

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka – ohlédnutí za rokem 2004

V roce 2004 oslavil ústav již 85 let svého působení. Tuto událost jsme si připomněli na květnovém slavnostním shromáždění v prostorách ústavu v Praze. Úroveň setkání dokládá účast ministra životního prostředí RNDr. Libora Ambrozka i ministra zemědělství Ing. Jaroslava Palase a široké reprezentace předních zástupců oboru.

Bilancovat tak dlouhé období činnosti je velmi nesnadné, a to jak z hlediska vlastní činnosti ústavu, jeho zakotvení mezi partnerskými organizacemi, tak – což je klíčové – z hlediska budoucího směřování.

Patří již k historii, že projekt ústavu, který vznikl v roce 1919, dal v roce 1920 vznik činnosti hydrologického ústavu, v roce 1930 hydrotechnického ústavu a definitivnímu zakotvení pražského pracoviště v tomto areálu.

Zatímco vodoměrná část hydrologie se postupně přesunula k meteorologii, hydrotechnika a zejména práce spojené s výstavbou vodních děl reprezentovaly činnost ústavu v poválečném období až do šedesátých let. Souběžně rostl význam prací z oboru vodárenské a čistírenské technologie a toto zaměření vtisklo svou tvář ústavu zejména v sedmdesátých a osmdesátých letech.

Pokud bychom hledali charakteristiku pro léta devadesátá, je zde nesporně viditelný růst důrazu na vodu v širším kontextu: vodu v krajině, vodu v životním prostředí a vodu v Evropě. Praktickou ukázkou integrace přístupů k ochraně životního prostředí je kombinace ochrany vod a hospodaření s odpady, která spolu s plánováním v oblasti vod tvoří základní profil ústavu od počátku nového milénia.

Pro ústav je charakteristické, že ve všech těchto obdobích se vždy odborná služba prolínala s výzkumnou činností. Jejich propojení charakterizuje i trvalá činnost laboratoří a informační podpory.

Rok 2004 považujeme za zlomový z pohledu dovršení dosaadvních výzkumných záměrů a celkového přechodu na systém institucionálního financování podle nového zákona (130/2001 Sb.). Šlo o pět záměrů z oblasti voda (Výzkum a vývoj kvantitativních charakteristik hydrosféry, Výzkum a vývoj metod, procesů a aplikací v oblasti kvalitativních charakteristik hydrosféry včetně monitoringu, Výzkum a vývoj balance a predikce antropogenně ovlivnitelných vodních systémů, Výzkum informačních technologií v oblasti voda a Výzkum hydrické složky přírodních a krajinných systémů) a jeden z oblasti odpadů (Výzkum a vývoj ovlivnění hydrosféry při nakládání s odpady a škodlivinami). Ukončení všech šesti výzkumných záměrů bylo hodnoceno úspěšně.

Tato skutečnost se má stát předpokladem, že výzkumná instituce ob stojí i v řešení výzkumných záměrů dalšího sedmiletého období. VÚV T.G.M. předložil pro období 2005–2011 dva komplexní výzkumné záměry. V oblasti voda pokrývá prakticky všechny odbornosti ústavu a je koncipován ve vztahu k aktuálním potřebám implementace evropských norem. Aktuální stav diskuse na MŽP (prosinec 2004) ozřejmuje význam výzkumného záměru a institucionálního financování i v relativně novém oboru činnosti ústavu – odpadech.

Hodnotíme-li rok 2004 z pohledu dalšího veřejného zdroje, tj. zakázek výzkumných projektů, lze konstatovat, že výsledky řešitelské etapy v roce 2004 byly obhájeny bez problémů. Tradiční projekty vesměs pokračují (Labe, Morava, Odra atd.). Větší úspěšnost bychom si mohli přát v soutěži o nové projekty.

V rámci roku 2004 je možno označit za problematickou situaci vyvolanou na jedné straně nárůstem aktuálních a prioritních úkolů (zejména asistence v oblasti implementace tzv. Rámcové směrnice o vodní politice, účast v odborných grémiích včetně mezinárodních atp.) a na straně druhé stále stejným objemem zdrojů na tyto práce. Během roku docházelo několikrát k selekci prioritních projektů, vnitřní restrukturalizaci zakázek a nutnému odsunutí některých prací. Přesto základní a klíčové výstupy byly odevzdány včas. To není sebehodnocení, ale fakt – a to na základě odezvy zakladatele a dalších partnerských institucí. Ve shodě se zakladatelem jsou přijímána všechna dostupná opatření, aby dopady tohoto nesouladu neovlivnily zejména návazné práce a oblasti, kde je VÚV T.G.M. klíčovým kooperantem, a rovněž průběh prací v roce 2005.

Pozornost byla v roce 2004 rovněž věnována tradičním partnerům i možnostem širšího využití výsledků a kapacit ústavu k řešení praktických a regionálních problémů. V souvislosti s řešením úkolů v oblasti vodního plánování jde o tradiční spolupráci s odbornými složkami MŽP, dále MZe, podniky Povodí i zahraničními institucemi. Byla uzavřena rámcová dohoda o spolupráci se Středočeským krajem a připravovány podobné dohody s Plzeňským, Ústeckým, Jihočeským, Moravskoslezským, Zlínským a postupně i s dalšími kraji.

Rok 2004 byl pro ústav i rokem dokončení rozsáhlých a nutných oprav po povodních. Ve spolupráci s MZe se podařilo zařadit většinu akcí do programu obnovy podporovaného Evropskou investiční bankou. Došlo i na rozvojové investice. V souladu s implementačním plánem a návaznými projekty Phare byla v pražském areálu ústavu pořízena nová budova referenčních laboratoří, která umožní plně realizovat stanovené funkce Centra pro hospodaření s odpady VÚV T.G.M. Po zkušenostech roku 2002 byla stavba upravena tak, aby dokázala vzdorovat povodni. Od května, kdy stavební práce započaly, bylo do prosince 2004 provedeno zastřešení celé stavby s tím, že jedno křídlo budovy již dostává finální podobu v interiérech. Po letech příprav byla zahájena i výstavba samostatné budovy pro pobočku v Brně.

Souhrnně lze rok 2004 ve VÚV T.G.M. charakterizovat jako období, kdy se stabilizovala technická kapacita pražského pracoviště ústavu poškozená během povodní v roce 2002 i jeho odborná kapacita, včetně poboček v Brně a Ostravě. Zároveň byl rokem, kdy šlo o zachování kontinuity výzkumu a vývoje jako základního poslání instituce. Konečně do praktického užívání vstupují i nové kapacity pro podporu státní správy v oblasti odpadů. Potvrdilo se, že vstupem země do Evropské unie se zásadně nezměnily úkoly ústavu, zejména jeho odborná pozice ve znalostech a výzkumu českých, moravských a slezských vod a vybraných úseků odpadového hospodářství. Pro další léta je klíčové, zda budou dosavadní výsledky uznány i z hlediska jejich místa ve veřejném výzkumném sektoru a v tomto smyslu vytvořeny podmínky transformace organizace na veřejnou výzkumnou instituci.

Výsledky ústavu jsou prezentovány odborné veřejnosti přímo, tvoří subdodávky nebo součást širších projektů. Jsou aplikovány především na MŽP a dále v řadě organizací a složek státní a veřejné správy. Je naší snahou, aby se tyto výsledky ještě v širší míře než dosud dostaly bez oklik a včas „do života“, ke svým uživatelům. Ať již jde o výsledky projektů hodnotících povodně, výzkum hlavních vodních toků, metodické práce pro vodní plánování nebo evidenci původců některých odpadů. Pracovníci VÚV T.G.M. jsou připraveni – vždy a všude, kde to bude potřeba – své výsledky vysvětlit a obhájit.

Ing. Lubomír Petružela, CSc.
ředitel

VLIV NÍZKÝCH PRŮTOKŮ NA BIOMASU FYTOPLANKTONU VE VODNÍCH TOCÍCH

Blanka Desortová

Klíčová slova

fytoplankton, chlorofyl-a, tekoucí vody, průtok, teplota vody, srážky

Souhrn

Extrémně suché a teplé počasí v roce 2003 mělo za následek dlouhodobě nízké stavy a průtoky vody v tocích povodí Labe. Nízké průtoky byly současně doprovázeny déletrvajícím obdobím vyšších teplot vody. V důsledku těchto podmínek došlo k silnému nárůstu biomasy fytoplanktonu zejména ve středních a dolních úsecích řek. Vliv nízkých průtoků na množství fytoplanktonu v tocích dokumentuje průběh změn koncentrace chlorofylu-a v profilu Vltava-Zelčín ve vegetační sezóně roku 2003 ve srovnání s rokem 2001. Koncentrace chlorofylu-a neklesla v období duben až září roku 2003 pod úroveň 100 µg/l a sezónní průměr (III.–X.) dosáhl hodnoty 112,4 µg/l, která je dvojnásobná ve srovnání s rokem 2001.

Fytoplankton je přirozenou součástí společenstva organismů v povrchových vodách. Je základem potravního řetězce ve vodě, jehož konečným článkem jsou ryby. Nadměrný rozvoj biomasy fytoplanktonu je však jevem negativním, který je nejčastěji spojován s vysokým obsahem živin (sloučenin dusíku a fosforu) ve vodě, tj. s eutrofizací.

Vysoká koncentrace fytoplanktonu způsobuje problémy při technologickém využívání vody, zejména při úpravě surové vody na pitnou, v závlahových systémech a při použití v chladicích okruzích. Tvorba vodních květů sinic s možností uvolňování toxinů a jejich případné účinky na člověka omezují rekreační využití vod.

Přítomnost vysoké biomasy fytoplanktonu významně modifikuje chemické složení partikulovaných látek v tekoucích vodách, zvyšuje zákal a snižuje průhlednost vody, ovlivňuje kyslíkové poměry a zvyšuje zatížení toků organickými látkami, které jsou výsledkem primární produkce fytoplanktonu.

V tekoucích vodách množství fytoplanktonu narůstá postupně podél toku s určitým časovým a prostorovým posunem vzhledem ke stálému pohybu vody korytem. Na rozvoj biomasy fytoplanktonu podél toku mají významný vliv, kromě koncentrace a dostupnosti základních živin, hydrologické a hydrografické poměry. Úpravy vodních toků pro plavbu, především příčné stavby, vytvářejí podmínky, které ve srovnání s přirozenými (neovlivněnými) toky umožňují větší nárůst fytoplanktonu.

Výsledky některých zahraničních studií, zaměřených na procesy probíhající v tekoucích vodách, dokumentují převažující vliv velikosti průtoku na rozvoj biomasy fytoplanktonu [1]. Jiní autoři naopak uvádějí jako rozhodující vliv koncentrace živin [2, 3].

V rámci řešení národních Projektů Labe bylo v různém rozsahu prováděno sledování zaměřené jak na zachycení časově prostorových změn vývoje fytoplanktonu v toku Labe a některých jeho přítocích, tak na získání informací o změnách koncentrace živin a jejich dopadu na rozvoj fytoplanktonu.

Analýza výsledků sledování změn fytoplanktonu, koncentrace živin a hydrologických podmínek ukázala, že při existující

trvale vysoké úrovni živin ve vodě představuje průtok významný faktor, který ovlivňuje charakter vývoje biomasy fytoplanktonu v našich vodních tocích. Vyhodnocení dlouhodobých změn biomasy fytoplanktonu ve vybraných profilech na vodních tocích dále prokázalo, že jsou významné rozdíly v koncentraci chlorofylu-a (měřítko biomasy fytoplanktonu) mezi roky s víceméně stejnou úrovní živin, ale s různými hydrologickými a meteorologickými podmínkami [4].

Vliv nízkých průtoků na množství fytoplanktonu v tekoucích vodách lze demonstrovat na příkladu sezónního vývoje biomasy fytoplanktonu v klimaticky a hydrologicky výrazně odlišných letech 2001 a 2003 (obr. 1). Pro srovnání jsou použity výsledky sledování charakteristik fytoplanktonu v profilu Vltava-Zelčín. Toto sledování bylo prováděno s četností vzorkování 10 až 14 dní ve vegetační sezóně, tj. v březnu až říjnu. Základní meteorologické a hydrologické charakteristiky srovnávaných let jsou shrnuty v tabulce 1.

Tabulka 1. Meteorologické a hydrologické charakteristiky roku 2001 a 2003 (podkladové údaje o srážkách, teplotě vzduchu a průtocích byly převzaty z databáze ČHMÚ)

Rok	Množství srážek CR		Teplota vzduchu CR °C		Teplota vody Vltava-Zelčín °C		Průtok Vltava-Zelčín m³/s	
	průměr III.–X. mm	% 1)	průměr III.–X.	odchylka od normálu	průměr III.–X.	max. v III.–X.	průměr III.–X.	max. v III.–X.
2001	617	124	12,0	0,7	13,8	20,7	211	570
2003	370	75	12,8	1,3	17,0	24,5	77,5	231

1) průměrný úhrn srážek v procentech srážkového normálu (1961–1990)

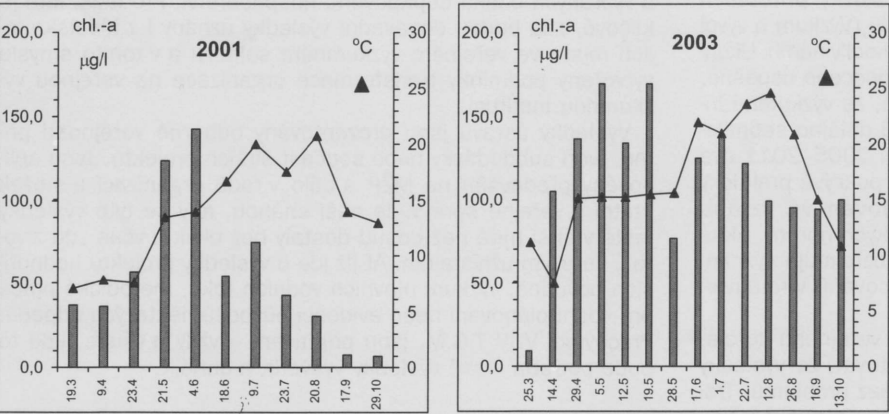
Co se týče množství srážek na území České republiky, byl rok 2001 charakterizován vyšším úhrnem srážek ve srovnání s rokem 2003, kdy průměrné množství srážek v období března až září dosáhlo pouze 75 % srážkového normálu (tj. průměrné hodnoty za období 1961–1990). Rozdíl v množství srážek mezi oběma roky je patrný také z průměrných měsíčních srážek. Na obrázku 2 je pro srovnání znázorněn průměr měsíčních srážek v procentech srážkového normálu. S výjimkou měsíce května a června byly v roce 2003 ostatní měsíce výrazně srážkově deficitní. Uvedený nedostatek srážek v roce 2003 ovlivnil stavy a průtoky vody v tocích (tabulka 1).

Významný rozdíl mezi roky 2001 a 2003 v hodnotách průtoků potvrzuje zjištěný poměr mezi průměrnými hodnotami průtoků za období března až října 2001 : 2003 v profilu Vltava-Zelčín, který je 1 : 0,37. Na obrázku 3 jsou znázorněny průměrné měsíční průtoky ve vegetační sezóně (březen–říjen) srovnávaných let 2001 a 2003 v měřicím profilu Vltava-Praha, které také dokumentují odlišnost hydrologických podmínek obou roků.

V důsledku extrémně suchého a teplého počasí roku 2003 se prodloužilo také období s vyšší teplotou vody v tocích. A to jak na jaře, kdy teplota vody v profilu Zelčín dosáhla velmi brzy úrovně 15 °C, tak v létě, kdy se teplota vody udržovala po dobu téměř tří měsíců nad hranicí 20 °C (obr. 1). Ve srovnání s rokem 2001 byla průměrná teplota vody ve vegetační sezóně roku 2003 v profilu Zelčín o 3,2 °C vyšší (viz tabulku 1).

Vysoká teplota vody a nízký průtok v koincidenci s nízkým stavem vody v roce 2003 vedly k silnému rozvoji fytoplanktonu, především ve středních a dolních úsecích řek. Koncentrace chlorofylu-a v profilu Vltava-Zelčín neklesla během období duben až září pod hodnotu 100 µg/l (obr. 1) a sezónní průměr (III.–X.) při dané četnosti vzorkování dosáhl hodnoty 112,4 µg/l. V roce 2001 jen dvě hodnoty koncentrace chlorofylu-a přesáhly 100 µg/l (obr. 1) a sezónní průměr 55,7 µg chlorofylu-a/l byl polovinou hodnoty z roku 2003.

Změny se projeví i v druhovém složení fytoplanktonu. V letních měsících roku 2003 v profilu Zelčín zcela dominovaly ve fytoplanktonu kokální sinice, zatímco v jiných letech převažují v tomto období ve fytoplanktonu kokální zelené řasy.



