3/2007 VTEI Ročník 49

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i. – první rok v novém

Od 1. 1. 2007 se VÚV T.G.M. stal podle zákona č. 341/2005 Sb. veřejnou výzkumnou institucí. Tato nová právní forma přináší ústavu větší „akademickou" svobodu a nezávislost, ale zároveň také větší ekonomickou samostatnost, a to jak ve smyslu ztráty relativní jistoty příspěvku na činnost, tak možnosti získávání komerčních zakázek a vstupu ústavu na trh.

Jak to celé probíhalo?

Byla zpracována, schválena a vydána nová zřizovací listina v souladu se zákonem č. 341/2005 Sb., o veřejných výzkumných institucích. Ta rozděluje činnosti do tří kategorií: ❶ hlavní činnost – výzkumná činnost, ❷ další činnost – podpora výkonu státní správy, ❸ jiná činnost – hospodářská činnost prováděná za účelem dosažení zisku. Tato zřizovací listina byla zapsána do Rejstříku veřejných výzkumných institucí vedeného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. Výkonem funkce ředitele byl od 1. 1. 2007 pověřen Ing. Lubomír Petružela, CSc.

Dne 1. 3. 2007 proběhlo první kolo voleb do Rady instituce VÚV T.G.M., v.v.i., a celý volební proces byl ukončen 20. 3. 2007 čtvrtým (posledním) kolem voleb. Zvolená Rada instituce VÚV T.G.M., v.v.i., má deset členů, z toho šest interních (zaměstnanců ústavu) a čtyři externí členy. Předsedou Rady instituce byl na prvním zasedání dne 26. 3. 2007 zvolen Ing. Karel Drbal, Ph.D., a místopředsedou Ing. Ladislav Kašpárek, CSc.

Rada instituce VÚV T.G.M., v.v.i., také na svém prvním zasedání vyhlásila veřejné výběrové řízení na obsazení funkce ředitele/ředitelky. Na druhém zasedání Rady instituce VÚV T.G.M., v.v.i., které proběhlo 3. 5. 2007, na základě tajného hlasování navrhla Rada instituce VÚV T.G.M. zřizovateli ke jmenování ředitelem ústavu Mgr. Marka Riedera. Zřizovatel jmenoval ředitele k 15. 6. 2007. Zároveň byla jmenována sedmičlenná Dozorčí rada VÚV T.G.M., v.v.i., jejímž předsedou je náměstek ministra životního prostředí, ředitel sekce technické ochrany životního prostředí Ing. Karel Bláha, CSc., a místopředsedou doc. RNDr. Petr Vlasák, CSc. Těmito kroky byly ustanoveny všechny orgány VÚV T.G.M., v.v.i., ve smyslu zákona č. 341/2005 Sb.

Jaké dopady měla samotná transformace na činnosti vykonávané v ústavu ve smyslu dělení činností ústavu na hlavní, další a jiné?

K minimálním změnám došlo v činnosti hlavní. Transformace jako taková neměla vetší vliv na řešení výzkumných úkolů, tzn. výzkumných záměrů, projektů VaV a grantů – ať již v rámci ČR, nebo mezinárodních. Řešení výzkumných projektů, jejich financování a další náležitosti probíhaly a probíhají ve smyslu zákona č. 130/2002 Sb., o podpoře výzkumu a vývoje v platném znění, stejně jako v předchozích letech.

K podstatné změně došlo především v oblasti další činnosti ústavu – podpoře výkonu státní správy. Tyto činnosti v minulosti probíhaly v rámci příspěvku na činnost ústavu. VÚV T.G.M., v.v.i., již tento příspěvek nemá, a proto bylo nutné najít nové způsoby, jak tyto činnosti zabezpečit. Po řadě jednání mezi MŽP a VÚV T.G.M., v.v.i., bylo rozhodnuto, že konkrétní jednotlivé činnosti i mandatorního charakteru budou vykonávány na základě hospodářských smluv mezi MŽP a VÚV T.G.M., v.v.i. MŽP provedlo analýzu činností, které VÚV T.G.M., v.v.i., v rámci podpory výkonu státní správy pro MŽP vykonává, a postupně jsou uzavírány jednotlivé smlouvy na jejich zabezpečení. Tato analýza, včetně vyřešení problematiky způsobu financování, je podstatným základem pro fungování VÚV T.G.M., v.v.i., v dalších letech. Podařilo se tak stanovit model vztahu MŽP a VÚV T.G.M., v.v.i., pro podporu výkonu státní správy. Definice tohoto modelu umožní v dalších letech včasné a bezproblémové zahájení těchto činností včetně jejich financování. Samostatnou kapitolou je problematika situačního monitoringu povrchových vod a monitoringu referenčních podmínek. VÚV T.G.M., v.v.i., je podle Metodického pokynu odboru ochrany vod MŽP a odboru vodohospodářské politiky MZe pro monitorování vod zodpovědný za zabezpečení obou programů monitoringu. Z hlediska rozsahu činností i finanční náročnosti jde o zásadní činnost, kterou VÚV T.G.M., v.v.i., v minulosti neprováděl, ale kterou se podařilo zabezpečit. Financování ze strany MŽP však prozatím není definitivně vyřešeno, i když z pohledu existence ústavu je pokrytí těchto činností klíčové.

V oblasti jiných činností nedochází k podstatným změnám a rozsah a forma hospodářských činností je stejná jako v předchozích letech.

Transformace má zásadní dopad také na ekonomické fungování ústavu. Hlavní změnou je, že VÚV T.G.M., v.v.i., se stal od 1. 4. 2007 plátcem DPH. Další změnou je požadavek na striktně oddělené vedení účetnictví tří typů činností ústavu a povinnost nechat ověřovat účetní uzávěrku auditorem.

Jaké dopady má transformace a provedené personální změny na ústav samotný z hlediska personálního, mzdového a organizačního?

Na základě požadavku Rady instituce VÚV T.G.M., v.v.i., a v návaznosti na personální změny je připravován nový organizační řád. Organizační řád a organizační schéma jsou zpracovávány tak, aby došlo k zjednodušení organizační struktury, zefektivnění činností infrastruktury výzkumu a dalším úpravám, které navazují na výsledky auditu a praxe transformace ústavu. V návaznosti na nový organizační řád budou zpracovány i nové základní předpisy ústavu s platností od 1. 1. 2008. V předstihu budou vyhlášeny konkurzy na funkci všech vedoucích odborů, aby organizační změny platné od 1. 1. 2008 byly realizovány na základě aktualizovaných pověření.

Samostatnou kapitolou základních předpisů je vnitřní mzdový předpis VÚV T.G.M., v.v.i. Rada instituce VÚV T.G.M., v.v.i., definovala principy nového mzdového předpisu tak, aby obsahoval řadu motivačních prvků pro pracovníky ústavu, odrážející jejich vědeckou úspěšnost, aktivity související se získáváním a řešením projektů, odstranil demotivující prvky pro mladé začínající vědecké pracovníky atd.

Zároveň se zmíněnými organizačně-personálními změnami byly zahájeny práce na nové komplexní strategii ústavu a dílčích strategiích klíčových zdrojů (lidských, technologických, informačních a finančních). Tato nová koncepce včetně konkrétního časového realizačního plánu bude dokončena do konce roku 2007 tak, aby jednotlivé kroky mohly probíhat souběžně s personálně-organizačními změnami.

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, zůstává i nadále stabilní součástí výzkumného a odborného zázemí životního prostředí, vodního hospodářství i tradiční informační základnou. Věřím, že zmíněné změny povedou k jeho odbornému růstu, k využití i zúročení odborného a technického potenciálu ústavu.

Závěrem bych chtěl poděkovat Ing. Lubomíru Petruželovi, CSc., za úspěšné vedení ústavu a jeho provedení klidnými i bouřlivými vodami v minulosti i samotnou transformací.

Mgr. Mark Rieder
ředitel

TOKY JAKO RECIPIENTY ODPADNÍCH VOD – DNES A ZÍTRA

Josef K. Fuksa

Klíčová slova
řeka, odbourávání, znečištění, hydromorfologie, Rámcová směrnice

Souhrn

Funkce toků jako recipientů znečištění se zdá samozřejmá a skládá se z vlastní recepce, transportu k moři a (očekávaného) samočištění v korytě. Úroveň zátěže toků a transportu znečištění vodními útvary a státy je kontrolována Rámcovou směrnicí a souvisejícími národními předpisy. V současné době ale existuje paradox. Nízký přísun odbouratelného organického znečištění snižuje samočisticí potenciál toků dvěma způsoby: ztráta snadno odbouratelných substrátů, se kterými mohou bakterie kometabolizovat specifické organické polutanty, a vymizení anoxických podmínek v toku, podporujících denitrifikaci.

Spolu s běžnými technickými či fyzikálními změnami koryt toků jsou dnes specifické polutanty řekami spíše transportovány než odbourávány. Řešení může být jen na straně vypouštění, tzn. ve vývoji a stavbách efektivních systémů pro sběr a čištění odpadů a odpadních vod.

Lidská sídla byla vždy vázána na zdroje vody. S jejich rozvojem stoupaly požadavky na vodu – na zásobování pitnou vodou, vodu pro zemědělství, vodu jako pohonnou sílu. Současně rostly i problémy se znečišťováním a odvodem použité vody.

Vodovody a kanalizace byly nalezeny jako součásti zbytků měst starých přes 4000 let (Harappa, Mohendžodaro). U nás je většina větších sídel postavena u vodních toků a v průběhu historie kolísal vztah obcí k řece mezi obživou a ochrannou funkcí na jedné straně a na druhé straně úctou před živlem, občas podpořenou významnější povodní. Až v 19. století začaly růst měst v Čechách a na Moravě všeobecně ovlivňovat těžba surovin a rozvoj železniční sítě. Jedním z podstatných důvodů (nebo podmínek?) rozvoje dnešní „městské" společnosti je vyřešení přísunu kvalitní pitné vody a odvedení splašků a odpadních vod do kanalizace (čištění přišlo až později), což vedlo i k minimalizaci dřívějších hygienických problémů a k vymizení klasických epidemií. To se obecně stalo v průběhu 19. století a od té doby tento proces stále běží po stránce technické, ale i např. legislativní, a reálný stav se stále zlepšuje. Vývoj v této oblasti lze charakterizovat jako nikdy nekončící řadu problémů a kompromisů při jejich posuzování a řešení, což je dáno tím, že se společnost a její „priority" vyvíjejí.

Modelem řešení je průmyslová Anglie 19. století, kde problémy s jakostí vody v řekách a s jakostí pitné vody vedly po epidemii cholery a po sezoně „Velkého smradu" Temže (Great Stink) v mimořádně teplém létě 1858 k vydání prvního zákona o ochraně veřejného zdraví (1875) a následně zákona o ochraně řek před znečištěním (Rivers Pollution Prevention Act – RPPA) v roce 1876. Tento zákon byl také prvním kompromisem mezi „znečišťovateli" a „ochránci". Je zajímavé probrat jeho hlavní rysy: posuzoval házení pevných látek/předmětů do vody jako delikt, ale s povinností kontrolujícího prokázat, že způsobuje znečištění nebo překážky proudění. Zakazoval vypouštění pevných nebo tekutých odpadů do řeky bez omluvy, že řeka již byla znečištěná. Zakazoval vypouštění jakýchkoliv průmyslových a důlních odpadních vod obsahujících závadné látky, ovšem kontrolou pověřil místní orgány, z téhož zákona povinné sladit výkon dozoru nad dodržováním zákazů s potřebami a ochranou lokálního průmyslu. A parlament byl vůči „průmyslu" shovívavý. Roku 1889 byla zřízena Královská komise pro nakládání s odpady (Royal Commission on Sewage Disposal), která fungovala do roku 1915. Její slavná zpráva č. 8 standardizovala metody a hodnocení jakosti vody na základě BSK_5 [1]. Stoletý model ukazuje, že možnosti řešení odpovídají akutním potřebám a rizikům, ekonomické úspěšnosti i kultuře společnosti. Problém je věčný – rostoucí společnost produkuje více komunálních odpadů, které je třeba odvádět a čistit, a současně roste rozsah průmyslových výrob a zemědělství, pro jejichž odpady platí totéž. Na druhé straně však roste i kultura společnosti a odpovědnost za změny v životním prostředí. Dále se budeme zabývat jen znečištěním povrchových tekoucích vod z bodových zdrojů.

Toky slouží jako recipienty odpadních vod odedávna a pro velké centralizované systémy si nelze představit jiné řešení. Od 19. století byly obce vybavovány kanalizací a rozvodem pitné vody a ustálil se systém transportu splašků spádem k řece, později opatřený čistírnou odpadních vod, z níž vytéká odpadní voda do „recipientu". Vývoj je regulován především spotřebou vody na obyvatele, typem kanalizace a výkonem čistírny. V každém případě jde o koncentrované vypouštění do toku, v oblasti intravilánu většinou přiměřeně upraveného do zúženého a prohloubeného profilu s opevněnými břehy a rovným dnem. Znečištění vypouštěné z čistírny odpadních vod se v toku/recipientu přiměřeně ředí a dále po toku probíhá „samočištění", tj. podle učebnic soubor degradačních procesů vedoucích k poklesu příslušných charakteristik znečištění. Jde o transformaci vypouštěných látek – některé součásti znečištění jsou např. biologicky transformovány až na plynný CO_2 (část organického uhlíku) nebo N_2 (část bílkovinného dusíku, močoviny, amonného dusíku atd.), některé těkavé látky pouze přejdou do atmosféry, rezistentní organické polutanty a kovy jsou jen imobilizovány v sedimentech, biofilmech a biomase organismů. V řadě případů jde tedy jenom o retenci (a uvolnění a transport v jiné roční době nebo při povodni), přesun do jiného sektoru (atmosféra) nebo o transport v jiné formě (např. jako biomasa fytoplanktonu vytvořená v toku), nebo dokonce pouze změnu na složku, která není standardně sledována (častý osud specifických polutantů – částečná degradace).

Tok jako recipient znečištění plní v zásadě tři funkce:

1. vlastní „příjem" – recepci,
2. transportní funkci, která vypuštěné znečištění odvádí od producentů a vede k moři,
3. samočisticí funkci, která má znečištění na úseku mezi vypouštěním a mořem podstatně snížit či odstranit.

Poslední funkce spadá do kategorie ekosystémových služeb – funkcí přírodních (i modifikovaných) ekosystémů, které mají společenský užitek, jsou poskytovány zdánlivě zdarma a šetří kalkulované náklady. Fakticky je to externalita dopadající na uživatele toku po proudu.

Co tyto funkce limituje?

Recepce – kolik znečištění lze vypustit do toku: Vodní toky (se zdržemi) logicky slouží jako recipient použité vody, otázkou je „jen" kolik a jaké použité vody lze do konkrétních toků v konkrétních situacích vypouštět. Regulace je už od 2. poloviny 19. století předmětem vývoje legislativy, u nás dnes platí např. nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Vývoj kritérií je právě výsledkem stálého kompromisu mezi zájmy „znečišťovatelů" a „ochránců" (míníme tím „tábory", neboť jako „osoby" produkujeme znečištění všichni). Na jedné straně stojí fenomén čisté řeky, na druhé straně technologické problémy a náklady na čištění atd., které se promítají do cen zboží a služeb. Problémem je tedy, kde je rozumná a přiměřená míra stavu řeky a jejího zatížení – pro průměrného občana ČR je dnes tato míra bezpochyby jinde, než byla i před pouhými dvaceti lety v roce 1987.

Za posledních 20 let se klasické znečištění (charakterizované ukazateli BSK, CHSK, NL, $N\text{-}NH_4$) podstatně snížilo, dokonce se dá očekávat, že další všeobecné snižování už začíná stagnovat. Občan tedy může od své řeky čekat více než ho mohlo v roce 1987 v některých případech vůbec napadnout, třeba se v ní koupat apod. Kromě toho ale narůstá význam minerálních živin (fosfor, dusík) a specifických polutantů a PPCP (Pharmaceutics and Personal Care Products) [2]. To znamená, že je zřejmě třeba rozšířit (nikoliv nahradit) rozsah ukazatelů jakosti vody, které jsou standardně posuzovány, uváděny v ročenkách apod. a sledovány. V současné době se tak už děje – ať z důvodu obecné potřeby, či jako povinnost vůči standardům Evropského společenství (Rámcová směrnice, směrnice pro koupací vody apod.). Protože se tedy seznamy ukazatelů a znečišťujících látek rozšiřují, mělo by se mechanické hodnocení na základě emisních limitů používat pouze jako „nepřekročitelná" norma a pomůcka pro rozhodování a uplatňovat především rozhodování založené na znalosti konkrétních poměrů v příslušném profilu a pod ním. To znamená minimalizovat změny v toku i přímo v oblasti vypouštění (změny koncentrací i změny např. společenstev).

Transport – kolik znečištění lze transportovat tokem: V návaznosti na kontrolu emisí je v této oblasti základním regulativem Rámcová směrnice pro vodní politiku ES (2000/60/ES), která řeší spolupráci oblastí nebo států v celé „oblasti povodí". Systém vodních útvarů jako navazujících jednotek podél kmenového toku umožňuje kontrolu úbytku i přírůstku znečišťujících látek podél toku, a tím ochranu vodních útvarů po proudu. Rámcová směrnice také klade důraz na minimalizaci znečištění moře. Tento faktor je po vydání směrnice postupně akcentován (kromě povodňové ochrany a projevů klimatické změny). Transportované znečištění tedy smí odpovídat jen odchylce od přírodního transportu v rozsahu „dobrého" ekologického a chemického stavu a chránit mořské ekosystémy jako konečný recipient. „Konečným cílem směrnice je dosáhnout eliminace prioritních nebezpečných látek a přispět k tomu, aby koncentrace přirozeně se vyskytujících látek v mořském prostředí byly blízké k hodnotám jejich pozadí" (Rámcová směrnice, Preambule, čl. 27). Transport znečištění tokem tedy musí být minimalizován a možnosti jak toho dosáhnout jsou obecně dvě – minimalizovat vypouštění a podpořit „samočištění".

Samočisticí funkce toku – co je limituje: Podmínky pro samočištění nebo degradaci znečištění v tocích se za posledních 150–200 let změnily prakticky všechny. Znečištění z obcí se koncentrovalo do výpustí kanalizačních systémů, na kterých se postupně objevily čistírny. Ustálil se dnešní systém spotřeby vody dodávané vodovody a po použití odtékající do stokové sítě. Objevily se velké i malé zdroje průmyslových odpadních vod a také bodové zdroje, jež jsou postupně opatřovány čistírnami. Změnilo se užívání zemědělské půdy, vedoucí k vyšší zranitelnosti erozí a přísunu minerálních živin do toků. Řeky a potoky byly zavřeny do zjednodušených koryt, aby „odvedly vodu", umožnily využívání pozemků v nivě a poskytly protipovodňovou ochranu. Užívání toků pro energetiku a dopravu přešlo na podstatně vyšší úroveň. Dnes tedy znečištění splašky významně pokleslo a havarijní stavy jsou vzácné, avšak zůstaly a zůstanou významné změny hydromorfologických charakteristik toků.

Koncentrované zdroje – bodové i nebodové – produkují znečišťující látky v rozpuštěné nebo jemně partikulované formě, takže jsou přímo využívány mikroskopickými organismy (bakteriemi a v případě minerálních živin řasami a sinicemi). Vyšší organismy, až po ryby a třeba i vodní ptactvo, jsou spíše součástí navazujících potravních řetězců a jejich zásadní význam pro indikaci stavu vodních ekosystémů není totožný s jejich funkcí při degradaci vypouštěného znečištění. Kontrola a limitace samočisticích procesů v toku se týká čtyř vzájemně propojených faktorů:

1. Přítomnost vhodných organismů a podmínky pro jejich funkci in situ: Pro většinu vypouštěných látek lze v toku zjistit kmeny bakterií a hub schopné je utilizovat čili degradovat. Přicházejí do toku z úseků proti proudu, z půdy, z vlastních výpustí atd. Do toků se ale vypouští stále rostoucí řada syntetických látek, pro jejichž degradaci nemají mikroorganismy enzymové vybavení nebo je degradují velmi pomalu.
2. Množství a povaha vypouštěného znečištění: Organismy vypouštěné znečištění využívají většinou jako substrát (nebo zdroj energie, nebo jako terminální akceptor elektronu) pro svůj růst. Substrát může být nevyužitelný (viz 1), nebo může být vypouštěn v množství nad potenciální kapacitu přítomných organismů (viz 4). Také může být toxický, nebo pro organismy nedosažitelný z dalších důvodů – (viz 3).
3. Další podmínky v oblasti jakosti vody – kromě vlastního znečištění: Standardně známou podmínkou tohoto typu je dostatečná koncentrace rozpuštěného kyslíku; za jeho snížené koncentrace je jako akceptor

elektronu využíván dusičnan (denitrifikace). Většina specifických organických polutantů je degradována při tzv. kometabolismu, tj. při utilizaci běžných substrátů (splašky apod.) – pokud nejsou k dispozici, proces je přinejmenším pomalý. Významná je také teplota vody – za nízkých teplot jsou mikrobiální procesy pomalé a také se mění rozpustnost a fyzikální vlastnosti řady polutantů.

4. Podmínky v toku jako habitatu organismů – hydromorfologické podmínky: Teprve na dolním toku obecně existuje významný „potamoplankton", tj. společenstvo vznášející se v proudící vodě a funkční v podmínkách driftu po proudu. Ve výše položených úsecích jsou biologické procesy v toku vázány na přisedlou složku (biofilmy na pevných površích) a na sedimenty (povrch dna, hyporheál, štěrkové lavice apod.). Degradační kapacita je tedy určena plochou, kterou mohou organismy osídlit, aby nebyly vypláchnuty a transportovány po proudu. To je zásadní nejen pro pomalu rostoucí mikroorganismy schopné nitrifikace či degradace specifických substrátů apod. Vyšší členitost koryta (vyšší drsnost, variabilita šířky a hloubky, sinuosita atd.) obecně zkracuje délku úseku toku, na kterém se vypuštěné znečištění odbourá. Zvyšuje ale také diverzitu habitatů, kterými voda nesoucí znečištění protéká – např. střídání oblastí s různou koncentrací kyslíku, které podporuje odbourávání řady znečišťujících látek (včetně denitrifikace). U specifických polutantů je důležitá stálá expozice společenstva v biofilmu pod výtokem znečištění, která vede k adaptaci – selekci kmenů schopných je využívat, nebo i ke genetické adaptaci horizontálním přenosem genů v mikrobiálním společenstvu. To může fungovat jen v přisedlé složce, protože udržuje organismy v relativně stálém prostředí a chrání adaptované organismy před vyplavením. Celá situace souvisí obecně se zkrácením doby zdržení vody v povodí a v jednotlivých úsecích koryta (při stejném průtoku), způsobeném současnými přeměnami krajiny.

Jaký je vývoj a co můžeme čekat

1. Snadno degradovatelné součásti znečištění (reprezentované ukazateli BSK a CHSK) dnes úspěšně odstraňují čistírny odpadních vod, stoupá však význam produkce biomasy fytoplanktonu v toku jako sekundárního zdroje organického uhlíku. Koncentrace limitujících živin, především fosforu, v bodových zdrojích lze omezovat technologicky, ale dlouhodobým problémem zůstávají nebodové zdroje. Vzniká paradox – nedostatek nespecifického organického uhlíku v toku negativně ovlivňuje další degradační procesy, a to dvěma směry:

- kometabolismus specifických organických polutantů, protože není dostatek „nespecifických" látek,
- snížená spotřeba kyslíku v toku limituje střídání aerobních a anaerobních fází, podporující degradaci například chlorovaných látek a výskyt anoxických podmínek pro denitrifikaci čili faktické odstraňování dusíku z toku (NO_3 >> plynné produkty, zejména N_2).

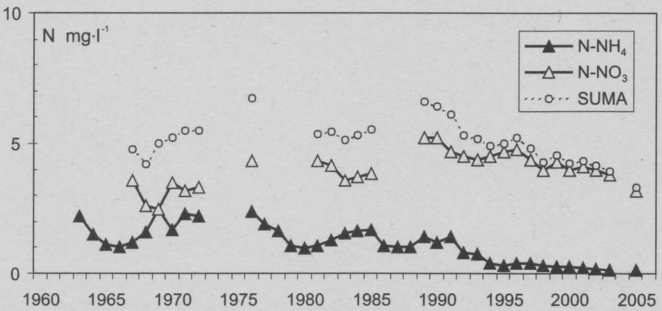
2. Hydromorfologické podmínky v tocích jsou změněny na systémy se sníženou diverzitou koryta – důvodem jsou „meliorace" území v nivách, dobový přístup k povodňové ochraně, doprava, energetika atd. Tím výrazně klesá funkce toku jako habitatu organismů schopných degradovat vypouštěné znečištění a stoupá funkce kanálu odvádějícího je do moře. Do této oblasti můžeme zařadit i obecně zvýšenou erozi a následující odnos tokem. Délka Labe na českém území se např. od roku 1848 snížila o 13 % na dnešních 368 km [4] a pro malé toky může být zkrácení vlastní délky podstatně vyšší. Změna diverzity vlastního koryta a kontaktu s nivou je ale pro podmínky degradace znečišťujících látek ještě podstatnější.

