

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

LEGISLATIVNÍ OCHRANA RAKŮ V ČESKÉ REPUBLICĚ A OSTATNÍCH STÁTECH EVROPY

Jitka Svobodová, Pavel Vlach, David Fischer

Klíčová slova

rak říční – rak kamenáč – nepůvodní raci – legislativa – Česká republika – Evropa

Souhrn

Legislativa je jedním z důležitých nástrojů k zajištění ochrany původních druhů raků. V současné době sama o sobě již ale nezabrání šíření nepůvodních raků v České republice a souvisejícímu úbytku původních druhů. Kromě právních předpisů musí být ochrana raků doplněna i o další nástroje, zejména osvětu mezi širokou veřejností, která upozorní, z jakých důvodů je dodržování těchto předpisů důležité. Prevence proti šíření nepůvodních invazních druhů je vždy levnějším a účinnějším řešením než následná snaha o likvidaci – v případě nepůvodních raků to platí s ohledem na rizika i obtížnost (až nemožnost) plošné eradikace dvojnásob. Rovněž koordinace zákonů a legislativních předpisů, nejen v rámci jednotlivých států, ale i celé Evropy, usnadní situaci při ochraně těchto ohrožených druhů. Prioritou je celková regulace introdukce, dovozu, prodeje, popř. i transportu živých nepůvodních raků ve všech státech Evropy.

Úvod

Přestože raci patří mezi všeobecně známé živočichy a v povědomí široké veřejnosti představují dokonce jednu z hlavních skupin indikujících nenarušené přírodní prostředí, znalosti o existenci a šíření nepůvodních druhů, potažmo o nebezpečí, které představují pro druhy původní, nejsou mezi veřejností příliš rozšířeny. Ačkoliv naše právní předpisy – zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny (dále ZOPK), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých

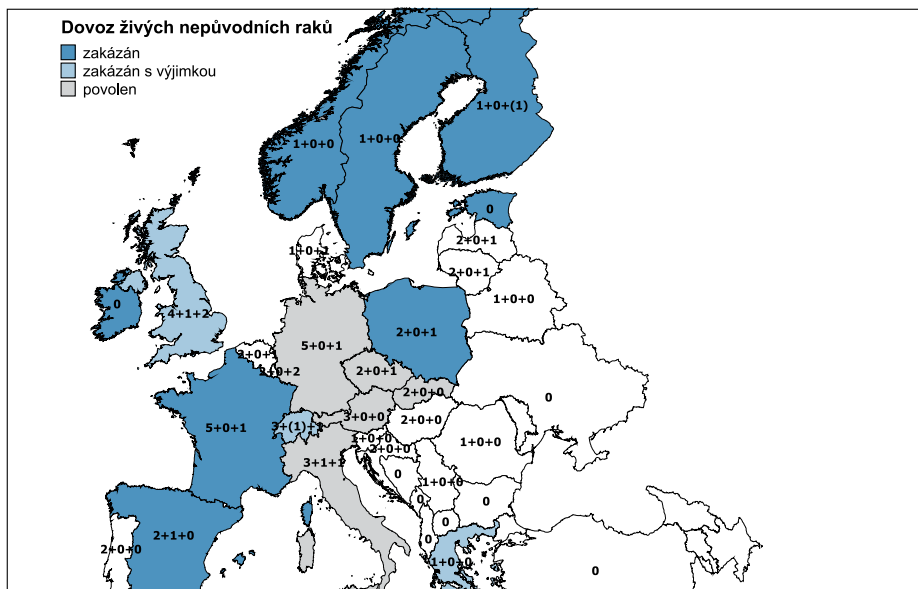


Obr. 1. Rak říční (*Astacus astacus*)

zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, zakazují záměrné šíření geograficky nepůvodních druhů do krajiny či vodního toku a vodních nádrží, existuje mnoho případů vypuštění invazních severoamerických raků do volné přírody, popř. jejich přenosu na doposud nezasazené lokality. Jde přitom jak o jednání nevědomé, kdy jsou v dobré víře např. zachraňováni nepůvodní raci a přitom přeneseni na nové lokality (zde hraje roli především neinformovanost veřejnosti a neschopnost rozeznat jednotlivé druhy u nás žijících raků), tak o vědomé vysazení nepůvodního druhu např. za účelem atraktivněji potápěčské lokality nebo jen proto, že je chovateli líto zlikvidovat rychle se rozmnožující domácí chovance. Ve druhém případě hraje významnou roli i fakt, že zákazník, který si pořizuje raka v prodejné akvaristice, není většinou seznámen s rizikem, které s sebou vypuštění daného druhu do volné přírody (včetně zahradních jezírek a podobných stanovišť) přináší (např. nebezpečí přenosu račích morů). Rozeznat jednotlivé druhy raků není úplně jednoduché, a tak mnoho lidí ani netuší, že rak, kterého si zakoupili v akvaristice, patří k živočichům, kteří mohou zapříčinit až úplné vyhnutí původních druhů v celých tocích.

Rozšíření raků v Evropě a České republice

Vzhledem k tomu, že raci patří k největším vodním bezobratlým živočichům, jsou důležitou součástí vodních ekosystémů, kde plní významnou funkci v potravním řetězci. V minulosti byli raci mnohonásobně hojnější, a to jak v České republice, tak i v celé Evropě, a pro chutné maso byli kulturní delikatesou vyhledávanou na celém světě. Od konce 19. století došlo k poklesu početnosti raků v evropských zemích, jehož příčinou byl račí mor. Toto onemocnění je způsobeno tzv. vodní plísní *Aphanomyces astaci* ze skupiny Oomycetes, která se do Evropy dostala spolu se severoamerickými raky (Rallo and Garcia-Arberas, 2002; Kozubíková et al., 2006). Úbytek raků pokračoval i v průběhu 20. století, kdy se hlavními příčinami tohoto trendu stalo znečištění vod z průmyslu a zemědělství a v neposlední řadě také nešetrné úpravy na tocích (Kettunen and ten Brink, 2006), které vážně ohrožují biotopy těchto živočichů a mnohdy



Obr. 2. Dovozy živých nepůvodních raků a jejich výskyt v přírodě ve vybraných státech Evropy. Počet nalezených nepůvodních raků v přírodě: amerických + australských + evropských, () rak byl nalezen, ale nález nebyl znovu ověřen. V Anglii je povolen kontrolovaný dovoz evropských raků z EU a výjimka platí i pro dovoz *Cherax* spp. pro akvarijní účely (Anglie, Wales). Rovněž ve Švýcarsku je povolen dovoz *Cherax* spp. bez vody pro akvarijní účely. Do Francie je povolen dovoz nepůvodního *Astacus leptodactylus*. Do Česka je z nepůvodních druhů omezen (vzhledem k paradoxnímu zařazení tohoto druhu mezi zvláště chráněné) dovoz, resp. držení, doprava a prodej *A. leptodactylus*. V Řecku je k dovozu třeba povolení.

při nich dochází i k jejich úplnému vymizení z lokality. Tím došlo v České republice ke snížení hospodářského významu raků, kteří ještě v polovině minulého století patřili k důležitému vývoznímu artiklu, a to hlavně do západoevropských států. Epidemie račicho moru, znečištění vod a nepřírodně napřímené, vybetonované toky tak stojí za razantním úbytkem obou našich původních druhů raků.

Mezi původní druhy raků, kteří již po miliony let prokazatelně obývají naše území, patří pouze rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium* Schrank, 1803) a rak říční (*Astacus astacus* Linnaeus, 1758). Ve vodách ČR se v současnosti vyskytují ještě další tři nepůvodní druhy – jeden původem východoevropský – rak bahenní (*Astacus (Pontastacus) leptodactylus* Eschscholtz, 1823), který u nás byl vysazen v polovině 20. století náhradou za morem zdecimované populace raka říčního (Petrušek et al., 2006) a další dva druhy – rak pruhovaný (*Orconectes limosus* Rafinesque, 1817) a rak signální (*Pacifastacus leniusculus* Dana, 1852), které pocházejí ze severní Ameriky a u nás se objevily v polovině minulého století. Oba posledně jmenované druhy představují pro původní raky značnou hrozbu – silně jim konkurují, jsou agresivnější, mají větší reprodukční potenciál a lépe se vyrovnávají se změnou prostředí (Filipová et al., 2006; Olsson et al., 2009). Dále jsou schopni dobře prosperovat i ve znečištěných vodách (Svobodová et al., 2008) a především disponují vysokou odolností vůči parazitaci plísňí *Aphanomyces astaci*, která je původcem račicho moru (Kozubíková et al., 2009). Kromě těchto přímých efektů dokáží způsobit změnu mikrohabitu nebo snížení druhové diverzity (Gherardi et al., 2002), což ukazují výzkumy například raka červeného nebo raka signálního (Olsson et al., 2009).

Rak pruhovaný se k nám dostal „přirozenou“ cestou po Labi z Německa, kam se dostal z oblasti Pomořanska na území západního Polska, kde byl úspěšně vysazen v roce 1890 (Hamr, 2002). Dřívější introdukce nepůvodních raků do Polska je v současnosti zdrojem šíření invazního raka pruhovaného na severní Moravu, kam z přítoků Odry v roce 2006 pronikl do toku Prudník (Đuriš a Horká, 2007). Z Polska se dále šíří i na východ do Běloruska (Holdich and Black, 2007). Podle Pukyho a Schada (2006) se rak pruhovaný dokáže šířit tokem rychlostí 13 km za rok, konkrétně byla takto rychlá invaze raka pruhovaného zaznamenána na Dunaji v Maďarsku. Odtud se tento invazní rak rozšířil v roce 2007 na Slovensko do přítoků Dunaje, Váhu, Hornádu a Ipefu (Janský and Kautman, 2007; Puky, 2009), a v roce 2008 byl nalezen i v rumunské části Dunaje (Pârvolescu et al., 2009) – obr. 2.

Import dalšího invazního druhu raka – raka signálního – do Evropy byl motivován snahou obnovit zásoby raků v jezerech, tocích a údolních nádržích a zvýšit předpoklady jejich intenzivního lovu. První evropskou zemí, kde byl rak signální pokusně vysazen, bylo Švédsko v 60. letech 20. století, kde byla také zřízena první odchovna těchto nepůvodních raků, z které byli poté raci úspěšně importováni do celé Evropy. Na základě publikovaných dat je odhadováno, že v důsledku introdukce raka signálního ve Švédsku a zvýšené acidifikace vod došlo v této skandinávské zemi za posledních sto let k 95% úbytku původního raka říčního (Edsman, 2004).

Třetím invazním rakem, způsobujícím velké problémy v Evropě, je rak červený (*Procambarus clarkii*). Ve volné přírodě České republiky sice ještě nebyl výskyt tohoto druhu potvrzen, ale existují informace o jeho vysazení do zahradního jezírka (anonymus – ústní sdělení). Vzhledem k tomu, že patří k jednomu z nejoblíbenějších raků prodávaných v akvaristikách, je jen otázkou času, kdy se dostane do volné přírody. Ve střední Evropě sice pro tohoto raka v současné době nejsou příznivé klimatické podmínky pro přežití, ale vzhledem k tomu, že patří k přenašečům račicho moru, nebezpečná je jakákoliv, byť jen krátkodobá přítomnost tohoto druhu ve volné přírodě, pokud se dostane do blízkosti původních evropských raků. Jeho výskyt byl zaznamenán ve všech jižních státech Evropy a také v Rakousku a Německu.

Šíření invazních raků a přenos račicho moru

Velmi závažný je přenos invazních raků prostřednictvím lidské činnosti. Tyto činnosti můžeme rozdělit na záměrné (např. vysazování raků v rámci „oživování“ různých vodních prvků v zahradách i ve volné krajině, v rámci zvyšování atraktivity potápěčsky využívaných lokalit či vypouštění nechtěných jedinců akvaristy, kteří si raky koupí v obchodě a z různých důvodů je nemohou či nechťejí dále chovat) a nezáměrné (např. činnost rybářů, kdy raky nechtěně přenesou s rybí násadou).

Přenos původce račicho moru, zoospor *Aphanomyces astaci*, je možný mnoha způsoby. Nejčastěji nastává přenos od nakažených raků, a to jak invazních, tak i původních evropských. Možné jsou ale i další způsoby přenosu, např. prostřednictvím nedezinfikované nebo alespoň dostatečně nevysušené techniky a jiných potřeb používaných při správě vodních toků, rybářských pomůcek nebo uvolněnými zoosporami ve vodě s násadou ryb. Přenos je možný i prostřednictvím predátorů (ulpěním spor *Aphanomyces astaci* na mokřím nebo srsti), kdy nákaza může být přenesena i do vzdálenějších povodí (Štambergová et al., 2009). Příkladem takového přenosu bylo například Irsko jako jediná západoevropská země bez výskytu invazních raků (obr. 2), kam byl parazit *Aphanomyces astaci* nejspíše přenesen s mokřím rybářským náčiním (Reynolds, 1988).

Právní předpisy ve vztahu k rakům v Evropě a v ČR

Právní ochrana evropských druhů raků je na úrovni EU zajištěna prostřednictvím směrnice Rady č. 92/43/EHS, o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin (tzv. směrnice o stanovištích), ve které jsou rak bělonohý (*Austropotamobius pallipes* Lereboullet, 1858), který se vyskytuje v západní a jižní Evropě, a rak kamenáč zařazení mezi druhy živočichů, které vyžadují zvláštní územní ochranu (vymezení tzv. evropsky významné lokality jako součásti soustavy Natura 2000). Současně jsou rak říční i rak kamenáč zařazení mezi druhy živočichů v zájmu společenství, jejichž odchyt a odebrání ve volné přírodě a využívání může být předmětem určitých opatření na jejich obhospodařování. Povinnosti vyplývající z této směrnice byly transponovány do národní legislativy jednotlivých členských států – v České republice konkrétně do zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů – ZOPK (Štambergová et al., 2009). V seznamu zvláště chráněných druhů vyhlášky č. 395/1992 Sb. jsou rak kamenáč a rak říční uvedeni jako kriticky ohrožené druhy. Rak bahenní, ač patří mezi uměle vysazené druhy, je zařazen do kategorie ohrožených. U zvláště chráněných druhů živočichů je podle § 50 zakázáno škodlivě zasahovat do jejich přirozeného vývoje (mj. je chytat, sbírat, přemísťovat, chovat v zajetí, zraňovat, ničit, poškozovat či usmrčovat a jakkoliv rušit) a dále je zakázáno je dopravovat, prodávat, vyměňovat či jen nabízet k prodeji nebo výměně. Zákazy se podle § 48 odst. 4 ZOPK vztahují přiměřeně i na mrtvé jedince. Ze zakázů je možné za limitovaných podmínek povolit výjímku podle § 56 ZOPK. Případně vypouštění jedinců odchovaných v zajetí („v lidské péči“) je možné jen za určitých podmínek na základě souhlasu orgánu ochrany přírody podle § 54 odst. 3 ZOPK. Pro ochranu raka kamenáče je také v souvislosti s požadavky směrnice o stanovištích vymezeno 13 evropsky významných lokalit a oba druhy jsou chráněny v rámci řady zvláště chráněných území.

Právní úprava v oblasti nepůvodních druhů je, na rozdíl od ochrany druhů původních, na úrovni EU v rámci směrnice 92/43/EHS řešena pouze jediným článkem, a to čl. 22, který zavazuje členské státy k regulaci (řízení) záměrného vysazování nepůvodních druhů tak, aby nedošlo k poškozování přírodních stanovišť a druhů a stanovuje možnost takovou činnost zakázat. Nařízení Rady (ES) č. 338/97 o ochraně druhů volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin regulováním obchodu s nimi (nařízení je přímo účinným právním předpisem ES) zahrnuje zákaz dovozu a obchodu se čtyřmi v EU nepůvodními druhy (*Trachemys scripta elegans*, *Rana catesbeiana*, *Chrysemys picta*, *Oxyura jamaicensis*) – dovoz a obchod s nepůvodními druhy raků však neřeší. Na specifickou oblast produkčního rybářství (akvakultury) je zaměřeno nařízení Rady (ES) č. 708/2007 ze dne 11. června 2007, o používání cizích a místně se nevyskytujících druhů v akvakultuře – to stanovuje určitá obecná pravidla, včetně procesu hodnocení rizik, která by mohla být využita v případech snahy o zavedení nepůvodních druhů do produkční akvakultury.

Nařízení Rady ES jsou přímo platným právním předpisem a nevyžadují samostatnou transpozici. V případě nařízení č. 708/2007 však v ČR dosud nebyla zajištěna řádná implementace, např. nejsou stanoveny kompetence (tj. není jasné, kdo by měl využít nepůvodního druhu povolovat) atp. Ustanovení článku 22 směrnice 92/43/EHS je v rámci právní úpravy v ČR z většiny pokryto. V tomto případě nelze hovořit přímo o transpozici, protože uvedená ustanovení jsou v ZOPK již od jeho vzniku v r. 1992. Je to především § 5 odst. 4 ZOPK, podle kterého je záměrné rozšiřování geograficky nepůvodního druhu do krajiny zakázáno, resp. je možné jen na základě povolení orgánu ochrany přírody, a dále základními podmínkami ochrany národních parků, CHKO a rezervací, v nichž je záměrné rozšiřování nepůvodních druhů výslovně zakázáno – viz § 16 odst. 1 písm. h), § 26 odst. 1 písm. d), § 29 písm. e) a § 34 odst. 1 písm. d) ZOPK. Geograficky nepůvodní druh je podle zákona o ochraně přírody a krajiny definován poměrně obecně jako druh, který není součástí přirozených společenstev určitého regionu. Vztahuje se tedy jednoznačně na druhy zavlečené z jiných kontinentů, ale třeba i na druhy původní v jiné evropské biogeografické oblasti, třeba na druhy původem z karpatského nebo alpského regionu, speciálně u vodních organismů lze rozlišovat na druhy původní v jednotlivých povodích či úmořích. Obdobné ustanovení, ale poněkud širší, jako je § 5 odst. 4 ZOPK, je obsaženo v § 35 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon) – to se váže na souhlas vodoprávního úřadu při vypouštění nepůvodních ryb a ostatních vodních živočichů a geneticky nevhodných a neprověřených populací přirozených druhů do vodních toků a vodních nádrží. Oprávnění pro členský stát uvedené v čl. 22 směrnice 92/43/EHS, aby rozšiřování některého druhu zakázal, však do českého právního řádu převedeno dosud nebylo.

Další právní předpisy a jejich jednotlivá ustanovení jsou zmíněna dále v diskuse.

Diskuse

Prvním krokem, který může zpomalit další šíření nepůvodních druhů do Evropy, by mělo být zavedení jednotného přístupu na evropské úrovni a úprava či vytvoření právních předpisů ES i jednotlivých států, které by tomuto nepříznivému jevu co nejvíce bránily. Vzhledem k tomu, že nepůvodní

invazní druhy představují z hlediska biodiverzity závažný ohrožující faktor jak v celosvětovém měřítku, tak na úrovni EU a jednotlivých členských států, byla tato problematika v roce 2008 a 2009 řešena i Evropskou komisí a Radou (viz sdělení Komise COM(2008)789 „Plán strategie EU pro invazní druhy“ a závěry Rady 11412/09 „Hodnocení akčního plánu EU pro biologickou rozmanitost v polovině období a plán strategie EU pro nepůvodní invazní druhy“, které byly přijaty v rámci českého předsednictví).

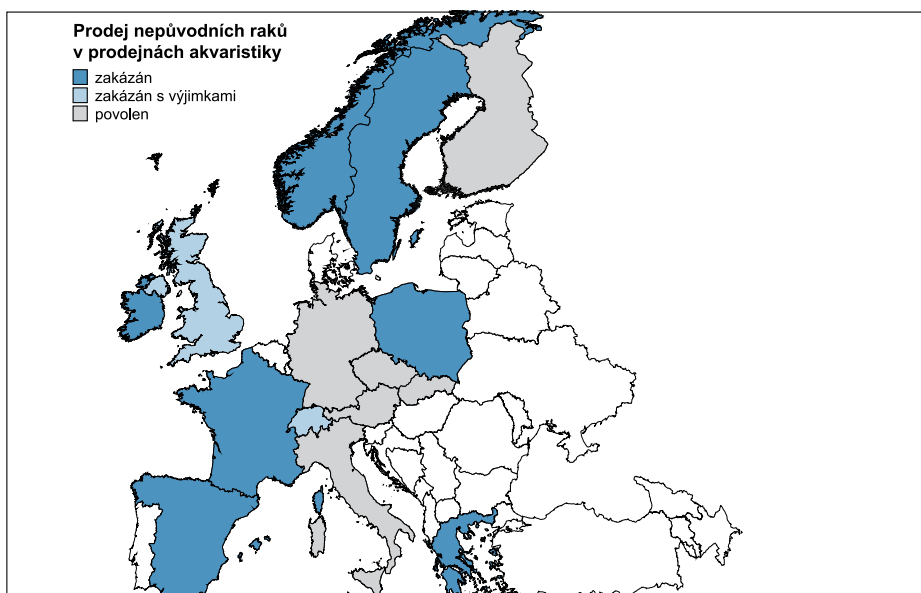
Hlavním výsledkem, který vzešel z těchto diskusí, byl požadavek obsažený v závěrech Rady na jednotnou centrálně koordinovanou strategii řešení problematiky nepůvodních druhů, včetně stanovení nových nebo úpravu stávajících legislativních nástrojů. Zatím je právní úprava v oblasti nepůvodních druhů, na rozdíl od podmínek ochrany druhů původních, na úrovni ES málo efektivní. Pojednává o ní pouze výše zmíněný čl. 22 směrnice 92/43/EHS a další předpisy a ustanovení, která jsou však velmi úzce zaměřená na specifické oblasti nebo vybrané druhy. Každý členský stát navíc legislativně opatření v ochraně původních a při kontrole invazních druhů, včetně raků, přizpůsobuje svým zvyklostem, v některých případech nejsou předpisy dokonce vydávány centrálně ani v rámci jednoho státu a různá nařízení potom platí pro jednotlivé spolkové země států, jako např. v Německu, Rakousku, Španělsku nebo Itálii (Holdich and Pöckl, 2005).

Mezi činnosti způsobující šíření nepůvodních raků patří import živých raků, a to jak z mimo-evropských států, tak i ze států Evropy, převoz raků mezi povodími a prodej nepůvodních raků (obr. 3). Kontrolu nakažených raků dříve řešila směrnice 91/67/EHS, která měla v seznamu nebezpečných nemocí i račí mor a která s pomocí Komise určovala oblasti, jež byly prosté nákazy a v nichž bylo nakládání s raky přísněji regulováno s ohledem na šíření nákazy. Tato směrnice byla nahrazena směrnicí Rady 2006/88/ES „o veterinárních požadavcích na živočichy pocházející z akvakultury a produkty akvakultury a o prevenci a tlumení některých nákaz vodních živočichů“, která nákazu račím morem již nezahrnuje mezi choroby, které by měly být řešeny dříve použitelným způsobem. V současné době, pokud záležitost pochází z mimoevropských států, celní veterinární kontrola pouze ověřuje, zda daný živočich nejeví známky nemoci. Vzhledem k tomu, že severoameričtí raci jsou k nazeze račím morem rezistentní, veterinář nemůže odhalit nakažené živočichy.

