

WTETI

VODOHOSPODÁŘSKÉ
TECHNICKO-EKONOMICKÉ
INFORMACE

3-4/1998

OBSAH

40 let časopisu VTEI (Beneš J.)	81
HYDROLOGIE	
Odtoková situace za povodně v červenci 1997 v povodích Odry, Moravy a Labe (Soukalová E., Řehánek T., Šiftář Z.)	85
ODPADNÍ VODY	
Čistírný odpadních vod s přerušovaným provozem (Just T.)	96
KONFERENCE	
Aktuální otázky vodárenské biologie 1998 (Sládečkoví A. a V.)	105
Nejbližší akce České vědeckotechnické vodohospodářské společnosti (Grécová M.)	132
Koncepce a problémy zatápění zbytkových důlních jam v SRN (Chour V.)	135
VODÁRENSTVÍ	
Korozní zkoušky s vodou z přivaděče Plav–Tábor (Žáček L., Hubáčková J., Ledvinka J., Pohlová I.)	111
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	
Nové metody a technologie v úpravách bazénových vod (Štastný B.)	115
Atmosférická depozice ekologicky významných látek v Krkonoších (Budská E.)	127

*Na 4. straně obálky jez na řece Moravě ve Spytihněvi
(foto Jiří Pospíšil)*



40 LET ČASOPISU VTEI

V tomto roce oslavuje náš časopis 40. výročí svého vzniku. Již celé čtyři desítky let uběhly od doby, kdy náměstek předsedy Ústřední správy vodního hospodářství Ing. Jiroušek v úvodníku prvního čísla Vodohospodářských technicko-ekonomických informací – VTEI formuloval poslání časopisu slovy „pravidelně informovat naši vodohospodářskou veřejnost o všech technických novinkách, domácích i zahraničních, ať již jde o vynálezy, patenty, zlepšovací návrhy, výsledky výzkumu a vývoje...“. Časopis dostal do vínku úkol pomáhat pracovníkům odvětví vodního hospodářství orientovat se v nové technice domácí i zahraniční a umožňovat širokou výměnu zkušeností mezi pracovníky výzkumu a praxe. Je třeba si v této souvislosti uvědomit, že to bylo v době hluboké totality a získat zahraniční zkušenosti a poznatky bylo v té době velmi obtížné. Proto byla činnost časopisu velmi potřebná a záslužná. Zpočátku vycházel čtvrtletně a přinášel převážně excerpty ze zahraničních časopisů, čímž kompenzoval nedostatek zahraniční literatury a informací. Už v té době však otiskoval i řadu původních článků k aktuální tematice – např. ke ztrátám vody. V r. 1963 vycházel časopis 6krát ročně, ale od r. 1964 již 12krát ročně. To přirozeně ovlivnilo i rozsah a náplň časopisu: rozšířil se počet původních odborných článků a omezily se příspěvky čistě informativní (např. patentová literatura).

Svou dnešní podobu má časopis od r. 1973, resp. 1974, kdy byla uzavřena dohoda mezi redakční radou časopisu Vodohospodářsky spravodajca, vydávaného Výskumným ústavom vodného hospodárstva v Bratislavě a redakční radou našeho časopisu. Ta stanovila náplně obou časopisů tak, aby nedocházelo ke zbytečným duplicitám. V té době byly také zavedeny rubriky – oddíly, které jsou v podstatě základem dnešního členění. Časopis přinášel informace o výsledcích výzkumu v tehdejší ČSSR i v zahraničí, informace o výsledcích technického rozvoje, o vynálezech a zlepšovacích návrzích, o nových formách práce, o tematických úkolech a stavu jejich řešení; zprávy k problematice bezpečnosti práce a ochrany zdraví, firemní informace, informace o racionalizačních opatřeních, o mechanizaci, automatizaci a o připravovaných a realizovaných konferencích a sympoziích. Časopis postupně zaujal své místo mezi odbornými vodohospodářskými časopisy. Jeho cílem bylo přinášet stručné a aktuální informace o novinkách ze světa vědy a techniky z domova i z ciziny.

Redakční rada dostala náročný úkol: připravit ročně 12 zajímavých čísel časopisu s pestrými aktuálními tématy, a to rok za rokem, desetiletí za desetiletím. Pro ověření správnosti své cesty zorganizovala redakční rada anketu, která se však nesetkala s velkým pochopením čtenářů – z 1 300 anketních lístků vložených do časopisu se vrátilo s odpovědí jen 72, tj. 5,5 %. Proto redakční rada vedle připomínek došlých na anketních lístcích získávala názory čtenářů i cestou výjezdních zasedání redakční rady. Pořádala 1krát až 2krát ročně svá pravidelná zasedání mimo Prahu, v místech, kde je soustředěno více vodohospodářských organizací. Těchto zasedání se zúčastňovali vedle členů redakční rady, kteří se mohli uvolnit, i představitelé místních vodohospodářských orgánů a organizací. Takový přímý kontakt redakční rady s čtenáři byl vždy přínosem. Čtenáři se seznámili se členy redakční rady, s jejich prací a problémy a redakční rada se seznámila s vodohospodářskými problémy oblasti a vyslechla názory, připomínky a náměty čtenářů časopisu ke své práci. Vedle podnětů pro svou další činnost redakční rada při výjezdních zasedáních získávala i aktuální články a nové autory.

Snahou redakční rady bylo vždy zajistit aktuální články, které by pomohly vodohospodářským provozům. Časopis měl být tribunou vodohospodářských organizací, které by si na jeho stránkách vyměňovaly zkušenosti. To se však moc nedařilo – spíše se na stránkách objevovaly informace z výzkumu, neboť výzkumníci jsou přece jen větší „psavci“.

V současné době je situace snad ještě komplikovanější. Dnes je sice podstatně jednodušší získat informace a jiné podklady ze zahraničí, ale je stejně obtížné nebo dokonce i těžší získat domácí autory, ochotné podělit se s ostatními o získané zkušenosti. Informace jsou již i u nás celkem vzácné a cenné zboží, a proto se s nimi šetří. Zájem o časopis stále je, ale zajistit zajímavou a hodnotnou náplň pro 12 čísel ročně není opravdu jednoduché.

Dosud jsem se v článku zabýval převážně historií časopisu a jeho problémy a občas se zmínil o práci a úkolech redakční rady. A tuto redakční radu, která „dělá“ časopis, tvoří živí lidé. Za 40 let vydávání časopisu se v redakční radě i v redakci vystřídal řada lidí, kteří se nesmazatelně zapsali do historie časopisu.

Nejjednodušší je zmínit se o předsedech redakční rady. Průkopnickou a velmi záslužnou práci nelze upřít prvnímu předsedovi J. Bednářovi, který v letech 1959–1973 prošlapával jako první dosud neznámé stezky a vytvářel obraz časopisu. Po něm následovali Ing.

J. Beneš (1974–1989), Ing. A. Mansfeld, CSc. (1990–1993), Ing. L. Žáček, DrSc. (1994–1996), kteří postupně dotvářeli charakter časopisu, a Ing. I. Koruna, CSc., který redakční radě předsedá od r. 1997.

Podstatně obtížnější je zhodnotit práci jednotlivých členů redakční rady. Těch bylo za 40 let trvání časopisu podstatně více. Nemám k dispozici takové údaje, jakými disponují naši kolegové z Vodohospodářského spravodajcu, kteří předvedli loni detailní statistiku členství v redakční radě. Pokusím se proto zmínit alespoň o několika členech redakční rady VTEI, kteří se nesmazatelně zapsali do historie časopisu. Nestorem byl nesporně Ing. G. Nejedlý, CSc., který velmi aktivně pracoval v redakční radě od samého začátku plných 37 let. Svým někdy až puntičkářským přístupem k příspěvkům a jejich úpravě hodně přispěl ke zvyšování kvalitativní úrovně časopisu. Jen o něco málo méně pracovala v redakční radě RNDr. A. Sladká, CSc. – 36 let. Zvlášť bych chtěl vyzvednout práci obětavého člena redakční rady Ing. A. Ladeckého z vodohospodářské inspekce v Žilině, který velmi pravidelně dojížděl na zasedání redakční rady ze Slovenska plných 30 let. Přitom zajišťoval články od slovenských autorů, zaso- boval časopis aktuálními informacemi ze zahraničních časopisů a navíc pravidelně každoročně připravoval podklad pro vyhodnocení ukončeného ročníku, což bylo pro redakční radu obzvláště cenné. Tak bych mohl vypočítávat dále a vzpomínat na další obětavé spolupracovníky, z nichž namátkou uvedu Dr. Ing. J. Kúrku z Pražských vodáren, prof. Ing. P. Pittera z VŠCHT, Ing. J. Růžičku z FNM (dříve z MŽP), Ing. M. Chrtka z Povodí Labe, Ing. J. Zolmana z VÚV Praha (i on významně přispěl svými kritickými postřehy ke zvyšování úrovně časopisu), Dr. H. Daňkovou z ČHMÚ, J. Janušku z VaK Gottwaldov – Zlín, Ing. B. Müllera a Ing. J. Svejkovského z Povodí Ohře, Ing. D. Veselého z HDP, Ing. E. Zamazalovou z Povodí Moravy a mnoho dalších, kteří mi snad prominou, že jsem je zde neuvedl, v žádném případě to nebylo ze zlé vůle.

Významně se na tváři i kvalitě časopisu podíleli i jeho redaktori. Pořadí zahájila I. Duhová, která působila ve funkci redaktorky v letech 1959–1972 (s přestávkou v letech 1960–62). Po ní nastoupil Dr. D. Kubálek, který „redaktoroval“ časopis v letech 1973–1989, dále H. Moravcová (1990–1992) a zatím poslední fungující redaktor Mgr. J. Smrták. Všichni uvedení redaktori se svou obětavostí přičinili o úspěšný vývoj časopisu. Zásluhou redaktora Kubálka se např. na stránkách časopisu začaly objevovat vodohospodářské vtipy, které se staly pro řadu uživatelů i určitým informativním vodítkem – např. hledaný článek nebyl v č. 10/81, ale „v tom čísle se vtípelem o rybáři“...

Ze své více nežli dvacetileté zkušenosti mohu říci, že časopis měl štěstí jak na redakční radu, tak na redaktory a díky tomu mohli naši čtenáři po dlouhých 40 let dostávat do rukou více či méně pravidelně (občas byly potíže se zajištěním včasného vytištění časopisu ve VÚV, kde měly přednost výzkumné zprávy; dnes se tisk zajišťuje mimo VÚV a tak tyto potíže odpadly). Zasedání redakční rady byla zajímavá a pestrá, všichni členové se na tom podíleli a všichni členové se na ně těšili. Jejich náplní byly často odborné diskuse, výměna informací z jednotlivých krajů republiky, informace z ministerstva a sem tam i nějaký dobrý vtip nebo zajímavý drb. Již jsem se zmínil výše o výjezdních zasedáních redakční rady. Přiznám se, že sám na ně mám ty nejhezčí vzpomínky. Byla to velmi zajímavá posezení, při kterých jsme se dozvěděli spoustu zajímavostí z navštívené oblasti, dobře se pobavili a získali řadu článků a mnoho dobrých námětů pro zlepšení časopisu. Rád vzpomínám např. na výjezdní zasedání na jižní Moravu – v Uherském Hradišti nebo na Novomlýnských nádržích, na severní Moravu do Beskyd, do Budějovic a do Karlových Varů.

Ale vraťme se od vzpomínek na minulost, i když velmi milých, ke žhavé současnosti, která zdaleka není tak růžová, jak bychom si jistě všichni přáli. Časopis se potýká s ekonomickými problémy i s obtížemi při zajišťování kvalitních článků. Ačkoliv je tištěn co nejuspěšnější technikou a vyplácené honoráře jsou velmi skromné, při měsíční periodicitě nejsou vynaložené prostředky zanedbatelné.

Snahou Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka jako vydavatele, redakční rady i redakce je zachovat vydávání časopisu, který si v systému vodohospodářského tisku našel své místo a nesporně se na úspěšném rozvoji vodního hospodářství naší republiky za celou dobu svého trvání významně podílel.

Přáním redakční rady i redakce je pokračovat v příštím údobí v dobré tradici a i v současné překotné době pomáhat našim vodohospodářům orientovat se v rychlém a někdy nepřehledném rozvoji odvětví v oblasti techniky i legislativy, ve správní i normotvorné oblasti, kde např. v souvislosti s připravovaným vstupem České republiky do Evropské unie bude nutno vyřešit řadu problémů zejména v legislativní a správní činnosti. Časopis VTEI by v tomto složitém údobí, které stojí před námi, mohl sehrát významnou úlohu operativního informátora a instruktora pro všechny vodohospodářské obory.

Ing. Josef BENEŠ

ODTOKOVÁ SITUACE ZA POVODNĚ V ČERVENCI 1997 V POVODÍCH ODRY, MORAVY A LABE

*Ing. Eva Soukalová, CSc.¹, Mgr. Tomáš Řehánek²,
RNDr. Zdeněk Šihar³
Český hydrometeorologický ústav Brno¹, Ostrava²,
Hradec Králové³*

Úvod

V červenci 1997 se vyskytly na Moravě, ve Slezsku a ve východních Čechách mimořádné srážky, které vyvolaly na mnoha tocích největší kulminační průtoky za celé období pozorování. Z hydrometeorologického hlediska probíhala povodeň ve dvou vlnách. Pro první vlnu povodní byl rozhodující 5denní srážkový úhrn za období od 4. do 8. 7., pro druhovou vlnu povodní úhrn za období od 17. do 21. 7. 1997. Hydrologická odezva v jednotlivých povodích podle územní působnosti poboček Českého hydrometeorologického ústavu Ostrava, Brno a Hradec Králové je popsána dále.

Povodí Odry a horní Moravy

Kulminačních průtoků bylo dosaženo na horských tocích již 7. července, na dolních úsecích řek pak ve dnech 8. až 9. 7. 1997, přičemž hodnoty kulminací překročily ve většině vodoměrných stanic tzv. stoleté vody.

Prostorové rozložení srážek mělo na severní Moravě a ve Slezsku dvě výrazná centra, a to v horských partiích Jeseníků a Moravsko-slezských Beskyd. V oblasti Hrubého Jeseníku spadlo od 4. do 8. 7. nejvíce srážek na Rejvízu (513 mm), v Jeseníku (512 mm), na Pradědu (454 mm) a v Bělé p. P. (438 mm). V jihovýchodní části posuzovaného území bylo rozložení srážek v protáhlém směru od Hostýnsko-Vsetínské hornatiny po Slezské Beskydy. Nejvíce srážek se naměřilo na přehradě Šance (616 mm), což je nejvyšší úhrn srážek za období od 4. do 8. 7. na území severní Moravy. Druhý nejvyšší úhrn byl zaznamenán na Lysé hoře (585 mm).

Z jesenického centra srážek odtékají do Odry zdrojnice řeky Opavy a Moravice, řeka Bělá do Polské republiky a levostranné přítoky Moravy – Krupá, Branná a Desná. Povodňová vlna zcela zničila vodoměrné stanice na horní Opavě. Maximální průtok činil s ohledem na transformační účinek nádrže Slezská Harta na Moravici v Brance jen $124 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, na Opavě v Opavě $647 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a na Opavě v Děhylově $744 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Povodňová vlna dosáhla v Opavě vrcholu 7. 7. v 16 hod., poté poklesávala a vytvořila několik menších vrcholů v závislosti na spadlých srážkách. Prudký vzestup průtoků dne 8. 7. byl způsoben srážkovým úhrnem, který činil na Pradědu 50 mm (8. 7. od 6 do 12 hod.). V přímé návaznosti na tuto stanici je závěrová vodoměrná stanice řeky Opavy v Děhylově, kde je vlna posunuta o postupovou dobu a ztransformována vlivem rozlivů. Na Bělé v Mikulovicích bylo dosaženo kulminace $335 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Průběh povodňové vlny zde má rovněž několik vrcholů.

Průtok bystřiny Krupé v Habartcích vykazoval vzestup do 6. hodiny 7. července tak, jak stoupaly intenzity srážek v jejím povodí, poté klesal, aby se s opětným nárůstem srážek (podle 6hodinových úhrnů na Pradědu) prudce zvedl a dosáhl svého maxima $175 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 7. 7. v 18 hod. Průběh povodňové vlny Desné v Šumperku ($Q_{\text{max}} = 191 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) přímo koresponduje s již zmíněnými 6hodinovými úhrny srážek na Pradědu, neboť Divoká Desná pramení pod tímto jesenickým vrcholem. Prudký nárůst průtoků je dobře patrný na Moravě v Raškově, kde má kulminace hodnotu $312 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (7. 7. v 8 hod.). Druhý, nižší vrchol vlny byl způsoben nárůstem srážek i přítoky bystřin Krupé a Branné.

Z Moravskoslezských Beskyd odtéká převážná část vody řekou Ostravicí do Odry. Pouze z jižních úpatí hor odvádí vody pravostanný přítok Bečvy – Rožnovská Bečva. Ve Starých Hamrech na Ostravicí byl zaznamenán první vzestup průtoků dne 6. 7., který odpovídá nárůstu srážek na Lysé hoře. Další průběh koresponduje se srážkami a kulminace bylo dosaženo 9. 7. v 1 hod. v noci při průtoku $111 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Povodňová vlna Ostravice se vlila do vodního díla Šance, kde se ztransformovala. Po dalších intenzivních srážkách a pod hrozbou sesuvu úbočí od Lysé hory do nádrže přetok vody přes přeliv a vypouštění spodními výpustmi dosáhl průtoku $232 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ 9. 7. ve 4 hod. Ve vodoměrné stanici Sviadnov na řece Ostravicí byl první vrchol zaznamenán 7. 7. v ranních hodinách a za ním následovaly další dva vrcholy v návaznosti na srážky a odtoky vody z rozsáhlého mezipovodí. Vlastního vrcholu bylo dosaženo 9. 7. v 1 hod. (732

$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) v závislosti na odpouštění nádrže Šance. Průběhy průtoků řeky Ostravice v Ostravě kopírují kulminaci Ostravice ve Sviadnově.

Průběhy kulminací na řece Bečvě ukazují, že také zde došlo k prudkému vzestupu průtoků podle spadlých srážek. Rožnovská Bečva byla povodní zasažena více, neboť pramení na úpatí Moravskoslezských Beskyd, které představovaly jedno z center srážkové činnosti.

Tabulka 1. Kulminační průtoky povodně v červenci 1997 v povodí Odry a horní Moravy

Tok	Stanice	Plocha povodí [km ²]	Den	Ho-dina	Průtok [m ³ .s ⁻¹]	N - letost
Odra	Svinov	1615,12	8. 7.	6	688	> 100 L
Opava	Opava	929,65	7. 7.	16	647	> 100 L
Děhylov	Opava	2039,11	7. 7.	24	744	> 100 L
Ostravice	Ostrava	822,74	9. 7.	5	898	> 20 L
Odra	Bohumín	4662,33	8. 7.	14	2160	> 100 L
Olše	Věřňovice	1068,00	9. 7.	6	713	> 10 L
Bělá	Jeseník	116,91	7. 7.	6	216	> 100 L
Morava	Raškov	349,76	7. 7.	8	312	> 100 L
Desná	Šumperk	241,16	8. 7.	6	191	> 100 L
Mor. Sázava	Lupěné	444,45	8. 7.	6	208	> 100 L
Morava	Moravičany	1558,82	8. 7.	16	625	> 100 L
Třebůvka	Loštice	573,40	8. 7.	12	108	20 L
Morava	Olomouc	3322,07	9. 7.	19	826	> 100 L
Vset. Bečva	Vsetín	505,78	7. 7.	5	302	20 L
Rož. Bečva	Val.Meziříčí	253,07	7. 7.	1	489	> 100 L
Bečva	Teplíce	1275,99	7. 7.	16	892	> 100 L
Bečva	Dluhonice	1598,79	8. 7.	1	838	> 100 L

Vlna ve Valašském Meziříčí dosáhla kulminace 7. 7. v 1 hodinu při průtoku $489 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Potom prudce klesala a na výtokové čáře se objevily dva další, podstatně nižší vrcholy. Ty byly důsledkem obnovené srážkové činnosti dne 8. 7. Kulminace Vsetínské Bečvy dosáhla ve Vsetíně průtoku $302 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (20letá voda), ale v Jarcově již $669 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Další chod průtoků je shodný s vlnou Rožnovské Bečvy. Vlastní tok

Bečvy po soutoku byl ztransformován rozlivy, které začínaly pod Valašským Meziříčím. Průtok v Teplicích činil 7. 7. v 16 hodin $892 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Na soutocích toků a v nížinách docházelo k rozlivům vod a k zaplavení obcí a měst. Byla zasažena i Ostrava, kterou protéká řeka Odra a na území města se do ní mimo jiné vlévají její největší přítoky – Opava z Jeseníků a Ostravice z Beskyd. Na průběhu povodňových vln těchto řek je patrný rozdílný chod průtoků na Opavě a Ostravici, způsobený nestejným průběhem srážek v Jeseníkách a Beskydech. Zatímco Opava vykazuje prudký nárůst, transformaci vlny způsobenou rozlivy a pozvolný pokles, je vzestup Ostravice několikavrcholový vlivem přítoků z mezipovodí od Šancí po Sviadnov a vrcholu dosahuje až 9. 7. podle vypouštění nádrže Šance. Na chod průtoků Odry v Bohumině měl v první fázi vliv jak vlastní tok Odry, tak beskydské přítoky nezachycené přehradami. Vrchol ovlivnila řeka Opava a nižší z vrcholů na výtokové čáře způsobila Ostravice. Kulminace v Děhylově a v Bohumině přesáhly stoletý průtok – Opava v Děhylově $744 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ a Odra v Bohumině $2\,160 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Na obr. 1 (v barevné příloze) jsou vykresleny tři největší historické povodňové vlny na Odře v Bohumině tak, aby jejich vrcholy byly pod sebou. Z pouhého vizuálního porovnání je vidět, že jejich průběhy jsou velmi odchýlené. Objem povodňové vlny z července 1997 vysoce převyšuje objemy dalších největších historických povodní.