3. Stoupá rozsah vypouštěných specifických polutantů. Vedle průmyslových zdrojů, které lze obecně kontrolovat, stoupá podíl PPCP (Pharmaceutics and Personal Care Products), tj. látek použitých populací a vypouštěných s komunálními odpadními vodami. Řada z nich prochází čistírnami a vstupuje do toků a jen v některých případech existují představy o jejich vlivu na společenstva v tocích (syntetické antikoncepční prostředky jako endokrinní disruptory, antibiotika). Jak působí na společenstva např. Ibuprophen, nevíme, ale čistírnami odpadních vod prochází běžně. Kromě toho stoupá obecně zatížení pozemského ekosystému dusíkem, dané především růstem potřeb pro výživu rostoucí populace – jak syntetická konverze plynného dusíku na amoniak (Haber-Bosch) pro výrobu hnojiv, tak rozsah produkce plodin vedoucí k přímé (soja, další luštěniny), nebo nepřímé (rýžová pole apod.) biologické fixaci dusíku. Zdá se tedy, že denitrifikaci bude nutno podporovat i v terestrických a vodních ekosystémech. Biologická denitrifikace (respirace dusičnanu nebo ve striktně anaerobních podmínkách anammox) je totiž jediný známý systém návratu fixovaného dusíku do atmosférického rezervoáru, při kterém ovšem vzniká také N_2O. *Obrázek 1* ukazuje roční průměry koncentrací amoniakálního a nitrátového dusíku v Labi v profilu Hřensko. Máme k dispozici spolehlivá Ullikova data z roku 1877 [3] – roční průměry pro profil Děčín (0,87 mg.l^{-1} N-NH_4 a 0,266 mg.l^{-1} N-NO_3) a ze srovnání se současnými údaji vidíme, že koncentrace N-NH_4 se dnes vrací k tehdejší úrovni (0,12 mg.l^{-1} N-NH_4 v roce 2005). Na rozdíl od masového vypouštění amoniakálního dusíku z bodových zdrojů v nedávné historii představuje dnes naprostou většinu minerálního dusíku v toku nitrátový dusík. Ten byl buď už jako nitrát vypuštěn do toku (z bodových i nebodových zdrojů), nebo vznikl nitrifikací in situ – podstatné ale je, že se jeho koncentrace v blízké budoucnosti už asi nevrátí na „předhaberovskou" úroveň.

A co můžeme dělat

Je nepravděpodobné, že bychom chtěli a dokázali přestavět koryta větších řek na diverzifikované systémy s vysokou biodegradační schopností (mohli bychom ale jejich další ničení zastavit) nebo že bychom začali znovu vypouštět organický uhlík jako podporu kometabolismu a denitrifikace v tocích. Také je v současné době nepravděpodobné, že by nějaký úspěšný preparát nebyl povolen jako léčivo proto, že jej pacienti vylučují močí a dostává se přes „běžnou" ČOV až do řeky, nebo že bychom vůbec změnili hygienické a stravovací návyky. Naopak je ale téměř jisté, že Rámcová směrnice a další evropské směrnice budou zvyšovat tlak na kontrolu vypouštění všech typů znečištění, včetně dusíku, fosforu a specifických organických polutantů, a také na hydromorfologické prvky ekologického stavu vodních útvarů. A také veřejnost si postupně uvědomuje rozpor mezi luxusem v používání vody a výrobků např. farmaceutického a kosmetického průmyslu a ochranou životního prostředí. Na začátku jsme už uvedli, že rozpor „znečišťovatel/ochránce" je věc názoru, oba tábory tvoří stejné „osoby".

Spoléhání na samočištění je tedy historií a neplatí ani, že je „zadarmo". Možné řešení je tak na straně čištění odpadních vod – obecně zejména komunálních, protože jakoukoliv výrobu lze z hlediska produkce nežádoucích látek či odpadů kontrolovat a nežádoucí externality řešit a převést do nákladů výrobce. Je tedy nutno modelovat a vytvořit podmínky čištění, které budou chránit toky před znečištěním odpovídajícím evropskému standardu roku 2007 a později, nikoliv vzpomínce na období let 1970–80 v Čechách a na Moravě. Ochrana musí fungovat po celý roční cyklus, včetně možných extrémů vyplývajících ze scénářů klimatické změny. To je problém evropský a řeší se ve dvou úrovních: ❶ Pro velké centralizované zdroje odpadních vod lze vypracovat technologie odstraňování jednotlivých problematických látek (skupin), lze je efektivně konstruovat a řídit s přiměřenými náklady. Systémy by měly počítat s extrémními situacemi scénářů klimatické změny – se situacemi minimálního průtoku v recipientech i s přetížením (a odlehčováním) kanalizačních systémů. ❷ Pro malé zdroje je efektivní rezerva v lokálním sběru odpadních vod, v recyklaci apod.



Obr. 1. Roční průměry koncentrace amoniakálního a dusičnanového dusíku v profilu Labe-Hřensko (zdroj dat: ročenky ČHMÚ Jakost vody v tocích a ročenky MKOL)

Závěry

1. Využívání toků jako recipientů odpadních vod je v současné době kontrolováno řadou předpisů, které je (s výjimkami) udržují na podstatně vyšším standardu omezujícím zátěž toků než před dvaceti či třiceti lety. Nicméně i současný standard stavu toků se vyvíjí k vyšším požadavkům na jakost vody i hydromorfologických podmínek toku (viz např. Rámcová směrnice).
2. Samočisticí procesy v tocích jsou dnes v paradoxní situaci – jsou negativně ovlivňovány minimálním vypouštěním odbouratelných nespecifických organických látek (splašků apod.), protože chybí hlavní substráty pro kometabolické odbourávání specifických organických polutantů a chybí anoxické zóny nezbytné pro denitrifikaci a degradaci řady specifických polutantů.
3. Úpravy toků vedly ke ztrátě diverzity koryta a ztrátě habitatů organismů odpovědných za degradační procesy a ve zvýšené míře vedou k tomu, že vypouštěné znečištění je pouze transportováno po proudu k moři. Platí to zejména pro rezistentní látky a specifické polutanty.
4. Řešení je možné pouze na straně vypouštění, tj. v zavedení a konstrukci systémů sběru a čištění odpadních vod, které efektivně odstraňují minerální živiny a specifické polutanty, a v kontrolní činnosti sledující podstatně širší spektrum znečišťujících látek a meziproduktů.
5. Toky slouží jako recipienty odpadních vod až ve druhé řadě, první funkce je součást krajiny a životního prostředí a součást zemského koloběhu vody. Jejich ochrana před vlivem rostoucí lidské společnosti musí být zahrnuta do veškerých nákladů na tento růst, i když neočekáváme návrat k historickému „přírodnímu stavu".

Materiál byl zpracován s podporou výzkumného záměru MZP0002071101. Autor se omlouvá obyvatelům okolí toků, které jsou stále ještě masivně znečištěny nad současný „standard" či průměr, za zjednodušený pohled na „celkovou situaci".

Literatura

[1] Klein, L. Aspects of river pollution. London : Butterworths Sci. Publ., 1957, 621 s.

[2] Fuksa, JK. a Svoboda, J. Znečištění řek klesá – ale je tu stále a vyvíjí se. VTEI, 49, 2007, č. 1, s. 15–16, příloha Vodního hospodářství 2/2007.

[3] Ullik, F. Bericht über die Bestimmung der wahrend eines Jahres im Profil von Tetschen sich ergebenden Qualitätsschwankungen der Bestandtheile des Elbewassers und der Mengen der von letzterem ausgeführten löslichen und unlöslichen Stoffe. Pojednání Král. čes. spol. nauk, VI(10), 1881, s. 1–58.

[4] Labe a jeho povodí. Magdeburk : Mezinárodní komise pro ochranu Labe, 1995, 47 p.

RNDr. Josef K. Fuksa, CSc.
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i.
josef_fuksa@vuv.cz

Lektoroval doc. RNDr. Martin Rulík, Ph.D.

Key words
river, degradation, pollution, hydro-morphology, Water Framework Directive

Rivers as recipients of pollution: Today and tomorrow (Fuksa, J. K.)

Function of rivers and streams as recipients of pollution seems inevitable, consisting of the entire reception, transport from the discharge to the sea and (expected) self-purification in the river course. The Water Framework Directive and related national acts can regulate the level of load and transport of pollution through water bodies and states. But the paradox exists now: Low load of degradable organic pollution decreases the self-purification potential of rivers by two ways: Loss of easily degradable substrates with which the specific organic pollutants can be co-metabolised by bacteria, and loss of in stream anoxic conditions supporting denitrification.

Together with common technical or physical changes of river courses specific pollutants are more transported by rivers than degraded at present. The solution could be seen only on the side of pollution discharge, e.g. in development and building of effective systems of collection and treatment of wastes and wastewaters.

◆

ESCHERICHIA COLI V POVRCHOVÝCH VODÁCH

Dana Baudišová

Klíčová slova
povrchové vody, fekální znečištění, stanovení Escherichia coli

Souhrn

***Escherichia coli* je vysoce specifický ukazatel, indikující fekální znečištění. Nejvhodnější metody jeho stanovení v povrchových vodách jsou založeny na průkazu aktivity enzymu β-D-glukuronidázy za použití fluorogenních substrátů. Ve vodách s prokázaným fekálním znečištěním počty *E. coli* dobře korelují s počty termotolerantních koliformních bakterií (širší skupina) a tvoří průměrně 69 % jejich počtu.**

1 Úvod

Koliformní bakterie a termotolerantní (fekální) koliformní bakterie byly tradičně používány jako indikátory fekálního znečištění. Bylo však zjištěno, že se mezi těmito skupinami (zejména mezi koliformními bakteriemi) vyskytuje řada druhů, které nemusejí mít fekální původ. Proto je nyní jejich indikační hodnota zpochybňována a současný trend směřuje k přímému stanovení druhu *Escherichia coli*.

Escherichia coli je typový druh rodu *Escherichia* z čeledi *Enterobacteriaceae* a nejprozkoumanější organismus na zeměkouli. Tato bakterie žije jako komensál v tlustém střevu člověka a teplokrevných živočichů a slouží jako indikátor fekálního znečištění životního prostředí. Může však být příčinou řady onemocnění. Nejen že všechny kmeny *E. coli* mohou způsobovat sekundární infekce vyvolávající průjmy, infekce močového ústrojí a nozokomiální nákazy včetně septikémie a meningitidy, ale některé kmeny jsou i primárními patogeny. V současné době je velká pozornost věnována enterohemorrhagickým kmenům *E. coli*, které produkují verocytotoxiny – VTEC (označované také jako Shiga-like toxiny) a další faktory virulence včetně faktorů invazivních a kolonizačních. Největší ohrožení tímto patogenem je v zemích s vysokou živočišnou výrobou a difuzním znečištěním (Velká Británie, USA apod.).

Stanovení *Escherichia coli* jak v evropské, tak české legislativě postupně nahrazuje stanovení termotolerantních koliformních bakterií (což je širší skupina, zahrnující kromě *E. coli* i další bakteriální rody a druhy z čeledi *Enterobacteriaceae*) – viz např. vyhláška MZd o pitné vodě č. 252/2004 Sb., dále vyhláška, kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hrací plochy č. 135/2004 Sb., a nově vyhláška MZe č. 515/2006 Sb. (kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu). Z legislativy EU je to např. nová směrnice Evropského parlamentu a Rady o řízení jakosti vody ke koupání (2006/7/ES). Zatímco u stanovení např. zdravotní nezávadnosti pitné vody je tato změna zcela na místě, u monitoringu povrchových vod je při takových výměnách ukazatelů nutná jistá opatrnost vzhledem k nebezpečí přerušení dlouhodobých časových řad.

Využití přímo stanovení *E. coli* jako indikátoru fekálního znečištění je oproti stanovení termotolerantních koliformních bakterií výhodnější z několika důvodů. Jak již bylo uvedeno, *E. coli* vždy pochází výhradně ze střevního traktu člověka či teplokrevných živočichů a ve vodním prostředí se nerozmnožuje (na rozdíl od některých zástupců termotolerantních koliformních bakterií, především druhů z rodů *Citrobacter* a *Enterobacter*), díky čemuž přežívá ve vodním prostředí nejkratší možnou dobu. Zdrojem *E. coli* v povrchových vodách jsou tak kromě přímé fekální kontaminace především bodové a difuzní zdroje znečištění. Její zvýšené počty se v civilizovaných zemích vyskytují především v souvislosti s odtoky z čistíren odpadních vod a dále je zvýšení počtů *E. coli* významné v místech s nedokonalým nebo žádným čištěním odpadních vod.

Počet dosud publikovaných výsledků prací týkajících se přímého stanovení *E. coli* v povrchových vodách, zejména ve vztahu k ostatním mikrobiologickým ukazatelům a zdroji znečištění, je stále poměrně malý. Podle našich zkušeností se může *E. coli* pohybovat mezi termotolerantními koliformními bakteriemi v rozmezí 20–90 %, průměrně v 60 %. V přisedlé složce (např. biofilm) je zastoupení *E. coli* mezi termotolerantními koliformními bakteriemi významně nižší, průměrně 30 % (Baudišová a Fuksa, 2005; Baudišová, 2005). Ve vodách se zjevným přísunem fekálního znečištění byla zaznamenána vysoká korelace počtů termotolerantních koliformních bakterií a *E. coli;* v čistých vodách je tato korelace výrazně nižší a více závislá na přírodních podmínkách – srážky, teplota vody apod. (Baudišová, 1995).

2 Metody stanovení *E. coli*

2.1 Charakteristika druhu *E. coli*

E. coli je gramnegativní, oxidáza negativní, fakultativně anaerobní tyčinka, netvořící spory, schopná růst v prostředí žlučových solí (nebo jiných povrchově aktivních látek s podobnými vlastnostmi inhibujícími růst) a fermentovat laktózu se současnou produkcí kyselin a aldehydu při teplotách 37 °C a 44 °C. *E. coli* zároveň odštěpuje indol z tryptofanu (indol test), produkuje enzym β-D-glukuronidázu, má pozitivní reakci na methylčerveňový test a může dekarboxylovat kyselinu L-glutamovou. Není schopna produkovat acetyl-methyl-karbinol, utilizovat citrát jako jediný zdroj uhlíku nebo růst v tekutém kultivačním médiu s kyanidem draselným.

Současně platné normované metody na stanovení *E. coli* jsou založeny na využití specifických vlastností – aktivity enzymů β-D-glukuronidázy nebo tryptofanázy (indol test).

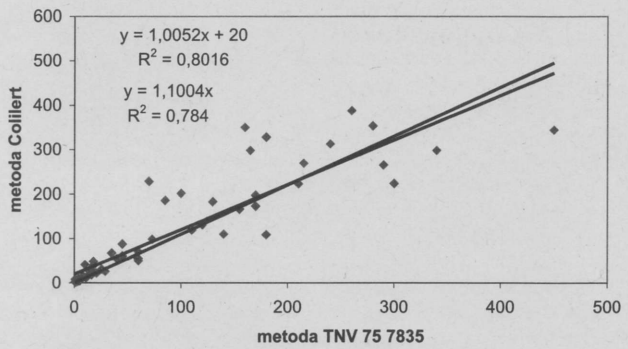
2.2 Stanovení *E. coli* na základě indol testu

Metodu stanovení *E. coli* na základě indol testu předepisuje norma ČSN EN ISO 9308-1. Relativní výhodou této metody je její citlivost (97–98 % kmenů *E. coli* je indol pozitivních), naopak její nevýhodou je velmi nízká selektivita. Proto je třeba věnovat pozornost zejména falešně pozitivním reakcím. Indol z tryptofanu totiž odštěpují i další bakterie, které patří svými vlastnostmi mezi koliformní i termotolerantní koliformní bakterie, zejména *Klebsiella oxytoca* a dále např. *K. ornithinolytica, Citrobacter diversus, C. amalonaticus, Kluyvera ascorbata, K. cryocrescens, Leclercia adecarboxylata* a další. Dále je tato metoda relativně složitá a při konfirmaci pouze určitého počtu suspektních kolonií a následném přepočtu na jejich celkový počet dochází k velkým nepřesnostem. Metoda je tak vhodná především pro pitné a dezinfikované vody, kdy se očekává negativní výsledek (nulový záchyt).

2.3 Stanovení *E. coli* na základě aktivity β-D-glukuronidázy

β-D-glukuronidáza (E.C. 3.2.1.31) je první enzym hexuronid-hexuronátové dráhy, katalyzující hydrolýzu β-D-glukuronidu a zároveň β-D-galakturonidu na glukuronát (resp. galakturonát). Od osmdesátých let byla provedena řada prací uvedených v souborné publikaci (Frampton and Restaino, 1993), které prokázaly, že mezi bakteriemi z čeledi *Enterobacteriaceae* je tento enzym specifický právě pro *E. coli* (přes 90 % kmenů je fenotypově pozitiv-

ních), v menší míře pro rod *Shigella* (40–67 %) a *Salmonella* (17–29 %). Současně užívané metody k detekci *E. coli* pomocí β-D-glukuronidázy jsou založeny především na jejím fenotypovém projevu za využití fluorogenních či chromogenních substrátů. Na základě stanovení aktivity β-D-glukuronidázy pomocí fluorogenního substrátu 4-methyl-umbelliferyl-β-D-glukuronidu jsou založeny např. metody podle TNV 75 7835, ČSN EN ISO 9308-3 a produkt firmy IDEXX Colilert 18 Quanti-Tray. Protože metody založené na tomto principu jsou velmi specifické, výsledky jsou relativně dobře srovnatelné *(obr. 1);* metoda v tekutém médiu je o něco šetrnější (tekuté médium je fyziologicky vhodnější). *(Pozn.: tato srovnatelnost však jednoznačně neplatí pro stanovení koliformních bakterií metodou Colilert Quanti-Tray a TNV 75 7835; jde o zcela jiný princip stanovení, a tudíž i výsledky se týkají jiné skupiny bakterií.)* Kromě výše uvedených metod existuje řada dalších produktů, které jsou na tomto principu založeny, včetně různých chromogenních médií.



Obr. 1. Stanovení *E. coli* metodou podle TNV 75 7835 a testem Colilert Quanti-Tray v povrchových vodách (lineární regrese, n = 61)

2.3.1 Stanovení E. coli metodou podle TNV 75 7835

Metoda předepisuje stanovení druhu *E. coli* mezi termotolerantními koliformními bakteriemi, vykultivovatelnými na mFC médiu při 44 °C. Membránový filtr s narostlými termotolerantními koliformními bakteriemi se přenese na médium s 4-methyl-umbelliferyl-β-D-glukuronidem a kultivuje se čtyři hodiny při 37 °C. Jako *E. coli* se počítají kolonie se světle modrou fluorescencí pod dlouhovlnným UV zářením 360 nm (např. ruční bankovní svítilna). K dispozici jsou buď komerční přípravky, např. m-Colitest od firmy Lachema, nebo lze použít médium standardizované Environmental Protection Agency (EPA /600/4-91/01). Tato metoda se v současné době jeví jako nejvhodnější pro monitoring *E. coli* v povrchových vodách.

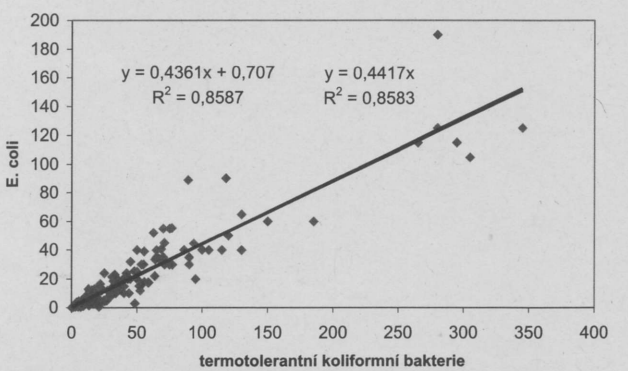
3 Výsledky stanovení *E. coli* v povrchových vodách (Česká republika)

V České republice se *E. coli* stanovuje od roku 1996 ve vybraných profilech toku Labe (v rámci Projektů Labe II a III). V roce 2006 byl tento ukazatel experimentálně zařazen do pravidelného monitoringu toků organizovaného ČHMÚ, od roku 2007 je nedílnou součástí situačního monitoringu toků České republiky (111 profilů).

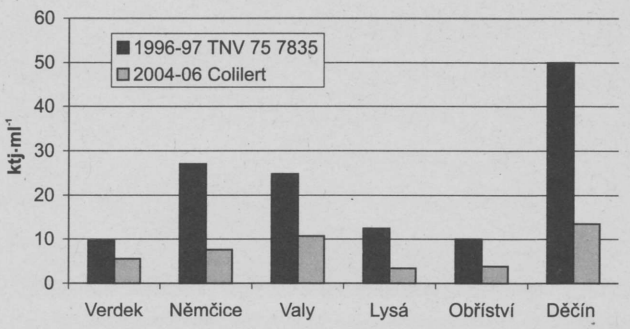
3.1 E. coli ve vybraných profilech toku Labe (1996–2006)

V letech 1996 a 1997 byla v měsíčních intervalech stanovena *E. coli* v šesti labských profilech (Verdek, Němčice, Valy, Lysá, Obříství, Děčín) společně s dalšími mikrobiologickými ukazateli, včetně termotolerantních koliformních bakterií. *E. coli* tvořila průměrně 43 % počtu termotolerantních koliformních bakterií, byla zaznamenána i relativně vysoká korelace výsledků *(obr. 2).*

Stanovení *E. coli* v labských profilech pokračovalo na podzim v letech 2004 až 2005 a v průběhu roku 2006; bylo provedeno porovnání s léty 1996 a 1997. Je jednoznačné, že počty *E. coli* se v toku Labe během



Obr. 2. Lineární regrese výsledků stanovení termotolerantních koliformních bakterií a *E. coli* (Labe, 1996–1997)



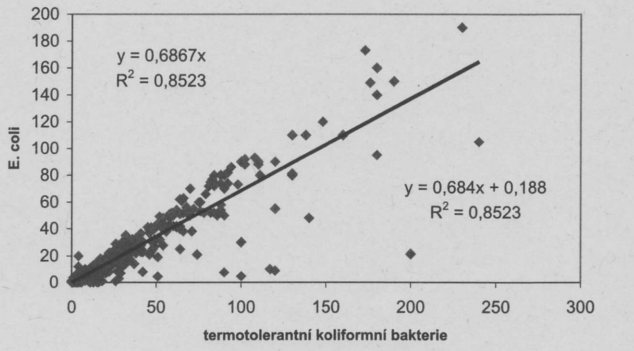
Obr. 3. Výsledky stanovení (aritmetický průměr) *E. coli* v Labi v letech 1996–2006

deseti let výrazně snížily. Srovnání je uvedeno na *obr. 3* (aritmetický průměr), platí to však i pro hodnoty mediánu.

3.2 E. coli v dalších profilech toků v České republice (2006)

V roce 2006 bylo stanovení *E. coli* součástí monitoringu chemického stavu jakosti vod, organizovaného ČHMÚ. Stanovení bylo prováděno zhruba od pololetí do konce roku 2006, tj. celkem 4 až 7krát v jednom profilu. Celkem byla *E. coli* stanovena ve 132 profilech státní sítě (velké a střední toky; povodí Vltavy, Ohře, Odry a Moravy).

Tyto výsledky jsou v zásadě ve shodě s výsledky uvedenými v kapitole 3.1. Hodnoty *E. coli* dobře korelovaly s výsledky stanovení termotolerantních koliformních bakterií *(obr. 4)* a průměrně tvořily 69 % jejich počtu.



Obr. 4. Lineární regrese výsledků stanovení termotolerantních koliformních bakterií a *E. coli* (monitoring ČHMÚ, 2006; s vyloučením extrémních hodnot nad 250 ktj.ml^{-1})

Literatura

[1] Baudišová D. Evaluation of *Escherichia coli* as the main indicator of faecal pollution. *Wat. Sci. Tech.*, 35, 1997, 11–12, p. 333–336.