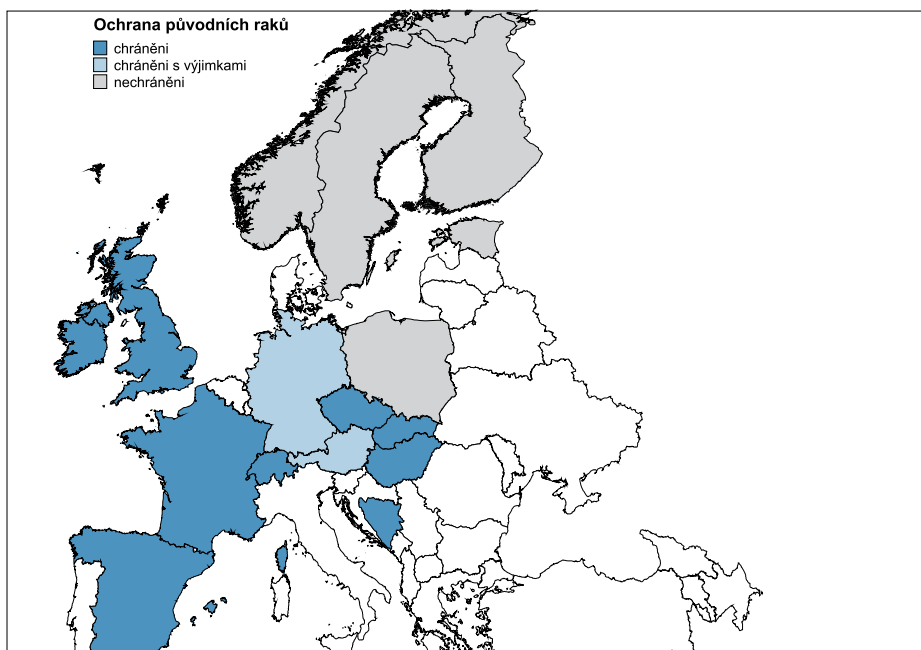
Problémem je také omezená možnost regulovat pohyb komerčně využívaných jedinců v rámci společného obchodního prostoru EU. Většina evropských předpisů řeší pouze vstup zboží do prostoru EU a další pohyb zboží mezi členskými státy už se nepovažuje za „dovoz“ a nepodléhá zpravidla výraznějším kontrolám a regulaci. Naštěstí ochrana před nákazami je jedním z přípustných důvodů omezení volného obchodu v rámci EU, a tak některé státy řeší nebezpečí zavlečení račího moru zákazem jakéhokoliv importu nepůvodních i původních živých raků ze zahraničí. Veškerý dovoz živých raků je zakázán v Irsku, Norsku, Švédsku, Španělsku, Francii a Polsku, zatímco import raků není omezen do Itálie, Rakouska a Německa (Holdich and Pöckl, 2005) – obr. 2.

Vzhledem k zařazení mezi zvláště chráněné živočichy je do Česka omezen dovoz, resp. držení, doprava a prodej kriticky ohroženého raka říčního, raka kamenáče a také raka bahenního, který je zařazen do kategorie ohrožených, přestože je původem z východní Evropy. Stejnou nejasnost s rakem bahenním řeší i Francie, kde je tento druh legislativně rovněž chráněn, ač není původní (obr. 4).

Na rozdíl od mnoha evropských států není v ČR nijak regulován dovoz a obchod s nepůvodními severoamerickými druhy raků, a to i přes to, že jsou přenašeči račího moru. Jak bylo výše uvedeno, je podle § 5 odst. 4 ZOPK záměrné rozšiřování geograficky nepůvodního druhu do krajiny možné jen na základě povolení orgánů ochrany přírody a v chráněných územích je zakázáno zcela. Zčásti duplicitní ustanovení je obsaženo ještě i v § 35 odst. 3 zákona č. 254/2001 Sb., o vodách. K vypouštění nepů-



Obr. 3. Prodej živých nepůvodních raků ve vybraných státech Evropy. Ve Velké Británii a Švýcarsku je výjimka pro *Cherax quadricarinatus* a *Ch. destructor* pro akvarijní účely. V Irsku, Velké Británii, Norsku, Švédsku, Španělsku a Francii je zakázáno držení nepůvodních raků v akváriu a zahradním rybníčku. V mnoha státech je zákaz porušován.



Obr. 4. Ochrana původních raků ve vybraných státech Evropy. Podle směrnice Rady č. 92/4/EHS je chráněn rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*) a rak bělonohý (*Austropotamobius pallipes*) ve všech zemích EU. V Německu jsou chráněni všichni raci, kteří se rozmnožují v přírodě, zatímco ve spolkové zemi Bavorsko jsou chráněni jen původní raci. V Rakousku jsou původní raci chráněni ve dvou spolkových zemích (Tyrolsko a Vídeň).

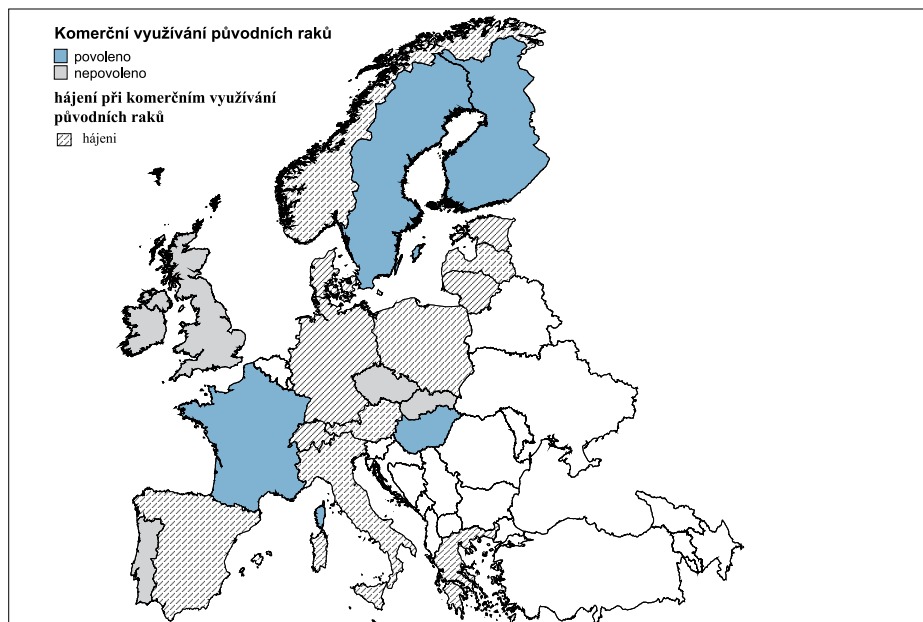
vodních raků by tak nemělo docházet. V rozporu s definicí nepůvodního druhu i regulativními ustanoveními zákona o ochraně přírody a krajiny i zákona o vodách, a dokonce také v rozporu s definicí přímo platného nařízení Rady (ES) č. 708/2007 ze dne 11. června 2007, o používání cizích a místně se nevyskytujících druhů v akvakultuře, je však zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráž, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství), ve znění pozdějších předpisů. Ten v § 2 písm. s) definuje nepůvodní rybu nebo jiný vodní organismus jako geograficky nepůvodní nebo geneticky nevhodný anebo neprověřený druh či populaci, která se vyskytuje na území jednotlivého rybářského revíru méně než tři po sobě následující generační populace. Vezmeme-li v úvahu, že rak pruhovaný se dožívá maximálně 4 let, průměrná délka jeho života jsou dva roky (Holdich and Black, 2007) a pohlavní zralosti je schopen dosáhnout již v prvním roce života (Souty-Grosset et al., 2006), lze podle tohoto ustanovení tento druh zařadit k původním vodním organismům již za 3–4 roky. První záznam o výskytu tohoto druhu je z roku 1988 u Ústí nad Labem (Hajer, 1989), přirozen se tedy v České republice rozmnožuje již nejméně 22 let. Rybářský

zákon sice přímo nevede k vysazování invazních raků do volné krajiny, ale podle uvedeného § 2 písm. s) je fakticky řádí k původním vodním organismům. Další nesrovnalosti obsahuje prováděcí vyhláška rybářského zákona č. 197/2004 Sb. v platném znění, která jmenuje raka říčního, raka kamenáče a raka bahenního ve velikosti 5 cm jako možnou násadu, přestože je podle vyhlášky č. 395/1992 Sb. zařazen mezi ohrožené, v případě prvních dvou dokonce kriticky ohrožené živočichy, kteří se podle ZOPK mj. nesmějí chytat, sbírat, přemísťovat, chovat v zajetí, dopravovat atp. Novela této prováděcí vyhlášky rybářského zákona č. 20/2010 Sb. obsahuje v tabulce B oddíl II čtyři kolonky pro vyplnění produkce koryšů, včetně údaje, kolik Kč/kg bylo získáno prodejem raků z rybochovného zařízení. Vzhledem k tomu, že v ČR se v současnosti vyskytuje pouze pět druhů raků (z toho tři jsou zařazeny mezi zvláště chráněné a dva jsou invazní), je otázkou, které raky může majitel rybochovného zařízení vyplnit do této tabulky, jestliže pro komerční chov původních druhů raků nebyla vydána v rámci ČR žádná výjimka podle § 56 ZOPK. Tabulka byla do vyhlášky nejspíš automaticky zkopírována z evropských směrnic, které platí i pro státy, ve kterých je možný komerční lov raků, který u nás ale povolen není.

Komerční lov raků byl u nás zakázán kvůli kritickému snížení stavu původních raků po opakujících se epidemiích račního moru a působení dalších nepříznivých vlivů. Takže podle jednoho zákona jsou původní raci chráněni a nesmí se s nimi manipulovat a nepůvodní se nesmějí vysazovat (ZOPK), ale podle rybářského zákona mohou být severoamerické druhy raků považovány za původní, protože se již po tři generace v ČR rozmnožují a raka říčního a raka kamenáče lze podle prováděcí vyhlášky rybářského zákona vysazovat od velikosti 5 cm. Z tohoto popisu je vidět, že legislativa v ČR je sice vydávána centrálně, avšak bez potřebné koordinace a věcného i procesního sjednocení, což svědčí o úzce resortním přístupu jednotlivých ministerstev a nedostatku vzájemné komunikace.

Rozdílná je legislativa a opatření ve státech s tradičním komerčním využíváním raků ke kulinářským účelům, jako je např. Švédsko, Finsko nebo Rakousko. V těchto zemích je rak říční odlovován a hájen po dobu rozmnožování a loven může být až od určité velikosti jedince (obr. 5). V případě Švédska a Finska není omezení, a tedy ochrana raka říčního nařízena centrální legislativou, ale řídí se místními předpisy. V těchto dvou státech je stále využíván komerční lov i nepůvodního raka signálního, který zde byl vysazen náhradou za morem zdecimovanou populaci raka říčního. Vysazování je ale v současnosti centrálně zakázáno, výjimkou je povoleno jen v několika oblastech, kde je tento nepůvodní rak již značně rozšířen a kde neohrožuje původního raka říčního. Pokud je ve státech, kde jsou loveny i nepůvodní druhy raků, dovolen převoz živých raků mezi jednotlivými povodími, opět zde hrozí rozšíření těchto invazních druhů. Také se v této souvislosti nabízí otázka, co dělat s odloveným nepůvodním rakem, pokud je ke konzumaci příliš malý (Peay, 2009). Rozdílné předpisy na ochranu raků jsou ale i v Rakousku, kde ve spolkových zemích Tyrolsko a Vídeň je zakázáno raky chytat, držet, zabíjet, prodávat a dopravovat, ale v ostatních sedmi spolkových zemích jsou raci hojně využíváni ke komerčním účelům jako oblíbená lahůdka. Různé zákony platí i pro 16 spolkových zemí Německa, kde jsou loveni nejen původní raci, ale v pěti spolkových zemích jsou hospodářsky využíváni i invazní raci. Odlišnosti v německých právních předpisech jsou i při ochraně nepůvodních živočichů – pokud jsou schopni se rozmnožovat ve volné přírodě, jsou automaticky chráněni. Důsledkem této benevolence je, že Německo patří k zemím, ve kterých je největší počet invazních raků ve volné přírodě (Holdich et al., 2009) – obr. 2.

V zemích, kde tradice komerčního lovu zanikla po epidemii račního moru, kdy došlo k takovému úbytku raků, že nebylo rentabilní odlov dále provozovat, byla zpravidla zavedena přísná ochranná opatření. V mnoha z těchto zemí však byli jako náhrada za skomírající populace původních raků vysazeni právě severoameričtí raci. To bylo v době, kdy nebylo ještě známo, že zdrojem patogenu, který způsobuje račí mor, jsou právě tyto nepůvodní druhy. Tento neuvážený zásah člověka do přírody stále způsobuje opakující se epidemie račního moru po celé Evropě. Jen v České republice jsou v posledních letech každým rokem zaznamenány nejméně dvě ověřené epidemie račního moru (Štambergová et al., 2009), které během krátké doby dokážou vyhubit v celém toku veškerou populaci původních raků. V roce 2009 to byl např. úhyn raků říčních ve Svatce a epidemie račního moru na Zákolanském potoce s rakem kamenáčem. Ve druhém případě je jedním z možných zdrojů nákazy račního moru přenos patogenu z nedalekého rybníčku, kam byl vysazen rak pruhovaný (jedním z mnoha potenciálních



Obr. 5. Komerční využívání původních raků ve vybraných státech Evropy. Ve Švýcarsku a Maďarsku je komerční lov raků málo využíván. Ve Švédsku a Finsku je ochrana raků řízena místními předpisy.

vektorů pak mohl být např. predátor, jako je volavka nebo norek americký). Populace raka pruhovaného ve zmiňovaném rybníčku je z 98 % nakažena parazitem způsobujícím račí mor (Kozubíková et al., 2009).

Přestože je legislativa v mnoha zemích velmi přísná, je často porušována a pokuty za porušení těchto předpisů nejsou vymáhány. Na špatné sladění vydané legislativy a její striktní dodržování doplatila Velká Británie, která současně zakázala prodej, dovoz ale i držení nepůvodních raků. Důsledkem bylo, že mnoho chovatelů vypustilo raky z akvárií do volné přírody a nedlouho po vydání těchto omezujících zákonů se ve vodách Velké Británie objevilo velké množství nepůvodních druhů raků (Holdich and Pöckl, 2005).

Závěr

Velká část evropských států považuje nepůvodní druhy raků za nežádoucí, a z tohoto důvodu je dovoz, prodej, introdukce i doprava živých raků zakázána. Z obr. 2 a 3 je vidět, že Česká republika, ale například i Německo, patří ke státům, kde dovoz i prodej invazních amerických raků dosud nebyl i přes vážná veterinární a ekologická rizika omezen.

Prioritou by proto měla být úprava platných předpisů vedoucí k vyloučení dovozu a prodeje nepůvodních raků v České republice, ale i ve všech okolních státech. Při zavádění předpisů a zákonů bude potřeba nejdříve informovat veřejnost o nutnosti těchto legislativních kroků. Osvěta, namířená jak na širokou veřejnost, tak např. na různé zájmové organizace (rybáři, potápěči, ČSOP...) či státní správu, patří obecně mezi jeden z nejvýznamnějších faktorů při ochraně raků. Z tohoto důvodu je velmi potřebné rychle zahájit rozsáhlou kampaň upozorňující na nebezpečí spojená s nepůvodními druhy raků, která by měla být základním odrazovým můstkem k realizaci úspěšného programu na záchranu původních druhů.

Dále rozhodně v současné době chybí právní předpis nebo alespoň dobrovolná dohoda s hlavními subjekty nebo sdruženími, které by majitele akvaristik zavazovaly seznámit zákazníka s nebezpečím přenosu račního moru např. formou letáku ke každému zakoupenému rakovi, jenž by zákazníka upozornil na to, že raka v žádném případě nesmí vypustit do volné přírody. Také je nezbytné systémově řešit otázku co s nechtěnými jedinci u jednotlivých chovatelů (akvaristů), zaveden by mohl být např. systém zpětného odběru v prodejnách a upraven způsob dalšího nakládání s nepůvodními raky.

Literatura

- Arens, A. and Taugbol, T. (2005) Status of freshwater crayfish in Latvia. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 376–377, 519–528.
- Đuriš, Z. a Horká, I. (2007) První nález invazního raka pruhovaného *Orconectes limosus* (Rafinesque) na území Moravy a Slezska v ČR. *Časopis Slezského Muzea v Opavě*, 56, 49–52.
- Edsman, L. (2004) The Swedish story about import of live crayfish. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 372–373, 225–232.
- Edsman, L. and Smietana, Z. (2004) Exploitation, conservation and legislation. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 2004, 372–373, 457–464.
- Filipová, L., Kozubíková, E. a Petrušek, A. (2006) *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817). In Mlíkovský, J. a Stýblo, P. [eds] *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. Praha: ČSOP, 237–239.
- Gherardi, F., Smietana, P., and Laurent, P. (2002) Roundtable session 2B Interaction between non-indigenous and indigenous crayfish species. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 367, 899–907.

- Hajer, J. (1989) Americký druh raka v Labi. *Živa*, 37, 3, 125.
- Hamr, P. (2002) *Orconectes*. In *Biology of freshwater crayfish* (ed. Holdich, DM.), Oxford : Blackwell Sci., 585–608.
- Hefti, D. and Stucki, P. (2006) Crayfish management for Swiss waters. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 380–381, 937–952.
- Holdich, DM., Reynolds, J., and Edsman, J. (2002) Monitoring in conservation and management of indigenous crayfish populations. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 367, 875–879.
- Holdich, DM. and Pöckl, M. (2005) Does legislation work in protecting vulnerable species? *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 376–377, 809–828.
- Holdich, DM. and Black, J. (2007) The spiny-cheek crayfish, *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae], digs into the UK. *Aquatic Invasions* 2(1), 1–15.
- Holdich, DM., Reynolds, J.D., Souty-Grosset, C., and Sibley, P.J. (2009) A review of the ever increasing threat to European crayfish from non-indigenous crayfish species. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394–395, 11.
- Janský, V. a Kautman, J. (2007) Americký rak *Orconectes limosus* (Crustacea: Decapoda: Cambaridae) už aj na Slovensku. *Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovenici*, 53, 21–25.
- Kettunen, M. and ten Brink, P. (2006) Final report for the European Commission: Value of biodiversity. Institute for European Environ. Policy (IEEP). Brussels, Belgium. 131 p.
- Kirjavainen, J. and Sipponen, M. (2004) Environmental benefits of different crayfish management strategies in Finland. *Fisheries Management and Ecology*, 11, 213–218.
- Koutrakis, E., Perdikaris, C., Machino, Y., Sawidis, G., and Margaritis, N. (2007) Distribution, recent mortalities and conservation measures of crayfish in Hellenic fresh waters. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 385, 25–44.
- Kozubíková, E., Filipová, L., Kozák, P., Ďuriš, Z., Martín, M.P., Diéguez-Urbeondo, J., Oidtmann, B., and Petrussek, A. (2009) Prevalence of the crayfish plague pathogen *Aphanomyces astaci* in invasive American crayfishes in the Czech republic. *Conservation Biology*, 23 (5), 1204–1213.
- Kozubíková, E., Petrussek, A., Ďuriš, Z., Kozák, P., Geiger, S., Hoffmann, R., and Oidtmann, B. (2006) The crayfish plague in the Czech Republic – review of recent suspect cases and a pilot detection study. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 380–381, 1313–1324.
- Olsson, K., Stenroth, P., Nyström, P. and Granéli, W. (2009) Invasions and niche width: does niche width of an introduced crayfish differ from a native crayfish? *Freshwater Biology*, 54 (8), 1731–1740(10).
- Paaver, T. a Hurt, M. (2009) Chov raků v Estonsku. In *Ochrana raků v kontextu s rybářským hospodařením* (sb. z odb. semináře, Písek, 10.–11. 2009), s. 30–37.
- Părvulescu, L., Paloş, C., and Molnar, P. (2009) First record of the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae] in Romania. *North-Western Journal of Zoology*, 5 (2), 424–428.
- Peay, S. (2009) Invasive non-indigenous crayfish species in Europe: Recommendations on managing them. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394–395, 3.
- Petrusek, A., Filipová, L., Ďuriš, Z., Horká, I., Kozák, P., Polícar, T., Štambergová, M., and Kučera, Z. (2006) Distribution of the alien spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) in the Czech Republic. Past and present. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 380–81, 903–918.
- Puky, M. (2009) Confirmation of the presence of the spiny-cheek crayfish *Orconectes limosus* (Rafinesque, 1817) [Crustacea: Decapoda: Cambaridae] in Slovakia. *North-Western Journal of Zoology*, 5 (1), 214–217.
- Puky, M. and Schad, P. (2006) *Orconectes limosus* colonises new areas fast along the Danube in Hungary. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 380–381, 919–926.
- Puky, M., Reynolds, J.D., and Schad, P. (2005) Native and alien *Decapoda* species in Hungary: distribution, status, conservation importance. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 376–377, 553–568.
- Rallo, A. and Garcia-Arberas, L. (2002) Differences in abiotic water conditions between fluvial reaches and crayfish fauna in some northern rivers of the Iberian Peninsula. *Aquat. Living Resour.*, 15, 119–128.
- Reynolds, J.D. (1988) Crayfish extinctions and crayfish plague in Ireland. *Biological Conservation*, 45, 279–285.
- Scalici, M., Pitzalis, M., and Gibertini, G. (2009) Crayfish distribution updating in central Italy. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems*, 394–395, 06.
- Sibley, P. and Noël, P. (2002) Control and management of alien crayfish. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 367, 881–886.
- Souty-Grosset, C., Holdich, DM., Noël, P.Y., Reynolds, J.D., and Haffner, P. (eds) (2006) Atlas of crayfish in Europe. *Muséum National d'Histoire Naturelle, Patrimoines Naturels* (Paris), 64, 187 p.
- Souty-Grosset, C., Schulz, R. and Madec, J. (2005) Crayfish protection programmes in Europe. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 376–377, 797–807.
- Svobodová, J., Štambergová, M., Vlach, P., Písek, J., Douda, K. a Beránková, M. (2008) Vliv jakosti vody na populaci raků v České republice – porovnání s legislativou ČR. VTEI, roč. 50, č. 6, s. 1–5, příloha *Vodního hospodářství* č. 12/2008.
- Štambergová, M., Svobodová, J. a Kozubíková, E. (2009) *Raci v České republice*. 1. vyd. Praha : AOPK, 255 s.
- Vigneux, E., Thibault, T.M., Marnell, F., and Souty-Grosset, C. (2002) National legislation, EU directives and conservation. *Bull. Fr. Pêche Piscic.*, 367, 887–898.
- Vyhlaška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny.
- Zákon č. 99/2004 Sb., o rybníkářství, výkonu rybářského práva, rybářské stráž, ochraně mořských rybolovných zdrojů a o změně některých zákonů (zákon o rybářství), ve znění pozdějších předpisů.
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů (ZOPK).
- Zákon č. 254/2000 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

K mapkám byla použita literatura: Holdich et al., 2002; Sibley and Noël, 2002; Vigneux et al., 2002; Edsman, 2004; Kirjavainen and Sipponen, 2004; Arens and Taugbol, 2005; Holdich and Pöckl, 2005; Puky et al., 2005; Souty-Grosset et al., 2005; Hefti and Stucki, 2006; Koutrakis et al., 2007; Holdich et al., 2009; Paaver and Hurt, 2009; Peay, 2009; Scalici et al., 2009.

Studie byla zpracována za podpory výzkumného záměru Ministerstva životního prostředí ČR (MZP0002071101).

RNDr. Jitka Svobodová
VÚV T.G.M., v.v.i., Jitka_Svobodova@vuv.cz
RNDr. Pavel Vlach, Ph.D.
Ekosolution, vlach.pavel@mybox.cz
Mgr. David Fischer
Hornické museum Příbram, david-fischer@centrum.cz
Příspěvek prošel lektorským řízením.

Legislative protection of crayfish in the Czech Republic and other states of Europe (Svobodová, J.; Vlach, P.; Fischer, D.)

Key-words
noble crayfish – stone crayfish – non-indigenous crayfish – legislation – Czech republic – Europe

Legislation is one of the most important aspects of indigenous species of crayfish conservation. Nowadays, only the legislative regulations are not able to prevent the spread of non-indigenous American crayfish in the Czech Republic and the interconnected decrease of indigenous species. The legislative protection of crayfish must be supplemented by education of the public at large and explanation of the importance of the legislative regulations observation. Prevention of alien invasive species expansion represents always cheaper and more effective solution than subsequent effort of eradication, especially in case of non-indigenous crayfish, overall eradication of which is difficult and risky, sometimes even impossible. Coordination of laws and legislative regulations not only in each state but in the whole Europe will help to protect these endangered species, too. Priority is given to the global ban of introduction, import, sale or transport of live non-indigenous crayfish in all the states of Europe.


Raci v České republice


Agentura ochrany přírody a krajiny ČR vydala koncem roku 2009 publikaci *Raci v České republice*. Autorky Monika Štambergová, Jitka Svobodová a Eva Kozubíková se v obecné části knihy věnují biologii raků, jejich vnější morfologii, rozmnožování, individuálnímu vývoji, potravě a predaci. Vybrané kapitoly jsou zaměřeny na raky z pohledu celoevropského a celosvětového, na jejich rozšíření a klasifikaci.

Hlavní část popisuje pět druhů raků žijících v našich vodách. Jedním z nejdůležitějších podkladů byly výsledky celorepublikového mapování výskytu raků, který byl koordinován AOPK ČR.

V knize je důraz kladen na správnou determinaci raků, je uváděn přehled a popis určovacích znaků jednotlivých druhů i jejich mezidruhové porovnání. Další kapitoly se věnují ekologii, rozšíření, nárokům raků na kvalitu vody, jejich zákonné ochraně, ohrožení populací raků a jejich biotopů a možnostem jejich ochrany.

