

SOVAK
ROČNÍK 19 • ČÍSLO 11 • 2010
OBSAH:

Kamila Grymová	
Probíhající rekonstrukce ČOV Heřmanice II	1
Lubomír Macek	
Proběhl seminář Životnost a obnova	
vodohospodářské infrastruktury	6
Petr Sýkora, Michal Žoužela	
Měření průtoků a proteklého množství	
odpadních vod. Část II. – měřicí systémy	
průtoků a proteklého množství odpadních	
vod užívané v profilech s volnou hladinou	7
Ladislav Herčík, Lenka Koudelová,	
Renáta Kadlecová	
Vliv zemědělského hospodaření	
v ochranných pásmech vodního zdroje	
Káraný na kvalitu jímáné vody	12
Nádrže s rákosím zneškodňují	
vodárenské kaly	16
Ivana Kabelková, Gabriela Štastná	
Ověřování zahraničních metodik posuzování	
vlivu dešťových oddělovačů na recipienty –	
případová studie Janské Lázně	18
Ladislav Švec, Ladislav Rainiš,	
Soňa Beyblová, Josef Drbohlav	
Poznatky z provozu a kalového	
hospodářství ÚV SOUŠ	25
Iveta Višňanská	
Životní jubileum docenta Jaroslava Hlaváče	29
Josef Ondroušek	
Pan Novák a anděl potětí	30
Semináře... školení... kurzy... výstavy...	31
Vyhlášení soutěže Vodohospodářská	
stavba roku 2010	33



Titulní strana: Funkční historická strojovna
v areálu úpravní vody v Ostravě-Nové
Vsi. Provozovatel: Ostravské vodárny
a kanalizace, a. s.

Probíhající rekonstrukce ČOV Heřmanice II

Kamila Grymová

1. Úvod

Městská čistírna odpadních vod Heřmanice II je mechanicko-biologická čistírna odpadních vod typu MČ 3750, která byla navržena v 70. letech minulého století projektovým ústavem Hydroconsult Bratislava. Čistírna pracuje na principu dlouhodobé aktivace s projektovanou kapacitou 3 750 EO.

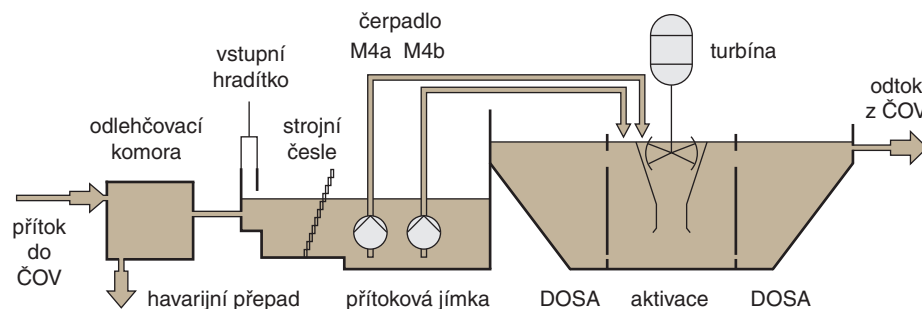
ČOV byla postavena pro účely čištění odpadních vod z areálu Dolu Rudý říjen, ubytoven a léčebny pro dlouhodobě nemocné. V dnešní době je provoz dolu uzavřen a na ČOV jsou přivedeny vody z okolních bytových jednotek. Kapacita ČOV tak není zcela využita a její provoz není v dosavadním režimu ekonomický. Zároveň se změnila požadavky legislativy, takže výhledově by nebyla čistírna schopna plnit požadovanou kvalitu vyčištěné odpadní vody. V době, kdy byla čistírna navržena a postavena, bylo potřeba odstraňovat z vody pouze organické znečištění. V dnešní době je potřeba odstraňovat z vody také biogenní prvky (N a P) a z tohoto důvodu se tato čistírna začala na podzim 2009 rekonstruovat.

Vlastníkem ČOV Heřmanice II je Statutární město Ostrava a provozují ji Ostravské vodárny a kanalizace, a. s.

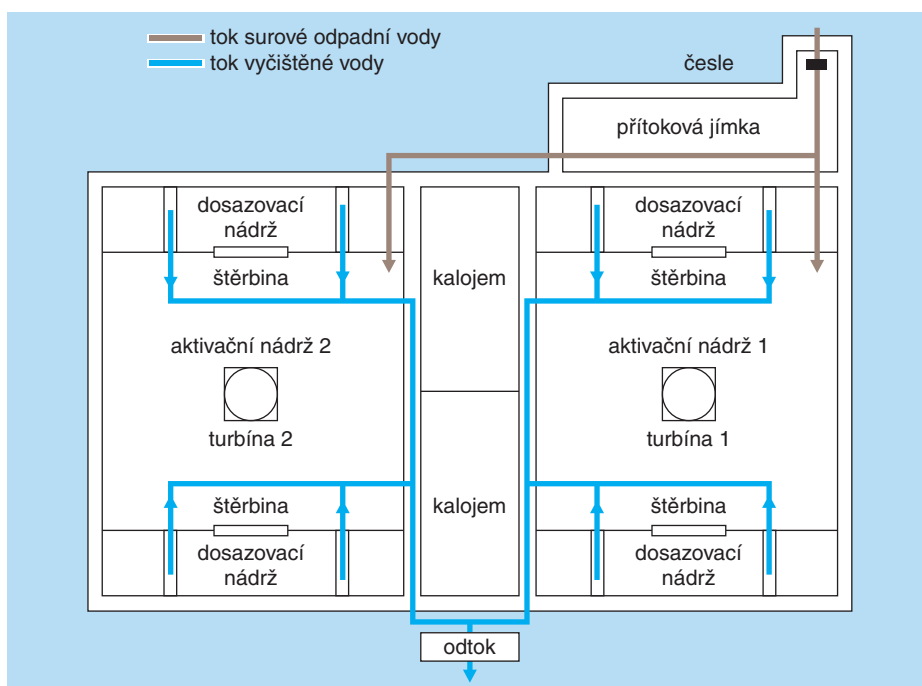
Intenzifikace ČOV Heřmanice II patří mezi ekologické stavby. Realizací záměru se dosáhne dodržení emisních ukazatelů dle NV 61/2003Sb a směrnice EU 91/271/EHS.

2. Popis ČOV Heřmanice II (před rekonstrukcí)

ČOV tvoří monoblok, který je rozdělen na dvě stejné velké obdélníkové nádrže. Voda je přiváděna přes strojně stírané česle Fontána a čerpána do aktivací nádrže. Každá linka obsahuje aktivací nádrž provzdušňovanou povrchovou aerační turbínou a dvě protilehlé podélné dosazovací nádrže se skoseným dnem. Aktivací směs natéká do dosazovacích nádrží přes otvor u hladiny – viz podélný řez ČOV na obr. 1. Usazený kal se z dosazovací nádrže vrací do aktivace otvory u dna nádrže. Cirkulaci kalu zajišťuje sací efekt povrchového aerátoru. Vyčištěná voda přepadá do dvou příčných žlabů na hladině dosazovací nádrže a odtéká z ČOV



Obr. 1: ČOV Heřmanice II, podélný řez



Obr. 2: ČOV Heřmanice II, půdorys před rekonstrukcí



Obr. 3: Podélná dosazovací nádrž



Obr. 4: Vystrojení dosazovací nádrže

do zatrubněné části potoka Korunka. Mezi oběma aktivačními nádržemi jsou umístěny uskladňovací nádrže na kal. Na obr. 2 je znázorněn půdorys ČOV.

Technologické celky ČOV

1. Mechanické předčištění

Vstupní čerpací stanice byla v roce 2000 rekonstruována. Ručně stírané česle byly nahrazeny strojně stíranými česlemi a zároveň byla vyměněna šneková čerpadla za ponorná čerpadla.

Přítok do ČOV je přiveden přes odlehčovací komoru, ve které je přepadová hrana. Mechanické čištění je tvořeno přítokovou jímkou se vstupním hradítkem, strojně stíranými česlemi typu Fontána o průřezu 6 mm a dvěma ponornými čerpadly, které čerpají odpadní vodu na biologické čištění. Čerpadla na přítoku jsou spínána dle výšky hladiny v přítokové

jímce snímané ultrazvukovým hladinoměrem.

Přitékající odpadní voda je po mechanickém předčištění přečerpána do jednoho funkčního koridoru.

2. Biologická linka

Biologické čištění je tvořeno dvěma totožnými koridory. Každý koridor má aktivační nádrž o stranách 10,8 x 10,8 m, hloubce 4,85 m a výšce vodního sloupce 4,2 m. Celkový užitečný objem jedné nádrže je 489,9 m³. U každé aktivační nádrže jsou dvě podélné dosazovací nádrže o délce 10,8 m, šířce 2,4 m a objemu 54,4 m³ (obr. 3 a 4). V provozu je vždy jen jeden koridor.

Provzdušňování aktivační nádrže zajišťuje aerační turbína (obr. 5 a 6), která slouží jako zdroj potřebného kyslíku v aktivaci a zároveň udržuje kal ve vznesu. Aktivace je spojena s dosazovacími nádržemi otvory

Tabulka 1: Složení přitékající odpadní vody

Přítok rok	BSK ₅		CHSK _{cr}		NL		N-NH ₄ ⁺		P _c		Q		EO
	mg/l	t/rok	mg/l	t/rok	mg/l	t/rok	mg/l	t/rok	mg/l	t/rok	l/s	m ³ /rok	
2001	65	3,09	176	8,37	124	5,9					1,51	47 474	141
2002	133	4,73	345	12,28	194	6,9			4,91	0,17	1,13	35 551	216
2003	124	3,36	270	7,33	111	3,0	44,7	1,2	7,18	0,20	0,86	27 186	153
2004	142	6,97	385	18,87	249	12,2	40,1	2,0	7,7	0,38	1,56	49 070	318
2005	207	8,69	565	23,69	437	18,3	37,1	1,6	7,82	0,33	1,33	41 950	397
2006	163	9,53	379	22,16	230	13,5	39,2	2,3	7,86	0,46	1,85	58 480	435
2007	164	10,23	402	25,08	207	12,9	47,6	3,0	7,54	0,47	1,98	62 397	467
2008	183	10,50	400	22,96	234	13,4	49,8	2,9	7,5	0,43	1,82	57 401	480
2009	165	14,69	333	29,66	161	14,3	41,7	3,7	6,86	0,61	2,82	89 055	671

Tabulka 2: Parametry vyčištěné vody

Odtok rok	BSK ₅		CHSK _{cr}		NL		N-NH ₄ ⁺		P _c		Q		
	mg/l	t/rok	mg/l	t/rok	mg/l	t/rok	mg/l	t/rok	mg/l	t/rok	l/s	m ³ /rok	
2001	8,63	0,41	37,4	1,78	15,6	0,74	9,8	0,463	1,46	0,069	1,51	47 474	
2002	8,22	0,29	44,3	1,57	16,3	0,58	12,3	0,437	2,00	0,071	1,13	35 551	
2003	11,46	0,31	52,2	1,42	23,0	0,62	18,6	0,507	2,93	0,080	0,86	27 186	
2004	11,75	0,58	57,4	2,82	32,4	1,59	17,3	0,847	1,91	0,094	1,56	49 070	
2005	15,30	0,64	58,3	2,44	33,8	1,42	11,1	0,467	1,55	0,065	1,33	41 950	
2006	10,50	0,61	43,7	2,56	23,6	1,38	11,2	0,655	1,45	0,085	1,85	58 480	
2007	6,26	0,39	40,8	2,55	35,3	2,20	7,4	0,459	1,83	0,114	1,98	62 397	
2008	4,42	0,25	33,1	1,90	20,0	1,15	2,3	0,129	2,45	0,141	1,82	57 401	
2009	4,02	0,36	28,8	2,56	10,8	0,96	1,2	0,110	2,75	0,245	2,82	89 055	



Obr. 5: Aerační turbína



Obr. 6: Kompletní pohled na aerační turbínu

pod hladinou a podélnou šterbinou u dna nádrže. Samonasávací schopností turbíny dochází k nasátí kalu ode dna dosazovacích nádrží zpět do aktivace.

3. Uskladňovací nádrž

Nádrže jsou umístěny mezi stávajícími nádržemi biologického čištění. Rozměry jedné nádrže jsou: šířka 4,20 m, délka 7,80 m, výška hladiny 4,0 m a objem 131,0 m³.

Uskladňovací nádrže na přebytný kal nejsou v provozu. Přebytný kal je z čistírny odpadních vod odtahován pomocí fekálního vozu a odvážen ke zpracování na ÚČOV v Ostravě-Přívoze.

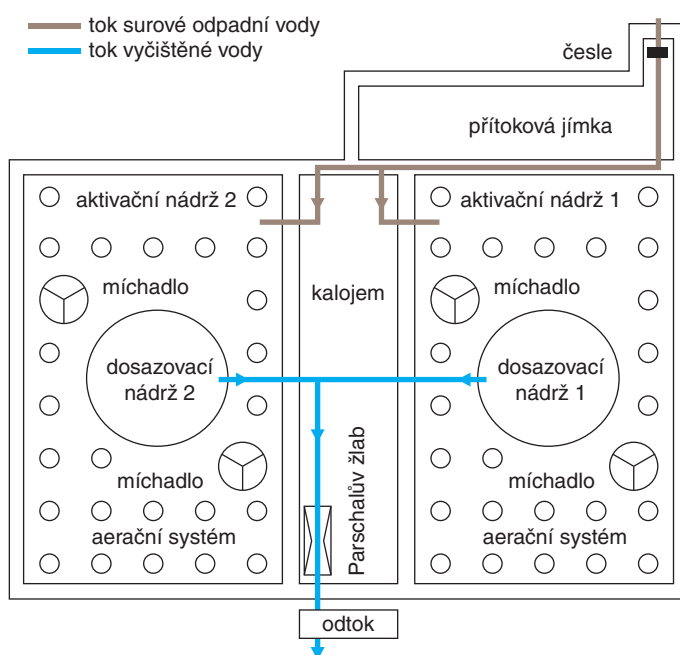
Roční bilance znečištění a průtoku v letech 2001–2009

Jak je patrné z hodnot v tabulce 1 koncentrace přitékajícího znečištění v odpadních vodách je téměř stejná, zvyšuje se pouze množství přitékajících vod (tabulky 2 a 3).

3. Rekonstrukce ČOV Heřmanice II

Kompletní rekonstrukce ČOV Heřmanice II, zahrnuje mechanické předčištění, biologický stupeň i kalovou koncovku.

Současný objem a tvar aktivčních nádrží je dostatečný a vyhovuje použití technologie biologického čištění s nitrifikací a denitrifikací. Stará



Obr. 7: Půdorys rekonstruované ČOV



Obr. 8: Míchání aktivčních nádrží zajišťují dvě ponorná míchadla

Tabulka 3: Účinnosti čištění ČOV Heřmanice II. na sledované parametry

	Účinnost čištění %				
	BSK ₅	CHSK _{cr}	NL	N-NH ₄ ⁺	P _e
2001	86,7	78,8	87,5		
2002	93,8	87,2	91,6		59,3
2003	90,7	80,6	79,4	58,3	59,2
2004	91,7	85,1	87,0	56,9	75,2
2005	92,6	89,7	92,3	70,0	80,2
2006	93,6	88,5	89,7	71,4	81,6
2007	96,2	89,9	82,9	84,6	75,7
2008	97,6	91,7	91,5	95,5	67,3
2009	97,6	91,4	93,3	97,1	59,9

aktivace je změněna na aktivaci s nitrifikací a simultánní denitrifikací, která je provozně méně náročná a vzhledem k velikosti této ČOV i vhodná. Kruhová dosazovací nádrž je umístěna uvnitř aktivační nádrže. Na obr. 7 je znázorněn půdorys zrekonstruované ČOV.

Realizace výstavby nové ČOV je řešena ve třech stupních:

1. a 2. etapa, současné množství a znečištění odpadní vody – úprava jedné linky, připojení polovičního množství obyvatel, tj. 1 800 EO,
3. etapa úprava druhé linky – 3 800 EO.

Rekonstrukce ČOV je prováděna ve stávajících objektech a z tohoto důvodu je zachována i její původní kapacita. V případě projektu byla zohledněna i možnost výstavby nových rodinných domů a jejich pozdější napojení na kanalizaci a ČOV.

Postup realizace stavby

První a druhá etapa rekonstrukce jedné linky začala na konci roku 2009, kdy byl jeden koridor vyčištěn a předán stavbě.

S ohledem na zajištění čištění přitékajících odpadních vod byla rekonstrukce ČOV prováděna za provozu, kdy přitékající odpadní vody byly svedeny a čišťeny ve zbývajícím funkčním koridoru.

1. Úprava stávající vtokové jímky

Nová čerpací stanice je postavena vedle stávající jímky a její objem byl zvětšen. Nová přítoková jímka je kruhová, železobetonová, z prefabrikovaných skruží o průměru 2 m. Zároveň zde byla vyměněna čerpadla za výkonnější. Pro vyzdvížení čerpadla ze sací jímky v případě opravy, údržby nebo čištění, slouží řetězový kladkostroj s ručním zdvihem a pojezdem.

2. Aktivační nádrž

Tvar a objem aktivační nádrže je zachován. Byly zbourány původní přepážky mezi aktivační nádrží a podélnými dosazovacími nádržemi, čímž došlo ke zvětšení kapacity aktivace.

V aktivační nádrži se střídají fáze aerace s fázemi míchání. Aktivační nádrž je vybavena jemnobublinným aeračním systémem FORTX-AGS AN2. V nádrži jsou na zesíleném kotvení umístěny dva rošty, každý s 44 ks aeračních elementů, typ AME-350 F.

3. Dosazovací nádrž

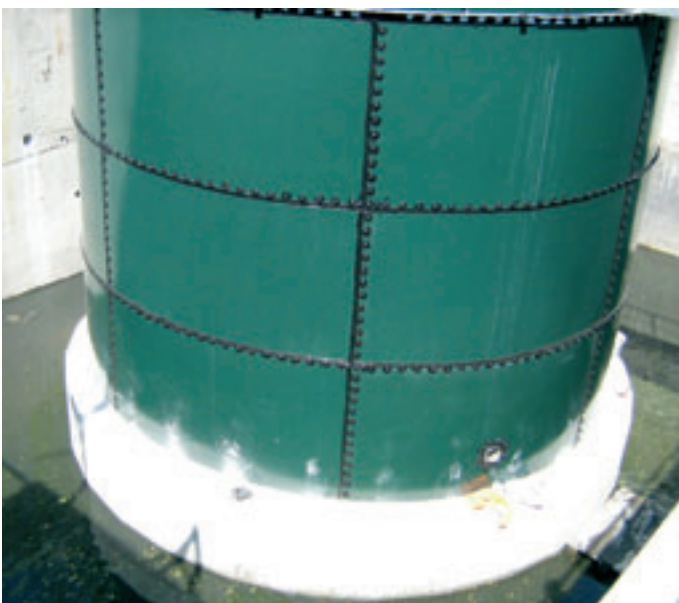
Dosazovací nádrž je kruhová o průměru 6 m, hloubka vody 4,3 m. Plášť dosazovací nádrže je tvořen ocelovými plechy oboustranně opatřenými dvouvrstvým smaltem. Dosazovací nádrž je vybavena pevným



Obr. 9: Položení základu DOSA



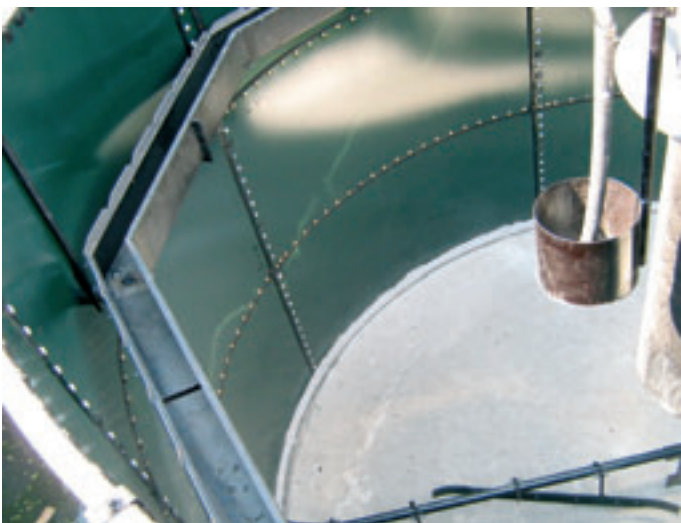
Obr. 10: Postupné stavění DOSA



Obr. 11: Hotová dosazovací nádrž



Obr. 12: Dostrojování DOSA



Obr. 14: Parshallův žlab

Obr. 13: Kompletní vybavení nádrže

mostem s pohonem a šnekovou převodovkou s frekvenčním měničem, uklidňovacím válcem, stěračem dna dosazovací nádrže, odtokovým žlabem a výškově stavitelným odtahem plovoucích nečistot.

Postupnou realizací stavby dosazovací nádrže a jejího strojního vybavení uvádí obr. 9–13.

4. Měrný objekt

Vyčištěná voda z dosazovací nádrže odtéká potrubím a odtud odtěče přes měrný objekt Parshallovým žlabem do recipientu. Jedná se o prefabrikovaný Parshallův žlab – obr. 14.

4. Závěr

Realizace první a druhé etapy rekonstrukce Heřmanice II byla dokončena. V současné době je spuštěn zkušební provoz a zahájena realizace třetí etapy rekonstrukce.

Ing. Kamila Grymová
Ostravské vodárny a kanalizace, a. s.
Nádražní 28/3114, 729 71 Ostrava

foto: Radek Houdek

HYDROPROJEKT

HYDROPROJEKT CZ a.s. - Consulting Engineers

SWECO

Sustainable engineering and design

VŽDY
OPTIMÁLNÍ
ŘEŠENÍ

www.hydroprojekt.cz

Odstraňování povodňových škod na vodohospodářské
infrastruktuře Frýdlantska



Systém managementu kvality je certifikován CQS/IQNet - dle ČSN EN ISO 9001:2009
Systém managementu prostředí je certifikován CQS/IQNet - dle ČSN EN ISO 14001:2005
Systém řízení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci je certifikován TCert - dle ČSN OHSAS 18001:2009
CTN - Centrum technické normalizace

Proběhl seminář Životnost a obnova vodohospodářské infrastruktury

Lubomír Macek

Ve středu 8. září 2010 proběhl v příjemném prostředí Golf Resortu Kunětická Hora odborný seminář na téma „Životnost a obnova vodohospodářské infrastruktury“. Hlavními tématy byly především všechny otázky spojené s životností, poruchovostí a možnostmi obnovy vodohospodářských sítí.

Organizátoři rozhodli věnovat seminář právě tomuto tématu z důvodu absence kvalitních informací o životnosti objektů vodohospodářské infrastruktury v České republice. Nové poznatky povedou k lepšímu a účelnějšímu spravování vodovodních a kanalizačních sítí a k plánování jejich dobrého rozvoje a obnovy. Ve všech vyspělých zemích je tomuto tématu věnována stále větší pozornost s tím, jak infrastruktura stárne a jsou zapotřebí finanční prostředky na její obnovu. Ani v českých zemích nás tyto problémy nemají. Seminář přinesl aktualizovaná fakta o životnosti a obnově vodohospodářské infrastruktury, o možnostech financování obnovy, přípravách plánů obnov a prevenci, která by neměla být opomíjena.



