a zarostená potrubí se vyčistí vysokotlakým tryskovým čištěním, mechanickými škrabacími a brousícími nástroji nebo frézou, aby se zbavila inkrustací a usazenin. Po vyčištění se může přistoupit k zatažení potrubí, které je v celé délce úseku bez spojů ve tvaru písmene C.



Vzhledem k jeho složenému tvaru je zatažení do potrubí velmi snadné. Reverzní proces, který následuje, umožňuje, aby složené potrubí opět získalo svůj původní kruhový tvar. Toho se dosáhne jeho nahřátím horkou párou, následovaným řízeným rozbalením a ochlazením stlačeným vzduchem. Složený Compact Pipe se díky tvarové paměti vrací do původního kruhového tvaru. Když je potrubí dostatečně nahřáté, je pára nahrazena studeným stlačeným vzduchem. V této fázi nastává expanze, ihned po přechodu z páry na stlačený vzduch, aby to umožnilo kruhové roztažení potrubí a tím těsné přilnutí

k vnitřní straně stávajícího potrubí. Fáze ochlazení končí, když je dosaženo teploty okolí. Během této doby se složené potrubí přetransformovalo na nové těsně přiléhající kruhové PE potrubí. PE potrubí je možno obecně připojit do potrubní sítě pomocí svarových spojů (svařování na tupo nebo pomocí elektrotvarovek) nebo pomocí mechanických spojů (přírubové spoje). Aby se zabránilo podélnému pohybu po montáži, je nové potrubí upevněno ve své poloze za použití speciálních fixačních bodů spolehlivě aplikovaných elektrotvarovkami.

Složený tvar poskytuje řadu výhod:

- potrubí je dodáváno v průběžných délkách bez spojů
- potrubí navinuté na bubnech minimalizuje manipulaci
- montážní jámy mají minimální rozměry
- snadné zatahování ohebného potrubí z bubnů
- snadné přizpůsobení lomům na stávající trase

Na rozdíl od jiných systémů pro vložkování se materiálové složení potrubí během montáže nemění, mění se pouze jeho tvar. Instalace nemá na materiál žádný vliv. Zároveň, neboť je potrubí dodáváno v průběžných délkách, neexistuje žádné riziko nefunkčních spojů. Výsledkem instalace je konstrukčně nezávislé potrubí s kvalitou a trvanlivostí nově instalovaného potrubí. Mírně zmenšený průtočný profil v důsledku těsného vyvložkování je snadno kompenzován díky neexistenci překážek, např. inkrustace a co je důležitější, díky mnohem hladšímu vnitřnímu povrchu. Ve většině případů se tím zlepšují hydraulické vlastnosti, a tudíž i kapacita.



Technologie Compact Pipe prokázala již po celém světě, že je ideální pro bezvýkopovou sanaci poškozených vodovodních, kanalizačních, plynovodních a průmyslových potrubí vyrobených z tradičních materiálů jako je litina, ocel, beton, kamenina nebo azbestocement.

Při použití pro sanaci vodovodních řadů s pitnou vodou ukázaly zkoušky provedené dle několika mezinárodních předpisů vhodnost použití. Podobně jako všechny PE potrubí a tvarovky je Compact Pipe netoxický, bez chuti a zápachu. Nepředstavuje žádné riziko pro lidské zdraví, ani nekazí chuť a kvalitu pitné vody, která jím prochází. Z hlediska chemické odolnosti nabízí polyethylen vynikající korozní a chemickou odolnost ve všech v přírodě se vyskytujících půdních podmínkách. Mnoho kovů má sklon k plošné korozi (či ještě hůře, důlkové korozi), když přijdou do styku s kyselinami nebo solemi, a taková potrubí potřebují ochranný nátěr. PE potrubí nerezivějí, nekorodují, neplesnivějí a neztrácejí tloušťku stěny chemickou reakcí.