[2] Baudišová D. a Fuksa J. Termotolerantní koliformní bakterie v povrchových vodách a v biofilmech – pohled na strukturu skupiny. *VTEI*, 47, 2005, 3, s. 6–7, příloha *Vodního hospodářství* 10/2005.

[3] Baudišová D. *Escherichia coli* v povrchových vodách a v biofilmech. *Bulletin Československej spoločnosti mikrobiologickej*, 46, 2005, 4, s. 201–202.

[4] Frampton, EW. and Restaino, L. Methods for *E. coli* identification in food, water and clinical samples based on beta-glucuronidase detection. A review. *J. Appl. Bacteriol.*, 74, 1993, 3, p. 223–233.

Poděkování

RNDr. D. Leontovyčové z ČHMÚ děkuji za poskytnutí dat použitých v kapitole 3.2.

Zpracováno s podporou výzkumného záměru MZP0002071101.

RNDr. Dana Baudišová, Ph.D.
VÚV T.G.M., v.v.i., Praha
e-mail: dana_baudisova@vuv.cz

Lektoroval Mgr. Karel Kolář, Ph.D., červenec 2007

Key words
surface water, faecal pollution, detection of Escherichia coli

Escherichia coli in Surface Waters (Baudišová, D.)

***Escherichia coli* is a highly specific indicator of faecal pollution. The most suitable methods of its detection are based on the presence of enzyme activity of β-D-glucuronidase (fluorogenic substrates). In Czech waters with the evidential faecal pollution the counts of *E. coli* showed good correlation with the count of thermotolerant (faecal) coliforms and made approximately 69 % of them.**

MONITORING ZÁTĚŽE HYDROSFÉRY URANOVÝM PRŮMYSLEM VE STŘEDNÍ ČÁSTI POVODÍ ŘEKY SVRATKY

Hana Hudcová, Hana Mlejnková, Helena Mojžíšková, Zdeňka Žáková

Klíčová slova:
jakost povrchových vod, uranový průmysl, radiologická a chemická stanovení

Souhrn

Příspěvek shrnuje dosavadní výsledky monitoringu znečištění povrchových toků uranovým průmyslem ve střední části povodí řeky Svratky. V rámci výzkumného záměru MZP0002071101 a příspěvkového úkolu č. 1323 je prováděno studium stavu vodních ekosystémů vybraných toků s ohledem na stanovení radiologických parametrů, akutní toxicity a genotoxicity.

Úvod

Hlubinná těžba uranu byla v oblasti Dolní Rožínky zahájena v roce 1958. Při těžbě a úpravě uranové rudy v 50. až 80. letech dvacátého století docházelo k devastaci životního prostředí akumulacemi ohromných hald, vznikem odkališť a nesanovaných povrchových i podpovrchových průzkumných prací. Útlum těžby započal v 80. letech a od roku 1990 je těžba soustředěna jen na ložisku Rožná, které mělo být uzavřeno na konci roku 2005.

Usnesením vlády České republiky č. 1316 z 12. října 2005 bylo schváleno pokračování těžby a úpravy uranu na ložisku Rožná do konce roku 2008. Současně bylo zrušeno předchozí usnesení vlády č. 689 z 26. června 2002, kterým bylo uloženo zahájit likvidaci dolu Rožná nejpozději od 1. 1. 2006.

Nejen vzhledem ke zprávám o možném pokračování a rozšiřování těžby je současný monitoring zatížení hydrosféry v oblasti střední části povodí řeky Svratky cenným materiálem pro dlouhodobé hodnocení stavu životního prostředí. Příspěvek shrnuje část dosavadních výsledků monitoringu zatížení povrchových toků uranovým průmyslem ve střední části povodí řeky Svratky, zejména výsledky sledování kontaminace vod radionuklidy, sledování akutní toxicity a genotoxicity vody působením čištěných důlních vod a sledování zátěže plavenin a sedimentů vodních toků. V případě uranu je monitoring zaměřen na posouzení chemické zátěže uranem a toxicity tohoto kovu.

Metodika sledování

Monitoring prováděný pracovníky VÚV T.G.M. v letech 2005–2006 probíhal ve střední části povodí řeky Svratky na profilech uvedených v *tabulce 1.*

V roce 2006 byl monitoring doplněn o průzkumné profily uvedené v *tabulce 2.*

Popis jednotlivých profilů je uveden v závěrečných zprávách výzkumných úkolů (Mlejnková, 2006a; Mlejnková, 2006b; Hudcová, 2007a; Hudcová, 2007b), jež jsou dostupné v knihovně VÚV T.G.M.

Kvalita povrchové vody byla u části lokalit sledována celoročně v měsíčních intervalech; lokality Hadůvka-Olší a přítok Svratky u Bolešína čtvrtletně; vzorky na profilech přítok Bobrůvky-Vrbka a Kozlí potok-Žďárec byly odebrány pouze třikrát ročně. Dále byly jednou ročně odebrány vzorky sedimentů, plavenin a biologický materiál. Na vybraných profilech byly hodnoty průtoků zjišťovány hydrometrováním, na ostatních vhodných profilech byly převzaty hodnoty průměrných denních průtoků z nejbližších limnigrafických stanic (zdroj dat: Povodí Moravy, s. p., Český hydrometeorologický ústav, Brno).

Ve vzorcích povrchových vod byly stanovovány základní fyzikálně-chemické ukazatele společně se stanovením koncentrace síranů, dusičnanů, chloridů a celkového organického uhlíku, z radiologických ukazatelů uran (^{238}U) a radium (^{226}Ra). Stanovení probíhala podle platných ČSN. Stanovení obsahu uranu se provádělo extrakčně spektrofotometrickou metodou podle ČSN 75 7614 z 5. 12. 1988. Stanovení objemové aktivity radia ^{226}Ra se provádí přímým proměřováním sraženiny síranu radnatobarnatého (Mansfeld, 1966). Při stanovování obsahu radia v sedimentech byla nejprve provedena separace radia ze sedimentů do kapalné fáze a následně analýza.

Stanovení fytobentosu se uskutečnilo podle ČSN 75 7715 a v souladu se Standardním operačním postupem pro odběr a zpracování vzorků fytobentosu v rámci situačního monitoringu (Marvan a Heteša, 2005). Ve vzorcích odebraných na přirozených podkladech bylo provedeno mikroskopické kvalitativní a semikvantitativní stanovení řas a sinic spolu s přítomnou heterotrofní složkou společenstva (mikrozoobentosem – bezbarvými bičíkovci, kořenonožci, nálevníky, hlísticemi a bakteriemi). Hojnost organismů byla hodnocena odhadní stupnicí 1–6 podle Standardního operačního postupu pro situační biomonitoring (Marvan a Heteša, 2005). Ve vzorcích byl vyhodnocen index saprobity společenstva metodou Pantle-Bucka podle ČSN 75 7716 pro posouzení znečištění lehce odbouratelnými organickými látkami a použita stupnice pro hodnocení čistoty vody podle indexu saprobity – ČSN 75 7716 (slovní označení podle Žákové). Dále byly vyhodnoceny index diverzity podle Shannona a Wienera (hodnotí pestrost a vyrovnanost společenstva), index druhové pestrosti – Margalefův index a index vyrovnanosti Pieloua (Evenness) pro posouzení druhové skladby společenstva (Odum, 1977).

Stanovení akutní toxicity ve vzorcích vod byla provedena podle akreditovaných metod laboratoře VÚV T.G.M. Brno, které vycházejí z platných norem ČSN EN ISO 6341, TNV 75 7754 a TNV 75 7741.

Pro stanovení genotoxicity byl použit Amesův fluktuační test genotoxicity podle Kajtové a Soldána, využívající auxotrofní kmeny *Salmonella Typhimurium* His$^-$, umožňující detekci mutagenů, které indikují přímé nebo supresorové zpětné mutace – reverze, což se projeví návratem k prototrofii, tj. ke schopnosti syntetizovat histidin (Kajtová a Soldán, 2001).

Výsledky terénních šetření

V rámci šetření provedených na vodních tocích zkoumané oblasti v období 2005–2006 byl zjištěn největší vliv bývalé i probíhající těžby uranové rudy v oblasti povodí řeky Svratky na tocích Hadůvka a Nedvědička. Nejvyšší kontaminace vodního prostředí uranem a radiem se projevuje ve vodním toku Hadůvka na profilu Skryje, který se nachází pod výustí z čistírny důlních vod Olší-Drahonín a pod areálem bývalé těžby uranové rudy „Olší". Koncentrace uranu v tomto profilu je klasifikována podle hodnoty C_{90} (spočtená hodnota C_{90} = 217 $\mu g.l^{-1}$) V. třídou jakosti podle ČSN 75 7221 (*obr. 1*). Při přepočtu naměřených koncentrací znečištění na látkový odnos byl však v období 2005–2006 výrazně nejvyšší transport uranu profilem Nedvědička (Nedvědice) pod oblastí současné těžby v prostoru Dolní Rožínka–Rožná.

Kontaminace vodního prostředí sírany je podle naměřených hodnot na vodních tocích Hadůvka a Nedvědička velmi vysoká, až alarmující. Koncentrace síranů v Hadůvce (spočtená hodnota C_{90} = 757 $mg.l^{-1}$ – *obr. 2*) odpovídá V. třídě jakosti podle ČSN 75 7221 a podle zjištěných údajů pravděpodobně souvisí s vypouštěním čištěných důlních vod z čistírny důlních vod Olší-Drahonín, jež je umístěna právě na Hadůvce. Koncentrace síranů na obou profilech na Nedvědičce překračuje limitní koncentraci pro III. třídu jakosti vod (tj. 250 $mg.l^{-1}$) a odpovídá IV. třídě jakosti podle ČSN 75 7221 (*obr. 2*). V období aktivní těžby a zpracování uranové rudy pocházely sírany právě z procesu úpravy uranových rud, kdy se v této oblasti těžby používalo alkalické loužení sodným roztokem. V současnosti je síran sodný jedním z produktů technologického řešení nadbilance vody v odkališti pomocí pětistupňové odparky prováděné na čistírně důlních vod.

Hodnoty konduktivity byly zjištěny zvýšené (hodnoty C_{90} leží v rámci III.–V. třídy jakosti vod) na profilech na tocích zatížených průmyslem těžby a úpravy uranu (Hadůvka, Nedvědička). Naměřená konduktivita v Hadůvce odpovídá dokonce až V. třídě jakosti (limitní hodnota ≥ 160 $mS.m^{-1}$) – tzn. velmi silně znečištěné

Tabulka 1. Profily sledované v letech 2005–2006

Tok	Odběrový profil	Souřadnice odběrových profilů	
Nedvědička	Rožná	N 49-28-32	E 016-14-37
Věžná	Věžná pod obcí	N 49-27-31	E 016-15-54
Nedvědička (ústí)	Nedvědice	N 49-27-14	E 016-19-47
Svratka	Černvír	N 49-26-42	E 016-20-50
Hadůvka	Skryje	N 49-23-40	E 016-17-41
Bobrůvka (Loučka)	Předklášteří	N 49-21-24	E 016-24-03
Besének	Lomnička	N 49-21-58	E 016-25-29
Svratka	Veverská Bítýška	N 49-16-41	E 016-26-19
Svratka	Brno	N 49-10-00	E 016-37-20

Tabulka 2. Profily sledované v roce 2006

Tok	Odběrový profil	Souřadnice odběrových profilů	
Besének	Lomnice	N 49-22-23	E 016-25-46
Lubě	Drásov	N 49-20-27	E 016-28-32
přítok Svratky	Bolešín	N 49-32-09	E 016-21-22
přítok Bobrůvky	Vrbka	N 49-22-37	E 016-19-01
Kozlí potok	Žďárec	N 49-21-59	E 016-19-05
Hadůvka	Olší	N 49-25-19	E 016-16-54

vodě (*obr. 3*). Z analýzy dat vyplývá, že konduktivita vody je v profilech na Hadůvce a Nedvědičce reprezentována především zvýšeným obsahem síranů, což je patrné také ze srovnání grafů na *obr. 2* a *3*. Na dalších sledovaných profilech, zejména profilech nezasažených těžbou uranu, je hodnota konduktivity kromě blíže nezjišťovaného obsahu hydrogenuhličitanů ovlivněna spíše jinými ionty obsaženými ve vodě, zejména dusičnany a chloridy (vodní toky Věžná, Besének a Lubě).

Ve vzorcích sedimentu odebraných na profilech na tocích Hadůvka a Nedvědička byl zjištěn řádově vyšší obsah uranu oproti srovnávacím profilům na tocích nezatížených těžbou uranu (*tabulka 3*).

Výsledky sledování obsahu uranu a radia v biologickém materiálu v letech 2005–2006 vykazují vysokou variabilitu způsobenou druhovou různorodostí odebraného materiálu, který představoval v závislosti na místních podmínkách buď mechy, nebo ponořené vodní rostliny.

V roce 2006 byla provedena biologická stanovení, stanovení akutní toxicity a na vybraných profilech také stanovení genotoxicity.

Na všech sledovaných lokalitách s výjimkou Kozlího potoka byla zjištěna vysoká druhová pestrost společenstva fytobentosu (index diverzity Shannon-Wiener v rozmezí H´ 3,11–3,94). Nebyly pozorovány větší výkyvy indexu diverzity. Jako lokality s nejvyšší druhovou rozmanitostí je možno označit profily Věžná-Věžná a Nedvědička-Nedvědice. Potvrzuje to i Margalefův index druhové pestrosti. Nedvědička na profilu u obce Rožná vykazovala nižší hodnoty obou indexů než Nedvědička před ústím do Svratky. Index vyrovnanosti (Evenness) byl vysoký na všech lokalitách, o něco nižší byl na profilu Nedvědička-Rožná. Nejnižší druhová pestrost společenstva fytobentosu byla zjištěna ve vzorcích z řeky Svratky na profilu Veverská Bítýška, ve vzorcích z přítoku Svratky u Bolešína a dosti nízká ve vzorcích z přítoku Bobrůvky-Vrbka. V Hadůvce byla zjištěna vyšší druhová diverzita na profilu Olší než na profilu Skryje. Vyrovnanost společenstva byla na všech profilech vysoká.

Všechny sledované lokality je možno podle indexu saprobity fytobentosu hodnotit jako mírně znečištěné – *beta-mesosaprobní*. Mezi jednotlivými lokalitami byly zjištěny pouze menší rozdíly v rozmezí jednoho stupně saprobity stanoveného podle ČSN 75 7716. Nejvyšší stupeň organického znečištění vykazoval potok Lubě u Drásova (*alfa-mesosaprobita* – voda znečištěná). Svratka u Černvíru a Besének pod Lomničkou i pod Lomnicí se přiblížily k hranici *alfa-mesosaprobity*, nejnižší index saprobity byl zjištěn v profilu Nedvědička-Nedvědice – Si = 1,97 (*beta-mesosaprobita*).

Při jednorázovém stanovení akutní toxicity v roce 2006 nebylo prokázáno toxické působení vod se zvýšeným obsahem uranu a radia, ani vod s vysokou koncentrací síranů na bezobratlé organismy (*Daphnia magna* a *Thamnocephalus platyurus*).

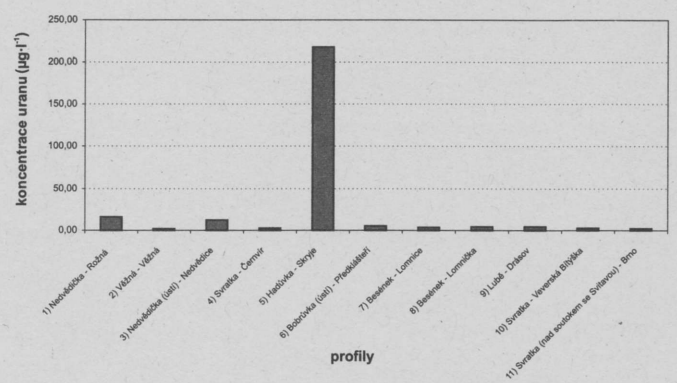
Na profilu Nedvědička-Rožná, ovlivněném těžbou uranu zvýšeným obsahem radionuklidů a síranů, byla prokázána akutní toxicita (54% inhibice) na řasu *Desmodesmus communis*, inhibice růstu řas na ostatních profilech byla nízká.

Toxické působení sedimentů bylo prokázáno v roce 2006 pouze ve vzorcích řas z profilů: Hadůvka-Olší, přítok Svratky u Bolešína, Nedvědička-Rožná, přítok Bobrůvky-Vrbka. Nejvyšší toxické působení u řas bylo zaznamenáno na profilu Hadůvka-Olší a zřejmě souvisí s vysokým obsahem uranu a radia ve vodním prostředí. U profilu Besének-Lomnička byl zaznamenán stimulační účinek.

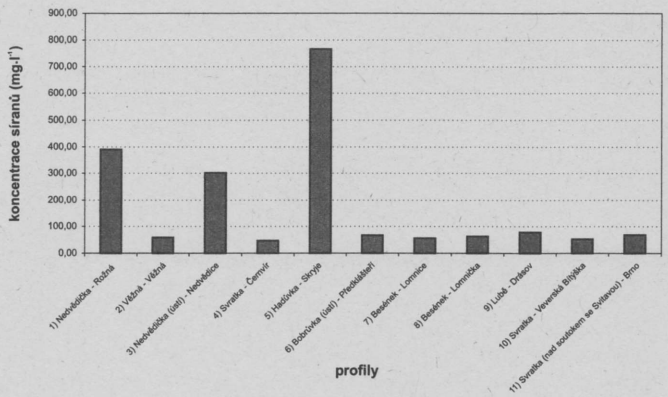
U bezobratlých se neprojevilo toxické působení na žádném ze sedmi sledovaných profilů.

Ve vzorcích povrchových vod odebraných v roce 2006 ve sledovaných profilech byl zjištěn výskyt genotoxických látek. Ve variantě testu bez S9 jaterní frakce byly zachyceny mutagenní látky způsobující poškození DNA typu delecí a inzercí kmeny *Salmonella Typhimurium* TA98 (ve vzorku Besének-Lomnička) a *S. Typhimurium* TA97 (ve vzorcích přítok Svratky u Bolešína, přítok Bobrůvky-Vrbka a Kozlí potok-Žďárec). Tento kmen indikuje především látky s oxidačními účinky. Vzhledem k výsledkům šetření, které byly provedeny v letech 2005–2006, jsou však tyto profily minimálně zasaženy uranovým průmyslem. Hadůvka-Skryje byl jediný profil, kde se vyskytly látky způsobující tranzice a transverze detekované kmenem *S. Typhimurium* TA100. Ve variantě testu pro záchyt promutagenních látek, za použití S9 jaterní frakce, byly pozitivní tři vzorky: profil Hadůvka-Olší a Hadůvka-Skryje u obou kmenů salmonel (*S. Typhimurium* TA98 a TA100) a Nedvědička-Rožná (zde pouze na kmeni *S. Typhimurium* TA98). Podrobné výsledky jsou uvedeny v *tabulce 4*.

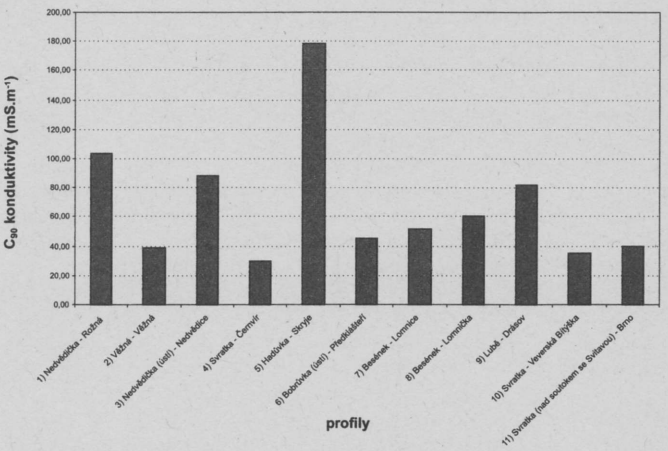
V roce 2006 bylo také provedeno stanovení genotoxicity v sedimentech. Pro extrakci látek byla zvolena metoda výluhu v 8% roztoku metanolu. Metoda se používá při stanovení akutní toxicity sedimentů na luminiscenčních bakteriích *Vibrio fischeri* se zaměřením na chování jednotli-



Obr. 1. Hodnocení jakosti vody podle koncentrace uranu



Obr. 2. Hodnocení jakosti vody z hlediska kontaminace sírany



Obr. 3. Hodnocení jakosti vody podle hodnot konduktivity

Tabulka 3. Obsah uranu a radia v sedimentech na jednotlivých sledovaných profilech (16. 8. 2006)

Profil	Uran ($mg.kg^{-1}$)	Uran přepočtený ($Bq.kg^{-1}$)	Radium ($Bq.kg^{-1}$)
1) Nedvědička-Rožná	75,3	1883	381
2) Věžná-Věžná	7,21	180	93,6
3) Nedvědička-Nedvědice	39,3	983	458
4) Svratka-Černvír	16,5	414	210
5) Hadůvka-Olší	259	6475	1020
6) Hadůvka-Skryje	127	3178	1570
7) Bobrůvka (ústí)-Předklášteří	10,3	259	101
8) Besének-Lomnice	14,0	351	349
9) Besének-Lomnička	3,11	78	*
10) Lubě-Drásov	2,91	73	39,2
11) Svratka-Veverská Bítýška	12,1	303	108
12) Svratka (nad soutokem se Svitavou)-Brno	4,7	118	156
13) Přítok Svratky-Bolešín	11,3	283	182
14) Přítok Bobrůvky-Vrbka	8,7	218	230

* vzorek znehodnocen

vých kmenů salmonel v prostředí 8% metanolu, a to pro zjištění, zda pro ně nebude příliš toxický, čímž by potlačoval jejich růst s následkem falešně negativního výsledku, nebo zda metanol nebude způsobovat mutagenní změny do té míry, že by vycházely falešně pozitivní výsledky. Z tohoto důvodu byl orientačně proveden test pouze na čtyřech vzorcích, a to u profilů Nedvědička-Rožná, Nedvědička-Nedvědice, Hadůvka-Olší a Hadůvka-Skryje.

V *tabulce 5* je v řádku „Kontrola" uveden počet pozitivních jamek, jež představují spontánní mutace daného použitého kmene. Aby byl vzorek pozitivní, musí být počet jamek ve vzorku větší než v položce „Kontrola". Pro kmen *S. Typhimurium* TA97 je to alespoň 36 jamek, pro kmen *S. Typhimurium* TA98 20 jamek a pro kmen *S. Typhimurium* TA100 82 jamek. Oproti těmto hodnotám kontrolních vzorků je z uvedených výsledků patrný velice nízký počet pozitivních jamek pro kmeny TA97 a TA98 (*tabulka 5*). Předpokládáme, že je to způsobeno tím, že vzorky obsahují vyšší množství látek, které působí toxicky na samotné bakterie. Na vliv toxických látek usuzujeme také podle toho, že vzorky, kde byl použit kmen TA100, mají počet pozitivních jamek v podstatě shodný s kontrolním vzorkem, a tudíž na ně 8% metanolový roztok nepůsobí inhibičně. Výjimkou je vzorek z profilu Nedvědička-Rožná, kde je problém podobný jako u TA98. U tohoto vzorku nebyl pro malý objem proveden test na TA97.

Tabulka 4. Výsledky stanovení genotoxicity povrchových vod

Vzorek	Kmen *Salmonella Typhimurium*				
	varianta bez S9			varianta s S9	
	TA97	**TA98**	**TA100**	**TA98**	**TA100**
Nedvědička-Rožná	neg.	neg.	neg.	**poz.**	neg.
Nedvědička-Nedvědice	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.
Hadůvka-Olší	neg.	neg.	neg.	**poz.**	**poz.**
Hadůvka-Skryje	neg.	neg.	**poz.**	**poz.**	**poz.**
Besének-Lomnička	neg.	**poz.**	neg.	neg.	neg.
Přítok Svratky-Boleš ín	**poz.**	neg.	neg.	neg.	neg.
Přítok Bobrůvky-Vrbka	**poz.**	neg.	neg.	neg.	neg.
Kozlí potok-Žďárec	**poz.**	neg.	neg.	neg.	neg.