Účastníci semináře ohodnotili kvalitu semináře jako velmi dobrou. Nadpoloviční většina posluchačů uvedla, že odbornost příspěvků byla na velmi vysoké úrovni. I přes vysokou odbornost byly příspěvky prezentovány srozumitelně a poutavě. Díky autorům, kteří se s problematikou řešenou na semináři potýkají denně, byli účastníci seznámeni s aktuálními poznatky. Na základě dotazníku organizátoři zjistili, že posluchače nejvíce zaujali Ing. Karel Fuchs se svým příspěvkem „Informační systém preventivní údržby vodárenských zařízení, vazba na smluvní výkonné ukazatele v oboru vodovodů a kanalizací“ a Ing. Jiří Šejnoha, který hovořil o poruchovosti stokových sítí. Pozornost vzbudil i Ing. Tomáš Žitný, který svým příspěvkem přiblížil praktické zkušenosti z přípravy a realizace rekonstrukcí malých zemních a věžových vodojemů. Dále posluchači velmi pozitivně hodnotili výstup Ing. Richarda Kuka, který poukázal na význam autorského dozoru při stavbě nových objektů a hospodaření s dešťovými vodami. Účastníci také přivítali příspěvek Ing. Blanky Novákové, která se zaměřila na hodnocení stavu a přípravu návrhů obnovy infrastruktúrálního majetku provozovaného Severočeskými vodovody a kanalizacemi, a. s. V neposlední řadě vzbudil u posluchačů zájem příspěvek Ing. Pavla Pecha, který objasnil vliv údržby na životnost čerpacích stanic odpadních vod. I ostatní autoři se zabývali velmi zajímavými tématy, která rozhodně stojí za pozornost. Z jednotlivých příspěvků byl vytvořen sborník, který si můžete objednat u organizátora semináře prostřednictvím e-mailu info@aquion.cz.

Organizátoři by chtěli poděkovat SOVAK ČR (Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR) za převzetí záštity nad seminářem. Dále by rádi poděkovali autorům odborných příspěvků a partnerům semináře: Severočeské vodovody a kanalizace, a. s., Schneider Electric CZ, s. r. o., WAVIN Ekoplastik, s. r. o. Mediálními partnery semináře byly časopisy SOVAK, Vodní hospodářství, Veřejná správa a Moderní obec.

Ing. Lubomír Macek
Aquion, s. r. o.
www.aquion.cz



INŽENÝRSKÁ A PROJEKTOVÁ ČINNOST VE VŠECH OBORECH VODNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ

Pöyry Environment a. s.

Botanická 834/56, 602 00 BRNO,
tel.: 541 554 111, fax: 541 211 205, e-mail: trade.wecz@poyry.com, www.poyry.com

Pobočky: Praha, Bezová 1658, 147 14 Praha 4, tel.: 244 062 353
Ostrava, Varenská 49, 701 00 Ostrava, tel.: 596 657 206
Břeclav, Růžickova 5, 690 39 Břeclav, tel.: 519 322 304
Organizační složka Trenčín, Jesenského 3175, 911 01 Trenčín, tel.: +421 326 522 600

VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD

FONTANA R, s. r. o.

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

VÍCE NEŽ 5 000 VÝROBKŮ PO CELÉM SVĚTĚ



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



Úprava technologické a pitné vody

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

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



SEZAKO

ČISTĚNÍ A MONITOROVÁNÍ KANALIZACE
MOBILNÍ ODLUČOVAČ ROPNÝCH LÁTEK
PRÁCE SACÍMI BAGRY V ADR PROVEDENÍ
MOBILNÍ ODLUČOVAČ KALU A TUKŮ

PROSTĚJOV • PRAHA • Č. BUDĚJOVICE • TŘINEC • TRNAVA

SEZAKO Prostějov s. r. o.
Fanderlikova 36, 796 01 Prostějov, CZ
tel. / fax: 582 338 167, tel.: 582 336 366
sezako@sezako.cz, www.sezako.cz
POHOTOVOST: +420 603 546 641

SEZAKO Trnava s. r. o.
Orešianská 11, 917 01 Trnava 1, SK
tel. / fax: 033/53 440 30
sezako@sezako.sk, www.sezako.sk
POHOTOVOST: +421 910 998 573

Měření průtoků a proteklého množství odpadních vod

část II. – měřicí systémy průtoků a proteklého množství odpadních vod užívané v profilech s volnou hladinou

Petr Sýkora, Michal Žoužela

V první části série příspěvků, zabývajících se problematikou měření průtoků a proteklého množství odpadních vod v profilech s volnou hladinou, jsme se v minulém čísle společně věnovali otázkám právních předpisů, které se řešené problematiky přímo týkají. Ve druhé části série se zaměříme na přehled v praxi nejpoužívanějších metod a technických řešení vlastních měřicích systémů. Vedle stavebních objektů měřicích systémů se budeme věnovat i oblasti procesní instrumentace (měřicí techniky), která je dnes už jejich samozřejmou součástí.

1. Úvod

Jak bylo v první části série článků uvedeno, jsou v námi popisované oblasti vodního hospodářství ve většině případů (výjimku tvoří indukční a mechanické průtokoměry spadající do stanovených měřidel) jako fakturační měřidla využívána měřidla pracovní nestanovená. Tato měřidla (měřicí systémy) jsou zpravidla trvale napevno instalována v profilech s volnou hladinou, a je jich možné využít pro měření průtoku v rozsahu od $0,1 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ do několika $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

Jedná se o měřidla využívající především dvou odlišných přístupů. V prvním případě lze užít měřidla využívající metodu tzv. Q/h charakteristiky, kdy je jednoznačně definována závislost průtoku na hloubce proudu či výšce přepadového paprsku měřené protiproudě před tzv. vzdouvacím prvkem. Mezi tyto prvky lze řadit především přelivy a žlaby. Druhou v praxi též užívanou metodou je metoda kontinuitní využívající principu rovnice spojitosti proudu, kdy je stanovena průřezová rychlost pomocí rychlostního snímače a plocha průtočného průřezu je stanovena na základě měření hloubky proudu v místě měrného profilu.

Vedle těchto dvou přístupů lze pro měření průtoku užít i jiných metod jako jsou například metoda koncové hloubky, metoda využívající měření spotřeby energie čerpadla či jiné nově zaváděné metody radarové, se kterými je možné se seznámit v [2,4,5].

V předkládaném článku budou podrobně popsány výše zmíněné dva odlišné přístupy stanovení průtoku a proteklých objemů v profilech s volnou hladinou, přičemž část příspěvku bude věnována procesní instrumentaci měřicích systémů, mezi kterou patří hloubkové a rychlostní snímače společně s příslušnými vyhodnocovacími jednotkami či počítači.

2. Měřicí systémy využívající metodu Q/h charakteristiky

Princip jednoznačné funkční závislosti průtoku na úrovni hladiny je založen na využití přesné, kalibrační nebo dle vztahu z příslušné normy či literatury stanovené závislosti průtočného množství na výšce přepadového paprsku h , resp. hloubce vody H měřené v předepsaném měrném profilu. Závislost je při neměnných geometrických proudových okrajových podmínkách měrného profilu vždy stejná. Proudové poměry jsou určeny výskytem tzv. kritické hloubky y_k . Z hydraulického hlediska tato kritická hloubka odpovídá minimu měrné energie proudu v příslušném průřezu a fakticky představuje přechod mezi tzv. říčním a bystřinným prouděním ve smyslu obr. 1. Proudění říční realizující se při hloubkách vyšších než hloubka kritická lze obecně charakterizovat většími hloubkami a nízkými rychlostmi, naopak proudění bystřinnému odpovídají rychlosti vysoké, s hloubkami menšími než je hloubka kritická. Za kvantifikátor toho či onoho proudění je užívána hodnota Froudova kritéria definovaná vztahem:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{g \cdot y}} \quad (1)$$

kde v je příslušná průřezová rychlost v měrném profilu, g je tíhové zrychlení a y je chara-

teristický vztažný délkový rozměr, v našem případě se jedná o hloubku proudu. Pro hloubku kritickou (kritické proudění) je hodnota Froudova kritéria rovna 1. V případě hodnoty nižší se jedná o proudění říční při hodnotě vyšší než jedna o proudění bystřinné.

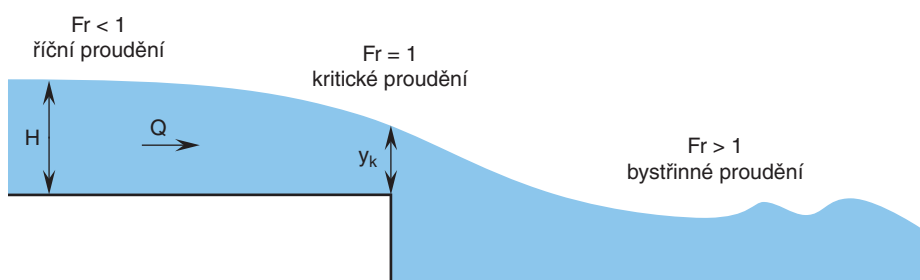
Podal-li se nám (většinou technickým způsobem) zrealizovat přechod od proudění říčního k proudění bystřinnému (vždy v celém rozsahu provozních průtoků realizujících se v konkrétním profilu), lze následně vzniklé proudové poměry vhodně využít pro jednoznačné stanovení aktuálního průtoku.

Mezi nejčastěji využívané technické způsoby realizace tohoto výše popsaného jevu patří měrné přelivy a měrné žlaby. Konstrukčně se jedná o velice variabilní stavební konstrukce (vzdouvacího charakteru), z nichž nejpoužívanější typy budou popsány v následujících odstavcích.

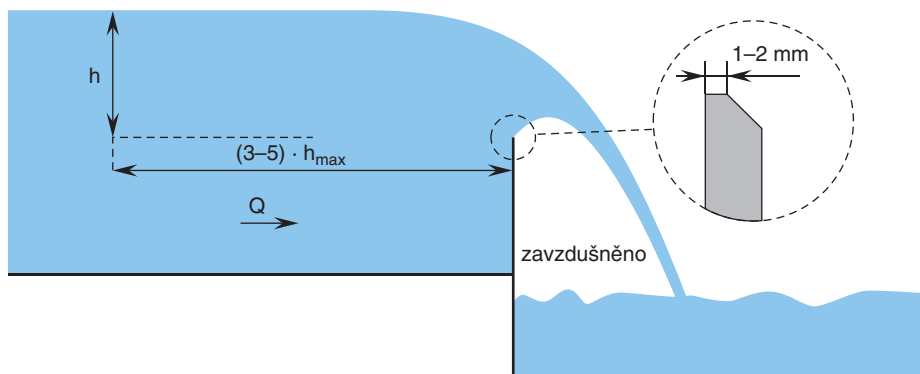
Ve všech zde níže popisovaných případech je uvažováno, že průtokové poměry odpovídají obecným požadavkům na měřicí systémy. Zpravidla se jedná o požadavek na „rozumné“ rozložení rychlostí přes plochu průtočného průřezu přítokového koryta s maximální hodnotou Froudova kritéria do $Fr < (0,5-0,7)$.

Současně je dobré si povšimnout, že k vytvoření přechodu od říčního k bystřinnému proudění je třeba nemalého množství energie (spádu), která je v místě vzdouvacího prvku zmařena. Tento základní princip metody Q/h charakteristiky může v mnoha konkrétních případech způsobit problémy při návrhu měřicího systému či přímo rozhodnout o nemožnosti aplikace metody.

Nezaměňujme však metodu Q/h charakteristiky za tzv. metodu sklonu a plochy (výpočet dle Chézyho rovnice), kdy je měřena pouze hloubka rovnoměrného ustáleného proudění v měrném profilu. Průtok je v tomto případě nepřímo úměrný drsnosti omočeného povrchu v prostoru měrného profilu. Drsnost je však velmi často proměnná v čase.



Obr. 1: Schéma přechodu z proudění říčního do proudění bystřinného v případě dnového stupně



Obr. 2: Schéma ostrohranného přelivu

2.1 Měrné přelivy užívané pro stanovení průtoku

Měření průtoku v profilech s volnou hladinou za pomoci přelivů je hojně využíváno pro svoji jednoduchost a nízkou zranitelnost celého měřicího systému. Ten se zpravidla skládá ve smyslu obr. 2 z vlastní tzv. vzdouvací konstrukce a ze systému měření výšky přepadového paprsku h v jednoznačně definovaném měrném profilu (obvykle ve vzdálenosti tří až pěti násobku maximální přepadové výšky) metodami, které jsou popsány dále v kapitole 4.1. Měřená výška přepadového paprsku h v [m] je následně přepočtena na průtok Q v [m³ · s⁻¹] ve smyslu vztahu

$$Q = A(h + C)^B + D \quad (2)$$

použitelného pro většinu měrných přelivů, přičemž koeficienty A , B , C a D jsou závislé na použitém měrném přelivu, geometrických a proudových okrajových podmínkách. Zpravidla je lze stanovit ve smyslu příslušné literatury, normy, kalibrací v měrné trati laboratoře či přímo v místě instalace měřicího systému.

Měrné přelivy je vhodné využívat pro měření relativně čistých vod, aby nedocházelo v prostoru před vzdouvací konstrukcí k usazování sedimentů. Z celé škály možných typů přelivů jsou nejvíce užívány přelivy tzv. ostrohranné, jednoznačně definující místo odtržení přepadového paprsku ve smyslu detailu na obr. 2. Současně je třeba pro jednoznačné a přesné stanovení průtoku zajistit zavzdušnění spodního líce přepadového paprsku, tak aby nedocházelo k výskytu dynamických pulzací způsobených rozdílným tlakem vzduchu nad a pod ním.

Mezi nejznámější měrné přelivy ostrohranného charakteru patří:

- přelivy s pravoúhlým výřezem,
- přelivy s lichoběžníkovým výřezem,



Obr. 3: Ostrohranný přeliv s pravoúhlým výřezem s bočním zúžením



Obr. 4: Ostrohranný přeliv s výřezem tvaru V s vrcholovým úhlem 58° při kalibraci v měrné trati laboratoře

- přelivy s výřezem ve tvaru V,
- přelivy speciální složené a jiné.

Volba typu příslušného přelivu z technického hlediska je závislá na geometrických a proudových poměrech v místě instalace, variačním rozsahu měřených průtoků a požadované přesnosti. Obecně lze za běžných průtoků uvažovat hodnotu relativní rozšířené nejistoty ve stanovení průtoku měrnými přelivy na hladině spolehlivosti 95 % v rozsahu od (1,5–5) %.

V případě využití měrných přelivů je doporučeno vyvarovat se situaci, kdy dochází k ovlivnění průtoku hladinou dolní vody [7]. Tedy případů kdy dochází ke vzniku tzv. nedokonalého přepadu a ke snížení kapacity přelivu při konstantní přepadové výšce. Obecně může k tomuto jevu začít docházet v situaci, kdy hladina dolní vody dosahuje nejnižší úrovně výřezu příslušné přelivné konstrukce. Za podmínek nedokonalého přepadu klesá i celková přesnost měřicího systému.

Měrné přelivy se zpravidla zhotovují z nerezového ocelového plechu, který je zakotven do betonových stěn kanálu v místě měrného profilu. V některých případech je možné použít i plastických hmot. V následujícím textu budou výše zmíněné přelivy popsány podrobněji.

2.1.1 Ostrohranný přeliv s pravoúhlým výřezem

Patří mezi základní typ měrných přelivů, v naší literatuře obvykle označován jako přeliv Bazinův, přičemž konkrétní požadavky na instalaci a jeho provedení jsou uvedeny například v [1,2,6]. Stavebně se jedná o jednoduchou konstrukci instalovanou v příslušném měrném profilu napříč korytem. Často se užívá v úpravě s tzv. bočním zúžením (viz obr. 3), které se provádí zpravidla v (5–10) % rozsahu šířky přelivné hrany. Touto úpravou je dosaženo příslušného zavzdušnění spodního líce přepadového paprsku.

Ze zmíněných přelivů je tento přeliv stavebně nejjednodušší, s relativně velkou kapacitou, a tím i v porovnání s jinými přelivy nízkou citlivostí na změnu měřeného průtoku.

2.1.2 Ostrohranný přeliv s lichoběžníkovým výřezem

Tento typ přelivu je v literatuře označován jako přeliv typu Cipoletti a lze jej z technického hlediska chápat jako přechod mezi přelivem pravoúhlým a přelivem s výřezem ve tvaru V. Obvykle je zkosení svislých stěn výřezu prováděno ve sklonu 4 : 1.

2.1.3 Ostrohranný přeliv s výřezem ve tvaru V

Tento typ přelivu je hojně využíván pro nejpřesnější stanovení průtoku v systémech s volnou hladinou. Pro svoji přesnost je užíván i v mnoha světových hydrotechnických laboratořích a z hlediska hydraulického společně s Bazinovým přelivem patří k nejpřesnějším typům. Veškeré parametry potřebné pro návrh tohoto typu přelivu jsou obsaženy v normě [6] nebo v [1,2,7]. Tento přeliv patrný z obr. 4 se navrhuje v závislosti na požadované přesnosti měření a konkrétním rozsahu průtoků s úhly výřezu od 20° do 120°.

V případě tvaru výřezu s vrcholovým úhlem 90° je přeliv označován jako Thomsonův. Obecně patří přeliv s výřezem ve tvaru V k přelivům



Obr. 5: Protiproudání pohled na jeden z typů složeného přelivu



Obr. 6: Popravní pohled na Venturiho žlab s šířkou hrdla 150 mm, v popředí ultrazvukový snímač pro měření hloubky proudu před žlabem

s relativně malou kapacitou, na druhou stranu však s vysokou citlivostí na změnu průtoku. Je vhodný pro přesné měření menších značně rozkolísaných průtoků.

2.1.4 Speciální složené typy ostrohranných přelivů

Především v případech měření relativně velkých variačních rozpětí průtoku, kdy se poměry Q_{min}/Q_{max} mohou pohybovat i v relacích 1/1 000, je třeba navrhovat speciální typy měrných přelivů. Těmito přelivy je pak pokryt provozní rozsah měřených průtoků při zachování dostatečné míry přesnosti. Q/h charakteristiku je následně možné nejlépe určit v měrné trati laboratoře či v místě napevno instalovaného systému. Matematicky je Q/h charakteristika popsána dvěma či více závislostmi většinou per-partes ve smyslu vztahu (2). Ukázka možného tvaru přelivu je patrná z obr. 5.

V oblasti vodního hospodářství či průmyslu jsou užívány některé zvláštní typy měrných ostrohranných přelivů. Jedná se o přelivy s kruhovou, parabolickou či jinak zakřivenou přelivnou hranou. Jejich přehled je uveden například v [1,5].

2.2 Měrné žlaby užívané pro stanovení průtoku

Nejtypičtějším rozdílem mezi žlabem a měrným přelivem je zpravidla absence omezení průtoku vody u dna v místě vlastního měrného žlabu, přičemž podmínky pro vznik kritické hloubky jsou vytvořeny šířkovým zúžením po výšce žlabu, realizací tzv. hrdla.

Podstatnou výhodou při užití žlabových vestaveb oproti měrným přelivům je propustnost pevných či plovoucích částic. Je tudíž možné je použít i pro relativně znečištěné odpadní vody. Současně je třeba si uvědomit, že žlaby mají při shodných spádech obecně vyšší kapacitu než přelivy a tudíž i menší citlivost na změnu měřeného průtoku. Relativní rozšířená nejistota při provozních poměrech ve stanovení průtoku na hladině spolehlivosti 95 % se pohybuje v rozsahu (3–6) %. V některých případech jsou žlaby doporučovány i pro měření v ovlivněných proudových poměrech, kdy hladina dolní vody ovlivňuje průtok žlabem. Zpravidla lze o ovlivnění uvažovat tehdy, když hladina dolní vody dosahuje úrovně kritické hloubky realizující se v prostoru hrdla žlabu. Stanovení průtoku za těchto podmínek je složitější a bližší informace lze získat například [3,7].

Stejně jako v případě měrných přelivů se v definovaném profilu, zpravidla protiproudě před měrným žlabem, měří příslušná hloubka proudu H , z níž je analogicky ve smyslu vztahu (2) stanoven průtok Q , tedy:

$$Q = A(H + C)^B + D \quad (3)$$

Ve světě se užívá celá řada měrných žlabů. V následujícím textu se omezíme pouze na dva zástupce nejčastěji užívané v ČR. Jedná se o:

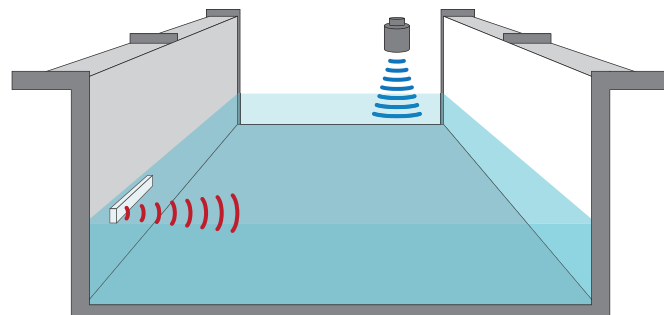
- žlab typu Parshalla
- žlab typu Venturi.

2.2.1 Měrný Parshallův žlab

Parshallův žlab je tvořen obdélníkovým průtočným průřezem, přičemž jeho šířka i tvar dna jsou popravně proměnné. Standardní žlaby



Obr. 7: Protiproudí pohled na plastové provedení Parshallova žlabu včetně ultrazvukového hladinoměrného snímače



Obr. 8: Princip kontinuitní metody s odděleným hladinoměrným a rychlostním snímačem, který je instalován na stěně, resp. dně kanálu

podle [3] mohou být použity v rozmezí průtoků od $1,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ až $4\,000 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Existují i Parshallovy žlaby rozměrů menších (obr. 7), které jsou schopny měřit od průtoku $0,26 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Obecně je žlab charakterizován šířkou hrdla, která se pohybuje v praxi od 25,4 mm až do jednotek metrů.

V praxi se lze setkat i s kombinovanými žlaby, důvodem jejichž návrhu jsou analogické požadavky jako na speciální složené přelivy. Stavebně se jedná o konstrukci „žlabu ve žlabu“, kdy pro nízké průtoky je použit žlab menší, který je osazen na část účinné výšky hrdla většího žlabu.

Menší žlaby se dodávají v polypropylenovém provedení, které se zabetonuje na místo instalace. Žlaby větších rozměrů jsou betonovány na místě.

2.2.2 Měrný Venturiho žlab

Venturiho žlab patří do kategorie s obdélníkovým příp. lichoběžníkovým tvarem hrdla. Jeho konstrukce je jednodušší než u žlabu Parshallova, přičemž dno je vodorovné případně v mírném sklonu. Ukázka použití žlabu je patrná z obr. 6. V porovnání s Parshallovým žlabem má při podobných geometrických rozměrech (šířce hrdla) sníženou schopnost monitorovat nízké průtoky, přesto se v dřívějších dobách velmi často používal pro svoji stavební jednoduchost. Materiálově je žlab většinou proveden z oceli a zabetonován na dno kanálu. Větší žlaby jsou betonovány na místě.

3. Měřicí systémy využívající metodu kontinuitní

Kontinuitní metoda někdy také nazývána metodou plocha x rychlost se v posledním desetiletí v oblasti stabilního trvalého měření průtoků stává oblíbenou pro svoji zdánlivou jednoduchost.

Princip metody (jak napovídá její název) spočívá v měření dvou nezávislých veličin (což představuje provozně méně spolehlivější systém než metoda Q/h charakteristiky, kdy je měřena pouze výška či hloubka), rychlosti u a hloubky H (viz obr. 8). Ze známých rozměrů měrného profilu je určena plocha průtočného průřezu S , která je obvykle ve funkci

závislosti k měřené hloubce H ($S = f(H)$). Přenásobením takto stanovené průtočné plochy průřezovou rychlostí v , získanou kalibrací z rychlosti vykazované rychlostním snímačem u lze stanovit hledaný průtok ve smyslu vztahu:

$$Q = kuS = vS \quad (4)$$

kde k je kalibrační součinitel zahrnující rozdíly mezi průřezovou rychlostí a rychlostí vykazovanou rychlostním snímačem. Obvykle kalibrační součinitel kompenzuje i jiné disproporce, především konkrétní proudové poměry v místě instalace měřícího systému [4].

Metoda je zpravidla používána v měrných profilech, kde by výstavba vzdouvacích prvků byla pro jejich velikost investičně nákladná či stavebně komplikovaná. Rozhodujícím faktorem může být i nepřipustná ztráta energie (spádu) vznikající při využití metody Q/h charakteristiky. V případě kontinuální metody ke ztrátám spádu nedochází a metoda je vhodná i do ovlivněných proudových poměrů. Ty mohou vzniknout v měrných profilech situovaných v blízkosti vyústění do vodního toku v době, kdy je proudění ovlivněno zpětným vzdutím od hladiny realizující se při zvýšených vodních stavech.