Obr. 1. Sezónní změny koncentrace chlorofylu-a a teploty vody v profilu Vltava-Zelčín

Tabulka 2. Charakteristiky průtoků a koncentrace chlorofylu-a v uvedených profilech na tocích v období 1997–2003 (podkladové údaje z databáze ČHMÚ)

Tok/profil	Rok	Q, m³/s			Chlorofyl-a, µg/l	
		průměr	průměr	min.	průměr	max.
		I.–XII.	III.–X.	III.–X.	III.–X.	III.–X.
SÁZAVA Pikovice	1997	19,8	25,0	8,0	26,0	56,2
	1998	12,6	10,6	6,0	51,6	133,0
	1999	21,7	26,5	5,9	78,2	120,0
	2000	22,8	15,8	4,1	62,1	115,0
	2001	20,0	23,1	9,5	50,3	92,6
	2002				70,4	207,0
	2003	12,6	10,9	2,7	113,0	259,0
BEROUNKA Lahovice	1997	35,6	29,7	12,8	35,3	80,7
	1998	35,4	21,3	12,5	92,5	186,0
	1999	41,5	21,4	12,5	67,4	129,4
	2000	31,3	25,5	11,2	55,1	116,0
	2001	42,0	39,6	16,5	74,4	202,7
	2002				51,4	168,0
	2003	51,2	23,2	8,8	152,8	404,8
LABE Děčín	1997	316,9	382,6	134,6	23,1	56,4
	1998	228,3	183,6	108,5	51,4	127,9
	1999	281,4	313,1	100,7	51,9	145,3
	2000	301,3	306,2	106,5	38,5	107,6
	2001	353,7	466,9	155,9	32,5	62,2
	2002	452,6	414,7	135,6	34,8	93,2
	2003	256,3	189,4	96,8	73,5	186,2

Vliv nízkých průtoků na množství fytoplanktonu se v roce 2003 projevil ve většině řek v povodí Labe. Dokladem toho je tabulka 2, ve které jsou pro vybrané profily uvedeny charakteristiky průtoků (roční a sezónní průměr a minimální hodnota za III.–X.) a koncentrace chlorofylu-a (průměr a maximální hodnota za III.–X.) v období 1997 až 2003. Podkladová data pocházejí ze standardního monitoringu jakosti vody v tocích a jsou ukládána v databázi ČHMÚ. Četnost odběrů v rámci tohoto monitoringu je jedenkrát měsíčně. Je zjevné, že ve vegetační sezóně 2003 byly zjištěny dosud nejvyšší hodnoty koncentrace chlorofylu-a (a to jak sezónní průměry, tak maxima) a na druhé straně nejnižší hodnoty průtoků za období 1997–2003.

Uvedené příklady potvrzují, že hydrologické podmínky, především velikost průtoků, jsou důležitým faktorem, který výrazným způsobem ovlivňuje množství fytoplanktonu v tekoucích vodách. Za nízkých průtoků se prodlužuje doba dotoku vody a při dostatečném množství živin se významně zlepšují podmínky pro rozvoj biomasy fytoplanktonu v toku. Zvýšené průtoky mají naopak za následek zkrácení doby dotoku vody, a tím zkrácení času pro nárůst fytoplanktonu během transportu vody korytem. Povodňové situace způsobují vyplavování fytoplanktonu a současně ředění jeho koncentrace.

Literatura

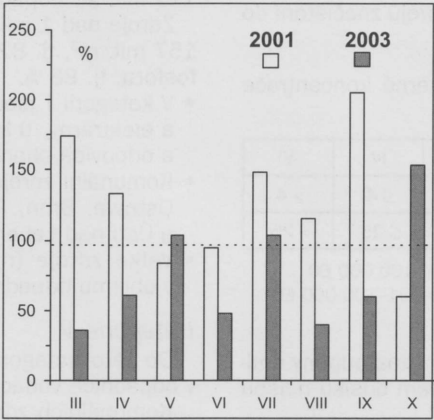
[1] Reynolds, CS. Potamoplankton: paradigms, paradoxes and prognoses. In Round, FE. (ed) Algae and aquatic environment. Biopress Ltd, 1988, p. 285–311.

[2] Basu, BK. and Pick, FR. Phytoplankton and zooplankton development in a lowland, temperate rivers. *J. Plankt. Res.*, 1997, 19 (2), p. 237–253.
[3] Van Nieuwenhuysse, EE. and Jones, JR. Phosphorus - chlorophyll relationship on temperate streams and its variations with stream catchment area. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1996, 53, p. 99–105.
[4] Desortová, B. Časově prostorové změny fytoplanktonu v Labi: vztah k úrovni živin a hydrologickým podmínkám. In Blažková, Š. (ed.) Projekt LABE III. Výzkum na českém úseku toku Labe. Praha : VÚV T.G.M., 2002, s. 16–25.

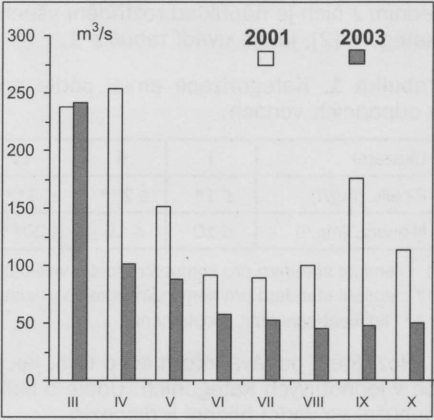
RNDr. Blanka Desortová, CSc.
VÚV T.G.M. Praha
tel. 220 197 411
blanka_desortova@vuv.cz

Key words
phytoplankton, chlorophyll-a, rivers, water flow, water temperature, precipitation

Influence of Low Water Flow on Phytoplankton Biomass in Rivers (Desortová, B.)
In 2003, hot and extremely dry weather lead to the substantial decrease in the water level and discharges in rivers of the Czech Elbe watershed and caused a relatively long period of high water temperature. This hydrological situation resulted in very fast growth of phytoplankton above all in the middle and down parts of rivers. Influence of low flow on phytoplankton dynamic is demonstrated on the results from phytoplankton monitoring provided with two weeks sampling interval at the Vltava-Zelčín site. During the period April–September of 2003 the chlorophyll-a concentrations did not drop down below 100 µg/l and seasonal mean (III–X) of chlorophyll-a concentration reached the value of 112,4 µg/l. The situation in 2003 is compared with seasonal development of phytoplankton biomass in hydrologically and climatically different year 2001 when the seasonal mean of chlorophyll-a concentration was only 55,7 µg/l.



Obr. 2. Průměrné měsíční srážky v r. 2001 a 2003 vyjádřené v procentech srážkového normálu (tj. za období 1961–1990)



Obr. 3. Průměrné měsíční průtoky v měřicím profilu Vltava-Praha v roce 2001 a 2003

**- váš spolehlivý partner**

výhradní zastoupení významných zahraničních firem. montáž a servis v oblastech

- úpravy a dezinfekce vody
- příslušenství trubních řádů
- detekce úniků vody, plynů a trasování
- čerpání vody a jiných médií
- diagnostika kamerovými systémy

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



DUIS s.r.o. se specializuje na problematiku kanalizačních sítí a čištění odpadních vod včetně řešení složitých hydrotechnických a technologických výpočtů pomocí tuzemského i zahraničního software.

- Ochrana čistoty vod
- Odkanalizování a čištění odpadních vod
- Projektové dokumentace všech stupňů
- Optimalizace provozu ČOV

DUIS s.r.o., Srbská 1546/21, 612 00 Brno, tel.: 541 244 197-8
fax: 541 248 192, e-mail: duis@mbox.vol.cz, www.duis.cz

CELKOVÉ HODNOCENÍ EMISÍ FOSFORU A DUSÍKU DO POVRCHOVÝCH VOD

Marie Kalinová

Klíčová slova

emise dusíku do povrchových vod, emise fosforu do povrchových vod, kategorizace emisí

Souhrn

S využitím údajů o vypouštění znečištění ze Souhrnné vodní bilance byla provedena analýza emisí fosforu a dusíku do povrchových vod. Emise byly rozděleny do kategorií podle průměrné koncentrace v odpadních vodách. Celkové emise fosforu v roce 2003 jsou nižší než v roce 2000, přestože počet evidovaných zdrojů znečištění vzrostl. Velkých zdrojů znečištění (nad 1 mil. m³/rok) s vysokou průměrnou koncentrací fosforu v odpadních vodách (nad 4 mg/l) bylo v roce 2003 již jen devět. Velkých zdrojů znečištění s vysokou průměrnou koncentrací anorganického dusíku v odpadních vodách (nad 25 mg/l) bylo v roce 2003 dvanáct. Rozhodující roli v celkové výši emisí mají velké zdroje znečištění, je tedy opodstatněné požadovat u nich vysoké efekty čištění odpadních vod na odstranění dusíku a fosforu. Kromě toho u stovek menších emisí s vysokými koncentracemi dusíku a fosforu je z pohledu ochrany vod žádoucí jejich spojování do větších celků a odstraňování nutrientů s vyšším efektem než dosud.

Jedním z cílů ochrany vod je snížení látkových odtoků z našeho území. Při hodnocení látkových odtoků závěrovými profily hlavních povodí je nutno hledat souvislost se zatížením povrchových vod emisemi z bodových zdrojů znečištění. Jaké vlastně jsou emise dusíku a fosforu do povrchových vod?

Databáze Souhrnné vodní bilance [1] poskytuje obsáhlé množství údajů o vypouštění znečištění, ve vztahu k zatížení povrchových vod lze považovat v současné době údaje o emisích dusíku a fosforu za nejdůležitější z nich.

Pro celkové hodnocení emisí je možné využít různá kritéria, jedním z nich je například rozřídění všech zdrojů znečištění do kategorií [2], jak je uvádí tabulka 1.

Tabulka 1. Kategorizace emisí podle průměrné koncentrace v odpadních vodách

Ukazatel	I	II	III	IV	V
P-celk. (mg/l)	≤ 1*	≤ 2**	≤ 3***	≤ 4	> 4
N-anorg. (mg/l)	≤ 10	≤ 15	≤ 20***	≤ 25	> 25

* emisní standard pro komunální zdroje velikosti nad 100 000 EO
** emisní standard pro komunální zdroje velikosti 10 001–100 000 EO
*** koncentrační limit zpoplatnění

Rozřídění podává informaci o tom, jak jsou zastoupeny emise v jednotlivých kategoriích. Údaje o celkovém dusíku nejsou bohužel ve vodní bilanci k dispozici.

Emise celkového fosforu

Tabulka 2 uvádí zdroje znečištění, u kterých byly evidovány emise fosforu a jim odpovídající objem odpadních vod.

Tabulka 2. Zastoupení zdrojů znečištění v jednotlivých kategoriích, fosfor, rok 2000 a 2003

Ktg.	P-celk. (mg/l)	Počet zdrojů		Vypouštěné znečištění (t/rok)		Objem odpadních vod (mil. m ³ /rok)	
		2000	2003	2000	2003	2000	2003
I	≤ 1	328	398	181	201	417	391
II	> 1; ≤ 2	193	324	528	467	317	322
III	> 2; ≤ 3	227	341	506	346	206	140
IV	> 3; ≤ 4	199	280	223	166	63	47
V	> 4	445	623	847	405	145	68
Celkem		1 392	1 966	2 285	1 585	1 148	968

Nejvíce zdrojů emisí fosforu je v kategorii V. Suma vypouštěného znečištění ale již není v roce 2003 v této kategorii nejvyšší.

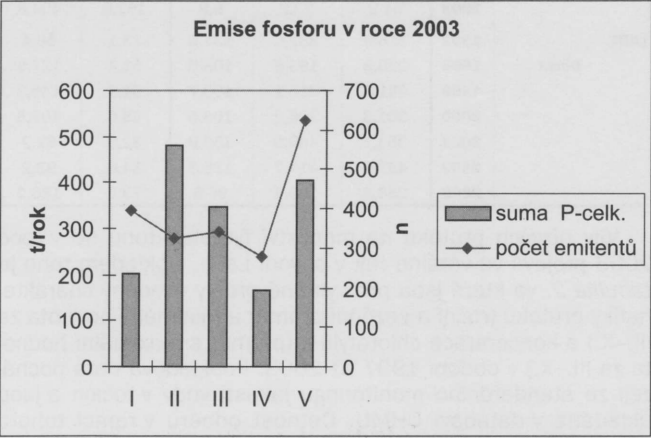
Následující obrázky se zaměřují na znázornění emisí fosforu. Zdroje emisí fosforu kategorie I se podílely v roce 2003 na celkových emisích fosforu z 13 %; podíl zdrojů znečištění kategorie V se snížil z 37 % v roce 2000 na 25 % v roce 2003. Podrobně rozebereme stav emisí alespoň u těchto dvou kategorií.

Kategorie I

Do této kategorie patří zdroje emisí s koncentrací fosforu v odpadních vodách v průměru 1 mg/l a méně.

Komunálních zdrojů znečištění v této kategorii bylo v roce 2003 celkem 129 a vypustily 199 mil. m³ odpadních vod a 126 t celkového fosforu.

Z nich 23 největších (s ročním objemem odpadních vod nad 1 mil. m³) představuje sumu 186 mil. m³ odpadních vod, což je 94 % objemu odpadních vod v komunálních zdrojích znečištění v této kategorii; u emisí celkového fosforu je to 117 t, tj. 93 % u komunálních zdrojů v této kategorii.



Obr. 1. Emise fosforu v roce 2003 – zastoupení zdrojů znečištění v kategoriích

Nekomunálních zdrojů v roce 2003 bylo 269 a vypustily 192 mil. m³ odpadních vod a 75 t celkového fosforu.

Zdroje nad 1 mil. m³/rok (celkem 30) v roce 2003 vypustily 157 mil. m³, tj. 82 % objemu odpadních vod a 66 t celkového fosforu, tj. 88 %.

- V kategorii I jsou hlavně nekomunální zdroje, papírný, doly a elektrárny, u kterých znečištění fosforem je nevýznamné a odpovídá charakteru odpadních vod.
- Komunální zdroje v této kategorii zahrnují hlavně tyto ČOV: Ostrava, Brno, Plzeň, Liberec, Olomouc, České Budějovice a Ústí nad Labem.
- Velké zdroje (nad 1 mil. m³/rok) mají rozhodující podíl v objemu odpadních vod i v emisích fosforu v této kategorii.

Kategorie V

Do této kategorie patří zdroje emisí s koncentrací fosforu v odpadních vodách v průměru nad 4 mg/l.

Komunálních zdrojů znečištění bylo v roce 2003 v kategorii V celkem 512, vypustily 60 mil. m³ odpadních vod a 345 t celkového fosforu.

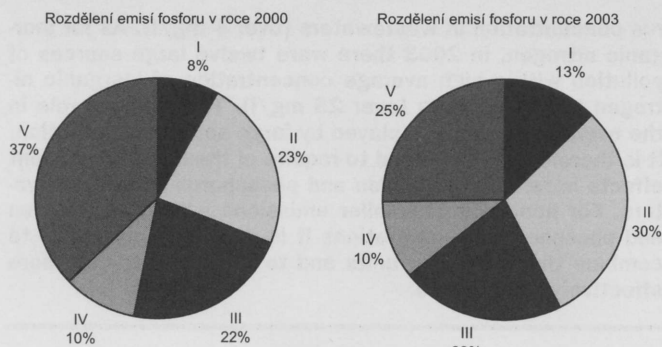
Komunálních zdrojů znečištění nad 1 mil. m³/rok odpadních vod bylo osm; součet objemu odpadních vod těchto zdrojů byl 11,5 mil. m³, to je méně než 20 %; emise fosforu z těchto osmi zdrojů činily 63 t, tedy rovněž méně než 20 % emisí ze všech komunálních zdrojů v této kategorii.

Nekomunálních zdrojů znečištění v roce 2003 bylo 111, vypustily 7 mil. m³ odpadních vod a 60 t celkového fosforu.

Nekomunální zdroj nad 1 mil. m³/rok v kategorii V je jeden, v roce 2003 vypustil 5,2 t celkového fosforu.

Emise z ALIACHEM Synthesia Pardubice – kanál A, kterým odešlo v roce 2000 do Labe zhruba 29 mil. m³ odpadních vod a 139 t celkového fosforu (4,8 mg/l), byly v roce 2003 zahrnuty v komunálních zdrojích pod BČOV Pardubice.

Pokud by zdroje emisí v kategorii V přešly jenom na vypouštění v kategorii III (odpadní vody



Obr. 2. Podíly emisí fosforu u zdrojů znečištění v jednotlivých kategoriích v roce 2000 a 2003

s koncentrací nanejvýš 3 mg/l), vypouštěly by nanejvýš 200 t za rok celkového fosforu, což je asi polovina současného množství.