Tabulka 5. Výsledky genotoxicity sedimentů (počty pozitivních jamek)

Vzorek	Kmen *Salmonella Typhimurium*		
	TA97	**TA98**	**TA100**
Kontrola	**25**	**11**	**72**
Nedvědička-Nedvědice	10	1	64
Nedvědička-Rožná	–	0	39
Hadůvka-Olší	12	*3	63
Hadůvka-Skryje	4	1	65

Závěr

Z dosavadních výsledků monitoringu vyplývá, že i když nejvyšší obsah uranu ve vodním prostředí byl zjištěn v Hadůvce na profilu Skryje, tedy pod lokalitou bývalé těžby uranové rudy „Olší" a pod čistírnou důlních vod (ČDV Olší-Drahonín), vlastní tok Svratky ve sledované oblasti ovlivňuje z hlediska sledovaných látek více řeka Nedvědička. Jde o znečištění pocházející z oblasti Rožné a Dolní Rožínky, tedy z míst se stále probíhající těžbou a zpracováním uranové rudy (ložisko „Rožná").

Z důvodu obtížného získávání dostatečného množství druhově jednotné biomasy vodních rostlin pro srovnávání bioakumulace na jednotlivých lokalitách se jeví jako vhodné ověřit možnost využití metody biodetektorů instalovaných na sledované lokality. Toto ověření je plánováno na rok 2008 v rámci výzkumného záměru MZP0002071101.

Levostranné přítoky Svratky – Věžná, Besének a Lubě – nejsou těžbou a úpravou uranové rudy přímo ovlivněny. Náhodně zvýšené hodnoty v sedimentech a biologickém materiálu budou pravděpodobně způsobeny ovlivněním podložím v této oblasti, kde byla především v povodí Besénku nalezena menší ložiska uranové rudy.

Pro průkazné určení netoxického působení vod obohacených uranem, radiem a produkty dekontaminačních procesů bude nutné zopakovat stanovení akutní toxicity především v období nižších průtoků a provést opět stanovení toxicity v sedimentech.

V roce 2007 probíhá podrobný monitoring zátěže všech složek vodních ekosystémů v povodí potoka Hadůvka. V roce 2008 by měl podobný komplexní průzkum pokračovat v povodí řeky Nedvědičky (oblast probíhající těžby a zpracování uranové rudy).

Literatura

[1] ČSN 75 7715 Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení nárostů. 1998.

[2] ČSN 75 7716 Jakost vod – Biologický rozbor – Stanovení saprobního indexu. 1998.

[3] ČSN 75 7221 Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod. 1998.

[4] ČSN EN ISO 6341 Zkouška inhibice pohyblivosti *Daphnia magna* – Zkouška akutní toxicity.

[5] ČSUP PNU 83 0544 Stanovení uranu v důlních a odpadních vodách.

[6] TNV 75 7741 Mikrometoda stanovení toxicity a trofického potenciálu řasovým testem.

[7] TNV 75 7754 *Thamnocephalus platyurus* – Zkouška akutní toxicity.

[8] Mansfeld, A. Stanovení radia 226 a uranu ve vodách. Výzkumná zpráva. Praha : VÚV, 1966.

[9] Kajtová, H. a Soldán, P. Stanovení genotoxicity povrchových vod. Zpravodaj pro hydroanalytické laboratoře, 2001, č. 28, s. 25–37.

[10] Mlejnková, H. aj. Kontaminace vody a vodních ekosystémů radionuklidy v oblasti bývalé těžby uranu. Závěrečná zpráva úkolu 1323 za rok 2005. Brno : VÚV T.G.M., 2006a, 26 s.

[11] Mlejnková, H. aj. Kontaminace vody a vodních ekosystémů radionuklidy v oblasti bývalé těžby uranu. Zpráva o řešení výzkumného záměru MZP0002071101 za rok 2006. Brno : VÚV T.G.M., 2006b, 19 s.

[12] Hudcová, H. aj. Kontaminace vody a vodních ekosystémů radionuklidy v oblasti bývalé těžby uranu. Závěrečná zpráva úkolu 1323 za rok 2006. Brno : VÚV T.G.M., 2007a, 47 s.

[13] Hudcová, H. aj. Kontaminace vody a vodních ekosystémů radionuklidy v oblasti bývalé těžby uranu. Zpráva o řešení výzkumného záměru MZP0002071101 za rok 2006. Brno : VÚV T.G.M., 2007b, 28 s.

[14] Marvan, P. a Heteša, J. Metodika odběru a zpracování vzorků fytobentosu tekoucích vod. Brno : VÚV T.G.M., 2006, 9 s.

[15] Odum, EP. Základy ekologie. Praha : Academia, 1977, 733 s.

Ing. Hana Hudcová, RNDr. Hana Mlejnková, Ph.D.
VÚV T.G.M., v.v.i., pobočka Brno
tel. 541 126 325, 541 126 333
hana_hudcova@vuv.cz; hana_mlejnkova@vuv.cz
MVDr. Helena Mojžíšková
VÚV T.G.M., v.v.i., pobočka Ostrava
tel. 596 134 181, helena_mojziskova@vuv.cz
RNDr. Zdeňka Žáková, CSc.
BIOTES Brno
zakova@biotes.com

Lektoroval Ing. Václav Přibáň, červenec 2007

Key words
surface water quality, uranium mining industry, radiological analysis, chemical analysis

Monitoring of the uranium mining industry impact on the hydrosphere in the middle part of the Svratka River basin (Hudcová, H., Mlejnková, H., Mojžíšková, H., Žáková, Z.)

The article presents selected results of monitoring of the uranium mining impact on the state of hydrosphere, especially on the surface water quality, which was studied in 2005–2006 in the middle part of the Svratka River basin. In the frame of the research projects MZP0002071101 and VUV T.G.M. research project No. 1323, the study of the state and load of selected streams in the area of interest in relation to radiological analysis and assessment of ecotoxicity and genotoxicity was made.

HYDROPROJEKT CZ

projektové, konzultační a inženýrské služby pro vodní hospodářství, životní prostředí a infrastrukturu

PRAHA
Táborská 31
tel.: 261 102 222
praha@hydroprojekt.cz

BRNO
Minská 18
541 240 600
brno@hydroprojekt.cz

OSTRAVA
Varenská 49
596 638 329
ostrava@hydroprojekt.cz

Č. BUDĚJOVICE
Zátkovo nábřeží 7
386 355 427
c.budejovice@hydroprojekt.cz

člen skupiny SWECO

www.hydroprojekt.cz

KOUPACÍ VODY V ČR HODNOCENÉ PODLE SMĚRNICE 76/160/EHS

Helena Grünwaldová

Klíčová slova
koupací oblasti, kvalita koupacích vod

Souhrn

V České republice bylo v r. 2006 monitorováno 188 koupacích oblastí. V tabulkách a grafech jsou uvedeny údaje o koupacích vodách od r. 2004, kdy začaly být systematicky monitorovány. Poskytují přehled o kvalitě koupacích vod na základě dvou mikrobiologických ukazatelů (koliformní a termotolerantní koliformní bakterie) a tří fyzikálně-chemických ukazatelů (minerální oleje, povrchově aktivní látky a fenoly). Zpráva Evropské komise o jakosti koupacích vod v jednotlivých členských státech za uplynulou sezonu je dostupná na adrese http://ec.europa.eu/environment/water/index_en.htm.

Úvod

Základní požadavky na přírodní koupací vody (moře, sladkovodní nádrže a toky) v Evropské unii (EU) jsou určeny směrnicí Rady 76/160/EHS o jakosti vody ke koupání [1]. Účelem směrnice z roku 1976 o jakosti vody ke koupání bylo zajistit, aby voda u pláží a ve vnitrozemských koupalištích nebyla bakteriologicky nebo chemicky znečištěna natolik, že by mohla ohrozit lidské zdraví. Směrnice patří k nejstarším předpisům EU a vedla k trvalému zlepšování kvality vody na evropských koupalištích. Po třiceti letech ji však bylo třeba novelizovat, aby se zohlednily nejmodernější vědecké a technické poznatky. V únoru 2006 byla schválena směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/7/ES o řízení jakosti vod ke koupání a o zrušení směrnice 76/160/EHS a do dvou let by měla být plně transponována do právních předpisů ČR a k realizaci jejích ustanovení v praxi by mělo dojít do konce roku 2014.

Přírodní koupací vody v ČR

Rekreační vody, využívané ke koupání osob ve volné přírodě, jsou v České republice rozděleny na povrchové vody využívané ke koupání osob (koupací oblasti) a na koupaliště ve volné přírodě [2]. **Koupací oblasti** jsou definovány v zákoně č. 254/2001 Sb., o vodách [3], a jejich seznam a vymezení jsou stanoveny vyhláškou č. 168/2006 Sb. [4], kterou se stanoví povrchové vody využívané ke koupání osob. Tato místa nemají charakter zařízení, nemají provozovatele, ale jsou pro vyhovující kvalitu vody využívány ke koupání větším počtem osob. Povinnost provádění kontroly jakosti vody v těchto koupacích oblastech spadá do kompetence orgánů ochrany veřejného zdraví a rozsah a četnost kontrol je dána vyhláškou č. 135/2004 Sb. [5]. V ČR je těchto míst stanoveno 132.

Koupaliště ve volné přírodě jsou rekreační zařízení (tzn. nejen voda, ale i zázemí na břehu) provozovaná ve smyslu zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví, ve znění pozdějších předpisů [6] a vyhlášky č. 135/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity písku v pískovištích venkovních hracích ploch. Provozovatel koupaliště ve volné přírodě je povinen sledovat ve 14denních intervalech jakost vody v předepsaném rozsahu a výsledky těchto analýz předkládat orgánům ochrany veřejného zdraví, resp. v těchto intervalech dokladovat, že jakost vody v koupališti vyhovuje platným hygienickým limitům. Počet těchto zařízení není na rozdíl od koupacích oblastí konstantní a každoročně se mění. Závisí především na tom, zda se provozovatel rozhodne koupaliště ve volné přírodě v koupací sezoně provozovat. V případě, že koupaliště ve volné přírodě je, resp. bude v koupací sezoně provozováno, musí to být oznámeno místně příslušnému orgánu ochrany veřejného zdraví před zahájením koupací sezony, vždy s prvním rozborem vody, který se provádí 14 dní před zahájením letní rekreační sezony. V letech 2004 a 2005 bylo součástí zprávy pro Evropskou komisi (EK) 48 koupališť ve volné přírodě, v roce 2006 pak 56. Ve skutečnosti je koupališť ve volné přírodě u nás více (okolo 130), ale ne všechna jsou do zprávy zařazena, protože mezi ně spadají i lokality, na které se evropská směrnice přímo nevztahuje (např. některé venkovní bazény, betonové nádrže) [1, 8, 9].

Podávání zpráv Evropské komisi

Před 31. prosincem každého roku podávají členské státy Komisi zprávu o výsledcích odběrů vzorků. Na základě těchto výsledků zveřejní Komise souhrnnou zprávu spolu s posouzením jakosti vod [7]. V roce 2007 bude Ministerstvo životního prostředí (MŽP) předkládat Evropské komisi Zprávu České republiky o implementaci směrnice Rady 76/160/EHS o jakosti vody ke koupání (reporting). Gestorem implementace směrnice Rady je Ministerstvo zdravotnictví (MZd) – k tomu je ustanoveno spolupracujícím resortem MŽP. Podle přijatých pravidel k podávání zpráv pro reporting v oblasti voda gestorský resort MZd připravuje požadovanou zprávu a spolupracující resort MŽP poskytuje součinnost v rámci svých kompetencí, MŽP provádí supervizi vyhotovené zprávy a zprostředkovává její předání Evropské komisi s termínem do 31. 12. konkrétního roku.

Pro reporting EU je závazné rozhodnutí Komise (RK) 92/446/EHS, upravené RK 95/337/ES. Toto rozhodnutí obsahuje závazný formulář dotazníku pro hlášení ke směrnici 76/160/EHS. Formulář je rozdělen do čtyř částí:

1. Soubor zeměpisných lokalizací (File on geographic locations) obsahuje geografické informace:
Přístupový klíč
Název oblasti
Název okresu
Název obce
Název vody ke koupání
Zeměpisná šířka
Zeměpisná délka
Kódy typu vzorkované vody;

2. Všeobecný datový archiv (General data file) obsahuje všeobecné informace o každé vodě ke koupání:
Přístupový klíč
Rok
Začátek koupací sezony
Konec koupací sezony
Počet vzorků
Dočasně zakázaná voda ke koupání;

3. Datový archiv parametrů (Parameter data file) obsahuje jakostní výsledky jednotlivých parametrů vody ke koupání:
Přístupový klíč
Rok
Číslo parametru
Počet rozborů u tohoto parametru
Počet výsledků přesahujících závazné hodnoty
Počet hodnot přesahujících vnitrostátní mezní hodnoty
Počet hodnot přesahujících směrné hodnoty
Četnost měření;

4. Doplňkový archiv (Supplementary file) obsahuje souhrnnou informaci o analytických metodách a stručný popis záměrů na zlepšení u oblastí pro koupání, které neodpovídají závazným hodnotám směrnice, včetně časového harmonogramu výstavby a nutných investic.

Kvalita koupacích vod v ČR podle směrnice 76/160/EHS

Evropská komise vyhodnocuje data o kvalitě koupacích vod na základě dvou mikrobiologických ukazatelů (koliformní a termotolerantní koliformní bakterie) a tří fyzikálně-chemických ukazatelů (minerální oleje, povrchově aktivní látky a fenoly) [7].

Dále EK eviduje lokality se zákazem koupání a lokality nedostatečně vzorkované. Hodnocení koupacích vod v České republice podle kritérií Evropské komise z let 2004 až 2006 je uvedeno v *tabulce 1* a následně znázorněno na *obr. 1*. Seznam koupacích míst v ČR reportovaných do

Tabulka 1. Koupací vody v ČR hodnocené podle EU (2004–2006)

NBA								%					
Rok	NBA	B	NS	NC	NF	CI	CG	B	NS	NC	NF	CI	CG
2004	176	13	1	20	55	87	68	7,4	0,6	11,4	31,3	49,4	38,6
2005	176	17	1	25	14	119	76	9,7	0,6	14,2	8	67,6	43,2
2006	188	18	2	16	4	148	100	9,6	1,1	8,5	2,1	78,7	53,2

Legenda:

NBA počet oblastí koupání (*number of bathing sites/areas*)

B počet oblastí koupání, v nichž je koupání zakázáno (*number of bathing areas where bathing was prohibited throughout the bathing season*)

NS počet oblastí koupání, u nichž nebyl proveden odběr vzorků nebo nejsou k dispozici údaje (*number of bathing areas not sampled or for which no data are available*)

NC počet oblastí koupání, které neodpovídají povinným hodnotám (*number of bathing areas which do not comply with mandatory values*)

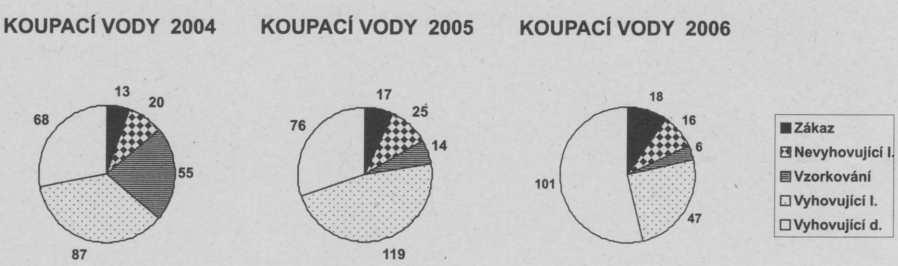
NF počet oblastí koupání, u nichž nebyl proveden dostatečný odběr vzorků (*number of bathing areas insufficiently sampled*)

CI počet oblastí koupání, u nichž byl proveden dostatečný odběr vzorků a které odpovídají povinným hodnotám (*number of bathing areas sufficiently sampled which comply with mandatory values*)

CG počet oblastí koupání, u nichž byl proveden dostatečný odběr vzorků a které odpovídají doporučeným a povinným hodnotám (*number of bathing areas sufficiently sampled which comply with guide values*)

EU za koupací sezonu 2006 je uveden v *tabulce 3*. Souhrnná zpráva o kvalitě koupacích vod za koupací sezonu 2006 v jednotlivých členských státech je dostupná na stránkách Evropské komise http://ec.europa.eu/water/environment/water/index_en.htm.

Tabulka 1 obsahuje přehled výsledků od koupací sezony 2004. Uvádí absolutní a procentuální hodnoty pro mikrobiologické ukazatele – „veškeré koliformní bakterie" a „fekální koliformní bakterie" a pro fyzikálně-chemické ukazatele „minerální oleje", „povrchově aktivní látky" a „fenoly".



Obr. 1. Kvalita koupacích vod v ČR v sezonách 2004–2006

V roce 2004 a 2005 byly EK zaslány údaje o 176 koupacích vodách, v roce 2006 pak o 188 koupacích místech. Vysoký počet oblastí koupání, kde nebyl proveden dostatečný odběr vzorků (55) během sezony 2004, se výrazně snížil v roce 2006 na počet 4. Nejčastější problémy s jakostí vody v ČR souvisejí s masovým výskytem sinic, který vedl v roce 2006 k vyhlášení 18 zákazů koupání, z důvodu mikrobiologické kvality vody nebyl v tomto roce vydán žádný zákaz koupání.

Procento oblastí koupání odpovídajících povinným nebo orientačním hodnotám směrnice bylo v roce 2006 poměrně nízké – 67,6 % nebo 43,2 %. V porovnání s minulou sezonou byla však přesto zaznamenána zvýšená kvalita koupacích vod [11].

Na *obr. 1* je znázorněn přehled kvality koupacích vod (počty koupacích míst zařazených v jednotlivých kategoriích) v ČR v koupacích sezonách 2004 až 2006.

Tabulka 2 ukazuje hodnocení Evropské komise pro Českou republiku za koupací sezonu 2006.

Tabulka 2. Srovnávací tabulka (koupací sezony 2005 a 2006)

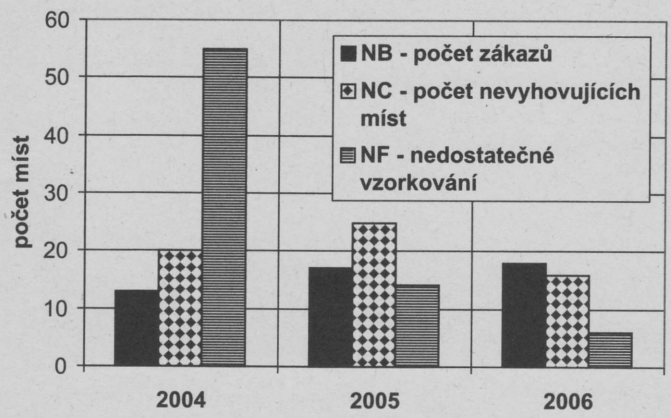
2005		Del (-)						
B	17	2	8		1	4	1	1
NS	1			1				
NF	14	2					3	9
NC	25	4	4			4	6	7
CI	43	2	4			8	18	11
CG	76	8	1				13	54
Total 2005	176		1	1	3		7	18
	188		18	2	4	16	48	100
	Total 2006		B	NS	NF	NC	CI	CG

New (+)
2006

Vnitrozemské vody ČR (koeficient 1,47/stabilita 53,8 %)
Vnitrozemské vody EU (koeficient 1,08/stabilita 73,8 %)
Koeficient: celkový počet oblastí, kde se stav zlepšil, vydělený počtem oblastí, kde se stav zhoršil. To znamená, že koeficient 1 lze považovat za neutrální, koeficient nižší než 1 značí nepříznivý vývoj a koeficient vyšší než 1 vývoj příznivý.
Stabilita: celkový počet oblastí, kde se stav nezměnil (úhlopříčka), vydělený celkovým počtem oblastí, kde se stav nezměnil (úhlopříčka), plus celkový počet oblastí, jejichž stav se v běžném roce změnil. Hodnota 100 % značí, že mezi předchozí a běžnou koupací sezonou nedošlo k žádným změnám.

Změny v kvalitě koupacích vod v ČR, které byly hlášeny EK za rok 2006, vykazují nízký index stability. Vysoký koeficient 1,47 naznačuje stoupající trend ve zvyšování kvality vody. Kvalita koupací vody se zlepšila ve 38 ze 176 oblastí koupání, které byly vykazovány v roce 2005.

12 oblastí koupání, kde nebyl v roce 2005 odebrán dostatečný počet vzorků, v roce 2006 splňovalo povinné hodnoty a devět právě z těchto uvedených splňovalo i přísné doporučené hodnoty.



Obr. 2. Přehled nevyhovujících koupacích vod v ČR

V koupací sezoně 2006 bylo vyřazeno 18 lokalit ze seznamu koupacích míst hlášených EK. Hlavním důvodem bylo nízké rekreační využití. Vyřazeny byly také koupací vody v neprůtočných vybetonovaných nádržích, které svým charakterem patří do kategorie plaveckých bazénů [9].

V tabulce 3 je uveden přehled koupacích vod v ČR hlášených Evropské komisi za rok 2006 s kódem kvality vody.

Obrázek 2 ukazuje vývoj změn v kvalitě koupacích vod v ČR v letech 2004–2006. Vyplývá z něj, že počet oblastí koupání, který nevyhovoval povinným hodnotám (NC), se snížil v roce 2006 na 16 oblastí koupání (8,5 %). Počet zákazů koupání se zvýšil oproti roku 2005 ze 17 na 18. Největší pokles je u kategorie nedostatečné vzorkování (NF) ze 14 oblastí koupání na 4. Nejčastějším problémem s jakostí přírodních koupacích vod v ČR je masový výskyt sinic. Jedním z hlavních úkolů je ochrana oblastí koupání před různorodými zdroji znečištění (mikrobiologické znečištění, fosfor) [10].

Závěr

Zprávy o kvalitě koupacích vod za uplynulou koupací sezonu v jednotlivých členských státech jsou volně dostupné na stránkách Evropské komise na adrese http://ec.europa.eu/environment/water/index_en.htm.

Data o kvalitě koupacích vod v České republice jsou od roku 2006 zveřejňována na internetové adrese http://geoportal.cenia.cz. Obecné informace o koupání ve volné přírodě jsou dostupné na stránkách Státního zdravotního ústavu (http://www.szu.cz/chzp/koupani/), Výzkumného ústavu vodohospodářského, v.v.i. (http://heis.vuv.cz), Ministerstva zdravotnictví i na stránkách krajských hygienických stanic (KHS).

Literatura

[1] Grünwaldová, H., Pumann, P., Zbořil, A. a Runštuk, J. Koupací vody v ČR podle směrnice 76/160/EHS. Sborník konference Vodárenská biologie, 30. 1.–31. 1. 2007. Praha, 2007, s. 216–217.

[2] Grünwaldová, H. Koupací vody. Závěrečná zpráva výzkumného úkolu č. 3061. Praha : VÚV T.G.M., listopad 2006, 31 s.

[3] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).

[4] Vyhláška č. 168/2006 Sb., kterou se stanoví povrchové vody využívané ke koupání osob.

[5] Vyhláška č. 135/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity venkovních hracích ploch.

[6] Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví ve znění pozdějších předpisů.

[7] Jakost vod ke koupání. Koupací sezona 2005. Souhrnná zpráva Evropské komise, květen 2006, 21 s.

[8] Zpráva České republiky o implementaci směrnice Rady 76/160/EEC z 8. 12. 1975 o jakosti vody ke koupání. Zpráva o kvalitě vody využívané pro koupání osob a její nejdůležitější charakteristiky za rekreační sezonu 2005. Ministerstvo zdravotnictví a Ministerstvo životního prostředí, prosinec 2005.

[9] Zpráva České republiky o implementaci směrnice Rady 76/160/EEC z 8. 12.1 975 o jakosti vody ke koupání. Zpráva o kvalitě vody využívané pro koupání osob a její nejdůležitější charakteristiky za rekreační sezonu 2006. Ministerstvo zdravotnictví a Ministerstvo životního prostředí, prosinec 2006.

[10] Pumann, P. a Kupková O. Přírodní koupací vody v České republice v sezonách 2004 a 2005. Praha : Státní zdravotní ústav, červenec 2006, s. 11.

[11] Bathing water quality. Annual report, the Czech Republic 2006 bathing season. Results and comments. The European Commission, květen 2007, 4 s.