Metodu je vhodné použít i pro relativně znečištěnou vodu. V poslední době se začínají používat i aplikace, které kompenzují vliv sedimentů v místě instalace měřícího systému [4].

Mezi nevýhody kontinuální metody patří především náchylnost na větší deformace rychlostního pole. Tyto jsou zpravidla způsobeny krátkými uklidňovacími délkami před měrným profilem nebo nesystematickým provozováním technologického zařízení (čerpací stanice, lapák písku, ...) před měřícím systémem, kdy při konstantním průtoku dochází ke změně tvaru rychlostního pole. Menší deformace rychlostního pole lze kompenzovat kalibrační konstantou k , kterou je třeba stanovit kalibrací v místě instalace.

Hodnota rozšířené nejistoty na hladině spolehlivosti 95 % správně nakalibrovaného systému se může pohybovat kolem 4 %. V případě neprovedené kalibrace nebo v případě výskytu větší deformace rychlostního pole může odchylka od „správného“ průtoku dosahovat až desítek procent.

4. Procesní instrumentace užívaná v oblasti měření průtoku v profilech s volnou hladinou

V následující kapitole budou přehledně uvedeny metody, resp. popsány základní vlastnosti snímačů používaných obvykle v oblasti kontinuálního měření parametrů proudu při aplikaci výše zmíněných metod.



Obr. 9: Ukázka piezometrického snímače firmy Nivus



Obr. 10: Ukázka ultrazvukového hladinového a rychlostního senzoru s integrovaným ultrazvukovým měřením hloubky proudu firmy Nivus



Obr. 11: Ukázky vyhodnocovacích jednotek užívaných v případech metody Q/h charakteristiky

Budou popsány nejčastěji užívané snímače pro měření úrovně hladiny a následně snímače pro měření rychlostí. Součástí popisu budou i vyhodnocovací jednotky, se kterými jsou většinou zmíněné snímače propojeny.

4.1 Měření úrovně hladiny

Měření hloubek proudu, resp. výšky přepadového paprsku je v podstatě možné realizovat kontaktními či bezkontaktními snímači.

Ve všech případech se u moderních snímačů setkáváme se společnou množinou vlastností, které jsou nastavitelné či implicitně integrované ve vlastním snímači nebo vyhodnocovací jednotce, na který je snímač připojen. Jedná se především o možnost filtrování či potlačení příchozího signálu a možnost offsetu vykazovaného parametru. Snímače jsou obvykle v běžném provedení schopné odolávat teplotám od $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$. Součástí standardu je i teplotní kompenzace. Přesnost běžně dodávaných sond je obvykle uváděna v závislosti na měřicím rozsahu okolo (0,2–0,5) % při rozlišení okolo 1 mm.

4.1.1 Kontaktní snímače pro měření úrovně hladiny

Kontaktní metody spočívají v umístění snímače do pozorovaného proudu. Nejpoužívanějšími snímači v uvedené oblasti jsou membránové piezometrické snímače pracující obvykle na indukčním či tenzometrickém principu, které je možné používat i v mírně znečištěných odpadních vodách. Velkou výhodou těchto v proudě ponořených snímačů je necitlivost na výskyt pěny na hladině. Snímače je dobré umísťovat do míst, kde nejsou instalací ovlivněny proudové poměry, nedochází k sedimentaci částic a v rámci rozpětí měřených hloubek k jejich vypořádání. Snímače mohou selhávat v případech bystrinného proudění, kdy může být vykazovaná hodnota ovlivněna dynamickým účinkem proudu. Tento typ čidel je velmi často integrován ve snímači (viz obr. 8) pro měření rychlosti a tvoří tak kombinovanou sondu využitelnou pro kontinuální metodu.

V posledních letech se pro kontaktní měření hloubek využívá i ultrazvukového principu, kdy je snímač umístěn na dně v místě měrného profilu nebo v případě výskytu dnového sedimentu je osazen na plovoucím pontonu. Následně je měřena vzdálenost od hladiny k sedimentu nikoliv ke dnu.

4.1.2 Bezkontaktní snímače pro měření úrovně hladiny

Asi nejvíce v praxi užívaný systém bezkontaktního měření úrovně hladiny je založen na ultrazvukovém principu. Na českém trhu je známa celá řada výrobců či prodejců ultrazvukových snímačů, jejichž měřicí rozsahy se pohybují od 0,1 m až do desítek metrů. V podmínkách měření průtoků v profilech s volnou hladinou je pro dosažení optimální přesnosti třeba zvolit vždy snímač odpovídající příslušnému provoznímu rozsahu. Výhodou bezkontaktního měření je snadná instalace a neovlivnění proudových poměrů vlastním snímačem. Nevýhodou snímačů je nemožnost vyrovnat se s výskytem pěny na hladině, v případě větších rozsahů se lze setkat i s problémy týkající se teplotní stratifikace vzduchu pod snímačem. Při instalaci je dobré věnovat zvláštní pozornost blokovací vzdálenosti těsně pod snímačem (mrtvý prostor). Ukázka použití snímače je patrná z obr. 6, 7 a 8.

4.2 Měření rychlosti proudu

Měření rychlostí proudu v případě využití kontinuální metody je zpravidla realizováno vyjma (radarových systémů) kontaktními metodami. Těmito metodami lze zpravidla stanovit rychlosti „bodové“ určené z jistého měrného objemu v okolí snímače nebo rychlosti svislicové či rychlosti v horizontálních rovinách měrného průřezu. Snímače pracují obvykle na ultrazvukovém nebo indukčním principu. Společným charakterem všech snímačů je, že nejsou schopny nikdy vykazovat rychlost průřezovou nýbrž rychlost „fiktivní“, která musí být kompenzována, jak bylo uvedeno v kapitole 3 kalibrační konstantou. Jistým zpřesněním při aplikaci kontinuální metody může být použití kombinace více sond

případně i rozdílných měřicích principů. Některé firmy na českém trhu nabízí aplikace současného měření svislicové rychlosti i rychlosti v několika horizontálních rovinách.

Snímače v délkách několika decimetrů, jejichž ukázka je na obr. 10, se vyrábějí ve verzi, kdy jsou určeny pouze pro měření rychlosti, přičemž hloubka je měřena snímači popsanými v kapitole 4.1 nebo v provedení kombinovaném; s integrovaným tlakovým nebo ultrazvukovým snímačem pro měření hloubek. Snímače je vhodné provozovat od hloubek proudu 0,05 m, přičemž je dobré vyvarovat se bystřinnému charakteru proudění.

V případě měření „bodových“ rychlostí je rychlost při užití ultrazvukových snímačů vyhodnocována z odrazu od nesených částic či bublin proudem z měrného objemu (zpravidla ve tvaru kužele), který je vyzařován protiproudě před snímač do vzdálenosti od 0,1 do 0,6 m. Vzdálenost odrazu nelze zpravidla přesně definovat a je závislá též na fyzikálních a chemických vlastnostech měřené kapaliny. Díky nemožnosti jednoznačné definice vzdálenosti od snímače, ze které je průřezová rychlost stanovena, je někdy v případě tzv. nerovnoměrného ustáleného proudění, kdy není hladina rovnoběžná se dnem, problematické určit měrný profil, ve kterém má být měřena příslušná hloubka proudu. Na tento aspekt je třeba v případě užití kontinuální metody vždy pamatovat.

V případě užití indukčního principu je rychlost vyhodnocována v okolí vlastní sondy a pro správné fungování je třeba zajistit minimální úroveň vodivosti měřené kapaliny.

V posledních letech se začínají objevovat snímače ultrazvukového typu umožňující měření svislicových rychlostí, kdy je v řádově desítkách úrovní „měřicích oknech“ stanovena příslušná rychlost unášených částic ze dvou po sobě v krátkém čase vyslaných impulsů. Metodou křížové korelace mezi těmito dvěma časovými snímky je následně určena jak pozice, tak rychlost unášených částic. Vhodnou interpolací takto stanovených rychlostí se získá průběh „fiktivní“ svislicové rychlosti. Je třeba poznamenat, že rychlost je měřena na radiále směřující šikmo, nikoliv na svislici.

4. 3 Vyhodnocovací jednotky

Vyhodnocovací jednotky, se kterými jsou příslušné výše popsané snímače propojeny, slouží ve většině případů ke zpracování (příjem, předfiltrování, utlumení, vyhodnocení, offset) výstupního signálu a k jeho následnému zpracování nebo vizualizaci. Na displeji jednotky se zpravidla v závislosti na použité metodě objevují hodnoty o měřené hloubce proudu, resp. výšce přepadového paprsku, měřené rychlosti, ploše průtočného průřezu a hodnota stanoveného průtoku. Důležitým parametrem (fakturačním údajem) je hodnota proteklého objemu, který je stanoven časovou integrací z okamžitých hodnot průtoků. U moderních jednotek jsou dále zobrazovány provozní hodiny a je zajištěna archivace jak proteklého objemu, tak i průtoku obvykle v průměrných hodnotách za (5–60) min. Tyto hodnoty jsou archivovány i při výpadku elektrického proudu.

U vyhodnocovacích jednotek užitých v případě metody Q/h charakteristiky je hlavním úkolem jednotky ze správně změřené hodnoty výšky či hloubky stanovit příslušný průtok. Funkční závislost je ve vyhodnocovací jednotce zpravidla uložena ve tvaru vztahu (2), resp. (3). Některé jednotky umožňují měřicí rozsah pokrýt per partes více křivkami. V případě složitých závislostí je třeba využívat jednotky, do kterých se dají zadat diskrétní hodnoty – vždy pár hloubky a příslušného průtoku.

V případě jednotek užívaných pro kontinuální metodu jsou jednotky vybaveny protokolem pro zadání tvaru průtočného průřezu, zpravidla ve funkční závislosti na hloubce proudu. Jednotky by měly být vybaveny možností zadání kalibrační konstanty ve smyslu vztahu (4).

Pro úplnost dodejme, že v některých případech jsou snímače připojeny přímo přes převodníky do řídicích počítačů větších technologických celků, kdy zpracování signálu je prováděno přímo ve snímačích nebo v řídicím softwaru počítače. Někdy jsou počítačům vyhodnocovací jednotky předřazeny a za pomoci komunikačních protokolů jsou údaje z jednotek vizualizovány, případně dále zpracovávány.

5. Závěr

Předložený článek, který navazuje na úvodní díl série, přináší popis v praxi nejrozšířenějších metod pro stabilní časově neomezené měření průtoku a proteklých objemů v profilech s volnou hladinou. Podrobně bylo popsáno využití metody Q/h charakteristiky a metody kontinuální.

Součástí přehledu je i popis procesní instrumentace, která je zpravidla v případě uvedených metod používána.

Ve třetím dílu série článků se zaměříme na metody posuzování funkční způsobilosti měřicích systémů. Současně upozorníme i na nejdůležitější potřebné technické a metrologické vlastnosti měřicích systémů, které zajistí nejenom korektní měření, ale také možnost správného a technicky realizovatelného provedení posouzení funkční způsobilosti.

Literatura

1. Boor B, Kunštátský J, Patočka C. Hydraulika pro vodohospodářské stavby, 1. vydání, SNTL Praha, 1968.
2. Žoužela M. Sjednocení požadavků na pracovní měřidla průtoku užívaná v profilech s volnou hladinou. Program rozvoje metrologie 2008 Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Výzkumná zpráva, LVV – FAST – VUT v Brně, 2008.
3. ČSN ISO 9826. Měření průtoku kapalin v otevřených korytech, Parshallovy žlabky a žlabky typu Saniiri, červen 1994.
4. Katalogové listy dodavatelů a výrobců měřicí techniky.
5. Online-Messung in Kanalisationsnetzen, Erfahrungen und Möglichkeiten zur Abfluss- und Parametermessung. Heft 38, Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, 2000.
6. ČSN ISO 1438/1. Měření průtoků vody v otevřených korytech pomocí přelivů a Venturiho žlabů, Část 1 – Tenkostěnné přelivy, září 1997.
7. Žoužela M, Fejfarová M. Měření průtoku za pomoci ostrohohranných přelivů v podmínkách ovlivnění dolní vodou. Projekt vnitřního grantového systému FAST VUT v Brně. LVV – FAST – VUT v Brně, 2007.

Ing. Petr Sýkora

Pražské vodovody a kanalizace, a. s.

e-mail: petr.sykora@pvk.cz

Ing. Michal Žoužela, Ph. D.

Laboratoř vodohospodářského výzkumu

Ústav vodních staveb FAST VUT v Brně

e-mail: zouzela.m@fce.vutbr.cz



ceník inzerce v časopisu Sovak
najdete na www.sovak.cz



IN-EKO TEAM
VODOHOSPODÁŘSKÁ ZAŘÍZENÍ

- mikrosíťové bubnové filtry
- pásové česle
- flotace
- šroubové lisy
- šroubové česle
- šroubové dopravníky
- separátory písku

www.in-eko.cz

IN-EKO TEAM s. r. o. Trnec 1734, Tišnov 666 03, tel.: 549 415 234, e-mail: trade@in-eko.cz

VODATECH

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

VÝROBCE ZAŘÍZENÍ PRO ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD

FLOTACE
ROTAČNÍ SÍTA
SEPARÁTOŘY
ŠNEKOVÉ LISY

CHEMICKÉ JEDNOTKY
AERAČNÍ SYSTÉMY
OBSLUŽNÉ LÁVKY

Tel.: 518 620 962-4
e-mail: vodatech@vodatech.net

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



Vliv zemědělského hospodaření v ochranných pásmech vodního zdroje Káraný na kvalitu jímáné vody

Ladislav Herčík, Lenka Koudelová, Renáta Kadlecová

Příspěvek z konference Pitná voda 2010, pořádané ve dnech 17.–20. 5. 2010 v Táboře firmou W&ET Team. Mezi partnery konference patřil také SOVAK ČR.

1. Úvod

Jímací území Káraný je významným zdrojem pitné vody pro Prahu a Středočeský kraj. I když byla v roce 1986 vyhlášena pásma hygienické ochrany jímacího území Káraný dochází v důsledku dlouhodobého intenzivního zemědělského hospodaření v hydrogeologickém povodí jímacího území k pozvolnému nárůstu dusičnanů v podzemní vodě, zejména v kvartérním kolektoru, kde jsou největší využíváné zdroje podzemní vody.

Od roku 2002 provádí společnost Pražské vodovody a kanalizace, a. s. (PVK) detailní monitoring kvality podzemní vody u studní jednotlivých jímacích řadů a monitorovacích vrtů v prostoru jímacího území. Oděr vzorků a jejich analýzy provádí PVK – Oddělení laboratorní kontroly Káraný a Praha.

Vyhodnocení probíhá 1x ročně ve spolupráci s firmou Progeo, s. r. o., a Přírodovědeckou fakultou Univerzity Karlovy. Problematikou vysokých koncentrací dusičnanů na zemědělských pozemcích a v infiltrované vodě se zabývá i Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., a Česká geologická služba.

2. Technologie jímání podzemní vody a ochranná pásma

Úprava vody Káraný získává vodu výhradně z podzemních zdrojů. Od roku 1914 je v provozu břehová infiltrace podél Jizery se souhrnnou vydatností 900 až 1 000 l/s a artéské zdroje s vydatností 50 l/s. Od roku 1968 je v provozu umělá infiltrace s vydatností 700 až 900 l/s. Celková vydatnost jímacího území Káraný činí cca 1 800 l/s.

Linie jímání břehové infiltrace (indukované zdroje) začíná od Staré Boleslavi až po Dražice v celkové délce cca 25 km. Jímací řady jsou situovány podél řeky Jizery ve vzdálenosti cca 250 m a rozdělují se do 7 hlavních řadů: Dolnolabsko, Dolnosojovický řad, Hornosojovický řad, Skorkovský řad, Dolnokochánecký řad, Hornokochánecký řad a Benátecký řad. Celkový počet napojených studní je 659. Studny u jednotlivých jímacích křídel jsou propojeny násoskou a voda natéká do čerpacích stanic, odkud je přečerpána do gravitačního řadu, kterým je dopravena až do areálu hlavní čerpací stanice v Káraném.

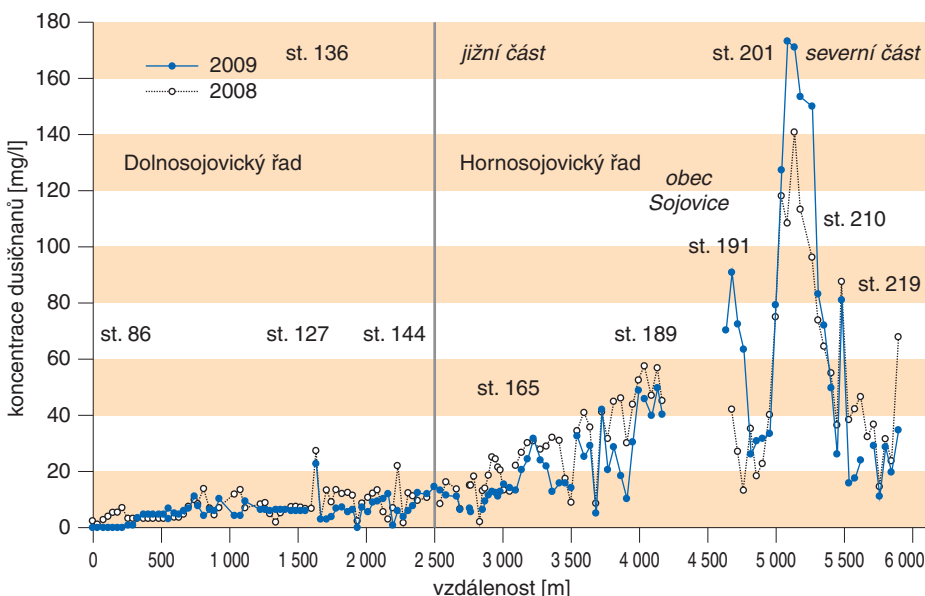
Ochranné pásmo 1. stupně tvoří zatravněný pruh o šířce 15 m podél jednotlivých studňových řadů.

Vodní zdroje jsou průběžně monitorovány. Monitoring kvality podzemní vody zahrnuje všechny tři způsoby jímání podzemní vody v jímacím území Káraný.

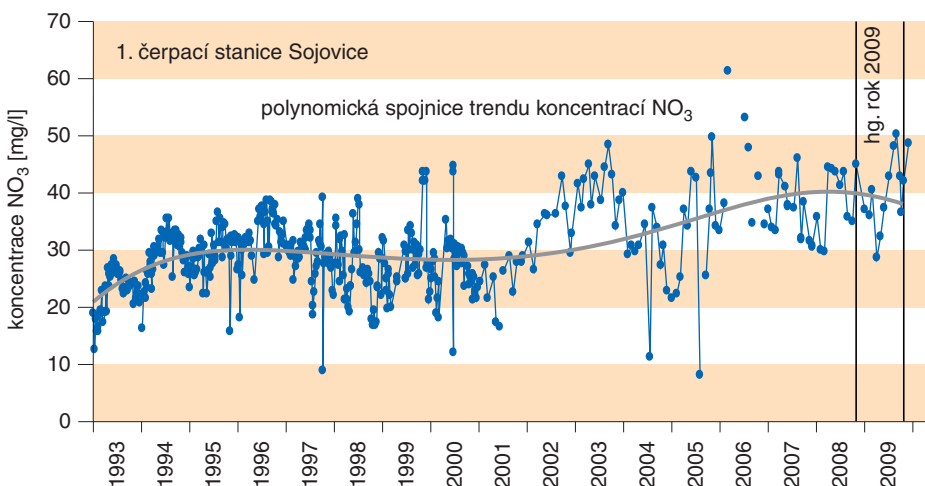
U artéských zdrojů je voda čerpána z vrtů o hloubce 60 až 80 m a její kvalita není negativně ovlivněna zemědělským hospodařením v hydrogeologickém povodí jímacího území Káraný.

U zdrojů umělé infiltrace je jímána podzemní voda směsí tvořenou 95 % vody z Jizery zasakované po předpravě na pískových rychlofiltrech ve vsakovacích nádržích a 5 % přírodních zdrojů podzemní vody kvartérního kolektoru, proto není u tohoto zdroje problém s koncentrací dusičnanů v jímáných podzemních vodách, neboť se běžně koncentrace dusičnanů v povrchové vodě Jizery pohybují mezi 10–12 mg/l.

Kvalitativně horší situace je u zdrojů břehové infiltrace, kde je značná část pozemků v ochranném pásmu 2. stupně zemědělsky obhospodařována (z pěstovaných plodin převažuje zelenina). Jímána podzemní voda je opět směsí. Podíl indukovaných zdrojů podzemních vod činí cca 50–70 % a přitoky z hydrogeologického zázemí tvoří cca 30–50 %. Jelikož podíl podzemních vod přitékajících z hydrogeologického zázemí jímacích řadů tvoří až 50 % využívaných zdrojů podzemních vod, jsou u tohoto typu zdrojů problémy s koncentrací dusičnanů.



Graf 1: Porovnání koncentrací dusičnanů v jímáných studnách Sojovického řadu v letech 2008 a 2009



Graf 2: Koncentrace dusičnanů v období ve směsném vzorku jímáné podzemní vody Sojovického řadu v období 1993 až 2009

Průměrné koncentrace dusičnanů v podzemní vodě se u jednotlivých jímacích řadů pohybují v těchto hodnotách: Dolnolabsko 10,7 mg/l, dolnosojovický řad 7,3 mg/l, hornosojovický řad – jižní část 26,1 mg/l, severní část 55,5 mg/l, (max. u jednotlivé studny až 140 mg/l), skorkovský řad 69,3 mg/l, (max. u jednotlivé studny až 110 mg/l), dolnokochánecký řad 12,8 mg/l, hornokochánecký řad 21,0 mg/l, benátecký řad 24,3 mg/l (max. u jednotlivé studny až 100 mg/l).

3. Hodnocení jakosti podzemní vody v prostoru jímacích řadů a monitorovacích vrtů vodního zdroje Káraný

V rámci monitoringu podzemních vod jsou v jímacím území Káraný měřeny a evidovány hydrologické, hydrogeologické a hydrochemické informace: srážky, hladiny podzemní vody, hladiny vody v tocích, odběry podzemní vody, napouštění vody do infiltračních van, jakost podzemní vody. Interval sledování jakosti – koncentrace dusičnanů: směsné vzorky z jímacích řadů (čerpacích stanic) – 1x měsíčně, 2 reprezentativní studny z každého jímacího řadu – 1x týdně, monitorovací systém (30 objektů v předpolí jímání umělé i břehové infiltrace) – 2x ročně, všechny studny jímacích řadů – 1x ročně.

Hodnocení kvality vody: směsné vody z celého jímacího území, směsné vody z jednotlivých jímacích řadů, vody z jednotlivých studní sojovického, skorkovského, kocháneckého a benáteckého řadu, infiltrované vody z Jizery, studní a vrtů monitorovacího systému z předpolí jímacích řadů.

Rozdělení monitoringu jakosti podle účelu: poskytnutí včasné informace o průniku znečištění do zájmové oblasti, doplnění údajů pro identifikaci časového vývoje dusičnanů v jímacích řadech, doplnění údajů pro zpřesnění hydraulického modelového řešení proudění podzemní vody.

Pro jímací území Káraný byl firmou Progeo sestaven hydraulický model, který umožňuje simulaci a predikci proudění podzemní vody v jímacím území při zohlednění odběrů podzemních vod z různých zdrojů. Model je majetkem Pražské vodohospodářské společnosti, a. s., (správce majetku), která v rámci spolupráce s PVK při řešení problému zajišťuje i jeho pravidelnou aktualizaci.