Emise anorganického dusíku

Tabulka 3 uvádí zdroje znečištění, u kterých byly evidovány emise anorganického dusíku a jim odpovídající objem odpadních vod. Za rok 2000 nebyly porovnatelné údaje k dispozici.

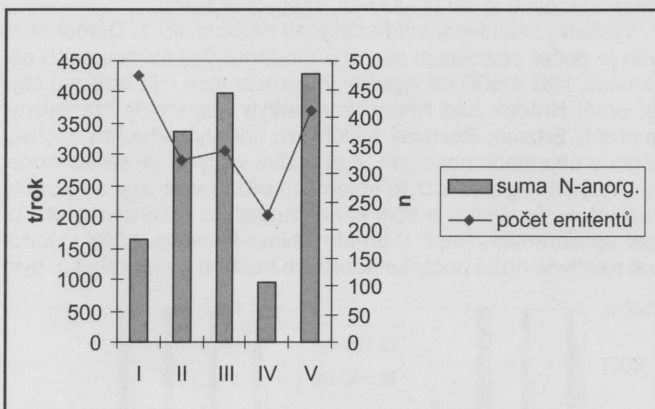
Tabulka 3. Zastoupení zdrojů znečištění v jednotlivých kategoriích, anorganický dusík, rok 2003

Kategorie	N-anorg. (mg/l)	Počet zdrojů	Vypouštěné znečištění (t/rok)	Objem odpadních vod (mil. m ³ /rok)
I	≤ 10	472	1 644	253
II	> 10; ≤ 15	322	3 381	255
III	> 15; ≤ 20	341	3 983	231
IV	> 20; ≤ 25	225	942	43
V	> 25	412	4 283	118
Celkem		1 772	14 233	900

Zdrojů v kategorii V pro anorganický dusík není nejvíce, ale suma vypouštěného znečištění je v této kategorii nejvyšší.

Následující obrázky a tabulky se zaměřují na hodnocení emisí právě u anorganického dusíku.

Zdroje emisí anorganického dusíku kategorie I se podílely v roce 2003 na celkových emisích z 12 %; podíl zdrojů kategorie V byl 29 %. Podrobně rozebereme stav emisí alespoň u těchto dvou kategorií.



Obr. 3. Emise anorganického dusíku v roce 2003 – zastoupení zdrojů znečištění v kategoriích

Kategorie I

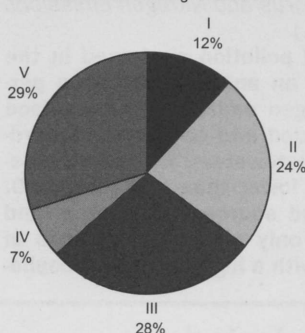
Do této kategorie patří zdroje emisí s koncentrací anorganického dusíku v odpadních vodách v průměru 10 mg/l nebo méně.

Komunálních zdrojů znečištění v této kategorii bylo v roce 2003 celkem 201 a vypustily 163 mil. m³ odpadních vod a 1 267 t anorganického dusíku.

Největších je 38 z nich (s ročním objemem odpadních vod nad 1 mil. m³), ty představují sumu 134 mil. m³ odpadních vod, to je 82 % objemu odpadních vod u komunálních zdrojů v této kategorii; u emisí anorganického dusíku je to 1 060 t, což je 84 %.

Nekomunálních zdrojů znečištění v roce 2003 bylo 271 a vypustily 90 mil. m³ odpadních vod a 377 t anorganického dusíku.

Rozdělení emisí N-anorg. v roce 2003



Obr. 4. Podíly emisí anorganického dusíku u zdrojů znečištění v jednotlivých kategoriích v roce 2003

Zdroje znečištění nad 1 mil. m³/rok (celkem 19) vypustily 54 mil. m³ odpadních vod, tedy 60 % objemu odpadních vod a 227 t, tedy 60 % anorganického dusíku.

• V kategorii I jsou hlavně nekomunální zdroje znečištění, papírny a elektrárny, u kterých nízká koncentrace anorganického dusíku odpovídá charakteru těchto odpadních vod.

- Komunální zdroje znečištění v této kategorii obsahovaly hlavně tyto ČOV: Plzeň, České Budějovice a Ústí nad Labem.
- Velké zdroje znečištění mají rozhodující podíl v objemu odpadních vod i v emisích anorganického dusíku v této kategorii.

Kategorie V

Do této kategorie patří zdroje emisí s obsahem anorganického dusíku v odpadních vodách v průměru nad 25 mg/l.

Komunálních zdrojů znečištění bylo v roce 2003 v kategorii V celkem 324, vypustily 76 mil. m³ odpadních vod a 2 440 t anorganického dusíku.

Komunální zdroje znečištění nad 1 mil. m³/rok měly šest zdrojů; součet objemu odpadních vod těchto zdrojů byl 54 mil. m³, tedy 72 %; emise anorganického dusíku z těchto šesti zdrojů emisí byly cca 70 % (1 718 t) emisí ze všech komunálních zdrojů v této kategorii.

Nekomunálních zdrojů znečištění bylo 88, v roce 2003 vypustily 42 mil. m³ odpadních vod a 1 843 t anorganického dusíku.

Nekomunální zdroje znečištění (nad 1 mil. m³/rok) odpadních vod měly šest zdrojů; součet objemu odpadních vod těchto zdrojů je 37 mil. m³, tedy 88 %, emise anorganického dusíku z těchto šesti zdrojů emisí je 1 567 t, cca 85 % emisí ze všech komunálních zdrojů znečištění v této kategorii.

U zdrojů v kategorii V by mělo být požadováno odstraňování dusíku na vyšší úrovni.

Pokud by zdroje emisí v kategorii V přešly jenom na vypouštění v kategorii III (odpadní vody s koncentrací nanejvýš 20 mg/l), vypouštěly by nejvýše 2 355 t/rok, což je opět asi polovina současného množství v této kategorii.

Závěr

Z celkového hodnocení emisí na základě Souhrnné vodní bilance v porovnání let 2000 a 2003 u emisí fosforu vyplývá: přestože došlo ke zvýšení počtu evidovaných zdrojů, snížil se objem odpadních vod a vypouštěné znečištění. Pozitivní je skutečnost, že k tomu došlo u zdrojů emisí fosforu s největší koncentrací fosforu v odpadních vodách. Znamená to, že se postupně daří snížit emise z největších zdrojů emisí s nejvyšší koncentrací v odpadních vodách. Druhou stránkou věci je to, že máme stovky menších zdrojů znečištění s vysokými koncentracemi nutrientů v odpadních vodách. Z pohledu ochrany povrchových vod je tedy žádoucí podpořit slučování zdrojů znečištění do větších celků a uplatnit u nich přísnější požadavky na odstraňování nutrientů.

Použitá kategorizace emisí může být přijatelná pro posuzování vývoje celkových emisí dusíku a fosforu i v oblasti plánování.

Podklady

- [1] Bečvář, V. aj. Souhrnná vodní bilance hlavních povodí ČR za rok 2003, část vypouštění. Elektronická databáze zpracovaná na základě údajů státních podniků Povodí. Praha: VÚV T.G.M., 2004.
- [2] Kalinová, M. Chemický stav povrchových vod. Zpráva za dílčí úkol 01 pro přejímací řízení úkolu 3452 Dosahování dobrého chemického stavu povrchových vod. Praha: VÚV T.G.M., 2004.

Ing. Marie Kalinová
VÚV T.G.M. Praha
tel. 220 197 213

Key words

nitrogen emissions into surface waters, phosphorus emissions into surface waters, categories of emissions

Using data on the discharged pollution contained in the Comprehensive Water Balance, an analysis has been performed of phosphorus and nitrogen emissions into surface waters. The emissions were divided into categories according to average concentration in wastewaters. The overall phosphorus emissions of 2003 were lower than those of 2000, although the number of recorded sources of pollution had grown up. In 2003 there were only nine large sources of pollution (over 1 mill. m³/year) with a high average phospho-

rus concentration in wastewaters (over 4 mg/l). As for inorganic nitrogen, in 2003 there were twelve large sources of pollution with a high average concentration of inorganic nitrogen in wastewaters (over 25 mg/l). The decisive role in the overall emissions is played by large sources of pollution. It is therefore well-founded to require of them high treatment effects in removing nitrogen and phosphorus from wastewaters. For hundreds of smaller emissions with high nitrogen and phosphorus concentrations it is, besides, imperative to combine them in larger units and to remove nutrients more effectively than before.

MIKROBIÁLNÍ ZNEČIŠTĚNÍ VE VYBRANÝCH PROFILECH TOKŮ ČR

Dana Baudišová, Drahomíra Leontovychová

Klíčová slova

mikrobiální znečištění, Česká republika, povrchová voda – řeky

Souhrn

Předmětem příspěvku je zhodnocení výsledků stanovení mikrobiologických ukazatelů (koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie, enterokoky, salmonely) stanovených měsíčně v 17 vybraných profilech státní monitorovací sítě ČHMÚ, reprezentujících všechna tři povodí (Labe, Odry, Moravy). Prezentovány jsou výsledky výše uvedených ukazatelů (medián, charakteristická hodnota, percentil 90) z let 1999 až 2003, doplněné o vybrané chemické a biologické ukazatele. Bylo zjištěno, že mikrobiální znečištění toků v České republice je značné, nejlepší profily po mikrobiologické stránce jsou Ohře-Louny, Jihlava-Ivančice a Morava-Lanžhot, naopak nejhorší jsou Labe-Děčín, Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou, Olše-Věrnovice a Odra-Bohumín.

Český hydrometeorologický ústav provozuje od roku 1999 rozšířený monitoring na 17 vybraných profilech ve všech třech hlavních povodích (Labe, Odry, Moravy). Z mikrobiologických ukazatelů jsou zde měsíčně stanovovány koliformní bakterie, termotolerantní (fekální) koliformní bakterie, enterokoky a kvalitativně salmonely. Soubor těchto ukazatelů dává lepší informace o mikrobiálním znečištění než pouhé stanovení termotolerantních koliformních bakterií, které je prováděno ve všech zbylých profilech státní monitorovací sítě. Monitorovací profily byly vybrány tak, aby tvořily reprezentativní vzorek našich povodí a zahrnovaly většinu uzávěrových profilů. Přestože jsou mikrobiologické ukazatele nekonzervativní (jejich hodnoty se postupně nenačítají, ale mění se v závislosti na samočisticích schopnostech v toku), hodnoty z uzávěrových profilů dávají významnou a přehlednou informaci o mikrobiálním znečištění toků v České republice.

Seznam a charakteristika monitorovacích profilů jsou uvedeny v tabulce 1. V tabulce jsou kromě názvu, označení profilu a říčního kilometru uvedeny charakteristické hodnoty C90 podle ČSN 75 7221 pro BSK-5, amoniakální dusík a obsah chlorofylu, a dále aritmetický průměr saprobního indexu bentosu. Případy, kdy jsou překročeny imisní standardy dané nařízením vlády č. 61/2003 Sb., jsou označeny tučně. Z tabulky vyplývá, že jediné profily, které ve všech uvedených ukazatelích vyhovovaly požadavkům nařízení vlády č. 61/2003 Sb., jsou Labe-Debrné, Otava-Topělec, Ohře-Louny a Jihlava-Ivančice; ostatní profily nevyhovovaly alespoň v jednom z výše uvedených ukazatelů. V profilu Olše-Věrnovice je navíc významně vysoké množství chloridů, pocházejících z důlních vod (C90 je 1 232 mg/l, což je na úrovni V. třídy podle ČSN 75 7221).

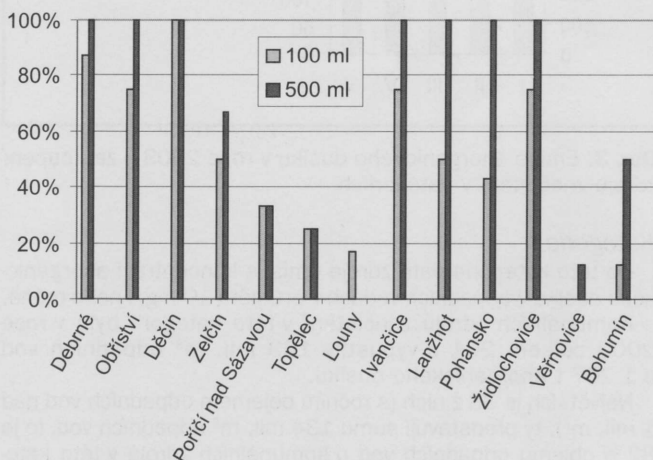
Výsledky stanovení mikrobiologických ukazatelů

Byly zpracovány výsledky stanovení koliformních bakterií, termotolerantních koliformních bakterií a enterokoků ve dvou obdobích 2000–2001 (v profilech povodí Labe a Jihlava-Ivančice), resp. 1999–2001 (profily povodí Moravy a Odry, kromě profilu Jihlava-Ivančice) a 2002–2003 (všechny profily). Byl vypočten aritmetický průměr, medián, percentil 90 (P90), charakteristická hodnota C90 a variační koeficient. Výsledky stanovení (medián, P90 a C90) mikrobiologických ukazatelů jsou

uvedeny v tabulce 2. Aritmetický průměr v této tabulce uveden není, neboť se jedná o velmi málo robustní veličinu, která bývá silně ovlivněna výkyvy danými především přírodními podmínkami. Výsledky jsou dále porovnávány s imisními standardy mikrobiologických ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod (podle tabulky 1 v příloze 3 nařízení vlády č. 61/2003 Sb.), kdy je požadovaná 90% pravděpodobnost nepřekročení 200 KTJ/ml u koliformních bakterií, 40 KTJ/ml u fekálních koliformních bakterií a 20 KTJ/ml u enterokoků. Všechny imisní standardy musejí být podle požadavků EU splněny do 22. 12. 2012. Případy, kdy jsou překročeny tyto imisní standardy, jsou označeny tučně (sloupce P90 a C90). Tolerováno bylo překročení o maximálně 10 %, vzhledem k rozptylu výsledků, který je větší než u chemických ukazatelů. Jak již bylo publikováno dříve (Baudišová a Hejtmánek, 2003), hodnocení podle charakteristické hodnoty C90 (podle 75 7221) je více ovlivněno extrémními hodnotami a dosažené výsledky jsou horší než při použití percentilu (zde P90).

V rámci monitoringu byly stanovovány i salmonely, ale tyto výsledky lze brát pouze jako orientační. Je to jednak proto, že se salmonely stanovují pouze kvalitativně jako přítomnost a nepřítomnost v předem daném objemu vzorku vody, a dále proto, že byly v některých laboratořích zjištěny velké rezervy v metodickém zvládnutí této metody. Stanovení salmonel je významné především v souvislosti s užíváním vody (povrchová voda pro úpravu na pitnou vodu atd.), kdy je toto stanovení předepsáno příslušnou legislativou jak českou, tak směnicemi EU. Výsledky tohoto monitoringu však poskytly alespoň základní informace o výskytu salmonel v našich tocích, neboť žádná dřívější data neexistují. Analyzovány byly objemy 100 ml a 500 ml, což jsou objemy vybrané s ohledem na českou technickou normu pro jakost vody k závlahám (ČSN 75 7143); objemy předepsané ke zpracování vzorků vody ke koupání a pro surovou vodu jsou desetinásobně vyšší (1 000 ml, resp. 5 000 ml).