Ing. Helena Grünwaldová, CSc.
VÚV T.G.M., v.v.i., e-mail: helena_grunwaldova@vuv.cz

Lektoroval prof. Ing. Pavel Pitter, DrSc., červenec 2007

Key words
bathing areas, quality of bathing water

Tabulka 3. Přehled kvality koupacích vod v ČR za koupací sezonu 2006

CZ 1	Koupací vody r. 2006	Česká republika
ŽDÁR NAD SÁZAVOU	JENÍKOV	PLZEŇ 1
1 VN PILSKÁ 10	62 ZBYTKOVÁ JÁMA DOLU BARBORA 50	125 KAMENNÝ RYBNÍK 50
ŽELIV	JINDŘICHŮV HRADEC	126 KOUPALIŠTĚ OSTENDE 40
2 VN VŘESNÍK 20	63 RYBNÍK VAJGAR 50	127 LOM - JEZÍRKO KOŠUTKA 20
ŽUPANOVICE	KADAŇ	128 SENECKÝ RYBNÍK 20
3 VN SLAPY - ŽUPANOVICE 50	64 NÁDRŽ PRUNÉŘOV 50	129 ŠÍDLOVSKÝ RYBNÍK 40
BABYLON	65 VN NECHRANICE - TUŠIMICE 50	130 VELKÝ BOLEVECKÝ RYBNÍK 40
4 RYBNÍK BABYLON 40	KARLOVICE	PNOVANY
BAKOV NAD JIZEROU	66 KOUPALIŠTĚ SEDMIHORKY 10	131 VN HRACHOLUSKY - NA RADOSTI 40
5 PÍSNÍK BAKOV N. JIZEROU 50	KARLOVY VARY	PODĚBRADY
BAŠKA	67 KOUPALIŠTĚ ROLAVA - KARLOVY VARY 20	132 JEZERO PODĚBRADY 20
6 VN BAŠKA 50	KLUČENICE	POZLOVICE
BÍLOVEC	68 VN ORLÍK - PODSKALÍ 50	133 VN LUHAČOVICE - PLÁŽ U HRÁZE 10
7 BÍLOVECKÝ RYBNÍK - ÚDOLÍ MLADÝCH 40	KNĚŽMOST	134 VN LUHAČOVICE - PLÁŽ U KEMPU 10
BÍTOV	69 KOMÁROVSKÝ RYBNÍK - PLÁŽ V LESE 10	PRAHA 15
8 VRANOVSKÁ PŘEHRADA - PLÁŽ BÍTOV 50	KOŽLÍ	135 NÁDRŽ HOSTIVAŘ 40
BLANSKO	70 KOUPALIŠTĚ KOŽLÍ 50	PRAHA 4
9 VN PALAVA 50	KOPŘIVNICE	136 KOUPALIŠTĚ LHOTKA 50
BOHOSTICE	71 VN VĚTŘKOVICE 50	PRAHA 5
10 VN ORLÍK - LAVIČKY 40	KOSTELEC NAD ORLICÍ	137 RYBNÍK MOTOL 40
BOHUMÍN	72 TICHÁ ORLICE BOROHRÁDEK - SPLAV 20	PRAHA 6
11 PÍSKOVNA - KALIŠOVO JEZERO 50	KRÁLŮV DVŮR	138 NÁDRŽ DŽBÁN 40
12 PÍSKOVNA - VRBICKÉ JEZERO 50	73 RYBNÍK POPOVICE 40	PRAHA-KUNRATICE
BOHUŠOV	KRÁSNÁ HORA	139 RYBNÍK ŠEBERÁK 20
13 BOHUŠOVSKÝ RYBNÍK 50	74 ŘEDKOVSKÝ RYBNÍK 10	PŘELOUČ
BOŇKOV	KŘEČOVICE	140 PÍSNÍK MĚLICE 40
14 RYBNÍK KACHLIČKA 10	75 VN SLAPY - NOVÁ ŽIVOHOŠŤ 50	PŘÍBRAM
BRANŽEŽ	KRUCEMBURK	141 NOVÝ RYBNÍK 50
15 KOMÁRIVSKÝ RYBNÍK - PLÁŽ KŘINEC 10	76 RYBNÍK ŘEKA 10	RABYNĚ
BRANDÝS NAD LABEM-STARÁ BOLESLAV	LANŠKROUN	142 VN SLAPY - MĚŘÍN 50
16 PROBOŠTSKÁ JEZERA 40	77 RYBNÍK DLOUHÝ U LANŠKROUNA 50	143 VN SLAPY - NOVÁ RABYNĚ 50
BŘEZINA	LESKOVEC NAD MORAVICÍ	RAKOVNÍK
17 VN BŘEZINA 50	78 VN SLEZSKÁ HARTA - LESKOVEC NAD MORAVICÍ 50	144 TYRŠOVO KOUPALIŠTĚ 50
BRUŠPERK	LETOVICE	RASNÁ
18 VN BRUŠPERK I 50	79 VN LETOVICE - SVITAVICE 50	145 VELKÝ PAŘEZITÝ RYBNÍK 50
BUDUŠOV NAD BUDIŠOVKOU	80 VN LETOVICE - VRANOVÁ 50	ŘÍČANY
19 NÁDRŽ - AUT. BUDIŠOV NAD BUDIŠOVKOU 30	LHOTA	146 RYBNÍK JUREČEK 30
BYSTŘICE NAD PERŠTEJNEM	81 PÍSNÍK LHOTA 50	ŘÍDELOV
20 DOMANÍNSKÝ RYBNÍK 40	LIBEREC (NEČLENĚNÉ MĚSTO)	147 MALÝ PAŘEZITÝ RYBNÍK 50
BYSTŘIČKA	82 VN HARCOV - HRÁZ 50	ROUDNO
21 VN BYSTŘIČKA - HLAVNÍ PLÁŽ 50	83 VN HARCOV - PLÁŽ 40	148 VN SLEZSKÁ HARTA - ROUDNO I 50
22 VN BYSTŘIČKA - PLÁŽ U HRÁZE 50	LIBUŇ	RUMBURK
ČERNÁ V POŠUMAVÍ	84 OBORSKÝ RYBNÍK - U RZ EDEN 20	149 RYBNÍK RUMBURK 50
23 VN LIPNO - PLÁŽ ČERNÁ V POŠUMAVÍ 50	85 OBORSKÝ RYBNÍK - U VEŘ. TÁBOŘIŠTĚ 20	RÝMAŘOV
ČERNOŠICE	LIPNO NAD VLTAVOU	150 RYBNÍK ENDROVICE 40
24 VN SLAPY - ŽDÁŇ 50	86 VN LIPNO - PLÁŽ LIPNO NAD VLTAVOU 50	SEČ
ČERVENÁ ŘEČICE	LUČINA	151 VN SEČ - HOJEŠÍN 20
25 VN TRNÁVKA 40	87 VN ŽERMANICE - LUČINA 50	152 VN SEČ - POD SEMTÍNEM 20
ČESKÁ SKALICE	LULEČ	153 VN SEČ - ÚSTUPKY 20
26 VN ROZKOŠ - U AUTOKEMPINKU 10	88 KOUPALIŠTĚ LULEČ 50	SEDLICE
CHBANY	MARIANSKÉ LÁZNĚ	154 VN SEDLICE 40
27 VN NECHRANICE - KEMP U HRÁZE 40	89 LIDO 50	ŠKRDLOVICE
CHEB	MECLOV	155 RYBNÍK VELKÉ DÁŘKO 50
28 JESENICE - DŘENICE 50	90 RYBNÍK HORŠOVSKÝ TÝN-PODHÁJÍ 40	SLOUP V ČECHÁCH
29 VN SKALKA - U ATC PODHOŘÍ 10	MIKULÁŠOVICE	156 KOUPALIŠTĚ SLOUP V ČECHÁCH 30
CHLUM U TŘEBONĚ	91 RYBNÍK MIKULÁŠOVICE 50	SMRČNÁ
30 RYBNÍK HEJTMAN 50	MILEŠOV	157 RYBNÍK ČERNÝ 50
CHOMUTOV	92 VN ORLÍK - POPELÍKY 40	SOBĚŠOVICE
31 KAMENCOVÉ JEZERO 50	93 VN ORLÍK - TRHOVKY 40	158 VN ŽERMANIVE 50
CHOTĚBOŘ	MILOTICE NAD BEČVOU	SOKOLOV
32 BŘEVNICKÁ NÁDRŽ 50	94 ŠTĚRK. JEZERO II - MILOTICE NAD BEČVOU 50	159 VN MICHAL 50
CHOTILSKO	MOST	160 VN MICHAL - KOUP. NA LEVÉM BŘEHU 50
33 VN SPAPY - ŽIVOHOŠŤ 50	95 VN VRBENSKÝ - KEMP MATYLDA 50	STAŇKOV
DOKSY	96 ZBYTKOVÁ JÁMA DOLU BENEDIKT 40	161 STAŇKOVSKÝ RYBNÍK 50
34 MÁCHOVO JEZERO - BORNÝ 50	MRÁKOV	SUCHÝ
35 MÁCHOVO JEZERO - DOKSY 50	97 LOM KLÍČOV U MRÁKOVA 40	162 SUCHÝ RYBNÍK 40
36 MÁCHOVO JEZERO - KLUČEK 50	MŠENÉ-LÁZNĚ	SVITAVY
37 MÁCHOVO JEZERO - PLÁŽ U HOTELU PORT 40	98 NÁDRŽ MŠENÉ-LÁZNĚ 50	163 RYBNÍK ROSNIČKA 40
38 MÁCHOVO JEZERO - STARÉ SPLAVY 40	NAPAJEDLA	SVOBODNÉ HEŘMANICE
DOLNÍ DOMASLAVICE	99 SLEPÉ RAMENO MORAVY - PAHRBEK 10	164 LOM SVOBODNÉ HEŘMANICE 50
39 VN ŽERMANICE – DOLNÍ DOMASLAVICE 50	NEKOŘ	TATROVICE
DUBÁ	100 VN PASTVINY - PETRŮV PALOUK 40	165 VN TATROVICE 50
40 KOUPALIŠTĚ NEDAMOV 50	NOVÁ PLÁŇ	TELNICE
FRÝDEK-MÍSTEK	101 SLEZSKÁ HARTA - NOVÁ PLÁŇ 50	166 ZBYTKOVÁ JÁMA DOLU VARVAŽOV 50
41 VN OLEŠNÁ-MÍSTEK 50	NOVÉ MĚSTO NA MORAVĚ	TĚRLICKO
FRYŠAVA POD ŽÁKOVOU HOROU	102 RYBNÍK SYKOVEC 50	167 VN TĚRLICKO - TĚRLICKO - PACAŮVKA 50
42 RYBNÍK MEDLOV 40	NOVÉ MĚSTO POD SMRKEM	168 VN TĚRLICKO - POD MOTELEM 50
HAMR NA JEZEŘE	103 KOUPALIŠTĚ NOVÉ MĚSTO POD SMRKEM 40	169 VN TĚRLICKO - TĚRLICKO STŘED 50
43 HAMERSKÝ RYBNÍK 10	NOVÝ HROZENKOV	TVAROŽNÁ LHOTA
HEŘMANŮV MĚSTEC	104 NOVÝ HROZENKOV 50	170 VN LUČINA - DOLNÍ ČÁST 40
44 KOUPALIŠTĚ KONOPÁČ 40	NOVÝ JIČÍN	171 VN LUČINA - HORNÍ ČÁST 30
HLUČÍN	105 VN ČERŤÁK 50	172 VN LUČINA - STŘED 30
45 ŠTĚRKOVNA HLUČÍN 50	ODRY	TVRTKOV
HNAČOV	106 VN VÍTOVKA 40	173 RYBNÍK TVRDKOV 50
46 RYBNÍK HNAČOV 20	OHAŘICE	ÚLICE
HODSLAVICE	107 KOUPALIŠTĚ STŘEDISKO SKLÁŘ 50	174 VN HRACHOLUSKY - HRÁZ 40
47 VN KACABAJA 50	OKROUHLÁ	ÚŠTĚK
HOLICE	108 VN JESENICE - U ATC RYBÁŘSKÁ BAŠTA 50	175 RYBNÍK CHMELAŘ 50
48 RYBNÍK HLUBOKÝ 50	109 VN JESENICE - U ATC VÁCLAV 50	ÚSTÍ NAD LABEM-MĚSTO
HOŘICE	OLEKSOVICE	176 HABROVICKÝ RYBNÍK 20
49 KOUPALIŠTĚ DACHOVA U HOŘIC 50	110 VN OLEKSOVICE 50	VARNSDORF
HORKA NAD MORAVOU	OPATOVICE NAD LABEM	177 VARNSDORFSKÝ RYBNÍK 50
50 PODĚBRADY - PLANÉ LOUČKY 50	111 PÍSNÍK BŘEZHRAD (U NÁDRAŽÍ) 50	VELHARTICE
51 PODĚBRADY - U PŘÍSTAVIŠTĚ 50	OPAVA (NEČLENĚNÁ ČÁST MĚSTA)	178 RYBNÍK BUŠEK 20
HORNÍ BEČVA	112 STŘÍBRNÉ JEZERO 50	VELKÝ ŠENOV
52 VN HORNÍ BEČVA 30	ORLÍK NAD VLTAVOU	179 NÁDRŽ VELKÝ ŠENOV 50
HORNÍ DUBENKY	113 VN ORLÍK - ATC RADAVA 40	VELTRUBY
53 RYBNÍK NADYMAČ 40	114 VN ORLÍK - VEŘEJNÉ TÁBOŘIŠTĚ PODOLSKO 10	180 PÍSNÍK HRADIŠŤKO I 40
HORNÍ PLANÁ	115 VN ORLÍK - TÁBOŘIŠTĚ VOJNÍKOV 20	VĚMYSLIVCE
54 VN LIPNO - PLÁŽ HORNÍ PLANÁ 50	OSTROŽSKÁ NOVÁ VES	181 KOUPALIŠTĚ VĚMYSLICE 50
HRADEC KRÁLOVÉ	116 PŘÍRODNÍ KOUPALIŠTĚ KÁMEN 50	VRANOV NAD DYJÍ
55 STŘÍBRNÝ RYBNÍK 50	OTROKOVICE	182 VRANOVSKÁ PŘEHRADA - PLÁŽ VRANOV 50
HRÁDEK NAD NISOU	117 BAHŇÁK - ŠTĚRKOVIŠTĚ OTROKOVICE 40	VŠEMINA
56 KOUPALIŠTĚ KRISTÝNA - HRÁDEK N. NISOU 40	PALKOVICE	183 RETENČNÍ NÁDRŽ VŠEMINA 50
HROB	118 VN OLEŠNÁ-PALKOVICE 50	VYŽLOVKA
57 NÁDRŽ HROB-KŘIŽANOV 50	PASOHLÁVKY	184 VYŽLOVSKÝ RYBNÍK 40
HROZNĚTÍN	119 VN N. MLÝNY - HOR. NÁDRŽ - LAGUNA 1 40	VÝROVICE
58 VELKÝ RYBNÍK 10	120 VN N. MLÝNY - HOR. NÁDRŽ - LAGUNA 2 40	185 VN VÝROVICE 50
JABLONEC NAD NISOU	PASTVINY	VYSOKÁ PEC
59 VN MŠENO - PLÁŽ U KIOSKU 50	121 VN PASTVINY - PANELOVKA 50	186 NÁDRŽ VYSOKÁ PEC 40
60 VN MŠENO - PLÁŽ U PRUTU 50	122 VN PASTVINY - ŠLECHTŮV PALOUK 40	ZÁKUPY
JEDOVNICE	123 VN PASTVINY - U KAPLIČKY 40	187 KOUPALIŠTĚ ZÁKUPY 50
61 RYBNÍK OLŠOVEC 10	PLUMLOV	ZAVLEKLOV
	124 VN PLUMLOV 10	188 RYBNÍK VALCHA 10

Legenda:

Zákaz koupání	10
Vody nevyhovující limitním hodnotám	20
Vody nedostatečně vzorkované	30
Vody vyhovující limitním hodnotám	40
Vody vyhovující doporučeným hodnotám	50

Bathing water in the Czech Republic according to Council Directive 76/160/EEC (Grünwaldová, H.)

The Czech Republic monitored 188 bathing areas, all of them freshwater in 2006. Complete results are shown in Tables and Graphs for bathing waters since they were first monitored and reported systematically (from 2004). They give an overview of the numbers and percentages for five parameters: the microbiological parameters "total coliforms" and "faecal coliforms" and the physico-chemical parameters "mineral oils", "surface-active substances" and "phenols".

"Quality of bathing water" report is available on the Internet *http://ec.europa.eu/environment/water/index_en.htm.* Before 31 December, the Czech Republic reports the results of the sampling to the Commission. On the basis of the results, the Commission publishes the quality assessments.

DEGRADACE JAKOSTI PITNÉ VODY PŘI JEJÍ AKUMULACI

Jana Hubáčková, Jana Říhová Ambrožová, Iva Čiháková

Klíčová slova
pitná voda, jakost vody, nárosty, biofilmy, akumulace, vodojem, konstrukční řešení

Souhrn

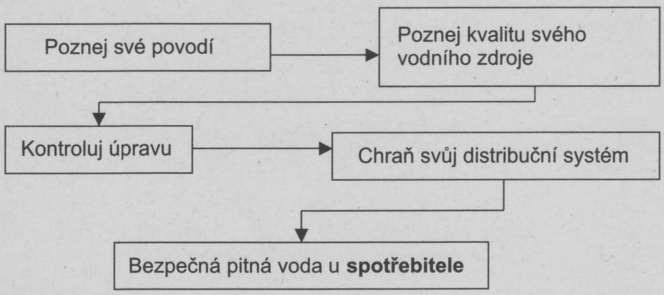
Jakost pitné vody ve vodojemech je součástí celého systému zásobování spotřebitelů. Zjišťování příčin jejích změn (fyzikálně-chemických, hydrobiologických, mikrobiologických a vlivu vzdušného spadu) je náplní řešeného projektu a tohoto článku.

Úvod

V roce 2005 se Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., Ústav technologie vody a prostředí VŠCHT a katedra zdravotního a ekologického inženýrství Stavební fakulty ČVUT zúčastnily společně veřejné soutěže NAZV na řešení projektu zaměřeného na problematiku degradace jakosti pitné vody při její akumulaci. Po úspěšném výběrovém řízení a rozhodnutí o financování a podpoře výzkumu byly v prosinci 2005 zahájeny práce na projektu **„Výzkum řešení degradace jakosti pitné vody při její akumulaci“.**

Jakost pitné vody dodávané v rámci veřejného zásobování spotřebitelů je stále v zorném poli nejen světových odborníků zabývajících se výrobou pitné vody, ale také pracovníků kontrolujících její jakost. Světová zdravotnická organizace (WHO) vydala nová **Doporučení pro kvalitu pitné vody** (3. vydání, 2004), která zahrnují mimo jiné **určitou koncepci** pro systém zajišťování nezávadné pitné vody. Obsahují zdravotní kritéria, plány pro zajištění bezpečné pitné vody a pro nezávislou regulaci. Mezinárodní asociace pro vodu – International Water Association (IWA) vydala v září 2004 **Bonnskou chartu pro bezpečnou pitnou vodu**. Doporučení WHO a Bonnská charta jsou vzájemně propojené, doplňující se dokumenty [1]. Důležitou strategií při zásobování spotřebitelů bezpečnou pitnou vodou je vícebariérový přístup [2].

Zásobování vodou je možné považovat za **systém**. Realizace cíle tohoto systému, tj. „zajištění bezpečnosti pitné vody“, vyžaduje určitý počet **kroků**. Ty mají působit jako **bariéry**, při nichž jsou jednotlivé činnosti navrženy tak, aby minimalizovaly pravděpodobnost vstupu znečišťujících látek do systému zásobování vodou a snižovaly či omezovaly obsah těch znečišťujících látek, které se již ve zdroji vody nacházely. Každá z bariér tak zajišťuje další snížení rizika, že jakost vody nebude v souladu s platnými právními předpisy. Dojde-li k výpadku jednoho z kroků, pak ostatní bariéry poskytují ochranu i nadále. Je důležité, aby „management rizik byl úplný“ [2]. Proto musí pokrývat celý systém zásobování vodou od povodí až k odběrateli (*obr. 1*).



Obr. 1. Zásady zásobování pitnou vodou

Popisovaný projekt NAZV se zabývá akumulací vody – vodojemy (VDJ) **jako částmi distribučního systému**. Jeho cílem je zamezit organoleptickým a hygienickým závadám.

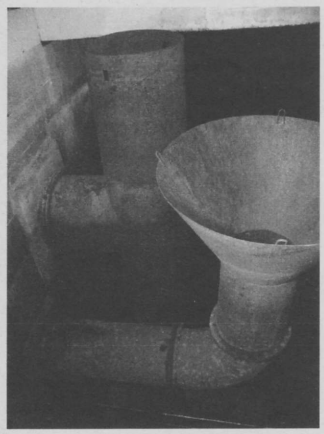
Na začátku roku 2006 probíhala jednání s provozovatelskými organizacemi, při nichž se upřesňovala míra jejich spolupráce na řešení projektu. Protože jsme chtěly vycházet z reálných podmínek praxe, bylo rozhodnuto, že pro vyhodnocování stavu bude použit systém benchmarkingu. Jelikož bylo zapotřebí zohlednit zároveň podmínky praxe i bezpečnosti práce, rozhodly jsme, že se odběry vzorků budou provádět zásadně vždy před čištěním vodojemu, to jest v době jeho odstávky. Při výběru lokalit spolu s provozovatelskými organizacemi byla zohledněna následující kritéria:

- typ zdroje, ze kterého je upravována pitná voda přicházející do VDJ (podzemní voda, povrchová voda, směs povrchové a podzemní vody),
- účel/funkce VDJ v celém systému (zásobní, přerušovací, provozní),
- poloha/umístění VDJ (zemní, věžový),
- perioda čištění VDJ,
- přínos spolupráce na projektu pro zúčastněnou provozovatelskou organizaci.

Řešení a jeho výsledky

Hlavní nebezpečí u vodojemů a přerušovacích komor spočívá v možnosti kontaminace volné hladiny pitné vody organickými i anorganickými látkami. Příčiny mohou být v nedostatečném zabezpečení funkce objektů, v předimenzování systému, v dlouhé době zdržení vody, v nevhodně umístěném přítoku a odtoku (*obr. 2*), stagnaci vody, nebo naopak zkráceném koloběhu mezi přítokem a odtokem, ale zejména pak v nevhodně řešeném větrání jednotlivých akumulačních komor.

Odvětrání je potřebné nejen k udržení čerstvé zásoby vzduchu nad vodní hladinou, ale také z konstrukčních důvodů. Průřezová plocha větracích kanálů nebo velikost jejich otevření by měla být založena na rychlosti proudění vzduchu cca 15 $m.s^{-1}$. Přívod by měl být navržen tak, aby efektivně zabránil vniknutí hmyzu, proniknutí mikroorganismů a vzdušného spadu (rostlinné zbytky, pylová zrna, travní zbytky, ptačí peří, houby, prachové částice) do akumulačních komor [3].



Obr. 2. Vtok, odtok do spotřebiště a bezpečnostní přeliv v jednom místě nádrže VDJ

Biologicky stabilní pitná voda by měla obsahovat natolik nízké koncentrace rozložitelných organických látek a minerálních živin, aby ani za příhodných podmínek nebyl umožněn růst a rozmnožování mikroorganismů. V případě biologické nestability pitné vody je významná i vzdušná kontaminace. Z výše uvedených důvodů byla do projektu kromě chemických, fyzikálně-chemických, technologických, stavebních a hydraulických charakteristik zařazena i biologická problematika, týkající se vzdušné kontaminace a tvorby biofilmů a nárostů na smáčených stěnách v akumulacích, které pocházejí z rozmnožovacích stadií transportovaných vodou či vzduchem.