Další část příspěvku je věnována kvalitě podzemní vody Sojovického jímacího řadu. Významně nižší koncentrace dusičnanů jsou sledovány v podzemní vodě z Dolnosojovického řadu, v jehož orografickém povodí jsou převážně travní a lesní porosty. U Hornosojovického řadu, kde v orografickém povodí jímacího řadu převažují intenzivně zemědělsky obdělávané pozemky (převážně zelenina) jsou koncentrace dusičnanů výrazně vyšší, jak dokumentuje graf 1. Z grafu 2 je zřejmé, že koncentrace dusičnanů v Sojovickém řadu v období 1993 až 2009 mají stoupající trend.

V období 2008–2009 byla detailně studována dynamika oběhu podzemních vod v okolí Hornosojovického řadu včetně transportu kontaminantů. Kromě analýz podzemních a povrchových vod byly v okolí Hornosojovického řadu analyzovány i půdní vody z gravitačních lyzimetrů situovaných do hloubky 50 cm na rozhraní ochranného pásma vodního zdroje 1. stupně jímacího řadu a orné půdy. Lyzimetry jsou umístěny ve směru sklonu terénu a přítoků vody z orografického zázemí k jímacím studním.

Z výsledků studia vyplývá, že ve studních Hornosojovického řadu je směs vody tvořená v průměru z 60 % břehovou infiltrací z Jizery a ze 40 % podzemní vodou, která přitéká z hydrogeologického zázemí jímacích studní, resp. z jizerského souvrství a z kvartérních fluviálních sedimentů. Podzemní vody přitékající z hydrogeologického zázemí lze dále rozdělit v poměru 4 : 1, kdy 4 díly tvoří podzemní voda z jizerského souvrství, která obsahuje 35–50 mg/l dusičnanů a 1 díl tvoří podzemní

Tabulka 1: Izotopové složení $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{15}\text{N}$ a koncentrace dusičnanů v půdních roztocích zachycených v lyzimetrech

lyzimetr	datum odběru	$\delta^{18}\text{O}$ (‰)	obsah NO_3^- ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	$\delta^{15}\text{N}-\text{NO}_3$ (‰)
L2	12/15/2008	-5,3	762,0	-0,9
L2	3/16/2009	-10,4	585,0	2,1
L2	4/14/2009	-7,0	370,6	1,8
L4	9/14/2009	-7,6	14,4	6,7

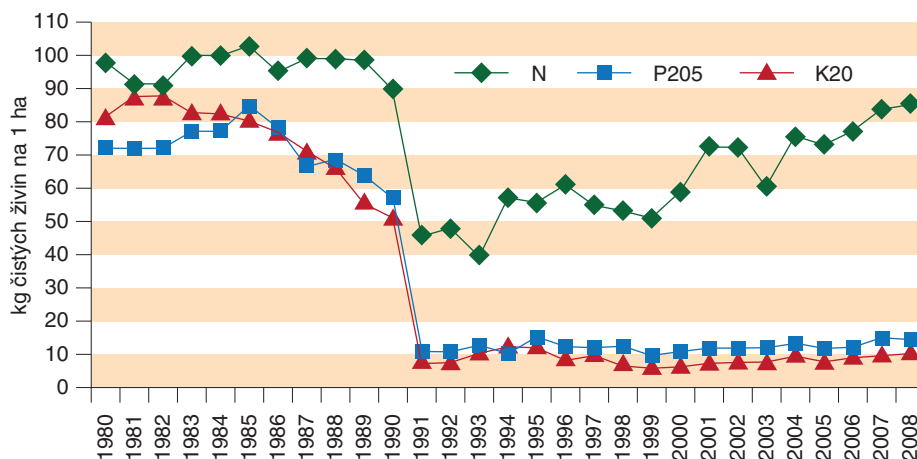
voda vznikající infiltrací srážek v prostoru kvartérních fluviálních sedimentů.

Výsledky izotopového složení kyslíku, dusíku a koncentrace dusičnanů v půdních roztocích zachycených v lyzimetrech ukazuje tabulka 1.

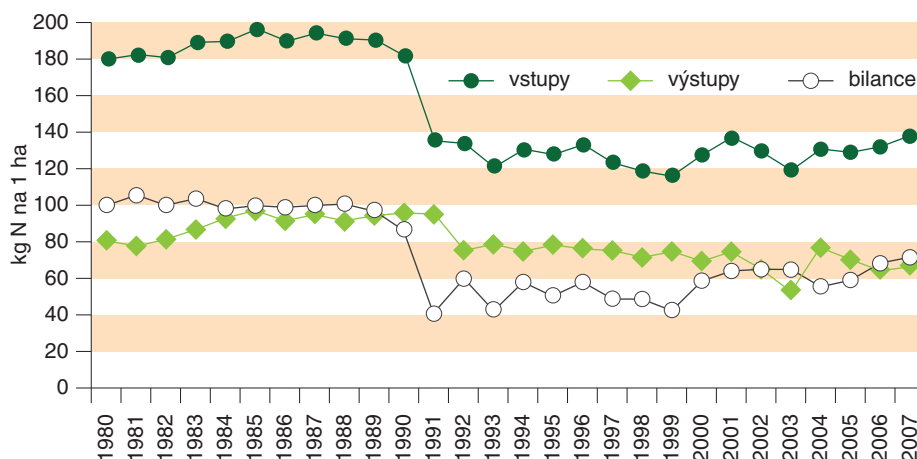
Hodnoty koncentrací dusičnanů v půdních roztocích jsou poměrně vysoké a rychle klesají vlivem srážek. V místech s umělým zavlažováním zředují závlahy aplikovaná hnojiva a podstatně zrychlují rychlost infiltrace nenasyčenou zónou.

Izotopové složení $\delta^{18}\text{O}$ je změněno vlivem odparu vody ve svrchní půdní vrstvě. Izotopové složení dusíku $\delta^{15}\text{N}$ odpovídá aplikovaným anorganickým hnojivům, v případě lyzimetru č. 4 organickým hnojivům.

Srážky infiltrované v prostoru kvartérních fluviálních sedimentů v orografickém zázemí jímacích studní Hornosojovického řadu k jímacím studním dotečou v průměru se zpožděním 8 až 10 měsíců.



Graf 3: Průměrný přívod živin minerálními hnojivy do půdy v ČR hnojením (v kg č. ž. na 1 ha celkové zemědělské půdy – 4,2 mil. ha v roce 2008)



Graf 4: Povrchová bilance dusíku v ČR podle metodiky OECD (kg N na 1 ha celkové zemědělské půdy, ročně)

Shrnutí

Z dosavadního monitoringu jakosti podzemních vod v jímácím území Káraný vyplývá:

- Koncentrace dusičnanů kulminovaly v letech 2002, 2003 a 2006. V období 2007 až 2008 byl pozorován mírný pokles u většiny studní jímácích řadů.
- Trvale vysoké koncentrace dusičnanů v některých studních jímácích řadů představují v současnosti zásadní problém, neboť zhoršují celkovou kvalitu jímání podzemní vody ze studňových řadů.
- Koncentrace dusičnanů vykazují velmi rychlé změny v čase. Jsou pozorovány značné rozdíly i mezi sousedními jímacími studnami, což dokumentuje existenci preferenčních cest proudění podzemní vody, kterými se dostává kontaminace k jednotlivým studním jímácím řadům.
- Dusičnany obsažené v podzemní vodě jsou především zemědělského původu, neboť bezprostředně na ochranné pásmo 1. stupně navazují intenzivně obdělávaná pole. Další zdroje dusičnanů pochází z intravilánů obcí (septiky, kanalizace atp.)
- Nutnost řešení situace důsledným dodržováním podmínek hospodaření v ochranných pásmech vodního zdroje a ve zranitelných oblastech.
- Možnost dohody s provozovatelem zemědělské činnosti (především druh, množství, doba a způsob aplikace hnojiv, sledovat též umístění a provoz zavlažovacích zařízení a i látek na ochranu rostlin).

Z důvodu řešení dané situace a zveřejnění problému s vysokými koncentracemi dusičnanů v některých studních jímácích řadů bylo v letech 2005, 2007 a 2009 svoláno Pražskými vodovody a kanalizacemi do Káraného jednání za účasti správních orgánů z oblasti vodního hospodářství, hydrogeologů, nejvýznamnějších zemědělsky hospodařících subjektů, starostů obcí a v roce 2009 i odborníků z Výzkumného ústavu rostlinné výroby. Výsledek z těchto jednání je zatím nejednoznačný, proběhly kontroly způsobu hospodaření u některých podniků, ale zatím nebylo zjištěno nedodržování platné legislativy.

4. Zemědělské hospodaření s ohledem na ochranu vody

Jak již bylo výše uvedeno, je kvalita vody v jímácích řadech a jejich okolí monitorována od roku 2002. Na grafech 3 a 4 je patrný přívod živin do půdy vlivem statkových a průmyslových hnojiv a povrchové bilance dusíku v ČR.

Aktuální problémy úrodnosti půd, hnojení a výživy rostlin v ČR: jednostranné hnojení dusíkem, vyšší výnosy = rychlejší čerpání P, K z půdy, pokles stavu hospodářských zvířat.

Podle kontroly podmíněnosti – systém cross compliance (CC) by mělo být cílem dosažení udržitelného dobrého zemědělského a environmentálního stavu, což představuje:

- Nerušení krajinných prvků, kterými jsou meze, terasy, skupiny dřevin, stromořadí a travnaté údolnice.
- Vyloučení pěstování kukuřice, brambor, řepy, bobu setého, sóji a slunečnice na půdních blocích (dílích) s průměrnou sklonitostí převyšující 12°.
- Zapravování kejdy nebo močůvky do půdy do 24 hodin po aplikaci, s výjimkou řádkového přihnojování porostů hadicovými aplikátory, na půdních blocích (dílích) s ornou půdou a s průměrnou sklonitostí nad 3°. (POZOR – vyhláška č. 274/1998 Sb. vyžaduje zapravit i pod 3°!!!)

- Vyloučení změny zemědělské kultury travní porost na zemědělskou kulturu orná půda.
- Nepálení bylinných zbytků na půdních blocích (dílích).

Kontrolou dodržování podmínek na ochranu podzemních vod před znečištěním nebezpečnými látkami (směrnice Rady 80/68/EHS) se zabývá ČIŽP a od roku 2010 Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský (ÚKZÚZ) a kontroluje:

- zacházení s nebezpečnými látkami,
- zabezpečení proti vniknutí do povrchových či podzemních vod nebo k ohrožení jejich prostředí,
- sklady nebezpečných látek a jejich vhodné uspořádání z hlediska ochrany vod.

Jednou za 5 let jsou prováděny zkoušky těsnosti potrubí a nádrží určených pro skladování ropných látek a odpovídající kontrolní systém pro zjišťování úniku skladovaných ropných látek.

Dále se tyto instituce zabývají kontrolou dodržování podmínek na ochranu vod před znečištěním dusičnany a sledují, zda jsou dodržovány tyto podmínky:

- Zákaz hnojení přes zimu, limity hnojení jednotlivých plodin, limit 170 kg dusíku živočišného původu v průměru na 1 hektar ročně, velikost skládů na minimálně 4měsíční produkci kejdy a 3měsíční produkci močůvky a hnojůvky dostatečné pro uskladnění v období zákazu hnojení.
- Nepěstování širokořádkových plodin (kukuřice, slunečnice, sojové boby, brambory apod.) na pozemcích se sklonem nad 7°, které sousedí s útvary povrchových vod.
- Ochranné nehnojené pásy v šířce 3 m od břehové čáry útvaru povrchových vod.
- Nehnojit na půdu přesycenou vodou, pokrytou vrstvou sněhu vyšší než 5 cm nebo promrzlou tak, že povrch půdy do hloubky 5 cm přes den nerozmrzá.

5. Kvalita pitné vody z ÚV Káraný

Kontrola kvality pitné vody je prováděna dle Vyhlášky Ministerstva zdravotnictví č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly, v aktuálním znění. Ve společnosti PVK tuto kontrolu provádí Útvar kontroly kvality vody prostřednictvím vlastních laboratoří akreditovaných u Českého institutu pro akreditaci, o. p. s., – Oddělením laboratorní kontroly Káraný a Praha. Sledování kvality vody se provádí dle Programu kontroly na kalendářní rok, schváleného Krajskou hygienickou stanicí, oddělením komunální hygieny, který obsahuje seznam míst kontroly od surové po upravenou vodu, rozsah a četnost sledování. Oddělení laboratorní kontroly Káraný sleduje cca 100 odběrových míst.

6. Závěr

- Pitná voda vyrobená ÚV Káraný vyhovuje limitům Vyhlášky č. 252/2004 Sb. ve všech sledovaných ukazatelích i přes výše uvedené problémy v koncentraci dusičnanů u některých zdrojů břehové infiltrace.
- I nadále je cílem PVK výroba požadovaného množství kvalitní pitné vody a nutná součinnost profesionálního provozování vodárny, kvalifikované kontroly kvality, systematické údržby a obnovy zařízení při spolupráci s odbornými subjekty, tak aby byl trvale zajištěn fungující monitorovací systém jímacího území Káraný včetně aktivní ochrany vodních zdrojů.

V článku bylo využito informací níže uvedených odborníků, kteří při řešení problematiky spolupracují:

RNDr. Martin Milický – Progeo, spol. s r. o., Tiché údolí 113, 252 63 Roztoky u Prahy.

Ing. Jan Klír – Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Drnovská 507, Praha 6-Ruzyně.

Ing. Ladislav Herčík, Lenka Koudelová

Pražské vodovody a kanalizace

Pařížská 11, Praha 1

e-mail: ladislav.hercik@pvk.cz, lenka.koudelova@pvk.cz

RNDr. Renáta Kadlecová

Česká geologická služba

Klárov 131/3, Praha 1

e-mail: renata.kadlecova@geology

ČESKÁ VODA CZECH WATER

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

Váš partner v oblasti oprav, údržby a dodávek

- investičních celků pro vodní hospodářství
- **Zajišťování činností údržby včetně provádění oprav**
(elektroúdržba a telemetrie, stavební údržba, strojní údržba)
- **Technická diagnostika**
(měření tlaků, průtoků, bezdemontážní diagnostika točivých strojů)
- **Komplexní dodávky technologických celků**
(včetně projektování, konzultační a poradenské činnosti)
- **Montáže vodoměrů**
- **Doprava a mechanizace**
(cisternové vozy, sklápěcí a valníkové vozy, jeřáby, zemní práce)





Nádrže s rákosím zneškodňují vodárenské kaly

Uskladňování a zneškodňování kalů z úpravy pitné vody může být pro vodárenské podniky nákladnou záležitostí. Zvyšují se požadavky na jejich úpravu před odvozem na skládku a stále rostou poplatky za ukládání kalu na skládkách i náklady na spalování kalů. Ve Spojeném království úspěšně aplikovali systém zneškodňování kalů navržený speciálně pro vodárenské kaly, který je určitou modifikací u nás vychvalovaných i zatracovaných vegetačních (kořenových) ČOV a který prý představuje trvale udržitelné a pro životní prostředí příznivé řešení.

Vodárenský průmysl ve Spojeném království věnuje každoročně stovky milionů liber na odstraňování kontaminantů při úpravě pitné vody. Úprava vody, ale i následné zbavování se zachyceného kalu je stále dražší.

Společnost Essex and Suffolk Water – součást společnosti Northumbrian Water Ltd. – hledala levné a z hlediska životního prostředí příznivé řešení zneškodňování vodárenských kalů z úpravy pitné vody Hanningfield Water Treatment Works. Lagunový systém pro zneškodňování kalů tam byl v provozu přes 20 let a byl na konci své životnosti.

Inspirováni úspěšným zneškodňováním čistírenských kalů procesem vyvinutým v Dánsku společností Orbicon, vyvinula britská společnost ARM spolu s uvedenou dánskou společností systém zneškodňování vodárenských kalů v nádržích s rákosím.

Původní řešení z roku 1989 bylo v Dánsku navrženo a aplikováno pro zneškodňování čistírenských kalů, jmenovitě jejich odvodňování a mineralizaci s minimálními nároky na potřebu energie. Tímto systémem se prý v současnosti upravuje téměř 30 % čistírenských kalů v Dánsku a systém byl aplikován i v dalších evropských státech.

S využitím dánských zkušeností bylo navrženo kalové hospodářství pro úpravu Hanningfield Water Treatment Works, které jako první na světě využívá pro zneškodňování železitých vodárenských kalů systém s nádržemi s porostem rákosí. Použité nádrže s rákosím jsou hlubší nežli standardně používaná horizontálně nebo vertikálně protékající koryta s rákosím pro zneškodňování čistírenských kalů. Vyprojektována byla řada nádrží, kde se kal na každou dávkuje individuálně v rotaci, podobně jako u kalových polí.

Nerostlé látky se zachycují na povrchu nádrže v porostu rákosí, zatímco voda prosakuje systémem a filtruje se přes vrstvu zeminy prorostlou kořeny rákosí. V zachyceném kalu probíhá mineralizace. Celkový původní objem kalu se při těchto procesech zmenší až 200x. Výsledky rozborů vodárenských kalů z úpravy vody Hanningfield ukazují, že surové kaly mají asi 2 % sušiny. Výsledný zbytek kalu po popsání úpravy má obsah sušiny až 60 %. Na dosaženém výsledku se podílí filtrace při průsaku vrstvou zeminy prorostlou kořeny rákosí, evapotranspirace a mineralizace. Významné přednosti použitého systému spočívají v nízké energetické náročnosti, snížení nákladů na dopravu a odpadnutí dávkování chemikálií.

Kapacita nádrží se vyčerpá po 10 až 15 letech, čímž se zařízení stává dlouhodobým řešením zneškodňování vodárenských kalů. Kal se z nádrží odstraňuje při ponechání kořenů a oddenků rákosí v systému nedotčených a není proto třeba nové osazování. Nádrže jsou pak připraveny na opětovné dávkování kalů.

U čistírenských kalů je vytěžený kal klasifikován jako „zlepšený upravený produkt“ a vyváží se na pole jako hnojivo. Složení vodárenského kalu po jeho úpravě v nádržích s rákosím ještě nebylo dostatečně vyhodnoceno, ale předpokládá se možnost jeho využívání podobným způsobem.

Nedostatkem článku je, že autor neuvádí jakýkoliv údaj o velikosti úpravy, u které byl systém aplikován.

Další vývoj

Společnost ARM zkoumá další možnosti využití popsaného systému odvodňování vodárenských kalů, konkrétně pro zneškodňování hlinitých kalů na úpravě pitné vody v Lumley v Northumberland (Anglie). Ačkoliv výsledky těchto zkoušek nebudou k dispozici dříve nežli koncem roku 2010, očekává se, že systém i v tomto případě splní očekávání.

Popularitu popsaných technologií spojených s likvidací kalů podle autora článku vysvětluje jejich schopnost konkurovat jiným metodám jak pokud jde o výsledný efekt, tak zejména o úspory nákladů. Odvodňování kalů jinými metodami, jako jsou např. odstředivky, kalolisy apod. je podstatně dražší, vyžaduje nákladné prostory na akumulaci kalů a strojní vybavení, dávkování chemikálií pro lepší odvodnitelnost i náročnější obsluhu a údržbu. Nádrže nebo koryta s rákosím naopak mají minimální provozní náklady i minimální požadavky na energii, nepotřebují žádné chemikálie a navíc harmonují přirozeně s okolní krajinou a pomáhají při plnění úkolů spojených se společenskou odpovědností (úspory energie, zlepšování životního prostředí).

(Podle článku Tori Midase, uveřejněného v časopisu *World Water* březen/duben 2010 zpracoval Ing. J. Beneš.)



Ověřování zahraničních metodik posuzování vlivu dešťových oddělovačů na recipienty – případová studie Janské Lázně

Ivana Kabelková, Gabriela Štátná

1. Úvod

V r. 2007 byla vypracována literární rešerše zahraničních legislativních předpisů a metodických postupů týkajících se problematiky interakce oddělovacích komor (OK) jednotné stokové sítě s recipienty (Havlík a kol., 2008). Na základě této rešerše pak odborná skupina ČTVHS doporučila pro ověřování v podmínkách České republiky metodické přístupy Německa (BWK-Merkblatt 3, 2001) a Rakouska (ÖWAW Regelblatt 19, 2007).

V r. 2008 proběhl výběr vhodných lokalit a vodních toků pro následné detailnější ověřování obou metodik. Na základě průzkumu 6 urbanizovaných území s 10 vodními toky byly vybrány Janský potok v Janských Lázních a Hloučela v Prostějově (Kabelková a Štátná, 2009).

V další etapě prací zpracovávané v r. 2009 bylo provedeno výpočetní posouzení vlivu oddělovacích komor na Janský potok a Hloučelu podle obou metodik. Ověřování aplikovatelnosti metodik se soustředilo zejména na 4 aspekty:

1. Obtížnost získávání nutných dat a údajů pro provedení výpočetního posouzení.
2. Výpočet klíčových ukazatelů narušení toku a překročení hodnot imisních kritérií.
3. Bezpečnost výpočetního posouzení.
4. Validaci výpočetního posouzení biologicko-ekologickým průzkumem vodního toku.

Cílem tohoto příspěvku je podrobně představit postupy a výsledky posouzení OK v Janských Lázních. Posouzení vlivu OK na Hloučelu je obdobné.

2. Německá metodika BWK-M3

Metodický pokyn „Odvození imisně orientovaných nároků na zaústění dešťových odtoků z jednotné a dešťové kanalizace při zohlednění

místních poměrů“ (BWK-Merkblatt 3, 2001) je založen na **kombinovaném přístupu**, tzn. pro případné snížení emisních standardů z OK¹ přibírá relevantní imisní kritéria zohledňující vodní tok. Zaměřuje se zejména na orientační posouzení a **bezpečnou identifikaci kritických případů akutního hydraulického a látkového zatížení** vodního toku.

Jsou uvedena též kritéria, kdy nelze volit jednoduchý postup posouzení (např. nenávratně narušené toky či dominance dlouhodobých látkových účinků) a je nutno přistoupit k detailnímu posouzení zahrnujícímu průzkum vodního toku, měření a simulace zkalibrovanými modely i podrobnější imisní kritéria. V metodice jsou zmíněny jen principy detailního posouzení, blíže je pojednáno pouze biologické posouzení stávajících zaústění oddělovacích komor. Detailním posouzením se zabývá později vydaný metodický pokyn (BWK-M7, 2008), který navazuje na BWK-M3 (2001).

2.1 Ohraničení urbanizovaného území

Urbanizované povodí je posuzováno jako celek k jednomu bodu, pro nějž platí imisní kritéria, tzn. zaústění, jejichž dosahy se překrývají, jsou posuzována společně. Dosah působení lze orientačně zjistit z tabulky 1 (pro zvýšení bezpečnosti se doporučuje hodnoty násobit faktorem 0,4).

2.2 Posouzení hydraulického zatížení

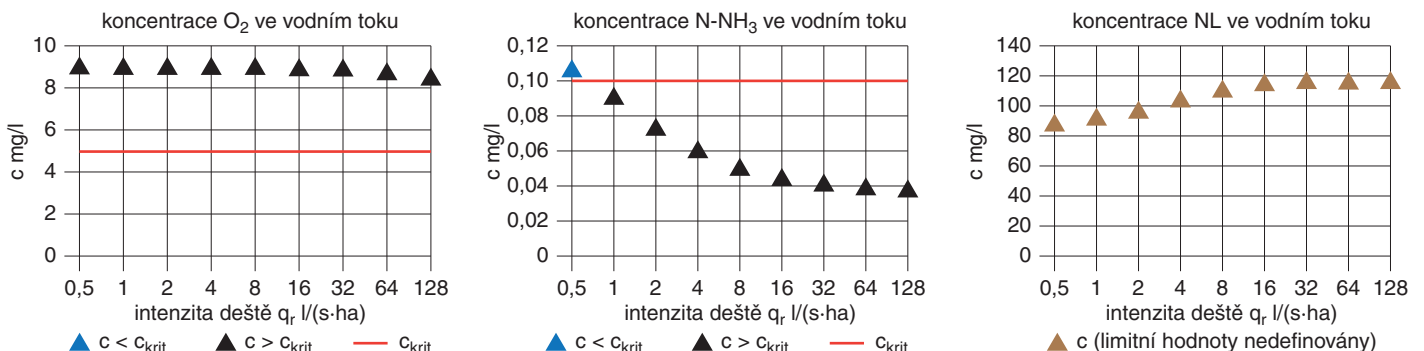
Imisním kritériem hydraulického zatížení je, že **potenciálně přirozená jednoletá povodeň ve vodním toku nesmí být v důsledku dešťového odtoku z urbanizovaného povodí zvýšena o více než 10 %** (v odůvodněných případech může být toto procento regionálně diferencováno). Tak je omezena četnost průtoků s plošným transportem podkladu na hodnoty, které se v přirozených povodích vyskytují jednou až dvakrát ročně (u písčitého toku i častěji). Cílová hodnota ekologicky únosného hydraulického zatížení je výsledkem analýzy průtoků toků různých kategorií, kdy bylo zjištěno, že 1,1 Q₁ ~ Q₂, 1,3 Q₁ ~ Q₅ a 1,5 Q₁ ~ Q₁₀.