Výsledky stanovení salmonel jsou na obrázku 1. Demonstrován je počet pozitivních záchytů v jednotlivých studovaných objemech 100 a 500 ml vyjádřený v procentech. Na obrázku chybí profil Hrádek nad Nisou, kde nebyly salmonely stanoveny, a profily Srbsko, Bechyně a Děhylov, kde byly všechny záchyty v obou objemech negativní. Z výsledků vyplývá, že se salmonely v našich tocích v těchto objemech běžně vyskytují a že počty indikátorů fekálního znečištění nemusejí na přítomnost salmonel upozorňovat. Např. v profilu Jihlava-Ivančice, který vykazoval relativně nízké počty koliformních bakterií a enterokoků, bylo



Obr. 1. Procento vzorků pozitivně testovaných na salmonely v jednotlivých objemech (100 a 500 ml) a profilech převážně v letech 1999–2000

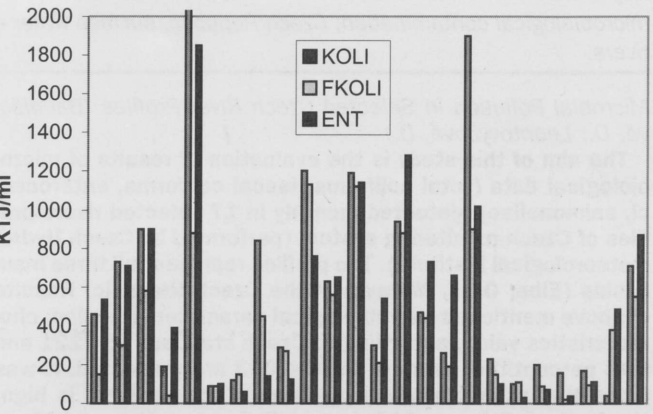
Tabulka 1. Seznam monitorovacích profilů a jejich charakteristika (1999–2002)

Tok	Profil	Označení	Říční kilometr	BSK-5 (mg/l) C90	N-NH ₄ (mg/l) C90	Chlorofyl (mg/l) C90	SI bentos aritmetický průměr
Povodí Labe							
Labe	Debrné	1-01-01-061	213,5	2,39	0,16	6,00	1,84
Labe	Obříství	1-05-04-064	4,73	4,3	0,88	30,26	2,16
Labe	Děčín	1-14-02-021	88,02	5,59	0,66	75,15	2,16
Nisa	Hrádek nad Nisou	2-04-07-037	1,9	7,4	1,99	8,50	2,26
Vltava	Zelčín	1-12-02-097	4,5	6,51	0,85	75,57	2,10
Berounka	Srbsko	1-11-05-030	29,3	7,00	0,30	93,52	2,03
Sázava	Poříčí nad Sázavou	1-09-03-151	30,7	6,52	0,24	121,3	2,13
Lužnice	Bechyně	1-07-04-112	10,6	6,52	0,39	94,86	1,93
Otava	Topělec	1-08-03-105	20	4,41	0,46	25	1,76
Ohře	Louny	1-13-04-005	54,3	3,11	0,24	11,1	1,95
Povodí Moravy							
Jihlava	Ivančice	4-16-04-003	34	4,26	0,26	40,45	2,08
Morava	Lanžhot	4-13-02-100	79,1	7,37	0,84	101,72	2,13
Dyje	Pohansko	4-17-01-062	17	5,99	0,62	65,04	2,13
Svratka	Židlochovice	4-15-03-114	28,4	15,86	4,24	31,19	2,38
Povodí Odry							
Opava	Děhylov	2-02-03-021	8,8	4,17	0,61	15,09	2,12
Olše	Věrnovice	2-03-03-074	7,4	7,20	2,13	27,58	2,10
Odra	Bohumín	2-03-02-011	3,3	7,36	1,01	21,43	2,22

zachyceno více salmonel než v profilech Olše-Věrnovice nebo Odra-Bohumín, kde byly výsledky stanovení indikátorů fekálního znečištění jedny z nejhorších v souboru.

Poznámky k výsledkům

- Ve dvouletí 2000–2001 (resp. tříletí 1999–2001) byl 6krát překročen ukazatel koliformní bakterie, 15krát termotolerantní koliformní bakterie a 6krát enterokoky; ve dvouletí 2002–2003 byl 9krát překročen parametr koliformní bakterie, 13krát termotolerantní koliformní bakterie a 11krát enterokoky.
- Ve dvouletém období 2000–2001 (resp. 1999–2001) byly 3krát překročeny limity v kombinaci koliformní a termotolerantní koliformní bakterie a 3krát termotolerantní koliformní bakterie a enterokoky. 6krát byl překročen pouze ukazatel termotolerantní koliformní bakterie; v období 2002–2003 byly 3krát překročeny limity v kombinaci koliformní a termotolerantní koliformní bakterie, 2krát termotolerantní koliformní bakterie a enterokoky, a 1krát koliformní bakterie a enterokoky. Pouze 1krát byl překročen ukazatel termotolerantní koliformní bakterie a 2krát byly překročeny jen enterokoky.
- Za pozornost stojí, že ukazatel termotolerantní (fekální) koliformní bakterie, který je v běžném monitoringu ČHMÚ používán jako jediný mikrobiologický ukazatel, byl nejčastěji překračován.
- Velké rozptyly výsledků (větší než 100 %) byly zaznamenány v období (1999) 2000–2001: 10krát u koliformních bakterií, 7krát u termotolerantních koliformních bakterií a 12krát u enterokoků. U koliformních bakterií může být tento vyšší roz-



Obr. 2. Kolísání hodnot mikrobiologických ukazatelů v profilu Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou (2002–2003)

ptyl způsoben např. tím, že koliformní bakterie nejsou typickým indikátorem fekálního znečištění, mohou se ve vodním prostředí rozmnožovat, a tak jejich počet bývá citlivější na změny přírodních podmínek. Naopak u enterokoků se lze domnívat, že vyšší rozptyly mohou být způsobeny tím, že enterokoků se stanovuje relativně nižší počet a při nedodržení odečítání předepsaného počtu kolonií na Petriho miskách či membránových filtrech dochází k velkým nepřesnostem. Ve dvouletí 2002–2003 byly rozptyly výsledků větší než 100 %: 8krát u koliformních bakterií, 10krát u termotolerantních koliformních bakterií a 9krát u enterokoků.

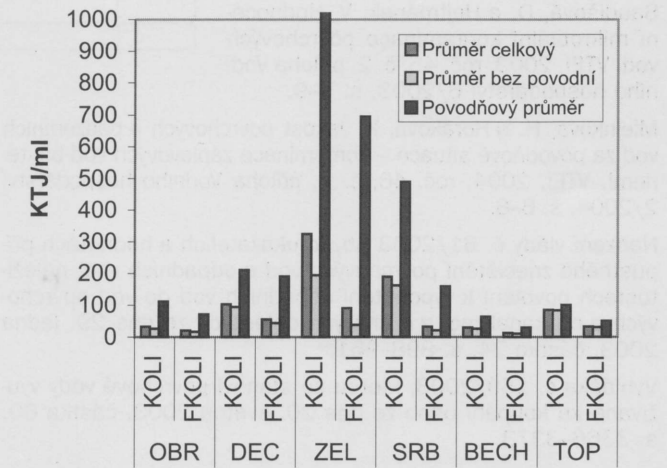
- Největší rozptyly mezi jednotlivými hodnotami v prvním období v profilu Ohře-Louny (variační koeficient mezi výsledky koliformních bakterií byl 305 % a enterokoků 415 %) byly způsobeny jediným odběrem dne 30. 3. 2001, kdy zjištěné hodnoty jednorázově překročily až o tři řády běžně dosahované výsledky. V březnu 2001 byl však v tomto profilu až pětikrát větší průtok, než je průměr, což může počty mikroorganismů ovlivnit. Ve dvouletí 2002 až 2003 byly největší rozptyly (variační koeficient mezi výsledky koliformních bakterií byl 386 %, termotolerantních koliformních bakterií 240 % a enterokoků 125 %)

zaznamenány u profilu Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou, kdy však kolísání nebylo jednorázové a zároveň byly dosaženy nejhorší hodnoty. Navíc jsou některé tyto výsledky podezřelé, neboť hodnoty vždy neodpovídají možným poměrům jednotlivých ukazatelů. Toto kolísání je na obrázku 2. Tento profil zároveň nevyhovuje u ukazatelích BSK-5 a N-NH₄.

- Jako podezřelé výsledky, které by bylo vhodné podrobit vertikální kontrole (včetně laboratoře), jsou výsledky enterokoků v labských profilech ve dvouletí 2000–2001. Naměřené hodnoty jsou velmi nízké a neodpovídají jak znečištění Labe, tak hodnotám ostatních ukazatelů.

Hodnocení výsledků a diskuse

Jediné profily, kde hodnoty všech tří ukazatelů nepřekročily podle P90 limity tabulky 1, přílohy 3 nařízení vlády č. 61/2003 Sb., byly v letech 1999–2001 Ohře-Louny a Jihlava-Ivančice. V těchto profilech byly dosaženy i přípustné hodnoty BSK-5, N-NH₄ a chlorofylu. Naopak v profilech Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou, Olše-Věrnovice a Odra-Bohumín jsou překročeny limity ve všech třech mikrobiologických, ale i v dalších ukazatelích (BSK-5, N-NH₄). Ve dvouletí 2002 až 2003 nepřekročily limity mikrobiologických ukazatelů pouze profily Morava-Lanžhot a Lužnice-Bechyně. Všechny limity byly pře-



Obr. 3. Ovlivnění aritmetického průměru koliformních bakterií (KOLI) a termotolerantních koliformních bakterií (FKOLI) vysokými hodnotami při zvýšených průtocích během povodní v létě 2002 v postižených profilech (OBR = Obříství, DEC = Děčín, ZEL = Zelčín, SRB = Srbsko, BECH = Bechyně, TOP = Topělec)

kročeny (kromě tří profilů shodných s dřívějším obdobím – viz výše) i v profilech Labe-Debrné, Labe-Děčín a Vltava-Zelčín.

Mezi oběma sledovanými obdobími nebyly zaznamenány významné rozdíly.

V okolí monitorovacích profilů, např. Berounka-Srbsko, Sázava-Poříčí nad Sázavou a Lužnice-Bechyně, se lidé rekreují a koupají. Přestože nejde o oficiální koupací profily podle vyhlášky č. 159/2003 Sb., měly by jejich hodnoty směřovat k předepsaným limitům (pravděpodobnost nepřekročení 80 % podle tabulky 3, přílohy 3 nařízení vlády č. 61/2003 Sb., a to u koliformních bakterií 100 KTJ/ml, termotolerantních koliformních bakterií 20 KTJ/ml, enterokoků 4 KTJ/ml). Přestože tyto profily patří mezi relativně „lepší“ v tomto souboru, výše uvedených limitů ještě nedosahují. Ve všech těchto profilech byly též zaznamenány vysoké hodnoty chlorofylu, překračující povolený limit.

V létě 2002 postihly některé profily zvýšené průtoky, někde až povodně, což výrazně ovlivnilo počty mikroorganismů. Z ukazatelů byly ovlivněny koliformní bakterie a termotolerantní koliformní bakterie, enterokoky jen minimálně. Bylo však zjištěno, že medián a P90 výrazně ovlivněny nebyly, vliv extrémních hodnot na aritmetický průměr je na obrázku 3. Touto problematikou se podrobně zabývaly Mlejnková a Horáková (2004). Za zmínku stojí, že v profilech Vltava-Zelčín a Labe-Děčín se zvýšené „povodňové hodnoty“ vyskytovaly prakticky až do listopadu 2002.

Závěr

Z výsledků jednoznačně vyplývá, že mikrobiální kontaminace toků v České republice je značná a bude časově i ekonomicky náročné uvést tuto situaci do souladu s nařízením vlády č. 61/2003. Na druhé straně se tento problém netýká jen mikrobiologických ukazatelů, ale i ukazatelů chemických a biologických. Po mikrobiologické stránce jsou ze 17 studovaných profilů nejlepší profily Ohře-Louny, Jihlava-Ivančice, Morava-Lanžhot, případně Lužnice-Bechyně, naopak nejhorší jsou Labe-Děčín, Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou, Olše-Věrnovice a Odra-Bohumín.

Literatura

Baudišová, D. a Hejtmánek, V. Hodnocení mikrobiální kontaminace povrchových vod. VTEI, 2003, roč. 45, č. 2, příloha Vodního hospodářství 6/2003, s. 7–9.

Mlejnková, H. a Horáková, K. Jakost povrchových a podzemních vod za povodňové situace – kontaminace záplavových vod bakteriemi. VTEI, 2004, roč. 46, č. 1, příloha Vodního hospodářství 2/2004, s. 6–8.

Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech ze dne 29. ledna 2003, částka 24, s. 898–951.

Vyhláška č. 159/2003, kterou se stanoví povrchové vody využívané ke koupání osob ze dne 20. května 2003, částka 60, s. 3366–3373.

RNDr. Dana Baudišová, PhD.
VÚV T.G.M. Praha
tel. 220 197 219

RNDr. Drahomíra Leontovycová
Český hydrometeorologický ústav Praha
tel. 244 032 347

Tabulka 2. Výsledky statistického vyhodnocení mikrobiologických ukazatelů v jednotlivých profilech; všechny hodnoty jsou uvedeny v jednotkách KTJ/ml

			Medián	P90	Medián	P90	C90
			1999–2001	1999–2001	2002–2003	2002–2003	1999–2002
Labe	Debrné	KOLI	115,5	335,3	77,5	301,8	354
		FKOLI	65	149,1	48,5	171,8	155
		ENT	6,5	12,42	65	132	125
	Obříství	KOLI	19	120,5	18	75	189
		FKOLI	16	70	12	58,5	80
		ENT	0,6	4,4	10,5	66,5	53
	Děčín	KOLI	140	318	54,5	255	395
		FKOLI	62	172	32,5	132,5	175
		ENT	1,8	5,54	24,5	140,5	80
Nisa	Hrádek nad Nisou	KOLI	400	6050	545	4000	1495
		FKOLI	255	2265	285	1127	1129
		ENT	31,25	117,44	99,5	638	852
Vltava	Zelčín	KOLI	92	208	151	592	457
		FKOLI	54	113,2	18	175,2	193
		ENT	2	12,8	4	23	23
Berounka	Srbsko	KOLI	85	205	150	370	545
		FKOLI	32,5	99	19	67	256
		ENT	0,85	2,3	2	5,7	3
Sázava	Poříčí nad Sázavou	KOLI	81	133,6	70	306	136
		FKOLI	32,5	102,8	105	78,1	94
		ENT	5	13	3	12,4	13
Lužnice	Bechyn	KOLI	29	130,8	22	77	129
		FKOLI	14	121,6	7,5	27	114
		ENT	8	39,4	6	17,7	38
Otava	Topělec	KOLI	40	132	52,5	148	141
		FKOLI	32	85,6	24	60	80
		ENT	13	67,4	3,5	28,2	52
Ohře	Louny	KOLI	60	201	36	200	208
		FKOLI	8	41,6	12	55	63
		ENT	1	11,2	2	9	11
Jihlava	Ivančice	KOLI	56	105,2	50	82,5	119
		FKOLI	21,5	40,8	12,5	36,5	46
		ENT	10	20	9,5	26,2	23
Morava	Lanžhot	KOLI	46	104	36	78,4	95
		FKOLI	12,5	45,5	13	29,9	48
		ENT	4,5	18,5	6	21,6	25
Dyje	Pohansko	KOLI	60	120	33,5	93,2	120
		FKOLI	18,5	56	8	39,4	62
		ENT	8	33,5	5,5	24,8	34
Svratka	Židlochovice	KOLI	150	220	110	190	220
		FKOLI	58	110	36	84,8	109
		ENT	33	85,5	21	60,8	80
Opava	Děhylov	KOLI	242	697,5	315	696,5	742
		FKOLI	31	87	43	170	121
		ENT	6,5	16	7	7,8	17
Olše	Věrnovice	KOLI	2050	5680	435	2073,5	5331
		FKOLI	246	575,5	143	624	582
		ENT	27,5	93,5	25,5	143,5	139
Odra	Bohumín	KOLI	387,5	1420	230	460,5	914
		FKOLI	51,5	177,5	53,5	120,4	172
		ENT	11	38,5	10,5	29,9	41

Key words

microbiological contamination, Czech Republic, surface water – rivers

Microbial Pollution in Selected Czech River Profiles (Baudišová, D., Leontovycová, D.)

The aim of this study is the evaluation of results of microbiological data (total coliforms, faecal coliforms, enterococci, salmonellae), detected monthly in 17 selected rivers profiles of Czech monitoring system (performed by Czech Hydrometeorological Institute). The profiles represent all three main basins (Elbe, Odra, Morava) in the Czech Republic. Results of above mentioned microbiological parameters (median, characteristics value, according to Czech standard 75 7221 and 90% percentil) of years of 1999–2003 are presented. It was found that microbiological pollution of Czech rivers is high, the best profiles are Ohře-Louny, Jihlava-Ivančice and Morava-Lanžhot, the worse are Labe-Děčín, Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou, Olše-Věrnovice and Odra-Bohumín.

VLIV ANORGANICKÝCH CHLORIDŮ NA VÝSLEDEK STANOVENÍ AOX

Veronika Handová

Klíčová slova

AOX, chloridy, norma

Souhrn

Některé průmyslové odpadní vody jsou charakterizovány relativně nízkým obsahem AOX (adsorbovatelných organicky vázaných halogenů) a širokým rozsahem obsahu anorganických chloridů (0,1–1,6 g.l⁻¹). Typickým příkladem jsou teplárenské odpadní vody.

Ačkoli uzanční způsob stanovení AOX definovaný ČSN EN 1485 *Jakost vod – Stanovení adsorbovatelných organicky vázaných halogenů (AOX)* připouští obsah anorganických chloridů ve sledovaném vzorku do hodnoty 1 g.l⁻¹, zůstává otázkou, nakolik je získaná výsledná hodnota AOX ovlivněna přítomností anorganických chloridů a zda je možné tento vliv kvantifikovat.