Problematika tvorby biofilmů a nárostů, jejich složení a charakteristika však není dosud v oblasti vodárenství legislativně ošetřena. Pro metody odběru vzorků stěrů, nárostů a sedimentů nejsou k dispozici jednoznačné metody, způsob kvantifikace a interpretace údajů. Proto byly v průběhu řešení projektu posuzovány i jednotlivé metody odběru vzorků (ČSN EN 25 667, ČSN ISO 5667, TNV 75 5941, TNV 75 7121) [4]. Odebrané vzorky akumulované vody či stěrů jsou z hydrobiologického a mikrobiologického hlediska posuzovány stanovením mikroskopického obrazu podle ČSN 75 7712 a ČSN 75 7713. Jako příklady nacházeného abiosestonu [5] lze uvést korozní produkty, sraženiny železa, konkrece vápna, písek, detritus, celulózu, textilní vlákna, zbytky rostlinných pletiv, škrob, pylová zrna, schránky centrických a penátních rozsivek, schránky obrněnek (*Ceratium*), schránky krytének, zbytky schránek a krunýřů vířníků a korýšů, motýlí šupiny, štětiny a svlečky máloštětinatců. Příklady nacházeného biosestonu jsou bakteriální shluky, železité bakterie (*Gallionella, Leptothrix*), hyfy a konidie mikromycet (zejména *Alternaria solani, Alternaria* sp.), obrněnky (*Peridiniopsis*), rozsivky (*Cyclotella, Navicula, Fragilaria, Synedra, Tabellaria, Asterionella, Melosira, Aulacoseira*), chlorokokální řasy (*Chlorella, Scenedesmus, Stichococcus*), krásnoočka (*Trachelomonas* sp.), bezbarví bičíkovci, nálevníci, měňavky, nauplia a dospělci korýšů *Cyclops* sp., vířníci (*Cephalodella, Rotaria, Asplanchna* apod.), háďátka – *tabulka 1.*

Při mikroskopickém rozboru jsou často zaznamenávány hyfy mikromycet či vlákna železitých bakterií. Informaci o jejich vitalitě nám mikroskopický rozbor neposkytne, proto byly do testů zařazeny i testy biologické aktivity (pro biologickou stabilitu pitné vody je to podstatná informace). V projektu byly použity BART™ testy pro stanovení železitých bakterií. Do výrobcem připravené sterilní zkumavky (50 ml) se odebere vzorek vody, 15 ml vzorku se přelije do další speciální zkumavky, ve které jsou v podobě prášku přítomny reagencie (podle určitého indikátoru). Tato zkumavka se uzavře a podle návodu od výrobce se její obsah protřepe/neprotřepe a kultivuje se v horizontální/vertikální poloze ve tmě/na světle. Každý den se sleduje barva média a případné reakce, např. tvorba bublinek, sedimentu či barevných proužků. Výsledkem testu BART™ je pak přibližný počet bakterií (ktj·ml^{-1}), který se odečte z diagramu či barevné reakce testu. Doporučujeme provádět i monitoring přítomnosti/nepřítomnosti fyziologických skupin bakterií (např. železité, slizotvorné, sírany redukující, denitrifikační a nitrifikační, celkové aerobní, fluorescenční pseudomonády).

Při řešení projektu bylo nutné vzít v úvahu značné nároky na přípravu selektivních půd, laboratorních pomůcek a dále nároky na pracnost a provedení kultivačních technik. Proto jsme se inspirovaly rychlými screeningovými metodami, které jsou komerčně dodávány (*obr. 3*). Pro odběr vzorků stěrů (i vzorků vody) jsou použitelné tzv. pádlové testery, které mají definované rozměry destičky. Na destičce je přímo výrobcem

nanesena kultivační půda (na rubové i lícní straně). Testery lze ponořit do vzorku sledované vody, či je přímo otisknout na povrch, a tím odebrat stěr. Pádlové testery (rubová a lícní strana obsahuje jinou živnou půdu) slouží pro záchyt vždy dvou typů specifických skupin organismů, např. na jedné ploše testeru lze kultivovat celkové aerobní bakterie a na druhé ploše např. koliformní bakterie, plísně a kvasinky či provádět kontrolu dezinfekce. Testery se kultivují ve tmě buď při laboratorní teplotě, či při 36 °C (popř. 37 °C) a po 24 h, 48 h až 5–7 dnech (podle stanovení) se plocha s narostlými koloniemi porovnává s ilustračními tabulkami udávajícími titr (10^x počtu mikroorganismů). Rychlé screeningové metody jsme postupně aplikovaly při odběrech vzorků vody a stěrů ze smáčených ploch ve vodojemech (za provozu, při odstávce během čištění).

Výhodou rychlých screeningových metod není jen způsob odběru, ale i fakt, že vzorek je nanesen (otisknut) přímo na plochu kultivačního média, ze kterého se po určité době kultivace odečítá přibližné množství mikroorganismů. Výsledky rozborů provedených na základě pádlových testerů či testů biologické aktivity mají informativní charakter a jsou naprosto dostačující pro vymezení rozsahu manipulace v objektech vodojemů. Důležité je zdůraznit, že pádlové testery se zachycenými organismy jsou porovnávány s kultivačními technikami. Již nyní můžeme prohlásit, že věrohodnost screeningového stanovení je vysoká (*tabulka 2*).

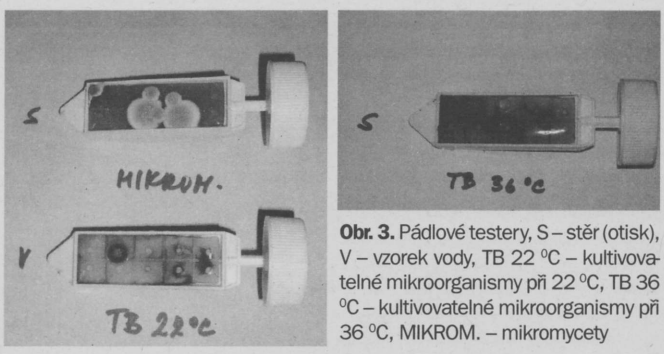
Ke zjišťování rozsahu znečištění vodojemů jsme použily následující indikátory [5]: celkové aerobní bakterie (lze kultivovat při 22 °C a 37 °C), kvasinky a plísně, kontrolu dezinfekce a koliformní bakterie. Ze zjištěných počtů mikrobiální kontaminace bude pak určena kategorizace vodojemů a způsob vhodného ošetření, optimalizace provozu a čištění (harmonogram, způsob čištění, četnost). V průběhu řešení projektu budou výsledky mikrobiologických ukazatelů postupně posuzovány a porovnávány. Výsledky budou pak použity jako podklady pro přepracování stávající normy ČSN 73 6650 Vodojemy.

Současně se v projektu zaměřujeme na mikrobiální kontrolu ovzduší v prostorách vodojemů a akumulací, kdy do vybraných míst umísťujeme Petriho misky se selektivním agarem pro záchyt mikromycet, plísní a kvasinek. Otevřené misky jsou ponechány po dobu 15 minut v objektu, poté jsou uzavřeny, v laboratoři kultivovány a po určité době expozice (5 až 7 dní) jsou narostlé kolonie vyhodnoceny a posouzeny pod mikroskopem (*obr. 4*).

Jelikož je interpretace takto získaných výsledků dosti problematická (co do množství či objemu vzduchu působícího na agarovou plochu odkryté misky), pracuje se v současné době na vhodnější metodice odběru vzorků a jejich vyhodnocování (princip a způsob odběru vzorků vzduchu, místo a doba expozice, kvantifikace a vyhodnocení). Při odběrech vzorků ovzduší jsme se inspirovaly způsobem odběru vzorků (např. aeroskopem) a požadavky uvedenými ve vyhlášce MZd č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností některých staveb. Při studiu této vyhlášky můžeme vycházet nejen z výběru biologických ukazatelů, ale také z jejich limitů. Například § 5 vyhlášky uvádí, že je nepřípustný viditelný nárůst plísní na zdech a povrchu pobytových místností, což by se mělo aplikovat i na posuzování povrchu stěn v prostorách vodojemů.

Tabulka 1. Příklad části protokolu o provedení hydrobiologického rozboru

HYDROBIOLOGICKÝ ROZBOR		
Specifikace vzorku: stěr		
Postup odběru vzorku: stěr molitanem ze smáčené stěny objektu		
Použitá metoda: stanovení mikroskopického obrazu podle ČSN 75 7712 a ČSN 75 7713		
Úprava vzorku: odebraný stěr doplněn na místě na objem 50 ml, neprováděna centrifugace		
Biosestón		
celkový počet organismů: 0 org·ml^{-1}	**počet živých organismů:** 0 org·ml^{-1}	**počet mrtvých organismů:** 0 org·ml^{-1}
Do počtu biosestonu nezahrnuto:	**Abundance**	
železité bakterie, *Gallionella, Leptothrix*	2	
Abiosestón		
Typ abiosestonu	**Abundance**	
korozní produkty, sraženiny železa	3	
schránky centrických rozsivek	3	
detritus	3	
písek	3	
ptačí peří	1	
Celková abundance vzorku: > 40 %		



Obr. 3. Pádlové testery, S – stěr (otisk), V – vzorek vody, TB 22 °C – kultivovatelné mikroorganismy při 22 °C, TB 36 °C – kultivovatelné mikroorganismy při 36 °C, MIKROM. – mikromycety

Požadavky na kvalitu vnitřního prostředí staveb vyžadují takovou čistotu ovzduší, v níž není překročena koncentrace bakterií o hodnotě 500 ktj na 1 m^3 vzduchu (vykultivovaných při 30 °C) a koncentrace plísní 500 ktj na 1 m^3 vzduchu (vykultivovaných při 25 °C). Pokud se tyto limity týkají ovzduší přípustného pro pobyt osob v budovách, můžeme z nich vycházet i při posuzování jakosti vzduchu v objektech vodojemů, v místě akumulací pitné vody.

Výsledky shromážděné z celého souboru vybraných vodojemů po 1,5 roce řešení jsou velmi zajímavé a pro praxi přínosné. Mnohé prokazují nutnost věnovat této problematice soustředěnou pozornost.

Literatura

[1] Kožíšek, F. Bonnská charta není jen kus papíru. SOVAK, 2005, č. 7–8, s. 20–23.

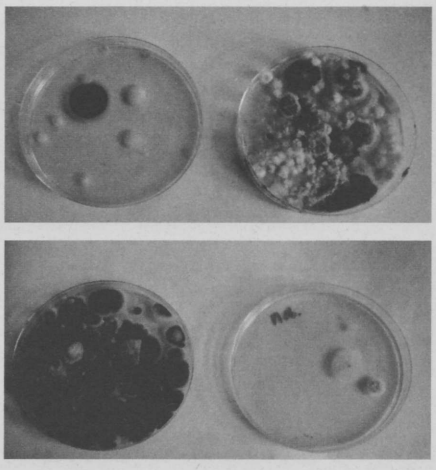
[2] Water Safety Plans. Managing drinking-water quality from catchment to consumer. (Plány pro zajištění bezpečnosti vody – Řízení kvality pitné vody od povodí ke spotřebiteli). World Health Organisation, 2005.

[3] Hubáčková, J., Ambrožová, J. a Čiháková, I. Strategie sledování, hodnocení a konečného zabezpečení požadavků na jakost vody v akumulacích. Sborník přednášek X. mezinárodní vodohospo-

Tabulka 2. Příklad části protokolu o provedení mikrobiologického rozboru

MIKROBIOLOGICKÝ ROZBOR			
Odběr a úprava vzorku: na smáčený a vlhký povrch obtisknut povrch pádlového testeru a uložen do termostatu podle specifikovaného ukazatele, popř. 1 ml vzorku převeden na povrch předsušené misky se selektivní půdou			
Použitá metoda: pádlové testery, misky se selektivní půdou			
Sledovaný ukazatel	**Počty kolonií, titr**	**Metoda**	**Doba kultivace**
Celkové aerobní bakterie 36 °C	10^1	pádlový tester	24–48 h
Kultivovatelné při 36 °C	5600 ktj·ml^{-1}	selektivní miska	24–48 h
Celkové aerobní bakterie 22 °C	10^3	pádlový tester	72 h
Koliformní bakterie	< 10^1	pádlový tester	24–48 h
Koliformní bakterie	1 ktj·ml^{-1}	selektivní miska	24–48 h
Kontrola dezinfekce	< 10^1	pádlový tester	24–48 h
Enterokoky	2 ktj·ml^{-1}	selektivní miska	24–48 h
Kvasinky a plísně	10^1	pádlový tester	5 dní
Patogenní plísně	> 300 ktj·ml^{-1}	selektivní miska	5 dní
Železité bakterie	**2300 ktj.ml^{-1}, 5. den BR***	IRB BART tester	9 dní

*reakce pozitivní 5. den od odběru, BR = brown rings podle BART diagramu



Obr. 4. Příklad spadu mikromycet na selektivní agarové misky

dářské konference, 16.–17. 3. 2006, Zlínská vodárenská, a. s., s. 59–62.
[4] Říhová Ambrožová, J. Rychlé screeningové metody hodnocení kvality vody a povrchů ve vodárenských provozech. Sborník konference Vodárenská biologie 2007, Praha 30.–31. 1. 2007, s. 42–46.
[5] Hubáčková, J., Ambrožová, J. a Čiháková, I. Předběžné výsledky z řešeného projektu Význam degradace jakosti pitné vody při její akumulaci. Sborník konference Vodárenská biologie 2007, Praha 30.–31. 1. 2007, s. 37–41.

Autorky děkují agentuře NAZV za finanční podporu při řešení projektu 1G58052, dále MSM6046137308 a MSM6840770002.

Ing. Jana Hubáčková, CSc.
Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i.,
jana_hubackova@vuv.cz
RNDr. Jana Říhová Ambrožová, Ph.D.
VŠCHT, Ústav technologie vody a prostředí,
jana.ambrozova@vscht.cz
doc. Ing. Iva Čiháková, CSc.
ČVUT Praha, Fakulta stavební, cihakova@fsv.cvut.cz
Lektoroval Ing. Václav Mergl, CSc., srpen 2007

Key words
drinking water, quality water, advance growth, biofilm, water accumulation/water storage, water-supply tank/reservoir/storage reservoir, structural design

Changes of drinking water quality during its storage (Hubáčková, J., Říhová Ambrožová, J., Čiháková, I.)

The matter of drinking water quality in water storage reservoirs is a part of a whole water supply system issue. The aim of the 1G58052 project and submitted article is to determinate and check various reasons of possible water quality changes (such as physical-chemical, hydrobiological, microbiological and changes caused by air deposits).

Vážení čtenáři,
dovolte, abychom Vás pozvaly na připravovaný pracovní seminář VODOJEMY, který se bude konat dne ***6. listopadu 2007*** *v areálu SZÚ v Praze. Seminář je určen provozovatelským vodárenským organizacím, firmám pracujícím v oblasti vodárenství (dodavatelům zařízení, prostředků a materiálů), stavebním a projekčním firmám a konstruktérům. Na semináři Vás budeme spolu s dalšími odborníky podrobněji informovat o možných řešeních dané problematiky.*

Roční průběh několika ukazatelů jakosti vody

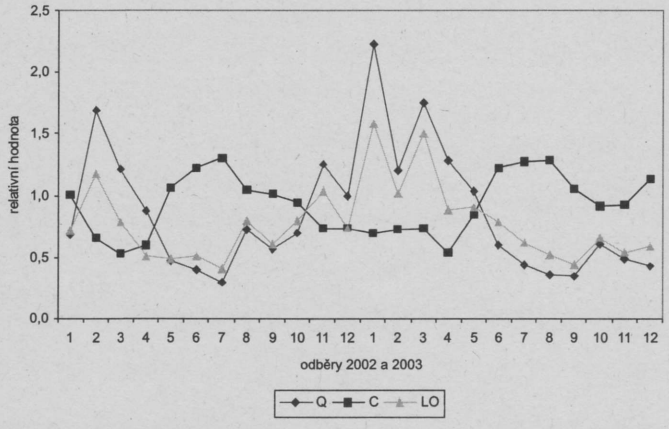
Ivan Nesměrák

Je vcelku známé, že při velkých průtocích v toku odchází velké množství látek rozpuštěných i nerozpuštěných. Otázkou je, jak se tato velká množství látek po přepočtení na koncentrace projeví při výpočtu charakteristické hodnoty koncentrace, kterou je obvykle hodnota s pravděpodobností nepřekročení 90 % nebo 95 %.

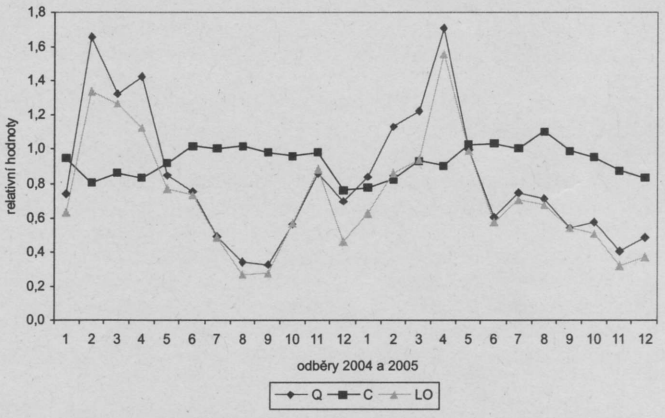
Zajímalo nás, v kterém ročním období se obvykle vyskytují nejvyšší koncentrace šesti základních ukazatelů jakosti vody: BSK_5, CHSK, P_{celk}, N_{celk}, $N\text{-}NO_3$ a $N\text{-}NH_4$. Je jasné, že v každém kontrolním profilu může nastat jiná situace, zajímalo nás však, jaká situace je nejobvyklejší. Vyhodnoceno bylo dvouletí 2004–2005 (u celkového fosforu 2003–2004) v rámci jiných dvou úkolů [1, 2], pro odpověď na položenou otázku jsme soubory naměřených koncentrací příslušného ukazatele jakosti vody v daných kontrolních profilech převedli na relativní hodnoty (vydělením jednotlivých hodnot koncentrací průměrnou hodnotou) a z nich vypočetli mediány pro jednotlivé odběry [1]. U BSK_5, CHSK, N_{celk}, $N\text{-}NO_3$ a $N\text{-}NH_4$ vstoupilo do výpočtu mediánu 70 až 75 profilů v ČR, u celkového fosforu to bylo 201 profilů v ČR. Výsledek je patrný z *obr. 1 až 6.*

Obrázky jsou seřazeny tak, že na *obr. 1* je uveden roční průběh (ve dvouletí 2002–2003) koncentrací C, látkových odnosů (LO) a průtoků vody (Q) pro celkový fosfor, který vykazuje při nejmenších průtocích (a současně nejmenších látkových odnosech) nejvyšší koncentrace, a na *obr. 6* je uveden obdobný roční průběh (ve dvouletí 2004–2005) amoniakálního dusíku, který při nejnižších průtocích (a současně nejnižších

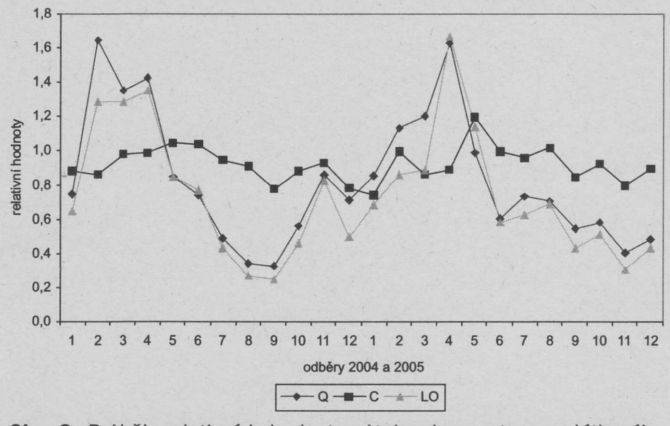
[1] Zanedbávali jsme při tom, že jednotlivé odběry (dvakrát 12 odběrů) nebyly ve všech profilech provedeny ve stejný den.



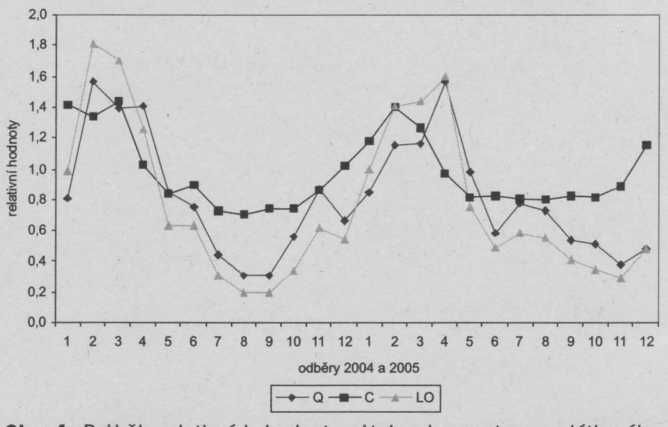
Obr. 1. Průběh relativních hodnot průtoku, koncentrace a látkového odnosu P_{celk} v ČR ve dvouletí 2002–2003 (201 profilů)



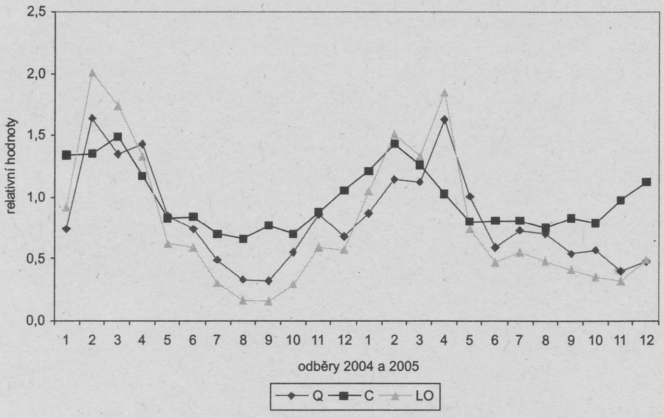
Obr. 2. Průběh relativních hodnot průtoku, koncentrace a látkového odnosu CHSK v ČR ve dvouletí 2004–2005 (74 profilů)



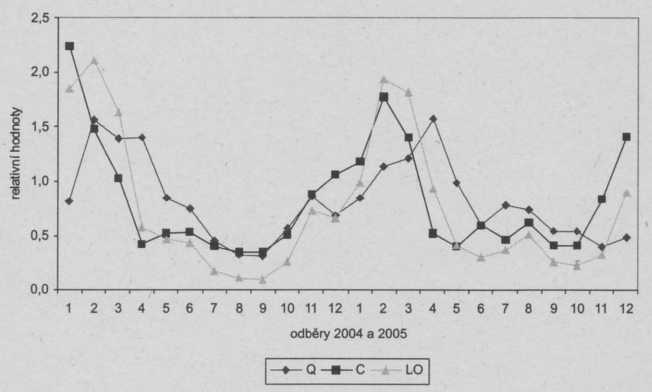
Obr. 3. Průběh relativních hodnot průtoku, koncentrace a látkového odnosu BSK_5 v ČR ve dvouletí 2004–2005 (75 profilů)



Obr. 4. Průběh relativních hodnot průtoku, koncentrace a látkového odnosu N_{celk} v ČR ve dvouletí 2004–2005 (70 profilů)



Obr. 5. Průběh relativních hodnot průtoku, koncentrace a látkového odnosu $N\text{-}NO_3$ v ČR ve dvouletí 2004–2005 (73 profilů)



Obr. 6. Průběh relativních hodnot průtoku, koncentrace a látkového odnosu $N\text{-}NH_4$ v ČR ve dvouletí 2004–2005 (72 profilů)

látkových odnosech) má nejnižší koncentrace. *Obrázky 2* až *5* vyjadřují jakési mezistupně.

U všech šesti ukazatelů byly při nejvyšších průtocích také nejvyšší látkové odnosy. U celkového fosforu jsou nejvyšší koncentrace během léta, což je nepříznivé z hlediska eutrofizace (vzniku zelených autotrofních organismů). Koncentrace v letním období jsou – statisticky vzato – zhruba o 30 % vyšší, než je celoroční průměr. Na hodnotě s pravděpodobností nepřekročení 90 % (C_{90}) se tedy podílejí především hodnoty při nízkých průtocích (z letního období). U amoniakálního dusíku je situace obrácená – nejvyšší koncentrace vznikají při nejvyšších průtocích, respektive v zimním období, což souvisí s poklesem nitrifikace v tomto období. Koncentrace v zimním období dosahují – statisticky vzato – zhruba dvojnásobku průměrné roční koncentrace; v letním období se koncentrace blíží nule. Na hodnotě s pravděpodobností nepřekročení 90 % (C_{90}) se tedy podílejí především hodnoty při vysokých průtocích (ze zimního období). U dusičnanového dusíku a celkového dusíku je situace obdobná situaci u amoniakálního dusíku, i když není tak výrazná. U BSK_5 a CHSK je variabilita koncentrací v průběhu roku – opět statisticky vzato – méně výrazná až nevýrazná.

Literatura

[1] Nesměrák, I. Ověření imisně-emisního principu. DÚ 01 Posouzení možnosti dosažení imisního standardu pro celkový fosfor v tocích ČR. Praha : VÚV T.G.M., 2006.

[2] Nesměrák, I. Návrh přílohy III „Stanovování emisních limitů kombinovaným způsobem" k Metodickému pokynu k novele nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Praha : VÚV T.G.M., 2007.