„Velká voda“ na severní Moravě a ve Slezsku přesáhla v řadě vodoměrných stanic své dosud zjištěné nejvyšší kulminační průtoky. Nebývalý plošný rozsah povodně způsobil zejména na Jesenícku pohromu, kterou je možno označit jako největší přírodní katastrofu tohoto století.

Povodí Moravy

Za období od 4. do 8. 7. 1997 byl průměrný srážkový úhrn pro povodí řeky Moravy po stanici Kroměříž 208 mm, po uzávěrový profil Lanžhot 177,4 mm. Nejvíce srážek spadlo v tomto období na Pradědu – 454 mm. Na většině území Moravy byl pětidenní srážkový úhrn vyšší než 100 mm, na severní Moravě vyšší než 200 mm. V povodí Dyje spadlo nejvíce srážek ve Svratouchu – 165 mm a průměr na povodí činil 104,6 mm. Ve druhé povodňové vlně, která měla největší průtoky od 17. do 21. 7., nedosahovaly úhrny srážek již tak vysokých hodnot. V povodí Moravy byl průměrný srážkový úhrn po stanici Kroměříž 75,5 mm a po Lanžhot 77,7 mm.

Hodnoty průtoků se v povodí Moravy pohybovaly dne 4. 7. v rozmezí 70–150 % dlouhodobého červencového průměru. V noci ze 6. na 7. 7. byly překročeny stavy odpovídající 3. stupni povodňové aktivity (3. SPA) na všech stanicích střední a dolní Moravy, tj. Kroměříž, Spytihněv, Strážnice.

Celkový vývoj průtoků na úseku řeky Moravy pod soutokem s Bečvou byl doslova nevidaný. Na řece Moravě totiž převládají velké letní vody, které jsou způsobovány ve většině případů řekou Bečvou. Kulminační průtoky Bečvy předbíhají vlastní povodeň z horní Moravy i o 2 až 3 dny. Vrchol povodňové vlny na horní Moravě se vytváří střetnutím povodňových vln na Moravě, Krupé, Branné a především Desné. Zpočátku povodňová vlna postupuje dosti rychle údolím, později se vlivem rozsáhlých inundačních prostorů její postupová rychlost zmenšuje a její tvar zplošťuje, což vede ke snížení kulminačních průtoků. V červenci 1997 však extrémní povodňová vlna vytvořila souvislou širokou řeku, která tekla i mimo vlastní koryto již vysoko nad Olomoucí podobně jako Bečva od Valašského Meziříčí a zvláště pak od Přerova. V Olomouci Morava kulminovala 9. 7. v 19 hodin. Na řece Bečvě se vytvořila vlna nejen velkého kulminačního průtoků, ale i velkého objemu s pomalejší poklesovou větví, takže ještě značný průtok z Bečvy byl dostižen kulminačním průtokem z horního povodí Moravy. V obou případech již šlo o rozsáhlé rozlivy. V Kroměříži (plocha povodí = $7\,014,44 \text{ km}^2$), kde ještě 5. 7. byl $Q_d = 35,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, kulminovala řeka Morava 10. 7. v 11 hodin průtokem přesahujícím $1\,000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ($Q_{100} = 725 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) a voda tekla několik km širokým korytem. Soustředěný průtok řeky Moravy pod Kroměříží byl jen v místě železničního a dvou silničních mostů v Napajedlích, které leží nad limnigrafickou stanicí Spytihněv. Ve Spytihněvi Morava kulminovala dne 11. 7. v 8 hodin průtokem přes $900 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Voda se tam sice udržela v korytě, avšak vedle něj po levé straně tekla souběžně druhá řeka, která se vytvořila právě pod Napajedly.

Povodňová vlna měla v důsledku obrovských rozlivů zcela nepředvídatelný průběh, a to zejména ve střední a dolní části povodí. Morava tekla v souvislém pásu, místy až 10 km širokém, a hloubka rozlivů dosahovala až 3 m. Oproti předpokládaným postupovým dobám při Q_{100} docházelo vlivem plnění inundačních území k mnohahodinovým zpožděním kulminací mezi jednotlivými stanicemi. Ke kulminaci ve Strážnici došlo až po 69 hodinách od doby kulminace ve Spytihněvi. Příčinou byly hlavně průtrže hrází a navíc voda, která se akumulovala v zaplaveném území, byla vzdutá hrázemi nebo silničními a železničními násypy a vytvářela nebezpečí náhlého protržení překážek a zvýšení

hladiny v řece Moravě. Ve Strážnici od 9. 7. se průtok ustálil přibližně na $600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ až do doby protržení náspu železniční tratě Bzenec–Veselí nad Moravou, který zadržoval velké jezero vody. Tím došlo k vytvoření umělé kulminace a vzniklá vlna dosáhla dne 14. 7. v ranních hodinách hodnotu $900 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (obr. 2 v bar. příloze).

Tabulka 2. Kulminační průtoky povodňové v červenci 1997 v povodí Moravy

Tok	Stanice	Plocha pov. [km^2]	Den	Ho-dina	Průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	N - letost
Moštěnka	Prusy	229,91	7.7.	21	223	> 100 L
Morava	Kroměříž	7014,44	10.7.	11	1034	> 100 L
Rusava	Chomýž	27,32	7.7.	14	40,5	> 100 L
Rusava	Třebětice	59,73	7.7.	19	44,6	20–50 L
Dřevnice	Zlín	311,99	7.7.	4	282	> 50 L
Morava	Spytihněv	7890,71	11.7.	8	920	> 100 L
Olšava	Uher. Brod	401,23	8.7.	9	140	10–20 L
Morava	Strážnice	9146,92	14.7.	5	900	> 100 L
Dyje	Podhradí	1750,7	20.7.	16	48,8	10 d
Dyje	Vranov	2223,86	17.7.	16	54,6	5 d
Dyje	Trávní Dvůr	3448,53	20.7.	16	58,1	> 1/2 L
Svratka	Borovnice	128,09	8.7.	1	41	5 L
Svratka	Dalečín	367,01	8.7.	2	128	50 L
Svratka	Vír p.p.	486,38	19.7.	19	61	10 L
Svratka	Vev. Bitýška	1480,17	8.7.	7	115	5 L
Svratka	Brno-Poříčí	1637,60	8.7.	11	111	2–5 L
Svitava	Hradec	49,50	8.7.	1	22,3	100 L
Svitava	Letovice	419,30	8.7.	8	97	> 100 L
Svitava	Bílovice	1116,56	9.7.	8	125	> 20 L
Svratka	Židlochovice	3938,73	8.7.	23	223	5–10 L
Jihlava	Dvorce	307,30	8.7.	12	12,5	5 d
Jihlava	Ptáčov-Třebíč	963,12	19.7.	8	44,3	1/2 L
Jihlava	Mohelno	1154,96	19.7.	17	34	1/2 L
Oslava	Oslavany	860,33	8.7.	11	68	1/2 L
Jihlava	Ivančice	2681,35	8.7.	19	69	5 d
Dyje	Nové Mlýny	11853,07	20.7.	7	280	5 L

Tento kulminační průtok byl pracovníky ČHMÚ změřen. Všechny výše uvedené kulminační průtoky přesáhly dosud platné hodnoty Q_{100} (tabulka 2). Hodnoty stoleté vody byly rovněž překročeny na přítocích střední Moravy, a to na Moštěnce v Prusích a Rusavě v Chomýži, zatímco Dřevnice ve Zlíně se stoleté vodě téměř přiblížila. Olšava v Uherském Brodu kulminovala 8. 7. průtokem odpovídajícím Q_{10} až Q_{20} . Z výše uvedených údajů je zřejmé, že významnost povodňové na horním a středním úseku Moravy je velmi těžké charakterizovat v hydrologii běžně používanými popisy extrémních jevů.

Rovněž objem povodňové vlny se vymyká všem doposud známým údajům. Například v Kroměříži, kde se průtoky vyhodnocují od roku 1916, objem povodňové vlny v době od 6. 7. do 10. 8. 1997 činil $964,985 \text{ mil. m}^3$, a tudíž je asi o 1/4 větší než doposud největší zaznamenaný objem.

Povodí Dyje, Svratky a Svitavy

V povodí Svratky měla mimořádný vliv na transformaci povodňové vlny nádrž Vír, která měla z důvodu stavby Vířského oblastního vodovodu sníženou hladinu v zásobním prostoru o 10 m. Tím se podařilo zadržet veškerý objem povodňové vlny s kulminací $128 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Průtok pod přehradou Vír dosáhl v kulminaci dne 9. 7. ve 12 hodin $38,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ s časovým zpožděním 21 hodin oproti kulminaci Svratky v Dalečíně ležícím nad přehradou. Údolí Svratky tak bylo uchráněno před většími záplavami. Horní Svitava kulminovala v časných ranních hodinách 8. 7. 1997 průtoky kolem Q_{100} a 9. 7. ráno byla velikost této vody transformována na Q_{20} v Bílovcích nad Svitavou. Svratka pod soutokem se Svitavou v Židlochovicích měla svůj vrchol díky rychlejšímu odtoku ve Svratce den před tím – 8. 7. ve 23 hodin na úrovni Q_5 až Q_{10} . V povodí Svratky a Svitavy docházelo k vyběření toků jen místně s rychlým navrácením vody do koryt (např. Borovnice, Dalečín, Svitavy, Letovice apod.). Tím, že na nejdůležitějším pravostanném přítoku Moravy – řece Dyji – nevznikla povodňová situace, nedosáhly kulminační průtoky na Moravě po soutoku s Dyjí na slovenském území významné hodnoty.

Celkový odtok plavenin na Moravě ve Strážnici jen za červenec 1997 činil $328\,238 \text{ t}$, což je množství 26krát vyšší než průměrný měsíční odtok plavenin za posledních 10 let.

Povodí Labe

Mimořádné srážky, které zasáhly v červenci 1997 především oblast Krkonoš, Broumovské vrchoviny, Orlických hor, horní části povodí Tiché Orlice a Loučné a Českomoravskou vrchovinu, byly příčinou dvou vln povodní, které postihly východočeský region v průběhu druhé poloviny první červencové dekády a následně koncem druhé a počátkem třetí dekády měsíce července.

Příčinné srážky pro první vlnu povodní se vztahují k období od 3. 7. do rána 8. 7. 1997. Nejvyšší úhrny srážek za toto období byly zaznamenány v oblasti Krkonoš od 150 do 322 mm (Horní Malá Úpa) s maximální intenzitou srážek 50 mm/5 hodin naměřenou v Peci pod Sněžkou dne 7. 7. 1997, v horní části Metuje a české části povodí Stěnavy od 120 do 200 mm (Teplice n. Metují), s maximální intenzitou 39 mm/5 hodin naměřenou v Broumově, v oblasti Orlických hor od 120 do 170 mm (Zdobnice), v horní části povodí Tiché Orlice a Loučné od 150 do 263 mm (Mikuleč), v oblasti Českomoravské vrchoviny a Železných hor od 110 do 165 mm (Svratouch) s maximální zaznamenanou intenzitou 24 mm/5 hodin v Seči. V Podkrkonoší a zbývajících oblastech již nebyly srážky tak výrazné a jejich úhrn za výše uvedené období 3.–8. 7. 1997 nepřesáhl 100 mm. Nejnižší úhrny byly naměřeny na srážkoměrných stanicích v povodí Cidliny a Mrliny od 18 do 55 mm.

Počátkem července se průtoky v profilech vodoměrných stanic pohybovaly na hodnotách odpovídajících 330denním (Svídnice – Chrudimka) až 90denním vodám (Malá Čermná – Tichá Orlice). Následkem srážek, spadlých ve dnech 3.–5. 7., došlo ke zvýšení průtoků, které v neděli 6. 7. ráno dosahovaly v horních úsecích toků úrovní 60–120denních vod, na Třebovce v Hylvátech až půlletého průtoku. Průtoky v dolních částech toků se pohybovaly na hodnotách 120denních, na Cidlině a Mrlině pak pouze 240–300denních vod. V odpoledních a večerních hodinách dne 6. 7. nastal prudký vzestup hladin na tocích, především v oblasti Krkonoš, horní části povodí Tiché Orlice, v povodí Třebovky a horní části povodí Loučné. Na přelomu 6. a 7. 7., respektive v časných ranních hodinách v pondělí 7. 7., byly již na výrazném vzestupu hladiny prakticky na všech horních úsecích toků odvádějících vodu z oblastí nejvíce postižených trvalými vydatnými srážkami (Broumovská vrchovina, Orlické hory, Českomoravská vrchovina a Železné hory). V této době bylo již dosaženo 3. stupně povodňové aktivity (SPA) na horním Labi ve Špindlerově Mlýně, Úpě v Horním Maršově a Třebovce v Hylvátech.

V pozdějších ranních hodinách kulminovalo Labe ve Špindlerově Mlýně na přítoku do nádrže Labská při průtoku $120 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá hodnotě $Q_{20}-Q_{50}$. Oproti ránu 6. 7. šlo o zvýšení odtoku o více než $110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Současně bylo dosaženo 3. SPA v úseku Labe nad Jaroměří, v dolní části povodí Úpy, v povodí Metuje, Stěnavy, horní části povodí Divoké Orlice a Tiché Orlice, v horní části povodí Loučné, Chrudimky a Doubravy. V nočních hodinách ze 7. na 8. 7. 1997 a v časných ranních hodinách 8. 7. kulminovaly povodňové vlny na horním toku Metuje při průtoku cca $49 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{50}) v Maršově n. Metují a $84 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{20-50}) v Hronově.

Funkce přehradních nádrží na Labi a Úpě a rozliv vody do inundací v dolních částech toku Metuje mezi Novým Městem nad Metují a Jaroměří byly příčinou významné transformace povodňových vln na těchto tocích, což mělo příznivý důsledek pro úsek Labe od Jaroměře po Hradec Králové, kde kulminační průtok dosáhl úrovně Q_5 (2. SPA).

Dále byly v této době zaznamenány kulminace povodňových vln na Stěnavě v Otovicích při průtoku cca $120 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{20-50}) v horní části povodí Divoké Orlice na přítoku do nádrže Pastviny cca $120 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($Q_{20}-Q_{50}$), na pravostranných přítocích Divoké Orlice na hodnotách průtoků odpovídajících 10–20leté vodě, v horní části povodí Tiché Orlice v Sobkovicích při průtoku $110 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, v Hylvátech na Třebovce $65 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a Dolních Libchavách při cca $190 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Průtoky na Tiché Orlici hodnotíme jako stoleté. V profilu vodoměrné stanice v Dolních Libchavách představovala kulminace při stavu 433 cm vzestup hladiny oproti ránu dne 6. 7. o téměř 4 m. Další kulminace byly v časných ranních hodinách zaznamenány na Loučné v Litomyšli při průtoku $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, kdy i tento průtok je hodnocen jako stoletý, dále na horním toku Chrudimky v Hamrech (odtok z nádrže) při průtoku $29 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ($Q_{20}-Q_{50}$) a horním toku Doubravy na přítoku do nádrže Pařížov při průtoku $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{10}).

V ranních hodinách 8. 7. byly dosaženy a překročeny 3. SPA na dolním toku Divoké Orlice, Tiché Orlice, na spojené Orlici, na Labi pod Orlicí, na dolním toku Loučné, Chrudimky a Doubravy.

V noci z 8. na 9. 7. kulminovala Tichá Orlice v závěrovém profilu v Malé Čermné při stavu 481 cm ($250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$), což hodnotíme jako vodu větší než stoletou. Vzestup hladiny oproti ránu 6. 7. představuje 3,5 m (zde jde o velmi plochou kulminaci v důsledku dotoku vody z širokých inundací). Současně byla zaznamenána kulminace povod-

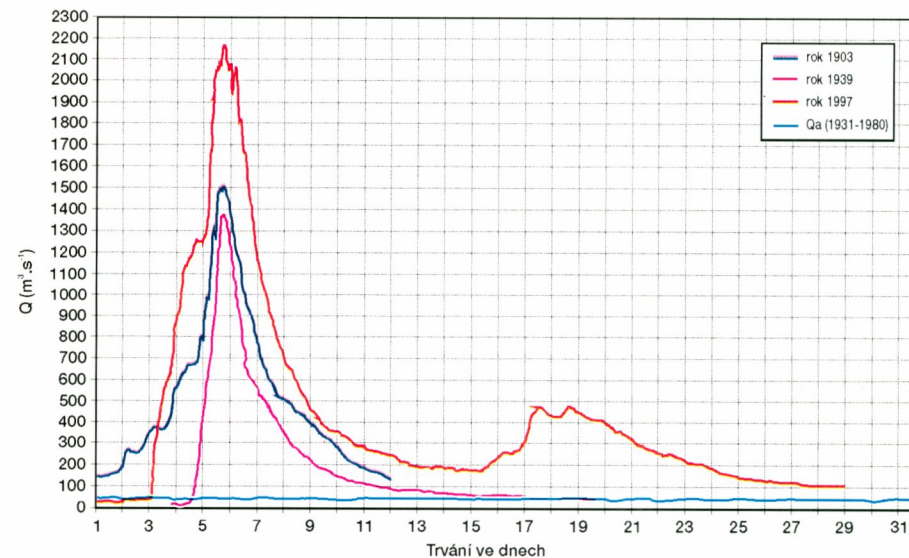
ňové vlny na Novohradce v Uhřeticích při průtoku $45 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ na úrovni Q_2 – Q_5 . Na Labi v Přelouči byl v této době dosažen 3. SPA.

Labe pod Hradcem Králové kulminovalo 9. 7. v odpoledních hodinách na 601 cm, což je vodní stav o téměř 5 m vyšší oproti stavu hladiny před povodňovou situací, při $510 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_{10} – Q_{20}). V profilu Přelouč byla zaznamenána kulminace na úrovni 456 cm při průtoku $570 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_5 – Q_{10}).

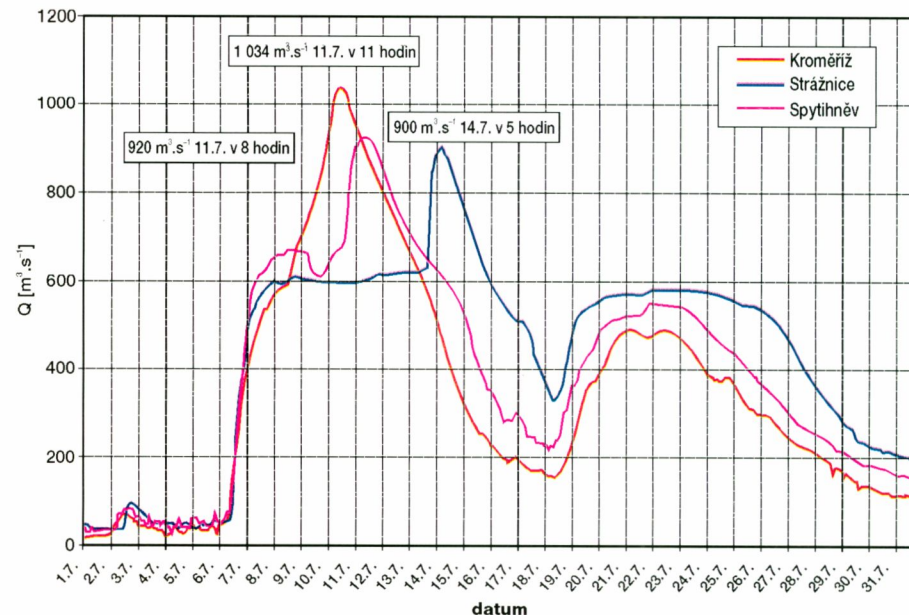
Tabulka 3. Kulminační průtoky povodně v červenci 1997 v povodí Labe

Tok	Stanice	Plocha povodí [km ²]	Den	Ho-dina	Průtok [m ³ .s ⁻¹]	N-letost
Labe	Špindlerův Mlýn	52,92	7.7.	9	120	20–50
Labe	Špindlerův Mlýn	52,92	19.7.	9	140	50–100
Labe	Němčice	4301,4	9.7.	16	510	10–20
Stěnavá	Otovice	212,74	8.7.	4	120	20–50
D. Orlice	Nekoř	183,78	8.7.	5	110	20–50
D. Orlice	Kostelec	490,31	8.7.	7	180	20–50
T. Orlice	Malá Černná	689,96	9.7.	4	250	100
Orlice	Týniště	1590,75	8.7.	18	440	50–100
Třebovka	Hylváty	174,23	8.7.	4	65	20–50
Loučná	Dašice	626,00	9.7.	18	61	20
Novohradka	Úhřetice	459,35	9.7.	1	45	2–5
Novohradka	Úhřetice	459,35	20.7.	21	45	2–5
Chrudimka	Nemošice	851,86	9.7.	11	130	10–20
Chrudimka	Nemošice	851,86	21.7.	5	126	10

Příčinné srážky pro druhou vlnu povodni jsou vázány na období od 17. 7. do rána 20. 7. 1997. Nejvyšší úhrny srážek v tomto období byly zaznamenány v oblasti Krkonoš od 97 do 238 mm (Labská bouda), s maximální intenzitou srážek 137 mm za 12 hodin, naměřenou na Labské boudě 18.–19. 7., v povodí Stěnavy až 108 mm (Vižňov), v oblasti Českomoravské vrchoviny a Železných hor až 102 mm (Krásné).