Výhody systému:

- nové PE potrubí, staticky samonosné a zároveň spolupůsobící se stávajícím (těsným usazením se novému PE potrubí zvyšuje tlaková řada i kruhová tuhost)
- kompaktní potrubí vyrobené v celé délce bez spojů (v celém úseku není uvnitř starého potrubí žádný spoj, není riziko poruchy a nevzniká tlaková ztráta)
- materiálové složení se během montáže nemění (realizační firma neovlivní kvalitu PE vložky, kterou pouze zabuduje)
- potrubí je dodáváno na bubnech ve všech průměrech (minimální montážní výkopy a žádná manipulace se svařenými úseky před startovací jámou)



POZNÁMKY

NEJLEPŠÍ ŘEŠENÍ JSOU TVOŘENA STAROSTLIVÝMI LIDMI

*Nenechávejte veřejné zásobování vodou
na jakémkoliv ponorném čerpadle,
chtějte to nejlepší.*

Čerpadla SP jsou nejspolehlivějším řešením i pro náročné aplikace čerpání z podzemních zdrojů vody a nádrží, včetně širokého příslušenství od motorových ochranných krytek až po frekvenční měniče. Vše je navrženo pro jednoduché ovládání a optimální spolupráci s čerpadly.

Pro bližší informace kontaktujte projektového manažera:

kontakt pro Čechy:
Tomáš Kachman
702 205 349
tkachman@grundfos.com

kontakt pro Moravu:
Martin Pospíšil
602 138 598
mpospisi@grundfos.com



be
think
innovate

GRUNDFOS 



Jako, s. r. o.

P. O. Box 3, 250 65 Líbeznice

tel.: 283 980 128, 603 416 043

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

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.

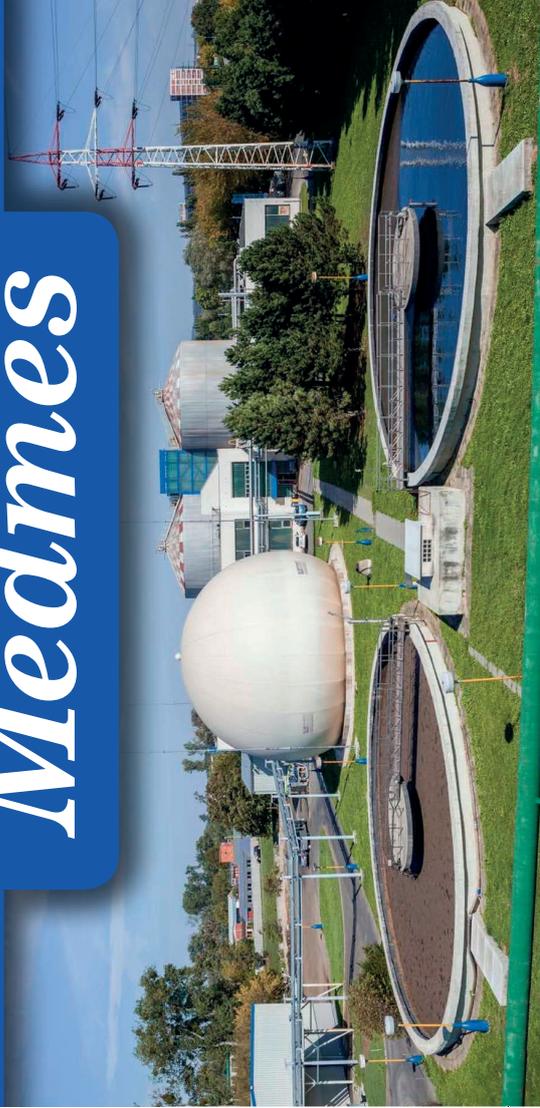
Pro úpravu pitných vod se používají prášková **aktivní uhlí** řady **Pulsorb** a granulovaná aktivní uhlí řady **FILTRASORB** a **CARBSORB**. Tato aktivní uhlí jsou vhodná pro zlepšování organoleptických vlastností, odstraňování organických látek, konverzi pískových filtrů a pro dechloraci či katalytický 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 koxu (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.