Ing. Ivan Nesměrák, CSc.
VÚV T.G.M., v.v.i.
e-mail: ivan_nesmerak@vuv.cz

KONFLIKT MEZI VODÁCTVÍM A OCHRANOU PŘÍRODY?

Ondřej Simon a kolektiv

Klíčová slova
řeky, vodáctví, ponořená makrofyta, turistika, národní parky, Šumava

Souhrn

Vodácká turistika patří mezi typické příklady měkké turistiky vhodné pro poznávání přírody národních parků. Na základě výzkumu vlivu splouvání na ponořená makrofyta bylo navrženo limitování splouvání části toku Teplé Vltavy v I. zóně Národního parku Šumava. Obsáhlá mediální kritika rozhodnutí parku regulovat splouvání je způsobena především špatnou komunikací s veřejností.

Úvod

Vodáctví (přesněji vodácká turistika) je typickým příkladem tzv. měkké turistiky, tedy takového způsobu pobytu v přírodě, který má malé dopady na vodní toky i přírodní prostředí obecně [26]. Malé dopady vodáctví vyniknou zvláště ve srovnání s jinými aktivitami spojenými s rozvojem turistiky, jako je výstavba hotelů, budování lyžařských areálů nebo zřizování nových cest a silnic. Při splouvání vodních toků na kanoích, kajacích nebo raftech je respektován ochranářī prosazovaný princip přizpůsobení lodě řece (na rozdíl od opačného přístupu, který se snaží přizpůsobovat řeku lodím). Přesto se ve sdělovacích prostředcích vodáctví často prezentuje jako aktivita, která je s principy ochrany přírody v konfliktu. Nejčastěji se v této souvislosti mluví a píše o Teplé Vltavě v Národním parku Šumava.

Tok Teplé Vltavy v úseku mezi Lenorou a Lipenskou přehradní nádrží patří mezi tradičně splouvané vodní toky. Zprávy o nadměrné zátěži pod tímto vlivem se objevují od poloviny devadesátých let [8, 30]. V roce 2004 Národní park Šumava přistoupil k regulaci splouvání Teplé Vltavy v první zóně a klidovém území Vltavský luh. Část toku ležící pouze v CHKO zůstala bez regulace. Ve stejném roce započal po výzvě odboru ochrany přírody a krajiny Správy CHKO Šumava na toku výzkum prováděný Výzkumným ústavem vodohospodářským T. G. Masaryka a zaměřený na komplexní posouzení vlivu vodácké turistiky na podvodní ekosystém a navržení přijatelné míry zátěže. Realizační tým tvořila Ing. Věra Kladivová (hydrobotanické práce), RNDr. Jitka Svobodová (sociologický průzkum), Josef Rebec (vzorkování) a autor článku.

Metodika

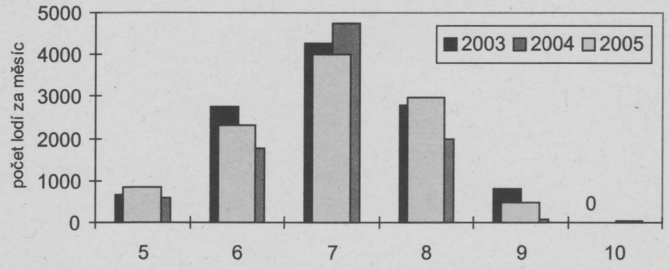
Pro sledování vlivu splouvání na dnové ekosystémy byla jako indikační skupina vybrána dnová makrofyta. Na Teplé Vltavě se vyskytují v jinde neobvyklém množství. Mezi dominantní druhy patří stolístek střídavokvětý *(Miriophyllum alterniflorum)*, lakušník vzplývavý *(Batrachium fluitans)*, hvězdoš háčkatý *(Callitriche hamulata)* a zblochan vzplývavý *(Glyceria fluitans)*, které zde tvoří na některých místech husté smíšené porosty, jinde spíše izolované trsy. Výzkumem makrofyt se zde zabývali především Husák a Rydlo, v tůních pak Bufková [2, 7, 8, 9, 10, 22, 23]. Stolístek a ojediněle se vyskytující rdest alpský *(Potamogeton alpinus)* jsou řazeny mezi silně ohrožené druhy podle Červeného seznamu (a rdest alpský i podle vyhlášky č. 395/1992) a jsou v této první zóně předmětem ochrany. Při kontaktu lodi nebo pádla se dnem se prvním poškozeným společenstvem stávají právě makrofyta, teprve níže se nachází vlastní dno s řadou druhů vzácných bentických organismů. Pokud budou zachovávány nárosty makrofyt, nedojde tedy pravděpodobně ani k poškození dalších složek ekosystému.

Mechanické poškozování podvodních makrofyt vlivem splouvání bylo sledováno přímým počítáním oddělených částí lodyh po jejich zachycení do speciálně vyvinutých krabicovitých sít. Každý den, kdy probíhalo měření, byla v ranních hodinách sledována také doba bez splouvání loděmi – cílem bylo zjištění aktuálních počtů úlomků nesených řekou bez přímého vlivu lodí. Celkem bylo provedeno 129 měření za vodních stavů od 45 cm do 67 cm (vodočet Vltava-Lenora) a při hodinových počtech lodí od 0 do 92. Metodiku podrobněji uvádí práce [28]. Pro dlouhodobé zhodnocení pokryvnosti makrofyt je sledováno 10 příčných čtyřmetrových transektů v peřejnatých částech toku a jeden podrobný transekt pro detailní hodnocení. Pro individuální sledování řídce se vyskytujícího druhu rdest alpský byly vymezeny samostatné mapovací čtverce. Metody jsou podrobně popsány v literatuře [27].

Pro přesnou korelaci měření s počty projíždějících lodí probíhalo také sčítání počtu lodí v celé letní sezoně 2005 a v letech 2004 a 2006 během měření v době vrcholu sezony. Toto přesné sčítání bylo na Teplé Vltavě provedeno poprvé a vykázalo dobrou korelaci s odhady pořizovanými standardně SCHKO a NP. Při sčítání byl proveden také sociologický průzkum s tisícem respondentů z řad vodáků na odpočinkovém místě Dobrá; jeho metodiku popisuje Svobodová [31].

Výsledky

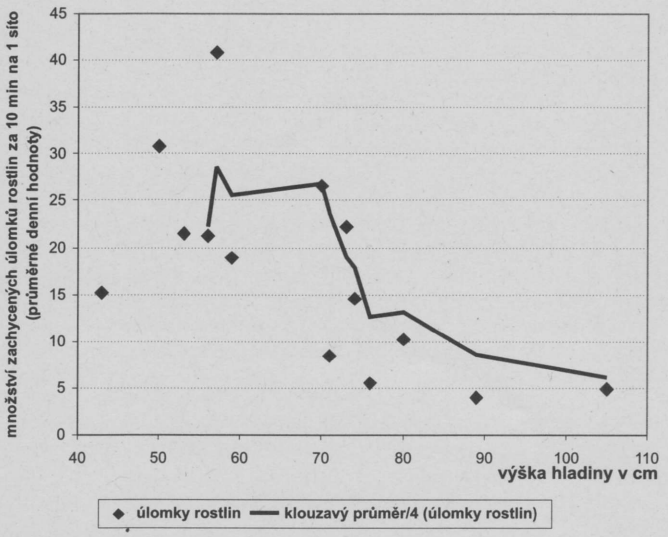
Hlavní vodácká sezona probíhá v období červen–srpen. Množství lodí kulminuje na začátku července, kdy denní počty dosáhly 294 lodí s hodinovým maximem 92. Počty lodí v jednotlivých měsících jsou zachyceny na *obr. 1.*



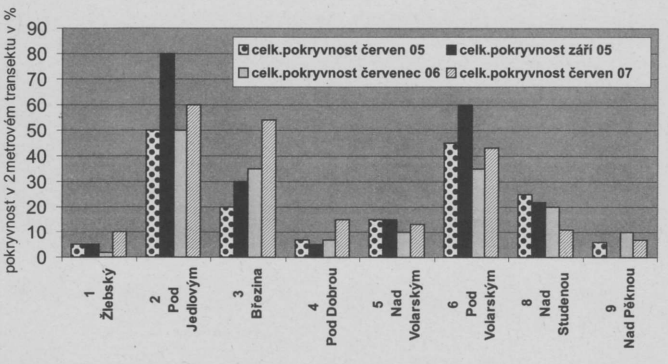
Obr. 1. Kolísání počtu lodí v úseku Soumarský most–Pěkná v sezonách 2003–2005 (data 2003 a 2004 SCHKO a NP Šumava, 2005 vlastní data)

Měření oddělovaných úlomků rostlin prokázala přímý vliv splouvání (lodí i pádel) na porosty dnových makrofyt, jenž dobře koreloval s počtem lodí, které projely měřeným úsekem v uplynulé hodině. Se zvyšující se výškou vodního sloupce klesal vliv počtu proplouvajících lodí na množství oddělovaných úlomků. Vztah počtu úlomků k výšce vodního stavu souhrnně ukazuje graf na *obr. 2*. Při vodním stavu nad 73 cm (vztaženo k vodočtu Chlum) je již počet oddělených úlomků nízký i při vyšším počtu lodí (ten v grafu není možné znázornit). Z těchto výsledků vycházelo doporučení pro SCHKO a NP Šumava ke zpřísnění limitu na 73 cm vodočtu Chlum, doplněné náměty na lepší informovanost veřejnosti o stavu vody (automatický přenos dat na web), zprostředkování informací o důvodu ochrany vodního ekosystému Teplé Vltavy a zavedení speciální poznávací turistiky zaměřené na mokřadní a vodní vegetaci [27].

Sledování vývoje pokryvnosti makrofyt v letech 2005–2006 ukázalo některé zajímavé výsledky. Sezonní dynamika dnové vegetace v oligotrofní proudící vodě je značně odlišná od dynamiky makrofyt ve stojatých vodách. Trsy rostlin jsou v řece přítomny i v zimním období pod ledem, jejich vitalita je pouze snížená. V průběhu vegetační sezony dochází jen k málo výraznému přírůstku pokryvnosti. *Obrázek 3* ukazuje souhrnné výsledky pro všechny druhy. Je z nich zřejmé, že pokryvnost v jednotlivých profilech se v období červen 2005–září 2006 významně nezměnila. Jde však o dlouhodobé sledování, kdy výsledky ze dvou konkrétních roků nejsou plně vypovídající. Dva doplňkové kontrolní profily bez makrofyt nebyly v daném období kolonizovány. Sledování detailního profilu ukazují dlouhodobou stabilitu porostů makrofyt [1, 5, 24, 25, 29].



Obr. 2. Vodočet Chlum – závislost počtu unášených úlomků na výšce hladiny (průměrné hodnoty)



Obr. 3. Celková pokryvnost submerzními makrofyty v osmi transektech Teplé Vltavy 2005–2006

Sociologický průzkum mezi vodáky zjistil relativně velké pochopení pro regulaci splouvání v národním parku. Překvapivě zaznamenal i vstřícný postoj k možnému zpoplatnění splouvání v případě, že získané finanční prostředky budou využity na zlepšení vybavení odpočinkových míst, kde zcela chybí nejen záchody, ale i lavičky nebo zařízení umožňující uvázání lodí. Podrobné výsledky průzkumu jsou rozvedeny v práci [32].

Souhrnné výsledky výzkumu byly zveřejněny na webových stránkách národního parku a prezentovány na specializovaných seminářích pro obce, podnikatele a veřejnost (Stožec 2007, Vimperk 2006) k limitaci splouvání. Výsledná doporučení pro zajištění přiměřeného využívání dané lokality byla shrnuta do následujících bodů:

- zvýšit výšku hladiny vhodnou pro splouvání Teplé Vltavy v úseku Lenora–Pěkná na 58 cm na vodočtu v Lenoře a 73 cm v Chlumu,
- splouvání na raftech zcela zakázat, nebo povolit při stavu vyšším než 70 cm na vodočtu v Lenoře,
- transparentněji informovat o aktuálním stavu splouvání na internetových stránkách www.npsumava.cz,
- zaměřit se na informování vodácké veřejnosti o vodních ekosystémech, které mohou svými plavidly poškodit,
- urychleně využít příznivého klimatu mezi vodáckou veřejností a docílit regulování návštěvnosti vodních toků s preferencí poznávací turistiky, jak je obvyklé v jiných evropských národních parcích.

Diskuse

Typy regulace vodáctví v národních parcích a dalších chráněných územích

V přísněji chráněných územích typu národních parků je zcela běžné limitování počtu návštěvníků. Jsou k tomu využívány různé metody. Na některých územích je vstup včetně splouvání na malých plavidlech bez výjimek zcela vyloučen (v ČR např. NP Podyjí a České Švýcarsko). Přehled metod limitování vodácké turistiky používaných v okolních státech ukazuje *tabulka 1* (s využitím údajů www.raft.cz a dalších zdrojů). Způsob zvolený v NP Šumava je tedy jednou z mnoha běžně užívaných možností. Ve střední Evropě není běžné placení za splutí chráněným územím, což je naopak obvyklé ve většině národních parků v Severní Americe, na Balkáně např. v NP Durmitor. Doporučený zákaz raftů by také nevybočoval z běžných postupů. Splouvání na raftech, které je v některých státech považováno za hromadnou přepravu osob, je obvykle koncesováno a vztahuje se na něj přísná regulace. Je tedy otázkou, proč z věcného hlediska běžný postup národního parku vzbuzuje nepřiměřenou pozornost? Možnými příčinami mohou být nadměrná medializace celého případu, tradičně špatné vztahy mezi správou parku a místními obcemi a v neposlední řadě nedostatečná informovanost.

Mediální pozornost, vztahy s obcemi a ekonomický přínos pro region

Vodáctví na Teplé Vltavě se stalo frekventovanou mediální kauzou. Spor o splouvání tohoto toku je také častým předmětem sporů národního parku, půjčoven lodí a obcí. K tématu byla publikována řada příspěvků v lokálních a specializovaných časopisech Zpravodaj MŽP, Hydro, Geo, Šumava, Veronika, Rybářství [3, 12, 17, 18, 32, 33, 34, 35], denním tisku [v roce 2007 např. 4, 13, 14, 36, 37] i v rozhlase a televizi.

Média mají tendenci spor vyhrocovat a dávají obvykle zaznívat spíše extrémním názorům. Přesto, že na webových stránkách NP jsou vyvěšeny tři odborné studie k tématu [16, 21, 27], mnoho publikovaných textů nepracuje s těmito známými fakty. Nepovšimnut zůstává např. výsledek sociologického průzkumu provedeného VÚV v roce 2005, kde 89 % respondentů z tisíce vodáků souhlasilo s nově zavedenou regulací splouvání [31]. Pozice parku je obvykle v mediálních debatách zmiňována okrajově, někdy dokonce názor orgánu ochrany přírody nezazní vůbec [34, 35]. Správě parku se také nepodařilo medializovat souhlasný postoj obcí i půjčoven s navrhovanou limitací vodáckého provozu, jenž zazněl na pracovních jednáních, nebo vysvětlit svůj přístup jako kompromis mezi zákonem stanoveným zákazem vstupu a neregulovanou masovou turistikou.

Vztahy a vzájemná komunikace mezi obcemi ležícími na území národního parku a správou parku nejsou dlouhodobě na dobré úrovni. Zástupci místní samosprávy v diskusi kolem limitace splouvání operují s různými údaji o finančním přínosu vodácké turistiky pro místní ekonomiku. Tyto údaje jsou však jen obecnými odhady bez podkladů na bázi statistického šetření. Z výsledků sociologického průzkumu provedeného VÚV T.G.M. mezi vodáky vyplynulo, že jen přibližně 10 % z nich přespává v penzionu či hotelu, 70 % většinou pak v kempu s relativně nízkou cenou za noc (v roce 2007 20–30 Kč pro dospělého + 30 Kč stan). Do roku 2005 nebyly ani v jednom roce zjištěny přesné počty vodáků a pracovalo se opět pouze s odhady.

Studie KP projektu z roku 2005 [21] navrhuje přímé zpoplatnění sjíždění Teplé Vltavy. Kalkulace ceny stanovené zde na 70 Kč vychází z kvalifikovaného odhadu nákladů parku na údržbu vodácké infrastruk-

tury, monitoring poškozování vodních společenstev a další náklady spojené s vodáctvím. S ohledem na regulační význam poplatku by bylo vhodnější použít metodiku vycházející z ceny, kterou je ochoten návštěvník zaplatit za splutí cenným přírodním územím, jak ji uvádí Rollins [20]. Postoj vodáků k případnému poplatku, jak jej zjistil vlastní sociologický průzkum (*obr. 4*), je příznivější, než bývá prezentováno půjčovnami lodí a místními samosprávami. Pouze 4 % respondentů z tisícového souboru odpovědělo, že by je placení poplatku vedlo k návštěvě jiné řeky, současně ale 42 % s poplatkem nesouhlasí. Problematický zůstává také systém vybírání poplatku a restrikce při jeho nezaplacení. Správa parku v současnosti tento systém nepřipravuje.

Tabulka 1. Přehled některých metod sloužících k limitování vodácké turistiky

Chráněné území	Způsob limitace splouvání	Vodní tok	Stát
NP Podyjí	zákaz plavby na splavných tocích bez výjimek	Dyje	ČR
NP České Švýcarsko	zákaz plavby na splavných tocích bez výjimek	Kamenice	ČR
NP Bavorský les	zákaz plavby na splavných tocích bez výjimek	všechny toky	Německo
Krkonošský národní park	možné po jednotlivém povolení terénní služby parku a pouze při upouštění přehrady Labská	Labe	ČR
Krkonošský národní park	možné po jednotlivém povolení terénní služby parku	Úpa	ČR
Přírodní rezervace	zákaz komerčních a hromadných akcí nad 5 lodí, limitní vodní stav	Ammer	Německo
CHKO Litovelské Pomoraví	možné s výjimkou částí toku v přírodních rezervacích, zákaz vstupu na štěrkové náplavy	Morava	ČR
Přírodní rezervace	povoleno pouze na kajaku	Ortze	Německo
Tatranský národní park	splutí možné při určité výšce vodního stavu, zákaz raftů	Belá, Poprad	SR
NP Šumava	splutí možné při určité výšce vodního stavu	Teplá Vltava	ČR
Přírodní rezervace	zákaz splutí v měsících květen–červen + limitní vodní stav	Ilz	Německo
CHKO Třeboňsko	neomezeno	Lužnice	ČR

Nedostatečné informace

Hlavní příčina, která učinila z banálního úředního rozhodnutí velký spor, spočívá patrně v nedostatku relevantních informací. Správa parku, která disponuje dostatečnou personální kapacitou pro práci s veřejností i komunikaci s návštěvníky, před začátkem limitace vázané na výšku vodního stavu nezajistila dostatečnou informovanost veřejnosti, podnikatelských subjektů ani obcí. Ztratila tak možnost sama udat styl debaty a prezentovat své stanovisko jako první.

Chybí také podrobnější informace o důvodech ochrany území. Stylové dřevěné tabule národního parku s vypalovanými obrázky nejsou vhodné pro prezentaci pestrosti podvodní flóry a fauny. Informační letáček, který v roce 2006 rozšiřovala správa národního parku, se také omezil spíše na vodácké informace. O tom, že veřejnost je ochotna se i dobrovolně omezit, pokud se uvedou dobré argumenty, svědčí např. změna trasy zájezdu studentů středočeského gymnázia, kde byla na základě článku v MFD [13, 14] zvolena kratší, pro přírodu šetrnější trasa (ústní sdělení vedoucí zájezdu na odpočinkovém místě Soutok dne 19. 6. 2007).

Z výsledků sociologického průzkumu VÚV vyplynulo, že respondentům záleží na okolním přírodním prostředí. 40 % z osloveného tisíce vodáků si vybírá řeku, kterou bude sjíždět, podle okolní přírody. Na odpočinkových místech, kde tráví naprostá většina vodáků delší dobu, se jeví proto potřebné umístit plnobarevné informační panely s popisem unikátních přírodních společenstev a nutnosti jejich ochrany. Dosud jsou na odpočinkových místech Dobrá, Chlum a neoficiálním místě Soutok instalovány kromě informací o pravidlech lovu ryb jen restriktivní nápisy zakazující vstup do I. zóny NP.

Umělý konflikt mezi ochranou přírody a vodáky

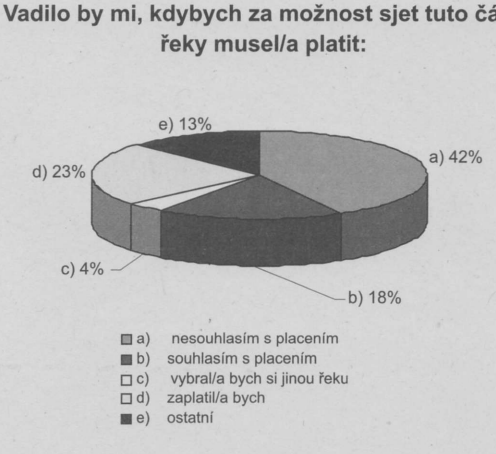
Skutečná osa sporu, který probíhá na Teplé Vltavě, tak vede mezi půjčovnami lodí a správou národního parku. Podle sociologického průzkumu VÚV T.G.M. si loď v půjčovně půjčuje 55 % vodáků. Intenzivní lobbování ze strany půjčoven (otevřené dopisy, vystoupení v médiích apod.), kterým se opakovaně snaží zrušit nebo změkčit regulaci, je přirozené. Druhou skupinou, která vystupuje proti stávajícímu způsobu regulace, jsou cestovní kanceláře [např. 11]. Zástupce cestovní kanceláře zaměřené na širší region na jednání ve Vimperku v roce 2006 vysvětlil tyto postoje tak, že pro dlouhodobě plánující cestovní kanceláře je výhodnější úplný zákaz splouvání v některém měsíci, než řeku střídavě nepředvídatelně zavírat či otevírat. Cestovní kanceláře současně také stojí za novým typem masové vodácké turistiky, kdy využívají snadnou sjízdnost Teplé Vltavy pro velké skupiny zcela nezkušených vodáků poprvé sjíždějících řeku na raftech nebo kanoích.

Správa parku musí naproti tomu jasně zdůraznit svou povinnost chránit přírodní společenstva v řece a odhodlání striktně regulovat návštěvnost v případě rizika poškození předmětu ochrany. Zástupci správy Národního parku Podyjí tento postoj v souvislosti s tokem Dyje v jádru parku deklarují jednoznačně: *„Vodáci se však i nyní, patnáct let po vyhlášení parku, stále ptají: proč tam nesmíme a budeme se tam moci někdy podívat? Na první část otázky je několik protože a na druhou kategorické NE, pokud národní park má být národním parkem a pokud ochrana přírodních hodnot je opravdu celospolečenským zájmem, jemuž ostatní využití území musí být podřízeno tak, jak říkají příslušná ustanovení zákona č. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny"* [15]. Takto jednoznačný postoj správa Národního parku Šumava jakožto orgán státní správy nezastává, argumentačně se skrývá za vyjádření ekologických občanských sdružení nebo jiných subjektů a v podstatě tak trvale otvírá prostor pro lobbování jednotlivých zájmových skupin [18, 35 a další vyjádření na jednáních s podnikatelskými subjekty a obcemi]. Přitom veřejné mínění vodáků a rybářů stojí převážně na straně regulace [31]. Regulace však musí být jednoznačná a pro veřejnost srozumitelně argumentačně podložená.

Park také nepřipravil jako protiváhu žádné alespoň symbolické vstřícné kroky vůči sportovním vodákům a turistům zaměřeným na poznávání přírody, jako je umožnění jednorázových vodáckých akcí ve spolupráci s vodáckými sdruženími na zcela uzavřených tocích, zavedení poznávacích exkurzí zaměřených na vodní flóru v době zákazu volného splouvání či zvýhodnění lodí s malým ponorem doporučované zadanými studiemi [21, 27]. Za přiměřené regulace je v řadě národních parků ve světě a přirozeně i u nás vodáctví jedním z nejvhodnějších způsobů pro poznávání a využívání přírodních řek pro veřejnost zajímající se o přírodu.