Za **potenciálně přirozený povodňový průtok** (H_{Q_{n,pnat}}) (v české terminologii neovlivněný průtok) se označuje průtok, který vzniká v nezpěvněném povodí bez zásahů měnicích odtok (např. cílená retence). Pro jeho stanovení jsou stávající zpevněné plochy proporcionálně nahrazeny neurbanizovanými plochami (les, louka, pole). Pokud nejsou informace z měření vodních stavů či modelování srážkooodtokového procesu v přirozeném povodí, lze H_{Q_{1,pnat}} (l s⁻¹ km⁻²) odečíst z grafů, které jsou přílohou metodického pokynu. H_{Q_{1,pnat}} se vypočte z H_{Q_{1,pnat}} vynásobením plochou přirozeného povodí.

Pro posouzení hydraulického zatížení se vypočte **součet všech zaústění dešťového odtoku z uzavřené oblasti s četností 1x/rok** Q_{E1} (zjištěných simulací hydrologickým nebo hydraulickým modelem pro historickou řadu dešťů nebo blokový či modelový déšť s n = 1, zpravidla o době trvání 15 min) a porovná se s přípustnou hodnotou Q_{E1,zul}.

Tabulka 1: Maximální dosah působení přepadů z OK ve vodním toku vzhledem k akutnímu zatížení NH₃ a deficitu kyslíku při dlouhodobém průměru nejnižších denních průtoků v roce (MNQ)

	Průměrná rychlost proudění (m/s)		
	≤ 0,1	≤ 0,5	> 0,5
Průměrná	≤ 0,1	< 4 km	4 km
hloubka (m)	≤ 0,5	5 km	7 km
	> 0,5	10 km	12 km



Obr. 1: Průběhy ukazatelů látkového zatížení v Janském potoce pod OK24 při uvažování spolupůsobení vlivů s OK20

¹Stanovení emisních standardů je v pravomoci jednotlivých spolkových zemí. Jsou zaměřeny především na omezení dlouhodobých průměrných látkových množství ze stokové sítě (např. jako max. roční množství CHSK na ha_{red} vypouštěné z OK).

Přípustný zaústěný dešťový odtok $Q_{E1,zul}$ z uzavřeného urbanizovaného povodí s četností 1x/rok je:

$$Q_{E1,zul} = 1,0 \cdot Hq_{1,pnat} \frac{A_{red}}{100} + x \cdot Hq_{1,pnat} \cdot A_{Eo} \quad (R. 1)$$

kde:

$Q_{E1,zul}$ – přípustný zaústěný dešťový odtok z urbanizovaného povodí s četností 1x/rok (l/s),

$Hq_{1,pnat}$ – potenciálně přirozená specifická jednoletá povodeň (l s⁻¹ km⁻²),

A_{red} – redukováná plocha uzavřeného urbanizovaného povodí (ha),

A_{Eo} – plocha přirozeného povodí (km²),

x – faktor přípustného zvýšení průtoku antropogenními vlivy, zpravidla 0,1.

Pro vyšší bezpečnost posouzení se předpokládá, že dešťový odtok je zaústěn do jednoletého průtoku v toku. Plocha přirozeného povodí se snižuje o plochu urbanizovaného povodí, aby odtok z urbanizovaného povodí nebyl započítáván dvakrát. Průtok v toku pod urbanizovaným povodím Q_{pod} :

$$Q_{pod} = Hq_{1,pnat} \cdot A_{Eo} - Hq_{1,pnat} \frac{A_{red}}{100} + Q_{E1} \quad (R. 2)$$

tak nesmí překročit přípustný násobek zvýšení $HQ_{1,pnat}$, daný faktorem x :

$$Q_{pod} \leq (1 + x) \cdot HQ_{1,pnat} \quad (R. 3)$$

2.3 Posouzení látkového zatížení

Pro vyloučení akutního látkového zatížení nesmí docházet k žádným kritickým koncentracím kyslíku (pod 5 mg/l O₂) nebo amoniaku (nad 0,1 mg/l N-NH₃). Imisní kritéria pro nerozpuštěné látky (NL) nejsou stanovena, ale cílem je minimalizovat jejich vnos.

Pro posouzení látkového zatížení slouží listy zpracované v Excelu, které jsou v elektronické podobě přílohou pokynu. Nejprve se počítají emise vody a látek pro spektrum dešťových intenzit $q_r = 2^n$ (l s⁻¹ ha⁻¹), kde $n = 1$ až 7. Základem je směšovací rovnice, počítaná postupně od horního elementárního povodí. Odtok vody ve stokové síti je součtem průměrného denního splaškového průtoku, balastních vod, dešťového odtoku a škrceného odtoku z výše ležících OK. Zohledněno je znečištění splaškové a dešťové vody (BSK₅, N-NH₄ a NL) a vliv usazenin ve stokách (zvýšením koncentrací BSK₅ a NL splaškové vody).

Pak následuje výpočet imisí při zaústění do bezdeštného odtoku v recipientu. V Německu se používá hodnota dlouhodobého průměru ročních nejnižších denních průtoků (MNQ), který podle informací ČHMÚ odpovídá zhruba Q_{330} až Q_{355} . Deficit kyslíku v toku je počítán podle Streeter-Phelpse jako úbytek O₂ rozkladem BSK₅ a přírůstek provzdušňováním. Koncentrace N-NH₃ jsou stanoveny z N-NH₄, pH a teploty (20 °C). pH pod zaústěním je vypočteno z pH a KNK_{4,5} zaústěné vody a vody ve vodním toku.

2.4 Biologické posouzení

Účelem biologického posouzení je postižení dlouhodobého narušení toku vlivem OK,

a proto se vzorky mají odebírat nikoliv bezprostředně po přepadu, ale několik dní po něm. Rovněž se vzorky neodebírají těsně pod OK, ale ve vzdálenosti rovné třicetinásobku druhé odmocniny šířky toku (30b^{1/2}). Další vzorky se pro zachycení dosahu narušení odebírají ve vzdálenostech 50b^{1/2}, 100b^{1/2}, 200b^{1/2} a 500b^{1/2} a nad místem narušení jako reference (neovlivněný profil). Odběr se provádí metodou kopaného vzorku nebo pomocí rámového odběráku (surber sampler) v úsecích toku dlouhých 20–40 m.

Ve vzorcích se stanoví:

- změna počtu taxonů vzhledem k referenci,
- chybějící taxony/dominance,
- změna abundance (počtu jedinců),
- změna funkčního složení společenstva,
- ohrožené taxony,
- saprobní index.

Tabulka 2: Vztah pozorovaných efektů pod OK a příčin narušení společenstva makrozoobentosu (BWK-Materialien, 2003)

Efekt	Příčina		
	chemické zatížení	zatížení nerozp. látkami	hydraulické zatížení
Eroze	—	—	**
Kolmatace dna	—	—	—
Černé zbarvení spodků kamenů	*	**	—
Přírůstek celkového počtu jedinců	—	**	—
Úbytek celkového počtu jedinců	*	*	**
Úbytek počtu taxonů	*	*	**
Přírůstek nespecifických (tolerantních) taxonů	**	*	*
Přírůstek podílu sběračů a filtrátorů	—	**	—
Úbytek podílu drtičů – kouskovačů	—	—	**
Úbytek podílu spásáčů a seškrabávačů	—	*	*
Úbytek limno až rheophilních (LR) taxonů	—	—	**
Přírůstek rheophilních (RP) a rheobiontních (RB) taxonů	—	—	**
Přírůstek preference habitatu pelál a partikulárního organického materiálu (POM)	—	**	—
Přírůstek preference habitatů litál a akál	—	—	**
Přírůstek <i>Dugesia gonocephala</i>	—	**	*
Úbytek <i>Ancylus fluviatilis</i>	* ?	—	*
Přírůstek Oligochaeta	—	**	—
Úbytek Oligochaeta	*	—	**
Úbytek <i>Gammarus</i> sp.	*	*	*
Úbytek <i>Baetis rhodani</i>	— ?	*	*
Úbytek <i>Rhithrogena semicolorata</i>	*	**	—
Úbytek <i>Leuctra</i> sp.	?	*	*
Úbytek Nemouridae	?	*	*
Úbytek <i>Elmis</i> sp.	* ?	— ?	* ?
Úbytek <i>Rhyacophila fasciata</i>	**	—	—
Úbytek <i>Sericostoma personatum</i>	*	**	—
Úbytek <i>Silo pallipes</i>	**	—	—
Úbytek Simuliidae	—	**	—
Úbytek Chironomidae	*	—	**
Přírůstek Chironomidae	—	**	—

** = velmi významný vliv, * = významný vliv, — = žádný nebo bezvýznamný vliv, ? = vliv nejistý

Vysvětlivky:

sběrači – živí se zbytky rostlin a živočichů na dně, hojně se vyskytují v oblastech s jemným sedimentem; filtrátoři – vyskytují se v oblastech se značnými sedimenty a zachytávají potravu rozptýlenou ve vodě; spásáči a seškrabávači – seškrabávají částice rostlinného původu z povrchů a zachycují zbytky z proudu; drtiči-kouskovači – živí se většími částicemi organického materiálu a drtí organickou hmotu; limno- až rheophilní (LR) – objevují se ve stojatých vodách a v pomalu tekoucích tocích; rheophilní (RP) – nacházejí se v tocích v zónách se středními až vysokými rychlostmi proudění; rheobiontní (RB) – nacházejí se v tocích v oblastech s vysokými rychlostmi proudění; pelál – bláto o zrnitosti < 0,063 mm; POM – částice organického materiálu (např. kusy dřeva a odumřelé rostliny); litál – hrubý štěr, kameny a valouny o zrnitosti > 2 cm; akál – jemný až střední štěr o zrnitosti 0,2–2 cm

Zaústění vyhoví, když nejsou prokázány významné vlivy na biocénózu ve srovnání s referenčním profilem. Díky přirozené variabilitě prostředí a s ní spojené nerovnoměrné distribuci organismů, je za významné narušení považován rozdíl v abundanci větší než 30 % nebo rozdíl v počtu taxonů větší než 20 % nebo případ, kde se nepřekrývá 3 a více taxonů s minimálně střední abundancí nebo jeden vysoce abundantní taxon, či je-li rozdíl v saprobním indexu $\Delta Si \geq 0,3$ v nížině a $\Delta Si \geq 0,2$ ve středohoří.

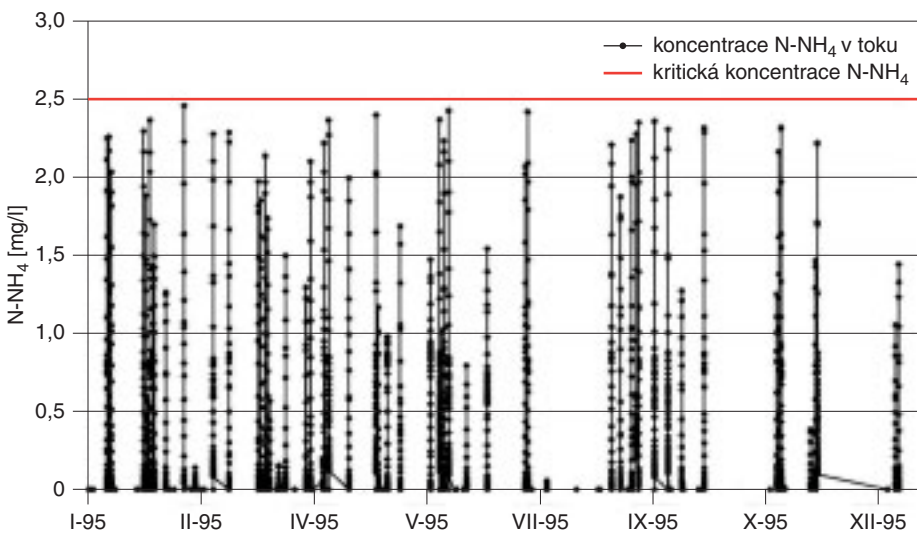
BWK-Materialien (2003) dávají další vodítko pro interpretaci výsledků biologického posouzení (pozorovaných efektů) ve vztahu k příčinám narušení společenstva makrozoobentosu (tabulka 2).

3. Rakouská směrnice ÖWAW-Regelblatt 19

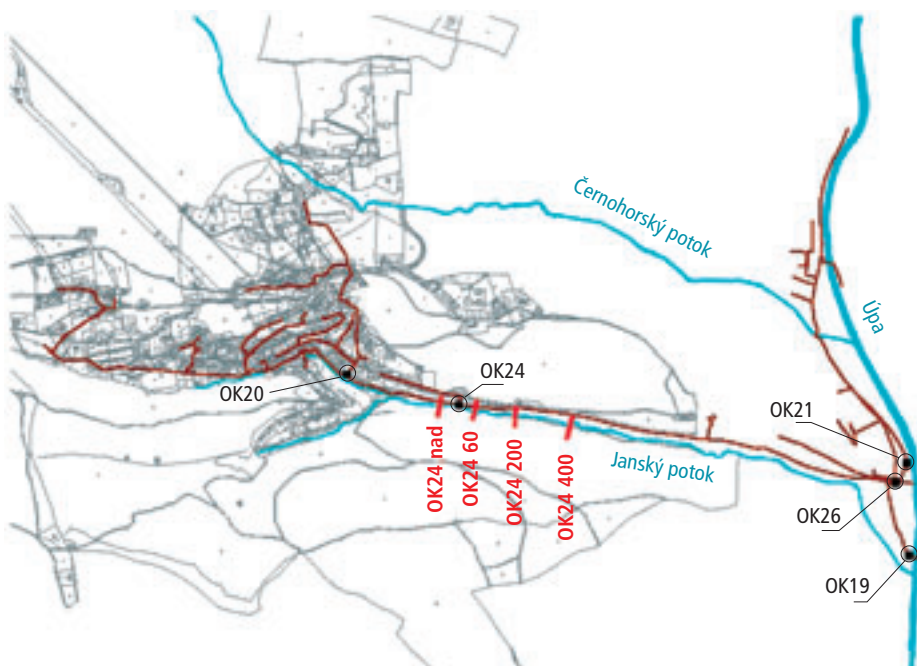
Směrnice ÖWAW-Regelblatt 19 „Návrh dešťových odlehčení v jednotné kanalizaci“ (2007) udává kritické hodnoty klíčových ukazatelů ve vodním toku, při jejichž překročení je nutné detailnější posouzení. Imisní kritéria jsou obdobná jako v německé metodice, jsou však diferencovanější v závislosti na zatížitelnosti a míře ochrany vodního toku.

3.1 Ohraničení urbanizovaného území

Směrnice neuvádí, zda posouzení oddělovacích komor se má provádět jednotlivě nebo zda se má uvažovat jejich spolupůsobení.



Obr. 2: Simulované koncentrace N-NH₄ v Janském potoce v srážkově průměrném roce 1995



Obr. 3: Schéma kanalizace, vodních toků a odběru vzorků makrozoobentosu v Janských Lázních

3.2 Posouzení hydraulického zatížení

Detailnější posouzení a zvážení případných retenčních opatření je nutné, pokud **maximální srážkový odtok s četností $n = 1$ z dešťových výustí a oddělovacích komor překročí 10–50 % jednoletého průtoku v toku nad zaústěním**. Nižší hodnota platí pro písčito-jílové dno, malou variabilitu šířky a nízký potenciál znovuosídlení narušených úseků akvatickými organismy, vyšší hodnota pro štěrkové dno, velkou variabilitu šířky a vysoký potenciál znovuosídlení.

3.3 Posouzení látkového zatížení

Pro vyloučení akutní toxicity amoniaku nesmí být ani krátkodobě (1 hod) překročena **koncentrace 2,5 mg/l N-NH₄⁺ u lososových vod a 5 mg/l N-NH₄⁺ u kaprových vod** (max. přípustná doba opakování překročení 1 rok). Tak nejsou při pH = 8 a T = 20 °C překročeny **koncentrace 0,1 mg/l N-NH₃, resp. 0,2 mg/l N-NH₃**. Vyšší hodnoty pH a teploty se v recipientu během odlehčení neočekávají. Koncentrace N-NH₄⁺ se počítají pro různé odlehčené průtoky a průtoky v recipientu pomocí směšovací rovnice.

Koncentrace kyslíku v říční vodě nesmí v důsledku odlehčení **klesnout pod 5 mg/l**. Možný deficit kyslíku se zjišťuje průzkumem v terénu. Orientační pomůckou pro zjištění případného deficitu kyslíku v malých vodních tocích je černé zbarvení spodních stran kamenů ve dně.

Protože stanovení imisních kritérií pro **nerozpuštěné látky** v důsledku odlehčení není dosud při současném stavu znalostí možné, udává směrnice orientační hodnotu koncentrace **NL 50 mg/l** v toku, jejíž překročení je pravděpodobné při EO/MNQ > 25 EO/(l/s), příp. při > 15 EO/(l/s), vyskytují-li se ve stokách usazeniny.

4. Janské Lázně

Pro studované povodí byly k dispozici informace z Generelu odvodnění (GO) včetně modelu stokové sítě v programu MOUSE. Posouzení vlivu oddělovacích komor proto úzce navazovalo na tento Generel odvodnění.

4.1 Charakteristika lokality

Janské Lázně mají dle GO 863 obyvatel připojených na jednotnou stokovou síť a redukovanou plochu povodí 7,7 ha. Do Janského potoka jsou zaústěny **2 oddělovací komory (OK20 a OK24)** (obr. 3).

Janský potok je podhorský tok s křemitým podložím a je zařazen mezi **lososové vody**. K profilu pod Rudolfovým potokem má Janský potok plochu povodí 3,66 km² a průtoky Q1 = 1,7 m³ s⁻¹, Q2 = 2,9 m³ s⁻¹ a Q₃₃₀–Q₃₅₅ ≈ 0,020 m³ s⁻¹.

4.2 Průzkum v terénu a monitoring

Pochůzkou po toku byly zjištěny základní parametry toku a posouzen jeho ekomorfologický stav (charakter dnového podkladu a míra přirozenosti toku). V centru Janských Lázní je Janský potok zatrubněn. Poté v okolí OK20 je jeho koryto zpevněno volným kamenným zdivem, variabilita šířky hladiny je nízká, na dně je místy písek, břehy jsou silně zarostlé vysokou travou a lopuchy. Pod Janskými Lázněmi nabývá potok přirozeného charakteru s vysokou variabilitou šířky hladiny, přirozeným meandrováním, různě velkými kameny, štěrkem a pískem na dně. Břehy jsou přirozené, břehové pásmo je tvořeno lesem, z jedné strany vede silnice, jejíž opěrná zeď nad OK24 sahá v krátkém úseku až k potoku. Pod OK24 má potok zcela přírodní charakter.

Monitoring dešťů a hladin poskytl aktuální údaje pro interpretaci biologického posouzení. Dešťoměr byl instalován na střeše budovy Městského úřadu, jeden hladinoměr ve vý-

ústním potrubí níže položené oddělovací komory OK24 a druhý hladinový měř pod mostkem přes Janský potok těsně pod výše ležící OK20 (km 2,46). Měření dešťů a hladin probíhalo v období 15. 5. až 23. 10. 2009 s výpadkem dešťoměru 26. 5. až 16. 6. 2009. Modelem stokové sítě byly z dešťových dat vypočteny maximální odlehčené průtoky z obou OK do recipientu (obr. 4).

Průtoky v Janském potoce nad Rudolfovým potokem se v bezdeštím období pohybovaly cca mezi 30 a 60 l/s, přítok Rudolfova potoka byl zanedbatelný.

Jakost vody v Janském potoce byla měřena v blízkosti OK24 dvakrát v monitorovacím období. Ve všech sledovaných ukazatelích (rozpuštěný kyslík, teplota a pH vody, BSK₅, CHSK, NL, N-NH₄, N-NO₂, N-NO₃, N_{celk}, P_{celk}, TOC, KNK_{4,5}) byla velmi dobrá (třída I).

4.3 Výpočetní posouzení vlivu OK

4.3.1 Ohraničení urbanizovaného povodí

Vzájemná vzdálenost výústních objektů obou OK je 0,5 km. Vlivy odlehčení z obou OK v Janském potoce se dle tabulky 1 tedy mohou překrývat. Vzhledem k tomu, že rakouská směrnice způsob posouzení nepředepisuje, bylo výpočetní posouzení vlivu oddělovacích komor provedeno ve 2 variantách:

1. Působení jednotlivých OK bez překrývání vlivů v toku.
2. Spolupůsobení vlivů obou OK v toku.

4.3.2 Hydraulické narušení

Základní charakteristiky oddělovacích komor byly získány simulací 10leté dešťové řady ze stanice Labská přehrada – Tišnov (tabulka 3). Maximální odlehčené průtoky jednotlivých srážkových událostí byly seřazeny sestupně do čáry překročení, z níž byl odečten požadovaný průtok s četností 1x/rok Q_{E,1}. Ačkoliv komora OK20 přepadá podstatně méně často než komora OK24, průtok Q_{E,1} je vyšší než u komory OK24, která odlehčuje téměř při každé srážkové události celkově zhruba dvojnásobný objem vody. Maximální odlehčovaný průtok bylo pro danou dešťovou řadu 0,638 m³/s u OK20 a jen 0,117 m³/s u OK24.

Pro jednoletou povodeň v toku byla použita hodnota udaná ČHMÚ. K zájmovým profilům byly průtoky korigovány podle poměrů ploch povodí. Rakouský přípustný násobek překročení jednoleté povodně byl na základě morfologického stavu Janského potoka stanoven jako 1,2Q₁ pod OK20 a 1,5Q₁ pod OK24. Posouzeno bylo rovněž překročení poměru Q₂/Q₁, který je 1,7.

Rozdíly ve vyhodnocení podle německé a rakouské metodiky, kdy v prvním případě se plocha přirozeného povodí snižuje o plochu urbanizovaného povodí, z níž voda odtéká oddělovacími komorami, ve druhém případě nikoliv, jsou nepatrné (tabulka 4). **Janský potok je zřejmě hydraulicky mírně narušen přepady z OK20, pod OK24 narušení pravděpodobně není nebo jen malé.** Identifikováno bylo pouze německou metodikou při spolupůsobení obou komor. Pokud by se jako kritérium narušení uvažovalo překročení poměru Q₂/Q₁ dle ČHMÚ, pak by Janský potok hydraulicky narušen nebyl vůbec.

4.3.3 Látkové narušení

Průtoky a koncentrace splaškové vody byly známy z měření prováděných v rámci GO, pro dešťovou a odlehčenou vodu jsme použili hodnoty předdefinované v německé metodice (tabulka 5). Data pro Janský potok pocházejí z vlastního monitoringu (tabulka 6).

Ukázka výstupu posouzení látkového narušení z Excelového listu BWK-M3 je na obr. 1. V tabulce 7 jsou uvedeny vždy nejnejpříznivější hodnoty ukazatelů ze všech intenzit deště, tj. minimální koncentrace O₂ a maximální koncentrace N-NH₄, N-NH₃ a NL.