Medmes



PROJEKCE • DODÁVKY • MONTÁŽ

ČIŠTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD • ÚPRAVNÝ VODY

ČERPAČÍ STANICE PRO PRŮMYSLOVÉ PODNIKY, OBCE A MĚSTA

VÝROBA PLASTOVÝCH NÁDRŽÍ A KOMPONENTŮ • STROJÍRENSKÁ VÝROBA

VÝROBA, PRODEJ, MONTÁŽ

DOMOVNÍCH ČIŠTÍREN A ČERPAČÍCH

STANIC ODPADNÍCH VOD

SPOLEČNOST JE CERTIFIKOVÁNA DLE

ČSN EN ISO 9001:2009 | ČSN EN ISO 14001:2005 | ČSN EN OHSAS 1801:2008



+420 581 603 200

Medmes, spol. s r.o., třída Čs. Armády 211, 753 01 Hranice

www.medmes.cz

NEJEN VODĚ UDÁVÁME SMĚR



Armatury z Hodonína prověřené ve více než 60 zemích světa



VAG s.r.o.

Lipová alej 3087/1, 695 01 Hodonín

www.vag-armaturka.cz

armaturka@vag-group.com

blutop

■ SYSTÉM Z TVÁRNÉ LITINY
pro **VODOVODY** malých DN navržen
pro jednotný provozní tlak 25 barů

■ DN/OD 75 až 160 mm

TOPAL

■ SYSTÉM Z TVÁRNÉ LITINY
pro **KANALIZACE** malých DN navržen
pro jednotný provozní tlak 25 barů

■ DN/OD 75 až 160 mm


SAINT-GOBAIN

HAWLE-*PERFEKTNÍ SPOJENÍ*

Multitoleranční spojka Multigrip - Dvojitě excentrická uzavírací klapka

obj.č. NS94

DN 300 - DN 4000

PN 10, PN 16

pitná a odpadní voda

těžká protikorozi úprava

vrtání přírub dle EN 1092-2

spojka jištěná proti posunu

multitoleranční hrdlo spojky

pro všechny druhy potrubí

možnost výroby na míru

široká oblast použití



obj.č. 9881

DN 150 - DN 2500

PN 10, PN 16, PN 25

pitná a neagresivní odpadní voda

těžká protikorozi úprava

vrtání přírub dle EN 1092-2

dvojitá excentricita

šneková převodovka

připraveno pro servopohon

stupeň krytí IP 68

vhodné pro instalaci do země

Společnost **MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.**, člen skupiny Veolia Česká republika, je provozovatelem vodohospodářské infrastruktury pro města, obce a průmyslové podniky v okresech Olomouc, Prostějov a Zlín, kde zásobuje téměř 400 tisíc obyvatel, má 473 zaměstnanců a provozuje celkem 30 úpraven vod, 157 vodojemů a 27 čistíren odpadních vod a zajišťuje servis pro 2 187 km vodovodních a 1 316 km odpadních sítí. Pro kontakt se zákazníky slouží 6 zákaznických center v Olomouci, Prostějově, Zlíně, Uničově, Valašských Kloboukách a Konici. Nonstop mohou zákazníci využívat zákaznickou linku 840 668 668 a také mobilní zákaznickou linku 601 276 276.

Společnost provozuje služby v oblasti pitných vod pro 399 311 obyvatel a v oblasti odkanalizování odpadních vod pro 315 955 obyvatel, ve všech regionech svého působení. Neustále se snaží hledat nové způsoby, jak zvýšit efektivitu práce a své úsilí zaměřuje na zlepšování výkonů ve všech oblastech, aby byla synonymem pokroku a výspělosti, a to nejen v oblasti inovací a zlepšování technologií, ale i závazků vůči svým zákazníkům. V oblasti ekologické usiluje o minimalizaci svých negativních dopadů na okolí ve vztahu k životnímu prostředí a veřejnosti a v oblasti bezpečnosti práce dbá o zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví svých zaměstnanců.

Od 1. ledna 2015 je skupina Veolia v České republice řízena jednotně. Vznikla jednotná struktura řízení aktivit vodárenství, teplárenství a odpadového hospodářství pod společnou značkou **Veolia**. Celá skupina se aktivně řídí společnými hodnotami, mezi které patří odpovědnost, solidarita, respekt, inovace a orientace na zákazníka.



**MORAVSKÁ
VODÁRENSKÁ**

MORAVSKÁ VODÁRENSKÁ, a.s.
Tovární 41, 779 00 Olomouc
Zákaznické linky 840 668 668; 601 276 276
www.smv.cz; smv@smv.cz