Práce prokázala, že přítomnost anorganických chloridů ovlivňuje výsledek stanovení koncentrace AOX již při hodnotách 300 mg.l⁻¹.

Úvod

V posledních desetiletích se věnuje velká pozornost stanovení halogenovaných organických sloučenin. Mnoho z těchto sloučenin je xenobiotických a jsou tedy potenciálním nebezpečím pro životní prostředí. Vzhledem k velkému množství halogenovaných sloučenin s různými chemickými a fyzikálními vlastnostmi by analýza každé sloučeniny zvlášť byla nepraktická a pravděpodobně v současnosti i nemožná. Pro rychlou a levnou indikaci sloučenin se používá metoda adsorpce těchto látek na aktivní uhlí, následná filtrace a spalování v proudě kyslíku při teplotě 950–1 000 °C. Vzniklé halogenidové ionty se stanoví např. mikrocoulometricky. Touto metodou je možné stanovit nejméně 95 % všech chloro-, bromo- nebo jodoorganohalogenů. Suma všech organických sloučenin s obsahem vázaného chloru, bromu nebo jodu, které se za určitých podmínek adsorbují na aktivní uhlí, se nazývá AOX. Rušivým vlivem stanovení je přítomnost anorganických chloridů. Postup definovaný ČSN EN 1485 (norma používaná v ČR pro stanovení AOX ve vodách) připouští stanovení AOX již od 10 µg.l⁻¹ ve vodách s obsahem do 1 g.l⁻¹ chloridů včetně. Uvedená ČSN EN 1485 však v příloze zmiňuje i možnost pozitivní strannosti při koncentracích anorganických chloridů nižších než 1 g.l⁻¹. Uvedená data se většinou týkají zasolených vod, kde se koncentrace chloridů pohybuje pouze mírně pod 1 g.l⁻¹ (tj. 975 mg.l⁻¹). Cílem této práce je zjistit vliv anorganických chloridů v oblasti 0–1 000 mg.l⁻¹ na výsledek stanovení koncentrací AOX.

Experimentální část

Koncentrační úrovně AOX

Vliv obsahu chloridů byl ověřován v celém koncentračním rozsahu chloridů (tj. 0–1 000 mg.l⁻¹) na deseti koncentračních úrovních zvolených tak, aby bylo možno co nejlépe odhadnout nejnižší koncentrace, při nichž je vliv anorganického chloridu patrný, resp. významný. Vliv chloridů byl zjišťován na třech koncentračních úrovních AOX:

- matrice bez přídavku organického halogenu (slepý pokus, předpokládaná koncentrace AOX = 0 µg.l⁻¹);
- přídavek organického halogenu pro potřeby nařízení vlády č. 61/2003 Sb. (tj. na koncentraci AOX = 30 µg.l⁻¹);
- tak, aby přídavek organického halogenidu byl na horní konci rozsahu přístroje (resp. stanovitelná podle standardního postupu přístrojem ECS 1200 bez ředění, tj. koncentrace AOX = 300 µg.l⁻¹).

Příprava modelových roztoků

Pro každou koncentrační úroveň AOX byla připravena následující řada modelových roztoků:

- Slepé pokusy pro odstínění vlivu prostředí (p(Cl⁻) = 0 mg.l⁻¹, p_{Cl}(AOX) = 0 µg.l⁻¹)
- Standard AOX (p(Cl⁻) = 0 mg.l⁻¹, p_{Cl}(AOX) = 30 nebo 300 µg.l⁻¹)
- Slepé pokusy pro zjištění vlivu chloridů (p(Cl⁻) = 50, 100, 200,

250, 300, 400, 500, 700 či 1 000 mg.l⁻¹, p_{Cl}(AOX) = 0 µg.l⁻¹)

- Modelové roztoky s definovaným obsahem chloridů (p(Cl⁻) = 50, 100, 200, 250, 300, 400, 500, 700 nebo 1 000 mg.l⁻¹), p_{Cl}(AOX) = 30 nebo 300 µg.l⁻¹.

Metoda a přístroj

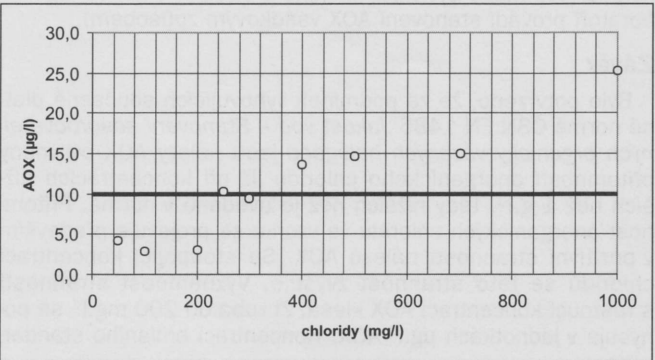
Stanovení bylo prováděno na přístroji firmy Euroglas ECS 1200 podle normy ČSN EN 1485 *Jakost vod – Stanovení adsorbovatelných organicky vázaných halogenů (AOX)* vsádkovým způsobem. Voda byla upravována přístrojem MILLI Q_{plus} 185.

Postup

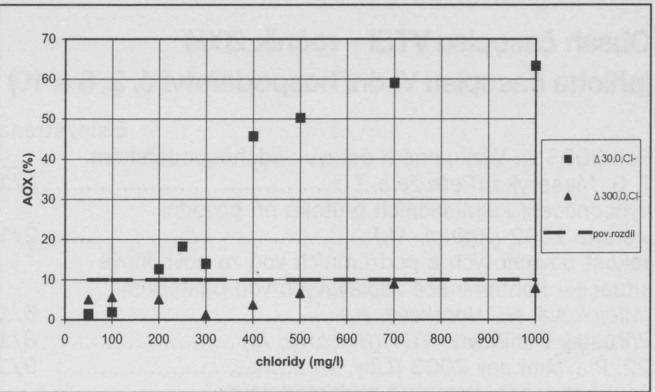
Modelový roztok pro zjištění vlivu chloridů na výsledek stanovení AOX byl připraven naspikováním vody v zábrusové Erlenmeyerově baňce (V = 250 ml) standardním roztokem AOX (p_{Cl}(AOX) = 100 mg.l⁻¹) a chloridů p_{Cl} = 10 g.l⁻¹. Ke 100 ml takto připraveného modelového roztoku se přidalo 5 ml zásobního roztoku dusičnanu sodného a pH se přídavkem koncentrované kyseliny dusičné upravilo na hodnotu menší než 2. Po přídavku cca 50 mg aktivního uhlí byla baňka uzavřena, suspenze 60 minut třepána a ihned zfiltrována. Filtrační koláč byl promyt 25 ml promývacího roztoku dusičnanu a poté cca 10 ml vody. Vlhký filtr s filtračním koláčem byl v křemenné spalovací lodičce spálen v proudě kyslíku při 1 000 °C.

Výsledky

Ovlivnění výsledku stanovení AOX přítomností různé koncentrace anorganických chloridů znázorňují obrázky 1 a 2.



Obr. 1. Vliv přídavku anorganických chloridů na výsledek slepého stanovení AOX (spodní mez pracovního rozsahu metody (p_{Cl}(AOX) = 10 µg.l⁻¹) je v obrázku znázorněna silnou plnou čarou)



Obr. 2. Relativní přírůstek koncentrace AOX vlivem anorganických chloridů

Graf na obr. 1 dokumentuje vliv přídavku anorganických chloridů na stanovení AOX v matrici s obsahem AOX blízkým se nule (slepý pokus). Body v grafu tvoří průměry pěti stanovení koncentrace AOX v modelových roztocích připravených podle bodu 3, zmenšených o příslušný slepý pokus na odstínění vlivu prostředí (podle bodu 1). V grafu je tlustou čarou vyznačen spodní okraj pracovního rozsahu metody (10 µg.l⁻¹).

Graf na obr. 2 tvoří relativní přírůstky AOX vlivem chloridů. Z praktických důvodů jsou uváděny pouze pro dvě koncentrační úrovně AOX (30, 300 µg.l⁻¹). Body grafu tvoří opět průměry pěti měření modelových roztoků připravených podle bodu 4 po korekci na slepý pokus pro odstínění vlivu prostředí (podle bodu 1)

a na standard (podle bodu 2). Tlustou čarou je v grafu znázorněn povolený¹ rozdíl dvou stanovení.

Vyhodnocení

Strannost způsobená chloridy roste ve všech případech s jejich koncentrací. Od koncentrace 300 mg.l⁻¹ (obr. 1) přesahuje hodnotu slepého pokusu dolní mez pracovního rozsahu metody. Výsledek stanovení nízkých hodnot AOX je přítomností anorganických chloridů ovlivněn více než výsledek stanovení vyšších hodnot AOX, který je v celém koncentračním rozmezí chloridů zatížen pouze přípustnou chybou. Pro výsledek stanovení nižších koncentrací AOX je významná již koncentrace chloridů 300 mg.l⁻¹ (pro slepý pokus), resp. 400 (pro nízké nenulové koncentrace AOX). Kritická je koncentrace chloridů vyšší než 700 mg.l⁻¹, kdy relativní chyba stanovení přesáhla 50 %.

Diskuse

Odstranění vlivu chloridů ředěním lze použít pouze pro vzorky s vysokým obsahem AOX, kde však je i strannost výsledků zanedbatelná. Při nízkých koncentracích AOX problém nelze řešit ředěním. Problém stanovení AOX ve vzorcích s obsahem anorganických chloridů od 500 do 1 000 mg.l⁻¹ řeší návrh normy ČSN EN ISO 9562 *Jakost vod – Stanovení adsorbovatelných organicky vázaných halogenů (AOX)*, která je českou verzí evropské normy EN ISO 9562 (2004). Evropská norma EN ISO 9562 (2004) má status české technické normy. Podle ní není obsah chloridů vyšší než 500 mg.l⁻¹ odstranitelný ředěním vzorku a doporučuje v tomto případě použít metodu adsorbce na koloně (což může být v ČR spojeno s obtížemi, neboť řada laboratoří provádí stanovení AOX vsádkovým způsobem).

Závěr

Bylo potvrzeno, že za podmínek vyhovujících současně platné normě ČSN EN 1485 *Jakost vod – Stanovení adsorbovatelných organicky vázaných halogenů* jsou nálezy AOX ovlivněny přítomností anorganického chloridu již při koncentracích nižších než 1 g.l⁻¹, tedy nižších než je uvedeno v normě. Přítomnost anorganických chloridů ve vzorku se projevuje především v pozitivní strannosti nálezů AOX. Se stoupající koncentrací chloridů se tato strannost zvyšuje. Významnost strannosti s rostoucí koncentrací AOX klesá. Zhruba do 200 mg.l⁻¹ se pohybuje v jednotkách µg.l⁻¹ AOX. Koncentraci emisního standar-

du pro potřeby nařízení vlády č. 61/2003 Sb. (tj. 30 µg.l⁻¹ AOX a 250 mg.l⁻¹ chloridu) lze bez problému stanovit.

Od koncentrace 400 mg.l⁻¹ anorganických chloridů dosahuje strannost při nízkých koncentracích AOX 50 %. U vzorků s nízkým obsahem AOX a koncentrací chloridů vyšší než 700 mg.l⁻¹ přesahuje strannost 50 % a výsledky stanovení jsou tedy jen obtížně přijatelné.

Text příslušné normy by měl být ve světle těchto zjištění upřesněn, a to buď ve smyslu doporučení pro účinnější odstranění anorganických chloridů, nebo vlastního měření a interpretace výsledků.

Literatura

- [1] ČSN EN 1485 Jakost vod – Stanovení adsorbovatelných organicky vázaných halogenů (AOX).
- [2] ISO FDIS 9562 Water quality – Determination of adsorbable organically bound halogens (AOX).
- [3] ČSN EN ISO 9562 Jakost vod – Stanovení adsorbovatelných organicky vázaných halogenů.

Ing. Veronika Handová
VÚV T.G.M. Praha
tel. 220 197 336
veronika_handova@vuv.cz

Key words

AOX, inorganic chloride, standard method

Influence of the Presence of Inorganic Chlorides on Result Determination AOX (Handová, V.)

Some industrial waste waters are characterized by a relatively small AOX (adsorbable organically bound halogens) content and a high content of inorganic chlorides (0,1–1,6 g.l⁻¹). Effluents from heating plants are a typical example.

Although the usual method of determining AOX content in waters, defined by the standard ČSN EN 1485 *Jakost vod – Stanovení adsorbovatelných organicky vázaných halogenů*, allows the content of inorganic chlorides in a sample up to 1 g.l⁻¹, there is a question how much the resulting AOX value is influenced by the presence of inorganic chlorides, and if it is possible to quantify this effect.

The work has shown that the presence of inorganic chlorides influences a result of AOX concentration at values as low as 300 mg.l⁻¹.

¹ Podle ČSN EN 1485 *Jakost vod – Stanovení adsorbovatelných organicky vázaných halogenů (AOX)*, tj. 10 %

Obsah časopisu VTEI – ročník 2004

(příloha časopisu Vodní hospodářství č. 2, 6 a 10)

	číslo/strana
Rok 2003 ve Výzkumném ústavu vodohospodářském	
T. G. Masaryka (Petružela, L.)	1/1
Vyhodnocení kulminačních průtoků při povodni	
in srpnu 2002 (Krátká, M.)	2/1
Jakost povrchových a podzemních vod za povodňové	
situace – kontaminace záplavových vod bakteriemi	
(Mlejnková, H., Horáková, K.)	6/1
Přírůstky v knihovně VÚV (Heiclová, A.)	8/1
22. Plavební dny 2003 (Libý, J.)	9/1
Aspirace teorie chaosu a multimodelování	
v krizovém řízení (Veselý, J.)	10/1
Publikace vydané VÚV T.G.M. v roce 2003 (redakce)	11/1
Seznam laboratoří s osvědčením o správné činnosti	
laboratoře ke dni 31. 12. 2003 (Koruna, I.)	13/1
Semináře pořádané VÚV T.G.M. spolu s pobočkou ČVVS	16/1
Zatápění zbytkové jámy Chabařovice	
(Havel, L., Vlasák, P.)	1/2
Návrh úprav systému prevence před povodněmi	
a vyhodnocení důsledků povodně na majetek, životy	
a zdraví obyvatel v postiženém území (Drbal, K.,	
Pavlovský, L., Polenka, E., Rozkošný, M.)	2/2
Jak je na tom Česká republika s vypouštěním	
nebezpečných látek do vodního prostředí	
(Mičaník, T., Kristová, A.)	10/2

Nebezpečné ledové situace na našich tocích	
(Matoušek, V.)	12/2
Projekty ochrany vod (Grünwaldová, H.)	15/2
Přehled technologií pro odstraňování biodegradabilního	
komunálního odpadu vhodných ke snižování jeho	
množství ukládaného na skládky v EU (Matulová, D.)	18/2
ASLAB Středisko pro posuzování způsobilosti	
laboratoří (Koruna, I.)	20/2
Registr komunálních zdrojů znečištění (Felberová, L.)	1/3
Vyhodnocení hydrogramu povodně ze srpna 2002	
ve stanici Koterov na Úslavě pomocí srážkoodtokového	
modelu (Šercl, P.)	3/3
Substituční stanovení síranů s chromanem barnatým	
metodou SCP (Síkora, E.)	5/3
Atmosférická depozice ekologicky významných látek	
na stanicích Hříběcí boudy a Rýchory v Krkonoších	
v roce 2003 (Budská, E.)	8/3
Aspirace produkčních funkcí v resortu životního	
prostředí (Veselý, J.)	8/3
Informace o řešení programu „Integrovaný přístup	
při návrhu rekonstrukcí a modernizací ČOV“	
v roce 2003 (Šťastný, V., Novák, M.)	9/3
Hager, Willi H. Hydraulicians in Europe 1800–2000.	
A biographical dictionary of leaders in hydraulic	
engineering and fluid mechanics (Novák, P.)	10/3
Dny otevřených dveří VÚV T.G.M. v Praze (Petružela, L.)	11/3
Pozvánka na semináře pořádané v období	
11/2004–5/2005 VÚV T.G.M. a pobočkou ČVVS	12/3
Přírůstky v knihovně VÚV (Heiclová, A.)	12/3

CHARAKTERIZACE ORGANICKÝCH LÁTEK VE VODĚ VODÁRENSKÉ NÁDRŽE FLÁJE Z HLEDISKA JEJÍ UPRAVITELNOSTI NA VODU PITNOU

Petr Lochovský

Klíčová slova

humínové látky, Krušné hory, vodárenská nádrž Fláje, gelová chromatografie, organický uhlík, biodegradabilita

Souhrn

V rámci bilaterálního německo-českého projektu „Humínové látky v Krušných horách“, zaměřeného na problematiku zvýšených vnosů humínových látek do vodárenských nádrží Krušných hor (na české i německé straně), byl v letech 2001–2004 sledován obsah organických látek ve vodách přehradní nádrže Fláje a jejích přítocích. Cílem těchto činností bylo, kromě jiného, blíže charakterizovat přítomné látky pomocí techniky gelové chromatografie (GC) a metod stanovení biologické degradability (BDOC) a asimilovatelnosti (AOC) organického uhlíku. Z výsledků sledování vyplývá, že 60–85 % rozpuštěného organického uhlíku (DOC) ve vodách nádrže i jejích přítocích tvoří humínové látky. Relativní podíl humínových látek se zvyšuje s rostoucím obsahem DOC, zejména při srážkových epizodách. Bylo zjištěno, že přibližně 10–16 % DOC ve vodách vodárenské nádrže Fláje je biodegradabilní. Chromatografická měření ukázala, že biologicky přístupné jsou převážně nízkomolekulární podíly organických látek (organické kyseliny, amfifilní a neutrální látky). Nálezy AOC jsou v porovnání s parametrem BDOC přibližně řádově nižší a pohybují se v koncentračním rozmezí 37–61 $\mu\text{g/l}$ (C_{acet}). Při uprávěnskému procesu na úpravě vody v Meziboří dochází k odstraňování zejména výšermolekulárních podílů organických látek (polysacharidy, humínové látky), nízkomolekulární látky jsou odstraňovány s výrazně nižší účinností. Parametr BDOC je na úpravě vody v Meziboří odstraňován s vyšší účinností, zatímco parametr AOC s účinností srovnatelnou s odstraňováním celkového DOC.