Obr. 1. Hydrogramy vybraných povodní na Odře v Bohumíně



Obr. 2. Průběh průtoků na řece Moravě, červenec 1997 (2 grafy k článku autorů Soukalová, Řehánek, Šiftař)



Čistírna odpadních vod s přerušovaným provozem v Radovesici u Kolína (návrhová kapacita 500 až 550 obyvatel, sestava dvou reaktorů – DIBLOK)



Čistírna odpadních vod s přerušovaným provozem v Křečhoři u Kolína (návrhová kapacita 500 až 550 obyvatel, sestava dvou reaktorů – DIBLOK, reaktory jsou překryty poklopy (k článku ing. Justa – 2x foto autor)

Ve dnech 16. 7. 1997 a následně 17. 7. po vydání upozornění na intenzivní srážkovou činnost, očekávanou v nadcházejícím období, zahájil správce toků vyprazdňování zásobních prostorů nádrží v oblastech, kde byly vydatné srážky předpokládány. Dne 17. 7. ráno se průtoky v profilech vodoměrných stanic pohybovaly na hodnotách odpovídajících 270denním vodám (Mrlina-Vestec) až půlletému průtoku (Chrudimka-Svidnice).

V průběhu druhé vlny povodní byla nejkritičtější situace v povodí horního Labe nad nádrží Labská. Již na přelomu 18. a 19. 7. byl na tomto úseku Labe dosažen 3. SPA. Povodňová vlna na Labi v profilu Špindlerův Mlýn na přítoku do nádrže Labská kulminovala při průtoku cca $140 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, což odpovídá téměř stoletému průtoku. Postupující povodňová vlna byla pak pod nádrží Les Království transformována natolik, že maximální průtok zde již nepřekročil $90 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (Q_2-Q_5), což je již neškodný odtok pro úsek Labe pod nádrží Les Království. Úsek Labe nad nádrží Les Království byl v podstatě jediným, na kterém v průběhu druhé vlny povodní kulminační průtoky překročily hodnoty kulminací z první vlny červencových povodní.

Závěr

S ohledem na skutečnost, že vyhodnocení povodní bude ukončeno 30. června, je možné, že v některých vodoměrných stanicích uvedené hodnoty kulminačních průtoků mohou být upřesněny.

Celkově lze konstatovat, že povodeň v červenci 1997 v povodí Odry, Moravy a Labe byla výjimečná ve srovnání se všemi dosud pozorovanými povodněmi v těchto povodích jak co do velikosti spadlých srážek, tak co do dosažení kulminačních průtoků a objemů povodňových vln. Povodeň můžeme podle ČSN 73 6530 považovat za katastrofální povodeň, které nelze zabránit.



ČISTÍRNÝ ODPADNÍCH VOD S PŘERUŠOVANÝM PROVOZEM

Ing. TOMÁŠ JUST

Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Praha

V klasické aktivační čistírně tvoří biologický stupeň přinejmenším dvě různé nádrže – aktivační (biologický reaktor) a dosazovací (separátor biologického kalu). V čistírně odpadních vod s přerušovaným provozem se procesy aktivační a dosazovací střídají v jedné nádrži. Čistírna pak může být po stavební stránce jednodušší a úspornější. Proces probíhá v cyklech a jednotlivé fáze mohou být jednoduše řízeny časově. Bez dalších úprav je možné do cyklu vkládat klidové fáze, v nichž může probíhat denitrifikace. Vsádkový režim umožňuje při dostatečné objemové rezervě účinně vyrovnávat kolísání přítoku. Řízení však je technicky náročnější než v případě kontinuálních procesů, prakticky se neobejde bez počítače. Kromě nejmenších čistíren se zpravidla používá dvojice stejných nádrží, které pracují se vzájemně vhodně posunutými cykly.

Takzvané monoblokové čistírny byly u nás v minulosti typizovány a postaveny v řadě míst k čištění komunálních i průmyslových vod. Jejich provoz však byl spojen s různými obtížemi. Povrchové aerátory – vertikální rotory na trojnožce s charakteristickými třemi červenými kulovými plováky – za přerušovaného provozu v zimě namrzaly. Mechanické řízení plovákovými spínači a hodinovými stroji nebylo schopné zajistit potřebnou flexibilitu provozu čistírny. Na menších tocích někdy způsobovalo vodohospodářské problémy nárazové vypouštění vyčištěné vody – zvláště když při nedokonalosti řízení pracovního cyklu docházelo k únikům kalu. Z uvedených důvodů se tento náš typ čistíren, na rozdíl od úspěšných kombibloků, dál ne rozvíjel a postupně mizel.

Princip přerušovaného provozu se u nás znovu objevil v devadesátých letech, v podstatě inspirován zahraničními předlohami. Jde o novou generaci malých čistíren, využívající jemnobublinné pneumatické aerace a počítačového řízení provozu. Princip se označuje zkratkou, odvozenou od anglického názvu hlavního funkčního prvku čistírny – SBR (Sequencing Batch Reactor – reaktor s přerušovaným provozem). Těchto čistíren byla postavena celá řada a již jsou k dispozici několikaleté provozní zkušenosti. Další objekty se budují nebo připravují. V této situaci přistoupilo Ministerstvo zemědělství ČR k hodnocení čistíren s přerušovaným provozem a pověřilo tímto úkolem v roce 1997 Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v Praze. Hodnoceny byly čistírny v Křivsoudově u Vlašimi, dvě malé čistírny v Ratboři u Kolína a čistírna v Konstantinových Lázních u Stříbra, která představuje přechodný typ mezi kontinuálním a přerušovaným provozem.

Čistírna obvykle sestává z hrubého předčištění, jedné nebo dvou nádrží s přerušovaným provozem (dále jen biologická nádrž) a kalového hospodářství. Pravidlem je řízení provozu čistírny počítačem. Obvyklé vybavení biologické nádrže:

- přítoková armatura, včetně automaticky ovládaných regulačních uzávěrů;
- provzdušňovací systém, zpravidla jemnobublinný;
- plovákové rameno nebo podobné zařízení a čerpadlo k odtahu vyčištěné vody z hladiny nádrže;
- hladinoměrné sondy nebo plováky kontrolující mezní hladiny vody;
- bezpečnostní přeliv.

Někdy je nádrž vybavena též vrtulovým míchadlem pro denitrifikační fáze.

Různými způsoby se kombinuje časové a hladinové řízení jednotlivých operací. Počítač je zpravidla schopen měnit délky některých fází v závislosti na množství přitékající odpadní vody.

Možné uspořádání pracovních cyklů paralelní dvojice nádrží ukazuje příklad čistírny v Křivsoudově u Vlašimi – *tabulka 1*.

Dvojice nádrží tu pracuje ve vzájemném posunu 12 hodin. Příznivé zatěžovací poměry umožňují členit cyklus dvěma denitrifikačními fázemi, pro jejichž dobrý efekt jsou nádrže vybaveny míchadly. Neobvyklé pro čistírnu o kapacitě cca 450 obyvatel tu je chemické srážení fosforu koagulantem. To v dané situaci vychází z polohy čistírny ve vodárenském povodí Želivky. Z téhož důvodu má tato čistírna další specifikum – akumulační nádrž na vyrovnávání odtoku vyčištěné vody. (Jedna z dvojice nádrží je v tomto případě trvale zatěžována nočním přítokem; v situaci, kdy vedlejší nádrž není přetížena, lze v tom spatřovat provozní rezervu.) Základní řízení procesu je časové, jemu podřízené je hladinové řízení. V řídicím počítači jsou nastaveny úrovně hladiny, kterým odpovídají určité technologické reakce – hlášení minimální hladiny, vypnutí čerpadla vyčištěné vody, rozhodovací výška (počítač rozhoduje podle rychlosti plnění nádrží o úpravách délek fází), nominální pracovní výška, hlášení poruchy, bezpečnostní přeliv.

Při výpadku řídicího počítače je možné ruční přestavení provozu čistírny – levá nádrž pracuje nadále jako aktivační ve fázi nitrifikace, pravá nádrž jako dosazovák. Ručně se nastavuje recirkulace kalu. Při zvýšených přítocích, ke kterým dochází po srážkách, přestože kanalizace je splašková, může řídicí systém krátit jednotlivé fáze pracovního cyklu.

Podobného uspořádání, byť poněkud jiné struktury řízení, je čistírna v Ratboři I (400 obyvatel).

Typ nejmenší čistírny s jediným reaktorem představuje Ratboř II, postavená pro 200 obyvatel. Čistírnu tvoří jediný stavební blok z betonu, v němž se nalézají čtyři nádržní prostory. Přítok odpadní vody vstupuje do usazovací nádrže a pokračuje přes provzdušňovací filtr (vývoj Ing. Topola).

Tabulka 1. Režim biologických nádrží ČOV v Křivsoudově

Hodiny	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5		
Levá nádrž	napouštění												D	denitrifikace												
Pravá nádrž	denitrifikace			nitrifikace			nitrifikace			denitrifikace			denitrifikace			denitrifikace			nitrifikace			dosazování			čerpání	
	denitrifikace			nitrifikace			nitrifikace			nitrifikace			denitrifikace			denitrifikace			nitrifikace			dosazování			čerpání	
napouštění																										
Pravá nádrž	denitrifikace			nitrifikace			nitrifikace			nitrifikace			denitrifikace			denitrifikace			nitrifikace			dosazování			čerpání	
	denitrifikace			nitrifikace			nitrifikace			nitrifikace			denitrifikace			denitrifikace			nitrifikace			dosazování			čerpání	

D – dávkování koagulantu

Následuje akumuláční a vyrovnávací nádrž, dimenzovaná na dvojnásobek objemu zpracovávaného v jednom cyklu.

Přelivem je tato nádrž spojena s druhou, záložní akumuláční nádrží. V této nádrži je umístěn bezpečnostní přeliv do odtoku z čistírny. V obou akumuláčních nádržích jsou osazena čerpadla pro čerpání surové vody do vlastní biologické nádrže (SBR). Ta pracuje v režimu: plnění (střídá se provzdušňování a klid) – aktivace – dosazování – čerpání vyčištěné vody – čerpání kalu do usazovací nádrže.

Fáze aktivace, dosazování a čerpání kalu jsou časově řízeny počítačem. Fáze plnění je ohraničena polohami hladiny v biologické nádrži; kapacitou čerpadla je dána jako dlouhodobá. Během plnění se střídá provzdušňování a klid biologické nádrže v intervalech nastavených v počítači. Čerpání vyčištěné vody je řízeno nastavenými polohami hladin přes plovákové spínače. Počítač zaznamenává počet cyklů, a podle toho množství vyčištěné vody. Kal se shromažďuje v usazovací nádrži, odkud je příležitostně vyvážen cisternou.

Neobvyklou čistírnu v Konstantinových Lázních tvoří hrubé předčištění, dvojice vzájemně trvale propojených

(biologických) nádrží se střídavým aktivačním a dosazovacím provozem a kalové hospodářství. Hrubě předčištěná odpadní voda přitéká přes rozdělení ovládané počítačově řízenými elektropohony střídavě do levé, nebo do pravé biologické nádrže. Nádrž, do níž přitéká odpadní voda, je v režimu aktivačním, se zapnutým provzdušňováním. V téže době je druhá nádrž (s první trvale propojená) v klidu jako dosazovák. Střídání probíhá po sedmi hodinách. Střídání začíná ukliďněním dosud aerované nádrže a přenesením přítoku odpadní vody do druhé nádrže. Následuje přechodová fáze, kdy jsou obě nádrže v klidu. Po nezbytném usazení kalu v první nádrži se přenáší odběr vyčištěné vody z druhé do první nádrže. Průběh těchto operací je nastaven časově. Hladinovými sondami je řízena regulace odtoku vyčištěné vody děrovanou trubkou, fixně umístěnou nehluboko pod hladinou nádrže.

Pochybně je vyřešeno kalové hospodářství této čistírny. Uskladňovací nádrž pojme pouze týdenní produkci přebytečného kalu, následujícím krokem má být odvodnění v pásovém filtračním lisu. Ovšem množstvím kalu, které produkuje 700 obyvatel za týden, nemá cenu pásový lis špinit. A tak se lisu nepoužívá a čistírna je závislá na častém vyvážení zahuštěného kalu automobilními cisternami.

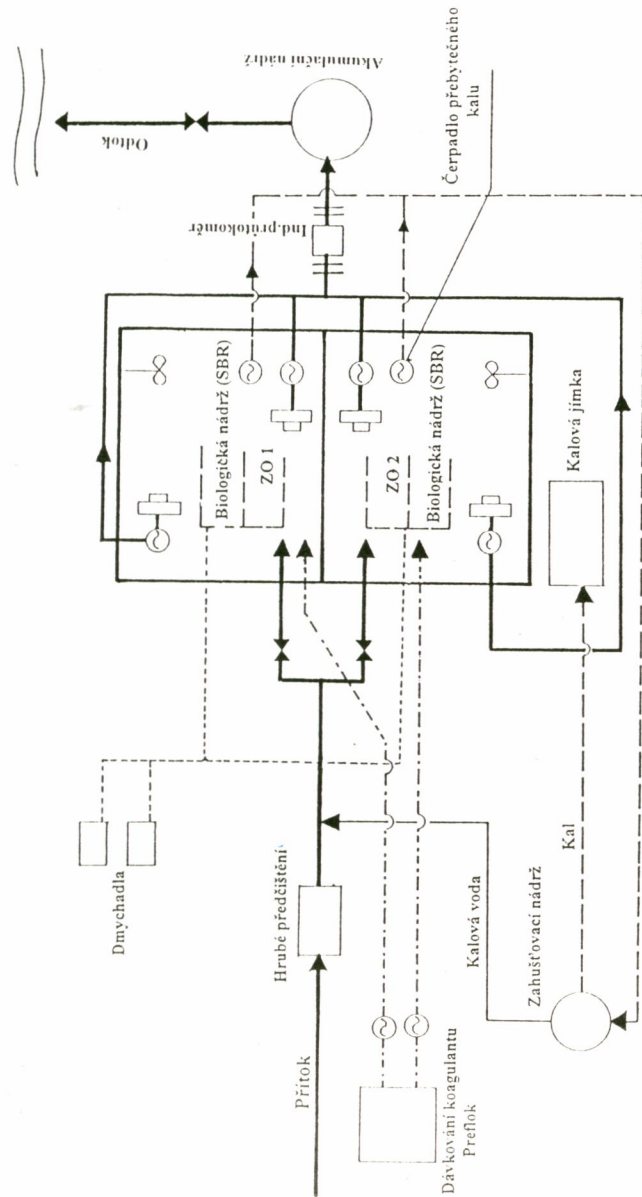
Při sledování bylo zjištěno skromné zásobení systému kyslíkem, zvýšený odtok organického znečištění (vyjadřovaného v BSK₅) a nerozpuštěných látek, zato však vysoký stupeň eliminace celkového dusíku – všem při zachování nezanedbatelného podílu dusíku v amoniakální formě. Pravděpodobnou příčinou je denitrifikační flotace kalu v nádrži v klidové fázi a zhoršení biologických vlastností kalu v důsledku příliš dlouhých usazovacích fází bez provzdušňování (7 hodin). Dlouhá usazovací fáze se jeví jako rizikový moment dané koncepce čistírny, představující přechod mezi přerušovanými a kontinuálními provozy. Tuto fázi nelze příliš zkracovat, neboť současně dochází ke zkracování fáze aktivační.

S vlastní technologií čistírny bezprostředně nesouvisejí vysoké pořizovací náklady. Ty byly způsobeny zejména předimenzováním čistírny na téměř trojnásobek skutečně potřebné kapacity, luxusní výstavbou tří provozních budov a zbytečným pořízením pásového filtračního lisu.

Výsledky hodnocení čistíren

Na základě všeobecné literární rešerše a hodnocení vybraných čistíren byly formulovány následující závěry:

1. Čistírny s přerušovaným provozem moderní koncepce, založené na počítačové řízení, se v zahraničí i v České republice standardně uplatňují jako jedna z možností čištění odpadních vod zejména z malých zdrojů.



Obr. 1. Technologické schéma ČOV Křivsoudov

2. Na základě výsledků zkušebních provozů a vlastního sledování VÚV lze čistírny v Křivsoudově a v Ratboři I pokládat za schopné až velmi dobré funkce. Výsledky hodnocení jsou uspořádány v *tabulce 2*. Čistírny však pracovaly při zatížení podstatně nižším než návrhovém. V provozu nebylo možné prakticky zvýšit zatížení na návrhové hodnoty. V čistírně Ratboř II bylo sledováním VÚV TGM zachyceno zhoršení odtoku v ukazateli BSK₅. Po mechanicko-provozní stránce byla však i tato čistírna v pořádku, výsledky předcházejícího zkušebního provozu byly příznivé.
3. Současně byla hodnocena čistírna v Konstantinových Lázních, představující přechodný typ mezi kontinuálními a přerušovanými provozy. Dosahuje sice přijatelných, nikoliv však vynikajících výsledků. Podle všeho jde o limitaci danou technologickým schématem. Křížové střídání aktivační a dosazovací fáze ve dvou trvale propojených a kontinuálně protékavých nádržích přináší kompromisní nastavení jednotné procesní doby, v daném případě 7 hodin. Tato doba je příliš dlouhá pro dosazování a způsobuje při něm denitrifikační flotaci kalu. Přítom ji nelze příliš zkracovat, protože by se současně zkracovala fáze aktivační.
4. Za přínosné a již během zkušebních provozů zmiňovaných čištění přijatelně dopracovatelné lze pokládat řešení odtahu vyčištěné vody rameny na plovácích, a to jak v případě vývoje fy EKZA v Křivsoudově, tak fy VODA - PROJEKT v čistírně v Ratboři I.
5. Ve sledovaných čistírnách uspokojivě pracovaly počítačové řídicí systémy, které lze u přerušovaných provozů pokládat za nezbytnou náležitost. Časová a hladinová nastavení, s nimiž se v řízení čištění pracuje, jsou schopna zpravidla řešit přítoky srážkových vod. Ve všech sledovaných čistírnách představuje dostatečnou rezervu krácení pracovních fází. Všechny počítačové řídicí systémy jsou připraveny k obnovení vlastní činnosti v případě výpadku elektrického proudu.
6. Konstrukce všech čištění pamatují na možnost výpadku počítačového řízení a umožňují ruční ovládání procesů. Oproti běžným čistírnám s kontinuálním provozem však je takové ruční řízení podstatně náročnější a nelze je provozovat trvale. Každá operace pak totiž vyžaduje přítomnost obsluhovatele. Pokrok v této záležitosti představuje čistírna v Křivsoudově, kde lze provést ruční přestavbu na v podstatě kontinuální provoz – dvojici reaktorů postavit do série s tím, že první funguje jako aktivace, druhá jako dosazovací nádrž.
7. Počítačové řízení procesů, které pro majitele čistírny zpravidla představuje „černou skříňku“, zvyšuje jeho závislost na odborném technologickém servisu. Pokud je firma poskytující tuto službu kvalitní, lze to pokládat spíše za přednost, neboť je tak trvale zajištěn základní odborný dohled nejen nad řídicím systémem, ale i nad celou čistírnou.