Publikaci v ceně 230 Kč si můžete zakoupit např. v knihovně AOPK ČR na adrese Kaplanova 1931/1, 148 00 Praha 11-Chodov (barbora.molikova@nature.cz, tel.: 283 069 277). Písemné objednávky prosím posílejte na adresu Nuselská 34, 140 00 Praha 4.





AOPK ČR

Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky
Nuselská 39, 140 00 Praha 4, tel. 241 082 219, aopkcr@nature.cz, www.nature.cz

PROVOZOVÁNÍ OBECNÍCH VODOVODŮ

Jana Hubáčková, Miroslav Váňa

Klíčová slova

obecní vodovody – povolení k provozování – legislativa – zdroj – úprava vody – dezinfekce – objekty na síti – provozní audity – obnova infrastruktury

Souhrn

V příspěvku je shrnuta problematika provozování malých lokálních vodovodů, zvláště pak v případech, kdy jsou vlastníci infrastruktury (obce) současně provozovateli (legislativa, péče o zdroje, o úpravnu vody, objekty na síti, vlastní síť, kvalita dodávané vody, obnova infrastruktury).

Začátkem devadesátých let minulého století se obce a města staly majiteli vodohospodářské infrastruktury. Z bývalých podniků Vodovodů a kanalizací se staly provozovatelské organizace. Obce a města jim buď pronajaly svůj majetek (úpravnu vody, vodovodní síť a objekty na ní) k provozování, údržbě a dalšímu rozvoji, nebo vodovody provozují samostatně na základě povolení krajského úřadu k provozování vodovodu. Menší obce, které mají k dispozici svůj vlastní zdroj pitné vody, u níž je dostačující pouze hygienické zabezpečení (dezinfekce) nebo jednoduchá úprava, obvykle provozují vodovod samostatně.

Při provozování obecních vodovodů je nezbytné řešit celou řadu otázek a problémů. Stručně je lze shrnout do cca tří oblastí:

- administrativní a organizační zajištění provozu (vzdělání obsluhy, evidence, plán obnovy, kontrola kvality vody apod.),
- technické problémy (stav objektů a vodovodní sítě, ztráty v síti),
- investice a obnova majetku.

Administrativní a organizační zajištění provozu

Platné právní předpisy předpokládají, že i malé lokální vodovody provozují odborníci a odborné firmy, a podle toho kladou i nároky na provozovatele. O složitosti celé situace v oblasti pitné vody svědčí i to, že tato problematika je v České republice v kompetenci čtyř ministerstev (Ministerstva zdravotnictví, Ministerstva zemědělství, Ministerstva životního prostředí a Ministerstva vnitra) a řeší ji čtyři základní zákony a též doporučení Světové zdravotnické organizace a Bonnské charty (IWA), která budou velmi pravděpodobně brzy zapracována do právního řádu ČR:

- Zákon č. 258/2000 Sb.**, o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění – stanovuje požadavky na pitnou vodu dodávanou spotřebiteli a definuje povinnosti provozovatelů veřejných vodovodů. Od svého vzniku v r. 2000 byl cca 20x novelizován. K zákonu byly vydány prováděcí vyhlášky, vztahující se k pitné vodě dodávané veřejným zásobováním, a to **vyhláška č. 252/2004 Sb.**, kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění, dále **vyhláška č. 409/2005 Sb.**, o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody. Zákon považuje provozování úpraven vod a vodovodů za činnost epidemiologicky závažnou. Proto mimo jiné požaduje, aby fyzické osoby přicházející při pracovních činnostech v úpravárnách vod a při provozování vodovodů do přímého styku s pitnou vodou měly zdravotní průkaz a znalosti nutné k ochraně veřejného zdraví. Uvedený požadavek se vztahuje na pracovníky pohybující se v těch prostorách úpravy vody a ve vodojemech, kde je otevřená hladina vody, nebo provádějící přímé zásahy do potrubí. Znalosti nutné k ochraně veřejného zdraví z hlediska prevence nemocí způsobených (závadnou) vodou u těchto osob jsou rámcově uvedeny ve **vyhlášce č. 490/2000 Sb.**, v platném znění. Jde o následující okruhy znalostí:
 - požadavky na zdravotní stav osob vykonávajících příslušnou činnost,
 - zásady osobní hygieny při práci,
 - zásady hygienicky nezávadné obsluhy a údržby vodárenských zařízení,
 - základní znalosti o příčinách, epidemiologii a zásadách předcházení vzniku a šíření nálezů, na kterých se může podílet voda, a otravách z pitné vody,
 - speciální hygienická problematika podle pracovní činnosti v rozsahu provozního řádu úpravy vody nebo vodovodu.Účelem tohoto ustanovení zákona bylo zvýšit povědomí provozovatelů především malých vodovodů o hygienických rizicích spojených s nesprávným provozováním vodovodů.
- Zákon č. 274/2001 Sb.**, o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění – předepisuje požadavky na výrobu a distribuci pitné vody a činnosti s tím související, naposledy byl novelizován v roce 2006. Zákon provádí **vyhláška č. 428/2001 Sb.**, v platném znění.
- Zákon č. 254/2001 Sb.**, o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění, a jeho prováděcí předpisy – v souvislosti

se zákonem bylo vydáno **nařízení vlády č. 61/2003 Sb.**, o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitosti povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, které bylo novelizováno **nařízením vlády č. 229/2007 Sb.** V současné době jsou imisní standardy – ukazatele přípustného znečištění povrchových vod pro užívání vody pro vodárenské účely – definovány tak, že se vztahují k místu odběru vody pro úpravu na vodu pitnou.

- Zákon č. 18/1997 Sb.**, o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění, a **vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb.**, o radiační ochraně, v platném znění.

Dozorovými orgány jsou: vodooprávní úřady, krajské hygienické stanice, Státní úřad pro jadernou bezpečnost a orgány veřejného zdraví.

Kromě výše uvedených závazných právních předpisů existují i doporučení pro provoz a údržbu. Jsou to především normy. Dále v roce 2008 vydal Hydroprojekt CZ, a.s., Praha, odd. technické normalizace, technické doporučení „Konstrukční uspořádání, provoz a údržba vodojemu“, v němž jsou uvedena opatření, která je vhodné dodržovat, ať už se jedná o velké, nebo malé vodovody.

Z tohoto výčtu vyplývá, že dodržovat všechny zavazující povinnosti a sledovat a aplikovat neustálé novelizace předpisů řešících tuto problematiku je v praxi velmi náročné.

Z pohledu praxe je zvláště problematický požadavek na vzdělání osob provozujících obecní vodovod v zákoně o vodovodech a kanalizacích po novelizaci v r. 2006, § 6 odst. (2), c)–e). Zákon stanoví, že:

„Krajský úřad vydá povolení k provozování vodovodu nebo kanalizace jen osobě, která sama nebo její odpovědný zástupce splňuje kvalifikaci odpovídající požadavkům na provozování vodovodu nebo kanalizací, pro které se povolení k provozování vydává, a to v souladu s majetkovou evidencí vedenou podle § 5 odst. 1 citovaného zákona v závislosti na počtu fyzických osob trvale využívajících tyto vodovody nebo kanalizace, a to:

- střední vzdělání s maturitní zkouškou v oboru vzdělávání obsahově zaměřeném na vodovody a kanalizace nebo v příbuzném oboru a nejméně čtyři roky praxe v tomto oboru, jde-li o nejméně 5 000 fyzických osob trvale využívajících tyto vodovody nebo kanalizace;
- vysokoškolské vzdělání absolvováním studia v akreditovaném studijním programu v oblasti vodovody a kanalizace a nejméně dva roky praxe v oboru vodovody a kanalizace, jednání se o více než 5 000 fyzických osob trvale využívajících tyto vodovody nebo kanalizace.“

Podle našich zkušeností z praxe není vždy tento požadavek zákona splněn. Běžně se setkáváme s tím, že obecní vodovod provozuje zaškolený vyučený strojník zámečnický, strojník čerpadlař, elektrikář apod., popř. absolventi jiných oborů s maturitou. Po novele zákona v r. 2007 byly některé obce nuceny uvést vzdělání a kvalifikaci obsluhy vodovodu do souladu s požadavky zákona. Možnosti doplnění vzdělání na požadovanou úroveň poskytuje např. Střední odborná škola stavební a Vyšší odborná škola stavební ve Vysokém Mýtě, která pružně zareagovala a připravila pro absolventy jiných oborů s maturitou jednooborové doplňující maturitní zkoušky; existují také akreditované kurzy na některých vysokých školách, např. VŠCHT Praha.

Další problém pro malé obce se skrývá v plnění paragrafu 8 zákona č. 274/2001 Sb. v platném znění. Podle odst. 1.1 je vlastník vodovodu nebo kanalizace povinen zpracovat a realizovat plán financování obnovy vodovodu nebo kanalizací, a to na dobu nejméně deseti kalendářních let. Malé obce mají většinou velmi napjatý obecní rozpočet a příprava a realizace plánu financování obnovy představuje pro ně velmi zatěžující faktor. Toto nové ustanovení má pomoci s naplňováním směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ustávající rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky. Ustanovení umožní, ve vazbě na sankce za neplnění, zajistit samofinancování při obnově vodovodů a kanalizací.

Každý vodovod je vodní dílo a podle vodního zákona musí mít zpracován provozní řád. Jeho obsah z technického hlediska stanoví TNV 75 5950. Národní centrum pro pitnou vodu SZÚ v prosinci roku 2003 vydalo doporučení k obsahu provozních řádů pro zásobování pitnou vodou. Podle tohoto doporučení měl být provozní řád předložen orgánu ochrany veřejného zdraví ke schválení do 31. 3. 2004. O tomto doporučení se podle našich zkušeností ani neví a většinou není dodržováno.

Další velmi důležitou oblastí je kontrola kvality vyráběné pitné vody. Jak již bylo výše uvedeno, hygienické požadavky na pitnou vodu, četnost a rozsah kontroly pitné vody, a to z mikrobiologického, biologického, fyzikálního i chemického hlediska stanovuje vyhláška č. 252/2004 Sb. v platném znění.

Minimální roční četnost odběrů vzorků pitné vody a jejich rozborů pro provádění kontroly stanovuje paragraf 4 této vyhlášky; odvíjí se od počtu obyvatel zásobované oblasti (při denní spotřebě 200 l na osobu), nebo podle objemu vody rozváděné či vyráběné v zásobované oblasti. Pokud neodpovídá objem vyráběné vody počtu obyvatel podle hodnot uváděných v příloze 4 v tabulce A, považuje se za rozhodující počet zásobovaných obyvatel. Pro kontrolu kvality rozlišuje rozborů úplné a krácené. Účelem úplných rozborů je získat informace potřebné ke zjištění, zda jsou dodržovány limitní hodnoty všech ukazatelů stanovených vyhláškou nebo povolené příslušnou krajskou hygienickou stanicí; krácené rozborů slouží k rutinním provozním kontrolám.

Obce jako provozovatelé nedispoují laboratořemi, které by prováděly rozbor vody, a musí si analýzu vzorků vody objednávat. V současnosti přichází v úvahu pouze rozbor v akreditované analytické laboratoři. U těchto laboratoří lze většinou objednat i odběr vzorků. Vždy je lépe, aby laboratoř prováděla i odběr vzorků, protože potom ručí za to, že tento odběr byl proveden správně a nelze jej zpochybnit kontrolními orgány.

Je důležité vědět, že kromě pravidelného odběru vzorků je také nutné provádět odběry vzorků a jejich analýzy vždy:

- a) z nové části vodovodu, která má být uvedena do provozu,
- b) v případě přerušení zásobování vodou na více než 24 hodin,
- c) před zahájením sezonního využívání části vodovodu nebo individuálního zdroje pitné vody,
- d) po opravě havárie či poruchy vodovodu, která by mohla ovlivnit kvalitu vody ve vodovodu.

Tyto mimořádné rozbor se provádějí v rozsahu kráceného rozboru rozšířeného o ukazatele, jejichž hodnota může být zvýšena vlivem uvedených změn v režimu zásobování pitnou vodou.

Technické problémy (stav objektů a vodovodní sítě, ztráty v síti)

Při provozování vodovodu je třeba na vodovod pohlížet jako na systém, kde spolu vše souvisí a vše ovlivňuje výslednou kvalitu pitné vody dodávané spotřebiteli.

Stav vodovodních řadů se promítá do výše ztrát vody v síti. Vodovody ve velmi dobrém stavu mají tyto ztráty v úrovni do 10 %, ztráty do 20 % lze považovat za vyhovující. Lze se setkat i s případy, kdy ztráty v síti významně přesahovaly 50 % objemu vyrobené vody. Pokud obce nemají zavedeno řádné měření množství vody u zdroje i u spotřebitelů, často nejsou schopny výši ztrát ani vyčíslit. Pokud nejsou ztráty v síti způsobeny masivním, i na povrchu patrným únikem, je hledání míst úniků vody obtížné. Místa je možné hledat podrobným průzkumem a měřením na jednotlivých řadech, použít lze i matematický model sítě. Vždy však jde o práci, kterou je třeba zadat odborné firmě.

V rámci řešení výzkumných úkolů bylo prováděno sledování některých vodárenských objektů různých velikostí, včetně vodovodních sítí. Jejich závady a nedostatky byly navzájem obdobné, bez ohledu na velikost. Není možné ani konstatovat, že by nově budované vodárenské objekty a vodovodní sítě byly bez závad. Jako příklad lze uvést provedení a uspořádání vodojemu z roku 2004, na kterém byly shledány závažné konstrukční nedostatky v systému větrání a uspořádání vodojemu vedoucí k technologickým závadám (obr. 1–6). Pokud vlastníkem nebo provozovatelem nemá odborné znalosti z problematiky vodovodů a kanalizací, může snadno podlehnout nabídce nejlevnější výstavby či rekonstrukce, což mu může následně způsobit nemalé problémy.

V roce 2006 vydal SOVAK spolu se Státním zdravotním ústavem (SZÚ) publikaci „Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství“. V roce 2007 byla tato publikace upravena a doplněna a je volně ke stažení na internetových stránkách SZÚ (www.szu.cz/voda).

Společně s výše uvedeným technickým doporučením Hydroprojektu CZ, a.s., Praha poskytují tyto dokumenty doporučení a návody, co je třeba dodržovat a jak postupovat, aby nedocházelo k degradaci kvality pitné vody, a jak mají jednotlivé objekty na síti a v jejich okolí vypadat.

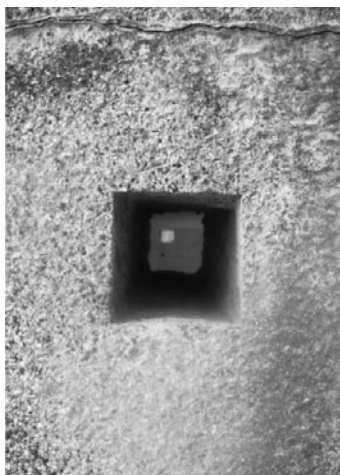
Podle našich zkušeností je třeba klást důraz na následující oblasti:

Zdroj vody, ochranné pásmo, povodí: zdrojem vody pro obecní vodovody jsou zpravidla podzemní vody. Kolem zdroje má být oplocené ochranné pásmo, v blízkosti nemají být např. hnojiště, silážní jámy, nebezpečné sklady chemikálií používaných v zemědělství nebo lesnictví apod.

Úprava vody: u podzemních vod jde např. o odkyselování, odradonování nebo prostou pískovou filtraci. To znamená udržování vodárenských zařízení v čistotě a dobré funkci.

Hygienické zabezpečení (dezinfekce): buď surové, nebo upravené podzemní vody, které je možné zajistit na přítoku do vodojemu nebo na výtoku z vodojemu do spotřebiště. Použitelné chemikálie jsou uvedeny v prováděcí vyhlášce č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobu přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.

Objekty na síti: u vodojemů zajišťujících dostatečný hydrodynamický tlak ve spotřebišti je zapotřebí zamezit vzdušné kontaminaci vstupními nebo větracími otvory. V terénu je možné se setkat s případy, že kvalitní



Obr. 1. Větrací otvory ničím nechráněné, pohled zvenku



Obr. 2. Větrací otvory ničím nechráněné, uvnitř (foto J. Hubáčková)



Obr. 3. Okenní otvor zazděný luxfery a žaluzií a polystyrenový hranol



Obr. 4. Detail žaluzie (obr. 1–4 foto J. Hubáčková)

podzemní voda (téměř kojenecké kvality) byla nevhodně vyprojektovanými a postavenými vodojemy zhoršována. Na vlhkých osvětlených stěnách bujely řasy, nezajištěnými větracími otvory (pouze lamely proti sněhu a dešti) a nedostatečně zajištěnými vstupy do akumulčních nádrží se do vodojemu dostával vzdušný spad a na stěnách se tvořily nárosty, biofilmy a hyfy plísní. Nelze se pak divit, že v akumulované vodě byla nalezena pylová a škrobová zrna, zbytky hmyzu (křídle) a hyfy plísní.

Důležitým doporučením je pravidelné provádění provozního a hydrobiologického auditu, který by měl zjistit stav celého vodovodu. Jeho součástí by měla být i opatření k nápravě. V provozním auditu je třeba se zaměřit například na:

- provozování vodojemu a pravidelné kontroly;
- dodržování požadavků na ochranné pásmo okolo objektů se zákazem vstupu a opatřeními k jejich vymáhání;
- kontrolu a úpravu vstupů, oken a větrání vodojemů jako stavby;
- kontrolu a úpravu oken a větrání manipulačních komor a vlastních akumulčních nádrží;
- zamezení vzdušnému a prašnému spadu do manipulačních komor a v případě jejich propojení s akumulčními nádržemi zamezit nepřímému znečištění akumulčních nádrží;
- zamezení vzdušnému a prašnému spadu do akumulčních nádrží;
- ochranu větracích otvorů – do větracích otvorů osadit nebo předsadit jednoduchá zařízení (rámečky s filtrační rounovou textilií) nebo filtry s filtrační tkaninou doplněnou uhlíkovými filtry či syčené aktivním uhlím, s možností výměn;

- kontrolu stavební části, tj. spodní stavby, nosné konstrukce, zastřešení, vstupů, schodů, žebříků, podlah, dveří, vrat;
- kontrolu a údržbu bezprostředního okolí vodojemu, vegetaci nevysazovat a náletovou vegetaci odstraňovat;
- zamezení nevhodnému využívání vodojemu a manipulačních komor; problematický je jejich úklid i nekázeň obsluhy;
- stanovení harmonogramu čištění vodojemů podle jeho stavu s postupy pro čištění a dezinfekci vodojemů; velmi pravděpodobně je třeba si na čištění vodojemů v malých obcích najmout specializovanou firmu.

Investice a obnova majetku

I přes řádnou údržbu vyžaduje infrastruktura vodovodů po určitém čase rozšíření, rekonstrukci či obnovu. Takové akce jsou velmi nákladné a jsou zpravidla mimo finanční možnosti obcí jako vlastníků tohoto majetku. Pokud by obec kalkulovala náklady na budoucí obnovu infrastruktury do vodného, jeho výše by se stala sociálně neúnosnou.

K budování nebo obnově vodovodů proto musí obce (vlastníci infrastruktury) využívat dostupné dotační tituly. Problematická je již orientace ve vypsáních programech a jejich limitech a omezeních. Stále složitější přípravu žádostí o dotace většinou obecní úřady nemohou zvládnout vlastními silami. Obci prakticky nezbyvá jiná možnost než svěřit zpracování žádosti o dotaci odborné firmě a tuto práci patřičně zaplatit, většinou bez jistoty získání dotace.

Z evropských zdrojů lze získat dotaci na vodovod z opatření 1.2 Zlepšení jakosti pitné vody v Operačním programu životního prostředí. Tento dotační titul je určen pro výstavbu a intenzifikaci úpraven vody, zdrojů pitné vody a rozvodných sítí pitné vody sloužící veřejné potřebě v obcích nad 2 000 obyvatel a v aglomeracích pod 2 000 obyvatel, které jsou zároveň umístěny v územích vyžadujících zvláštní ochranu, tj. v národních parcích a chráněných krajinných oblastech včetně jejich ochranných pásem, lokalitách soustavy Natura 2000, ochranných pásmech vodních zdrojů, ochranných pásmech přírodních léčivých zdrojů a zdrojů přírodních minerálních vod, chráněných oblastech přirozené akumulace vod a v povodí vodního díla Nové Mlýny (rozumí se obce ležící v části povodí Dyje nad vodním dílem Nové Mlýny, v povodí Svatky, v povodí Jihlavy, v povodí Oslavy, v povodí Jevišovky a přímo u vodního díla Nové Mlýny). Obce, kterých se OPŽP netýká, mohou využít opatření III.2.1 Obnova a rozvoj vesnic, občanské vybavení a služby v Programu rozvoje venkova ČR, kterým se rozdělují dotace z Evropského zemědělského fondu rozvoje venkova. Tímto opatřením jsou podporovány mj. investice do základní vodohospodářské infrastruktury obcí a projekty na výstavbu vodovodů, kanalizací a ČOV – mohou být realizovány v obcích do 2 000 obyvatel. Z národních zdrojů poskytuje Ministerstvo zemědělství podporu v rámci programu 129 180 Výstavba a obnova infrastruktury vodovodů a kanalizací II, resp. podprogramu 129 182. V rámci tohoto podprogramu lze získat podporu na výstavbu vodovodů pro veřejnou potřebu včetně souvisejících vodárenských objektů a na výstavbu a rekonstrukci ke zkvalitnění technologie úpravy vody, její akumulace a čerpání s cílem zlepšení kvality pitné vody. Pro obnovu vodovodů po povodňích slouží podprogram 229 039 Podpora odstraňování povodňových škod na infrastruktuře vodovodů, administrovaný rovněž Ministerstvem zemědělství.

Závěr

Z výše uvedeného textu je patrné, že provozování i malých obecních vodovodů je poměrně složitá záležitost, na kterou se vztahuje celá řada předpisů a je třeba také řešit velké množství problémů. V případech, kdy vlastníci (např. obec) provozuje vodovod samostatně bez zázemí nějaké velké vodohospodářské společnosti, má tuto situaci nepoměrně těžší.

Vlastník infrastruktury musí zvážit (včetně finanční analýzy), zda provozovat vodovod samostatně, nebo svěřit provozování specializované organizaci.

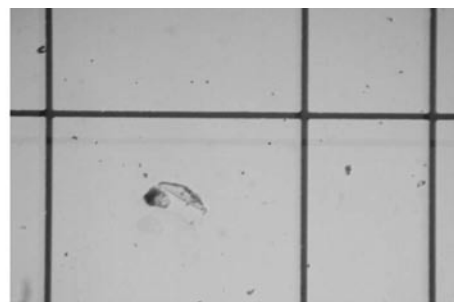
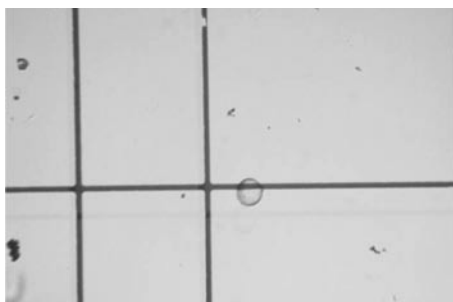
Důsledným a pravidelným udržováním a obnovováním vodárenské struktury zajistíme, aby byla pitná voda za rozumné peníze přístupná i našim potomkům.

Literatura

- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění.
- Vyhláška MZd č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, v platném znění.
- Vyhláška MZd č. 409/2005 Sb., o hygienických požadavcích na výrobky přicházející do přímého styku s vodou a na úpravu vody.
- Zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění.



Obr. 5. Vzorek volné vody: vlevo – železitá bakterie rodu *Leptothrix*, vpravo – železitá bakterie rodu *Gallionella* (foto J. Říhová Ambrožová)



Obr. 6. Vzorek volné vody: vlevo – škrobové zrno, vpravo – schránka rozsivky s detritem (foto J. Říhová Ambrožová)

Vyhláška MZe č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění.

Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění.

Zákon č. 150/2010 Sb., kterým se mění zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 200/1990 Sb., o přestupcích, ve znění pozdějších předpisů.

Nářízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Nářízení vlády č. 229/2007 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.

Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon) a o změně a doplnění některých zákonů, v platném znění.

Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně, v platném znění.

TNV 75 5950 Provozní řád vodovodu. Praha: Hydroprojekt CZ, a.s.