Závěr

Ve většině národních parků a dalších chráněných územích na tocích s cennými přírodními hodnotami je regulovaná vodácká poznávací turistika zavedeným a šetrným způsobem rekreačního využívání území. V NP Šumava se vyskytuje unikátní typ dobře sjízdné meandrující oligotrofní



Obr. 4. Postoj vodáků k případnému poplatku za splutí Teplé Vltavy v části vedoucí klidovým územím Vltavský luh Národního parku Šumava (sociologický průzkum VÚV T.G.M., tisíc respondentů)

Obr 5. V době vrcholné vodácké sezony projede po relativně úzké Teplé Vltavě pod Soumarským mostem až 90 lodí za hodinu, včetně vícemístných raftů

řeky v chladné poloze horské kotliny, který hostí celou řadu velmi cenných společenstev rostlin i živočichů. Správa národního parku neujasněnou koncepcí regulace rekreační vodácké zátěže otvírá udělovanými výjimkami ze zákona v tomto území s nejpřísnější možnou legislativní ochranou prostor pro masovou turistiku a současně svou nečinností přiživuje uměle vyhrocený spor. V současné době má správa parku k dispozici dostatek podkladů o vlivu splouvání a únosné míře zatížení vodních společenstev (včetně zde podrobněji prezentované podrobné studie zpracované týmem VÚV T.G.M. zaměřené na ponořená makrofyta), které mohou sloužit pro pečlivou přípravu, jasné stanovení a striktní vymáhání nutné regulace. Mezi vodáctvím a ochranou přírody není žádný zásadní rozpor. Naopak, většina vodáků patří k stoupencům ochrany řek a jejich cenných přírodních ekosystémů. Zodpovědné orgány ochrany přírody ale musí v několika nejcitlivějších říčních úsecích v národních parcích ČR masové formy vodáctví vhodně limitovat.

Práce na tomto projektu byly podpořeny v rámci Výzkumného záměru MŽP 0002071101 a úkolu 1322/220/2004 OZCHCP MŽP.

Literatura

[1] Barat-Segretain, MH. Biomass allocation in three macrophyte species in relation to the disturbance level of their habitat. *Freshwater Biology*, 46, 2001, p. 935–940.

[2] Bufková, I. Niva Horní Vltavy. In Prach, K., Pithart, P. a Francírková, T. (eds) *Ekologické funkce a hospodaření v říčních nivách*. Třeboň : Botanický ústav AV ČR – Úsek ekologie rostlin Třeboň a MŽP ČR, 122, 2003.

[3] Rolečková, E. Problematika splouvání toku Teplé Vltavy. *Zpravodaj MŽP*, 2004, 8–9, s. 10.

[4] ČTK. Stížnost kvůli režimu splouvání Vltavy v Národním parku. Agenturní zpráva České tiskové kanceláře ze dne 11. 5. 2007

[5] Green, JC. Further comment on drag and reconfiguration of macrophytes. *Freshwater Biology*, 50, 2005, p. 2162.

[6] Husák, Š. a Řepka, R. Makrofyta a jejich biotopy (stručná analýza v ČR). In Fošumová, P., Hakr, P. a Husák, Š. (eds) *Mokřady České republiky*. Třeboň : Java, 1996, s. 94–96.

[7] Husák, Š. Makrofyta ve vodních tocích – studie habitatu v České republice. In Blažková Š., Stalnaker C. a Novický O. (eds) *Hydroekologické modelování. Výzkum, praxe, legislativa a rozhodování*. Praha, 1998, s. 44–46.

[8] Husák, Š., Fošumová, P. a Hakr, P. Makrofyta v transektech řek Teplé Vltavy, Studené Vltavy a Malše. Zpráva Botanického ústavu AV ČR, Hydrobotanické oddělení Třeboň, 1995, 38 s.

[9] Husák Š. Výzkum vegetace malých vodních toků. In Hanel, L. a Pešout, P. (eds) *Ochrana biodiverzity malých vodních toků*. Roudný u Vlašimi, 27.–29. 10. 1994, s. 115–122.

[10] Husák, Š., Thiebaut, G. a Uhlířová, E. Charakterisktika některých toků v Národním parku Šumava z hlediska vegetace. Zpráva Botanického ústavu AV ČR, Hydrobotanické oddělení Třeboň, 1998, 23 s.

[11] Janda, M. Otevřený dopis řediteli NP. Vodácké a turistické centrum HONZA, s. r. o., zveřejněn 20. 6. 2007 na adrese http://www.raft.cz/clanek.aspx?ID_clanku=798.

[12] Kladivová, V. A co na to Vltava? *Šumava*, 2006, č. 1, s. 12–13.

[13] Koblenc, V. Ekologové se přou s podnikateli o Vltavu. *MFD*, 18. 6. 2007, s. 1.

[14] Koblenc, V. Na vydřená místa se rostliny nevracejí. *MFD*, 18. 6. 2007, s. 3.

[15] Kos, J. a Rothröckl, T. Vodní sporty na Dyji v Podyjí – ano, či ne? *Veronica*, 2006, č. 3, s. 14–16.

[16] Koubec, B. Avifauna Teplé a Studené Vltavy v souvislosti s posouzením vlivu vodáctví. Zpráva pro NP Šumava, 5 s., zveřejněno na webu NP Šumava www.npsumava.cz, 2005.

[17] Křivanec, K. Malátnost – úbytek vodního hmyzu. *Rybářství*, 2005, 5, s. 52–53.

[18] Pavlíčko, A. Šumavské řeky a vodáci. *Veronica*, 2006, č. 3, s. 14–16.

[19] Procházka, F. a Štech, M. Komentovaný černý a červený seznam cévnatých rostlin české Šumavy. Vimperk : Správa NP a CHKO Šumava, 2002, 140 s.

[20] Rollins, K. Wilderness canoeing in Ontario: Using cumulative results to update dichotomous choice contingent valuation offer amounts. *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 1997, 45, p. 1–16.

[21] Rybář, M. a Kotoun, M. Studie využitelnosti splavnění Vltavy vodáky za podmínek regulačních opatření Správy NP a CHKO Šumava. Zpráva KP projektu, s. r. o., pro NP Šumava, zveřejněno na webu NP Šumava www.npsumava.cz, 2005, 62 s.

[22] Rydlo, J. Vodní makrofyta horní Vltavy. *Museum a současnost*, Roztoky, 1995, s. 115–128.

[23] Rydlo, J. Vodní makrofyta horní Vltavy v letech 1992 a 1997. *Museum a současnost*, Roztoky, 1998, s. 123–128.

[24] Sand-Jensen, K., Riis, T., Vestergaard, O., and Larsen, S. Macrophyte decline in Danish lakes and streams over the past 100 years. *Journal of Ecology*, 2000, 88, p. 1030.

[25] Sand-Jensen, K. Drag and reconfiguration of freshwater macrophytes. *Freshwater Biology*, 2003, 48, p. 271–283.

[26] Saunders, DJ., Meeuwig, JJ., and Vincent, CJ. Freshwater protected areas: strategies for conservation. *Conservation Biology*, 16, 2002, No 1, p. 30–41.

[27] Simon, O. a Kladivová, V. Studie vlivu splouvání na ekosystémy dna Teplé Vltavy. Vimperk : NP Šumava, 2006, 28 s.

[28] Simon, O. a Kladivová, V. Studie vlivu splouvání v I. zónách Březina a Vltavský luh Národního parku Šumava. Praha : VÚV T.G.M., 2005, 20 s.

[29] Simon, O. a Kladivová, V. Výzkum změn pokryvnosti makrofyt na Teplé Vltavě v turisticky zatěžované části toku. In Měkotová, J. a Štěrba, O. (eds) *Říční krajina 4*, 18. 10. 2006, Olomouc, s. 96–104. ISBN 80-244-1495-3.

[30] Slavík, O., Mattas, D. a Blažková, Š. Sezonní preference mikrohabitatu mihule *Lamerta planeri* a společenstva říčních ryb. *Silva Gabreta*, 1996, vol. 1, s. 203–207.

[31] Svobodová, J. Postoj vodáků k regulaci splouvání řek na území národních parků. In Měkotová, J. a Štěrba, O. (eds) *Říční krajina 4*, 18. 10. 2006, Olomouc, s. 304–307. ISBN 80-244-1495-3.

[32] Svobodová, J. Co si myslí vodáci o splouvání Teplé Vltavy. *Šumava*, 2006, 35, s. 14–15.

[33] Svobodová, J. Teplá Vltava a vliv vodáků na ni. *Hydro*, 2005, 5, s. 28–29.

[34] Svobodová, J. a Kladivová, V. Vltava v ohrožení. *GEO*, 2006, 6, s. 20–21.

[35] Valenta, M. Lodě na Šumavě a NP Šumava. *Šumava*, 2005, 26, s. 24–25.

[36] Veselá, K. Šumava pěšky, po vodě i na kole. *MFD*, mimořádné vydání přílohy Cestování, 22. 6. 2007, s. 1.

[37] Veselá, K. a Koblenc, V. Horní tok Vltavy: ráj pro vodáky. *Cestování*, 22. 6. 2007, s. 11.

Mgr. Ondřej Simon
VÚV T.G.M., v.v.i., e-mail: ondrej_simon@vuv.cz
Lektorovala Ing. Eva Zelenková, srpen 2007

Key words
rivers, water sports, canoeing, submerged macrophytes, tourism, national parks, Šumava

Conflict between canoeing and nature conservation? (Simon, O. et al.)

Canoeing belong to typical examples of "soft" tourism acceptable for environment in National Parks. Based on research "Impact of the boat floating on submerged macrophytes" minimum depth limit was set down for boat enter in the part of Teplá Vltava river – Zone I of the Šumava National Park. Extensive media criticism of decision to limit navigation is caused mainly due to low quality of public relation.

MOŽNÁ NEJISTOTA V KATEGORIZACI RIZIKA V SYSTÉMU EVIDENCE KONTAMINOVANÝCH MÍST

Marta Martínková

Klíčová slova
SEKM, kontaminovaná místa, staré ekologické zátěže, rizikovost

Souhrn

Text se zabývá nejistotami v určování kategorií rizika v Systému evidence kontaminovaných míst (SEKM). Korektní určení kategorie rizika je nezbytné pro SEKM jako široce využívaný zdroj informací o kontaminovaných místech. Je potřeba veškeré nejistoty v jeho určení maximálně eliminovat při zachování jednoduchosti a průhlednosti systému. Byla provedena analýza současného přiřazení kategorie rizika jednotlivým kontaminovaným místům. Z analýzy vyplynula potřeba důsledně rozlišovat rizikovost kontaminovaných míst podle množství informací známých o daném kontaminovaném místu.

1 Úvod

Pod pojem kontaminované místo obecně spadá jakékoliv negativní ovlivnění životního prostředí, které může reprezentovat riziko pro zdraví

obyvatel a pro ekosystémy, nebo které omezuje možnosti funkčního využívání takto ovlivněného území. V praxi se za takové lokality považují nejčastěji lokality, kde došlo ke kontaminaci zemin nebo podzemních vod. Počet kontaminovaných míst v České republice se odhaduje na desítky tisíc. Jednotlivá kontaminovaná místa se liší mírou negativního ovlivnění prostředí – rizikovostí.

V Systému evidence kontaminovaných míst (SEKM) jsou v současnosti evidovány řádově tisíce lokalit – kontaminovaných míst. Protože je SEKM včetně mapové části přístupný pro širokou veřejnost (mapový portál Cenia) a informace o znečištění životního prostředí jsou veřejností často vyhledávány, je potřebné, aby poskytované informace byly aktuální. Korektní kategorizace rizika v databázi s takovým významem a objemem sledovaných lokalit, jakou je SEKM, je důležitá především proto, že riziko je významnou syntetizující vlastností každého kontaminovaného místa.

SEKM je v současnosti nejrozsáhlejší centrální databází evidující kontaminovaná místa v České republice. Kontaminovaná místa jsou v této databázi sledována z mnoha hledisek. Informace zaznamenávané pro jednotlivé lokality jsou rozděleny do více oblastí: informace o zjištěných koncentracích ve vodách, zeminách a půdním vzduchu, popis území, údaje o provedených analýzách rizika a sanacích apod. Každé kontaminované místo má povinně přiřazeno tzv. kvalitativní riziko, které má vyjadřovat jednoslovně míru vlivu daného kontaminovaného místa na člověka a životní prostředí. Případné nejistoty v určení kategorie kvalitativního rizika je potřebné maximálně eliminovat vzhledem k významnosti tohoto atributu.

2 Materiál a metody

Použitým materiálem byl obsah databáze SEKM k dubnu 2007. Byla použita hlavní tabulka SEKM, obsahující všeobecné informace o lokalitách, dále tabulky obsahující informace o provedených sanacích, archiv literatury a číselníky typ provozu a typ zátěže. Dále byl použit systém prioritizace kontaminovaných míst navrhovaný v [2].

Na vzorku záznamů SEKM byly zjišťovány možnosti propojení systému kategorií rizika navrhovaného v [2] se stávajícími kategoriemi rizika a ověřovány z toho plynoucí nejistoty ve výsledném určení kategorie rizika.

2.1 Současná definice kategorií rizika v SEKM

Riziko je v SEKM sledováno jako tzv. kvantitativní riziko, které vyjadřuje v několika kategoriích plošný rozsah kontaminace, a tzv. riziko kvalitativní. Definice jednotlivých kategorií kvalitativního rizika vychází z analýzy rizika pro člověka, jednotlivé kategorie jsou stručně definovány následovně [1]:

Neznámé – riziko není známo ani se nedá s vysokou pravděpodobností předpokládat. Analýza rizika nebyla provedena. Lokality s neznámým rizikem jsou v současné době považovány v rámci hodnocení rizikovosti v systému SEKM za nejrizikovější. Uplatněn je zde princip předběžné opatrnosti.

Extrémní – (neakceptovatelné) působení zátěže je extrémně silné, časově pravidelné nebo i periodicky se opakující. Znečištění má formu, při níž dochází k vyluhování a migraci kontaminantů do vod. Do vzdálenosti 500 m ve směru proudění je voda využívána jako pitná či k zahrádkářským účelům. Dochází k trvalému poškození či likvidaci některých biotopů.

Vysoké – (jisté nadprůměrné) působení zátěže je silné, časově nepravidelné, dočasné. Polutanty se mohou akumulovat v rostlinách či zvířatech v koncentracích, které představují neakceptovatelné riziko. Kontaminace – znečištění vysoce toxickými či genotoxickými polutanty. Prokázaná či vysoce pravděpodobná kontaminace povrchových vod či zdrojů pitné vody. Je vysoce pravděpodobné poškození některých biotopů.

Střední – (průměrné) na hranici přípustného limitu. Znečištění nízce toxickými polutanty zasahuje nesaturovanou zónu a lze je v současné době sanovat. Potenciální možnost ohrožení jednotlivých typů zdrojů vody. Ve vzdálenosti 2 km po směru proudění v puklinovém kolektoru či do 1 km v průlinovém kolektoru není voda využívána jako pitná či pro jiné citlivé účely. Potenciálně mohou být ohroženy či mírně poškozeny (ne zničeny) některé biotopy.

Nízké – (podprůměrné, slabé) srovnatelné s relativními normativy, např. hygienickými limity pro pracovní prostředí. Jde o znečištění nízce toxickými polutanty. Zasahuje nesaturovanou zónu, ale lze je lehce sanovat. Lokalita není zemědělsky využívána. Polutanty se vyskytují v takových koncentracích, že nemohou pronikat do vodovodního systému pitné vody. Nejsou přítomny látky v koncentracích, v nichž by mohly být agresivní vůči stavebnímu materiálu.

Žádné – (zanedbatelné, neškodné) riziko nulové.

Z hlediska principu předběžné opatrnosti jsou kontaminovaná místa s kvalitativním rizikem neznámým považována za nejrizikovější. Tato kategorie rizika ale v sobě může zahrnovat lokality, které mají skutečné riziko velmi nízké, ale i lokality, kde je skutečné riziko extrémní.

2.2 Atribut typ zátěže

Každé kontaminované místo evidované v SEKM má přiřazen tzv. typ zátěže a typ provozu. Jednotlivé kategorie jsou definovány podle požadavků reportingu pro EEA. Kategorie Typ zátěže, tedy typy zdrojů kontaminace prostředí, jsou následující:

1 neznámo,
2 komunální skládka,
3 průmyslová skládka,
4 průmyslová/obchodní místa,
5 doly,
6 vojenský prostor,
7 těžba, zpracování a skladování ropy,
8 ropné havárie,
9 elektrárny,
10 sklady mrvy, zemědělské znečištění,
11 havárie dalších nebezpečných látek,
12 ostatní.

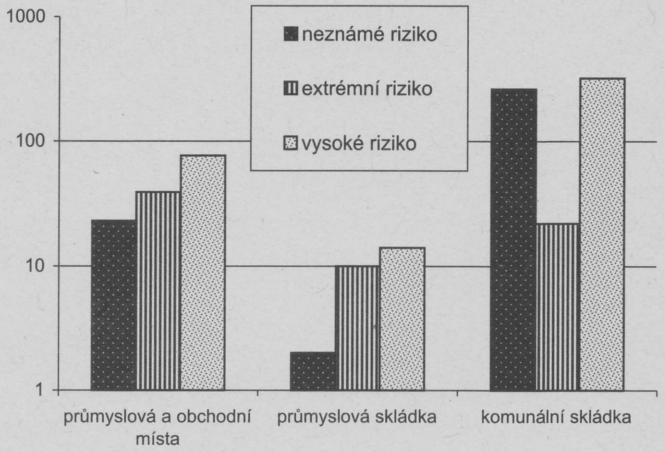
Nejčastějším typem zátěže je v SEKM komunální skládka, dále průmyslová a obchodní místa a průmyslová skládka.

3 Výsledky a diskuse

3.1 Kategorie rizika podle typu lokality

Pro tři skupiny nejčastějších typů zátěže – *komunální skládka*, *průmyslová a obchodní místa* a *průmyslová skládka* byly spočteny výskyty přidělených kvalitativních rizik pro kategorie kvalitativního rizika neznámé, extrémní a vysoké (*obr. 1*).

Pro typ zátěže *průmyslová a obchodní místa* a *průmyslová skládka* poměr počtů přidělených rizik odpovídá kategorizaci rizika – nejrizikovějších lokalit je nejméně. V případě lokalit typu *komunální skládka* je odlišná situace – neznámé riziko má přiděleno více než 250 lokalit, extrémní cca 20 a vysoké více než 300. Při dalším zpracování dat ze systému SEKM je rizikovost pro kontaminovaná místa typu *komunální skládka* málo spolehlivá. Pro ostatní typy kontaminovaných míst se dá konstatovat, že ze systémového hlediska lze kategorizaci rizika využít, přidělené riziko závisí pouze na aktuálnosti údajů a není zatíženo výraznější systémovou chybou.



Obr. 1. Počet kontaminovaných míst s typem zátěže průmyslová a obchodní místa, průmyslová skládka a komunální skládka (logaritmické měřítko)

3.2 Kategorie rizika podle množství dostupných informací

Míra spolehlivosti správného zařazení daného kontaminovaného místa do kategorie rizika je v SEKM v současnosti vyjádřena pouze zařazením do kategorie neznámé riziko podle toho, zda byla vypracována analýza rizika, nebo ne, popřípadě podle odborného názoru anotátora.

Částečně se tato nejistota dá odstranit rozlišováním kontaminovaných míst do skupin podle množství dostupných informací, jak je to např. navrhováno v [2]. Lokality jsou zde rozděleny do kategorií podle hlediska dalšího postupu na základní kategorie A aktuální riziko, P potenciální riziko a N není riziko. V rámci těchto kategorií jsou kontaminovaná místa dále rozlišována podle míry rizika. Důležitou, pozitivní charakteristikou systému prioritizace navrhovaného v [2] je to, že hodnota kategorie rizika a priority v rámci kategorie je vždy dynamická a může se průběžně měnit podle toho, k jakému vývoji dochází na daném kontaminovaném místě, např. po úspěšném provedení sanace se kontaminované místo přesune z kategorie A aktuální riziko do kategorie P potenciální riziko.

Zařazení do základních kategorií může být sice zatíženo podobnými nejistotami jako stávající kategorizace rizika SEKM – např. chybějícími aktuálními informacemi o stavu lokality a provedených sanačních pracech, nicméně má dobrý potenciál postihnout skutečnou rizikovost daného kontaminovaného místa.

4 Závěry

Nejistoty v určení rizika kontaminovaných míst sice nelze v praxi zcela eliminovat, ale je možné jejich dopad omezit. V současné podobě SEKM je nedostatek dat o kontaminovaném místě ošetřen zařazením do

kategorie riziko neznámé a kontaminovaná místa v rámci této kategorie nejsou dále rozlišována a jsou považována za nejrizikovější.

Kontaminovaná místa s typem zátěže komunální skládka zařazená do kategorie kvalitativního rizika neznámého musí být posuzována odděleně, protože jejich skutečná rizikovost může být velmi různorodá.

Rizikovost kontaminovaných míst v SEKM by měla být v budoucnu posuzována odděleně pro kontaminovaná místa s nedostatkem dat.

Poděkování
Výzkum je prováděn za podpory Výzkumného záměru MŽP č. 0002071102.

Mgr. Marta Martínková
Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Praha
marta_martinkova@vuv.cz
Lektoroval RNDr. Ladislav Bíža, srpen 2007

Literatura

[1] Pavlík, R. SEZ. CD pro anotátory SEKM. 2006.

[2] Ženatý, L., Tylčer, J. a Pavlík, R. Závěrečná zpráva o řešení projektu SM/4/93/05 v roce 2005. Výzkum systémového přístupu k výběru priorit řešení lokalit starých ekologických zátěží (doba řešení 2005–2007), s. 62.

Key words
register of contaminated sites, contaminated sites, categories of risks, risk analysis

Possible uncertainty in risk category of the Register of Contaminated Sites in the Czech Republic (Martínková, M.)

Presented text summarized results of analysis of risk categories in the Register of contaminated sites in the Czech Republic. The amount of information about individual contaminated sites is very different. Contaminated sites should be divided in groups after available amount of information in order to avoid uncertainties in site hazard determination.

OBSAH ČASOPISU VTEI – ROČNÍK 2007

Ochrana mostních objektů proti jejich destrukci vlivem povodňových událostí – příprava fyzikálního výzkumu (*Bouška, P., Gabriel, P.*) 1/2

Jak způsobuje hydraulicky nevhodné koryto vodního toku povodeň (*Matoušek, V.*) 1/4

Nízkonákladové semipermeabilní membrány, možnosti laboratorní kalibrace (*Kupec, J.*) 1/8

Srovnání povodí ovlivněného průmyslem s intenzivně zemědělsky obhospodařovaným povodím (*Novák, M.*) 1/12

Znečištění řek klesá – ale je tu stále a vyvíjí se (*Fuksa, J. K., Svoboda, J.*) 1/15

Průzkum sedimentů v oblasti přítoku Moravice do vodní nádrže Slezská Harta (*Šajer, J.*)..... 1/17

Návrh revidovaného vymezení zranitelných oblastí podle nařízení vlády č. 103/2003 Sb. (*Hrabánková, A., Prchalová, H., Rosendorf, P.*)..... 2/1

Koupací vody z pohledu Evropské unie (*Grünwaldová, H.*) 2/4

Vliv klimatických změn na hydrologický režim povodí Jizery podle regionálních klimatických scénářů (*Hanel, M.*)..... 2/6

Vyhodnocení měření na výparoměrné stanici Hlasivo (*Mrkvičková, M.*)..... 2/9

Jaký strategický výzkum je podle odborníků zapotřebí na českém a německém území povodí Labe? (*Martínková, M. aj.*)..... 2/11

Co přinesl druhý rok řešení výzkumného záměru „Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje“ (*Hudáková, V., Kulovaná, M.*) 2/14

Toky jako recipienty odpadních vod – dnes a zítra (*Fuksa, J.*)..... 3/1

Escherichia coli v povrchových vodách (*Baudišová, D.*)..... 3/4

Monitoring zátěže hydrosféry uranovým průmyslem ve střední části povodí řeky Svratky (*Hudcová, H., Mlejnková, H., Mojžíšková, H., Žáková, Z.*) 3/6

Koupací vody v ČR hodnocené podle směrnice 76/160/EHS (*Grünwaldová, H.*)..... 3/9

Degradace jakosti pitné vody při její akumulaci (*Hubáčková, J., Říhová Ambrožová, J., Čiháková, I.*) 3/12

Roční průběh několika ukazatelů jakosti vody (*Nesměrák, I.*) 3/14

Konflikt mezi vodáctvím a ochranou přírody? (*Simon, O. a kol.*) .. 3/15

Možná nejistota v kategorizaci rizika v Systému evidence kontaminovaných míst (*Martínková, M.*) 3/18

VTEI VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

Ročník 49 **ISSN 0322 - 8916**

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

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

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v. v. i.
Podbabská 30
160 62 Praha 6