Tabulka 2. Základní hodnocení sledovaných čistíren – podle sledování VÚV TGM Praha

	Křivsoudov	Konst. Lázně	Ratboř I	Ratboř II
Počet obyvatel návrhový	450	1800	400	200
Počet obyvatel připojených	450	700	80	50
Termín sledování	červen–říjen 97	říjen 97	říjen 97	říjen 97
Látkové zatížení (% návrhu)	50–60 %	25 %	30 %	30–50 %
Teplota vody při sledování	11 °C	15 °C	10 °C	11 °C
Doba trvání aktivační fáze	12 h	7 h	13 h	11 h
Biologické hodnocení kalu	drobné vločky, málo vláken, menší množství volných bakterií	silně vláknitý kal s větším množstvím volných bakterií	drobné vločky spojené vlákny Microthrix	drobné vločky spojené vlákny Microthrix
Eliminace organického znečištění (odtokové hodnoty BSK ₅)	dobrá až velmi dobrá (převážně do 20 mg/l)	slabá (50 mg/l)	velmi dobrá (7 mg/l)	slabá (43 mg/l)
Separace nerozpuštěných látek (odtokové koncentrace NL)	dobrá až velmi dobrá (převážně do 20 mg/l)	ještě přijatelná, slabá (45 mg/l)	velmi dobrá (10 mg/l)	velmi dobrá (10 mg/l)
Průběh nitrifikace (odtokové koncentrace N-NH ₄ ⁺ v mg/l)	dobry (převážně do 3 mg/l)	dobry (3 mg/l)	velmi dobrý (0,3 mg/l)	neúplný (21 mg/l)

Eliminace celkového dusíku	velmi dobrá 58 až 84 %	velmi dobrá 80 %	dobrá 57 %	dobrá 41 %
Eliminace celkového fosforu (odtokové koncentrace P _c v mg/l)	dobrá (2 mg/l; s chem. sráž. do 1 mg/l)	přiměřená (8,8 mg/l)	přiměřená (7,5 mg/l)	přiměřená (13,3 mg/l)
Strojně technologické problémy	běžné, přijatelné	nevhodně koncipované kal. hosp.	nejsou	nejsou
Provozní problémy	běžné, přijatelné	běžné; tvorba pěny	nejsou	ztráta kalu
Spec. pořizovací náklady při návrhovém počtu obyvatel (Kč/obyvatele)	10 220,-	11 700,-	4 125,-	5 000,-
Spec. pořizovací náklady při počtu obyvatel skutečně napojených (Kč/obyvatele)	10 220,-	30 000,-	20 625,-	20 000,-
Spec. pořizovací náklady (Kč/m ³ vyčištěné vody)	9,80	15,70	9,04	12,20
Spec. provozní náklady (Kč/m ³ vyčištěné vody)	15,-	6,10	5,30	5,12
Spec. spotřeba elektřiny (kWh/m ³)	1,86	2,25 až 3,0	0,6 až 0,7	0,6 až 0,7

Specifické pořizovací náklady jsou vypočítány odpisovou metodou za předpokladu 20leté životnosti čistíren vycházejí z aktuálních množství čištěné vody.

8. Provozovatelé sledovaných čistíren neudávali výskyt významnějších problémů v zimním provozu, a to ani u otevřených nádrží.
9. Na základě provedených hodnocení lze hodnocení čistírny s přerušovaným provozem (Křivsoudov a Ratboř I a II) pokládat za srovnatelné s klasickými čistírnami obdobných velikostí, s kontinuálním provozem.
10. V případě kombinované technologie, uplatněné v Konstantinových Lázních, doporučujeme v provozu ověřit možnosti optimalizace provozních parametrů a efektů, respektive míru určenosti slabších čistících efektů v základních ukazatelích technologickou koncepcí.

Literatura

- Wanner, J., Koller, J.: Nová modifikace aktivace – systém SBR a CASS. VTEI 1/1995.
- Hlavínek, P., Čechová, P.: Čistírny odpadních vod s přerušovaným provozem. SOVAK 1/1996.
- Pišařová, M.: Ověřování čistírenských celků do 500 ekvivalentních obyvatel. Průběžná zpráva. VÚV TGM Praha, 1994.
- Pišařová, M.: Provozní ověřování funkce čistíren typ CNP (výrobce BMTO Liberec). VÚV TGM Praha, 1995.
- Pišařová, M., Fuchs, P.: Provozní ověřování funkce čistíren odpadních vod se SBR reaktory. VODA - PROJEKT Kolín, technická pomoc, zpráva o spolupráci, VÚV TGM Praha, 1995.
- Just, T. a kol.: Zhodnocení funkční a výkonové způsobilosti čistíren odpadních vod s přerušovaným provozem. Výzkumná zpráva, VÚV TGM Praha, 1997.

SUMMARY

Wastewater Treatment Plants with Interrupted Operation

In 1997, the T. G. Masaryk Water Research Institute Prague was carrying out, for the Ministry of Agriculture, an assessment of progressive wastewater treatment technologies with interrupted operation (the so-called SBR processes) as applied lately at a number of small treatment plants in the Czech Republic. A classic interrupted operation was examined at Křivsoudov near Vlašim and at two plants at Ratboř near Kolín. Attention was paid to the technical solution at Konstantinovy Lázně which combines a continual operation with elements of an interrupted one.

According to the research results, the wastewater treatment plants with interrupted operation are able to achieve standard results at the level of a traditional continual operation with comparable operational costs and

conditions. In terms of technology, the major difference consists in computer control, by means of which specific situations can also be handled, such as fall-out loss of electrical energy or torrential rains. The chief advantage of interrupted operation is a cost-saving in the building part of the plant as well as the possibility of an effective technological control by means of mastering the length of process phases. As a disadvantage there may appear a dependence of the operator, for whom the control system represents only a black box, on the expert technological service. And by contrast, it is a positive achievement that, together with the control system, the whole treatment plant is permanently or at least occasionally under expert supervision. The combined technical solution of the treatment plant at Konstantinovy Lázně has proved to be operation-worthy. However, the process configuration obviously represents a limit of attainable qualitative parameters.

AKTUÁLNÍ OTÁZKY VODÁRENSKÉ BIOLOGIE 1998

Alena a Vladimír Sládečkoví, Praha

KONFERENCE

Ve dnech 4.–5. 2. 1998 se konal za účasti 180 odborníků v Klubu techniků ČSVTS v Praze na Novotného lávce seminář s tradičním názvem, již čtrnáctý v pořadí. Sborník s 38 příspěvků (170 stran) byl k dispozici již při prezentaci. Překvapila barevná příloha, kterou autoři pořídili na vlastní náklady. Čtyři další příspěvky se do sborníku nedostaly.

Seminář zahájil hlavní garant Ing. Josef Šťastný, CSc., informacemi z resortu zemědělství k dané problematice.

B. Havlík z Ministerstva zdravotnictví ČR stručně popsal obsah tří nových vyhlášek MZ z r. 1997, z nichž č. 292/1997 Sb. se týká přírodní minerální vody, stolní vody a kojenecké balené vody.

L. Žáček popsal změny kvality pitné vody v distribuční síti a diskutoval zejména ty, které vznikají následkem koroze nechráněného ocelového a litinového potrubí. *J. Hubáčková* a *J. Jindra* předložili první výsledky z výzkumného úkolu o změnách kvality pitné vody při dopravě potrubím z ÚV Plav do Tábora. Zkoumali hlavně korozi a tvorbu biofilmů.

K. Kratzer představil výsledky monitoringu jakosti pitných vod, prováděného Státním zdravotním ústavem od r. 1994. Z grafů lze vyčíst, které

limitní hodnoty ukazatelů byly nejčastěji překročeny (např. hliník, koliformní zárodky, chloroform) a které městské vodovodní sítě překročily (v %) limitní hodnoty. Nejlepší situace byla zjištěna v Praze a v Kroměříži. K. Frank a H. Šimková se zabývali problematikou rozšíření tohoto monitoringu a podali řadu nových podnětů určených k projednání mezi rezorty. Jde hlavně o četnost rozborů a jejich rozsah s ohledem na počet zásobovaných obyvatel.

H. Šefcová referovala o nových poznatcích o účinnosti UV záření a ultrafiltrace při dezinfekci pitné vody a základní údaje srovnala i s účinkem chloru. Při UV záření mohou být některé bakterie jen poškozeny a část jich může opět ožít, což autorka označuje jako rekontaminace.

J. Häusler referoval o novinkách v mikrobiologii pitných vod zejména pro koliformní bakterie. Potěšila nás informace, že návrh na jednu „standardní“ metodu před několika lety, který umožňoval přes 250 variant a byl jak proti zásadám normalizace, tak i zdravého rozumu, byl již odvolán. V diskusi byl pak tento případ označen jako důkaz přirozeného samočištění ve vědě.

E. Franková, L. Tóthová a A. Šimonovičová srovnávaly výskyt půdních mikromycet v podzemních i povrchových vodách, v ovzduší a v půdě a vyvrátily domněnky, že jejich výskyt v podzemních vodách je dán vzdušnou kontaminací při odběru a zpracování. Rody *Acremonium* a *Hormiscium* tvoří dlouholetou či trvalou kontaminaci podzemních vod z půdy.

Š. Olejko, E. Büchlerová a L. Šuster odstraňovali dusičnany ze surové vody na pokusném reaktoru s autotrofní denitrifikací. Náběh reaktoru trval 30–60 dní a obsah dusičnanů pak poklesl za 7 dní z původních 120–130 mg.l⁻¹ na hodnoty 10–15 mg.l⁻¹. Reaktor bylo nutno pravidelně propírat, aby se odstranila biomasa odumřelých denitrifikačních bakterií z náplně, složené z granulované síry a drceného vápence. K. Munka a E. Büchlerová se pokusili optimalizovat účinnost nitrifikačního reaktoru opět v polopropozních podmínkách. Otevřený filtr měl náplň filtračního písku přirozeně preparovaného vyššími oxidy manganu. Proběhla úplná nitrifikace amonických iontů na dusičnany.

J. Ambrožová a J. Říha separovali pikoplanktonní sinici *Synechococcus capitatus* z údolní nádrže Janov vícestupňovou filtrací a nově vyvinutou metodou teplotní stratifikace. Sinice patří mezi obtížně separovatelné organismy při vodárenské úpravě. O tomto druhu bylo již referováno na minulém semináři a jeho obrázek se dostal na obálku sborníku.

A. Sládečková, F. Fedor a J. Šimková přednesli první výsledky z několikaletého sledování jakosti vody „od zdroje ke spotřebiteli“ z nádrže Přisečnice a úpravny vody v Hradišti poblíž Klášterce nad Ohří. Byla prokázána eutrofizace z lokalit, které byly zemědělsky využívány, a toxické účinky odtoku z úložiště odpadů z důlní činnosti ORPUS.

V. Šimko informoval o etapovitě výstavbě úpravny vody Turček, jejíž první etapa byla dokončena r. 1979 s výkonem 250 l.s⁻¹. Nyní byla rozšířena na

kapacitu 500 l.s⁻¹ s možností přetížení na 700 l.s⁻¹. Hlavním koagulantem je síran železitý. Hydrát vápenatý lze dávkovat ještě před hlavní koagulant nebo před rychlofiltry. Při zhoršení kvality vody lze ještě dávkovat manganistan draselný, pomocný koagulant a aktivní uhlí. Zdravotní zabezpečení filtrované vody obstarává UV záření, nicméně je k dispozici i nově rekonstruovaná chlorovna na plynný chlor.

J. Micka a A. Sládečková referovali o údolní nádrži Fláje a o úpravě vody Meziboří, které byly dány do provozu r. 1960 a od té doby ± pravidelně sledovány. Po rekonstrukcích r. 1987 a 1997 vyrábí nyní úprava vodu v úrovni „dobré vody“ pro kojecce. V nádrži se r. 1963 vytvořilo meromiktické vrstvení, avšak v průběhu let se situace vylepšila a stabilizovala.

V. Houk, D. Matulová a Z. Hodinářová popsali a dokumentovali vývoj kvality vltavské vody na lokalitě Praha-Podolí v letech 1987–1996, a to podle CHSK_{Mn}, dusičnanů a mikroskopického obrazu. Hodnoty CHSK se zlepšily vlivem nápravných opatření v povodí i útlumem výroby, kdežto koncentrace dusičnanů a biologický obraz se nezměnily.

D. Matulová, V. Houk a Z. Hodinářová srovnali biologické poměry v biosestonu Vltavy v Praze-Podolí za období 1987–1996 a upravené vody v témže období a odvodili, že na průnik organismů do pitné vody měly vliv nejen jejich počty a druhy (jejich velikost, tvar, aktivní pohyb, vývojové stadium, tvar a materiál schránek), nýbrž i použitá technologie (druh čističů, filtrů a koagulantu) a dodržování optimálního režimu úpravy v obou separačních stupních.

P. Vágnér si stěžoval na přetrvávající potíže v úpravě vody v Hrobicích a na šterkovišti Oplatil u Pardubic, způsobené přítomností mlže slávky (*Dreissena polymorpha*). V místech, kde se slávka přichytila v ozonizačním reaktoru, vznikla na austenitické nerezavějící oceli důlková koroze jako elektrochemický proces koroze pod úsadou. Protože do objektu proniká mlž v podobě veligerových larev plovoucích ve vodě, zabrání jim v tom mikrosíta o velikosti ok 50 μm. Toto opatření však nepotlačí tvorbu nárostů železitých a manganových bakterií, které se dostávají až do nerezového rozdělovače surové vody a působí tam rovněž korozi.

B. Staňková se zamyslela nad eutrofizací vodárenské nádrže Nová Říše, zásobující Jihlavu a Telč, a nad možnostmi technických opatření. Zatím byl realizován návrh na změnu výšky odběru vody v rozmezí hloubky 3,6 až 11,6 m pod maximální zásobní hladinou. Dále se uvažuje o prokysličování hlubších partií nádrže bez porušení teplotní stratifikace, což se ovšem týká jen letního období.

Margita Holobradá, Marta Holobradá a H. Otáhelová popsaly výskyt a rozrůstání vodních makrofyt ve vodárenských údolních nádržích Klenovec, Starina a Nová Bystrica. Jev považují za přirozenou sukcesí, urychlenou antropogenními vlivy. Situaci pomáhá vylepšit kosení porostů a odstraňování rostlinného materiálu z vody.

J. Duras zhodnotil někdy rozpornou roli rybníků v povodí vodárenských toků. Jejich vliv nelze posuzovat paušálně, nýbrž diferencovaně podle vodohospodářských hledisek a místních podmínek. Řadou různých opatření lze vliv rybníků modifikovat.

K. Šimek, M. Comerma, J. C. Garcia, J. Hejzlar, P. Kojecká a J. Nedoma pojednali o eliminaci bakteriálního znečištění v podélném profilu nádrže Sau v Katalánsku a nádrže Řimov. V obou případech se počty bakterií zmenšovaly díky vyžírání planktonními prvky, především nálevníkem *Halteria grandinella*. Autorům se podařilo rozlišit několik skupin proteolytických bakterií.

J. Hejzlar, Š. Stolinová a B. Knesl studovali příčinu jarních maxim fytoplanktonu v nádrži Švihov v letech 1992–97 a dokázali, že fosfor je hlavním faktorem limitujícím rozvoj fytoplanktonu. V pozdním jaru a v létě se uplatňuje i křemík. Ve hře je ještě celá řada zatím neobjasněných faktorů biotické i fyzikálně chemické povahy. O. Čunta podal stručnou zprávu o vývoji jakosti vody v nádrži Kružberk a o pokusech s odstraňováním biostonu při vodárenské úpravě.

V. Vrabec, I. Velecká a V. Sládeček podali výčet druhů našich plžů (*Gastropoda*), z nichž většina žije ve vodárenských tocích a nádržích. Zaznamenali i druhy již vyhynulé a druhy nově imigrující. Saprobiologické charakteristiky všech druhů byly shrnuty do tabulky.

K. Gágyorová nalezla jednorázově dvě vzácné slanomilné rozsivky v řece Olši: *Chaetoceros muelleri* a *Attheya zachariasii* (dnes označovaná jako *Acanthoceras zachariasii*). Uvedla i chemické a další biologické charakteristiky lokalit.

P. Dolejš, O. Ditrich, N. Kalousková, T. Machula a G. Půžová zaznamenali na několika lokalitách ČR výskyt parazitických prvků *Giardia intestinalis* a *Cryptosporidium parvum*. Na důkaz má vliv i typ použitého a velmi drahého primárního filtru. Je třeba profiltrovat 100 až 1 000 litrů vody, aby se prokázaly jednotky až stovky cyst či oocyst na 100 l zkoumané vody. Při úpravě vody lze uvedené cysty zachytit i zničit, i když ne stoprocentně.

M. Liška, J. Duras, K. Forejt, L. Růžička a P. Kavalír přednesli plány na biomanipulaci jakosti vody v nádrži Staviště u Žďáru nad Sázavou a uvedli vstupní hodnoty o jakosti a upravitelnosti tamní vody. Z. Bratská, M. Vavrová a V. Šimko analyzovali chemicky výluhy z ochranných nátěrů použitých v akumulační nádrži pitné vody. Nalezené organické látky jednak zhoršovaly jakost pitné vody, jednak působily stimulačně na růst heterotrofních vodních bakterií. Autoři doložili, že je třeba vypracovat metodický pokyn na provádění výluhů a novou závaznou legislativu.

A. Sládečková informovala o mezinárodním biologickém kurzu uspořádaném komisí TECHWARE Evropské unie na pracovišti společnosti AMGA v Janově v listopadu 1997. Existuje možnost opakovat tento úspěšný kurz v některé středoevropské zemi a v úvahu přicházejí ČR nebo SR.

v Janově v listopadu 1997. Existuje možnost opakovat tento úspěšný kurz v některé středoevropské zemi a v úvahu přicházejí ČR nebo SR.

V. Kočí srovnal toxicitu fosforečnanových a zeolitických detergentů na vodní organismy. Zeolit nevyšil toxicitu pracích prostředků a ve dvou ze čtyř případů toxicitu na perloočku *Daphnia magna* snížil.

Druhý den semináře byl věnován povodním v červenci 1997:

P. Marvan, D. Beránková a J. Kupec studovali vývoj kvality vody při záplavách na středním toku Moravy a zjistili, že limitujícím prvkem pro rozvoj řas se za nadbytku fosforu stal dusík. Společenstva řas byla značně nestabilní, přičemž se nejdříve uplatnily pikoplanktonní řasy o velikosti 1–2 μm , které však snadno podlehly žíru zooplanktonu, takže se udržely jen velké druhy jako *Volvox globator* a *Hydrodictyon reticulatum*.

L. Prokopová osvětlila podíl pracovníků Hygienické služby při záplavách a likvidaci jejich následků a navrhla řadu změn a organizačních opatření. D. Krupičková popsala záplavy ve Východočeském kraji a rovněž navrhla dlouhodobá i krátkodobá opatření ke zlepšení podobné krizové situace.

V. Jahnová, B. Staňková a L. Hugo potvrdili blahodárný retenční účinek nádrže Vír, která prakticky zachránila město Brno před zátopou. Přívalem vody však negativně ovlivnila jakost vody v nádrži a přinesené sedimenty s bohatstvím živin mohou působit i v budoucnosti. Velmi se osvědčilo propojení vodárenských soustav Vír a Mostiště.

J. Válek popsal průběh povodně a její vliv na vodárenskou soustavu nádrže Stanovnice – úpravna vody Karolinka. Převedení povodně přes bezpečnostní přeliv při uzavřených spodních výpustích uchránilo hypolimnion před zákalem a umožnilo pokračovat v úpravě nezkalené vody.

L. Landsmanová, Z. Rozkošová a B. Maršálek referovali o postižení úpravny vody Troubky a Skašovských štěrkopískových jezer, kam byla splavena ornice. To se záhy projevilo v pulzu fytoplanktonu a toxického sinicového vodního květu, naštěstí jen na jezeře III, odkud se voda pro úpravnu neodebírala. Plánuje se zřízení odběru i z jezer I a III, aby byla možnost výběru při možném (a očekávaném) zhoršení jakosti vody v některém z jezer.

J. Malá odebrala a analyzovala vzorky ze skládek tuhých odpadů Hulín a Holešov. Ve výluzích byly zjištěny mírně zvýšené koncentrace některých znečišťujících látek (nepolární extrahovatelné organické látky a těžké kovy). Testy toxicity prokázaly toxicitu výluhů ihned po povodni a její postupné klesání při dalších odběrech.