Metodické doporučení SZÚ – Národního referenčního centra (NRC) pro pitnou vodu k obsahu provozních řádů pro zásobování pitnou vodou, Praha 11. 12. 2003, CHŽP-660/2003.

Kožíšek, F., Kos, J. a Pumann, P. (2006) Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství. Praha: SOVAK, 74 s.

Kožíšek, F., Kos, J. a Pumann, P. (2007) Hygienické minimum pro pracovníky ve vodárenství. Praha: SOVAK, www.szu.cz/voda (upravené vydání).

Konstrukční uspořádání, provoz a údržba vodojemů (2008). Praha: Hydroprojekt CZ, odd. techn. normalizace (technické doporučení).

Text byl zpracován s podporou projektů NAZV QD 1003 a 1G 58052.

Ing. Jana Hubáčková, CSc., Ing. Miroslav Váňa
VÚV T.G.M., v.v.i., Praha
Jana_Hubackova@vuv.cz, Miroslav_Vana@vuv.cz
Příspěvek posel lektorským řízením.

Operating small local water networks (Hubáčková, J.; Váňa, M.)

Key words:

municipal water network – legislation – water supply license – source – water works – disinfection – water network objects – operation audits – remedial measures

This article summarises questions of operating small local water networks, especially in case when owners of the infrastructure (municipalities) are at the same time also network operators (legislation, maintenance of the sources, water works, water network objects, the network itself, quality of supplied water, renewal of the infrastructure).

VLIV JADERNÉ ELEKTRÁRNY DUKOVANY NA OBSAH RADIOAKTIVNÍCH LÁTEK V ŘECE JIHLAVĚ A NÁDRŽÍCH DALEŠICE A MOHELNO V OBDOBÍ 2001–2009

Hana Hudcová, Diana Ivanovová, Eduard Hanslík

Klíčová slova

jakost povrchové vody – jaderná elektrárna – radiologické analýzy – tritium – vodní nádrže Dalešice a Mohelno

Souhrn

V rámci hodnocení zatížení řeky Jihlavy a nádrží Dalešice a Mohelno radioaktivními látkami obsaženými v odpadních vodách vypouštěných z jaderné elektrárny Dukovany byly sledovány v podélném profilu střední části řeky Jihlavy v období 2001–2009 radiologické ukazatele – objemová aktivita tritia a celková objemová aktivita beta. Ve stejném období byly tyto radiologické ukazatele analyzovány také ve vzorcích z vertikálních profilů obou nádrží. Radionuklidy emitující záření gama byly sledovány v řece Jihlavě v letech 2008 a 2009.

Úvod

Radionuklidy uvolňované při provozu jaderných elektráren do vodotečí vstupují do potravního řetězce, a podílejí se proto na dávkové zátěži obyvatelstva. Obdobně jako v ostatních zemích je zapotřebí věnovat těmto výpustem pozornost a zajistit tak nutné podklady dokumentující provoz těchto zařízení a vyplývající rizika. Kromě monitoringu zajišťovaného pracovníky jaderných elektráren je rovněž nezbytné nezávislé sledování radionuklidů v souvisejících složkách životního prostředí prováděné dalšími institucemi.

Sledování kvality povrchových vod v oblasti střední části povodí řeky Jihlavy odborníky z Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G.M., v.v.i., pobočky Brno probíhalo již v období před výstavbou (1955–1970) [1, 2] a v průběhu výstavby (1971–1976) [3–5] vodního díla Dalešice, které zahrnuje dvě nádrže – nádrž Dalešice s přečerpávací vodní elektrárnou a vyrovnávací nádrž Mohelno.

Kromě pokračujícího dlouhodobého monitoringu [6, 7], v rámci kterého byla sledována široká škála chemických a biologických ukazatelů, byla v této oblasti v letech 1976–1978 řešena problematika vlivu umělé a přirozené radioaktivity na kvalitu vod [8].

Na tuto problematiku navázalo v letech 1978–1980 (výstavba JE Dukovany) sledování obsahu radionuklidů v okolí jaderné elektrárny Dukovany [9]. V rámci projektu byla největší pozornost věnována výskytu umělých radionuklidů ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^3H . K řešenému tématu byla také vypracována podrobná literární rešerše.

V období před zahájením zkušebního provozu JE Dukovany (1981–1984) probíhalo ve Výzkumném ústavu vodohospodářském, pobočka Brno vyhodnocení tzv. pozadových úrovní aktivit radionuklidů celé hydrosféry sledované oblasti (povrchových vod řeky Jihlavy, podzemních vod v okolí, srážkových vod i materiálů vodního prostředí). Experimentálně byla ověřena kinetika a míra sorpce umělých radionuklidů (^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{54}Mn , ^{60}Co) za stanovených podmínek do různých materiálů, charakteristických pro řeku Jihlavu i obě nádrže [10].

Také v tomto období pokračovalo dlouhodobé sledování jakosti vody v řece Jihlavě a v nádržích Dalešice a Mohelno [11–13].

V letech 1985–1988 byla hlavní pozornost zaměřena na hodnocení prvních výsledků vlivu zkušebního provozu jaderné elektrárny Dukovany na hydrosféru. Výzkum vlivu radioaktivních odpadních vod z provozu jaderné elektrárny Dukovany a vzdušného spadu na okolní hydrosféru a materiály vodního prostředí byl zahájen v období přechodu JE Dukovany do trvalého provozu [14] a jako součást dlouhodobého monitoringu [15–39] probíhá až do současnosti ve spolupráci s Referenční laboratoří složek životního prostředí a odpadů (VÚV T.G.M. Praha) [40] s cílem zachovat kontinuitu monitorování a sledování vlivu provozu JE Dukovany na životní prostředí.

Vzhledem k pozvolnému zhoršování jakosti vody odebírané z nádrže Mohelno byla v deva-

desátých letech zvažována možnost zaústění odpadních vod JE Dukovany pod hráz vodní nádrže Mohelno [41–43]. V roce 2008 byly vypracovány vodohospodářské studie posuzující možnosti vypouštění odpadních vod z JE Dukovany při výhledovém rozšíření jejího výkonu [44, 45].

Metodika sledování

Přehled sledovaných lokalit

Odběry vzorků byly prováděny v těchto odběrových místech v podélném profilu řeky Jihlavy (obr. 1):

- Jihlava-Vladislav – řeka Jihlava na konci vzdutí nádrže Dalešice,
- nádrž Mohelno-pod hrází nádrže Dalešice – tj. konec vzdutí nádrže Mohelno,
- čerpací stanice – sací potrubí v čerpací stanici JE Dukovany,
- Skryjský potok – při ústí do nádrže Mohelno,
- Jihlava-Mohelno – řeka Jihlava pod nádrží Mohelno (silniční most Mohelno–Dukovany),
- Jihlava-Ivančice nad – řeka Jihlava nad Ivančicemi (lávka pro pěší) – sledování zde bylo ukončeno v dubnu 2008,
- Jihlava-Ivančice pod – řeka Jihlava pod Ivančicemi (most pod viaduktem) – referenční profil pod přítoky Oslavou (3,85 km) a Rokytinou (5,50 km) – sledování zde bylo zahájeno v květnu 2008.

Zonační odběry vzorků vody z nádrží na níže uvedených profilech byly prováděny ve vertikálách situovaných v obou nádržích tak, aby postihly co nejlépe vývoj poměrů v obou nádržích:

- nádrž Dalešice-Hartvíkovice – cca 10 km od hráze,
- nádrž Dalešice-u hráze,
- nádrž Mohelno-u hráze.

Odběry vzorků

Vzorky povrchových vod a vody z čerpací stanice byly odebírány na všech uvedených profilech podle akreditovaných postupů laboratoře VÚV T.G.M., v.v.i., pobočka Brno. Vzorky vod na stanovení objemové aktivity tritia byly odebírány 12x ročně v množství 0,25 l.

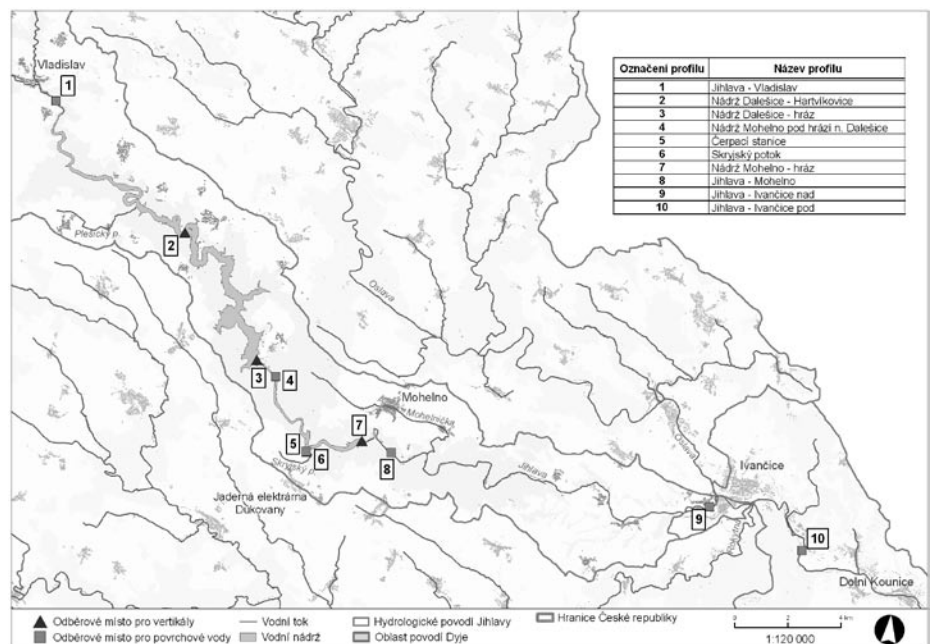
Vzorky pro stanovení celkové objemové aktivity beta (2 l) byly odebírány na všech uvedených profilech do března roku 2007 12x ročně, poté do ledna roku 2008 6x ročně. V letech 2008–2009 již pouze 4x ročně.

Odběr z vertikál nádrží Dalešice a Mohelno na stanovení tritia byl v letech 2001–2006 prováděn pracovníky VÚV T.G.M., v.v.i., pobočky Brno 1–4x ročně, od roku 2007 ve spolupráci s Povodím Moravy, státní podnik, 1–2x ročně.

V roce 2008 byly jednorázově z profilů Jihlava-Vladislav, nádrž Mohelno-pod hrází nádrže Dalešice, nádrž Mohelno-odběr technologických vod (čerpačka), Skryjský potok a Jihlava-Mohelno odebrány velkoobjemové vzorky (50 l) pro gamaspektrometrické rozbor. V roce 2009 byly tyto vzorky odebírány čtvrtletně na profilech: Jihlava-Vladislav, Skryjský potok a Jihlava-Mohelno.

Stanovení radioaktivních látek

Odebrané vzorky vody byly analyzovány v Referenční laboratoři složek životního prostředí a odpadů VÚV T.G.M., v.v.i., Praha. Byly použity níže uvedené standardní operační postupy a podmínky měření. Minimální



Obr. 1. Poloha odběrových míst (povrchové vody, voda z čerpací stanice a odběrové vertikály)

detekovatelné aktivity na hladině významnosti 95 % (MDA) byly vypočteny individuálně pro každý vzorek. Jsou uvedeny průměrné MDA pro zvolené podmínky měření.

Objemová aktivita tritia (ve formě HTO) byla stanovena podle SOP-RA-7 „Stanovení objemové aktivity tritia“ podle ČSN ISO 9698 (75 7635) „Jakost vod – Stanovení objemové aktivity tritia – Kapalinová scintilační měřicí metoda“ [46]. Měření se uskutečnilo na nízkopozadových kapalinových scintilačních spektrometrech Quantulus 1220 a TriCarb 3170 TR fy Canberra Packard. Relativní účinnost byla asi 26 %. Podmínky měření byly nastaveny podle očekávaných aktivit. Byla měřena směs 8 ml vzorku a 12 ml scintilátoru po dobu 800 (vzorky bez předpokládaného ovlivnění), resp. 300 min (vzorky s předpokládaným ovlivněním). Výsledky analýz byly vyjádřeny v Bq.l⁻¹. MDA byla v závislosti na době měření 1,2, resp. 2,2 Bq.l⁻¹.

Celková objemová aktivita beta byla stanovena podle SOP-RA-2 „Stanovení celkové objemové aktivity beta“ podle ČSN 75 7612 „Jakost vod – Stanovení celkové objemové aktivity beta“ [47]. Byly zpracovávány vzorky o objemu 1–2 l. Měření se uskutečnilo na nízkopozadovém alfa-beta automatu EMS 3 fy EMPOS. Výsledky analýz byly vyjádřeny v Bq.l⁻¹. MDA byla v závislosti na množství zpracovaného vzorku 0,050–0,100 Bq.l⁻¹.

Radionuklidy emitující záření gama (²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²²⁸Th, ²³⁵U, ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ⁴⁰K) byly stanoveny podle SOP RA-6 „Stanovení radionuklidů emitujících záření gama“ podle ČSN ISO 10703 (75 7630) „Jakost vod – Stanovení objemové aktivity radionuklidů spektrometrií záření gama s vysokým rozlišením“ [48]. Velkoobjemové vzorky vody stabilizované oxyselením byly po přidávku nosičů odpařeny do sucha. Odparek byl vyžhán při 350 °C. Žhnaný zbytek byl rozetřen a uzavřen v Petriho misce (měřicí nádobce). Petriho miska byla hermeticky uzavřena a utěsněna tmelem.

Takto připravené vzorky byly skladovány v bezprašné, odvětrávané místnosti po dobu 30 dnů, z důvodu dosažení radioaktivní rovnováhy mezi vybranými radionuklidy uranové a thoriové řady. Pro stanovení byla použita gamaspektrometrická trasa s polovodičovým germaniovým detektorem REGe (N-ty) model GR 3018 s relativní účinností 30 % a s rozlišením FWHM 1,8 keV pro pík ⁶⁰Co s energií 1 332 keV. Doba měření byla 48 h. Vyhodnocení bylo provedeno pomocí softwaru Genii 2000. Výsledky gamaspektrometrické analýzy byly vyjádřeny v mBq.l⁻¹. MDA pro odparek velkoobjemového vzorku 50 l a dobu měření 2 d byla pro ¹³⁷Cs 0,5 mBq.l⁻¹.

Byly vypočteny průměrné roční hodnoty. Hodnoty menší než MDA byly do průměrných ročních započteny na úrovni MDA.

Výsledky a diskuse

Objemová aktivita tritia

Z výsledků sledování tritia v letech 2001–2009 vyplývá, že je vhodným stopovačem pro sledování kapalných výpustí JE Dukovany nejen pod zaústěním odpadních vod, ale i v nádrži Dalešice, kam jsou vody z nádrže Mohelno přečerpávány.

Objemové aktivity tritia na profilu Jihlava-Vladislav se pohybovaly v rozmezí < 1,09–6,5 Bq.l⁻¹, s výjimkou červnového odběru v roce 2008, kdy byla zjištěna zvýšená hodnota na úrovni 60,7 Bq.l⁻¹.

Ve Skryjském potoce byly v letech 2001–2009 naměřeny hodnoty objemové aktivity tritia v rozmezí 20–5 614 Bq.l⁻¹. Z celkového počtu měřených hodnot tritia 6,6 % hodnot překročilo imisní standard C₉₀ (3 500 Bq.l⁻¹) podle tabulky 1 přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb., v platném znění [49]. Vypočítaná hodnota C₉₀ tohoto souboru dat (1 874 Bq.l⁻¹) imisní standard C₉₀ nepřekročila. Na obr. 2 je uveden vývoj objemové aktivity tritia v podélném profilu řeky Jihlavy za období 2008–2009.

Roční průměrné hodnoty překročily odvozenou průměrnou hodnotu 700 Bq.l⁻¹ uvedenou v Metodickém pokynu odboru ochrany vod MŽP [50] v letech 2001, 2002, 2005, 2006, 2009 (tabulka 1).

Objemové aktivity tritia v technologické vodě (čerpací stanice JE Dukovany), se pohybovaly v rozmezí 13,0–513 Bq.l⁻¹. Tento interval přibližně odpovídá rozmezí hodnot naměřených v řece Jihlavě pod nádrží Mohelno (11,0–510 Bq.l⁻¹), což svědčí o promíchávání vypouštěných odpadních vod v nádrži Mohelno v důsledku přečerpávání vod do nádrže Dalešice.

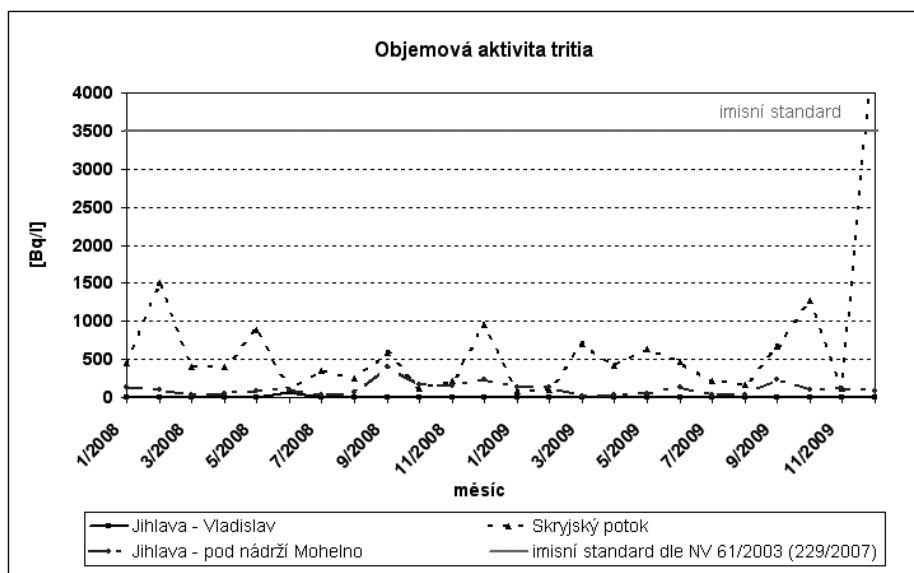
Tabulka 1. Roční průměrné hodnoty objemové aktivity tritia v Bq.l⁻¹ ve Skryjském potoce v letech 2001–2009 (tučně jsou zvýrazněny hodnoty vyšší než odvozená průměrná hodnota 700 Bq.l⁻¹ uvedená v Metodickém pokynu odboru ochrany vod MŽP [50])

2001	1 217
2002	719
2003	557
2004	612
2005	752
2006	1 547
2007	268
2008	519
2009	813

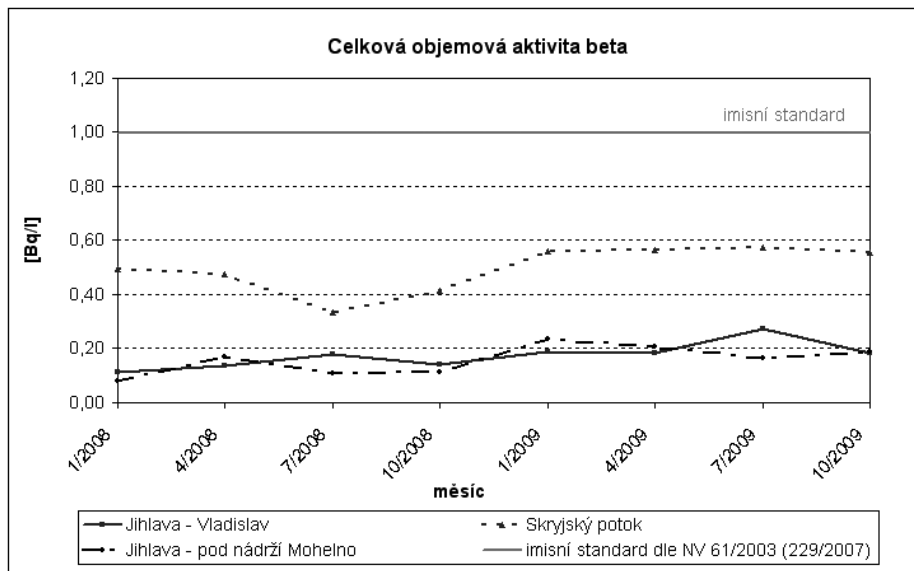
Vliv přečerpávání je patrný rovněž z hodnot naměřených na konci vzdutí nádrže Mohelno (pod hrází nádrže Dalešice), které se pohybovaly v rozmezí 4,6–193 Bq.l⁻¹.

Interval objemových aktivit ³H v profilu Jihlava-Ivančice (7,9–490 Bq.l⁻¹), sledovaném do dubna 2008, odpovídal po celé období hodnotám v řece Jihlavě pod nádrží Mohelno.

V profilu Jihlava-Ivančice, pod přítoky Oslava a Rokytná, se objemové aktivity tritia v období květen 2008 až prosinec 2009 pohybovaly v rozmezí



Obr. 2. Vývoj objemové aktivity tritia v podélném profilu řeky Jihlavy za období 2008–2009 (Vladislav, Skryjský potok, pod nádrží Mohelno).



Obr. 3. Vývoj objemové aktivity beta ve vodách na podélném profilu řeky Jihlavy za období 2008–2009 (Vladislav, Skryjský potok, pod nádrží Mohelno)

10,1–228 Bq.l⁻¹. Průměrná hodnota 69,0 Bq.l⁻¹ nepřekročila směrnou hodnotu 100 Bq.l⁻¹ podle vyhlášky SÚJB č. 307/2002 Sb., v platném znění [51], resp. podle směrnice Rady 98/83/ES [52]. Zahájení monitorování na tomto říčním profilu umožnilo indikovat naředení vody přítoky Oslava a Rokytá.

Celková objemová aktivita beta

Ve Skryjském potoce byly hodnoty celkové objemové aktivity beta v letech 2001–2009 v rozmezí 0,120–1,27 Bq.l⁻¹. Podle tabulky 1 přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb., v platném znění, překročilo 8,6 % pozorovaných hodnot imisní standard C₉₀ (1 Bq.l⁻¹) [50]. Vypočítaná hodnota C₉₀ tohoto souboru dat (0,996 Bq.l⁻¹) imisní standard C₉₀ nepřekročila. Průběh objemových aktivit beta za období 2008–2009 v podélném profilu řeky Jihlavy je uveden na obr. 3. Na sledovaném profilu je Skryjský potok cca z 95 % tvořen kapalnými výpustmi JE Dukovany. Změny objemové aktivity beta ve Skryjském potoce jsou proto způsobeny především změnou obsahu ⁴⁰K v odpadních vodách JE, jak je zřejmé i z výsledků gamaspektrometrických stanovení. Tento poznatek je v souladu s výsledky předchozích studií, kde byla rovněž nalezena lineární korelace mezi celkovou objemovou aktivitou beta a konduktivitou vody, resp. koncentrací draslíku.

Na ostatních profilech byly hodnoty objemových aktivit beta pod úrovní odvozeného průměrného standardu 0,5 Bq.l⁻¹, uvedeného v Metodickém pokynu odboru ochrany vod MŽP [50]. K mírnému navýšení nad 0,5 Bq.l⁻¹ došlo pouze při zářijovém odběru v roce 2001 v technologické vodě (čerpací stanice EDU), kdy pozorovaná aktivita činila 0,55 Bq.l⁻¹.

Radionuklidový záření gama

Převážná část hodnot objemových aktivit gamaspektrometricky stanovených radionuklidů ve vzorcích odebraných v období 2008–2009 nad a pod zaústěním odpadních vod JE Dukovany i ve Skryjském potoce byla pod úrovní nejmenších detekovatelných aktivit (tabulka 2). V tabulce jsou uvedeny umělé radionuklidy (¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs), primordiální ⁴⁰K, ostatní radionuklidy jsou členy přírodních přeměnových řad a nevnikají při provozu jaderné elektrárny.

Jak potvrdily výsledky našich stanovení, vypouští JE Dukovany kromě tritia jen velmi malé aktivity ostatních aktivačních a štěpných produktů.

Ačkoliv je ¹³⁷Cs radionuklidem umělého původu, jeho všeobecným zdrojem v současném životním prostředí je na našem území především havárie jaderné elektrárny v Černobylu v roce 1986 a v menší míře pak i testy jaderných zbraní, zejména konané v 60. letech minulého století. V profilu Jihlava-Vladislav v období 2008–2009 činila průměrná hodnota objemové aktivity ¹³⁷Cs přibližně 0,9 mBq.l⁻¹. Na ostatních profilech se obsah tohoto radionuklidu pohyboval pod mezí významnosti stanovení. Převážná část ¹³⁷Cs v povrchových vodách je vázána na nerozpuštěné látky a vlivem sedimentace v nádržích proto dochází k částečnému odstranění tohoto radionuklidu z vody do vrstev sedimentu. Obdobně byl popsán záchyt ¹³⁷Cs v nádrži Orlík [53] nebo kaskádě nádržích na Dněpru [54].