Imisní kritérium koncentrace kyslíku v toku je pro obě varianty výpočtu vysoce splněno a příznaky deficitu kyslíku nebyly zjištěny ani při pochůzce po toku.

Vysoce je však **překročeno rakouské imisní kritérium N-NH₄** pod oběma OK.

Tabulka 3: Základní hydraulické charakteristiky oddělovacích komor v Janských Lázních ze simulace 10leté dešťové řady

Ukazatel	Jednotky	OK20	OK24
Poměr ředění (ke Q _{hmax})	–	42	19
Průměrný objem přepadů za rok	m ³ /rok	1 107,5	2 455,6
Průměrný počet přepadů za rok	n/rok	11	37
Průměrná doba trvání přepadů	h/rok	4,7	23,8
Q _{E,1}	m ³ /s	0,337	0,105

Tabulka 4: Vyhodnocení hydraulického narušení Janského potoka (poměry průtoků v toku pod OK ku Q₁ v toku nad OK)

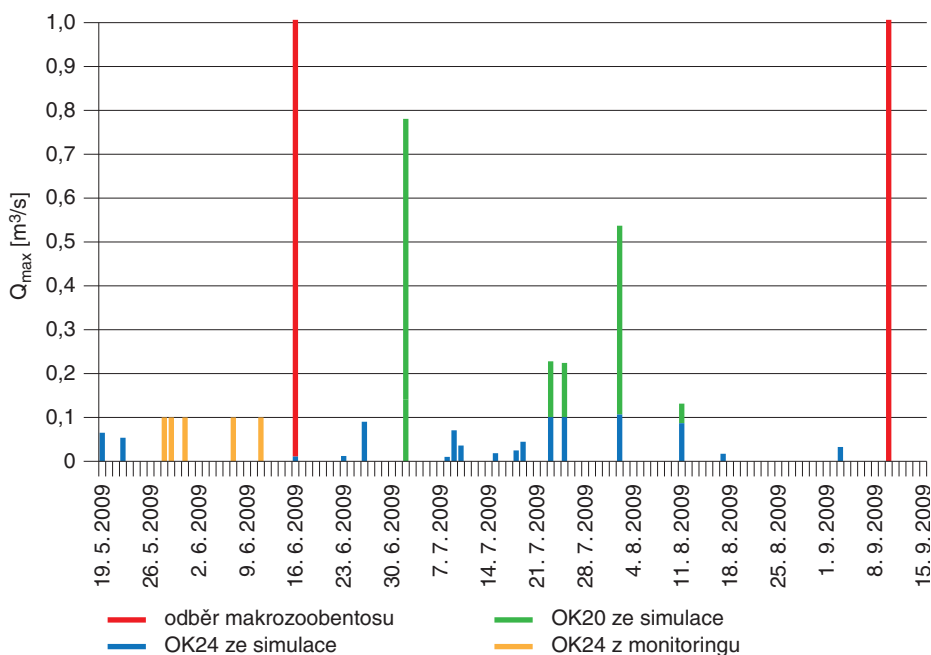
OK	Spolupůsobení přepadů	Metodika		Kritérium		Q ₂ /Q ₁
		D	A	D	A	
OK20	Jednotlivě	1,27	1,30	1,1	1,2	1,7
OK24	Jednotlivě	1,06	1,06	1,1	1,5	1,7
	Obě OK	1,24	1,24			

Tabulka 5: Koncentrace v odpadní, dešťové a odlehčené vodě v Janských Lázních

Odpadní voda			Dešťová voda			Odehčená voda	
BSK ₅	N-NH ₄	NL	BSK ₅	N-NH ₄	NL	pH	KNK _{4,5}
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	–	mmol/l
175	23	171	20	5	160	7,4	3

Tabulka 6: Jakost vody v Janském potoce

BSK ₅	N-NH ₄	NL	deficit O ₂	pH	KNK _{4,5}
mg/l	mg/l	mg/l	%	–	mmol/l
1,1	0,1	5	3	8,2	2,4



Obr. 4: Maximální odlehčené průtoky z oddělovacích komor v Janských Lázních v době monitoringu (průtoky byly simulovány na základě měřených dešťových dat, v době výpadku dešťoměru jsou bez měřítka vyznačena data odlehčení z OK24 z monitoringu hladin)

Rovněž **německé kritérium N-NH₃** je pod OK24 mírně překročeno, a to v případě jejího samostatného působení v toku i spolupůsobení s OK20. Rozdíl v míře překročení obou kritérií je způsoben tím, že vypočtené pH v toku po smíšení s odlehčenou vodou je poměrně nízké (7,4 pod OK20 a 7,7 pod OK24), což vede k nízké hodnotě N-NH₃. Pro ověření závažnosti překročení imisního kritéria N-NH₄ byla provedena ještě simulace průběhu koncentrací N-NH₄ v Janském potoce modelem MOUSE pro srážkově průměrný rok 1995. Simulace nezohledňuje koncentraci N-NH₄ v deštovém odtoku, protože do modelu není možno ji přímo zadat. Simulované koncentrace v potoce se několikrát blíží hodnotě imisního kritéria, takže při zohlednění koncentrací v deštovém odtoku by bylo několikrát za rok mírně překročeno (obr. 2).

Poměrně vysoké jsou i koncentrace NL v toku pod oběma OK. Obdobně poměr EO/MNQ vyhodnocený podle rakouské směrnice překračuje u obou OK kritickou hodnotu 25 EO/(l/s) (u OK20: 817/20 = 41, u OK24: 863/20 = 43), což indikuje možné **problémy s NL** ve vodním toku.

4.4 Biologické posouzení vodního toku

4.4.1 Vzorkování makrozoobentosu

Vzorky makrozoobentosu byly odebrány 16. 6. 2009² a 10. 9. 2009. Před prvním odběrem došlo od 19. 5. 2009 k 9 přepadům z OK24. Před druhým odběrem pak k dalším 5 přepadům z OK20 a 20 z OK24. V období od 23. 7. 2009 do 11. 8. 2009 odlehčovaly obě komory současně. 2. 7. 2009 a 2. 8. 2009 byly přepadající průtoky u obou komor vyšší než průtoky s četností 1x/rok $Q_{E,1}$ a součty jejich maxim činily 0,54 Q₁, resp. 0,39 Q₁ (obr. 4).

Odběr vzorků makrozoobentosu se soustředil pouze na OK24, protože Janský potok je v Janských Lázních nejprve zatrubněn a potom zpevněn. Vzorky byly odebírány v referenčním profilu nad OK24 a dále pod OK24 ve vzdálenostech 60 m, 200 m a 400 m (obr. 3). Odběry proběhly metodou kopaného vzorku po dobu 3 minut časově proporciálně v charakteristických habitatech příslušných úseků dlouhých cca 20 m.

V laboratoři byly vzorky určeny do co nejnižších taxonomických úrovní (zpravidla rod, druh s výjimkou čeledi Chironomidae a podtřídy Oligochaeta). Byly zjištěny základní charakteristiky společenstva makrozoobentosu (celkový počet taxonů, počet citlivých taxonů a počet jedinců). Pro zařazení do ekologického stavu a detailní vyhodnocení procentuálních preferencí nalezeného společenstva vůči různým rychlostem proudění, jednotlivým mikrohabitatům a zastoupení potravních skupin byl použit program Asterics (AQEM consortium, 2002).

4.4.2 Struktura společenstva makrozoobentosu a vliv OK

Na biologický stav Janského potoka protichůdně působí narušení vlivem odlehčení a zlepšování morfologického stavu Janského potoka směrem po toku.

V červnu 2009 poklesl počet nalezených taxonů makrozoobentosu pod OK24 z 24 na 17 a níže po toku se postupně zvyšoval na 20 a 36. Z hlediska úbytku počtu taxonů lze narušení v profilu OK24_60 klasifikovat jako významné. Hodnoty saprobního indexu byly ve všech profi-

lech na úrovni velmi dobrého ekologického stavu. Na základě preferencí rychlostí, habitatů, potravních skupin a úbytku či přírůstku specifických organismů je **příčinou narušení kombinace zatížení nerozpuštěnými látkami a chemického stresu** (tabulka 8). Zvýšení podílu taxonů preferujících rychlejší proudění (RP + RB) lze vysvětlit přirozenou změnou charakteru toku pod OK24_60 a OK24_200 a vyšším podílem hrubozrnných frakcí v dnovém podkladu.

V září 2009 byly – co se týče počtu taxonů – všechny profily vyrovnanější. Pod OK24 počet taxonů poklesl z 27 na 24, což není klasifikováno jako narušení, a v profilu OK24_400 se opět vrátil k 27. Saprobní index byl ve všech profilech ještě nižší než v červnu. Příčiny narušení pod OK24 lze opět připsat zatížení nerozpuštěnými látkami, případně chemickému stresu (tabulka 8).

4.5 Srovnání výsledků výpočetního a biologického posouzení

Z **hydraulického posouzení** vyplývá, že Janský potok pod OK24 hydraulicky narušen není nebo jen mírně. Kloníme se zde spíše k vyššímu přípustnému násobku překročení Q₁ než 1,1Q₁, protože potenciál znovuosídlení narušených úseků je vysoký.

Posouzení **látkového narušení** spolu s informacemi o emisích (zejména počtu přepadů) ukazuje na značné zatížení toku nerozpuštěnými látkami pod oběma komorami i další chemický stres pod OK24 (N-NH₃, ale pravděpodobně i další látky).

Biologicko-ekologické posouzení potvrzuje, že příčinami změn struktury společenstva makrozoobentosu pod OK24 je zejména zatížení nerozpuštěnými látkami a chemické zatížení. Vliv OK24 se však díky přírodní **morfologii** toku dá označit za lokální, protože zlepšení biologického stavu bylo pozorovatelné již 200 m pod OK. 400 m pod ní je tok již nenarušený a vykazuje dokonce vyšší kvalitu než nad OK24.

5. Závěry a doporučení

Provedení orientačního výpočetního posouzení možného narušení vodních toků vlivem oddělovacích komor dle německé či rakouské metodiky nepředstavuje příliš vysokou zátěž pro zpracovatele. Generelů odvodnění, protože řada informací je k dispozici již v rámci běžně prováděných simulací stokové sítě, jen je zapotřebí je příslušným způsobem vyhodnotit. To se týká zejména posouzení hydraulického narušení. Posouzení látkového narušení je obtížnější, protože je nutno doplnit data o jakost odpadních, deštových, příp. odlehčovaných vod a vody v recipientu, z nichž některá nejsou běžně měřena (např. KNK_{4,5}) či zcela chybí (koncentrace N-NH₄ v deštovém odtoku). Nicméně zde se dají pro první odhad použít např. standardní hodnoty z metodického pokynu BWK-M3.

V Janských Lázních nebyly výpočetním posouzením identifikovány jiné problémy než nadměrné zatížení nerozpuštěnými látkami, pro něž však chybí imisní limity, a mírné překročení kritických hodnot N-NH₃ v Janském potoce. Obdobně tomu bylo i v Prostějově. Bylo by proto vhodné do ověřování metodik zahrnout i další povodí s širším spektrem problémů, zejména hydraulickým zatížením vlivem OK. Pak by bylo možné diskutovat i nastavení imisních kritérií.

Při posuzování urbanizovaného povodí jako celku je bezpečně identifikováno hydraulické narušení vodního toku, protože odlehčené průtoky se sčítají (hydraulický stres je zejména u větších urbanizovaných povodí s více zaústěními za sebou značně nadhodnocen, protože je zanedbána retence a translace v toku). Posouzení Prostějova i dříve Benešova (Kabelkova et al., 2010) však ukázalo, že nejvyšší koncentrace N-NH₃ se nevyskytují vždy při překrývání vlivů více OK, ale mohou se vyskytnout pod mezilehlými OK posuzovanými samostatně. Proto je nutno v každém případě doporučit, aby vždy byly provedeny obě varianty posouzení: 1. působení jen jednotlivých OK a 2. s přesahem vlivů OK.

Biologicko-ekologický průzkum vodních toků v testovaných povodích potvrdil výsledky výpočetního posouzení. Poskytuje navíc i informace o dosahu narušení. Pro jeho interpretaci

Tabulka 7: Vyhodnocení látkového narušení Janského potoka

Ukazatel	Jednotka	Spolupůsobení přepadů	OK20	OK24	Kritérium	
					D	A
O ₂	mg/l	jednotlivě obě OK	8,57	8,48 8,48	5	5
N-NH ₄		jednotlivě obě OK	3,8	5,3 5,3		2,5
N-NH ₃	mg/l	jednotlivě obě OK	0,038	0,107 0,107	0,1	
NL	mg/l	jednotlivě obě OK	120	117 121	není definováno	
NL: EO/MNQ	–/(l/s)	jednotlivě obě OK	41	43		25

²Odběr těsně po nevýznamném přepadu.

Tabulka 8: Vyhodnocení narušení společenstva makrozoobentosu v Janském potoce v červnu a září 2009 (vysvětlivky viz tabulka 2)

		červen 2009					říjen 2009			
Ukazatel		Jednotka	OK24_nad	OK24_60	OK24_200	OK24_400	OK24_nad	OK24_60	OK24_200	OK24_400
Základní charakteristiky	Počet jedinců		648	640	880	1 900	2 008	648	2 228	2 548
	Počet taxonů		24	17	20	36	27	24	24	27
	Rozdíl v počtu taxonů	%	reference	-29	-17	+50	reference	-11	-11	0
	Saprobní index		1,60	1,50	1,53	1,37	1,22	1,26	1,04	1,21
Proudění	LR	%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RP + RB	%	41,4	48,8	74,1	43,2	40,2	28,1	37,3	31,0
	bez preferencí	%	32,7	16,9	9,1	35,8	20,7	28,4	30,5	38,1
Mikrohabitaty	Pelál + POM	%	22,5	18,7	12,4	23,5	14,8	18,5	19,7	23,8
	Litál + akál	%	38,8	48,7	64,9	40,4	52,6	45,7	48,5	40,1
	Ostatní	%	7,0	3,4	2,3	7,8	4,3	5,7	6,1	7,8
Potravní skupiny	Sběrači a filtrátoři	%	38,1	45,1	39,6	36,6	44,3	47,5	51,7	47,7
	Drtiči	%	4,5	6,4	16,4	6,5	3,8	2,0	2,5	3,6
	Spásači	%	30,8	27,3	34,4	31,7	26,4	31,8	26,8	25,9
Specifické taxony	<i>Dugesia</i> sp.		0	0	0	20	4	0	0	
	<i>Ancylus fluviatilis</i>		4	0	0	35	4	0	0	2
	Oligochaeta		24	52	44	35	108	16	36	36
	<i>Baetis</i> sp.		48	24	52	120	448	230	576	540
	<i>Leuctra</i> spp.		88	0	0	270	164	26	152	232
	<i>Elmis</i> sp. (I)		0	0	0	10	12	4	4	
	<i>Elmis</i> sp. (L)		8	0	8	10	4	0	8	
	<i>Silo pallipes</i>		8	0	0	90	0	4	4	20
	Simuliidae		24	0	0	35	64	44	288	208
	Chironomidae		200	54	72	590	376	174	664	940
Stresory	Nerozpuštěné látky	NL		++	+			+	+	+
	Chemické + hydraul. zatížení	CH + H		+	+			++	+	+
	Nerozpuštěné látky + hydraul. zatížení	NL + H		++	+			++	+	
	Chemické zatížení	CH		+	+			-	-	-
	Hydraulické zatížení	H		+ ?	+ ?			+ ?	+ ?	± ?

jsou nezbytné detailní informace o morfologických charakteristikách vodních toků, zejména o potenciálu znovuosídlení, typu dnového podkladu a rychlosti proudění.

Doporučení je možno shrnout do těchto bodů:

- Obě testované zahraniční metodiky jsou aplikovatelné v podmínkách České republiky. Vhodnější jsou imisní kritéria z rakouské směrnice ÖWAW-Regelblatt 19 (2007), protože odstupňují zatížitelnost vodního toku podle jeho morfologického stavu a požadované míry ochrany (lo-sosové vs. kaprové vody). Kritérium toxicity amoniaku by mělo být vyjádřeno spíše jako koncentrace N-NH₃ než jako koncentrace N-NH₄, protože více zohledňuje místní podmínky (pH v toku po zaústění odlehčené vody).
- Doporučujeme provést citlivostní analýzu výpočtů na nejistá vstupní data a posuzovat vliv jednotlivých OK ve vodním toku i jejich spolupůsobení.
- Testované orientační posouzení je vhodné jen pro první odhad nutnosti opatření. Návrh opatření by se měl v případě identifikace narušení vodních toků vlivem OK provádět pomocí detailního posouzení, a to zejména u komplexnějších povodí s více zaústěními OK za sebou. Vhodné by bylo např. modelovat změnu hydrologického režimu toku vlivem zaústění srážkových odtoků z urbanizovaného území či zjistit koncentrace látek v toku po smíšení s odlehčenou vodou a doby jejich působení. Metodika detailního posuzování včetně imisních kritérií je např. v metodickém pokynu (BWK-M7, 2008). Pro návrh opatření doporučujeme vždy provést i biologicko-ekologické posouzení toku, které může zvýšit jejich správné cílení a hospodárnost.

Návrh dalšího postupu:

- Pro diferenciaci zatížitelnosti vodních toků je nutno klasifikovat jejich morfologický stav. Je zapotřebí vypracovat jednotnou metodiku posuzování morfologického stavu toků, která by měla být dostatečně vypovídající a zároveň jednoduchá a měla by sloužit i jako podklad pro posuzování biologického stavu toků pomocí makrozoobentosu. Touto metodikou by se mělo provést posouzení všech toků s výstupem např. ve formě mapového podkladu s jednotlivými morfologickými třídami toků. Stávající akceptovaná metodika MŽP (Langhammer, 2008) je dle podniků Povodí příliš složitá a nelze očekávat její aplikaci ve větším rozsahu. Možnými jednoduchými a ověřenými metodikami jsou např. švýcarská BUWAL (1998) (doplněná o charakteristiku dnového podkladu a rychlosti proudění) nebo německá LAWA (2000).
- Doporučujeme vypracovat jednotný postup biologicko-ekologického hodnocení vlivů OK a vytvořit databázi, která by byla naplňována informacemi z více projektů a umožnila by postupné zpřesňování imisních kritérií.

Poděkování

V článku byly použity podklady získané v rámci projektu GAČR č. 103/08/P264. Poděkování patří Hydroprojektu CZ, a. s., za poskytnutá data a Ministerstvu životního prostředí za finanční podporu.

6. Literatura

- AQEM Consortium (2002): AQEM – Manual for the Application of the AQEM System.
 BUWAL (1998). Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer: Ökomorphologie Stufe F, Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 27.

BWK-Materialien (2004): Begleitband zu dem BWK-Merkblatt 3.

BWK-Merkblatt 3 (2001): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse. 2. Auflage.

BWK-Merkblatt 7 (2008): Leitfaden zur detaillierten Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäss BWK-Merkblatt 3.

Havlík V, Kabelková I, Haloun R. Výsledky řešení problematiky odlehčovacích komor jednotné kanalizační sítě s recipienty. SOVAK 2008;17(6):18–22.

Kabelková I, Štátná G. Výběr povodí pro ověřování zahraničních metodik posuzování vlivu dešťových oddělovačů na recipienty. SOVAK 2009;18(7–8):42–47.

Kabelková I, Štátná G, Stránský D. Comparison of different impact based guidelines for CSOs in the Benesov case study. Conference Proceedings Novatech 2010, June 27th–July 1st (2010).

Langhammer J. Hydroekologický monitoring – Metodika pro monitoring hydromorfologických ukazatelů ekologické kvality vodních toků (2008).

LAWA (2000): Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland – Verfahren für kleine und mittlere Fließgewässer. Kulturbuchverlag. Berlin.

ÖWAW-Regelblatt 19 (2007): Richtlinien für die Bemessung von Regenentlastungen in Mischwasserkanälen.

Dr. Ing. Ivana Kabelková, Mgr. Gabriela Štátná, Ph. D.

Fakulta stavební ČVUT

Katedra zdravotního a ekologického inženýrství

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

e-mail: kabelkova@fsv.cvut.cz, stasnag@fsv.cvut.cz



**VODOVODY A KANALIZACE
JABLONNÉ NAD ORLICÍ**
akciová společnost

**Tel.: 465 642 019
Fax: 465 642 422**

**obchod@vak.cz
www.vak.cz**

Slezská 350, 561 64 Jablonné nad Orlicí

Nabízíme kompletní dodávky zboží našich obchodních partnerů:

- **Kroll / Hellmers** – vozidla pro čištění kanalizací a příslušenství
- **IBAK** – TV kamery pro monitoring kanalizací
- **IMS** – robotové a sanační systémy
- **Ing. Büro H. Wilhelm** – dávkovací a chlňovací technika

Přesvědčte se o kvalitě těchto výrobků a serióznosti našeho servisu.



VAE CONTROLS
Nám. J. Gagarina 233/1, 710 00 OSTRAVA IO
tel.: 556 204 111, fax: 596 242 153
email: info@vaecontrols.cz

VAE CONTROLS dodává a instaluje

- řídicí systémy vodárenských dispečinků
- lokální řízení úpraven a čistíren
- dodávky měření a regulace, silnoproudu
- rádiové přenosy ...

www.vaecontrols.cz

LIFETECH s.r.o. – ozonové technologie

Doc. Jiří Dřímál, Šumavská 15, 602 00 Brno
tel./fax: 541 592 568, 541 592 569, 602 791 690
www.lifetech.cz, e-mail: sales@lifetech.cz

Lifetech vyrábí ozonizátory s produkcí od mg O₃/h až po několik kg O₃/h, navrhuje a realizuje ozonové technologie na klíč (úpravný pitný a odpadních vod, plavecké bazény, chladicí věže atd.).

**SVAHY LZE SEKAT
TAK
NEBO TAK**

...sekačka vašich snů

**VYVINUTO PRO
SEČENÍ VODOJEMŮ,
PŘEHRAD A BŘEHŮ**

**VYSOCE BEZPEČNÁ
A PRODUKTIVNÍ
ÚDRŽBA SVAHŮ**

**DVOŘÁK - svahové
sekačky s.r.o.**

**Kyjov - Dvorce 62
58001 Havlíčkův Brod**

**tel.: 569 425 767
fax: 569 429 239**

**info@spider-cz.com
www.spider-cz.com**

Poznatky z provozu a kalového hospodářství ÚV SOUŠ

Ladislav Švec, Ladislav Rainiš, Soňa Beyblová, Josef Drbohlav

1. Úvod

Úpravná vody Souš je významným zdrojem pitné vody pro zásobení skupinového vodovodu Liberec – Jablonec nad Nisou. Je umístěna v Jizerských horách severně od Tanvaldu v nadmořské výšce 750 m n. m. Surová voda je odebírána z vodárenské nádrže Souš. Od roku 1974, kdy byla úpravná vody Souš uvedena do provozu, docházelo postupně ke zhoršování jakosti surové vody v nádrži Souš. Zhoršováním jakosti surové vody se postupně zvyšovaly nároky na technologii úpravy vody a likvidaci odpadních vod z technologické linky úpravní vody. Kalové laguny s dvouletým provozním cyklem, které byly na úpravně mnoho let provozovány, tak postupně přestaly kapacitně vyhovovat a nebylo možné ani zajistit plnění imisních limitů pro vypouštění odpadních vod do Černé Desné. Požadavky na ochranu životního prostředí jsou navíc umocněny skutečností, že se úpravná vody nachází na hranici CHKO Jizerské hory.



Obr. 1: Jižní pohled na ÚV Souš

Na tyto skutečnosti reagoval vlastník úpravní vody Severočeská vodárenská společnost, a. s., rozhodnutím o zahájení přípravy rekonstrukce úpravní vody.