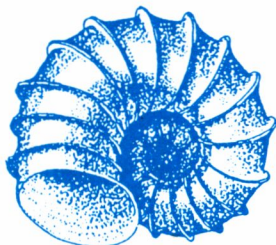
J. Budziňák, V. Onderíková a D. Vannay popsali úpravu vody na ÚV v Brezovici před a po výstavbě vodního díla Tichý potok. Na kvalitu vody v řece Toryse působí negativně zemědělská a lesnická výroba, což se jeví zejména na hodnotách CHSK_{Mn} , dosahujících za přívalů až 9 mg.l^{-1} . Další závady jsou mikrobiologické a toxikologické povahy. Též ÚV v Brezovici

Z příspěvků, které chybějí ve sborníku, citujeme referáty B. Maršálka (Detekční systémy havárií a toxicity pro vodárenské zařízení), L. Macka (Informace o činnosti národních komitétů IWSA ČR i SR), K. Koláře (Biologie modelových infiltračních zařízení v úpravně vody Káraný), J. Brtka (Změna kvality vody ve vodních zdrojích Slovenska v důsledku povodní) a pochopitelně i videozáznam leteckého pozorování povodně z ultralehkého letadla Povodí Moravy.

Diskuse byla rozčleněna do dvou bloků, v prvním se účastníci zabývali obecnými tématy z prvního dne semináře, z nichž největší pozornost vzbudil nepublikovaný referát B. Maršálka o ochraně vodních zdrojů a vodáren v případě náhlého ohrožení, dále kritika některých mikrobiologických kultivačních metod a obavy z regulérnosti pokusů s řízenou rybí obsádkou v praxi. Druhý blok se týkal záplav a promítnutého videozáznamu.

Garant Ing. J. Šťastný, CSc., zhodnotil seminář velmi kladně a pozval k dalšímu setkání v zimě 1999.

Již od začátku těchto seminářů se jednotlivé sborníky liší obrázkem na obálce. Tentokrát byl zvolen plž *Armiger crista*, charakteristický právě pro vodárenské nádrže a pomalu plynoucí toky, kde se pohybuje mezi ponořenou vodní vegetací.



Vápnitá ulita plže *Armiger crista* (ostniček žebrovaný). Ulita je velmi malá, největší rozměr činí maximálně 3 mm. Druh poznáme na první pohled podle víceméně výrazného žebrování. Druh žije ve stojatých vodách a pomalu tekoucích vodárenských tocích, nikdy ve velkých počtech. Pro malé rozměry se snadno přehlédne. Je to výborný indikátor čistých vod, jeho individuální saprobní index $S_i = 1,3$.

KOROZNÍ ZKOUŠKY S VODOU Z PŘIVADĚČE PLAV-TÁBOR

Doc. Ing. Ladislav Žáček, DrSc., VUT CHF BRNO

Ing. JANA Hubáčková, CSc., Ing. Jiří Ledvinka, Ing. IRENA Pohlová

Výzkumný ústav vodo hospodářský TGM, PRAHA

Koroze je jedním z nejvýznamnějších problémů zásobování vodou u nás. Nemenší význam má hodnocení koroze podle výsledků korozních zkoušek. V tomto příspěvku jsou uvedeny výsledky modifikovaných korozních zkoušek s upravenou vodou z úpravní Plav, která je dopravována na značnou vzdálenost do Tábora, a zejména pak jejich hodnocení.

Modifikace korozních zkoušek spočívá nejen ve stanovení korozního úbytku, ale rovněž množství korozních produktů ulpělých na kuponech (zkušebních destičkách) a jejich chemického složení. Dále byla hodnocena korozní rychlost v závislosti na složení vody a inkrustací a na průtoku vody řadem.

Získané výsledky a jejich diskuse

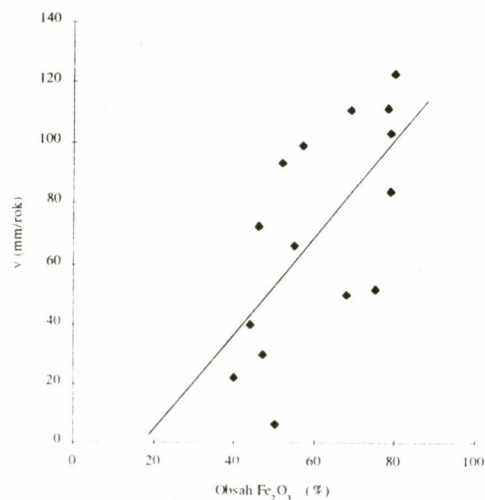
Z výsledků je zřejmé, že korozní rychlost je závislá na volbě intervalu expozice kuponů (tabulka 1), složení vody a inkrustací (obr. 1 až 3) i na průtoku vody řadem, přičemž se snižujícím se průtokem se zvyšuje korozní rychlost. Z tabulky je rovněž patrný příznivý vliv vápnění v lokalitě Chotýčany; průměrná korozní rychlost v lokalitě Hosín činila 88,7 μm za rok, v dalších vodojemech Zlukov a Čekanice se snižuje

Tabulka 1. Závislost korozní rychlosti ($\mu\text{m}/\text{r}$) na intervalu expozice

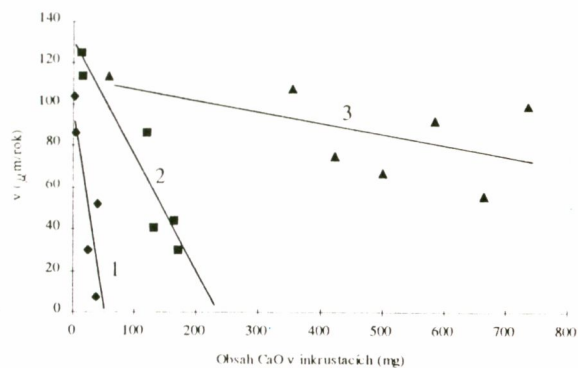
Interval expozice [dny]	Lokalita			Poznámka
	Hosín	Zlukov	Čekanice	
0–30	114,1	–	–	ocel
0–63	114,1 ^{x/}	58,3 ^{x/}	46,3 ^{x/}	ocel
	114,6 ^{x/}	87 ^{x/}	94,9	litina
63–126	85,2	6,8	29,5	ocel
	56,2	22,6	68,7	litina

^{x/} průměrné hodnoty

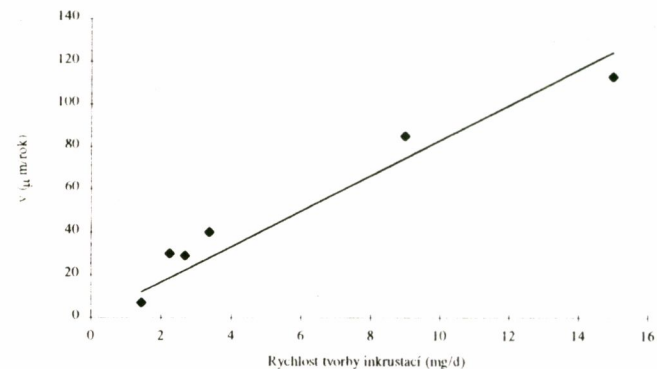
na 53,3 a 57,0 μm za rok, tedy těsně nad hranicí pro mírnou korozi podle TNV 75 7121. Průměrná korozní rychlost mezi 63. a 126. dnem expozice byla ještě nižší, a to pod 50 μm za rok. Nebyly zjištěny výrazné rozdíly mezi korozi oceli a litiny, pouze inhibiční vliv vápnění byl



Obr. 1. Závislost rychlosti koroze na obsahu Fe_2O_3 (%)



Obr. 2. Závislost rychlosti koroze na obsahu CaO v inkrustacích
1, 2 – ocel, 3 – litina



Obr. 3. Závislost korozní rychlosti na rychlosti tvorby inkrustací

Tabulka 2. Korozí napadená plocha ocelových plíšků (%)

Lokalita	Doba expozice (dny)	
	63	126
Hosín	18,5	31,7
Zlukov	17,5	16,2
Čekanice	23,3	18,9

u oceli větší. Podíl plochy napadené korozi po 63 a 126 dnech uvádí *tabulka 2*. Z těchto výsledků je vidět, že pouze u lokality Hosín (bez vápnění) napadená plocha vzrůstá, zatímco u lokalit Zlukov a Čekanice se s rostoucí dobou expozice kuponů spíše nemění. Tato skutečnost svědčí o značném inhibičním vlivu vápnění.

Tabulka 3. Průměrné složení vody v jednotlivých profilech v průběhu korozních zkoušek

Stanovení	Lokalita				
	Plav	Hosín	Chotýčany 1	Chotýčany 2	Čekanice
pH	7,76	7,73	7,92	8,08	8,07
$\text{KNK}_{4,5}^{\text{xj}}$	1,30	1,30	1,33	1,40	1,29
$\text{Fe celk}^{\text{xxj}}$	0,04	0,11	0,12	0,11	0,15

^{xj} mmol/l; ^{xxj} mg/l; 1 – přítok; 2 – odtok

Na kuponech se zachycuje v průměru 70,6–75,6 % korozních produktů. Ve skutečnosti bude množství zachycených produktů ještě větší o ztráty způsobené manipulací se vzorky při odběru a odkoroznění. Ztráty je možno odhadnout ve výši 10–20 %.

Nezachycené korozní produkty jen nepatrně zvyšují obsah železa v dopravované vodě, jak je zřejmé z průměrných hodnot ukazatelů v *tabulce 3*.

Závěr

Výsledky korozních zkoušek, včetně analýzy korozních produktů, ukázaly značnou závislost rychlosti koroze na:

- volbě intervalu expozice,
- složení vody a inkrustů,
- průtoku.

V první etapě je korozní rychlost větší, a to i u zalkalizované vody, v další etapě se pak korozní rychlost snižuje. Významný je vliv složení vody a složení inkrustací. Voda ve vápenato-uhličitanové rovnováze či s kladným indexem nasycení a voda, která je ve styku s inkrustacemi s vyšším obsahem CaO, je jen méně agresivní. Se snižujícím se průtokem roste korozní rychlost.

SUMMARY

Corrosion Tests of Water from the Conduit Plav-Tábor

The article deals with the results of modified corrosion tests of treated water from the waterworks at Plav which is being conveyed to Tábor from a considerable distance. The test results, including an analysis of corrosion products, have shown a dependence of corrosion velocity on the choice of exposition interval, the composition of water and incrustation, and on the flow-rate. At the first stage the corrosion velocity is higher and sinks at the next stage. With a decreasing flow-rate, the corrosion velocity grows. The dependence of the corrosion velocity on the composition of water and incrustation is demonstrated by appended charts.



NOVÉ METODY A TECHNOLOGIE V ÚPRAVNÁCH BAZÉNOVÝCH VOD

Ing. Bohumil Šťastný
KATEDRA ZDRAVOTNÍHO INŽENÝRSTVÍ, FSv - ČVUT, PRAHA

Úvod

Lázeňské objekty budou vzhledem k silné koncentraci návštěvníků představovat vždy velké statistické riziko ohrožení zdraví. A to i přesto, že voda v bazénech je upravována a hygienicky zabezpečována. Jde tedy o to, aby riziko bylo sníženo na přijatelnou úroveň. Oprávněně jsou proto kladeny vysoké nároky na druh použité technologie úpravy bazénových vod. Optimalizací funkce všech prvků recirkulačního systému použitím účinnějších metod zabezpečení bazénových vod lze výrazně přispět ke zlepšení jejich kvality, a tím čelit výše uváděnému riziku. Zatímco v západní Evropě je problematika řešení lázeňských zařízení s umělými bazény neobyčejně dynamická, u nás dochází z mnoha důvodů často i k nebezpečné improvizaci.

Přes některá různici se stanoviska, vztahující se hlavně k použití či nepoužití ozonizace a k dispozičnímu uspořádání ozonizačního zařízení vůči ostatním prvkům recirkulační úpravy, je dnes již nesporné, jak vyplývá ze zkušeností z provozů v zahraničí, že postupné zavádění ozonizace bazénových vod v ČR by bylo progresivním krokem ke zvýšení efektu dezinfekce a vylepšení kvality bazénových vod, a tím zvýšení hygienické bezpečnosti plaveckých zařízení i jednotlivých malých i velkých, krytých i nekrytých bazénů.

Obecně je bazénová voda upravována v těchto krocích:

- mechanické předčištění – eliminace hrubých suspendovaných látek organického a anorganického původu (tráva, vlasy, chlupy, vlákna, písek), aby nemohlo dojít k poruchám zejména na čerpacím zařízení;
- oxidace a flokulace – oxidace organických a anorganických látek, iniciace koagulačních procesů;
- koagulace a filtrace – vysrážení a odstranění koloidně dispergovaných částic;
- dezinfekce – zajištění prevence vzniku řas a odstranění nebo deaktivace patogenních i jiných mikroorganismů. Navzdory důležitosti a nezbytnosti odpovídající dezinfekce vody umělých bazénů lze použít pouze takový dezinfekční prostředek, který má též reziduální účinek, nemá vedlejší efekty, nezhoršuje barvu a nezpůsobuje pach vody, není jedovatý, je levný a manipulace s ním není nebezpečná. Tyto

požadavky lze dodržet u těchto prostředků zdravotního zabezpečení – uvedeny jsou jejich výhody (V) i nevýhody (N):

- | | |
|--|--|
| 1 – chlor nebo kyselina chlorná | N – nežádoucí pach [11], |
| 2 – oxid chloričitý | V – jen velmi nízké podráždění sliznice,
N – potenciální možnost způsobení cyanózy krve [11], |
| 3 – jod | V – nevznikají jodaminy, nereaguje s N-komponenty,
N – nízká účinnost zdravotního zabezpečení [11], |
| 4 – brom | V – nezpůsobuje dráždění očí, kůže a dýchacích cest,
N – tvorba bromoformu [11], |
| 5 – ionty kovů Ag a Cu | V – redukce koncentrace volného chloru,
N – přesná kontrola pH v úzkém intervalu [11, 8], |
| 6 – UV záření | V – efektivní bez vedlejších účinků,
N – nemá reziduální účinek [8, 11], |
| 7 – peroxid vodíku | V – vysoký oxidační potenciál,
N – neúčinný na bakterie a viry [8, 11], |
| 8 – chloro-isokyanatany | V – nezpůsobují iritaci,
N – náročné při aplikaci (nutné sledování jednotlivých dávek) [11], |
| 9 – BCI 1-bromo-3-chloro-4,4,5,5-tetramethyl-2-imidazolidinone | V – nezpůsobuje zákal, pach, oxidační vlastnosti lepší než u Cl ₂ [8, 10]. |

Antropogenní znečištění

Inovace v technologii úpravy a hygienického zabezpečení bazénových vod reagují na nové poznatky o jejich znečištění. Antropogenní znečištění v bazénové vodě se objevuje nejenom jako výsledek smyvu látek z lidského těla a z ovzduší, ale je třeba počítat také s močí a dokonce i s látkami z tlustého střeva [3, 5, 9]. Výzkumy ukázaly, že každý uživatel zanechá ve vodě cca 50 ml moče a cca 100 ml potu za hodinu při teplotě vody 24 °C a teplotě vzduchu 38 °C a 600 milionů mikroorganismů zahrnujících 1–10 milionů střevních bakterií [11]. Na základě naměřených průměrných hodnot 50 ml moče a 100 ml potu (za 1 hodinu) na každého

uživatele bazénu byl sestaven přehled obsahu jednotlivých látek obsažených v těchto zdrojích.

Tyto látky ovlivňují vzhledovou kvalitu bazénové vody, spotřebou chloru narušují jeho dezinfekční efekt (16 g za hodinu na uživatele) [11], redukují redox potenciál a přispívají k tvorbě nežádoucích sloučenin chloru a dusíku a chloruhlíkatých látek [2, 11, 12].

Tabulka 1. Látky obsažené v moči a potu uživatele bazénu [11]

Znečištění	Moč (mg)	Pot (mg)	Celkem (mg)
Sodík Na ⁺	150	280	430
Chloridy Cl ⁻	250	300	550
Fosforečnany PO ₄ ³⁻	190	40	230
Sířany SO ₄ ²⁻	180	60	240
Draslík K ⁺	90	60	150
Hořčík Mg ²⁺	150	30	45
Amonné ionty NH ₄ ⁺	50	20	70
Močovina	1 200	140	1 340
Kreatinin	80	2	82
Aminokyseliny	50	60	110
Hippurová kyselina	40		40
Močová kyselina	20	2	22
Kreatin	50		5

V současné době jsou požadavky na dezinfekci bazénové vody v závislosti na rychlosti odstranění zárodků, reziduálním efektu dezinfekčního činidla a jeho oxidační schopnosti splněny pouze u chloru, kyseliny chlorné a jejích solí a též v případě oxidu chloričitého. Hlavní nevýhodou chlorace v případě bazénové vody je reakce chloru s antropogenním znečištěním, poněvadž vznikají obecně nežádoucí vedlejší produkty, které mohou být ve vztahu k jejich chemické skladbě rozděleny do dvou skupin:

Sloučeniny chloru a dusíku, které způsobují dráždění očí, sliznice a kůže plavců [6, 7].

Chlororganické sloučeniny, které mají karcinogenní vlastnosti.

Tyto dvě skupiny jsou v poslední době známy především jako zdraví nebezpečné. Bylo prokázáno, že některé halogenorganické sloučeniny mají mutagenní i karcinogenní vlastnosti. Odstranit či redukovat tyto nežádoucí

vedlejší produkty lze pomocí oxidace tzv. *prekurzorů* ozonem na tvar, který v následujícím stupni reaguje s chlorem na již méně nebezpečné sloučeniny. Prekurzory chloraminů ve vodě plaveckých bazénů jsou močovina a její rozkladné produkty amoniak, kreatin a početná skupina aminokyselin a peptidů [6, 7, 11, 12].

Aplikace ozonizace

Ozon je považován za neefektivnější prostředek na odstraňování bakterií a virů při úpravě vody [1].

Rozpustnost O_3 ve vodě klesá s teplotou a činí orientačně nejvýše 3 mg/l O_3 . Baktericidní účinek má koncentrace 0,1 až 0,2 mg/l ozonu při době působení 1 až 2 minuty, virucidní při koncentraci 0,4 mg/l a době kontaktu 4 minuty.

Ozon zlepšuje organoleptické vlastnosti vody, ruší některé pachuti a zápachy, jiné mění na snesitelnější, zejména při vyšších teplotách vody nad 15 °C. Dezaktivuje psychrofilní a mezofilní zárodky až z 99,88 %.

Následující schéma ukazuje různé technologické varianty použití ozonu v závislosti na místě, kde je aplikován (tzv. preozonizace, postozonizace).



Preozonizace: ozon působí jako oxidační a též jako koagulační činidlo, čímž dochází k tvorbě vloček, které jsou separovány na filtru. Při této aplikaci se uplatňuje současně oxidace, kdy dochází k úspoře koagulantu a biodegradaci organických látek.

Postozonizace: ozon působí jako dezinfekční prostředek. Snižuje obsah sloučenin chloru a dusíku spolu s organickými látkami.

V obou případech je nutno odstranit zbytkový ozon v upravené vodě před jejím vrácením do bazénu.

Praktické účinky aplikace ozonu:

- oxidace železa a manganu,
- oxidace organických sloučenin (barva, zápach a chuť),
- oxidace syntetických organických látek,
- oxidace řas,
- dezinfekce (odstranění či dezaktivace bakterií, parazitů a virů).

Aplikace aktivního uhlí (AC)

Adsorpční procesy jsou důležité při úpravě vody k odstranění rozpuštěných organických látek. Aktivní uhlí (AC) je jedním z nejvýznamnějších

adsorbentů splňujících tyto požadavky. V praxi se používá granulované aktivní uhlí (GAC) o velikostech 1,5 až 3 mm a objemové hmotnosti 300 až 500 g/l. Specifický povrch je přibližně v rozmezí 500–1 500 m²/g [4], navíc použití AC jako adsorbentu je vhodné pro jeho chemickou stálost a schopnost komplexního účinku. Původně se používalo k odstranění pachu a zbytkového chloru, od 70. let pak k odstraňování zbytkového ozonu, oxidací vedlejších produktů (trihalometanů) a jejich prekurzorů, přírodních organických látek (huminové látky). V 80. letech nalezlo uplatnění i při odstranění organického mikroznečištění (pesticidy, fenoly). K zachycování látek dochází zejména v mikropórech, kam se tyto látky dostávají molekulární difuzí. Při použití práškovitého uhlí (PAC) se dávky pohybují v rozmezí 5 až 30 mg/l podle intenzity znečištění (dávka se stanoví laboratorně). Granulované aktivní uhlí se používá při tlakové dechloraci, kdy 1 kg aktivního uhlí stačí dezodorovat až 5 m³ upravené vody.

1. Mechanická filtrace – filtrace je zde závislá na faktorech, jako je velikost částic a jejich tvar.
2. Redukce – reziduální činidla (chlor, ozon) jsou redukovány AC, přičemž C je oxidován na CO₂.
3. Biodegradace – AC je potenciálním nosičem mikroorganismů; na jeho povrchu dochází k biodegradaci a biosorpci organických látek.