Ze zvýšeného obsahu ⁴⁰K ve Skryjském potoce je možné vypočítat přibližnou hodnotu koeficientu zahuštění vod ve výpustech JE Dukovany. Na základě našich výpočtů uvádíme hodnotu tohoto koeficientu cca 2,8. Tato hodnota je srovnatelná s hodnotou cca 2,5 podle údajů ČEZ, a.s. [55].

Sledování objemové aktivity tritia ve vertikálních

Intervaly objemových aktivit tritia ve vzorcích vod odebraných ve vertikálních odpovídajících intervalům pozorovaných na základě korespondujících povrchových odběrů. Z výsledků sledování objemové aktivity tritia ve vertikálních nádržích Dalešice a Mohelno v letech 2001–2009 proto vyplývá, že všechny sledované vertikální profily byly velmi homogenní a že v nádržích dochází k intenzivnímu vertikálnímu promíchávání.

Hodnoty objemových aktivit tritia na vertikálním profilu nádrží Dalešice-u hráze s rozmezím 3,7–96,1 Bq.l⁻¹ jsou jen o něco vyšší, než ve vzdálenějším profilu nádrží Dalešice-Hartvíkovice s rozmezím hodnot 3,7–35,8 Bq.l⁻¹. V profilu nádrží Mohelno-u hráze byly pozorovány aktivity tritia v intervalu 14,4–302 Bq.l⁻¹.

V žádném ze sledovaných vertikálních profilů nedošlo k překročení imisního standardu 3 500 Bq.l⁻¹ podle tabulky 1 přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ani odvozené průměrné hodnoty 700 Bq.l⁻¹ uvedené v Metodickém pokynu odboru ochrany vod MŽP [49, 50].

Závěr

Provozem JE Dukovany dochází ke znatelnému navýšení objemové aktivity tritia v řece Jihlavě v profilech pod zaústěním odpadních vod z JE do nádrže Mohelno.

Vzhledem k přečerpávání vod mezi nádržemi Dalešice a Mohelno je patrné také navýšení objemové aktivity tritia v profilu nádrže Mohelno pod hrází nádrže Dalešice (tj. na konci vzduť nádrže Mohelno) a také v profilech vertikálně odebíraných vzorků – Dalešice-u hráze a Dalešice-Hartvíkovice.

Tabulka 2. Průměrné objemové aktivity gamaspektrometricky stanovených radionuklidů za období 2008–2009

Odběrový profil	²²⁶ Ra mBq.l ⁻¹	²²⁸ Ra mBq.l ⁻¹	²²⁸ Th mBq.l ⁻¹	²³⁵ U mBq.l ⁻¹	¹³⁴ Cs mBq.l ⁻¹	¹³⁷ Cs mBq.l ⁻¹	⁴⁰ K mBq.l ⁻¹
Jihlava-Vladislav	5,1	4,6	2,5	< 0,8	< 0,8	0,9	253
Skryjský potok	6,0	< 5,3	5,5	< 1,4	< 1,3	< 1,3	705
Jihlava-Mohelno	< 2,9	< 3,7	< 1,4	< 0,8	< 1,0	< 0,9	284

Voda v nádržích Dalešice a Mohelno, stejně jako v podélném toku řeky Jihlavy od vtokového profilu Jihlava-Vladislav až po koncový profil pod Ivančicemi je z hlediska ukazatele celková objemová aktivita beta ovlivněna pouze nevýznamně. Tento ukazatel nepostihuje tritium (v chemické formě HTO), které je nízkoenergetickým zářičem beta (E_{max} 18,6 keV).

Přibližně z 95 % je voda v profilu Skryjský potok tvořena kapalnými výpustmi JE, ve kterých převládají vody původem z odluhů chladicích věží. K navýšení hodnoty celkové objemové aktivity beta ve Skryjském potoce tudíž dochází převážně následkem zahušťování technologické vody odparem v chladicích věžích. Toto zahušťování způsobuje přibližně stejné zvýšení koncentrací neradioaktivních látek i ⁴⁰K v poměru přibližně 2,8 : 1. Zvýšení koncentrace ⁴⁰K se v dominantní míře podílí na navýšení hodnoty celkové objemové aktivity beta, jak vyplývá i z výsledků našich gamaspektrometrických stanovení.

Z gamaspektrometricky stanovených aktivačních a štěpných produktů bylo pouze na profilu Jihlava-Vladislav pozorováno ¹³⁷Cs, které je však původem z havárie JE v Černobylu a jeho obsah přibližně odpovídá běžným povrchovým vodám na našem území. Obsah ostatních gamaspektrometricky stanovených umělých radionuklidů na všech sledovaných profilech je pod úrovní nejmenších detekovatelných aktivit.

Z výsledků sledování tritia ve vertikálních nádržích Dalešice a Mohelno v letech 2001–2009 vyplývá, že všechny sledované vertikální profily byly velmi homogenní a v nádržích dochází k dobrému vertikálnímu promíchávání. V žádné z vertikálních sledovaných profilů nedošlo po celé sledované období k překročení imisního standardu pro ³H 3 500 Bq.l⁻¹ podle tabulky 1 přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ani odvozené průměrné hodnoty 700 Bq.l⁻¹ uvedené v Metodickém pokynu odboru ochrany vod MŽP.

Příspěvek byl zpracován s přispěním výzkumného záměru MZP0002071101. Autoři příspěvku by rádi poděkovali paní RNDr. Evě Kočkové a dalším spolupracovníkům za dlouhodobý sběr dat při sledování vlivu JE Dukovany na hydrosféru ve střední části řeky Jihlavy a nádržích Dalešice a Mohelno.

Literatura

- [1] Sobotková (Kočková), E. et al. Výzkum jakosti vody v tocích v povodí řeky Moravy – řeka Jihlava. Zpráva. VÚV T.G.M., pobočka Brno, 1955, 44 s. + 24 příloh.
- [2] Michalská (Kočková), E. et al. Průzkum a kontrola jakosti toků. Řeka Jihlava: Vladislav-Ivančice. Závěrečná zpráva. VÚV, pobočka Brno, VÚP-P-III/14-02, 1958, 56 s. + přílohy.
- [3] Kočková, E. et al. Vliv tepelného znečištění na režim vodních toků. Státní úkol P 16-331-081. VÚV, pobočka Brno, 1972–1975.
- [4] Kočková, E. et al. Výzkum fyzikálně-chemických hodnot vody pod energetickými a průmyslovými zdroji tepelného znečištění. DÚ 03, státní úkol P 16-331-081. VÚV, pobočka Brno, 1972–1975.
- [5] Kočková, E. et al. Zpráva o výsledcích šetření na řece Jihlavě nad nádrží Dalešice v období let 1971–1976. Výzkumné zprávy. VÚV, pobočka Brno, 1976, 36 s. + přílohy.
- [6] Kočková, E. et al. Vliv energeticky významných děl na režim vodních toků (tepelné znečištění). Státní úkol P 16-331-241. VÚV, pobočka Brno, 1976–1978.
- [7] Kočková, E. a Hrazdil, V. Výzkum chemických změn v tocích energeticky využívaných a matematické modelování změn jakosti vody s ohledem na její další ekonomické využití. DÚ 01, státní úkol P 16-331-241. VÚV, pobočka Brno, 1976–1978.
- [8] Staněk, Z. Vliv umělé a přirozené radioaktivity na kvalitu vod se zřetelem na její další využití. Závěrečná zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1978.
- [9] Staněk, Z. Výzkum přípustnosti znečištění z jaderné elektrárny Dukovany. Závěrečná zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1980, 138 s.
- [10] Staněk, Z. Radioaktivita hydrosféry v okolí jaderné elektrárny Dukovany. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1984, 113 s.
- [11] Kočková, E. et al. Vodní dílo Dalešice. Informativní zpráva o průběhu prací. VÚV, pobočka Brno, 1977–1984.
- [12] Kočková, E. et al. Kvalita vody pro JE Dukovany (1984). Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1985, 55 s.

- [13] Kočková, E. et al. Kvalita vody pro vodní dílo Dalešice. Vlivy znečištění (1984). Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1985, 33 s.
- [14] Staněk, Z. Radioaktivní kapalné spady z JE Dukovany a jejich vliv na okolní hydrosféru. *Rádioaktivita a životné prostředí*, 10, 1987, č. 3, 119–127.
- [15] Kočková, E. et al. Kvalita vody v nádrži Mohelno ve vztahu k JE Dukovany. Výsledky z roku 1985 a 1986. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1987, 66 s.
- [16] Staněk, Z., Wohlgeuth, E., Peňáz, M. a Hillová, J. Vyhodnocení dvouletého vypouštění kapalných odpadů z JE Dukovany na povrchové vody řeky Jihlavy. Celostátní konference „Radiační bezpečnost jadrových elektrárn“, Nízké Tatry, Tále, 1987.
- [17] Staněk, Z., Wohlgeuth, E., Peňáz, M. a Hillová, J. Vliv jaderné elektrárny Dukovany na řeku Jihlavu. *Vodní hospodářství*, 1988, č. 8, řada B.
- [18] Kočková, E. et al. Kvalita vody v nádrži Mohelno ve vztahu k JE Dukovany. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1988–1994.
- [19] Kočková, E. et al. Kvalita vody pro vodní dílo Dalešice-Mohelno. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1988–1994, 63 s.
- [20] Kočková, E. a kol. Zdroje dusíkatých látek v horním povodí řeky Jihlavy. Zpráva pro ČEZ. VÚV, pobočka Brno, 1989, 61 s. + přílohy.
- [21] Staněk, Z. Vliv radioaktivních odpadních vod z provozu jaderné elektrárny Dukovany a vzdušného spadu na okolní hydrosféru a materiály vodního prostředí. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1991.
- [22] Žáková, Z. Hodnocení jakosti vody z hlediska biologického oživení v návaznosti na energetický provoz. Změny v biocenóze toku v podélném toku řeky Jihlavy, pod nádrží Mohelno při eventuálním zaústění vod JEDU pod nádrž. Zpráva. BIOTES Brno, 1993, 34 s.
- [23] Kočková, E. et al. Současný stav jakosti vody v horním povodí řeky Jihlavy nad vtokem do nádrže Dalešice. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1994, 26 s. + přílohy.
- [24] Procházka, J. Sledování a hodnocení vlivu výpustí odpadních vod JE Dukovany na kvalitu vod řeky Jihlavy. Výzkumná zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1995, 14 s. + přílohy.
- [25] Kočková, E. et al. Kvalita vody pro vodní dílo Dalešice. Souhrn výsledků za rok 1994. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1995–1998.
- [26] Kočková, E. et al. Jakost vody v nádrži Mohelno. Souhrn výsledků za rok 1994. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1995–1999.
- [27] Kočková, E. et al. Doplnkové měření v lokalitě JE Dukovany. Nádrž Mohelno. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1995–1996.
- [28] Kočková, E. et al. Údolní nádrže Dalešice-Mohelno. Závěrečná zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1996, 58 s. + přílohy.
- [29] Procházka, J. Sledování a hodnocení vlivu výpustí odpadních vod JE Dukovany na kvalitu vod přehradních jezer Dalešice, Mohelno a řeky Jihlavy. Výzkumná zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1996, 23 s.
- [30] Kočková, E. et al. Vliv odpadních vod jaderné elektrárny Dukovany na kvalitu vody v nádržích Dalešice a Mohelno a v řece Jihlavě. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1998–1999.
- [31] Kočková, E. et al. Zhodnocení vlivu odpadních vod jaderné elektrárny Dukovany na kvalitu vody na nádrže Dalešice a Mohelno a řeku Jihlavu. VÚV, pobočka Brno, 1999, 95 s.
- [32] Kočková, E. et al. Jakost vody v nádrži Dalešice (1999). Výzkumná zpráva za rok 1998. VÚV, pobočka Brno, 1999, 46 s.
- [33] Kočková, E. et al. Jakost vody ve vodním díle Dalešice a Mohelno. Závěrečná zpráva za rok 2000. VÚV, pobočka Brno, 2000, 34 s.
- [34] Kočková, E., Mlejnková, H. a Žáková, Z. Vliv jaderné elektrárny Dukovany na jakost vody v řece Jihlavě a soustavě nádrží Dalešice a Mohelno. Praha : VÚV, 2001, 128 s., edice Výzkum pro praxi.
- [35] Kočková, E. et al. Jaderná elektrárna Dukovany. Nultý stav kvality vody v roce 2002. Podklad pro hodnocení ve vztahu k EU. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 2003, 18 s. + přílohy.
- [36] Kočková, E. et al. Vliv jaderné elektrárny Dukovany na životní prostředí, toky a nádrže. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 2003–2007, 21 s.
- [37] Kočková, E. et al. Kvalita vody v roce 2004. Jaderná elektrárna Dukovany. Zpráva. VÚV, pobočka Brno, 2005, 6 s. + přílohy.
- [38] Jahodová, D. Vliv hydrologických a chemických parametrů na dynamiku společenstva fytoplanktonu v řece Jihlavě. Dílčí zpráva za rok 2005. VÚV, pobočka Brno, 2005, 17 s.
- [39] Hudcová, H., Kočková, E., Mlejnková, H. a Žáková, Z. Vliv jaderné elektrárny Dukovany na jakost vody v řece Jihlavě a soustavě nádrží Dalešice a Mohelno v letech 2001–2007. Sb. XX. konference „Radionuklidy a ionizující záření ve vodním hospodářství“, ČVTVHS, České Budějovice, 2008, s. 25–36.
- [40] Hanslík E. et al. Kontrola vlivu jaderné elektrárny Temelín a jaderné elektrárny Dukovany na hydrosféru. Zpráva I/12. VÚV Praha, 2009, 31 s.
- [41] Novotný, S. et al. Vodohospodářská problematika rozšíření jaderné elektrárny Dukovany. Závěrečná zpráva studie. Vliv jaderné elektrárny Dukovany na životní prostředí. VÚV, pobočka Brno, 1982, 52 s. + přílohy.
- [42] Mráz, P. et al. Vypouštění odpadních vod z JE Dukovany pod hráz Mohelno. Studie. Praha : Energoprojekt, 1992.
- [43] Polenka, E. Studie vlivu změny vypouštění odpadních vod z JE Dukovany na vodní hospodářství řeky Jihlavy. Závěrečná zpráva. VÚV, pobočka Brno, 1993, 137 s.
- [44] Hanslík E. et al. Úvodní vodohospodářská studie posuzující možnosti vypouštění odpadních vod z elektrárny Dukovany do Jihlavy, resp. VD Dalešice-Mohelno při výhledovém rozšíření výkonu. Studie. VÚV Praha, 2008, 32 s.
- [45] Hanslík E. et al. Vodohospodářská studie posuzující možnosti vypouštění odpadních vod z EDU do Jihlavy, resp. VD Dalešice-Mohelno při výhledovém rozšíření výkonu JE v lokalitě Dukovany. Studie. VÚV Praha, 2008, 111 s.
- [46] ČSN ISO 9698 Jakost vod – Stanovení objemové aktivity tritia. Kapalinová scintilační měřicí metoda. ČNI, 1996.
- [47] ČSN 75 7612 Jakost vod – Stanovení celkové objemové aktivity beta. ČNI, 2004.
- [48] ČSN ISO 10703 (75 7630) Jakost vod – Stanovení objemové aktivity radionuklidů spektrometrií záření gama s vysokým rozlišením. ČNI, 1999.
- [49] Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. v platném znění NV č. 229/2007, o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.
- [50] Metodický pokyn odboru ochrany vod MŽP k nařízení vlády č. 229/2007 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech.
- [51] Vyhláška Státního úřadu pro jadernou bezpečnost č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně ve znění vyhlášky č. 499/2005 Sb.
- [52] Směrnice Rady o jakosti vody určené pro lidskou potřebu 98/83/ES.
- [53] Hanslík, E., Ivanovová, D., and Kluganostová, M. Balances of suspended matter and radionuclides in inflow and outflow waters of Orlik Reservoir, Vltava River (Czech Republic). *RadioProtection*, 44, č. 5, 2009, s. 321–326. ISSN 0033-8451.
- [54] IAEA, 2005, Environmental Consequences of the Chernobyl Accident and Their Remediation: Twenty Years of Experience Report of the UN Chernobyl Forum Expert Group “Environment” (EGE). <http://www-ns.iaea.org/downloads/rw/meetings/envirion-consequences-report-wm-08.05.pdf> (29. 4. 2010).
- [55] ČEZ, a.s. Písemné sdělení, 2010.

Ing. Hana Hudcová
VÚV T.G.M., v.v.i., pobočka Brno
e-mail: Hana_Hudcova@vuv.cz
 Mgr. Diana Ivanovová, Ing. Eduard Hanslík, CSc.
VÚV T.G.M., v.v.i., Praha
e-mail: Diana_Ivanovova@vuv.cz; Eduard_Hanslik@vuv.cz
Příspěvek posel lektorským řízením.

The nuclear power plant Dukovany impact on content of radioactive substances in the Jihlava River and Dalešice and Mohelno reservoirs in 2001–2009 (Hudcová, H.; Ivanovová, D.; Hanslík, E.)

Keywords

surface water quality – nuclear power plants – radiochemical analysis – tritium – reservoirs Dalešice and Mohelno

Impact of the Jihlava River and water reservoirs Dalešice and Mohelno loading by waste waters produced by nuclear power plant Dukovany were studied in the period 2001–2009.

Tritium activity concentration and beta activity concentration were measured in the longitudinal profile of the middle part of the Jihlava River including the reservoirs.

These radiological parameters were also analyzed in samples taken from verticals profiles of the mentioned reservoirs in the same period. Radionuclides emitting gamma rays were monitored in the Jihlava River in the years 2008–2009.

MOŽNOSTI REDUKCE ZNEČIŠTĚNÍ POVRCHOVÝCH SMYVŮ Z KOMUNIKACÍ A PARKOVIŠŤ VSAKOVÁNÍM

Miloš Rozkošný, Michal Kriška, Danuše Beránková,
Jana Svobodová

Klíčová slova

dopravní infrastruktura – parkoviště – povrchový smyv – znečištění vody – vsakování – filtrační prostředí

Souhrn

Článek uvádí výsledky výzkumu zaměřeného na sledování jakosti povrchového smyvu z komunikací a parkovacích ploch z let 2008 a 2009. Souhrnně jsou prezentovány také závěry z analýzy čistícího účinku vybraných odvodňovacích objektů pro polutanty ze skupiny PAU, ropné látky a kovy (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn). Ve filtračním prostředí průlehu byla zjištěna poměrně vysoká účinnost eliminace (zachycení) kadmia, mědi, olova, zinku, ropných látek (ukazatel C10–C40) a polutantů ze skupiny PAU. Na pokusných lyzimetrech byla zjištěna stabilní vysoká účinnost zadržení mědi (nad 90 %), niklu (nad 90 %) a kadmia (nad 90 %), nižší účinnost zadržení rtuti (nad 60 %) a méně stabilní účinnost zadržení olova (30–90 %). S ohledem na předpoklad postupného vyčerpání sorpční schopnosti filtračního substrátu je třeba ve výzkumu dále pokračovat s cílem definovat čistící potenciál.

Úvod

Článek uvádí výsledky výzkumu zaměřeného na sledování jakosti povrchového smyvu z komunikací a parkovacích ploch z let 2008 a 2009. Souhrnně jsou prezentovány také závěry z analýzy čistícího účinku vybraných odvodňovacích objektů pro polutanty ze skupiny PAU, ropné látky a kovy (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn). Vlivem automobilového provozu dochází k uvolňování řady škodlivin, které mohou ovlivňovat složky životního prostředí i lidské zdraví (Hvited-Jacobson and Yousef, 1991; Sansalone, 1999). Původ jednotlivých polutantů v povrchovém smyvu z komunikací a odstavných ploch podrobně shrnují Lee a Touray (1998) a Bäckström et al. (2004). S dešťovou vodou odtéká z vozovky část škodlivých látek rozpuštěných ve vodě a další část škodlivých látek je vázána na suspendované částice (Norrström and Jacks, 1998). Dopadem takto vznikajícího znečištění na povrchovou vodu a možnostmi hospodaření s těmito vodami ve vztahu k jakosti vod se ve spolupráci s Centrem dopravního výzkumu, v.v.i., v Brně a dalšími odborníky zabývá také brněnské pracoviště Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i. (Beránková et al., 2010). V období 2005 až 2009 probíhal monitoring povrchového smyvu na kontrolní síti profilů dálnic a rychlostních silnic v rámci dvou navazujících výzkumných projektů VaV pro Ministerstvo dopravy ČR (Beránková et al., 2010). V prvních letech byly práce zaměřeny na množství a jakost odtékající vody. Byla provedena identifikace látek, které se vyskytují v odtékající vodě v měřitelných koncentracích, a byly sestaveny tabulky charakteristických koncentrací vybraných PAU a kovů. Byla provedena nejen kontrola a hodnocení výskytu polyaromatických uhlovodíků a toxických kovů v povrchovém smyvu a zjišťován jejich toxický účinek na vodní prostředí, ale byly sledovány i možnosti nápravy, jako je např. jejich záchyt ve filtračních pásech při zasakování.

Využití filtračního prostředí uměle budovaných mokřadů v kombinaci se sedimentačním prostorem popisují např. Bulc a Sajin Slak (2003). Směrnice DWA-A 138 (2005) a publikace Hlavínek et al. (2007) uvádějí zásady návrhů dalších zařízení pro retenci a zasakování dešťových vod a povrchových smyvů. Studie Aryal et al. (2006) shrnuje výsledky dlouhodobého dvacetiletého sledování čistícího účinku retenčních a vsakovacích objektů, v nichž probíhalo čištění povrchového smyvu z komunikací ve filtračním prostředí definované náplně. Význam organické hmoty pro zvýšení účinnosti eliminace kovů z povrchového smyvu uvádějí Aryal et al. (2006) a Seelsaen et al. (2006). Nejlepší fyzikálně-chemické vlastnosti pro sorpci iontů kovů (Cu, Zn a Pb) byly autory zjištěny pro kompost. Avšak zároveň bylo zjištěno uvolňování vyšších koncentrací rozpuštěného organického uhlíku (DOC). Kombinace písku, kompostu a popř. také zeolitu vedla ke snížení vyplavování DOC a zachování vysoké účinnosti zadržení kovů (75–96% účinnost pro zinek; 90–93% účinnost pro měď), zatímco u čistého písku byla zjištěna účinnost odstranění zinku 16 % a mědi 29 %.

Vliv na změnu hydraulických charakteristik filtračního prostředí a mobilitu kovů má také používání chemických prostředků při údržbě komunikací, parkovišť a odstavných ploch (při solení). Podrobnosti uvádějí Novotny et al. (1998) a Bäckström et al. (2004). V důsledku solení, ale také v důsledku

smyvu prachu dochází ke změnám zrnitosti, pórovitosti, a tím i hydraulické vodivosti filtračního prostředí. Projevuje se kolmatace (Dierkes et al., 2006). Z těchto důvodů bylo paralelně modelově sledováno vsakování vod obsahujících a neobsahujících přísady chloridu sodného přes lyzimetry.

Použití metody

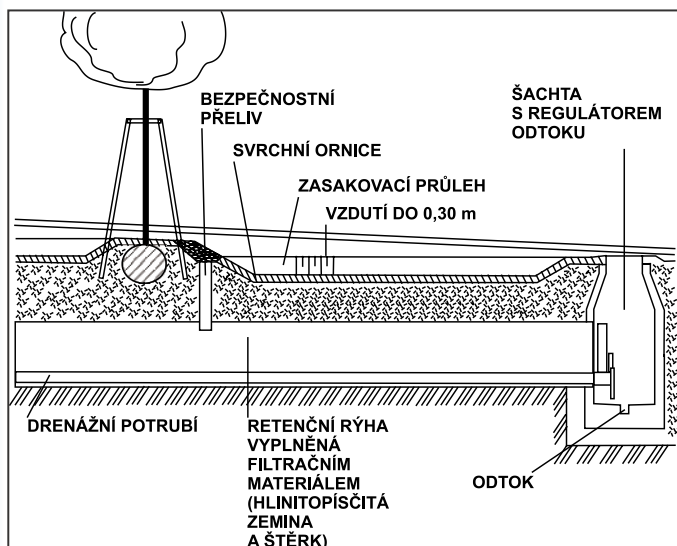
Cílem práce bylo prověření čistící schopnosti filtračního prostředí vsakovací části typových odvodňovacích objektů na parkovišti, zjištění míry znečištění povrchového smyvu s ohledem na místní podmínky a provoz parkoviště a stanovení rozdílu oproti dešťovým srážkám a vzorkům sněhu z dané lokality.