V letech 2007–2009 proběhla na úpravně vody rozsáhlá rekonstrukce. Projekt rekonstrukce včetně postupu prací vypracoval Hydroprojekt CZ, a. s. Rekonstrukce probíhala ve velmi obtížných podmínkách při částečně omezeném provozu. Při montáži nových technologických celků muselo být staré zařízení funkční až do okamžiku přepojení v provozu a nové zařízení bylo okamžitě uváděno do provozu. Maximální možná odstávka úpravní vody byla 8 hodin, z toho na práci zbývalo 6 hodin. Díky vzorné spolupráci s dodavatelem SMP CZ, a. s., a připravenosti stavebních a technologických prací nebyla po celou dobu rekonstrukce omezena dodávka vody odběratelům. Zkušební provoz byl zahájen 1. 8. 2009 a skončil 31. 7. 2010. Nyní po uplynutí zkušebního provozu probíhá postupně vyhodnocení rekonstruovaných technologických celků.

Stavbu realizovala firma SMP CZ, a. s., za spoluúčasti několika významných subdodavatelů – Kunst, spol. s r. o., Hranice, Envi-Pur s. r. o., Va Tech Wabag Brno, spol. s r. o., a F. T. W. O. Zlín, a. s.

Rekonstrukce se dotkla až na přípravu suspenze všech částí technologické linky a souvisejících provozů úpravní vody.

2. Přívod surové vody, trubní rozvody

Před vstupem do úpravní vody je umístěna rozdělovací šachta, ze které vstupuje přívodní potrubí do suterénu budovy úpravní vody. Na přívodním potrubí je osazen regulační uzávěr DN 350 a uzavírací klapka s elektrophonem. Nastavení regulační klapky je upravováno automaticky podle stanoveného výkonu úpravní vody s doregulací podle průtoku, který je měřen na přítoku surové vody. Je zde osazeno měření pH. Za regulačním uzávěrem je do potrubí zaústěno potrubí přivádějící „recirkulát“

(filtrát) z kalového hospodářství, z flotace. Potrubí „recirkulátu“ je vybaveno měřením průtoku a měřením pH.

V návaznosti na úpravu přívodního potrubí bylo možné provést úpravu dávkování chemikálií a zajistit dostatečnou homogenizaci. Jednotlivá zařízení jsou řazena takto:

- před dávkováním chemikálií je umístěno měření ÚV absorbance,
- dávkování oxidu uhličitého pro předztvzení,
- dávkování síranu hlinitého,
- chlórů pro předchloraci,
- vápna ve formě vápenného mléka,
- za každým místem dávkování je umístěn homogenizační element,
- dávkování chemikálií je společné jak pro technologickou linku, tak pro obtok reakčních nádrží,
- je zachována možnost pro dávkování síranu hlinitého do několika míst, tj. surová voda, 1. rychlomísič a před 2. rychlomísič.

Veškeré rozvody vody jsou provedeny z nerezového potrubí, dávkování chemikálií v plastu. Zařízení je funkční, regulace průtoku dostatečně citlivá, nastavena změna průtoku o 1 l/s za cca 1 min.

3. Písková filtrace

Důvodem rekonstrukce byl havarijní stav systému meziden a zvýšení kalové kapacity filtrů použitím dvouvrstvé filtrační náplně. Byla vybudována mezidna, provedena sanace betonových konstrukcí, osazen nový drenážní systém včetně trubních rozvodů a položeny byly nové obklady a dlažby (viz obr. 2).

Pískové filtry jsou tvořeny dvěma vanami se středovým žlabem pro přivedení vody na filtry. Středový žlab spolu s krajními žlaby současně slouží pro odvedení prací vody. Na dně pískových filtrů je uložen drenážní systém od firmy F. B. Leopold Company Inc. Drenážní systém zajišťuje odvedení vody z filtrů a rovnoměrné rozdělení prací vody a pracího vzduchu po ploše filtrů. Plocha jednoho filtru je $2 \times 7,9 \times 3,0 = 47,4 \text{ m}^2$; celková plocha filtrů je $284,4 \text{ m}^2$. Každý filtr je navržen pro maximální průtok 57 l/s. Filtrační rychlost se v závislosti na průtoku (případně praní filtrů) pohybuje od 2,1 m/hod. do 4,0 m/hod.

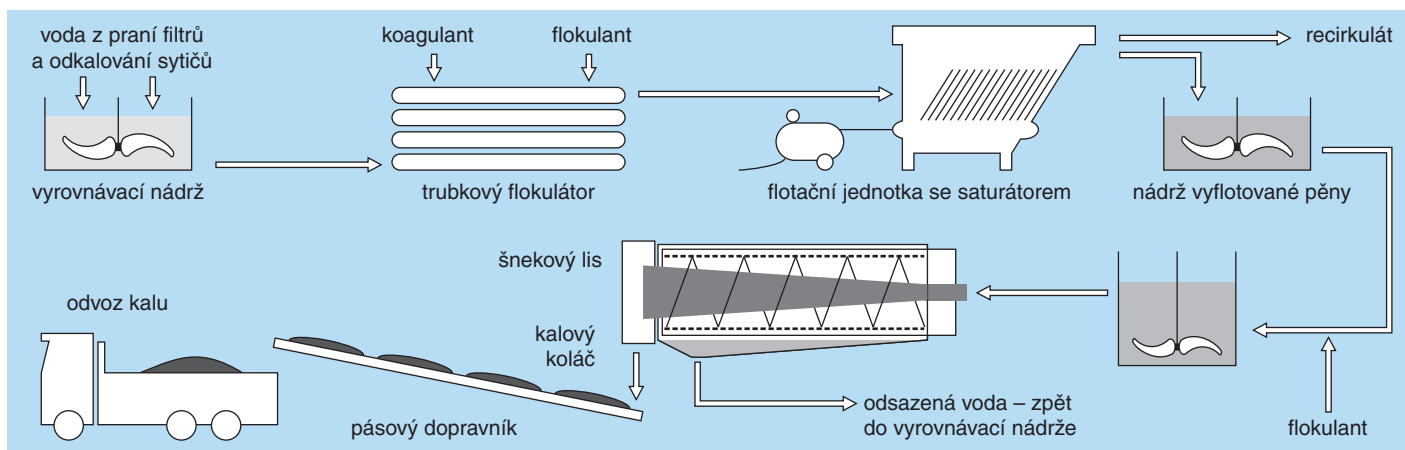
Na úpravně vody Souš je použita dvouvrstvá filtrační náplň (FP2 + antracit) s výškou filtrační náplně 1,8 m s rozdělením 1,1 m filtračního písku + 0,7 m antracitu. Pro dvouvrstvou filtraci je uvažována expanze filtrační náplně do 30 %, která zajistí rozvrstvení jednotlivých filtračních vrstev po ukončení praní.

Pro praní dvouvrstvých pískových filtrů byl zvolen standardní postup praní vzduchem a vodou s intenzitami praní vodou ve 3. fázi praní (pouze voda) v rozsahu $14\text{--}18 \text{ l/s} \times \text{m}^2$ (50–65 m/h). Délka filtračního cyklu je předběžně stanovena na 38 hodin. Při provozu pouze 5 filtračních jednotek se zkrátí na 26 hodin.

Ve strojovně jsou osazena dvě dmychadla pracího vzduchu (1 + 1) s regulací otáček. Dmychadla jsou vybavena protihlukovými kryty se sá-

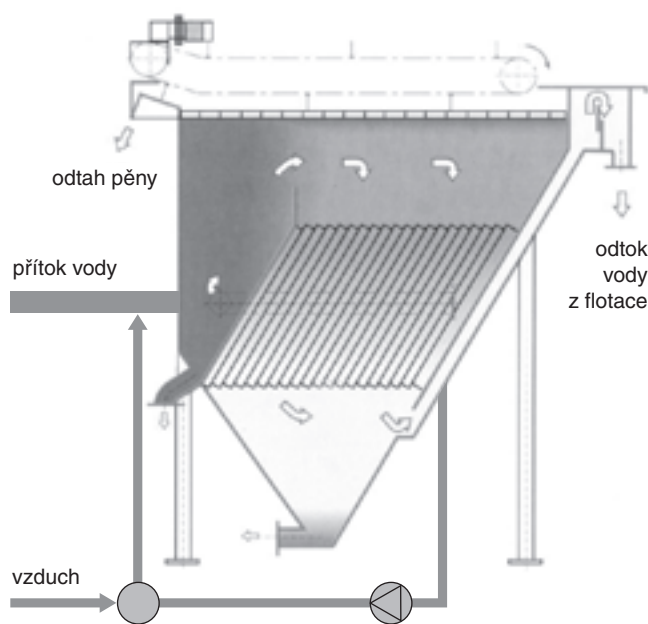


Obr. 2: Rekonstruovaná hala filtrů

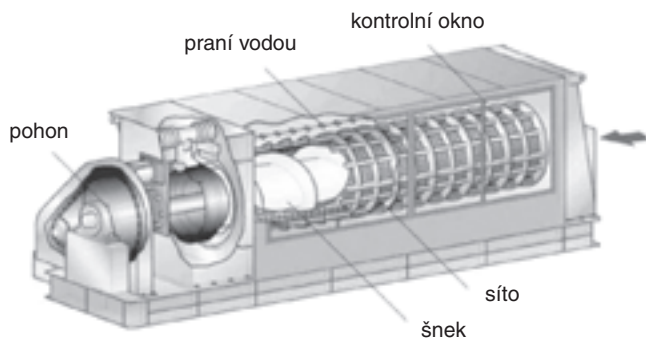


Obr. 3: Schéma technologické linky kalového hospodářství

ním vzduchu z prostoru strojovny a sousedící filtrace. Čerpadla prací vody s regulací otáček jsou umístěna v suterénu a sání je zajištěno z odtokové jímky akumulace upravené vody. Přívod prací vody je veden armaturním prostorem filtrace a je zaústěn do spodní části středního žlabu filtrační jednotky, ze kterého je rozveden do pískového filtru. Pro dvouvrstvou filtraci s vysokými intenzitami praní (maximum 875 l/s) jsou pro odvedení vody ze středového žlabu osazena potrubí DN 600 a z krajních žlabů DN 400. Tato potrubí jsou zaústěna do odpadního potrubí DN 800, kterým jsou odpadní vody odváděny do vyrovnávacích nádrží kalového hospodářství.



Obr. 4: Schéma flotace



Obr. 5: Schéma šnekového lisu

Pro pískovou filtraci je použita hladinová odtoková regulace. Na filtr je namontováno ultrazvukové měření hladiny. Na odběru filtrované vody je osazena regulační klapka, kterou je udržována konstantní hladina ve filtru. Na filtrátu každého filtru je instalováno měření UV absorpce. Řízení provozu filtrů a praní filtrů je zajišťováno z dozorní úpravní vody, dále z blokového PLC a z ovládacích panelů, které jsou umístěny v hale filtrace.

Zkušební provoz prokázal, že zařízení je plně funkční. Měření výšky a regulace hladiny v pořádku včetně napojení a spolehlivého ovládání z ASŘ. V počátcích provozu bylo nutné doladit nastavení průtoků prací vody tak, aby došlo k separaci filtračních vrstev a nedocházelo k vyplavování filtrační náplně. Kvalita filtrované vody dle výsledků akreditované laboratoře bez závad, délka filtračních cyklů dosáhla v letním období až 72 hod. a v zimě při teplotě okolo 2 °C 24 hod., čímž předčila požadované hodnoty. Účinnost filtrace dosahuje 97 % [1].

4. Akumulace upravené vody

Stará akumulace upravené vody je dvoukomorová a je umístěna pod pískovými filtry. Akumulace má objem 2 × 600 m³. V akumulaci byly komory propojeny otvory v dělicí stěně a byla z nich vytvořena jedna nádrž. Nová akumulace upravené vody je umístěna západně od stávající akumulace pod obslužnou komunikací. Kóty dna, hladin a přelivu jsou shodné. Získat tak bylo možné pro akumulaci další objem cca 1 900 m³. Nová akumulace upravené vody je připojena v prostoru stávající přítokové jímky na technologickou linku úpravní vody. V koncové části kanálu filtrované vody byla vytvořena jímka, která zasahuje i do části kanálu prací vody. V sací jímce jsou umístěna čerpadla ředící vody pro sytiče vápenné vody a čerpadla pohonné vody pro dávkování oxidu uhličitýho. Na odtoku vody z kanálu filtrované vody je přepad, přes který voda přitéká do malé jímky, která byla vytvořena v části stávající přítokové jímky. Na jímku navazuje potrubí DN 600, do kterého jsou postupně dávkovány tyto chemikálie:

- oxid uhličitý,
- vápno ve formě vápenné vody,
- chlór,
- síran amonný,
- v potrubí jsou instalovány dva homogenizační členy

Na filtrátu je měřena UV absorpce a pH.

Je třeba věnovat pozornost přívodnímu potrubí do akumulace a pravidelně kontrolovat případné nárůsty v místě přívodu vápenné vody pro ztvrdování. Po stavební stránce nádrž těsná, bez průsaků, funkční včetně armatur a vystrojení.

5. Chemické hospodářství

Chemické hospodářství, tj. skladování, příprava a dávkování chemikálií je soustředěno do samostatné části objektu úpravní vody. V samostatném objektu je umístěno skladování a dávkování oxidu uhličitýho, které bylo vystavěno v devadesátých letech. V úpravní vody jsou dnes používány tyto chemikálie:

- síran hlinitý,
- pomocný flokulant,
- hydrát vápenný,
- oxid uhličitý,

- chlór,
- síran amonný.

V rámci rekonstrukce byly vzhledem ke klimatickým podmínkám a nedostupnosti v zimním období rozšířeny skladové prostory oxidu uhličitého na 140 t, síranu hlinitého na 130 t. Bylo provedeno připojení všech dávkovacích čerpadel a dávkovačů do ASŘTP s řízením od průtoku surové vody, vodivosti a pH. Kompletně byla zrekonstruována chlorovna, vybavená novými podtlakovými regulátory, odpařovači, přepínacím ventilem a automatickými dávkovači řízenými od průtoku a obsahu zbytkového chlóru.

Celkovou rekonstrukcí prošlo i vápenné hospodářství. Subdodávku zajišťovala firma F. T. W. O. Zlín. Po sanaci betonových konstrukcí byla sila nově vystrojena a doplněna automatickým provzdušňováním. Dopravní zařízení ZVVZ Milevsko (spodní vykladače, komorové podavače, denní zásobníky) bylo repasováno a doplněno automatikou pro doplňování dávkovačů. Byly instalovány 3 nové linky na přípravu vápenného mléka o konstantní koncentraci. Mléko je dopravováno peristaltickými čerpadly do sytičů vápenné vody vybavenými měřeními vodivosti, průtoku a hladiny. Dva původní sytiče vápenné vody byly po sanaci nově vystrojeny a doplněny novým nerezovým sytičem. Sytiče jsou automaticky odkalovány do prací vody. Tím byla získána dostatečná kapacita vápenné vody pro ztvrdování. Odběr vody ze sytičů je řízen regulačními klapkami dle požadovaného pH.

Během zkušebního provozu ještě probíhalo ladění ASŘTP, aby byla optimalizována doba odezvy řídicích prvků a utlumeny výchytky měřených hodnot během změn dávek chemikálií.

6. Kalové hospodářství

Důvodem rekonstrukce kalového hospodářství bylo výrazné zhoršení kvality surové vody a tím i nárůst množství odpadních vod z praní filtrů, a s tím spojená nedostatečná kapacita kalových lagun. Výsledné řešení ovlivnilo i umístění úpravy vody na hranici CHKO Jizerské hory.

V roce 2004 byly provedeny poloprovozní zkoušky – ověření technologie flotace a sedimentace v lamelové usazovací nádrži v kombinaci s kontinuálními filtrací a zpracováním kalu pásovým lisem, komorovým kalolisem s šnekovým lisem. Pro provedení poloprovozních zkoušek bylo použito flotační zařízení IPF firmy Nijhuis Water technology b. v.

Na základě poloprovozních zkoušek bylo rozhodnuto realizovat technologii strojního zahuštění a odvodnění odpadních pracích vod pomocí flotace a šnekového lisu s technologickou linkou skládající se z těchto částí (obr. 3):

- 2x vyrovnávací nádrže,
- dávkování polymerního flokulantu (Sokofloc) a koagulantu (síran hlinitý),
- 2x trubkový flokulátor,
- 2x flotační jednotky,
- 2x nádrže vody upravené flotací,
- nádrž kalu,
- dávkování polymerního flokulantu (směs Sokofloc 30 BH a Sokofloc 30),
- šnekový lis,
- pásový dopravník,
- 2x kontejner.

Bylo instalováno **flotační zařízení** firmy Nijhuis Water technology b. v. Jedná se o kompaktní zařízení k oddělování flotujících a sedimentujících částic z odpadní vody. Je vybavené vestavbou vlnitých desek s protiproudým tokem. Vločky připravené pomocí koagulace a flokulace v trubkovém flokulátoru je možno za pomoci jemných vzduchových bublinek oddělit z kapalně fáze. Flotace probíhá s velikostí vzduchové bubliny v rozmezí 30–50 mikronů. Vyflotované vločky se shlukují do kompaktní vrstvy, kterou je možno jednoduše odstranit. Před nátokem na flotační zařízení je do proudu surové vody dávkována vzduchem nasycená recirkulovaná voda. Vzduchové bublinky se míchají s pevnými částicemi a dochází k pevnému ulpívání vzduchových bublinek na jemných částicích znečištění. Takto předpřipravená voda je přiváděna do rozdělovacího potrubí flotačního zařízení, kam



Obr. 6: Flotační jednotky

je opět dávkována vzduchem nasycená recirkulovaná voda. Voda prochází vertikálním směrem vestavbou vlnitých desek. Laminární proudění je nutným předpokladem pro oddělování jemných částic. Vyčištěná voda opouští zařízení potrubním systémem. Vyflotované vrstvy kalu jsou z hladiny odstraňovány prostřednictvím shrabovacího systému. Pěna je jímána v promíchávané homogenizační nádrži, ze které je dále dopravován k vlastnímu odvodnění. Ve flokulačním reaktoru předřazenému **šnekovému lisu** dochází k aktivnímu promíchávání flokulantu s kalem. V odvodňovacím zařízení je kal transportován speciálně tvarovaným šnekem podél děrovaného síta, které odvádí filtrát a zadržuje kal. Pomaloběžný šnek, který kal nejen dopravuje, ale také stlačuje a odvodňuje. Pomalé otáčky šneku (0,3–1,7 ot/min), nízký plnicí tlak (0,07 bar) zaručují nízké provozní náklady, tichý a bezvibrační provoz celého zařízení.

Odpadní prací vody (maximum 875 l/s) jsou přivedeny potrubím DN 800 do dvou vyrovnávacích nádrží s provozním objemem 2 x 420 m³. Každá nádrž pojme objem prací vody odpovídající maximálnímu množství. Nádrže jsou navrženy obdélníkového tvaru s půdorysnými rozměry 7 x 19,5 m a s hloubkou vody 3 m. Nádrže jsou trvale míchané, aby byla zajištěna homogenita odpadních vod pro následující flotaci a minimalizovala se sedimentace. Z vyrovnávacích nádrží je voda čerpána na flotační jednotky (obr. 6). V suterénu armaturního prostoru objektu kalového hospodářství jsou umístěna 2 čerpadla, každé s výkonem cca 17 l/s. Na vstupu do flotační jednotky se dávkuje síran hlinitý a pomocný flokulant (Superfloc).



Obr. 7: Šnekový lis s flokulátorem



Obr. 8: Sklad kontejnerů, kal po šnekovém lisu

Odpadní vody a kal jsou z flotace odváděny takto:

- voda z flotace (recirkulát) je gravitačně odváděna samostatně do nádrží recirkulátu,
- kal (pěna) s koncentrací 2–6 % je gravitačně odváděna do nádrže o objemu 2 m³, která je umístěna mezi flotačními jednotkami,
- do nádrže kalu 2 m³ jsou také zaústěny odpady z odkalení sedimentu flotačních jednotek.

Upravená voda odtéká do recipientu. Je možné vodu z flotace vracet do surové vody (množství max. 20 l/s). Vracení vody na vstup do surové vody nebylo zatím v rámci zkušebního provozu odzkoušeno. Kal je čerpán z nádrže kalu 2 m³ do reakční nádrže před šnekový lis, kde dojde ke smísení s polymerním flokulantem. Je osazen jeden šnekový lis s výkonem 48 ± 5 kg sušiny za hodinu. Odpady ze šnekového lisu jsou odváděny takto:

- koncentrovaný kal (15–20 % sušiny) je dopravován do dvou kontejnerů,
- filtrát je odváděn do vstupních vyrovnávacích nádrží, stejně jako voda z oplachu lisu.

V současnosti jsou flotační jednotky provozovány diskontinuálně s výkonem každé flotační jednotky cca 17 l/s. V rámci sledování zkušebního provozu jsou sledovány tyto parametry: barva, zákal, NL, pH, CHSK_{Mn}, Al u pracích vod a vody odtékající z flotace a sušina u výstupního kalu.

Vzhledem k tomu, že celá technologická linka reagovala velmi citlivě na proměnlivé hodnoty pH, přistoupilo se k automatické regulaci dávkování síranu hlinitého v závislosti na pH. Takto je linka provozována od února 2010 a provoz probíhá bez problémů.

Účinnost flotace při odstraňování CHSK_{Mn} je průměrně 80,8 %, hliníku 85,2 % a zákalu 86,1 %. Voda upravená flotací kvalitativně vyhovuje pro vracení zpět do surové vody, i pro vypouštění do vodoteče. Sušina v kalu se pohybuje v rozmezí 15–20 % [2].

7. Závěr

Technologická linka použitá na úpravě vody Souš pro odvodnění a vysoušení vodárenských kalů a skládající se z flotace a šnekového lisu je první instalací tohoto typu zařízení pro strojní odvodnění vodárenských kalů nejen v České republice, ale i v Evropě. Kombinace těchto dvou technologických zařízení umožňuje dosáhnout velmi vysoké účinnosti při vysoušení vodárenských kalů.

Použití nové inovační technologie s sebou vždy nese řadu rizik a je možné pouze za určitých předpokladů:

- Vlastník a zpravodce i investor připravované rekonstrukce musí vzít na sebe riziko rozhodnutí, že bude realizovat nové technické řešení, které zatím nebylo provozně odzkoušeno. Musí být vybaven dostatečně erudovanými technikami, kteří posoudí související rizika, ekonomické přínosy a rozhodnou.
- Provozovatel úpravy vody musí na sebe vzít závazek, že se bude podílet na uvádění nové technologie do provozu se všemi s tím souvisejícími riziky, zvláště v případě jako je tento, kdy rekonstrukce probíhá za

provozu a po připojení zařízení již není cesty zpět, ani jiné alternativní řešení.

- Je třeba zajistit kvalitní předprojektovou a projektovou přípravu, která sice prvotně přinesou vyšší náklady, ale zkušenosti ukazují, že odpovědná předprojektová příprava přináší ve svém důsledku významné úspory z hlediska investičních nákladů, které bude nutné na rekonstrukci vynaložit a úspory provozních nákladů na následný provoz úpravní vody.

U nových technologií musí být jako součást předprojektové přípravy provedeny laboratorní a poloprovozní zkoušky, při kterých bude ověřeno, zda je navrhované technologické zařízení pro dané podmínky (jako surová voda a odpadní vody) možné využít.

- Výběr vhodných dodavatelů technologického zařízení, kteří mají za sebou podporu vývojového a výzkumného zázemí a sami na vývoji zařízení dlouhodobě podílejí. Výrobce zařízení musí být schopen zajistit nejen provedení poloprovozních zkoušek, ale musí rovněž garantovat účast svých procesních techniků na uvádění zařízení do provozu. Podmínkou by rovněž měly být reference z instalace zařízení v obdobných provozních podmínkách.

Roční provoz strojního odvodnění kalů s využitím flotace a šnekového lisu prokázal, že se jedná o kombinaci zařízení, která je funkční a vhodná pro strojní zpracování vodárenských kalů. Zařízení zajišťuje se vysokou účinností zahušťování a odvodňování kalu s kontinuálním provozem.

Jedná se ve srovnání s jinými zařízeními o subtilní technologické zařízení vhodné pro umístění do stávajících objektů úpravní vody.