Úvod

Příspěvek navazuje na dřívější sdělení publikované autorem [1], ve kterém byly popsány některé průběžné výsledky česko-německého bilaterálního projektu zaměřeného na problematiku výskytu, příčin a důsledků zvýšených vnosů humínových látek do vodárenských nádrží Krušných hor. Projekt probíhal ve spolupráci Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G.M. Praha, ČVUT Praha, DVGW TZW Dresden a TU Dresden v časovém období červen 2001 až duben 2004 a byl financován Ministerstvem pro vědu a výzkum (BMBF) v SRN. Jedním z cílů tohoto projektu byla bližší charakterizace organických látek ve vodách vodárenské nádrže Fláje a jejích přítocích z hlediska upravitelnosti na vodu pitnou. Jak již bylo konstatováno dříve [1], lze za posledních 10–15 let pozorovat nárůst vnosu organického uhlíku do povrchových vod středněhorských oblastí Krušných hor. Vyšší koncentrace organického uhlíku v povrchových vodách zde způsobují problémy nejen při úpravě vody na příslušných úpravárnách, ale následně i ve vodovodních rozvodech. Kromě negativního dopadu na senzorické vlastnosti pitné vody (barva, chuť) jsou také příčinou její biologické nestability, výskytu zvýšených koncentrací řady kovů v důsledku vzniku stabilních komplexních sloučenin, které jsou při uprávěnskému procesu jen obtížně odstraňovány, a vznikem vedlejších produktů při chloraci nebo ozonizaci, z nichž řada vykazuje kancerogenní vlastnosti (trihalometany a deriváty halogenoctové kyseliny). Z hlediska stability upravené pitné vody je významná zejména biologicky přístupná frakce organických látek. Ke kvantifikaci těchto látek lze použít metody stanovení biodegradabilního (BDOC) a asimilovatelného (AOC) organického uhlíku [2, 3, 4]. Metoda BDOC umožňuje ve vodě stanovit celkový obsah biologicky rozložitelných organických látek pomocí inokula suspendovaného ve vzorku nebo fixovaného na nosiči (např. skleněné kuličky, písek). Obsah AOC se stanovuje na základě přírůstku biomasy testovacích organismů. Jako inokulum se používá směs čistých kmenů bakterií (*Pseudomonas fluorescens* P 17, *Spirillum* NOX),

kteří využívají ke svému růstu pouze biologicky snadno přístupné formy organického uhlíku. Hodnota parametru AOC určitým způsobem odráží potenciální riziko vzniku nárůstu biomasy na stěnách vodovodních rozvodů a vodojemů. Pro výše uvedené parametry BDOC a AOC nejsou doposud legislativně stanoveny limitní hodnoty. Podle Joret et al. [5] je za biologicky stabilní pokládána voda s hodnotou BDOC nižší než 0,16 mg/l, podle Volka et al. [6] byla pro zajištění její stability stanovena hodnota 0,15 mg/l. Tyto hodnoty jsou však značně teplotně závislé. Podle Le Chevalliera [7] je nedezinfikovaná voda biologicky stabilní při hodnotách AOC pod 20 $\mu\text{g/l}$ (vyjádřeno jako octanový uhlík).

Pro bližší charakterizaci organických látek v přírodních vodách lze s výhodou použít techniku gelové chromatografie. Organické látky jsou přitom rozděleny na základě velikosti molekul a chemických vlastností. Pro detekci jednotlivých skupin separovaných látek se dobře osvědčil detektor organického uhlíku, který umožňuje stanovit i skupiny látek, které jsou běžně používanou UV detekcí nepostižitelné (Huber a Frimmel [8]; Wichmann a Korth [9]). V kombinaci s metodou stanovení BDOC lze sledovat časový průběh biodegradace organických látek ve vodách působením mikroorganismů.

Metodika

Vzorky vody byly odebírány v jednoměsíčních intervalech ze čtyř hlavních přítoků přehradní nádrže Fláje (Rašeliník, Radní, Mackovský, Flájský), z vlastní nádrže a na úpravě vody v Meziboří (z vody surové, upravené a pitné).

Separace a identifikace organických látek technikou gelové chromatografie

Stanovení bylo provedeno podle postupu, který vypracovali Huber a Frimmel [8] na přístroji od firmy Pharmacia Biotech (délka kolony 20 cm, gelová náplň Toyopearl HW-50S – Toso Haas). K detekci jednotlivých skupin organických látek byl použit detektor organického uhlíku. Postup umožňuje rozdělit přítomné organické látky na polysacharidy, vysokomolekulární a nízkomolekulární humínové látky, nízkomolekulární organické kyseliny, neutrální a amfifilní látky.

Stanovení organického uhlíku

Analyzátorem TOC 5000A od firmy Shimadzu ve spojení s podavačem vzorků ASI-5000 A.

Stanovení asimilovatelného organického uhlíku (AOC)

Stanovení bylo provedeno podle van der Kooije a Veendaale [10] následujícím postupem: demineralizace vzorkovnic, pasteurizace vzorku při 80 °C, zaočkování pasteurizovaného vzorku čistými kulturami kmenů *Spirillum* spp. (NOX) a *Pseudomonas fluorescens* (P-17) kultivovanými v minerálním médiu, inkubace vzorků sedm dní při 15 °C, vyočkování pomnožených bakterií a jejich kultivace (tři dny, 25 °C), na základě vytvořené biomasy a růstového výtěžku výpočet hodnoty AOC.

Stanovení biodegradabilního organického uhlíku (BDOC)

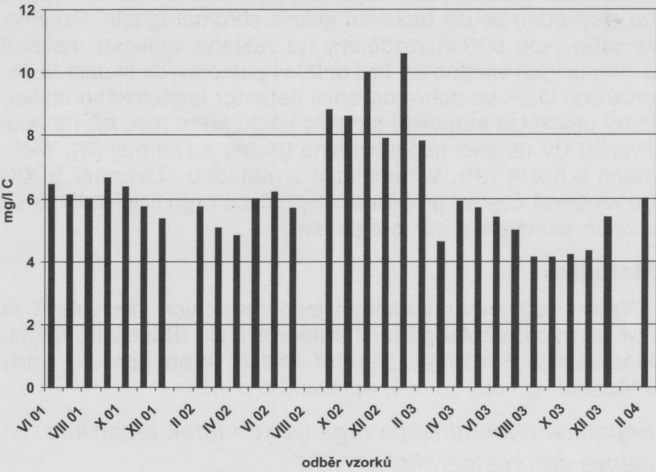
Vzorky byly kultivovány 28 dní při laboratorní teplotě (25 °C) na kruhové třepačce a byla měřena hodnota celkového organického uhlíku na začátku a na konci inkubace. Rozdíl v obsahu DOC byl považován za BDOC. Obsah DOC byl měřen i v průběhu inkubace, každých sedm dní. Vzorek byl inkubován společně s bakteriálním biofilmem vytvořeným na nosiči (akvarijní písek). Nosič byl inokulován v koloně instalované na úpravě vody v Meziboří, kterou tři měsíce protékala upravená nedezinfikovaná voda (průtok 3 l/min). Kontrolní vzorek (negativní kontrola) byl okyselen kyselinou chlorovodíkovou a inkubován v chladničce.

Výsledky a diskuse

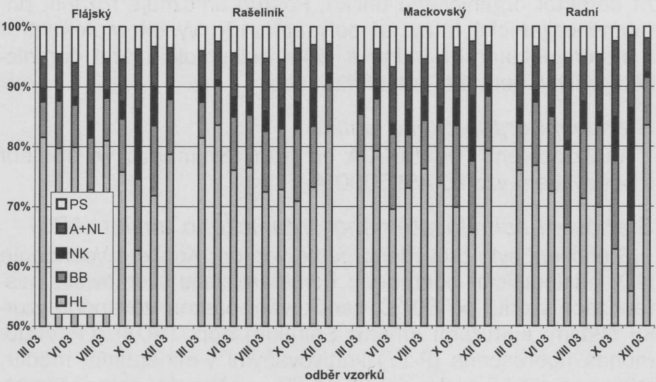
Z výsledků sledování organického uhlíku ve vodách přítoků přehradní nádrže Fláje vyplývá, že jeho vnos do nádrže probíhá nárazovitě, převážně v rozpuštěné formě (DOC), zejména v závislosti na aktuální srážkové situaci (na přítoku Rašeliník bylo v průběhu sledovaného období zjištěno koncentrační rozpětí 2–27 mg/l DOC). Vlivem velkého objemu nádrže dochází ke značnému vyrovnání koncentračních výkyvů z přítoků, které lze pozorovat v průběhu roku. Na obrázku 1 je znázorněn průběh koncentrace DOC ve vodě přehradní nádrže Fláje ve sledovaném časovém období. Po povodni v srpnu 2002 lze v nádrži

pozorovat výrazně zvýšené nálezy DOC, které přesahují hodnotu 10 mg/l. K poklesu koncentrace na průměrnou úroveň kolem 6 mg/l došlo v nádrži až po sedmi měsících.

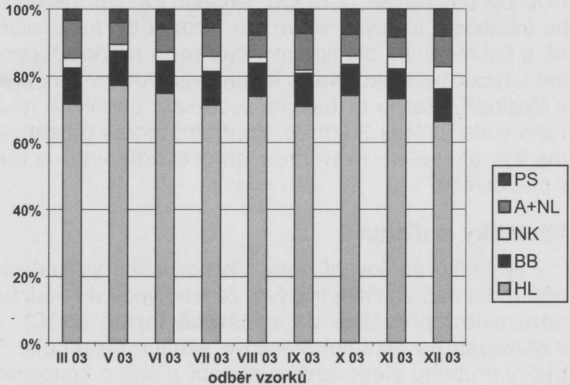
Na *obrázcích 2 a 3* je zobrazeno procentuální zastoupení jednotlivých skupin organických látek stanovených gelovou chromatografií ve vodách přítoků přehradní nádrže Fláje a samotné nádrži na celkovém DOC. Z *obrázků 2 a 3* je patrné, že převážnou část organických látek tvoří huminové látky (60–85 %), dále pak následují Building blocks, amfifilní a neutrální látky, polysacharidy a organické nízkomolekulární kyseliny. Podíl huminových látek na DOC v přítocích se zvyšuje s jeho rostoucí



Obr. 1. DOC ve vodě přehradní nádrže Fláje v časovém období 6/2001–2/2004



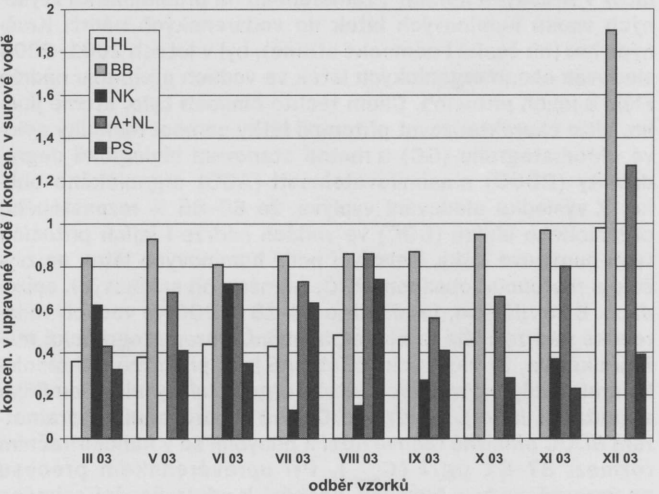
Obr. 2. Procentuální složení skupin organických látek stanovených gelovou chromatografií ve vodách přítoků přehradní nádrže Fláje za období 3/2003–12/2003 (PS – polysacharidy, A + NL – amfifilní a neutrální látky, NK – nízkomolekulární organické kyseliny, BB – Building blocks, HL – huminové látky)



Obr. 3. Procentuální složení skupin organických látek stanovených gelovou chromatografií ve vodách přítoků přehradní nádrže Fláje za období 3/2003–12/2003 (PS – polysacharidy, A + NL – amfifilní a neutrální látky, NK – nízkomolekulární organické kyseliny, BB – Building blocks, HL – huminové látky)

hodnotou (např. při srážkových epizodách nebo v době tání sněhu). Nejpatrnější je tento nárůst u přítoků s nízkými průměrnými hodnotami DOC při srážkové situaci, která následuje po delším období sucha (přítok Radní – prosinec 2003).

V procesu úpravy vody na úpravně v Meziboří dochází v průměru ke snížení obsahu DOC na úroveň 55 % hodnoty, kterou nalézáme v surové vodě. Jednotlivé skupiny organických látek jsou však odstraňovány s odlišnou účinností. Na *obrázku 4* je ve formě koeficientu $c_{upr.}/c_{sur.}$ zobrazena účinnost odstraňování jednotlivých skupin organických látek, které byly stanoveny technikou gelové chromatografie. Z *obrázku 4* vyplývá, že nejúčinněji jsou při úpravě vody odstraňovány výšemolekulární podíly organických látek, jako jsou polysacharidy a huminové látky, ostatní složky jsou odstraňovány s nižší účinností. V upravené vodě lze proto pozorovat vyšší relativní zastoupení nízkomolekulárních látek než ve vodě surové.



Obr. 4. Účinnost odstraňování jednotlivých skupin organických látek, stanovených gelovou chromatografií, při procesu úpravy vody na vodu pitnou (PS – polysacharidy, A + NL – amfifilní a neutrální látky, NK – nízkomolekulární organické kyseliny, BB – Building blocks, HL – huminové látky)

Výsledky stanovení biodegradabilního organického uhlíku BDOC ve vodách přítoků, vlastní nádrže a na úpravně vody v Meziboří za časové období červenec–prosinec 2003 jsou zobrazeny na *obrázku 5*. Koncentrační nálezy BDOC značně kolísají v průběhu sledovaného období, extrémně vysoké nálezy byly zjištěny v prosinci 2003, kdy po delším období sucha došlo k několika srážkovým epizodám a u všech přítoků bylo možno pozorovat značně zvýšené hodnoty DOC. Protože koncentrace BDOC významně koreluje s celkovým obsahem DOC, je možno vyjádřit výsledky ve formě koeficientu BDOC/DOC v %. V *tabulce 1* jsou uvedeny průměrné nálezy BDOC v mg/l s procentuálním podílem BDOC na DOC pro hlavní přítoky nádrže, vlastní nádrž, surovou a upravenou vodu na úpravně vody v Meziboří.

Z *tabulky 1* je patrné, že jsou průměrné hodnoty koeficientu BDOC/DOC jak v přítocích, tak v nádrži velmi podobné a pohybují se v rozmezí 9–16 %. Při úpravě vody na úpravně v Meziboří je parametr BDOC odstraňován s poněkud vyšší účinností (snížení na 49 % vody surové) v porovnání s odstraňováním celkového DOC (snížení na 55 % vody surové). V *tabulce 1* je rovněž patrný velmi malý rozdíl mezi průměrnými hodnotami koeficientu BDOC/DOC u surové a upravené vody (10,7 % a 9 %). Tuto skutečnost lze vysvětlit na základě výsledků chromatografických měření, neboť bylo zjištěno, že nízkomolekulární skupiny organických látek jsou při procesu úpravy vody odstraňovány s nižší účinností než složky výšemolekulární a pro mikroorganismy jsou přednostně přístupné zejména nízkomolekulární skupiny organických látek (viz dále).