Jako pilotní lokalita pro posouzení čistícího účinku objektů zasakování znečištěných vod z parkovišť a odstavných ploch bylo vybráno nově vybudované parkoviště, které leží v areálu univerzitního kampusu v Brně-Bohunicích. Parkoviště je odkanalizováno systémem zasakovacích průlehu s retenčními příkopy (obr. 1). Systém slouží ke zdržení odtoku přívalových srážek a předčištění dešťových vod spadlých na parkoviště. Podrobnější popis návrhu odvodňovacího a retenčního systému je uveden ve zprávě Beránková et al. (2010) a v projektové dokumentaci JV Projekt VH (2006). Na základě rekognoskace terénu byly pro sledování vybrány dva průlehy. První průlehl se nachází v horní, toho času zřídka využívané části parkoviště (profil Bohunice 1). Druhý průlehl je v dolní části parkoviště, které bylo během roku 2008 postupně stále více využíváno v souvislosti s postupující dostavbou areálu kampusu a obchodního centra (profil Bohunice 2). Měřeními v terénu byla zjištěna půdorysná plocha průlehu „Bohunice 1“ 121 m² a odpovídající plocha parkoviště teoreticky odvodňovaná tímto průlehem 592 m². Půdorysná plocha průlehu „Bohunice 2“ je 195 m² a odpovídající plocha parkoviště teoreticky odvodňovaná tímto průlehem je 1 040 m². V odtokových šachticích, do nichž ústí odvodňovací drény jednotlivých průlehu, byly umístěny sběrné nádoby z polypropylenu, kde byly zachycovány průsakové vody. Intenzita sběru směsných vzorků vod k analýzám vycházela z aktuálních meteorologických podmínek. Monitoring probíhal v letech 2008 a 2009. Podchyceno tak bylo období začátku využití obou částí parkoviště. Na základě prvních analýz vzorků průsakových vod byly v prostoru průlehu dále umístěny sběrné nádoby pro zachycení povrchového smyvu. Pro stanovení požadovaných hodnot koncentrací sledovaných polutantů byly odebrány také vzorky dešťových vod a vzorky sněhu.

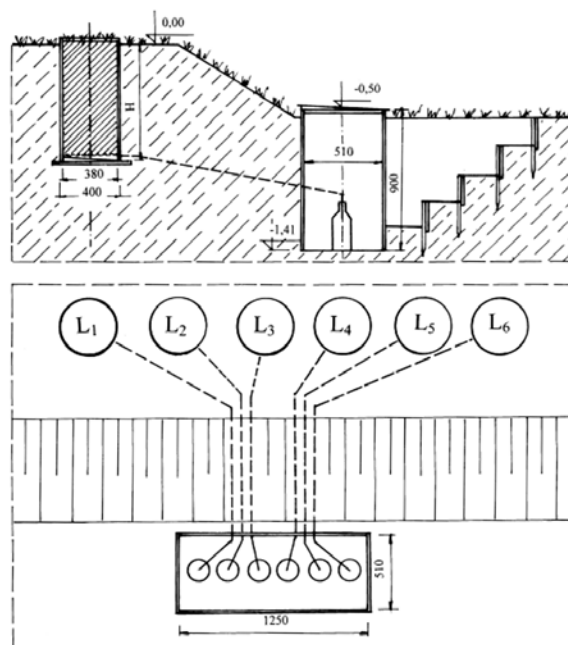
Na místě byly ve vzorcích vod měřeny fyzikálně-chemické ukazatele jakosti vod: teplota vody, pH, elektrická vodivost. V laboratoři byly akreditovanými metodami zjišťovány koncentrace následujících ukazatelů jakosti vod: chloridy, polutanty ze skupiny PAU, ropné látky (vyjádřené jako C10–C40), těžké kovy (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn). Výběr ukazatelů byl založen na literární rešerši (Hvited-Jacobson and Yousef, 1991; Bayerisches Landesamt für Umwelt, 2008 aj.) a vlastních poznatků z monitoringu povrchového smyvu z dálnic a rychlostních komunikací (Beránková et al., 2008; Beránková et al., 2009). Posouzení míry kontaminace dešťových srážek, vzorků sněhu, vzorků povrchového smyvu a průsakových vod bylo provedeno s využitím klasifikace jakosti vod podle ČSN 75 7221 a podle imisních standardů nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění novely č. 229/2007 Sb.

Jak bylo uvedeno v úvodní části článku, čistící účinek závisí na složení substrátu průsakové (filtrační) vrstvy zasakovacích průlehu a změnách hydraulických vlastností materiálu. Z tohoto důvodu bylo součástí výzkumných prací také stanovení vlastností filtračního prostředí (zaměření příčných profilů vsakovacích průlehu, stanovení základních fyzikálních vlastností filtračního prostředí a přechodových filtrů, stanovení charakteristik závislosti filtrační rychlosti na čase, resp. intenzity filtrace v závislosti na čase, stanovení hydraulické vodivosti, zrnitostního složení materiálu atd.) sledovaných průlehu, a to po roce provozu. Stanovení intenzity filtrace bylo prováděno na místě pomocí dvou klasických infiltrometrů. Vsakovací schopnost půdy byla vyjádřena jako množství vody vsáklé za časový interval nebo jako průběh vsakovací rychlosti na čase. Podrobný popis metodiky práce je uveden ve zprávě Beránková et al. (2010).

S ohledem na to, že využití parkoviště bylo při spuštění prací na tomto výzkumném projektu teprve v počátku a nebylo možné během doby řešení projektu předpokládat zachycení znečištění odpovídající plnému provozu, bylo přistoupeno k tomu, že vybrané zátěžové stavy (koncentrace znečištění) byly simulovány s pomocí modelů filtračního prostředí odpovídajícího podmínkám na parkovišti. Pro tyto účely bylo využito šest infiltračních válců – lyzimetrů. Zatěžování lyzimetrů znečištěnými vodami mělo za cíl simulovat situaci na plochách obdobných sledovanému parkovišti, ale při hodnotách znečištění odpovídajících povrchovému smyvu z komunikací. Lyzimetry tvoří filtrační kolony zhotovené z PVC potrubí o vnitřním průměru 38 cm s hloubkou filtračního prostředí 50–80 cm (obdobu vsakovacích průlehu). Schéma uspořádání filtračních kolon je znázorněno na obr. 2. Před samotným plněním zeminou byl ve spodní části válců umístěn filtr z hrubého materiálu, nad ním přechodový filtr z hrubých zrn písku. Výška přechodového filtru se u všech lyzimetrů pohybovala od 80 do 90 mm. Prostor nad tímto filtrem byl vyplněn zeminou požadovaných vlastností, která byla připravena smícháním přeplavených sraškových půd s kopanými



Obr. 1. Schéma zasakovacího průlehu



Obr. 2. Schéma uspořádání filtrační kolony šesti válcových lyzimetrů

písky v požadovaném poměru. Složení zeminy vycházelo z požadavků na filtrační vrstvu zasakovacích průlehu a požadavků na maximální přiblížení materiálu, jenž byl použit pro plnění zasakovacích průlehu sledovaného parkoviště. Po dosažení horního okraje byla zemina hutněna tlakem max. 200 kg/m². Válcové byly osazeny tak, aby jejich náplň tvořila s okolním terémem jednu rovinu (eliminace vlivu teplot a jiných fyzikálních vlivů). Náplň tvořila na modelu L6 čistá spraš, modely L1–L4 byly namíchaný v poměru 1 : 5 (spraš : písek), poslední model L5 byl plněn čistým pískem. Stanovení výsledného poměru směsi, která byla použita pro infiltrační pokusy, bylo provedeno výpočtem. Poměr spraše ku písku byl stanoven 1 : 5, což je poměr, vyhovující zadání jak po stránce hydraulické, tak zrnitostní. Zasakování znečištěné vody v poloprovozních podmínkách probíhalo na výše uvedených lyzimetrech, simulujících filtrační prostředí zasakovacího průlehu. Celá etapa aplikace reálně znečištěné vody z parkovacích ploch, dávkování přesně definovaného znečištění přídatkem chemikálií, dávkování extrémních koncentrací znečištění. Hydraulické a látkové zatížení, stejně jako informace o dávkování jsou podrobně popsány ve výzkumné zprávě Beránková et al. (2010).

Výsledky a diskuse

V první fázi hodnocení dosažených výsledků byla provedena analýza obsahu sledovaných polutantů ve vzorcích dešťových vod, sněhu, povrchových smyvů a průsakových vod. Výsledky byly využity pro hodnocení účinnosti čištění filtračního prostředí průlehu pro tyto polutanty. V další fázi výzkumu byly na základě poznatků z monitoringu vybraných průlehu založeny pokusné lyzimetry s filtračním materiálem definovaných vlastností, na nichž byl ověřován čistící účinek při vyšších koncentracích vybraných kovů. Souběžně byla prováděna hydropedologická měření vlastností filtračních materiálů jak v laboratorních a poloprovozních podmínkách, tak i přímo na parkovišti.

Vzorky sněhu byly odebírány přímo na parkovišti, a to v lednu 2009 (čerstvý sníh) a v březnu 2009 (starý, ulehlý sníh obsahující také zbytky inertního materiálu z posypu). Warren a Zimmerman (1994) a Novotny et al. (1998) uvádějí, že kontaminace sněhu sledovanými polutanty roste s jeho stářím (dobou uložení na komunikacích a okolo nich). To potvrdily také naše výsledky. Ve vzorcích čerstvého sněhu nepřekračovaly obsahy sledovaných kovů hodnoty I. a II. třídy jakosti vod podle ČSN 75 7221 s výjimkou zinku, kdy byla v jednom případě překročena hranice III. třídy jakosti vod. Koncentrace ropných látek vyjádřené ukazatelem C10–C40 byly pod hodnotou 0,1 mg/l (imisní limit nařízení vlády č. 61/2003 Sb.). Naopak u vzorků déle ležícího sněhu byly koncentrace ropných látek (C10–C40) blízko 2 mg/l (tedy o řád nad imisním limitem), koncentrace kovů dosahovaly III. třídy (Cd, Ni) až V. třídy (Cu, Pb, Zn) jakosti vod. Koncentrace PAU byly u všech vzorků obdobné (suma PAU 20 až 90 ng/l, tj. I. třída jakosti vod; imisní limit 200 ng/l). U vzorků dešťových srážek byly zjištěny velmi nízké (požadové) koncentrace chloridů v řádu mg/l (stejně i vzorcích sněhu). Také koncentrace sledovaných kovů se pohybovaly v rozpětí I. a II. třídy jakosti

vod. Koncentrace ropných látek a PAU byly vždy pod mezí stanovitelnosti. Podrobné výsledky měření jsou uvedeny ve zprávě Beránková et al. (2010). Zjištěné hodnoty jsou obdobné hodnotám uvedeným pro dešťové vody v publikaci Hlavínek et al. (2007).

V tabulce 1 jsou uvedena rozpětí hodnot jednotlivých ukazatelů jakosti vod a polutantů zjištěných ve vzorcích povrchového smyvu a průsakových vod. Dierkes et al. (2006) publikovali dlouhodobě zjištěné koncentrace následujících látek v povrchovém smyvu z parkoviště: Cd 1,2 µg/l; Cu 80 µg/l; Pb 137 µg/l; Zn 400 µg/l; PAU 3 500 ng/l. Při vzájemném porovnání těchto hodnot s údaji v tabulce 1 lze konstatovat, že koncentrace zjištěné v povrchovém smyvu na naší sledované lokalitě jsou nižší, což odpovídá teprve se rozvíjejícímu využití parkoviště s ohledem na pokračující výstavbu v celém areálu. Ze srovnání naměřených hodnot s hodnotami imisních standardů stanovených v příloze č. 3 nařízení vlády č. 229/2007 Sb. (hodnoty uvedené ve sloupci „obecné požadavky“) byly vyvozeny tyto závěry:

U jednotlivých odběrových profilů bylo zjištěno překročení hodnot u následujících ukazatelů:

Bohunice 1 – povrchový smyv – ukazatele: Cu, Pb, Zn, C10–C40, suma PAU,

Bohunice 1 – průsakové vody – ukazatele: Hg (3x), C10–C40,

Bohunice 2 – povrchový smyv – ukazatele: Cu (2x), C10–C40 (4x),

Bohunice 2 – průsakové vody – ukazatele: Cl (3x), Cd, Cu, Hg (2x), C10–C40 (2x).

Překročení imisního standardu pro chloridy a dosažení V. třídy jakosti vod ve vzorcích z období leden až květen 2009 bylo spojeno se zimní údržbou

Tabulka 1. Rozmezí hodnot vybraných ukazatelů znečištění vod na sledovaném parkovišti v období 2008–2009

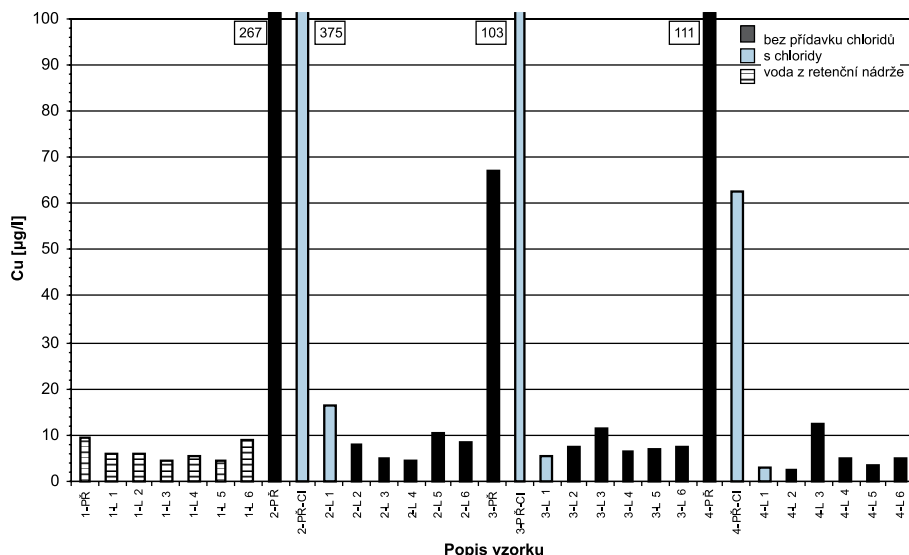
Období sledování		I/09	IV/08–V/09	IV/08–V/09	IV/08–V/09
Matrice		smyv	prúsak	smyv	prúsak
Profil		Bohunice 1	Bohunice 1	Bohunice 2	Bohunice 2
Počet vzorků		1	7	4	7
pH	–	7,7	7,3–8,4	7,3–8,2	6,4–8,7
El. kondukt.	mS/m	5	36–70	12–47	24–891
Chloridy	mg/l	3	2–118	3–61	4–1 570
C10–C40	mg/l	1,2	< 0,02–0,58	0,25–1,47	< 0,02–0,23
Σ PAU	ng/l	207	6–37	6–38	6–29
Cd	µg/l	0,23	< 0,1–0,57	0,15–0,69	< 0,1–1,04
Cr	µg/l	14,8	8,7–39,5	2,7–8,1	4,7–24,9
Cu	µg/l	67,7	2,7–7,5	14,6–43,8	9,7–36,5
Hg	µg/l	0,05	< 0,05–0,22	< 0,05–0,06	< 0,05–0,74
Ni	µg/l	12,8	4,9–25,1	5,6–11,0	6,5–23,7
Pb	µg/l	15,1	0,9–4,9	5,7–11,5	0,5–6,7
Zn	µg/l	235	6–22	68–135	23–92

(solením) dolní části parkoviště, kde byly umístěny odběrové nádoby v profilu Bohunice 2. Horní část parkoviště byla v tom období ošetřována pouze inertním materiálem (velmi nízká vytíženost parkoviště). S hodnotami koncentrace chloridů dobře korelovaly hodnoty elektrické conductivity vody (koeficient korelace 0,9917). Tedy ve třech jmenovaných případech dosáhly hodnoty elektrické conductivity V. třídy jakosti vod, jinak se pohybovaly na úrovni I. a II. třídy. Možnost zachycení chloridů v průřezích, ale i lyzimetrech je prakticky nulová s ohledem na jejich rozpustnost. Potvrdil se tak předpoklad, že ke snižování vysokých koncentrací chloridů ve vodním prostředí způsobených solením komunikací dochází ředěním vod.

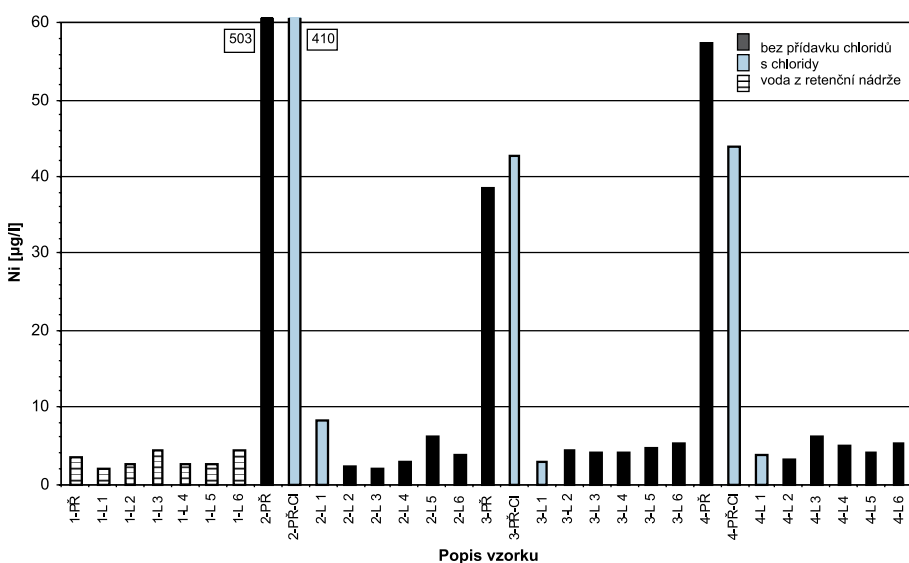
Pro zhodnocení účinnosti čištění bylo vybráno pět dvojic vzorků vod z povrchového smyvu a průsakových vod z obou částí parkoviště z různých ročních období. Ve filtračním prostředí průlehu byla zjištěna poměrně vysoká účinnost eliminace (zachycení) kadmia, mědi, olova, zinku, ropných látek (ukazatel C10–C40) a polutantů ze skupiny PAU. I když s ohledem na aktuální oxidačně-redukční podmínky a stupeň nasycení filtračního prostředí bylo také zaznamenáno během monitoringu uvolňování kovů do vodního prostředí. Tato skutečnost byla podchycena při výskytu nízkých koncentrací kovů v povrchovém smyvu, které odpovídaly I. až II. třídě čistoty vod (podle ČSN 75 7221). Obdobné výsledky při hodnocení účinnosti čištění filtračního prostředí při velmi malých koncentracích kovů (hlavně Cr, Cu, Pb, Zn) a zejména během suchých období uvádí také Shutes et al. (2001). Při vyšších koncentracích je autory uváděna účinnost zachycení Cu, Cr, Ni a Zn 60 až 90 % ve filtračním prostředí umělých mokřadů. Na pokusných lyzimetrech byla zjištěna stabilní vysoká účinnost zadržení mědi (nad 90 %), niklu (nad 90 %) a kadmia (nad 90 %), nižší účinnost zadržení rtuti (nad 60 %) a méně stabilní účinnost zadržení olova (30–90 %). Proměnlivá účinnost byla zjištěna pro chrom a zinek, kdy převládalo spíše vyplavování (uvolňování). Tyto hodnoty byly zjištěny při aplikaci vod s modelovými koncentracemi kovů. Výsledky pokusů dokládajících rozdíly odpovídající čistícímu účinku mezi koncentrací mědi a niklu na přítoku do lyzimetrů a v odtocích z jednotlivých lyzimetrů jsou uvedeny v grafech na obr. 3 a 4. Jsou zde zobrazeny jednotlivé fáze pokusů. V první fázi (vzorky označené „1-PR“ a „1-L“) byla nejprve použita voda získaná z retenční nádrže, do níž jsou svedeny vody z parkoviště obchodního centra. V dalších třech fázích (vzorky postupně označeny „2-L“ až „4-L“) byly aplikovány uměle připravené vody s vyššími koncentracemi kovů. Odlíšeny jsou dávky vody obsahující a neobsahující přídavek NaCl (označení „Cl“ v popisu vzorku). Koncentrace NaCl byla volena tak, aby odpovídala měřeným koncentracím v povrchovém smyvu během zimního období (Beránková et al., 2010). Vzorky z jednotlivých lyzimetrů jsou v grafech označeny L1 až L6. Označení „PR“ mají vzorky z přítoku do lyzimetrů. Vodou obohacenou o NaCl byl zatěžován pouze lyzimeter L1. Odtoky z lyzimetrů byly během pokusů pro oba kovy řádově srovnatelné, a to i u lyzimetrů L5 s náplní čistého písku a L6 s náplní čisté spraše. Rozdíly mezi schopností eliminace kovů z povrchových smyvů v závislosti na jednotlivých náplních byly zřejmě patrné až po delším čase provozu pokusných lyzimetrů. Z těchto důvodů je plánováno další měření.

Účinnosti zadržení vybraných kovů z povrchového smyvu z komunikací ve filtračním šterkovém prostředí uměle budovaných mokřadů uvádějí Bulc a Sajin Slak, 2003. Na sledovaných zařízeních byly dosahovány tyto dlouhodobé průměrné účinnosti: 69 % nerozpuštěné látky, 97 % usaditelné látky, 90 a více procent kovy (Cd, Cu, Ni, Pb a Zn). Autoři také prokázali vazbu kovů na nerozpuštěné látky a jako převládající čistící mechanismy stanovili sedimentaci a filtraci. K dispozici pro porovnání jsou také výsledky sledování čistění odpadních vod s biologickým stupněm představovaným pudními (zemními) a šterkovými filtry. Na těchto zařízeních, využitelných i pro čištění povrchových smyvů (jak dokládá např. Kadlec a Wallace, 2009), byla potvrzena obdobná schopnost eliminace sledovaných polutantů ve filtračním prostředí. Například Kröpfelová et al. (2009) uvádějí dlouhodobé průměrné účinnosti 78 % (Zn), 63 % (Cu), 63 % (Pb), 55 % (Cr) a 25–50 % pro Hg, Cd a Ni (zjištěné v podmínkách ČR).