Aktivní uhlí se jak v otevřených, tak i uzavřených filtrech vrství na podkladovou pískovou vrstvu o výšce 0,3 až 0,4 m. Velikost zrn AC má být asi čtyřnásobkem až pětinašobkem účinného zrna pisku. Regenerace filtru probíhá výměnou či praním náplně. Praní vodou se navrhuje v rozmezí 5 až 8 l/m²/s tak, aby nedocházelo k expanzi podložní pískové vrstvy. Kapacita aktivního uhlí se vyčerpá v závislosti na provozních podmínkách (např. během 1 až 2 let nepřetržitého provozu). Reaktivace se provádí při teplotách 800 až 1 000 °C za nepřítomnosti vzduchu, kdy se dosáhne asi 70–80 % původní účinnosti.

Aplikace AC při úpravě bazénových vod:

- 1 – eliminace zbytkového ozonu [12],
- 2 – adsorpce různých organických a anorganických látek [4],
- 3 – biodegradace organických sloučenin [4],
- 4 – adsorpce moče [4],
- 5 – eliminace chlororganických sloučenin a chloraminů.

Příčiny kvalitativních změn bazénových vod a jejich regenerace

Při posuzování příčin kvalitativních změn je nutno vycházet ze skutečnosti, že akumulovaná voda, i dobré původní kvality, podléhá v průběhu času změnám ve svém složení. Tyto změny probíhají v důsledku chemických reakcí i působením biologických faktorů, uplatňujících se výrazně za optimální teploty vody a za přítomnosti světla a zvláště tehdy, dochází-li ke znečišťování vody uživateli bazénu. Proto je nutné vodu bezpodmínečně

regenerovat. Podstatou regenerace bazénových vod se rozumí umělý zásah do její kvality s tendencí udržet kvalitativní změny v požadovaných mezích. Regenerační proces má zpravidla stránku kvalitativní a kvantitativní. Kvantitativní se většinou váže na potřebnou intenzitu výměny vody, kvalitativní na vhodné technologické procesy. Na kvalitu vody v bazénu má vliv řada faktorů, z nichž nejdůležitější jsou:

- vodní zdroj, přínos znečištění, biologické samoznečišťování a chemické zabezpečení,
- úprava vody ve vztahu k provozní době, výměně vody a způsobu návrhu výměnného systému,
- znečišťování hladiny, čištění dna a stěn bazénu.

Pro popsání a řešení celého problému komplexně jsou jednotlivé faktory a vlivy uvedeny ve vzájemných souvislostech matematickou formou, která umožňuje dimenzování potřebných parametrů vodního hospodářství jednotlivých bazénových provozů. Změny v kvalitě vody v bazénech probíhají v důsledku jejího znečišťování a regeneračních procesů v závislosti na způsobu výměny vody jako spojitě nebo nespojitě. Spojitě změny vznikají při výměně vody, při níž se nemění obsah vody v bazénu, nespojitě v důsledku objemových změn. Analyticky lze tyto změny, pro oba případy, prezentovat na principu kvalitativní rovnováhy. Faktory, které se na změně podílejí, se rozdělují vzhledem k objemu vody v bazénech na vstupní a výstupní a za libovolnou dobu t od počátku pozorování musí být v rovnováze. Tuto skutečnost lze symbolicky vyjádřit rovnicí:

$$\sum_1^n F_{vs} = \sum_1^n F_{vy} \quad \begin{array}{l} F_{vs} - \text{faktory vstupující} \\ F_{vy} - \text{faktory vystupující} \end{array} \quad (1)$$

Jednotlivé faktory jsou podle svého charakteru vázány buď na průtok, nebo na objem vody v bazénu. V tomto smyslu lze rozvinout tento výraz na tzv. bilanční diferenciální rovnici ve tvaru

$$C_n'(t) = -\frac{C_o(t)}{T} + \frac{C_p(t)}{T} + z_N(t) \quad (2)$$

- C_n' - derivace celkové kvality [mg/l],
- $C_o(t)$ - odtoková kvalita z nádrže [mg/l],
- $C_p(t)$ - přítoková kvalita do nádrže [mg/l],
- T - teoretická doba zdržení [t],
- $z_N(t)$ - znečištění od návštěvníků [g/m³t].

Aplikace této rovnice má několik různých modifikací v závislosti na konkrétních provozních podmínkách. Abychom mohli tuto rovnici (2) řešit, je třeba dále specifikovat symbolické funkce $C_o(t)$ a $C_p(t)$. Bylo prokázáno, že tyto funkce lze v určených mezích změn kvality vody v bazénech vyjádřit vztahy

$$C_o(t) = \varphi C_B(t) \quad (3)$$

$$C_p(t) = C_r = C_z \quad (4)$$

kde φ je faktor zahrnující vliv směšování bazénové vody s vodou do bazénu přiváděnou, C_z event. C_r je kvalita vodního zdroje, event. filtrátu.

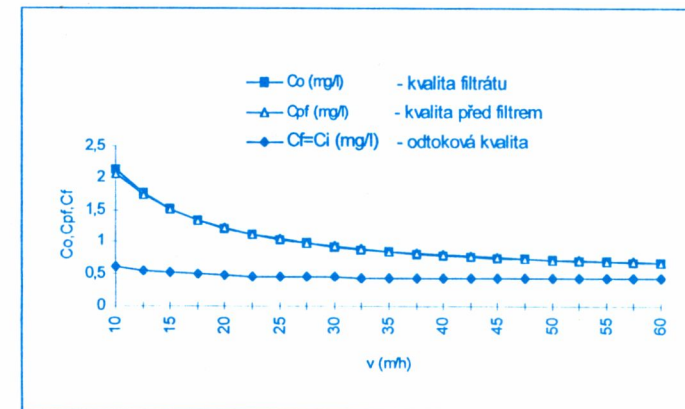
Za těchto předpokladů vede řešení diferenciální rovnice (2) k výsledku, který udává funkční vztah

$$C_n(t) = \left[C_{to} - \frac{C_p}{j} - \frac{T}{j} z_N \right] e^{-\frac{j}{T}t} + \frac{C_p}{j} + \frac{T}{j} z_N \quad (5)$$

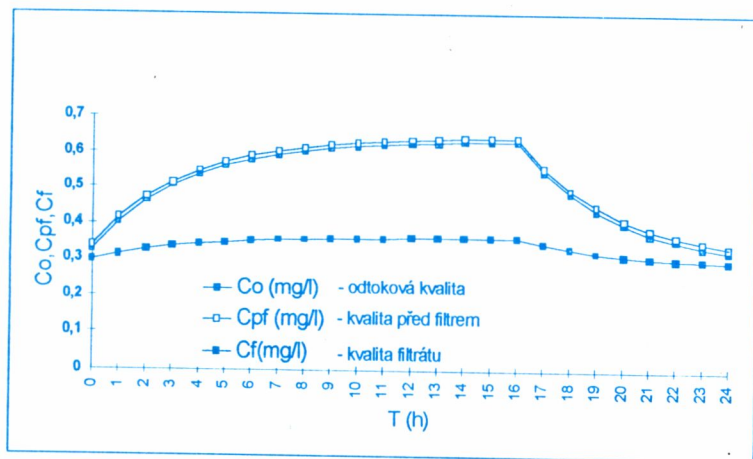
Aplikaci této rovnice pro okrajové a provozní podmínky řešení dostaneme průběh kvality vody v bazénu v libovolném místě a čase, při dodržení základních provozních předpokladů k udržení chlorace v požadovaných mezích daných hygienickými směrnici.

Má-li být regenerace vody v bazénech dostatečně účinná, je třeba především stanovit potřebnou intenzitu výměny vody, a to pro fázi recirkulační i bezrecirkulační, a vhodně zvolit typ a dimenzovat výměnný systém. Funkční závislost kvality vody v různých místech nádrže na času a filtrační rychlosti je znázorněna na obr. 1 a 2.

Z grafů vyplývá, že kapacitu úpravy lze vzhledem k provozním podmínkám bezpečně a rychle určit, přičemž nezáleží na kubatuře bazénu. Všechny články technologické části, tj. mechanické předčištění, dávkování všech chemikálií, recirkulační čerpadla a filtrační jednotky, se dimenzují na vypočtené recirkulační množství.



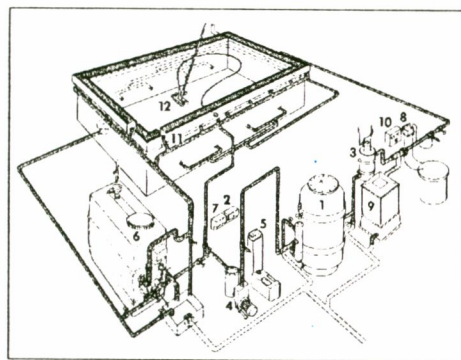
Obr. 1. Kvalita vody v různých místech recirkulačního systému v závislosti na rychlosti



Obr. 2. Kvalita vody v různých místech recirkulačního systému v závislosti na času

Popis systému

Zdokonalení úpravy a hygienického zabezpečení bazénových vod spočívá dnes zejména v různých způsobech aplikace. Základní technologické schéma recirkulačního systému viz obr. 3.

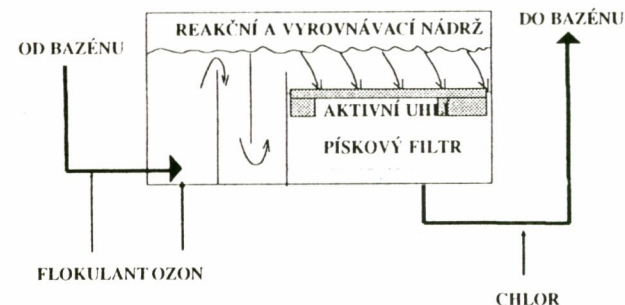


Obr. 3. Technologické schéma recirkulačního systému

- 1 – FILTRAČNÍ JEDNOTKA
- 2 – OVLÁDÁNÍ FILTRU
- 3 – OHŘEV VODY
- 4 – RECIRKULAČNÍ ČERPADLO S LAPAČEM VLASÍ
- 5 – DÁVKOVACÍ ZAŘÍZENÍ
- 6 – ČERPAČÍ JÍMKA
- 7 – MĚŘICÍ A REGULAČNÍ ZAŘÍZENÍ (chlor, pH, redox potenciál)
- 8 – DÁVKOVACÍ ZAŘÍZENÍ CHLORU A PRO KOREKCI pH
- 9 – OZONIZAČNÍ JEDNOTKA
- 10 – OVLÁDACÍ JEDNOTKA OZONIZÁTORU
- 11 – SBĚRNÉ PŘEPADOVÉ ŽLÁBKY
- 12 – PODVODNÍ VYSAVAČ

Kombi-blok systém

Zvýšit efektivnost úpravy vody plaveckého bazénu lze též pomocí tzv. „kombi-blok systému“, který se skládá z ozonizačního reakčního prostoru, vyrovnávacího prostoru a filtru. Vše je situováno v jednom betonovém bloku. Modelová studie [12] je uvedena na obr. 4.



Obr. 4. Kombi-blok systém

Bazénová voda, s nadávkovaným síranem hlinitým (flokulant), je sycena ozonem (dávka ozonu 1 g/m^3 cirkulované vody). Postupně proudí reakčním ozonizačním prostorem, vyrovnávacím prostorem a nakonec vestavěným pískovým filtrem s aktivním uhlím.

Doba kontaktu pro ozonizaci od vstupu vody do systému až po filtrační jednotku je v tomto případě 15 minut. Filtr se skládá ze dvou vrstev, přibližně 1,1 m vysoká písková vrstva je pokryta vrstvou aktivního uhlí o tloušťce vrstvy přibližně 0,15 m. Filtrační rychlost je relativně malá, 10 až 12 m/h. Následným krokem je dávkování chloru (za filtrem) v dávce $0,3 \text{ mg/l Cl}_2$.

Ověřovací sledování (výsledky)

K hodnocení procesů používajících kombinaci ozonu s prodlouženou kontaktní dobou a následnou pískovou a AC filtrací byly výsledky sumarizovány a vyneseny do grafů. Grafy názorně ukazují zvýšení koncentrace organických látek chloraminů a chloroformu v souvislosti s návštěvností. Měření bylo prováděno na různých místech: na odtoku z bazénu, na odtoku z ozonizačního prostoru před vstupem na filtr, na odtoku z filtru před dávkováním chloru.

Obr. 5, 6 v barevné příloze ukazují, že prodloužená doba ozonizace a následná AC filtrace (kombi-blok systém) je značně efektivní pro snížení koncentrace organických sloučenin. Bylo zjištěno, že:

- s počtem návštěvníků vzrůstá hodnota $CHSK_{Mn}$ [12, 13];
- při použití AC dochází k poklesu tvorby chloroformu (obr. 5);
- klesá i obsah vázaného chloru (obr. 6);
- zbytková koncentrace $CHSK_{Mn}$ na výstupu z filtru se v daném případě pohybovala v rozmezí 2,8 a 2,9 g/m³.

Diskuse

Rozdílné způsoby aplikace ozonizace v případě bazénových vod, stejně tak jako různé modifikace ozonizace s filtrací přes aktivní uhlí, počítají s kontaktní dobou pro ozonizaci pouze 2 až 3 minuty [12]. I když tato krátká doba je pro dezinfekci postačující, v mnoha případech není adekvátní odstranění antropogenního znečištění. Navíc, což bylo již ukázáno při testech, moč, kreatin, aminokyseliny apod. způsobují zpomalení reakce. Znatelná efektivní úprava je pouze v případech zaručené význačně prodloužené doby kontaktu vody s ozonem. Výsledky s „kombi-blok systémem“ (obr. 4) a prodlouženou dobou pro ozonizaci ukazují, že systém redukuje koncentraci vázaného chloru, hodnotu $CHSK$ a potenciál tvorby chloroformu jako parametry vyjadřující organické znečištění v bazénové vodě (obr. 5, 6). Výslednou funkci tohoto systému lze shrnout takto:

1. Prodloužená doba pro ozonizaci v „kombi-blok systému“ je velmi efektivní v snížení koncentrace vázaného chloru (obr. 6).
2. Detailní analýza ukázala, že význačná část prekurzorů chloroformu je rozložena ozonem a zachycena na aktivním uhlí.
3. Aplikací funkčních matematických vztahů lze vypočítat průběh kvality vody v bazénu v čase a navrhnout kapacitu úpravný při dodržení provozních hodnot chlorace v požadovaných mezích.

Závěry a doporučení

- Pro zlepšení oxidačních a flokulačních vlastností ozonu při úpravě bazénových vod je nutné prodloužit kontaktní dobu z 1,5–3 minut na 15–20 minut. Kombinace prodloužené kontaktní doby a pískové filtrace s horní vrstvou aktivního uhlí vede k efektivnější eliminaci chloraminů a chlororganických sloučenin.
- Vedle oxidačního efektu ozonu na bazénovou vodu má při úpravě vody též podstatný vliv jeho flokulační efekt na organické koloidní částice.
- Lze doporučit urychlené doplnění hygienických předpisů Ministerstva zdravotnictví ČR o ustanovení týkající se aplikace ozonizace pro bazénové vody.
- Pro účinnou regeneraci vody v bazénech je třeba na základě výpočtu stanovit intenzitu výměny vody, včetně filtračních rychlostí, typu a dimenzování výměnného systému.

- Zajištění určité hodnoty zbytkového aktivního chloru (rezidua) před a za bazénem lze docílit realizací vertikálního výměnného systému nebo kontrolou chloračního faktoru.

Literatura

- [1] GEERING, F.: Optimierung von Ozonanlagen für Wasserwerke in der Schweiz. GWA, 1994, No. 12, p. 1019–1026.
- [2] HVANG, TING-CHIA, CHEN, DONG-HWANG: Variations of ammonium ion concentration and solution pH during the hydrolysis of urea by urease. Journal of Chemical Technology and Biotechnology, 1992, V. 55, No. 1, p. 45–51.
- [3] KHALAF, S. H., TALEE, A. Y., AL-BAHAWI, N. E.: Water hygiene of swimming pool in Mosul City, Iraq. Journal Environmental Sci. Health, 1992, p. 1021–1031.
- [4] FENG, Y. B., FENG, J. S., WONG, Y. N.: Organic Removal by Ozonation and GAC Adsorption. Influence and Removal of Organic in Drinking Water, Lewis Publishers, London, 1992.
- [5] SEIDEL, K. M., LOPEZ PILA, J., GROHMANN, A.: Disinfection capability in water for swimming and bathing pools. A simple method for their evaluation in practice. Water Science and Technology, 1991, Vol. 24, No. 2, p. 359–362.
- [6] STEINBRUCHEL, A., RICE, R. R. G., SPANGENBERG, R.: First Year Operational Report of the Corona Discharge Ozone Swimming Pool. Ozone Science and Engineering OZSEDS, 1991, Vol. 13, No. 4, p. 463–478.
- [7] TIEFENBRUNNER, F. H., MOLL, H. G., GROHMANN, A., SEIDEL, H.: Ozone Treatment of Small-Size Swimming Pools and whirlpools. Ozone Science and Engineering OZSEDS, 1990, Vol. 12, No. 4, p. 393–400.
- [8] DINGMAN, J. D.: Public pool disinfection; the effectiveness of ultraviolet light/hydrogen peroxide. Journal of Environmental Health, 1990, Vol. 52, June, p. 341–343.
- [9] VON ORDEN, G. N.: Natural Bathing Beaches. Journal of environmental Health, 1990, Vol. 52, No. 6, p. 348–350.
- [10] TSAO, TE-CHEN, WILLIAMS, D., WORLEY, S. D.: New disinfectant compound. Industrial & Engineering Chemistry Research, 1990, Vol. 29, Oct., p. 2161–2163.
- [11] PERKINS, P. H.: Swimming-Pools. Chapter 7: Water Treatment and Disinfection, Water Circulation, Elsevier Applied Science, London and New York (Third edition), 1989.

- [12]EICHELSDÖRFER, D., JANDIK, J.: Long Contact Time Ozonization for Swimming Pool Water Treatment. *Ozone Science Engineering*, 1985. Vol. 7, No. 2, p. 93–106.
- [13]EICHELSDÖRFER, D., JANDIK, J.: Verminderungen der Chloroformbildung durch Ozon am Beispiel der Schwimmbeckenwasseraufbereitung in Wasser, Berlin 85, Intl. Ozon Symposium, Berlin, AMK, 1986, p. 150–164.
- [14]SKLENÁŘ, J.: Dimensioning of Recirculation Water Treatment Plants. *Technical Papers of the Department of Civil Engineering Technical University of Prague, Serie V, No. 7*, 1987.

SUMMARY

Application of New Methods and Technologies for the Design of Treatment Plants for Pool Waters

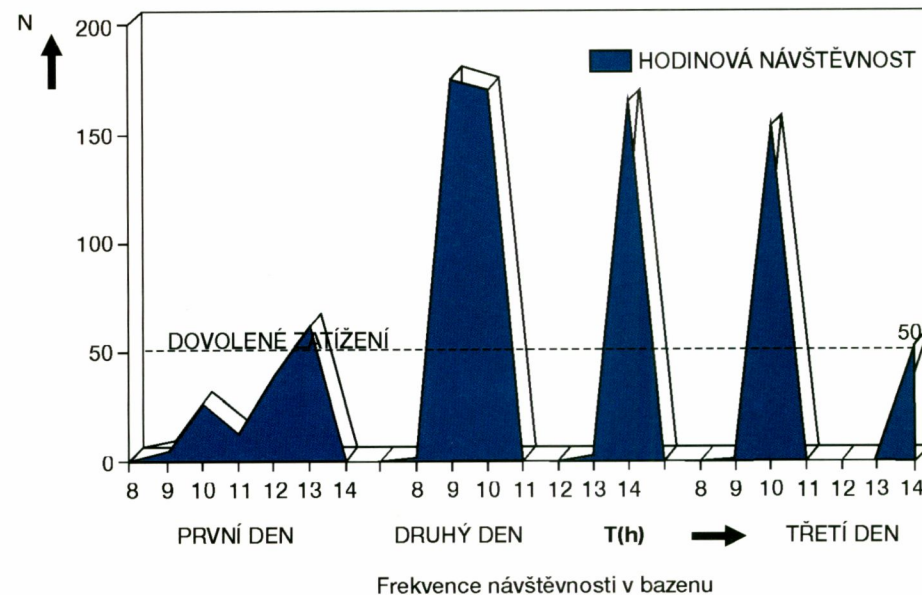
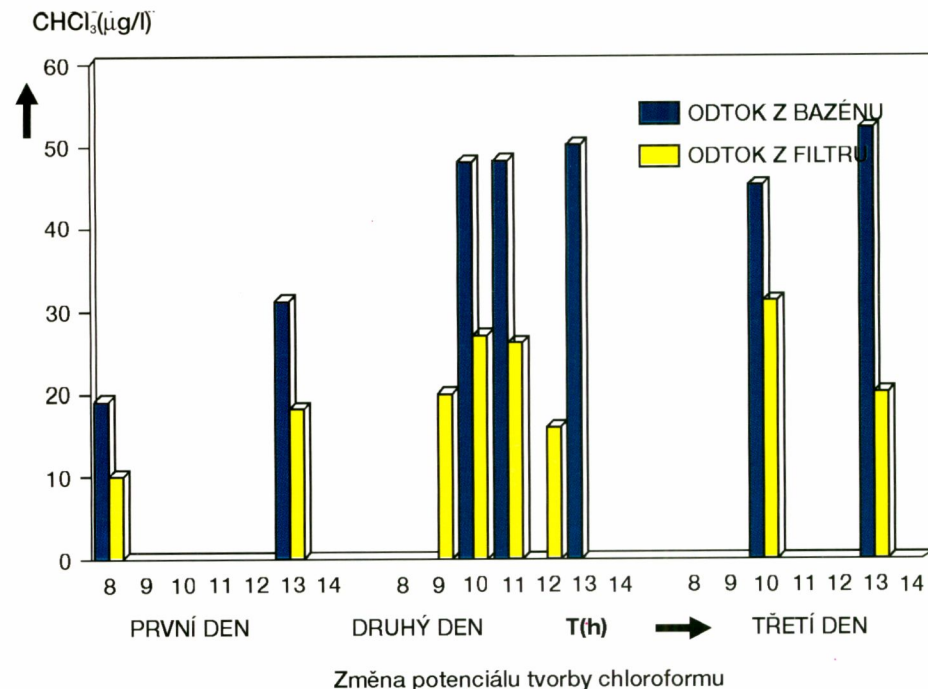
The article contains an analysis of the issue concerning the reaction between ozone and anthropogenous pollution contained in water of man-made pools (urea, creatine...), and points out new methods of designing treatment plants for pool waters.