Tabulka 1. Průměrné hodnoty koncentrace BDOC s koeficienty BDOC/DOC (v %) ve vodách přítoků, přehradní nádrže, surové a upravené vodě na úpravně v Meziboří

Průměrná hodnota	Flájský	Rašelíník	Mackovský	Radní	Nádrž	Surová voda	Upravená voda
(mg/l)	0,8	0,67	0,48	0,29	0,56	0,53	0,26
BDOC/DOC (%)	16,0	13,0	13,8	11,7	11,2	10,7	9,0

Pro postižení kvalitativních změn v průběhu biodegradace organických látek při stanovení BDOC byly v pravidelných časových intervalech analyzovány vzorky vody na obsah těchto látek technikou gelové chromatografie. Na základě koncentračních změn u jednotlivých skupin látek mohl být sledován její průběh. Z prvních výsledků sledování vyplývá, že biologicky přístupné jsou převážně nízkomolekulární podíly organických látek (zejména nízkomolekulární organické kyseliny), koncentrace huminových látek zůstaly po 28 dnech prakticky nezměněny. K významnějším koncentračním změnám přitom dochází zejména po prvním týdnu měření.

Výsledky sledování parametru AOC jsou zobrazeny na obrázku 6. Obdobně jako u BDOC zde lze pozorovat značné časové koncentrační změny. Průměrné nálezy AOC na jednotlivých sledovaných odběrových místech však vykazují relativně podobné hodnoty (viz tabulku 2). V porovnání s hodnotami BDOC jsou nálezy AOC přibližně řádově nižší a na rozdíl od BDOC zde nebylo možno prokázat korelaci s DOC. Při úpravě vody je parametr AOC odstraňován přibližně se stejnou účinností jako celkový DOC.

Tabulka 2. Průměrné hodnoty AOC ve vodách přítoků, přehradní nádrže, surové na upravené vodě v úpravně v Meziboří

Průměrná hodnota	Flájský	Rašeliník	Mackovský	Radní	Nádrž	Surová voda	Upravená voda
AOC (µg/l)	47	51	61	40	53	37	21

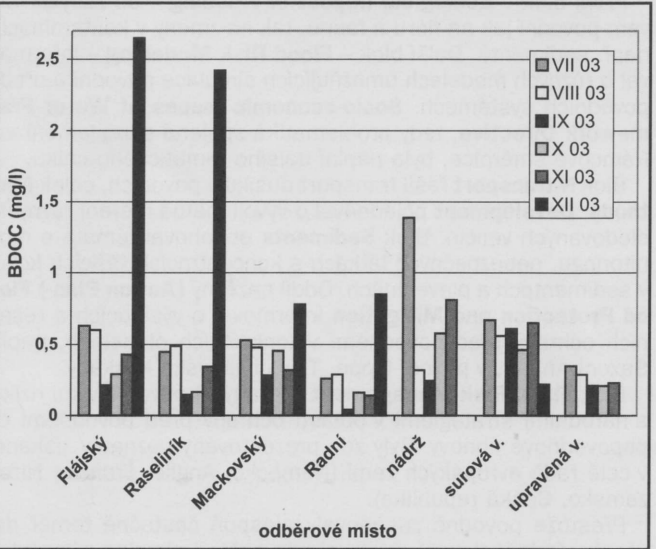
Závěr

Pomocí techniky gelové chromatografie a metod stanovení biodegradabilního (BDOC) a asimilovatelného (AOC) organického uhlíku byla provedena bližší charakterizace organických látek ve vodách povodí přehradní nádrže Fláje z hlediska její upravitelnosti na vodu pitnou. Většina přítomných organických látek je tvořena huminovými látkami (60–85 %), v menší míře jsou pak zastoupeny následující skupiny látek – Building blocks, amfifilní a neutrální látky, polysacharidy a organické nízkomolekulární kyseliny. Při úpravě vody dochází k odstraňování zejména výše-molekulárních podílů organických látek, jako jsou polysacharidy a huminové látky, ostatní složky jsou odstraňovány s nižší účinností.

Chromatografická měření ukázala, že biologicky přístupné jsou téměř výlučně nízkomolekulární podíly organických látek (organické kyseliny, amfifilní a neutrální látky). Na základě výsledků stanovení BDOC bylo zjištěno, že přibližně 10–16 % DOC ve vodách vodárenské nádrže Fláje je biodegradabilní. Při úpravě vody na úpravně v Meziboří je parametr BDOC odstraňován s vyšší účinností v porovnání s odstraňováním celkového DOC. Nálezy AOC jsou v porovnání s parametrem BDOC přibližně řádově nižší a průměrné hodnoty na jednotlivých odběrových místech se pohybují v koncentračním rozmezí 37–61 µg/l (C_{acet.}). Parametr AOC je při úpravě vody odstraňován přibližně se stejnou účinností jako celkový DOC.

Literatura

[1] Lochovský, P. Příspěvek k problematice výskytu a složení huminových látek ve vodách povodí přehradní nádrže Fláje. *VTEI*, 2003, č. 3, příloha Vodního hospodářství, 10/2003, s. 3–7.



Obr. 5. BDOC ve vodách přítoků, nádrže Fláje a na úpravně vody v Meziboří v časovém období červenec až prosinec 2003

[2] Servais, P., Anzil, A., and Ventresque, C. Simple method for determination of biodegradable dissolved organic carbon in water. *App. Environ. Microbiol.*, 55, 1989, p. 2732–2734.

[3] Van der Kooij, D. Assimilable organic carbon as an indicator of bacterial regrowth. *J. A. Water Works Assoc.*, 84, 1982, p. 57–65.

[4] Grünwald, A. a Strnadová, N. Hodnocení biodegradabilních organických látek v přírodních vodách. *Vodní hospodářství*, 54, 2004, č. 6, s. 182–183.

[5] Joret, JC., Levi, Y., and Volk, C. Biodegradable dissolved organic carbon (BDOC) content of drinking water and potential regrowth of bacteria. *Water Sci. Technol.*, 2, 1991, p. 95–101.

[6] Volk, C., Renner, C., Robert, C., and Joret, JC. Comparison of two techniques for measuring biodegradable dissolved organic carbon in water. *Environ. Technol.*, 15, 1994, p. 545–565.

[7] Le Chevallier, MW., Shaw, NE., Kaplan, LA., and Bott, TL. Development of a rapid AOC method for water. *Appl. Environ. Microbiol.*, 59, 1993, 5, p. 1526.

[8] Huber, SA. and Frimmel, FH. Gelchromatographie mit Kohlenstoffdetektion (LC-OCD): Ein rasches und aussagekräftiges Verfahren zur Charakterisierung hydrophiler organischer Wasserinhaltsstoffe. *Vom Wasser*, 86, 1996, p. 277–290.

[9] Wichmann, K. und Korth, A. Abbau von mikrobiologisch verwertbarem Kohlenstoff aus oberflächennahem, reduziertem Grundwasser bei der Aufbereitung durch Filtration. Abschlussbericht für das BMBF Forschungsvorhaben 02-WT9718/2, November 1999, TUHH Hamburg-Harburg.

[10] Van der Kooij, D. and Veendaal, HR. Determination of the concentration of easily assimilable organic carbon (AOC) in drinking water with growth measurement using pure bacterial culture. *KIWA NV*, 1995.

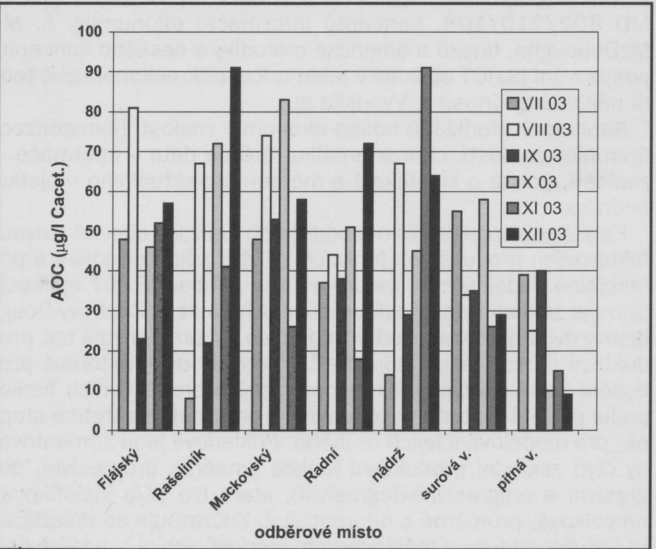
RNDr. Petr Lochovský
VÚV T.G.M. Praha
tel. 220 197 266

Key words

humine substances, Ore Mountains, water-supply reservoir Fláje, gel chromatography, organic carbon, biodegradability

Characterization of Organic Substances in Waters of the Fláje Reservoir with Regard to its Suitability for Drinking Water Treatment (Lochovský, P.)

In the framework of the bilateral Czech-German project ‘Humine Substances in the Ore Mountains’ aimed at the issue of higher inputs of humine substances to the water-supply reservoirs in the Ore Mountains (on the Czech as well as German sides of the border), the content of organic substances in



Obr. 6. AOC ve vodách přítoků, nádrže Fláje a na úpravně vody v Meziboří v časovém období červenec až prosinec 2003

waters of the reservoir Fláje and its tributaries was monitored. The aim of these activities was, inter alia, to characterize in more detail the present humine substances with the technique of gel chromatography and the methods of determining the biological degradability (BDOC) and assimilability (AOC) of organic carbon (DOC). The results of this monitoring have so far shown that 60-85 % of the dissolved organic carbon (DOC) in waters of the reservoir and its tributaries consists of humine substances. The relative aliquots of humine substances escalate with higher DOC contents, especially during the rain periods.

It was established that approximately 10-16 % of DOC in waters of the reservoir were biodegradable. Chromatographic

measurements proved the bioavailability of only the lower molecular fractions of organic substances (organic acids, amphiphilic and neutral substances). The AOC findings lie about an order lower in comparison with BDOC, and their concentration range is 37-61 $\mu\text{g}/\text{l}(\text{C}_{\text{acet}})$. In the process of treating water in the Meziboří water treatment plant especially the fractions of bigger molecular size are being removed (polysaccharides, humine substances); low molecular substances are removed with a considerably lower efficiency. In the process of water treatment the BDOC parameter is removed with a higher efficiency, whereas AOC with a lower one, in comparison with removing the total DOC.

K měření efektivity IS/ICT aplikací

Měření nákladů a přínosů informačních systémů a informačních a komunikačních technologií (IS/ICT) se stává nedílnou součástí praxe ekonomického řízení státních orgánů a podniků, a to ve všech sektorech ekonomiky ČR – tedy i v resortu životního prostředí. Autor příspěvku se proto ve své výzkumné zprávě VUV T.G.M. věnuje hodnocení poměrně značně široké škály různorodých hledisek a přístupů k měření efektivity IS/ICT aplikací.

Zpráva mapuje, kategorizuje a charakterizuje autorovi dosažitelný, poměrně rozsáhlý soubor uznávaných metod, metodik a přístupů k hodnocení efektivity (nákladů a přínosů) IS/ICT aplikací tuzemského a zahraničního původu a naznačuje filozofii tří specifických metodik (finské, americké a české) pro hodnocení přínosů IS/ICT aplikací v telematice.

Měření efektivity (úspěšnosti) podniků i metricky měření a hodnocení IS/ICT technologií a aplikací zpravidla (občas jen implicitně) vycházejí: 1. z dosaženého stavu rozvoje tzv. nové (digitální) ekonomiky každého státu (ČR); 2. ze strategie rozvoje každého orgánu či podniku a 3. z ní vycházející informační strategie – proto jsou charakterizovány v kapitolách 1, 2 a 3.

Kapitola 4 shrnuje základy teorie fyzikálního a mimofyzikálního měření, která by měla vytvářet samozřejmý teoreticko-metodický rámec všech metod, metodik a postupů pro měření a hodnocení nákladů a přínosů IS/ICT aplikací (v praxi tomu tak nebývá).

Kapitoly 5 a 6 předkládají obecná kategorizační hlediska pro posuzování nákladů na IS/ICT aplikace a hodnocení jejich přínosů.

Kapitola 7 se přehledným způsobem věnuje otázkám měření efektivity podniků, charakterizuje některé nejznámější metody měření jejich výkonnosti a úspěšnosti (Balanced Scorecard, EFQM, Performance Measurement, Value Based Management aj.) a kategorizuje metricky pro hodnocení efektivity IS/ICT.

Kapitola 8 mapuje a charakterizuje dostupné metody, metodiky, postupy či jen přístupy k hodnocení přínosů IS/ICT aplikací různých autorů, autorit a firem (J. Basla, T. Brucknera, Z. Molnára, J. Nenadála, J. Voříška, P. Učňe, M. Tvrđíkové, grantu MD 802/210/108, konceptu informační ekonomiky A. M. McDonougha, finské a americké metodiky a českého konceptu posuzování IS/ICT aplikací v telematice, mikroekonomické teorii nákladů a výnosů J. Vysuřila aj.).

Kapitola 9 předkládá nástin ekonomie znalostí (kategorizaci firemních znalostí, charakteristiku řetězce data – informace – znalosti, pokus o klasifikaci a měření intelektuálního majetku podniků).

Kapitola 10 pojednává o produkčních funkcích obecně a dvoufaktorových produkčních funkcích zvláště jako netradiční a potenciálně nadějně matrice pro měření přínosů IS/ICT aplikací. Shrnuje základní vlastnosti produkčních funkcí a Cobbovy-Douglasovy dvoufaktorové produkční funkce. Charakterizuje tzv. produktivní funkce jako „jednodušší“ deriváty dvoufaktorové produkční funkce a typy mikroekonomických produktivních funkcí podle použité matematické funkce (v praxi nejvýše třetího stupně) pro modelování jejich průběhu. Příkladem jsou komentovány čtyři základní produktivní funkce (lineární, progresivní, regresivní a progresivně-degresivní), které lze dále klasifikovat na celkové, průměrné a diferenciální. Zdůrazňuje se důležitost tzv. pružnosti funkcí (nákladových, produkčních aj.), zvláště pak intervalové pružnosti produktivních funkcí, pro matematicko-ekonomickou analýzu dosahování optima výroby.

Závěrečné kapitoly 11 a 12 shrnují podstatné argumenty k víceaspektovosti a nezbytnosti nalezení jakéhosi „minimálního“ portfolia (souhrnu několika) metodik pro měření účinnosti IS/ICT aplikací pro konkrétní problémové oblasti, činnosti nebo procesy.

Většina tradičních metod a metodik měření nákladů a přínosů IS/ICT aplikací je koncipována účelově a je převážně postimplementační (ex post) povahy. Jen menšina z nich zdůrazňuje nezbytnost předimplementační (ex ante) analýzy očekávaných nákladů a očekávaných přínosů IS/ICT aplikací a jejich průběžné vyhodnocování jak po dobu jejich implementace, tak po celou dobu jejich životnosti.

Ing. Jaroslav Veselý, CSc.
VUV T.G.M. Praha
tel. 220 197 357

11. Magdeburský seminář v Lipsku 18.–22. října 2004

V Lipsku, hlavním městě Sasky, městě Johanna Sebastiana Bacha i veletrhů, začalo na půdě UFZ Centra pro výzkum životního prostředí v den 191. výročí Bitvy národů zcela jiné setkání národů – mezinárodní konference 11. Magdeburský seminář o vodách ve střední a východní Evropě – Hodnocení, ochrana, řízení (11th Magdeburg Seminar on Waters in Central and Eastern Europe: Assessment, Protection, Management). Od těch předchozích deseti se odlišoval zejména ve dvou bodech. Zatímco v minulých letech šlo především o česko-německá setkání řešící problematiku týkající se povodí řeky Labe, tentokrát, jak už je vidět z názvu konference, byly předmětem zájmu i další oblasti střední a východní Evropy. Sešlo se zde na 220 odborníků z devíti zemí. Proto došlo i ke druhé změně. Jedací řeč se stala pro všechny angličtina.

V příjemném prostředí nového lipského konferenčního centra KUBUS probíhaly ve dvou sálech přednášky, ve foyeru byla instalována posterová sekce. Celkem 95 přednášek bylo rozděleno do několika tematických bloků.

První blok – **Ecological Impact of Flooding** – se zabýval vlivem povodní jak na flóru a faunu, tak na změny v kontaminaci, např. sedimentů. Další blok – **Flood Risk Modelling** – informoval o různých modelech umožňujících simulace povodní a předpovědních systémech. **Socio-economic Issues of Water Framework Directive**, tedy problematika spojená s implementací Rámcové směrnice, byla náplní dalšího tematického celku.