Vsakovací schopnost půdy je stanovena jako množství vody vsáklé za časový interval, nebo jako průběh vsakovací rychlosti na čase. Vsakovací



Obr. 3. Zachycení mědi ve filtračním prostředí pokusných lyzimetrů



Obr. 4. Zachycení niklu ve filtračním prostředí pokusných lyzimetrů

schopnost byla tedy sledována na povrchu půdy pomocí dvou sousedních válců, mělce zapuštěných do povrchu jednotlivých lyzimetrů nebo přímo do povrchu infiltračního pásu parkoviště Kampus. Výtopová infiltrace byla vyhodnocena podle rovnic Kostjaka, Mezenceva a Philipa. Z polních měření byla stanovena závislost rychlosti infiltrace v_i na čase t_i , nebo závislost kumulativní hodnoty kumulativní infiltrace i_i na čase t_i . Nejjednodušší je vyjádření těchto závislostí pomocí empirických rovnic Kostjaka a Mezenceva, hodnocené podle Philipa je výpočetně složitější, podrobný postup uvádějí Kutílek et al. (2000). Výsledky z pokusu, prováděného na prvním lyzimetru L1 (průměr 38 cm, výška filtrační vrstvy 40 cm, náplň mix spraš a písek 1 : 5, zatížení vodou s obsahem NaCl), ukazují rychlost infiltrace a kumulativní infiltrace během pokusu trvajícího 80 min. Z počátečních, poměrně výrazných infiltračních rychlostí, pohybujiících se v případě metody Philipovy kolem hodnot 45 mm/min, resp. Kostjakovovy a Mezencevovy metody cca 34 mm/min, se přibližně po 30 minutách hodnoty ustalují, v rozmezí 12–15 mm/min (v závislosti na použité vyhodnocovací metodě). Tyto hodnoty mají již dále setrvalou hodnotu a do konce zasakovacího pokusu (délka trvání 80 min) se výrazně nemění (pokles na hodnotu v průměru 10 mm/min). Kumulativní infiltrace i_i [mm] opět vlivem použité metody kolísala na začátku pokusu v rozmezí hodnot 19–36 mm (průměr 27 mm), během celého pokusu měla téměř vyrovnaný průběh (jemně strmější vzrůst na začátku pokusu). Všechny použité metody stanovily kumulativní infiltrace na konci pokusu téměř stejnou, resp. v rozmezí 970 až 1 030 mm (průměr 999 mm). Obdobně to vypadalo i u ostatních lyzimetrů L2 až L4 s náplní spraš : písek 1 : 5, ale při zatížení vodou bez přídavku NaCl. V následujícím přehledu jsou uvedeny průměrné hodnoty vypočítané z výsledků všech tří metod (poč. – počátek pokusu; konc. – konec pokusu; kumul. inf. – kumulativní infiltrace):
L2 – rychlost infiltrace v_i [mm/min] – poč. 13; konc. 5 / kumul. inf. i_i [mm] – poč. 22; konc. 530

L3 – rychlost infiltrace v_i [mm/min] – poč. 9; konc. 6 / kumul. inf. i_i [mm] – poč. 16; konc. 610
L4 – rychlost infiltrace v_i [mm/min] – poč. 5; konc. 2 / kumul. inf. i_i [mm] – poč. 12; konc. 204

Hodnoty zjištěné pro dva vybrané průlehy reprezentující obě části parkoviště byly navzájem obdobné (opět průměrné hodnoty z výpočtu podle tří uvedených metod):

K3 – rychlost infiltrace v_i [mm/min] – poč. 4; konc. 3 / kumul. inf. i_i [mm] – poč. 15; konc. 353

K6 – rychlost infiltrace v_i [mm/min] – poč. 3; konc. 3 / kumul. inf. i_i [mm] – poč. 15; konc. 334

Počáteční průběhy infiltrační jsou ovlivňovány momentální vlhkostí filtračního materiálu. Rozhodující informací pro dlouhodobější infiltrace většího množství vody je rychlost infiltrace a kumulativní infiltrace na konci zasakovacích pokusů. U lyzimetru L2 až L4 se pohybovaly hodnoty infiltračních rychlostí v rozmezí $v_i = 2\text{--}6$ mm/min. U lyzimetru L1 byla průměrná hodnota 10 mm/min. Kumulativní infiltrace dosahovala při porovnání všech lyzimetrů výrazného rozpětí hodnot. Při porovnání se stejnými pokusy, provedenými na infiltračních průlezech parkoviště, tak infiltrační rychlost na konci pokusů vycházela u obou pokusů (na spodním i horním parkovišti) téměř totožná (průměrně 3 mm/min). Kumulativní infiltrace byla taktéž v obdobném rozpětí hodnot.

Během výzkumu byly dvakrát odebrány pokaždé dva vzorky (ze spodního a horního parkoviště) pro stanovení hydraulické vodivosti filtračního materiálu. Zjištěné hodnoty byly porovnány s požadavky na projektování zasakovacích průlehů (např. Hlavínek et al., 2007; JV Projekt VH, 2006; DWA-A 138, 2005), kdy je doporučována hydraulická vodivost materiálů v rozpětí 1.10^{-3} až 1.10^{-6} m/s, přičemž při hodnotách blízkých 1.10^{-6} m/s a nižších se doporučuje vsakování s akumulací vod (řízená retence). Pro sledované objekty byla předpokládána hydraulická vodivost 1.10^{-5} m/s. Výsledky provedených pokusů s materiálem ze zasakovacích průlehů z parkoviště po roce provozu (podrobně Beránková et al., 2010) ukazují, že propustnost je dostatečná pouze na začátku pokusu, dokud se celý materiál dokonale nenasytí vodou. Nasycení přitom probíhá v rozsahu 4–7 hodin. Lze předpokládat, že v provozních podmínkách, např. při vytrvalejších deštích, dojde k nasycení celého filtračního prostředí infiltračních průlehů (nasycení na plnou vodní kapacitu, kdy veškeré póry jsou vyplněny vodou). Z těchto důvodů, ale také i proto, že průlehy se nedimenzují na absolutní ochranu, je nutné při návrhu a realizaci obdobných zařízení počítat s vybudováním bezpečnostních přelivů, jak bylo provedeno na sledovaných průlezech. Nicméně i přes tyto skutečnosti byly v zahraničí prokázány dlouhodobé možnosti využití podobných zařízení k retenci a čištění povrchových smyvů, jak uvádí např. Aryal et al. (2006).

Závěr

Z našich zjištění vyplývá, že povrchový smyv na sledované lokalitě vykazuje prozatím spíše menší znečištění, a to zejména kovy. Jak již bylo uvedeno, parkoviště bylo v době probíhajícího sledování zatěžováno se vzrůstající měrou tak, jak byly uváděny do provozu další stavby v okolí. S ohledem na poznatky z déle sledovaných obdobných zařízení v zahraničí lze očekávat zvyšování zátěže hodnocenými polutanty. Přítomné chloridy se podílejí na zvyšování toxicity smyvů pro vodní organismy, což bylo prokázáno testy na řasách. Dále mohou být příčinou vyplavování zachycených iontů kovů a změn fyzikálních vlastností filtračního prostředí. Potvrzuje se, že polutanty jsou vázány a akumulovány v nerozpuštěných látkách a dochází k jejich usazování v retenčních i odvodňovacích objektech. Dosavadní krátkodobé výsledky potvrdily určitou schopnost zasakovacích průlehů zadržet ropné látky, kovy i PAU. S ohledem na předpoklad postupného vyčerpání sorpční schopnosti filtračního substrátu je třeba ve výzkumu dále pokračovat s cílem definování čistícího potenciálu. Vzhledem k časovým možnostem daným dobou řešení projektu je nutno získané výsledky o odstraňování sledovaných polutantů brát jako předběžné. Při dalším rozvoji využití technologie vsakovacích průlehů s retenčním prostorem s ohledem na čištění vod z komunikací a parkovišť je nezbytné se zaměřit na problematiku jejich provozu a údržby v zimním období, při vyšší sněhové pokrývce. Vsakovací průlehy budou nepochybně využity k uskladnění sněhu z parkoviště. Bude třeba sledovat funkci vsakovacích průlehů v době tání a zajistit, aby nedošlo k zatopení částí parkoviště. Dále je nutné věnovat pozornost údržbě povrchu retenčních prostor a zasakovacích průlehů tak, aby byly dlouhodobě zajištěny vhodné vlastnosti filtračního prostředí (zrnitost, hydraulická vodivost, rychlost infiltrace).

Literatura

Aryal, RK., Muramaki, M., Furumai, H., Nakajima, F., and Jinadasa, HKPK. (2006) Prolonged deposition of heavy metals in infiltration facilities and its possible threat to groundwater contamination. *Wat. Sci. Tech.*, vol. 54, No. 6–7, p. 295–212.
Bäckström, M., Karlsson, S., Bäckman, L., Folkesson, L., and Lind, B. (2004) Mobilisa-

tion of heavy metals by deicing salts in a roadside environment. *Wat. Research* 38, p. 720–732.

- Beránková, D., Brtníková, H., Kupec, J., Huzlík, J., and Prax, P. (2008) Pollution of the highways runoff. *Transactions on Transport Sciences*, vol. 2008, No. 2, p. 31–38. ISSN 1802-971X.
- Beránková, D., Brtníková, H., Kupec, J., Mlejnková, H., Huzlík, J. a Prax, P. Parametry jakosti a množství povrchového splachu z dálnic. *VTEI, příloha Vodního hospodářství* č. 6/2009, roč. 51, č. 3, s. 8–11. ISSN 0322-8916.
- Beránková, D., Rozkošný, M., Vítek, J., Huzlík, J., Kupec, J., Kříška, M., Šálek, J., Mlejnková, H. a Brtníková, H. (2010) Kontrola jakosti dálničních splachů a hodnocení účinnosti jejich dočišťování při decentralizovaném systému odvodnění (závěrečná zpráva projektu VaV 1F84C/031/910 za obd. 2008–2009. Brno : VÚV T.G.M. (depon. v knihovně VÚV T.G.M.), 72 s.
- Bodenkundliche Untersuchungen im Rahmen des Entwicklungsvorhabens „Versickerung des Niederschlagswassers von befestigten Verkehrsflächen“ (2008). Augsburg : Bayerisches Landesamt für Umwelt (on line-version ISBN 978-3-940009-96-8).
- Bulc, T. and Sajn Slak, A. (2003) Performance of constructed wetland for highway runoff treatment. *Wat. Sci. Tech.*, vol. 48, No. 2, p. 315–322.
- ČSN 75 7221 (1998). Jakost vod – Klasifikace jakosti povrchových vod.
- DWA-A 138. Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser. Hennef: DWA, Arbeitsblatt – A138, 2005. ISBN 3-937758-66-6.
- Hlavínek, P. et al. (2007) Hospodaření s dešťovými vodami v urbanizovaném území. Brno : ARDEC. ISBN 80-86020-55-X.
- Hvited-Jacobson, T. and Yousef, YA. (1991) Highway Runoff Quality, Environmental Impacts and Control. In Highway Pollution (eds Hamilton, RS. and Harrison, RM. Amsterdam : Elsevier, p. 165–208.
- JV Projekt VH, s.r.o. (2006) MU v Brně, Městský úřad Bohunice – AVVA, AVVA – infrastruktura, SO IV-322.2 parkoviště II – odvodnění, SO IV-325.4 parkoviště III – odvodnění, 051 (technická zpráva; arch. č. 05 065, 03/2006).
- Kadlec, RH. and Wallace, S. (2009) Treatment wetlands (2nd ed.) Boca Raton (Florida, USA) : CRC Press.
- Kröpfelová, L. et al. (2008) Odstraňování stopových prvků v kořenových čistírnách. In Kröpfelová, L. a Vymazal, J. (eds) Monitoring těžkých kovů a vybraných rizikových prvků při čištění odpadních vod v umělých mokřadech (sborník z mezinár. semináře). Třeboň : ENKI, s. 43–54. ISBN 978-80-254-3059-0.
- Kutílek, M., Kuráží, V. a Císlarová, M. *Hydropedologie*. Praha : Vydav. ČVUT, 2000, 149 s.
- Lee, PK. and Touray, JC. (1998) Characteristics of a polluted artificial soil located along a motorway and effects of acidification on the leaching behavior of heavy metals (Pb, Zn, Cd). *Wat. Res.*, vol. 32, No. 11, p. 3425–3435.
- Nářízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostí povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb. Praha : MŽP, 2007.
- Norrström, AC. and Jacks, G. (1998) Concentration and fractionation of heavy metals in roadside soils receiving de-icing salts. *Sci. Tot. Env.*, 218, p. 161–174.
- Novotny, V. et al. Cyanide and metal pollution by urban snowmelt: impact of deicing compounds. *Wat. Sci. Tech.*, vol. 38, No. 10, 1998, p. 223–230.
- Sansalone, JJ. (1999) Adsorptive infiltration of metals in urban drainage – media characteristics. *Sci. Tot. Env.*, 235, p. 179–188.
- Seelasaen, N., McLaughlan, R., Moore, S., Ball, JE., and Stuetz, RM. (2006) Pollutant removal efficiency of alternative filtration media in stormwater treatment. *Wat. Sci. Technol.*, vol. 54, No. 6–7, p. 299–305.
- Shutes, RBE., Revitt, DM., Scholes, LNL., Forshaw, M., and Winter, B. (2001) An experimental constructed wetland system for the treatment of highway runoff in the UK. *Wat. Sci. Tech.*, vol. 44, No. 11–12, p. 571–578.
- Warren, LA. and Zimmermann, P. The influence of temperature and NaCl on cadmium, copper and zinc partitioning among suspended particulate and dissolved phases in an urban river. *Wat. Res.*, vol. 28, No. 9, 1994, p. 1921–1931.

Tento článek vznikl s podporou projektu VaV 1F84C/031/910 „Kontrola jakosti dálničních splachů a hodnocení účinnosti jejich dočišťování při decentralizovaném systému odvodnění“.

**Ing. Miloš Rozkošný, Ph.D., Ing. Danuše Beránková,
Jana Svobodová
VÚV T.G.M., v.v.i., Brno
milos_rozkosny@vuv.cz
Ing. Michal Kříška
Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební
Příspěvek prošel lektorským řízením.**

Potential of road and parking surface run-off pollution reduction by infiltration (Rozkošný, M.; Kříška, M.; Beránková, D.; Svobodová, J.)

Key words

road-traffic infrastructure – parking – run-off – water pollution – infiltration – filtration medium

The paper presents results of the water quality monitoring of road and parking surface run-off, which was done in 2008 and 2009. The main results of the retention and infiltration facilities treatment efficiency for PAH, mineral oils and selected heavy metals are presented, too.

CHEMICKÉ ZÁVODY SOKOLOV – PŘÍKLAD ÚSPĚŠNĚ SANOVANÉ EKOLOGICKÉ ZÁTĚŽE

Pavel Eckhardt

Klíčová slova

znečištění – podzemní vody – povrchové vody – ekologická zátěž – kontaminované místo

Souhrn

Článek uvádí výsledky výzkumu problematiky významných ekologických zátěží chemických podniků a vlivu těchto zátěží na kvalitu vod, a to na příkladu úspěšně sanovaného areálu bývalých Chemických závodů Sokolov. V rámci prací byla mj. ověřována míra kontaminace podzemních vod, sestaven a zkaližován model proudění podzemních vod a vyčíslen nátok vybraných kontaminantů do vod povrchových.

Úvod

V posledních šesti letech byl ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka v rámci Projektu Labe mj. zkoumán vliv vybraných významných ekologických zátěží na tok Labe a jeho přítoky (např. [4]). Mezi zájmové ekologické zátěže významných chemických závodů v povodí Labe byla v roce 2009 zařazena i lokalita bývalých Chemických závodů Sokolov (nyní Hexion Specialty Chemicals Sokolov, a.s.). Ekologická zátěž zájmového areálu byla hodnocena mj. na žádost České inspekce životního prostředí (ČIŽP), bylo třeba posoudit kontaminaci podzemních vod a nově navržené sanační limity.

Ekologická zátěž představuje úroveň znečištění, kdy nelze vyloučit negativní účinky na zdraví člověka nebo jednotlivé složky životního prostředí. Většinou jde o místa znečištění horninového prostředí, vzniklá v minulosti únikem závadných látek, například lokality havárií, starých skládek či výrobních a skladových areálů. Po roce 1989 značně urychlila odstraňování ekologických zátěží nová legislativa, finančně byl tento proces významně podpořen především prostředky z privatizace.

Podrobnosti k zájmovému areálu

Zájmový areál bývalých Chemických závodů Sokolov se rozkládá v Karlovarském kraji, v severovýchodní části intravilánu města Sokolov. Celková rozloha areálu podniku činí cca 55 ha (obr. 1).

Závod byl založen v roce 1917 rakouským Spolkem pro chemickou a hutní výrobu. Podnik, známý pod názvem Chemické závody Sokolov, byl v roce 1993 pod tímto názvem privatizován ze státního podniku na akciovou společnost. Poté název společnosti zněl Eastman Sokolov, a.s., dále RSM Chemacryl, a.s., v roce 2006 došlo k poslední změně názvu na Hexion Specialty Chemicals, a.s.

Původním výrobním programem podniku byla chemická výroba, hlavními produkty byly karpid vápníku a dusíkaté vápno. V období mezi světovými válkami byla výroba rozšířena o dissous-plyn (technický acetylén rozpuštěný v acetonu), borax (tetraboritan sodný), peroxid vodíku a alkalické chlorečnany. Po druhé světové válce byly dobudovány výroby formamidu, kyseliny mravenčí, mravenčanu vápenatého, bílého korundu, mikrokorundu atp. Od sedmdesátých let dochází k postupnému odstavování zastaralých a energeticky náročných technologií a k orientaci zejména na výrobu kyseliny akrylové a jejích esterů a akrylátových disperzí. V období 1980 až 1986 byly odstaveny výroby karpidu vápníku, dusíkatého vápna a dissous-

The system of facilities has been built for a parking area located within Brno-Bohunice (Masaryk University campus). Mineral oils, PAHs and some heavy metals (cadmium, copper, lead, zinc) were trapped within filtration mediums of the infiltration facilities. Treatment efficiency was also studied with the usage of lysimeters loaded by surface run-off water. A stable and high efficiency was found out for copper, nickel and cadmium (> 90 %). Lower efficiency was achieved for mercury (> 60 %) and lead (30–90 %).

plynu, v letech 1990 až 1994 byla odstavena výroba kyseliny mravenčí, mravenčanu vápenatého, silostanu, síranu amonného a alkalických chlorečnanů [1].

Původní výroba byla soustředěna převážně do západní a jihozápadní části areálu podniku a dodnes bývá označována jako „starý závod“. Výroba kyseliny akrylové a monomerů je soustředěna převážně ve východní části areálu Hexion Sokolov, bývá označována jako „nový závod“.

Odpadní vody jsou vypouštěny vlastní kanalizací přes usazovací nádrže do řeky Ohře v prostoru za Těšovicemi, asi 1 km po toku Ohře od zájmového areálu.

Přírodní poměry

Zájmová oblast leží v průmyslové zóně v severovýchodní části města Sokolov, nadmořské výšky terénu v areálu se pohybují okolo 400 m n.m.

Z geologického hlediska náleží zájmové území převážně k terciérní sokolovské páňvi. Ta je zde zastoupena zejména sedimenty vulkanodetritického a starosedelského souvrství. V podloží pánevních sedimentů a v jižní části zájmového území se vyskytují metamorfity arzberské série.

Terén je kryt nepevnými horninami kvartéru. Nejvýraznější jsou zastoupeny fluvialní písčité štěrky a písčité hlíny inundačního území Ohře. Značné zastoupení mají v zájmovém areálu i jeho okolí antropogenní navážky.

Lokální geologickou situaci dokumentuje bohatá vrtná prozkoumanost území, v zájmovém území byly vyhloubeny stovky vrtů.

Z hydrogeologického hlediska leží zájmový areál při hranici rajonů č. 2120 – Sokolovská pánev a č. 6112 – Krystalinikum Slavkovského lesa [2]. Sokolovská pánev obecně představuje tektonicky silně predisponovanou pánev relativně malého rozměru s velmi nepravidelným vývojem hydrogeologických kolektorů s absencí významnější kontinuílní zvodně. Přirozený režim podzemních vod je v širší oblasti značně pozměněn zejména odvodňováním při těžbě hnědého uhlí.

Na lokalitě je nejvýznamnější mělká zvodně v kvartérních sedimentech, kolektorem jsou zejména štěrky a písky teras Ohře. Terciérní jílovité horniny, popř. navětralé horniny krystalinika tvoří podložní izolátor. Průměrná mocnost kvartérního kolektoru se tu běžně pohybuje mezi 3 až 5 m, v místech přehlubněných koryt dosahuje mocnost kolektoru až 11 m. Koeficient filtrace se převážně pohybuje v řádech $n.10^{-3}$ až $n.10^{-4}$ $m.s^{-1}$ [3].

Tok podzemní vody kvartérní zvodně směřuje generálně k místní erozní bázi – k toku Ohře. Lokálně ovlivňuje odtok podzemních vod sanační čerpání a další antropogenní zásahy.

Hydrologicky odvodňuje zájmovou oblast řeka Ohře, na jejímž pravém břehu zájmový areál leží. Okolo Ohře je veden regionální biokoridor.



Obr. 1. Situace areálu bývalých Chemických závodů Sokolov

Vznik ekologické zátěže a postup sanačních prací

V lokalitě probíhala dlouhodobě chemická výroba. Ekologická zátěž lokality vznikla ve své většině nedostatečně zabezpečeným dlouhodobým užíváním a skladováním chemických látek, obdobně jako v jiných případech průmyslových ekologických zátěží. Na kontaminaci horninového prostředí se podílely také havarijní úniky. Zastoupena je i ekologická zátěž skládkového původu – při hranici severozápadní části areálu leží bývalé úložiště po plavení popelovin (tzv. „Zemník“).

Aby se omezilo šíření znečištění, probíhá na lokalitě již od osmdesátých let minulého století sanační čerpání kontaminovaných podzemních vod. V roce 1999 byla mezi Fondem národního majetku ČR a Chemickými závody Sokolov, a.s., uzavřena smlouva o vypořádání ekologických závazků vzniklých před privatizací. Na tomto základě je financována valná většina sanačních a monitorovacích prací v zájmovém areálu. K pracím existuje rozsáhlá dokumentace.

V roce 2002 hodnotilo Ministerstvo životního prostředí [5] prioritu pro odstraňování staré ekologické zátěže zájmového areálu hodnotou 5,05 bodu z deseti možných. Priorita této ekologické zátěže tak byla vyšší než např. u areálu LZ Draslovka Kolín (2,05 bodu) či Spolchemie Ústí nad Labem (2,65 bodu), ale naopak nižší než u Spolany Neratovice (6,2 bodu) a Synthesie Pardubice (9,75 bodu). Ekologická zátěž areálu měla druhou nejvyšší prioritu v rámci Karlovarského kraje.

V letech 2006 až 2008 byly v areálu uskutečněny rozsáhlé sanační práce. V rámci sanace nesaturované zóny proběhlo vyklizení vybraných objektů, jejich demolice (mj. kompresorovna, výrobní generátorového plynu, výrobní kyseliny mravenčí, výrobní mravečnanu a výrobní alkalických chlorečnanů) a selektivní těžba kontaminovaných zemín. Těžené zeminy byly kontaminovány zejména nepolárními extrahovatelnými látkami, chromem a amonnými ionty. Z lokality bylo odvezeno celkem 86 972 tun kontaminovaného materiálu. Část sanace probíhala i jinými metodami, např. lokalita nádrže na naftu „Bencalor“ byla v letech 2007 až 2008 sanována pomocí ventingu [3].

Zajímavá byla sanace prostoru dědičné štoly v jihozápadní části závodu (sloužila v minulosti k odvádění důlních vod do Ohře), která byla kontaminována jak chromem, tak ropnými látkami. Dědičná štola tvořila preferenční cestu šíření kontaminace. Byla provedena demolice asi 70 metrů dlouhého úseku dědičné štoly včetně odtěžení okolní kontaminované zeminy a silně kontaminovaných kalů uvnitř štoly. Pro zabránění pronikání podzemní vody do zbylé části štoly byla na obou stranách odtěženého úseku provedena tamponáž.

Sanace saturované zóny probíhala v letech 2006 až 2008 především čerpáním podzemních vod, a to jak ze sanačních vrtů, tak ze stavebních jam. Souhrnně bylo za toto období dekontaminováno přes 261 tisíc m³ vod [3].

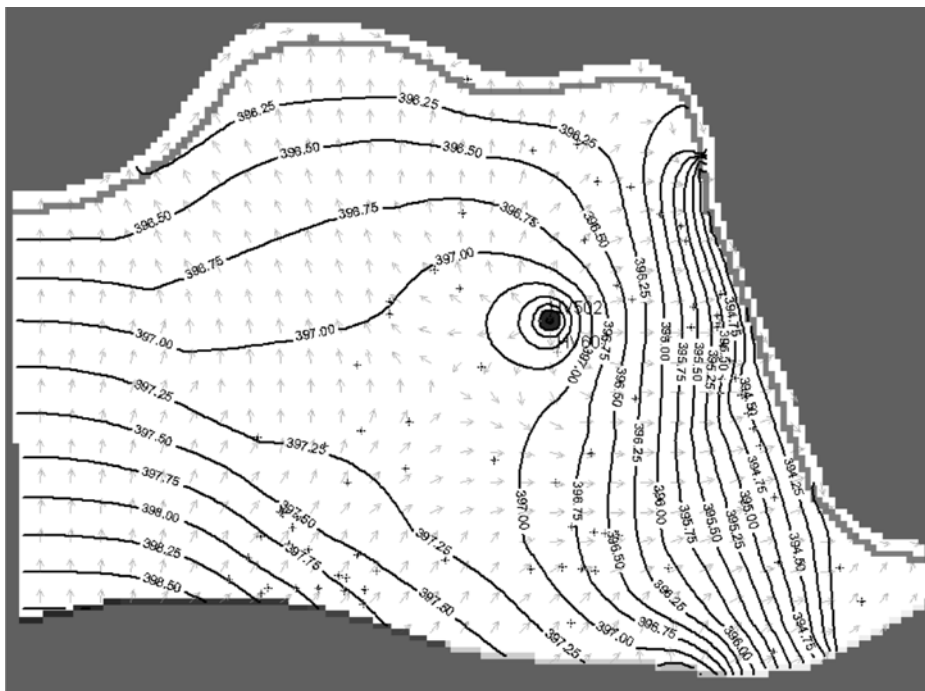
Vzhledem k tomu, že areál je poměrně dobře prozkoumán a v nedávné době tu proběhly rozsáhlé sanační práce, soustředila se naše terénní činnost zejména na ověření úrovně aktuální kontaminace podzemních vod. V rámci vzorkovacích prací byly provedeny odběry podzemních vod z vybraných sanačně čerpaných vrtů.