Under normal circumstances when the contact time for oxidation is 1.5 - 3 minutes, oxidation of these compounds takes a relatively slow course.

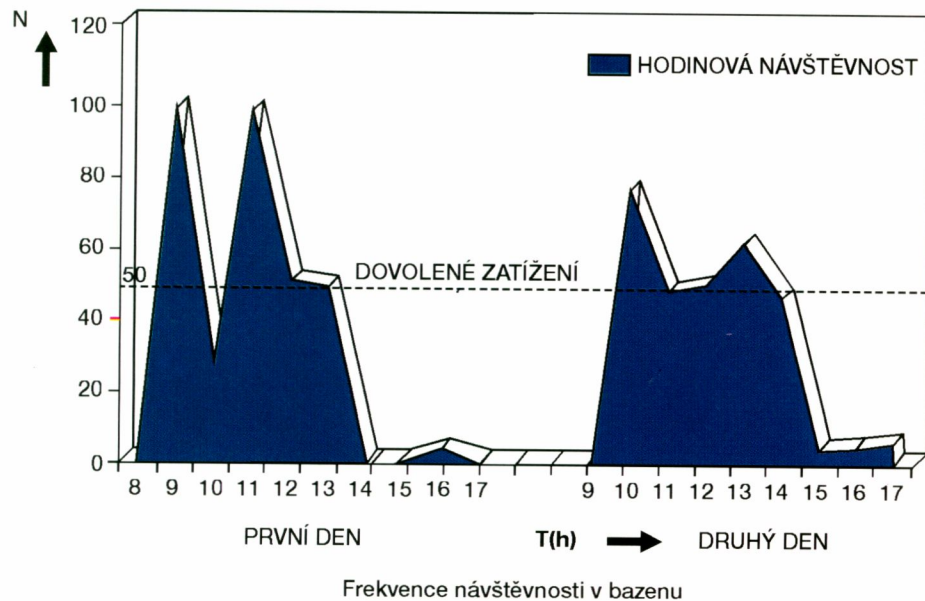
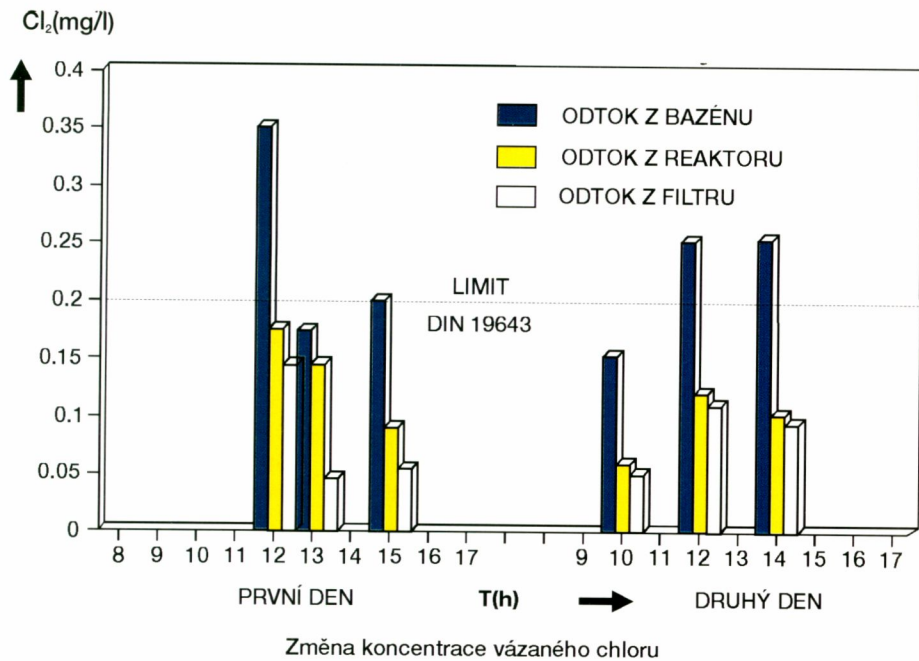
For improving oxidation and flocculation properties of ozone in waters of man-made pools, it is necessary to increase the contact time of ozonization. Besides, results of the determination of COD, bonded chlorine and chloroform indicate that there follows a greater elimination of N-contaminants if the contact time is increased to 15 - 20 minutes in combination with filtration through activated carbon. Among others, a decrease occurs in halogens - organic compounds during the subsequent filtration through activated carbon.

In order to achieve satisfactory qualitative parameters of water environment it is necessary to ensure in both design and realization an adequate proportion between design and technical parameters of water system facilities.

The paper discusses in a complex and new way on the mathematical and empirical basis the claims on water source, capacity and equipment of technological facilities.



Obr. 5. Potenciál tvorby chloroformu v závislosti na počtu návštěvníků (k článku ing. Štátného)



Obr. 6. Koncentrace vázaného chloru v závislosti na počtu návštěvníků (k článku *ing. Šťastného*)

ATMOSFÉRICKÁ DEPOZICE EKOLOGICKY VÝZNAMNÝCH LÁTEK V KRKONOŠÍCH

ŽIVOTNÍ
PROSTŘEDÍ

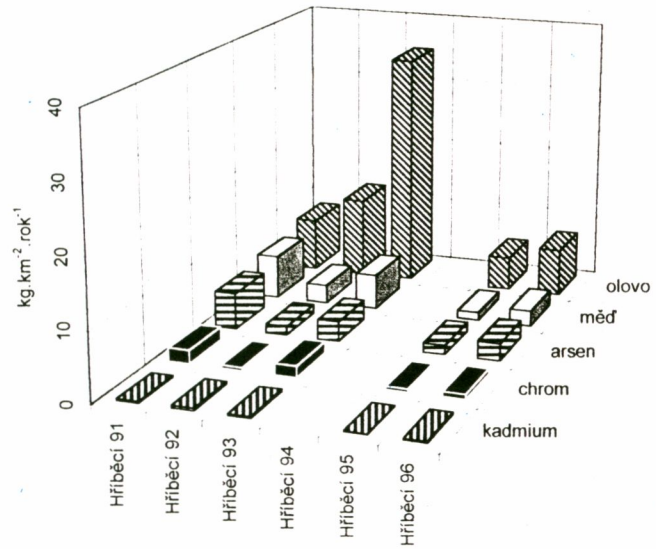
Ing. Eva Budská
Výzkumný ústav vodohospodářský TGM, Praha

Ve Výzkumném ústavu vodohospodářském TGM v Praze se provádí dlouhodobé sledování atmosférické depozice, které umožňuje sledovat plošné znečištění přírodního prostředí, povrchových vod a půdy. Cílem tohoto sledování je získání podkladů pro hodnocení změn celkové atmosférické depozice a poskytování údajů pro výpočet celoplošného znečištění vodních toků a půdy depozicí síry, nutrientů a těžkých kovů.

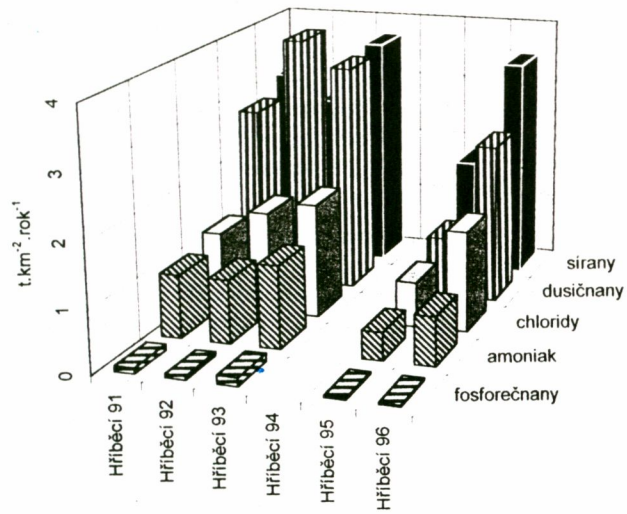
Na stanicích Hřibčecí boudy a Rýchory se provádí měření celkové atmosférické depozice od roku 1981. Podstatou měření je zachycování srážek do trvale otevřených nádob umístěných na volné ploše (bulk metoda). Z množství srážek a z obsahu ekologicky aktivních látek, stanoveného v laboratoři, je vypočítáváno celkové množství jednotlivých měřených látek na jednotku plochy. Sledování atmosférické depozice se provádí bulk metodou, to je metoda, při níž jsou odběrové nádoby nepřetržitě exponovány po dobu jednoho měsíce. Zachycené srážky jsou tedy rozšířeny o vyluhovatelný pevný spád, zachycený do nádob i v bezdeštném období. Celková atmosférická depozice zahrnuje mokrou i suchou depozici (wet+dry), to je depozice prachových částic a aerosolů.

Ve srážkové vodě deponované bulk metodou se měří základní hydrochemické ukazatele (pH, vodivost, alkalita, tvrdost), provádí se stanovení aniontů a kationtů: síranů, chloridů, dusitanů, dusičnanů, fosforečnanů, křemičitanů, fluoridů, vápníku, hořčíku, sodíku, draslíku a amoniaku. Dále se metodou atomové absorpční spektrometrie měří obsah těžkých kovů: mědi, zinku, chromu, kadmia, železa, manganu, olova, arzenu, berylia, niklu, vanadu a hliníku.

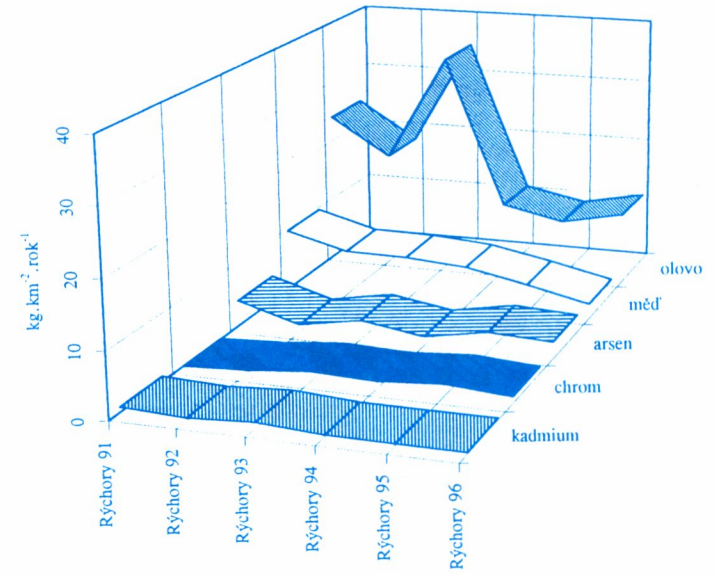
Výsledky monitorování atmosférické depozice na sledovaných stanicích v Krkonoších za rok 1996 potvrzují, že hlavní složkou srážek jsou sírany, jejichž zjištěné hodnoty se pohybují v rozmezí od 1,8 do



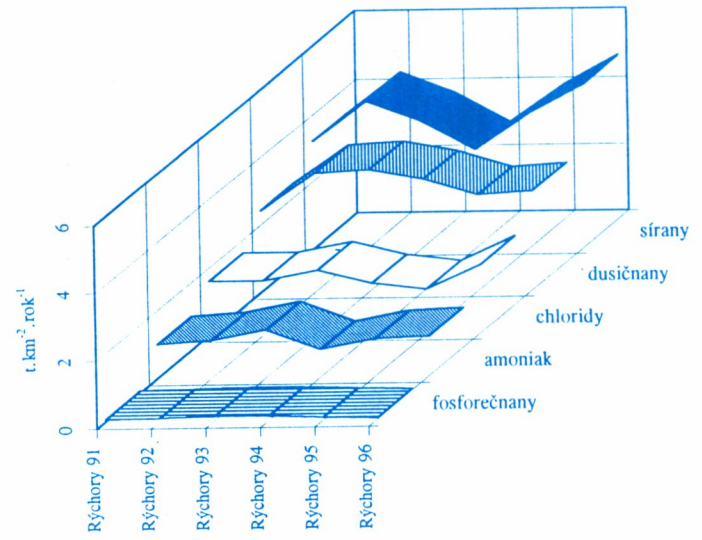
Obr. 1. Hřibecí – spad vybraných těžkých kovů 1991–1996



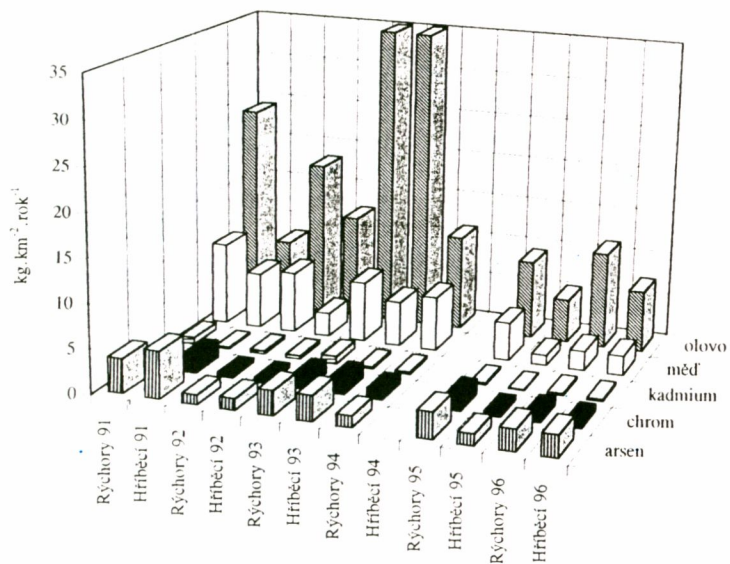
Obr. 2. Hřibecí – vývoj spadu látek za roky 1991–1996



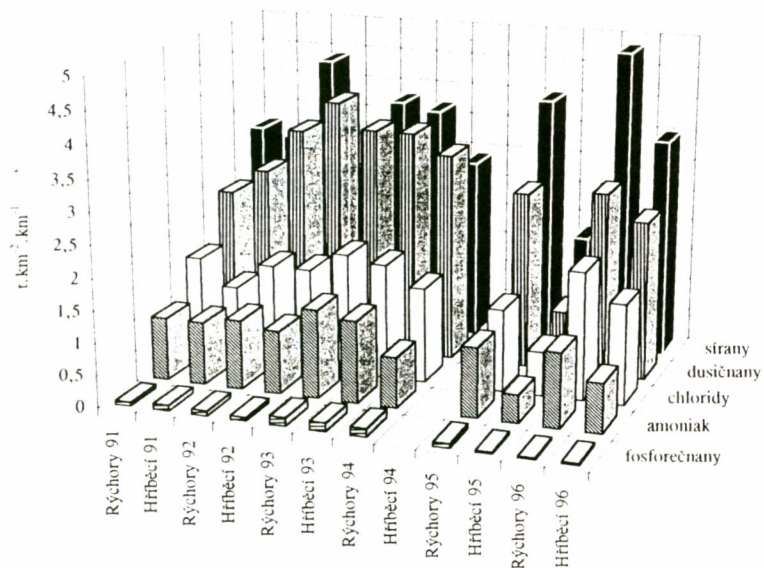
Obr. 3. Rýchory – spad vybraných těžkých kovů 1991–1996



Obr. 4. Rýchory – vývoj spadu látek za roky 1991–1996



Obr. 5. Spad vybraných těžkých kovů v Krkonoších za roky 1991–1996



Obr. 6. Vývoj spadu látek za roky 1991–1996 v Krkonoších

11,4 mg/l (Hřiběcí), celkový vážený roční průměr 3,56 mg/l; na stanici Rýchory v rozmezí 2,16–30,7 mg/l, celkový vážený průměr 4,85 mg/l.

Zjištěné hodnoty dusičnanů na stanici Hřiběcí boudy dosahují hodnot 1,36–7,46 mg/l, celkový vážený průměr 2,57 mg/l; na stanici Rýchory 1,39–10,4 mg/l, celkový vážený průměr 2,92 mg/l. Obsah těchto aniontů determinuje pH srážkových vod na průměrnou hodnotu 4,75 (Hřiběcí) a 5,22 (Rýchory).

Z hlediska atmosférické depozice jednotlivých složek vyjádřené v kg a tunách na jednotku plochy je také zřejmá dominantní role depozice sloučenin síry a dusíku:

Hřiběcí boudy – sírany 3,49 t/km²r
dusičnany 0,125 t/km²r

z těžkých kovů pak depozice manganu 6,65 kg/km²r
olova 6,89 kg/km²r
mědi 2,24 kg/km²r
vanadu 4,91 kg/km²r
zinku 17,54 kg/km²r

Rýchory – sírany 4,34 t/km²r
dusičnany 2,91 t/km²r

z těžkých kovů pak depozice manganu 7,82 kg/km²r
olova 11,37 kg/km²r
mědi 2,19 kg/km²r
vanadu 4,99 kg/km²r
zinku 124,84 kg/km²r

Celková atmosférická depozice jako měřítko intenzity vstupu imisí do lesního ekosystému sledovaných stanic v chráněné oblasti Krkonoš je údajem nezbytným pro určení půdních změn, změn v přízemní vegetaci a zprostředkovaně i pro určení příčin změn zdravotního stavu lesa. Při jejím měření nejsou zjišťovány pouze látky toxické a látky způsobující okyselení půdy, ale i další tzv. ekologicky aktivní látky, mezi které patří živiny (nutrienty). Vlivem nevhodných proporcí těchto živin může dojít k vážným poruchám ve výstavbě pletiv a k fyziologickým poruchám lesních kultur. Bez údajů o atmosférické depozici poměrně širokého spektra ekologicky aktivních látek nelze určit příčiny změn ani zodpovědně odhadnout vývoj zdravotního stavu lesa do budoucna.

SUMMARY

Atmospheric deposition of environmentally significant substances in Krkonoše Mountains (Czech Republic)

The TGM WRI Prague carries on a long term monitoring of atmospheric deposition, which enables to measure surface pollution. Measurement of total deposition and determination of basic hydrochemical parameters (pH, conductivity, SO_4^{2-} , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na, K) including nutrients (N, P) and heavy metals (Cu, Zn, Cr, Cd, Fe, Mn, Pb, As, Be, Ni, V, Al) have been carried out at 2 stations (Hřibecí and Rýchory, Krkonoše Mountains) monitoring network since 1981. Measurement of total atmospheric deposition is done through bulk method (wet+dry).

Results of monitoring prove, that main component precipitation were SO_4^{2-} (Hřibecí 3.56 mg/l, Rýchory 4.85 mg/l) and NO_3^- (Hřibecí 2.57 mg/l, Rýchory 2.92 mg/l) their contents determines pH precipitations on the average value 4.75 (Hřibecí) and 5.22 (Rýchory). In 1996, the total and mean depositions of SO_4^{2-} were 3.49 t/km² year (Hřibecí) and 0.125 t/km² year, of NO_3^- and SO_4^{2-} 4.34 t/km² year (Rýchory), 2.01 t/km² year of NO_3^- , heavy metals (Rýchory): 11.37 kg/km² year (Mn): 7.82 kg/km² year, (Cu): 2.19 kg/km² year, (V): 4.99 kg/km² year and (Zn): 124.84 kg/km² year. Hřibecí (Pb): 6.89 kg/km² year, (Mn): 6.65 kg/km² year, (Cu): 2.24 kg/km² year, (V): 4.91 kg/km² year and (Zn): 17.54 kg/km² year.