Blok **N-transport** řešil transport dusíku v povodích, celek **Methods' Development** pojednával o vývoji metod měření různých sledovaných veličin. Blok **Sediments** obsahoval témata o monitoringu, nebezpečných látkách a koncentracích těžkých kovů v sedimentech a plaveninách. Oddíl nazvaný (**Action Plan-**) **Flood Protection and Mitigation** informoval o výsledcích a řešeních ochrany před povodněmi v konkrétních oblastech, např. Saxon-Anhalt, v povodí Lippe, Tisy či vltavské kaskády.

Blok **Flood Risk Management** se zabýval povodňovými riziky a národními strategiemi v oblasti ochrany před povodněmi či popovodňové obnovy. Byly zde prezentovány poznatky získané v celé řadě evropských zemí (Německo, Anglie, Francie, Nizozemsko, Česká republika).

Přestože povodně zasahovaly alespoň částečně téměř do všech přednášek, své místo si zde našla i skupina příspěvků věnovaných pravému opaku, tedy suchům (**Droughts**) a jejich dopadu na kvalitu vod a vodní ekosystémy.

Tematický celek **Pollutants Impact** se zabýval jednak vlivem hornictví na kvalitu vody, jednak monitoringem znečištění řek a kvalitou vody a sedimentů před povodněmi a po povodních.

V bloku **Integrated Assessment** zazněl kromě jiného i příspěvek Š. Blažkové (Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M. Praha), F. Buzka a R. Kadlecové (Český geologický ústav Praha) s názvem **The Czech Elbe Project in its fourth phase – quality of information, uncertainty and risk in environmental decision making** informující o projektu Labe IV.

Využitím satelitních dat pro monitorování povodní nebo strategií řízení povodí v kontextu globálních změn se zabýval úsek řešící problematiku přesahující hranice nejen povodí – **Trans-boundary Problems**.

V bloku **Ground Water** byly řešeny problémy spojené s definicí „stavu dobré podzemní vody“, přítomnost agrochemikálií v podzemních vodách a vodní rovnováha v nenasatované půdní zóně v Bulharsku.

V sekci **Land Use** byly soustředěny přednášky zabývající se vlivem využívání půdy na kvalitu vody a vodní ekosystémy.

Komplex přednášek sdružených pod názvem **Modelling** byl věnován různým předpovědním systémům a modelování např. transportu sedimentů či vývoje fytoplanktonu. Měla zde své místo i přednáška **Modelling of transport of polluted cohesive sediments from localities of their long-period deposition to river channel and flood plain by catastrophic water discharges**, jejímiž autory byli M. Rudiš (VÚV T.G.M. Praha), P. Valenta a I. Valentová (ČVUT Praha).

Plankton, ryby, biota – v tomto bloku byl rovněž prezentován jeden z příspěvků VÚV T.G.M. Praha – **Reproductive success of fish communities of the Elbe River, Czech Republic**, jehož autory byli O. Slavík (VÚV T.G.M. Praha) a L. Bartoš (Výzkumný ústav živočišné výroby Praha).

V posterové sekci bylo instalováno 50 velmi zajímavých příspěvků odborníků ze střední a východní Evropy. Tematicky byla tato sekce velmi pestrá a nelze ji stručně charakterizovat. Lze jen doporučit k prostudování sborník z 11. Magdeburského semináře, ve kterém jsou vedle přednášek uvedeny i dvoustránkové anotace všech posterů. Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M. Praha se představil šesti příspěvky:

Poster **River dangerous substances pollution and its trends in last decade** (I. Bernardová, J. Kupec, M. Rozkošný – VÚV T.G.M. Praha, pobočka Brno a P. Jurajda – Akademie věd ČR) prezentoval výsledky dlouhodobého monitoringu v rámci Projektu Morava pro vybrané nebezpečné látky (těžké kovy, PCB, PAH, VOC). Hlavním výsledkem této části Projektu Morava je konstatování, že trend započatý v povodí Moravy v 90. letech pokračuje a obsah rtuti v rybích tkáních se stále snižuje.

Příspěvek B. Desortové (VÚV T.G.M. Praha) **Impact of low flow induces by extreme drought on phytoplankton dynamic in running waters** se zabýval vlivem vysokých teplot a nízkých průtoků na fytoplankton.

Poster **Natural background of radium radioisotopes in the river bottom sediments of Czechia and their radioactive contamination due to uranium industry** (E. Hanslík, E. Kalinová, M. Brtvová, B. Sedlářová, J. Svobodová – VÚV T.G.M. Praha, M. Rieder – ČHMÚ Praha, J. Medek – Povodí Labe, K. Foreit – Povodí Vltavy, L. Vondrák – Povodí Ohře, K. Jahn – Povodí Moravy). J. Jusko (Povodí Odry) prezentoval výsledky systematického monitoringu dnových sedimentů, informace o přirozených pozadových hodnotách vybraných radionuklidů a o vlivu antropogenní činnosti (uranové doly).

Vlivem přírodních i uměle konstruovaných mokřadů na kvalitu vody v malých povodích se zabýval příspěvek **Influence of natural and constructed wetlands on the water quality improvement in small river basins** (P. Kupec, M. Rozkošný – VÚV T.G.M. Praha, pobočka Brno).

Poster **Occurrence and composition of humic substances in waters of the catchment area Fláje Reservoir (Ore Mountains)** (P. Lochovský, D. Baudišová, A. Svobodová – VÚV T.G.M. Praha) byl věnován výskytu a složení huminových látek ve vodní nádrži Fláje.

Další poster **Occurrence of some dangerous substances in surface waters in Czech Republic** (V. Očenášková, D. Pospíchalová, P. Martinková, J. Můnich, V. Kužilek, V. Tolma, Z. Tichá – VÚV T.G.M. Praha) informoval o kontaminaci povrchových vod České republiky některými ne zcela běžně sledovanými polutanty, např. syntetickými mošusovými látkami nebo alkylfenoly.

Vzhledem k množství přednášek a skutečnosti, že probíhaly paralelně ve dvou halách, nebylo v silách jednoho člověka absolvovat vše. Ale dobře časově zorganizovaný program umožňoval každému vybrat si to, co ho opravdu zajímá.

Nedílnou součástí Magdeburských seminářů jsou i společenské večery. Zahajovací a seznamovací party se konala po registraci ve foyeru kongresového centra KUBUS. Pro slavnostní večeri vybrali organizátoři velmi příjemnou restauraci v prostorách bývalého městského opevnění Moritzbastei.

Kde se bude konat 12. Magdeburský seminář, není ještě známo, ale jisté je, že v budoucnu se již nebudou v organizování střídat pouze Česká republika a Spolková republika Německo.

Ing. Věra Očenášková
VÚV T.G.M. Praha
tel. 220 197 451

Konference „Pitná voda“ v Trenčianských Teplicích

Ve dnech 6. a 7. října 2004 se v Trenčianských Teplicích konala v pořadí již sedmá konference Pitná voda s mezinárodní účastí. Konferenci pořádaly Slovenský národný komitét IWA, Združenie zamestnávateľov vo vodnom hospodárstve, Výskumný ústav vodného hospodárstva, Hydrotechnológia Bratislava, s.r.o., W&ET TEAM, České Budějovice a Štátny zdravotný ústav Košice. Zúčastnilo se jí celkem 190 odborníků.

Konference měla velmi dobrou úroveň odborné účasti. Pořádající slovenská strana byla bohatě zastoupena, a to pracovníky vysokých škol, výzkumu, Úřadu veřejného zdravotnictví a jeho regionálních pracovišť. Dále byly významně zastoupeny svými pracovníky vodárenské provozovatelské organizace. Z České republiky se konference zúčastnilo 52 odborníků ze základního a aplikovaného výzkumu, z vysokých škol, vodárenských provozovatelských organizací a podnikatelských subjektů.

Jednání konference probíhala v krásném prostředí Kúpeľnej Dvorany. Odborná část konference začala po slavnostních zahajovacích projevech ředitele Hydrotechnologie Bratislava, s.r.o., předsedy Slovenského národního komitétu IWA a primátora města Trenčianských Teplic.

Jednání konference postupně probíhalo podle obsahu příspěvků v pěti následujících tematicky ucelených blocích:

Téma I: Koncepční otázky rozvoje vodárenství, organizace a řízení

Téma II: Zdroje vody a jejich ochrana

Téma III: Technologie úpravy vody

Téma IV: Hygiena, hydrobiologie a kvalita vody

Téma V: Systémy environmentálního managementu

V rámci konceptních otázek rozvoje vodárenství, organizace a řízení byli účastníci seznámeni s dopadem legislativních a ekonomických změn, které proběhly v minulém roce. Dále s úkoly a povinnostmi vyplývajícími z členství v EU při zabezpečení kvality pitné vody ve Slovenské republice pro nově ustavené vodárenské společnosti. Seznámili se s vyhodnocením kvality pitné vody ve veřejných vodovodech za rok 2003, a to nejen z pohledu hygieniků, ale i z údajů dodaných provozovatelskými organizacemi. Velmi zaujala přednáška o hodnocení funkce úpraven vod a rozvodných sítí v České republice, kde transformace proběhla v polovině devadesátých let.

V sekci Zdroje vody a jejich ochrana bylo předneseno sedm přednášek zabývajících se ochranou zdrojů vody v SR ve vztahu k požadavkům směrnic EU, a to nejen v tocích a nádržích, ale i v podzemních vodách.

Třetí nejrozsáhlejší blok Technologie úpravy vody (obsahoval celkem 12 přednášek) otevírala velmi zajímavá přednáška zástupce projekční a dodavatelské firmy Variace zásad a postupů při rekonstrukcích úpraven vody a jejich technologických zařízení. Další příspěvky se zabývaly konkrétními řešeními problémů ve výzkumu, provozu úpraven a rozvodu vody (podrobný seznam přednášek s uvedením autorů je připojen na konci příspěvku). Zajímavým informačním bonbónkem pro účastníky konference byla přednáška na téma Organizace a výsledky vodárenského výzkumu v Austrálii.

V sekci Hygiena, hydrobiologie a kvalita vody bylo předneseno celkem osm příspěvků. Varovaly před zneužitím pitné vody jako účinné cesty k rychlému šíření chemických nebo biologických

kých agens při zásobování pitnou vodou, a tím i ohrožením obyvatelstva. Dále se zabývaly kontinuálním měřením chloritanů v pitné vodě zabezpečené oxidem chloričitým, hodnocením celkového organického uhlíku a monitoringem radioaktivity.

Poslední sekce již tradičně přináší informace o novinkách v Systémech environmentálního managementu. Závěrečný příspěvek nadhodil téma, které se stává stále aktuálnější, a to vzdělávání pracovníků ve vodním hospodářství. O důležitosti neustálého systematického vzdělávání ve vodním hospodářství svědčí jeho deklarování v Protokolu o vodě a zdraví, který vznikl v rámci konference ministrů o životním prostředí a zdraví (Londýn, červen 1999, čl. 9). Účastníci konference doporučili, aby se příští konference tímto tématem zabývala v samostatném bloku.

Z konference byl vydán sborník, který má 246 stránek a obsahuje 34 odborných příspěvků.

Je zřejmé a skoro jisté, že ne všechna témata jsou pro jednotlivé účastníky stejně zajímavá. Ze své zkušenosti však mohu prohlásit, že rozhodně stojí za to vyslechnout většinu přednášek a projít si doprovodnou výstavku firem zabývajících se měřicí a laboratorní technikou, dodavatelskými programy v oboru vodního hospodářství a sanacemi pro rozšíření přehledu o novinkách ve vodárenství. Konference jsou špičkovými odbornými akcemi, které umožňují vodárenským odborníkům získat během relativně krátkého času celou řadu užitečných informací a znalostí. Konference Pitná voda v Trenčianských Teplicích k takovým patřila. Součástí konference bylo samozřejmě i množství neformálních setkání s pracovníky provozovatelských organizací, kolegy z výzkumu ať již aplikovaného či základního a s pedagogy z vysokých škol.

Odborný program konference

Téma I: Konceptní otázky rozvoje vodárenství, organizace a řízení

- Zabezpečení kvality pitné vody v SR – úlohy a povinnosti vyplývající z členství v EU (K. Hazelová)
- Kvalita pitné vody ve veřejných vodovodech v roce 2003 (z pohledu Úřadu veřejného zdravotnictví SR – E. Matisová)
- Kvalita pitné vody ve veřejných vodovodech v roce 2003 (zpracovaná VÚVH na základě provozních kontrol – E. Büchlerová)
- *Prezentace firmy VILLA LABECO*
- Analýza nákladů a zisků – klíčové prvky Rámcové směrnice o vodě (V. Hošnová)
- Hodnocení funkcí úpraven a rozvodných sítí (M. Melounová)
- Příprava vodárenských nádrží Tichý Potok, Hronček a Garajky (M. Ištvánffy)
- *Prezentace firmy ECM Bratislava*
- Je potřebná výstavba VN Tichý Potok? (T. Miščíková)

Téma II: Zdroje vody a jejich ochrana

- Problematika ochrany zdrojů vody v SR ve vztahu k požadavkům EU (M. Lichvár)
- Vodárenské nádrže – opatření na zachování kvality vody (P. Hucko)
- *Prezentace firmy CEIT (informace a terminologie)*

- Ochrana pitné vody ve vodovodních rozvodech před znečištěním (J. Valášek)
- Transport mnohosložkových kontaminantů v podzemních vodách (M. Holubec)
- *Prezentace firmy AQUA PLUS Hodonín (čištění studní a potrubí)*
- Vodárenské toky ve správě SVP, s. p., OZ Košice (M. Giba)

Téma III: Technologie úpravy vody

- Variace zásad a postupů při rekonstrukcích úpravárenských zařízení (P. Adler)
- Automatické řízení vodárenských systémů (J. Hassmann)
- Organizace a výsledky vodárenského výzkumu v Austrálii (P. Dolejš)
- Optimalizace podmínek míchání a provozní ověření účinnosti míchání děrovanými stěnami (L. Tomášková)
- Poloprovozní hodnocení vlivu kvality vod na vybrané materiály přicházející do styku s pitnou vodou (K. Munka)
- Hygienická kritéria na vybrané technologie úpravy kvality balených vod (Z. Bratská)
- *Prezentace firmy HERMES Labsystém*
- Využití biologických rozborů v technologii úpravy vody (V. Moravcová, V. Onderíková)
- Denitrační anexy ve vodárenské praxi (V. Dubánek)
- *Prezentace firmy VACON*
- Arzen v pitné vodě. Konkrétní řešení problémů v okresech Banská Bystrica a Brezno (Z. Šikulová)
- Odstraňování huminových látek z vody (S. Mutl)
- Koroze upravené vody ve vztahu k typu zdroje (J. Hubáčková)

Téma IV: Hygiena, hydrobiologie a kvalita vody

- Metoda Colilert 18/Qunti Tray v nové české legislativě (M. Chlupáčová)
- Potencionální zneužitelnost biologických agens na ohrožení kvality pitné vody (K. Koppová)
- Výskyt dalších infekčních agens při zásobování pitnou vodou (J. Šásek)
- Toxicita pitných vod (V. Nagyová)
- Kontinuální měření obsahu chloritanů v pitných vodách – testování přístroje v provozních podmínkách (M. Libovič)
- Elektrotechnická kontinuální analýza chloritanových iontů v pitné vodě (E. Sobočíková)
- Celkový organický uhlík ve vodách v porovnání s jinými ukazateli organického znečištění (M. Horecká)
- Monitoring radioaktivity některých minerálních vod Košického a Prešovského kraje (V. Vrábek)

Téma V: Systémy environmentálního managementu

- Zkušenosti se zaváděním nové organizační struktury v podmínkách Podtatranské vodárenské společnosti (V. Svrbský)
- Vzdělávání pracovníků ve vodním hospodářství (V. Šimko)

Ing. Jana Hubáčková, CSc.
VÚV T.G.M. Praha
tel. 220 197 215



VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

Redakční rada: Ing. Jiřina Barchánková, RNDr. Dana Baudišová, PhD., Ing. Václav Bečvář, CSc., Ing. Šárka Blažková, DrSc., RNDr. Blanka Desortová, CSc., Ing. Jana Hubáčková, CSc., RNDr. Josef Fuksa, CSc., Ing. Ladislav Kašpárek, CSc., Ing. Ivan Koruna, CSc., Ing. Václav Matoušek, DrSc., RNDr. Hana Mlejnková, PhD., Ing. Věra Očenášková, Ing. Dagmar Sirotková, Ing. Václav Šťastný, Ing. Naďa Wannerová, Ing. Václav Zeman

Ročník 47

ISSN 0322 - 8916

Kontakt: Mgr. Sylva Garciová – redaktorka
Tel.: 220 197 282, fax: 233 333 804
e-mail: garciova@vuv.cz



**Výzkumný ústav
vodohospodářský
T. G. Masaryka**

Podbabská 30
160 62 Praha 6