Z ročního zkušebního provozu bylo možné získat řadu zkušeností a poznatků:

- v průběhu zkušebního provozu bylo třeba otestovat polymerní flokulanty a vyhledat vhodný polymerní flokulant, který zajišťoval jak plasticitu kalu, tak současně umožňoval jeho odvodnění,
- původní předpoklad, že provoz pro úpravu vody, flotaci i odvodnění kalu vystačí s jedním typem flokulantu se nepotvrdil a pro každý stupeň technologie musel být vybrán jiný typ polymerního flokulantu,
- účinnost odvodnění je ovlivněna teplotou surové vody, se snižováním teploty se snižuje i účinnost odvodnění a v zimních měsících je nutná i změna polymerního flokulantu,
- šnekový lis je flexibilní a umožňuje odvodnění kalu i při nižším zahuštění kalové vody flotací, je však třeba udržovat konstantní koncentraci kalu na vstupu do lisu,
- zařízení je funkční v automatickém provozu, ale vyžaduje průběžné sledování obsluhou a pravidelnou údržbu a kontrolu.

8. Literatura

1. Dolejš P, Štrausová K. Rekonstrukce úpravní vody Souš – chemicko-technologické sledování, 06.2009.
2. Beyblova S, Říha J. ÚV Souš – vyhodnocení zkušebního provozu kalové koncovky, 02.2010.
3. Pardus I. PARDUS – VODOS, Kalové hospodářství ÚV Souš, rekonstrukce úpravní vody, technologický průzkum, 04.2003.
4. Hydroprojekt CZ, a. s., Drbohlav J. a kol. Úprava vody Souš, rekonstrukce, poloprovozní ověření technologie kalového hospodářství, 12.2004.
5. Hydroprojekt CZ, a. s., Drbohlav J. a kol. Úprava vody Souš, rekonstrukce, TDW, 04.2006.
6. Drbohlav J. Hydroprojekt CZ, a. s., Líbal A. Severočeská vodárenská společnost, a. s., Mazel L, VAS, a. s., divize Žďár nad Sázavou, Nové technologie pro úpravní vody, přednáška Zlín 04.2005.
7. Drbohlav J. Hydroprojekt CZ, a. s., Zkušenosti s novými technologiemi pro úpravní vody, přednáška, 10.2006.
8. Drbohlav J., Hydroprojekt CZ, a. s., Rekonstrukce úpravní vody Souš, příprava realizace, přednáška Trenčianské Teplice, 10.2009.
9. Dolejš P, Štrausová K. ÚV Souš – Garantiční zkoušky 11.2009.
10. Dolejš P, Štrausová K, Dobias P. ÚV Souš – modelové ověření možnosti rozšíření technologické linky úpravní o první stupeň – flotaci 10.2009.
11. Rainiš L. Úprava vody Souš – vyhodnocení zkušebního provozu 03.2010.

Ing. Ladislav Švec MBA, Ladislav Rainiš, Ing. Soňa Beyblova
Severočeské vodovody a kanalizace, a. s.

Přítkovská 1689, Teplice

e-mail: Ladislav.Svec@scvk.cz, Ladislav.Rainis@scvk.cz,

Sona.Beyblova@scvk.cz

Ing. Josef Drbohlav

Hydroprojekt CZ, a. s.

Táborská 31, Praha 4

e-mail: josef.drbohlav@hydroprojekt.cz

AQUA-CONTACT Praha, v.o.s.

- Návrhy intenzifikací a optimalizací ČOV
- Návrhy technologií čištění komunálních a průmyslových odpadních vod
- Realizace zkušebních provozů ČOV
- Návrhy technologie úpravy vod
- Matematické modelování ČOV
- Návrhy hydraulických soustav
- Služby akreditované laboratoře

ARTS WEST® **GPS**

www.aqua-contact.cz

Mařákova 8, 160 00 Praha 6, tel./fax: 224 311 424, tel.: 220 612 094

Životní jubileum docenta Jaroslava Hlaváče

Doc. Ing. Jaroslav Hlaváč, CSc. oslavil 5. října 2010 v plném zdraví své sedmdesátiny.



Jaroslav Hlaváč se narodil a prakticky celý život prožil v Brně. Vystudoval stavební fakultu VUT, obor vodní hospodářství a tomuto oboru se věnoval po celou svoji profesní kariéru. Začínal jako stavbyvedoucí ve Vodních stavbách Plzeň, další jeho dráha je však již spojena s tzv. malou vodou – oborem vodovodů a kanalizací. Zahájil ji u Vodohospodářské správy města Brna a pokračoval i u jejích právních nástupců.

V roce 1993 krátkodobě přerušil působení v praxi a stal se pedagogem na Vysokém učení technickém v Brně se zaměřením na vodní zdroje (hydrologie, jakost, ochrana, provoz), úpravu pitné vody (hydraulika, konstrukce, provoz), management vodárenství (organizace, ekonomika, řízení) a vzdělávání ve vodárenství (didaktika a pedagogika vodárenství, metodika, učebnice, příručky). Vydal celkem přes 150 publikačních titulů, mezi něž patří i první česká elektronická Učebnice vodárenství (2 vydání). Je nutné zmínit, že i po opětovném nástupu do praxe stále pokračuje v pedagogické činnosti.

V březnu 1996 nastoupil do Vodárenské akciové společnosti, a. s., kde byl jmenován do funkce technického náměstka generálního ředitele. V témž roce se stal členem představenstva VAS, a. s., a později i jeho místopředsedou. Členem tohoto orgánu je doposud. V době, kdy se firma po privatizaci etablovala v nových podmínkách ve vodním hospodářství, patřil mezi její klíčové představitele, kteří se zasloužili o její integritu a kteří vytvořili základ pro její další úspěšný rozvoj. Pro společnost byla neobyčejným přínosem jeho odborná technická erudice a efektivní propojení teoreticko-pedagogické činnosti s praxí. To vše uměl dovedně spojit se svými manažerskými schopnostmi. Velkou měrou se přičinil o vybudování odborných struktur ve firmě na špičkové úrovni.

V srpnu 2006 byl Jaroslav Hlaváč jmenován do funkce generálního ředitele společnosti Vodárenské akciové společnosti, a. s. V této pozici pokračoval v řízení společnosti, která trvale dosahovala dobrých ekono-

mických výsledků, poskytovala kvalitní služby veřejnosti v zásobování vodou a odvádění a likvidaci odpadních vod. V době jeho řízení VAS, a. s., uváděla do provozu řadu rekonstruovaných čistíren odpadních vod a úpraven vod a dalších vodárenských objektů. Byl dokončen projekt Ochrany vod povodí Dyje 1 a zahájeny práce na projektu Dyje 2. Ve funkci generálního ředitele působil do poloviny roku 2008.

Po jmenování nového generálního ředitele přijal nabídku, aby své zkušenosti uplatňoval ve společnosti nadále jako vedoucí kanceláře generálního ředitele. Pro své spolupracovníky představuje doc. Hlaváč člověka pracovitého, zodpovědného a rozvážného, požívajícího přirozené autority. V osobním kontaktu se projevuje empaticky a je vždy ochoten pomoci.

Jelikož je činnost v oboru vodovodů a kanalizací velmi obsáhlá, Jaroslav Hlaváč se zaměřil na technologii úpravy vody. Je uznávaným odborníkem na úpravu pitných vod, a to nejenom v České republice, ale také u našich sousedů na Slovensku. Zde je pravidelně zván na odborné konference, ať již jako přednášející, nebo čestný člen. Je také ve výboru Československé asociace vodárenských expertů. Další jeho aktivitou je spolupráce se Sdružením oboru vodovodů a kanalizací ČR, kde dlouhodobě pracuje v redakční radě odborného časopisu SOVAK.

Kdo by si myslel, že je vyloženě technický typ, zmýlil by se. Jaroslav Hlaváč má velmi blízko

k výtvarnému umění, studoval je a velmi rád maluje. Další jeho zálibou, v níž má značné znalosti, jsou dobrá vína, kterým rozumí a umí o nich poutavě vyprávět.

Jubilantovi přejeme do dalších let pevné zdraví, úspěchy v pracovním životě a pohodu v kruhu rodiny.

Mgr. Iveta Višňanská



Přepřítelny úpravy pitné vody
Přepřítelny plnicí linky
Stacionární úpravy vody
Stacionární plnicí linky
Čistírny odpadních vod



Od návrhu řešení po realizaci



Technologie úpravy vody
Poděbradská 186/56, Praha 9
tel.: 266 107 203, 733 128 622

www.tesla.cz

viwa@tesla.cz



DORG, spol. s r. o.

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

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



Jako, s. r. o.

aktivní uhlí, aktivní koks, antracit
UV-dezinfekce

tel: 283 980 128, 603 416 043
fax: 283 980 127

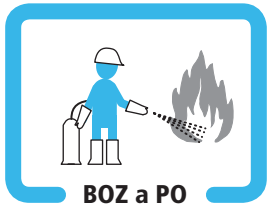
www.jako.cz e-mail: jako@jako.cz

dísa – váš spolehlivý partner

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

- dezinfekce vody UV zářením, O₃, Cl₂, ClO₂
- příslušenství trubních řad
- detekce úniku vody, plynu a trasování
- čerpání vody a jiných médií
- diagnostika kamerovými systémy

DISA s.r.o., Barvy 784/1, 638 00 Brno
tel.: 545 223 040, fax: 545 222 706
e-mail: info@disa.cz, www.disa.cz



Pan Novák a anděl potřetí

Josef Ondroušek

V letošním roce byl natočen pro SOVAK ČR již třetí film o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci v oboru vodovodů a kanalizací, opět s populární dvojicí z předcházejících filmů – panem Novákem a jeho strážným andělem. Je to již více než deset let, co tato dvojice vznikla, a tak asi neuškodí malé ohlédnutí.



V roce 1999 nabídl Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR režisér České televize Karel Marz scénář filmu o bezpečnosti práce. Ke scénáři se vyjadřovala odborná komise BOZ a PO SOVAK ČR. Z tohoto hodnocení vyplynulo, že scénář je sice zdařilý a projevuje se v něm dlouholetá praxe autora, ale zabývá se bezpečností práce obecně a populárně. Proto bylo rozhodnuto, že se použije část předloženého scénáře, ale ten bude doplněn o další text týkající se přímo oboru vodovodů a kanalizací. Tak vznikl film s názvem Pracuj správně, s podtitulem Film o bezpečnosti práce.

Realizace se ujal Fontis, s. r. o., ze Šumperka, konkrétně kameraman Miroslav Kousal, jeho asistent Jiří Jáně, produkční Iva Hlavsová, střih a režii měl na starost Lubomír Hlavsa. V roli pana Nováka se objevil Vladimír T. Gottwald (herec šumperského divadla, jenž vystupoval mj. také ve filmech režiséra Zdeňka Trošky), anděla hrál Robert Čep. Je třeba uvést, že hlas andělovi propůjčil Petr Nárožný, což samozřejmě značně přispělo ke kvalitě i účinnosti filmu. Velká většina natáčení proběhla na zařízeních Šumperské provozní vodohospodářské společnosti, a. s.

Film humornou a zajímavou formou ukázal nedostatky a nesprávné postupy a naopak i správné postupy při zemních pracích, použití stavebních strojů, zajištění výkopů, manipulaci s břemeny, práci na komunika-

ci, v podzemních kanalizačních prostorách a zabýval se problematikou osobních ochranných pracovních prostředků. Ze specifických činností oboru vodovodů a kanalizací zde byla ukázána práce s chlórem, práce v plynovém hospodářství čistíren odpadních vod a dodržování hygieny při práci v kanalizačních provozech.

Film měl stopáž celkem 30 minut, i když původně měl být o třetinu kratší. Při natáčení bylo získáno velké množství filmového materiálu a byla by škoda jej zahodit. Proto bylo dohodnuto, že zůstane oproti původním předpokladům delší.

V roce 2005 odsouhlasilo představenstvo SOVAK ČR finance na natočení dalšího filmu – volného pokračování filmu z roku 1999. Film dostal název Těžká práce pro anděla aneb Riziko povolání s podtitulem Katastrofální návrhy pana Nováka do pracovního procesu.

Tentokrát návrhy obsahu filmu předložila odborná komise bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a požární ochrany SOVAK ČR. Z nich pak ve filmu byla zpracována práce s motorovou pilou, práce v laboratoři, práce s kovoobráběcími stroji, konkrétně se stojanovou vrtačkou, práce ve skladu, používání motorových vozíků, řízení a provoz motorových vozidel a práce s ruční kosou.



Scénář napsal dvorní scénárista Fontisu Pavel Brycz. Jinak se před kamerou a za kamerou změnilo pouze to, že roli anděla převzal Aleš Navrátil. V konečné podobě filmu přibýly animované části, jejichž autorem byl Lubomír Hlavsa, tím se zvýšila úroveň filmu a samozřejmě jeho působivost. Stopáž filmu byla 20 minut. I tentokrát využil filmový štáb pro natáčení zařízení Šumperské provozní vodohospodářské společnosti, a. s. Netradiční je závěr tohoto filmu: končí posledním titulkem „Ještě vám to nestačí? Tak zase někdy příště ...“

To příště se naplnilo v letošním roce, tedy po pěti letech. Odborná komise BOZ a PO SOVAK ČR navrhla deset tematických okruhů, kterými by se měl třetí film zabývat. Komise vybrala problémy, které se často vyskytují při práci v oboru VaK a v mnoha profesích, kritériem pro výběr byla i skutečnost, že se uvedené problematiky dotkly nové právní úpravy. Scénárista Lubomír Hlavsa si po dohodě se zástupci komise vybral sedm témat.

Filmový štáb i herci zůstali stejní jako v předcházejících filmech, došlo pouze ke změnám výrobních firem, jak je uvedeno v titulcích: ve studiu Vistafilm, s. r. o., pořad vyrobila společnost Cittadella production.



Film dostal název Těžká práce pro anděla III. a měří 20 minut. V sedmi sekvencích rozebírá práci ve výšce a speciálně práci na žebříku, práce s nátěrovými hmotami, práce, údržbu a opravy u elektrických a vůbec technických zařízení, dále zajištění výkopů a výkopových prací. Objevily se zde tedy i problematiky, kterých se dotkly už předcházející filmy, ale byly zpracovány podrobněji a se zřetel na nové předpisy bezpečnosti práce. Zvláště si zaslouží vyzvednout část, která se zabývá zajištěním zaměstnanců při práci ve výšce a pohybu po žebříku. Zde zástupci firmy Pronovo-Morava, s. r. o., předvedli nejmodernější prvky a způsoby zajišťující bezpečnost práce (vrátíme se k tomu ještě samostatným článkem).

Film se opět natáčel v Šumperku a jeho okolí, hlavní část s rekvizitami a v zařízeních Šumperské provozní vodohospodářské společnosti, a. s., díky vzácnému pochopení a pomoci vedoucích představitelů této společnosti. I když se zde natáčelo pouze tři dny, znamenalo to značný zásah do provozu společnosti. Její zaměstnanci ale ochotně vycházeli filmovému štábu vstříc a plnili jeho požadavky a přání.

Určitě i Těžká práce pro anděla III., stejně jako oba předcházející filmy, bude vhodnou pomůckou a osvěžením školení o bezpečnosti práce na všech stupních. Bylo potěšitelné, s jakým zájmem byly filmy účastníky školení přijímány a dokonce často i přímo vyžadovány. Je známým pedagogickým poznatkem, že filmy přispívají k tomu, že znalosti, jež si frekventanti ze školení odnášejí, jsou daleko hlubší, než když je školení prováděno pouze verbální formou.

Těžká práce pro anděla III. spolu s prvními dvěma díly je nyní k dispozici v jediném DVD, které je možné si objednat na sekretariátu SOVAK ČR. Jeho cena je 200 Kč bez DPH.

Josef Ondroušek
předseda odborné komise BOZ a PO SOVAK ČR

SEMINÁŘE... ŠKOLENÍ... KURZY...

23. 11. Nové předpisy BOZ a PO

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

30. 11.–1. 12. Vodní toky 2010, Hradec Králové

Informace a přihlášky:
VRV, a. s., S. Plechátá
Nábřeží 4, 150 56 Praha 5
tel.: 257 325 494
e-mail: plechata@vrv.cz, www.vrv.cz

23. 11. Energetická náročnost ČOV, Brno

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

2. 12. Vzorkování odpadů

Informace a přihlášky: CSLab, s. r. o.
A. Nižnanská, Bavorská 856, 155 00 Praha 5
tel.: 224 453 124, fax: 224 452 237
e-mail: cslab@cslab.cz, www.cslab.cz

26. 11. Vzorkování odpadních vod a kalů

Informace a přihlášky: CSLab, s. r. o.
A. Nižnanská
Bavorská 856, 155 00 Praha 5
tel.: 224 453 124, fax: 224 452 237
e-mail: cslab@cslab.cz, www.cslab.cz

7.–8. 12. INSPIRE ve vodárenství – seminář GIS, České Budějovice

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



17. 12. Vodní zákon a správní řád

Informace: ČVTVHS, Ing. B. Müller
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1
tel.: 221 082 386, e-mail: muller@csvts.cz
www.csvts.cz/cvtvhs/seminars.php

Prosíme pořadatele seminářů, školení, kurzů, výstav a dalších akcí s vodohospodářskou tematikou o **pravidelné zasílání aktuálních informací** v potřebném časovém předstihu. Předpokládáme také bližší údaje o místě a termínu konání, kontaktní adresu příp. jednu doplňující větu o obsahu akce. Termíny a kontakty budou zdarma zveřejňovány v časopise SOVAK, informace budou uvedeny i na internetových stránkách www.sovak.cz

Podklady, prosím, zasílejte na naši adresu:
Časopis SOVAK, Novotného lávka 5,
116 68 Praha 1
nebo e-mail: redakce@sovak.cz

Informace o Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR získáte na stránkách

www.sovak.cz



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

Nad Bezednou 201, 252 61 Dobruška
Tel.: +420 233 311 302, 233 311 389
Fax: +420 233 311 290
e-mail: pft@pft-ufc.cz, www.pft-ufc.cz

Dodavatel vstrojení kanalizačních objektů
• regulace odtoku z odlehčovacích komor
• čištění dešťových zdrží
• protipovodňová ochrana
• pneumatická doprava splašků

Vírový ventil v suché šachtě FluidCon



HUBER CS spol. s r. o.

Cihlářská 19, 602 00 Brno, tel.: 541 215 635, 602 711 963
fax: 541 216 835, e-mail: info@hubercs.cz

kancelář: Tábořská 31, 140 00 Praha 4

tel.: 261 215 615, 602 340 142, 602 979 827
fax: 261 215 207, e-mail: paha@hubercs.cz

Dodávky technologických zařízení pro ČOV z nerezové oceli



POLYTEX COMPOSITE Karviná

Laminátové výrobky pro průmysl a stavebnictví

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

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

SIEMENS

Divize Industry Solution

Výstavba investičních celků
a inženýrské služby.

**Komplexní dodávky
a realizace elektro.**

Siemens s. r. o.
Úsek vodárenských technologií

Vídeňská 116, 619 00 Brno

Tel.: 547 212 323

Fax: 547 212 368

E-mail: is.cz@siemens.com

www.siemens.cz/is

K&H KINETIC a.s.

Zlatnická 33, 339 01 Klatovy
tel.: +420 376 356111 fax: +420 376 322771
e-mail: obchod@kh-kinetic.cz
<http://www.kh-kinetic.cz>



PROJEKTY ■ DODÁVKY ■ MONTÁŽE ■ SERVIS

- Vodohospodářské stavby a zařízení
- Městské a průmyslové čistírný odpadních vod
- Řídicí systémy technologií pro průmysl a ekologii
- Bioplynové stanice • Plynojemy • Plynové kotelny • Teplofikace

ATER

ATER, s. r. o.
Volyňská 446, 386 01 Strakonice, tel.: 383 321 109
Táborská 31, 140 43 Praha 4, tel.: 261 102 214
e-mail: ater@ater.cz

Stroje a zařízení pro vodní hospodářství



Široký sortiment čerpadel, horizontální a vertikální míchadla
Aerační systémy **NOPON**
Turbokompresory **HST-INTEGRAL**

Rotační objemová dmychadla **ROBOX**, vývěvy

Zařízení na odvodňování kalů

SOVAK • VOLUME 19 • NUMBER 11 • 2010

CONTENTS

Kamila Grymová The ongoing reconstruction of WWTP Heřmanice II	1
Lubomír Macek Seminar "Lifetime and renewal of water infrastructure" took place	6
Petr Sýkora, Michal Žoužela Measurement of flow rate and total quantity of wastewater. Part II. – Measuring systems of flow and volume of wastewater used in free-surface profiles	7
Ladislav Herčík, Lenka Koudelová, Renáta Kadlecová Impact of farming in protection zones of water resources Káraný on the quality of extracted water	12
Tanks with reeds dispose water treatment sludge	16
Ivana Kabelková, Gabriela Šťastná Foreign verification methods for assessing the impact of stormwater separators on recipients – Janské Lázně case study	18
Ladislav Švec, Ladislav Rainiš, Soňa Beyblova, Josef Drbohlav Knowledge gained in operation of the sludge management facility in Souš WTP	25
Iveta Višňanská Anniversary of Associate Professor Jaroslav Hlaváč	29
Josef Ondroušek Mr. Smith and his guardian angel for the third time	30
Seminars... Training... Workshops... Exhibitions...	31
„2010 Water Management Project“ contest	33

Cover page: Historical, but still performing engine room in the area of drinking water treatment plant in Ostrava-Nová Ves. Operator: Ostrava Waterworks and Sewerage Company

Redakce (Editorial Office):

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

e-mail: redakce@sovak.cz

Adresa (Address): Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1

Redakční rada (Editorial Board):

Ing. Ladislav Bartoš, Ph. D., Ing. Josef Beneš, prof. Ing. Michal Dohányos, CSc., Ing. Miroslav Dundálek, Ing. Karel Frank, doc. Ing. Jaroslav Hlaváč, CSc., Mgr. Jiří Hruška, Ing. Radka Hušková, Ing. Miroslav Kos, CSc., MBA (předseda – Chairman), Ing. Milan Kubeš, Ing. Miloslava Melounová (místopředseda – Vicechairman), JUDr. Josef Nepovím, Ing. Jan Plechatý, RNDr. Pavel Punčochář, CSc., Ing. Vladimír Pytl, Ing. Jan Sedláček, Ing. Petr Šváb, MSc., Ing. Bohdana Tláskalová.

SOVAK vydává Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1 (IČO: 6045 6116; DIČ: 001-6045 6116), v nakladatelství a vydavatelství Mgr. Pavel Fučík, Čs. armády 488, 254 01 Jilové u Prahy, tel./fax: 261 218 990, resp. 241 951 253, e-mail: pfck@bohem-net.cz. Sazba a grafická úprava SILVA, s. r. o., tel./fax: 261 218 990, e-mail: pfck@bohem-net.cz. Tisk Studiopress, s. r. o. Časopis je registrován Ministerstvem kultury ČR (MK ČR E 6000, MIČ 47 520). Nevyžádané rukopisy a fotografie se nevracejí. Časopis SOVAK je zařazen v seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik. Číslo 11/2010 bylo dáno do tisku 14. 11. 2010.

SOVAK is issued by the Water Supply and Sewerage Association of the Czech Republic (SOVAK CR), Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1 (IČO: 6045 6116; DIČ: CZ60456116). Publisher Mgr. Pavel Fučík, Čs. armády 488, 254 01 Jilové u Prahy, tel./fax: 261 218 990 or 241 951 253, e-mail: pfck@bohem-net.cz. Design: SILVA Ltd, tel. and fax: 261 218 990, e-mail: pfck@bohem-net.cz. Printed by Studiopress, s. r. o. Magazin is registered by the Ministry of Culture under MK ČR E 6000, MIČ 47 520. All not ordered materials will not be returned. This journal is included in the list of peer reviewed periodicals without an impact factor published in the Czech Republic. Number 11/2010 was ordered to print 14. 11. 2010.

ISSN 1210-3039