NEJBLIŽŠÍ AKCE ČESKÉ VĚDECKOTECHNICKÉ VODOHOSPODÁŘSKÉ SPOLEČNOSTI

Pobočka ČVTVHS Vodohospodářská společnost Olomouc pořádá každoročně 2krát v roce Dny nové techniky. Letošní 14. DNY NOVÉ TECHNIKY se uskuteční 15. a 16. dubna v areálu Vodohospodářské společnosti Olomouc, a. s., s tematikou: čerpání, jímání, úprava a rozvod vody, elektronika, měření a hledání poruch. Odbornými garanty jsou Josef Rychlý a Marta Krausová.

Seminář Analytika odpadních vod pro potřeby nových vodohospodářských předpisů, zaměřený na informace o nových právních předpisech ve vodním hospodářství, normalizované analytické metody, odběr vzorků odpadních vod, dále na metody stanovení CHSK, BSK₅,

dušiku, fosforu, stanovení stopových prvků, měření průtoků odpadních vod na ČOV, stanovení AOX a na mezilaboratorní porovnávání zkoušek v oblasti odpadních vod, proběhne 21. dubna v KT ČSVTS Praha. Odbornými garanty jsou RNDr. S. Křivánek a Ing. J. Šťastný, CSc., z odborné skupiny odpadní vody a čistota vod.

Seminář Stavební technologie v rekonstrukci vodohospodářských staveb se uskuteční dne 19. května v kongresovém sále Vodních staveb Praha, a. s., Praha 7. Seminář se bude zabývat problematikou stavebních rekonstrukcí vodohospodářských objektů, aktuálními požadavky provozovatelů na rekonstrukce, podmínkami pro provádění rekonstrukcí a způsoby provádění; dále zkušenostmi a poznatky z provedených rekonstrukcí vodohospodářských staveb. Odborným garantem je Ing. J. Ježek z odborné skupiny vodárenské a Ing. A. Burešová, Vodní stavby Praha, a. s.

Akce Ledový a teplotní režim toků a nádrží je v pořadí již 7. symposiíem na toto téma (nové poznatky v ledotechnice, provozní zkušenosti ze zimního režimu a preventivní opatření proti ledovým povodním apod.). Uskuteční se v květnu nebo červnu v KT ČSVTS. Odborným garantem je Ing. V. Matoušek, DrSc., z odborné skupiny vodní toky, nádrže a vodní cesty.

Ve dnech 23. až 25. června se uskuteční v Olomouci 7. symposium Vodohospodářské soustavy na téma Systém povodňové ochrany ČR. Cílem symposia je posoudit činnost všech účastníků systému povodňové ochrany s přihlédnutím ke zkušenostem z povodně v červenci 1997. Symposium je určeno vodohospodářským orgánům, správcům vodních děl a toků, ohroženým subjektům, dalším účastníkům systému (policie, hasiči, armáda, zdravotníci, města a obce a další) a též vědeckým a výzkumným organizacím. Symposium bude mít tři tematické okruhy: Přípravná opatření k povodňové ochraně, činnost při povodních, činnost po povodních. Odborným garantem je Ing. V. Blažek, CSc., z odborné skupiny vodohospodářské soustavy.

V druhém pololetí jsou v programu společnosti tyto akce:

Předvídaní škod z povodní, Anaerobie, Výhled a současná spotřeba pitné vody, Automatizace vodárenských procesů, Zákon o poplatcích, K nařízení vlády ČR č. 171/92 Sb., Těsnění kanalizačních trub a objektů, zkoušení jejich vodotěsnosti. Předpoklady kontinuálního dialogu vodohospodářů s ekologickými aktivitami.

Ing. Marie Grácová

VÝCHODOSLOVENSKÁ VODÁRENSKÁ SÚSTAVA A TICHÝ POTOK

Úsilie optimálne využiť vodné zdroje a zabezpečiť plynulú dodávku pitnej vody smeruje k vzniku a rozvoju vodárenských sústav. Na východnom Slovensku sa postupne vytvorila vodárenská sústava zásobujúca vodou okresy Košice, Prešov, Vranov a Humenné s tým, že do budúcnosti sa predpokladá jej rozšírenie do okresov Michalovce, Bardejov a Svidník. Vodárenská nádrž TICHÝ POTOK v tejto sústave by mala zásobovať pitnou vodou oblasť Prešova a Košíc, čím sa uvoľní bilančná kapacita nádrže Starina pro zásobovanie oblasti Bardejova, Svidníka, Michaloviec a Trebišova. Myšlienka vodárenského využitia horného toku Torysy v oblasti TICHÉHO POTOKA sa objavila už v polovici šesťdesiatych rokov odvtedy sa študovali viaceré profily pre výstavbu priehrady. V rámci návrhu zadania stavby sa okrem samotného technicko-ekonomického návrhu riešenia objektov vodného diela spracovalo vyše 20 doplnovacích štúdií (ekologická, hydrologická, štúdiá spôsobu hospodárenia v danej oblasti, monitoring apod.). Správa o hodnotení, ako ďalší krok v procesnosti posudzovania vplyvov na životné prostredie, mala by byť rozhodujúcim materiálom pre ďalší postup prípravy, projektu a realizácie stavby. Na záver niekoľko údajov stavby vodárenskej nádrže TICHÝ POTOK:

Plocha povodia 112 km²

Zatopená plocha pri maximálnej hladine 115 ha

Dĺžka koruny hrádze 450 m

Maximálna výška hrádze 65 m

Šírka koruny hrádze 7,0 m

Celkový objem nádrže 24,4 mil. m³

Zásobný objem nádrže 21,7 mil. m³

Vodárenský odber 638 l/s

Celkové náklady 2,18 mld. Sk (CÚ 1993)



A. Ladecký

KONFERENCIA

KONCEPCIE A PROBLÉMY ZATÁPĚNÍ ZBYTKOVÝCH DŮLNÍCH JAM V SRN

Německé Spolkové ministerstvo pro ochranu prostředí a přírody a pro jadernou bezpečnost (dále BUM – Bundesumweltministerium) uspořádalo v listopadu 1997 v areálu kláštera St. Marienthal/Ostritz čtyřdenní sympozium „Obnova vodní bilance v oblastech těžby hnědého uhlí“. Jednání se zúčastnilo 88 odborníků a zástupců státní správy především ze SRN, ale i z Polska, Ruska, Slovenska, Ukrajiny a České republiky. Přednášky s diskusemi byly rozděleny na čtyři tematické bloky: (1) Vývoj těžby lignitu a její vliv na vodní bilanci v hlavních uhelných revírech, (2) Hydroekologické podklady těžby lignitu, legislativní omezení, plánovací a kontrolní nástroje, (3) Vědecká a technická příprava a podpora obnovy vodní bilance v oblastech těžby, (4) Technologie omezující poškození kvality podzemních a povrchových vod v důlních oblastech. Sympozium bylo zakončeno panelovou diskusí a exkurzí na utlumovaný lom Berzdorf u Görlitz a na právě napouštěné důlní jezero Olbersdorf u Žitavy.

Sympozium ukázalo některé zřejmé podobnosti v historickém a ekonomickém vývoji u nás a v tzv. nových spolkových zemích SRN, a to zejména záměr zatopit většinu velkých důlních zbytkových jam vodou, obdobně jako se připravuje v severočeském uhelném revíru. Existují však i významné rozdíly v přípravě koncepcí útlumu těžby uhlí a konkrétních projektů obnovy vodních bilancí, přírody a krajiny.

Po skončení druhé světové války na území bývalé NDR získalo hnědé uhlí (lignit) zásadní strategickou důležitost jako palivo a všestranně využitelná surovina. Období trvalého vzrůstu poptávky vyvrcholilo v roce 1988, kdy těžba dosáhla ve středoněmeckém revíru (Lipsko–Halle) 110 milionů tun a v lužickém revíru, kam se v průběhu let zejména soustředila, asi 200 milionů tun.

Pro povrchovou těžbu byly odvodněny zvodně nad uhelnými ložisky a vodonosné vrstvy nekonzolidovaných hornin do hloubky dna lomů, byly sníženy přetlaky v hlubších zvodních zasahujících do úrovně dna lomů, byly zachyceny a mimo území těžby odvedeny vnější povrchové vody. Odhaduje se, že pro vytěžení každé tuny uhlí bylo třeba

vyčerpát z důlních jam 4 až 6 m³ vody. K poklesu úrovně hladin podzemní vody v důsledku čerpání došlo na ploše asi 1 300 km² v lužickém revíru a 720 km² ve středoněmeckém revíru. Vzniklý vodní deficit dosáhl v těchto revírech 7, resp. 5,7 miliardy m³ vody. Koncem 80. let se přečerpávalo z lužického revíru v souhrnu téměř 40 m³/s do Sprévy, Lužické Nisy a Elstery (Schwarze Elster) a z revíru Lipsko–Halle přes 14 m³/s chemicky upravených důlních vod. Nadlepšení průtoků v řekách umožnilo pokrýt zvýšené požadavky na odběry vody zejména v oblasti Berlína.

Od počátku 90. let se v hlavních německých uhelných revírech zásadním způsobem snížila těžba, mnohé doly byly uzavřeny, bylo zastaveno čerpání velké části důlních vod i jejich úprava. V té době si pouze malý počet důlních a vodohospodářských odborníků uvědomoval, že obnova přiměřené vodní bilance v povodích řek ovlivněných těžbou bude v rámci obnovy těžebních území velmi komplexním a časově náročným úkolem. Navíc se brzy zjistilo, že podmínky pro obnovu potřebných vodních zdrojů a zásob jsou velmi nepříznivé. Oba předmětné revíry leží v oblasti s nejnižšími atmosférickými srážkami v Německu, a tedy s velmi omezenými dostupnými zdroji vody. Velmi omezené jsou zde i možnosti akumulace vody v nádržích nebo přivádění vody z jiných povodí. Do mnoha vytěžených lomů nebo do jejich blízkosti byly ukládány průmyslové a komunální odpady, vypouštěny odpadní vody a látky pro vodu nebezpečně, což je skrytou hrozbou při plánovaném vzestupu úrovně hladin podzemních vod.

Záměr obnovit vodní bilanci přesáhl možnosti a kompetence správních orgánů jednotlivých spolkových zemí, proto byla v létě 1993 z iniciativy BUM ustavena Spolková a zemská pracovní skupina pro plánování vodních zdrojů sestavená ze zástupců Senátního úřadu pro územní rozvoj a ochranu prostředí Berlína, zemských ministrů pro životní prostředí Braniborska, Saska, Saska-Anhaltska a Duryňska, Spolkové agentury pro životní prostředí a Spolkového hydrologického institutu. Pracovní skupina navrhla „Rámcovou koncepci obnovy vyrovnané bilance vodních zdrojů v povodích řek ovlivněných těžbou lignitu v Lužici a východním Německu“, která byla přijata na ministerské úrovni v březnu 1994.

Pro dosažení dlouhodobého cíle, kterým má být vytvoření podmínek pro vznik stabilního (autoregulačního) vodního režimu při respektování ekologických podmínek a potřebného využívání vod, se vytyčují jako potřebné následující práce:

- výzkum a realizace možností omezení čerpání podzemních vod v předmětných povodích;
- vypracování směrných plánů a koncepcí veřejného zásobování vodou, včetně nadregionálních dodávek v případě poškození nebo ohrožení lokálních vodních zdrojů, a to včetně postupného ukončování veřejného zásobování ze statických zásob podzemní vody;
- využití technických opatření pro omezení čerpání vody z důvodů těžby na absolutní minimum;
- určení ekologicky opodstatněného minima odvodňovacího účinku pro dotčené povrchové vody;
- vypracování plánů a pokračování výzkumných prací v povodích řek v několika časových úsecích až do roku 2020 s uplatněním jednotných metodik a principů jako základu pro plánování a rozhodování příslušných úřadů;
- prověření plánů čištění a vypouštění odpadních vod v předmětných povodích s cílem předcházet zhoršování kvality vod v období snížených průtoků v tocích po ukončení vypouštění důlních vod a zabezpečit požadovanou kvalitu vody jak pro počáteční zatápění důlních jam, tak dlouhodobě ve vzniklých důlních jezerech;
- určení požadavků a podmínek pro napuštění odvodněných zbytkových důlních jam a koncepcí jejich zatopení na základě hydrogeologických a limnologických výzkumů uskutečňovaných jednotlivými metodami a principy;
- monitorování, vyhodnocování a odhadování rizik souvisejících s kontaminovanými a podezřelými lokalitami, sanace těchto lokalit v časových úsecích odpovídajících opatřením na obnovu vodního režimu;
- vypracování zásad pro navrhování vodohospodářských nádrží ve zbytkových jámách a pro převádění vody z jiných povodí;
- výzkumy optimalizovaných konstrukcí a provozů čistíren odpadních vod, nádrží a převádění vody z jiných povodí pro přípravu objemů vod potřebných pro plnění důlních jam a pro zabezpečení vody pro ekologické potřeby;
- výzkumy návrhů „polopřirodních“ koryt tekoucích vod přeložených v souvislosti s ukončením těžby a sloužících jako recipienty pro širší okolí dolů;
- instalace monitorovacího systému postihujícího všechny aspekty související s obnovou a umožňujícího kontrolovat postupné plnění vytyčených cílů obnovy vodního režimu;

- zahájení jednání s Polskem o transferu vody (včetně kvalitativních ukazatelů) z Lužické Nisy a Odry pro zatápění zbytkových důlních jam a pro zlepšení vodní bilance na dolní Sprévě a o omezení regionálního ovlivňování vodního režimu z dolů Turów a Jänschalde.

Kromě uvedených prací se očekává, že může vzniknout potřeba dalších dosud neidentifikovaných činností potřebných pro obnovu vodního režimu, která bude trvat mnoho let.

Podle nejnovějších studií navazujících na výše popsanou koncepci se zamýšlí zatopit ve středoněmeckém a lužickém revíru celkem 45 různě velkých a hlubokých zbytkových jam (viz *tabulku 1*) s úhrnnou vodní plochou 23 691 ha a objemem 4 176 mil. m³ nadržené vody. Hlavním zdrojem vody mají být jámy středoněmeckého revíru levobřežní přítoky Labe, Mulda a Saala a pro jámy v Lužickém revíru řeky Elstera a Spréva. Napjatá bilance Sprévy, která zásobuje vodou celou Berlínskou aglomeraci, by měla být pro zatápění jam zlepšena převodem vody z hraničních řek Lužické Nisy nebo Odry, k němuž by však bylo nezbytné získat souhlas Polska.

Tabulka 1. Vodohospodářské parametry vybraných důlních jezer v SRN

Název lomu (důlního jezera)	Vodní plocha (ha)	Objem (mil. m ³)	Průměrná hloubka (m)	Období napouštění
Sedlitz	1 330	206	15,5	1999–2011
Gräbendorf	412	93	22,6	1996–2004
Lohsa II.	1 070	99	9,2	1997–2004
Olbersdorf	60	6	10,0	1996–2007
Greifenhain	1 016	330	32,5	1998–2018
Jänschalde (Klinger See)	394	102	25,9	1999–2019
Spreetal/Bluno	1 360	152	11,2	1999–2006
Berzdorf	950	350	36,8	2003–2008

Počáteční zatopení jezer má být v závislosti na velikosti jezera a kapacitě zdroje co možná nejrychlejší. Povrchová voda pro zatápění by měla vyhovovat následujícím požadavkům: $6 \leq \text{pH} \leq 9$, $\text{Fe}_{\text{celk}} \leq 3 \text{ mg/l}$, $\text{Fe}_{\text{gel}} \leq 1 \text{ mg/l}$, $\text{SO}_4 \leq 800 \text{ mg/l}$, $\text{NH}_4\text{-N} \leq 1,5 \text{ mg/l}$, $\text{Zn}_{\text{celk}} \leq 1,0 \text{ mg/l}$ a $\text{Cu}_{\text{gel}} \leq 0,04 \text{ mg/l}$. „Rovnovážný“ stav vodní bilance jezer v regionu má být doplňován a obnovován z přirozeně infiltrovaných srá-

žek, resp. podzemních vod a jeho dosažení se plánuje hluboko do 21. století (např. jezero Golpa-Nord do roku 2091). V dlouhodobém výhledu se má zvážit možné okyselování a zasolování jezera při kontaktu vody s pyritovými ložisky a solemi doprovázejícími uhelné sloje nebo vlivem výronů důlních vod, jejichž pH je běžně v rozmezí 2 až 3, popř. navrhnout úpravu pH vápněním apod.

Dosud nedořešené jsou některé ekologicky motivované otázky, např. zda by některá z jezer neměla zůstat „slaná“ a oživená přirozenou halofilní flórou a faunou, zda dávat přednost umělému nebo přírodě blízkému tvarování břehových partií a území v okolí jezer pro jeho následně různorodé využívání apod. Neurčené jsou dosud také finanční zdroje (spolkové, zemské, soukromé) pro financování péče o území po napuštění jezer a základních rekultivacích pozemků. V počátcích je úsilí o privatizaci pozemků jejich převedením ze správy akciových důlních společností na soukromé vlastníky.

Podklady

ANONYM: Nach der Braunkohle kommt das Wasser. LMVB – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, Berlin, November 1997.

HEYER, O. (Red.): Portrait. LMBV – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, Berlin, März 1997.

LUCKNER, L., GOCKEL, G., SEIDEL, K. H.: Restlochflutung. Gefahrenabwehr, Wiedernutzbarmachung und Normalisierung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Lausitzer Revier. LMBV – Lausitzer und Mitteldeutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, Berlin/Dresden, August 1997.

MALEK, O., MAUL, CH.: Framework Concept for the restoration of the water balance in Eastern German lignite mining regions. In: The Restoration of the Water Balance in Lignite Mining Areas. International Symposium 17-20 November 1997, Internationales Begegnungszentrum St Marienthal/Osttritz (Free State of Saxony), Germany, 1997.

ROTHKIRCH, U. G., HILDEBRAND, F. (RED.): Ökologischer Aufbau. Braunkohlesanierung Ost. Bundesumweltministerium, Bonn, Juli 1994.

Ing. Vladimír Chour, CSc.

Vydává Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka v Praze z pověření Ministerstva životního prostředí ČR.

Určeno pracovníkům zabývajícím se problematikou vodního hospodářství, pracovníkům státní správy a samosprávy, vodohospodářských podniků a organizací a podnikovým vodohospodářům.

Dohlédací pošta Praha 07

Podávání novinových zásilek povoleno Českou poštou, s. p., Odštěpným závodem Praha, čj. nov 5385/95 ze dne 8. 8. 1995

Vychází měsíčně.

Redakční rada:

Ing. Ivan Koruna, CSc. (předseda), Ing. Josef Beneš (místo-
předseda), Ing. Jan Bartáček, CSc., Ing. Karel Hartig, CSc.,
RNDr. Ladislav Havel, CSc., Ing. Daniela Joklová, Ing. Václav
Jirásek, doc. Ing. Jan Koller, CSc., Ing. Magdalena Konvičková,
Ing. Bohuslava Kulasová, Ing. Josef Matějčík, CSc., Ing. Bohu-
mil Müller, prof. Ing. Jaroslav Pollert, DrSc., RNDr. Hana Prcha-
lová, Ing. Petr Soukup, Ing. Václav Svejkovský, Ing. Jan Vilímc,
doc. Ing. Ladislav Žáček, DrSc.

Redaktor: Josef Smrták

Redakce: Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka
Podbabská 30, 160 62 Praha 6
tel. 243 108 34
fax 243 104 50

Tisk VUSTE ENVIS, Praha 6

Číslo 3-4

Cena Kč 16,-

CONTENTS

40 Years of the VTEI Periodical (Beneš J.)	81
HYDROLOGY	
Runoff Situation during the July 1997 Floods in the Catchment Areas of the Rivers Odra, Morava and Elbe (Soukalová E., Řehánek T., Šiftař Z.)	85
WASTEWATERS	
Wastewater Treatment Plants with Interrupted Operation (Just T.)	96
CONFERENCES	
Issues of Water Treatment Biology 1998 (Sládečkovi A. a V.)	105
Conception and Problems of Flooding Residual Mining Pits in the Federal Republic of Germany (Chour V.)	135
WATER-SUPPLY ENGINEERING	
Corrosion Tests of Water from the Conduit Plav-Tábor (Žáček L., Hubáčková, J., Ledvinka J., Pohlová I.)	111
THE ENVIRONMENT	
Application of New Methods and Technologies for the Design of Treatment Plants for Pool Waters (Šťastný B.)	115
Atmospheric deposition of environmentally significant substances in Krkonoše Mountains (Czech Republic) (Budská E.)	127