Areál Hexion Sokolov obtéká ze severní a východní strany řeka Ohře. Mezi hranicemi zájmového výrobního areálu a řekou existuje poměrně úzký pobřežní zalesněný pás, místy podmačený. Severovýchodně od areálu závodu leží na řece jez, který zdvihá hladinu povrchových a podzemních vod.

Jihovýchodně od zájmového areálu, tedy ve směru toku podzemních vod, se nachází městská čistírna odpadních vod a za ní obytná zóna místní části Těšovice. V severním okolí areálu leží zahrádkářská kolonie a řeka Ohře. Jižně od areálu je parkoviště, místní komunikace a poměrně strmý svah údolí. Zájmový areál působí ve srovnání s ostatními navštívenými chemickými závody čistým a upraveným dojmem. Vyskytují se zde i široké prostory pro sanačně vybouraných starších objektů. V areálu společností existuje větší množství hydrogeologických vrtů.

V rámci prací bylo provedeno kontrolní vzorkování podzemních vod z vybraných vrtů na těžké organické uhlovodíky. Obsahy jednoduchých aromatických, jednoduchých chlorovaných alifatických uhlovodíků, vybraných chlorbenzenů a bromovaných methanů byly nízké, pohybovaly se většinou v úrovní přirozeného pozadí, splňovaly mj. mezní hodnoty pro pitnou vodu.

Tam, kde to bylo možné, bylo provedeno srovnání zjištěných výsledků analýz s obsahy analyzovanými v nedávné minulosti. Ze srovnání hodnot obsahů aktuálních a nedávno provedených archivních analýz vyplynula obecná shoda na nízkých koncentracích vybraných analyzovaných látek.



Obr. 2. Poměry proudění podzemních vod po ukončení sanačního čerpání – jeden z výstupů matematického modelu

Modelové řešení

V rámci prací byl pro zájmové území sestaven a ověřen komplexní matematický model proudění podzemních vod mělké zvodně (obr. 2) a transportu vybraných kontaminantů podzemní vodou do toku Ohře. Zátěž Ohře byla vyčíslena pro kontaminanty, pro které se podařilo získat dostatek dat. Do povrchové vody jsou kontaminanty transportovány vlivem drenáže podzemní vody mělké zvodně. Velikost drenáže podzemní vody do Ohře z oblasti zájmového území nelze vzhledem k výši průtoků relevantně přímo měřit, matematický model umožnil vyčíslení přírůstu podzemní vody v jednotlivých úsecích toku.

Vynásobením dat o drenáži podzemní vody (model) údaji břehových koncentrací podzemních vod (získány empirickou interpolací) byl vypočten hmotnostní tok bilancovaných kontaminantů do vodoteče.

Matematický model proudění podzemní vody, který komplexně řeší hydrauliku proudění podzemní vody na zájmovém území, lze využít pro analýzu plošného rozložení průtoků podzemní vody, pro výpočet rychlostí proudění podzemní vody a postupových rychlostí kontaminantů, lze předpovídat i dopady sanačních opatření. Výpočty byly provedeny na bázi stacionární simulace – pro průměrné podmínky proudění podzemních vod v zájmovém území. Skutečné hodnoty nátok kontaminantů do Ohře závisí na aktuální situaci, jsou přírodně i antropogenně ovlivněné a kolísají okolo vypočtených průměrných hodnot.

Z bilancovaných kontaminantů jsou do vodoteče ze zájmového areálu nejvíce drénovány sírany, a to v úrovni 1,06 g.s⁻¹. Hmotnostní tok chloridů do toku Ohře je řádově nižší, představuje cca 185 mg.s⁻¹. Přírůstek amonných iontů do Ohře činil cca 6,5 mg.s⁻¹, nepolárních extrahovatelných látek přitékalo cca 0,18 mg.s⁻¹. Hmotnostní tok dalších vybraných látek do toku Ohře je velmi nízký – u chlorovaných alifatických uhlovodíků činí okolo 0,001 mg.s⁻¹, u akrylátů leží pod 0,003 mg.s⁻¹.

Přírůstek kontaminantů z oblasti zájmového výrobního areálu do toku Ohře je relativně malý. Tato situace je zapříčiněna jednak relativně nevelkým prouděním podzemní vody přes výrobní areál do toku Ohře (cca 4,5 l.s⁻¹), především však tuto situaci způsobuje skutečnost, že podél toku Ohře a i v oblasti výrobního areálu se kontaminanty vyskytují většinou pouze v relativně nízkých koncentracích. Dalším příznivým momentem je značný průměrný průtok povrchové vody tokem Ohře, který dosahuje v zájmové lokalitě okolo 15 m³.s⁻¹. Při takovémto ředění nedojde v současnosti ani v případě odstavení čerpání na sanačních vrtech k měřitelným změnám koncentrací škodlivých látek v toku.

Posouzení navrhovaných limitních hodnot sanace

Na základě zjištěných skutečností jsme posuzovali i nově navržené sanační limity. Pro zájmový areál byla v roce 2009, po provedení sanace nesaturované zóny, zpracována aktualizovaná analýza rizika [3]. Cílové hodnoty pro sanaci saturované zóny zde byly primárně vypočteny pro kontaminaci podzemních vod amonnými ionty, šestimocným chromem a uhlovodíky C₁₀–C₄₀. Pro potřeby České inspekce životního prostředí byly zpětným výpočtem odvozeny sanační limity i pro další látky.

Jmenovaná zpráva je poměrně obsáhlá a fundovaná. Přesto byla její první verze ČIŽP odmítnuta. Stalo se tak především na základě navrhovaných velmi volných sanačních limitů. Některé hodnoty nově navrhovaných sanačních limitů byly více než řádově vyšší než stávající limitní hodnoty. Například sanační limit pro tetrachlorethan byl navýšen 92krát, limit pro obsah benzenu 81krát atp. Zpracovaná analýza rizik navíc vycházela při výpočtu v podstatě z jediného reálného scénáře – odnosu kontaminace podzemní vodou do Ohře a rovnoměrného nařazení této kontaminace vysokým průtokem povrchové vody.

Tento technokratický způsob určování limitů byl v rozporu s reálným stavem lokality. Část nových limitů pro saturovanou zónu se dostala do rozporu s limity pro nesaturovanou zónu. Mimo to se takto vysoké koncentrace značné části vymezených látek v podzemní vodě lokality ani nevyskytují. V rámci našich prací byly nastíněny další reálné scénáře, se kterými zpracovaná analýza rizika nepočítala, jako například transport kontaminantů podzemní vodou do zahrádkářské kolonie, vývěry podzemních vod u paty svahu v blízkosti Ohře nebo budoucí výkopové práce v areálu podniku. Doporučili jsme na základě těchto scénářů a výše zmíněných skutečností adekvátně upravit část navrhovaných sanačních limitů pro podzemní vody.

Závěry

Průzkumu byl podroben areál bývalých Chemických závodů Sokolov, v minulosti silně kontaminovaný širší škálou látek z ekologické zátěže. Na lokalitě v rámci námi realizovaných prací proběhlo ověření aktuální úrovně kontaminace podzemních vod, byl odladěn matematický model proudění podzemních vod širšího okolí a vyčíslen hmotnostní tok vybraných kontaminantů do toku Ohře. Posouzeny byly i navrhované sanační limity.

Podle našich zjištění nemá ekologická zátěž zájmového areálu v současnosti, po provedené sanaci, na kvalitu povrchových vod Ohře měřitelný vliv.

Lokalita se nachází v závěrečné fázi sanace, většina koncentrací kontaminantů v podzemních vodách je relativně nízká. Ve srovnání s ostatními zpracovávanými lokalitami ekologických zátěží rozsáhlých chemických závodů, jako např. Synthesia Pardubice či Spolana Neratovice, ale i LZ Draslovka Kolín či Spolchemie Ústí nad Labem, je v lokalitě bývalých Chemických závodů Sokolov současná situace zbytkové kontaminace značně příznivější.

Ocenit je třeba úsilí státních institucí vedoucích k sanaci ekologických zátěží, byť toto zlepšování životního prostředí není vždy na první pohled patrné a prvoplánově populární.

Poděkování

Výzkum byl realizován za finanční podpory SP/2e7/229/07. Významná část podkladů byla poskytnuta se souhlasem zájmového podniku, sanačních firem, ČIŽP a Ministerstva financí, poděkování patří i pracovníkům těchto organizací, bez nichž by výzkum nemohl být proveden.

Literatura

- [1] Staněk, I. aj. (1996) Zkrácená analýza rizik. Brno : Chemické závody Sokolov a.s. – Geogas, a.s., 1996, 83 s.
- [2] Olmer, M. aj. (2006) Hydrogeologická rajonizace České republiky. Sborník geologických věd 23, Hydrogeologie, inženýrská geologie. Praha : Česká geologická služba, 32 s.
- [3] Dosoudil, P. aj. (2009) Realizace sanačních opatření vedoucích k nápravě starých ekologických zátěží vzniklých před privatizací ve společnosti HEXION Specialty Chemicals, a.s., v Sokolově – Aktualizace analýzy rizik. Dřetovice : Dekonta, a.s., 2009, 136 s.
- [4] Eckhardt, P. (2009) Vliv vybraných ekologických zátěží na tok Labe. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace (VTEI)*, roč. 51, č. 1, s. 17–19, příloha *Vodního hospodářství č. 2/2009*.
- [5] Regionální seznamy priorit pro odstraňování starých ekologických zátěží. Ministerstvo životního prostředí, říjen 2002, 28 s.

Mgr. Pavel Eckhardt
VÚV T.G.M., v.v.i., Praha
Pavel.Eckhardt@vuv.cz

Příspěvek prošel lektorským řízením.

Chemical plant Sokolov – example of successfully cleaned contaminated site (Eckhardt, P.)

Key words

groundwater – surface water – contamination – contaminated site

This text summarizes the results of the old contaminated site research on the example of large chemical plant in Western Bohemia. The influence of groundwater contamination on surface water was checked there.

Seznam publikací vydaných ve VÚV T.G.M. v posledních letech

Ediční řada *Práce a studie* (ISSN 1211-3727)

- Hostomská, V.: Odstraňování organického mikroznečištění z vody ozonizací a UV zářením; ISBN 80-85900-02-5 (1995)
- Polák, M.: Porovnání hydrologické účinnosti povodí různého hospodářského využití pomocí modelu chronologické hydrologické bilance; ISBN 80-85900-05-X (1995)
- Štamberová, M.: Aktualizace koncepčních studií vodárenských soustav Pomoraví a Jižní Morava; ISBN 80-85900-09-2 (1996)
- Žáček, L.: Odstraňování hliníku z huminových vod; ISBN 80-85900-14-9 (1997)
- Pavlovský, L., Drbal, K.: Převádění vody mezi povodími – vodohospodářské řešení; ISBN 80-85900-17-3 (1997)
- Matoušek, V.: Tepelné a ledové procesy v tocích; ISBN 80-85900-21-1 (1998)
- Kašpárek, L.: Regional study on impacts of climate change on hydrological conditions in the Czech Republic; ISBN 80-85900-22-X (1998)
- Bečvář, V. a kol.: Současnost a výhled vodohospodářského plánování ve Vodohospodářském sborníku 1995; ISBN 80-85900-24-6 (1998)
- Vostrčil, J., Tesařík, I.: Čiřiče na úpravu vody vložkovým mrakem; ISBN 80-85900-30-0 (1999)
- Mlejnková, H.: Výskyt fyziologických skupin bakterií v říční vodě a sedimentu; ISBN 80-85900-33-5 (2000)
- Matoušek, V.: Vznik a vývoj ledových nápečů; ISBN 80-85900-36-X (2000)
- Říha, J., Ošlejšková, J.: Modelové řešení úloh jakosti vody v síti vodních toků; ISBN 80-85900-38-6 (2001)
- Matoušek, V.: Ledový režim vodních toků; ISBN 80-85900-54-8 (2004)
- Rudiš, M., Valenta, P., Nol, O.: Effect of polluted sediments settled in flood plains on environment and ground water; ISBN 978-80-85900-87-3 (2008)

Ediční řada *Výzkum pro praxi* (ISSN 1211-3751)

Kolektiv: Sborník z konference k 75. výročí VÚV TGM; ISBN 80-85900-03-3 (1995)

- Fuksa, J. K.: Doporučené techniky odběru vzorků a jejich transportu do laboratoří; ISBN 80-85900-04-1 (1995)
- Veger, J.: Dezinfekce spotřebních dávek pitné vody; ISBN 80-85900-07-6 (1995)
- Havel, L. a kol.: Metodika sledování a hodnocení vlivu účelového rybářského hospodaření ve vodárenských rybnících; ISBN 80-85900-10-6 (1996)
- Veger, J., Baudišová, D.: Bakterie z čeledi *Enterobacteriaceae* ve vodním prostředí; ISBN 80-85900-11-4 (1996)
- Hanslík, E.: Vliv jaderné elektrárny Temelín na hydrosféru; ISBN 80-85900-12-2 (1996)
- Hanslík, E.: Impact of Temelín power plant on hydrosphere; ISBN 80-85900-13-0 (1997)
- Vojtěch, V.: Metodická příručka pro obnovu a odbahňování rybníků a předzdrží; ISBN 80-85900-16-5 (1997)
- Mattas, D.: Měření průtoků nestandardními metodami a v nestandardních podmínkách; ISBN 80-85900-20-3 (1998)
- Fuksa, J. K.: Doporučené techniky odběru vzorků a jejich transportu do laboratoří – 2. vyd.; ISBN 80-85900-27-0 (1999)
- Kokeš, J., Vojtíšková, D.: Nové metody hodnocení makrozoobentosu tekoucích vod; ISBN 80-85900-29-7 (1999)
- Just, T., Fuchs, P., Písařová, M.: Odpadní vody v malých obcích; ISBN 80-85900-31-9 (1999)
- Kočková, E., Žáková, Z.: Řeka Dyje v oblasti Mezinárodního přírodního parku Podjív – Thayatal; ISBN 80-85900-34-3 (2000)
- Křivková, J.: Povodeň 1872 v povodí Berounky a Blšanky – analýza a rekonstrukce; ISBN 80-85900-37-8 (2001)
- Kočková, E., Mlejnková, H., Žáková, Z.: Vliv Jaderné elektrárny Dukovany na jakost vody v řece Jihlavě a soustavě nádrží Dalešice a Mohelno; ISBN 80-85900-39-4 (2001)
- Slavík, O., Jurajda, P.: Metodický návod pro sledování společenstev juvenilních ryb; ISBN 80-85900-40-8 (2001)
- Hanslík, E. a kol.: Vliv těžby uranových rud na vývoj kontaminace hydrosféry Ploučnice v období 1966–2000; ISBN 80-85900-43-2 (2002)
- Fuksa, J.K.: Biomonitoring českého Labe, výsledky z let 1993–1996–1999; ISBN 80-85900-44-0 (2002)
- Pavonič, M.: Možnosti využití metod kapilární elektroforézy pro analýzu malých iontů ve vodách; ISBN 80-85900-45-9 (2002)
- Kašpárek, J.: Měření povodňových průtoků; ISBN 80-85900-52-1 (2003)

Fuksa, J.K.: Příručka pro vzorkování vody a vodního prostředí; ISBN 80-85900-53-X (2003)
 Vostrčil, J. a kol.: Jakost surových vod a jejich upravitelnost ve vodárnách ČR; ISBN 80-85900-55-6 (2005)
 Blažková, Š. (ed.): Hydroecological Study of the Jizera River Catchment and the Jizera Mountains; ISBN 80-85900-57-2 (2005)
 Randák, T. a kol.: Využití juvenilních ryb v rámci monitoringu kontaminace vodního prostředí cizorodými látkami; ISBN 80-85900-59-9 (2006)
 Hubáčková, J. a kol.: Změny jakosti pitné vody při přepravě; ISBN 80-85900-66-1 (2006)
 Baudišová, D.: Současné metody mikrobiologického rozboru vody (Příručka pro hydroanalytické laboratoře); ISBN 978-80-85900-72-9 (2007)
 Hudáková, V. a kol.: Odpady a nakládání s nimi (Výzkum ve VÚV T.G.M., v.v.i.); ISBN 978-80-85900-74-3 (2007)
 Grünwaldová, H.: Obecný postup pro stanovení profilů vod ke koupání; ISBN 978-80-85900-83-5 (2008)
 Nesměrák, I.: K problematice náhrad hodnot pod mezí stanovitelnosti při chemických analýzách a monitorování stavu vod; ISBN 978-80-85900-90-3 (2009)
 Kalinová, M. aj.: Profil vod ke koupání – jeho náplň a popis; ISBN 978-80-87402-00-9 (2009)

Ediční řada **Sborník prací VÚV T.G.M. – Collection of papers T.G.M. WRI (ISSN 1802-4742)**

Kašpárek, L. a kol.: Climate Change and Water Regime in the Czech Republic; ISBN 80-85900-63-7 (2006)
 Blažková, Š. (ed.): Sborník prací VÚV T.G.M. 2006; ISBN 80-85900-69-6
 Matoušek, V., Blažková, Š. (eds): T. G. Masaryk Water Research Institute Collection of Papers 2006; ISBN 80-85900-64-5
 Kalinová, M. (ed.): Sborník prací VÚV T.G.M. 2007; ISBN 978-80-85900-76-7

Publikace mimo řady

Projekt Labe – Výsledky a přínosy – česká a anglická verze; ISBN 80-85900-06-8, ISBN 80-85900-08-4 (1995)
 Blažková, Š., Stalnak, C., Novický, O. (eds): Hydrologické modelování – výzkum, praxe, legislativa a rozhodování; ISBN 80-85900-18-1 (1998)
 Blažková, Š., Stalnak, C., Novický, O. (eds): Hydroecological modelling – research, practice, legislation and decision-making; ISBN 80-85900-19-X (1998)
 Blažková, Š., Nesměrák, I., Novický, O. (eds): Projekt Labe II; ISBN 80-85900-25-4 (1998)
 Blažková, Š., Nesměrák, I., Novický, O. (eds): Elbe Projekt II; ISBN 80-85900-26-2 (1998)
 Schöll, F., Fuksa, J.: Makrozoobentos Labe od Krkonoš po Cuxhaven; ISBN 80-85900-35-1 (2000)
 Libý, J. a kol.: Modelový výzkum zlepšení plavebních podmínek dolního Labe v úseku Střekov–Prostřední Žleb; ISBN 80-85900-41-6 (2002)
 Libý, J. et al.: Models investigations of improvement of navigation conditions on the lower Elbe (Labe) between Střekov and Prostřední Žleb; ISBN 80-85900-42-4 (2002)
 Blažková, Š. (ed.): Projekt Labe III – Výzkum na českém úseku toku Labe; ISBN 80-85900-46-7 (2002)
 Blažková, Š. (ed.): Projekt Labe III – Výzkum v povodí Labe; ISBN 80-85900-48-3 (2002)
 Blažková, Š. (ed.): Přehled výsledků Projektu Labe III; ISBN 80-85900-49-1 (2002)
 Blažková, Š. (ed.): Elbe Projekt III – Research on the Czech reach of the Elbe River; ISBN 80-85900-47-5 (2002)
 Písařová, M., Mrázková, M. a Fuchs, P.: Postup při volbě a schvalování způsobu zneškodňování odpadních vod v obcích do 2 000 ekvivalentních obyvatel; ISBN 80-85900-50-5 (2003)

Bémová, I., Jokl, E. a Petřina P.: Návrh hydraulických částí objektů pro měření průtoků odpadních vod; ISBN 80-85900-51-3 (2003)
 Kašpárek, L., Novický, O., Jeníček, M. a Buchtela, Š. (eds): Vliv velkých údolních nádrží v povodí Labe na snížení povodňových průtoků; ISBN 80-85900-56-4 (2005)
 Blažková, Š. (ed.): Projekt Labe IV (2003–2006); ISBN 80-85900-67-X (2006)
 Blažková, Š. (ed.): Elbe IV (2003–2006); ISBN 80-85900-70-X (2006)
 Kašpárek, L. and Novický, O. (eds): Influence of large reservoirs in the Elbe River basin on reduction of flood flows; ISBN 80-85900-60-2 (2006)
 Kašpárek, L. a Novický, O. (eds): Jarní povodeň 2006 v České republice; ISBN 80-85900-61-0 (2006)
 Kašpárek, L. and Novický, O. (eds): Spring Flood in the CR; ISBN 80-85900-71-8 (2006)
 Kašpárek, L. aj. (eds): Vodní zdroje vnitrosudetské pánve; ISBN 80-85900-58-0 (2006)
 Kašpárek, L. et al. (eds): Water Resources of the Intra-Sudeten Basin; ISBN 80-7212-393-0 (2006)
 Linhartová, I., Zbořil, A. aj.: Charakteristiky vodních toků a povodí ČR; ISBN 80-85900-62-9 (2006)
 Nesměrák, I.: Systém environmentálních indikátorů v ochraně jakosti vod v ČR; ISBN 80-85900-68-8 (2006)
 Soldán, P.: Ekotoxicita možných znečišťujících látek v povodí řeky Labe; ISBN 80-85900-65-3 (2006)
 Gabriel, P., Libý, J. and Fošumpaur, P.: Hydraulic Research of the Děčín Barrage; ISBN 978-80-85900-73-6 (2007)
 Buda, J.: Atlas zařízení pro nakládání s odpady. 1. díl Skládky nebezpečných odpadů; ISBN 978-80-85900-75-0 (2007)
 XIV. Konzultační dny pro pracovníky vodohospodářských radiologických laboratoří; ISBN 978-80-85900-77-4 (2007)
 Buda J.: Atlas zařízení pro nakládání s odpady. 2. díl Skládky ostatních odpadů; ISBN 978-80-85900-84-2 (2008)
 Modelling floods and droughts. Uncertainty estimates for water resources management. Workshop proceedings; ISBN 978-80-85900-78-1 (2008)
 Novický, O. aj.: Klimatická změna a vodní zdroje v povodí Vltavy; ISBN 978-80-85900-79-8 (2008)
 Šunka Z. aj.: Projekt Morava IV; ISBN 978-80-85900-80-4 (2008)
 Trdlica L. aj.: Projekt Odra III; ISBN 978-80-85900-81-1 (2008)
 Pavlovský L.: Mezinárodní spolupráce v oblasti vodního hospodářství, ochrany vod a životního prostředí; ISBN 978-80-85900-82-8 (2008)
 Gabriel, P., Libý, J. a Fošumpaur, P.: Hydraulický výzkum vodního díla Děčín; ISBN 978-80-85900-9 (2008)
 Bílý, M. et al.: Effect of environmental factors on the freshwater pearl mussel population in the National nature monument Lužní potok (Zinnbach); ISBN 978-80-85900-86-6 (2008)
 Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce – 90 let; ISBN 978-80-85900-88-0 (2009)
 Bartáček, L.: Atlas zařízení pro nakládání s odpady. 3. díl Skládky inertních odpadů a spalovny odpadů; ISBN 978-80-85900-89-7 (2009)
 Novický, O. aj.: Teploty vody v tocích České republiky; ISBN 978-80-85900-91-0 (2009)
 Výzkum a ochrana hydrosféry – informační materiál o výsledcích výzkumného záměru MZP0002071101; ISBN 978-80-85900-98-9 (2009)
 Mlejnská, E. aj.: Extenzivní způsoby čištění odpadních vod; ISBN 978-80-85900-92-7 (2009)
 Podzemní vody a prameny na územních listech speciální mapy 1 : 75 000 – DVD; ISBN 978-80-85900-93-4 (2009)
 Ivanovová, D. (ed.) XVI. Konzultační dny pro pracovníky vodohospodářských radiologických laboratoří; ISBN 978-80-85900-99-6 (2009)
 Vízina, A. aj.: Vodní bilance v podmínkách klimatické změny v povodí horní Metuje; ISBN 978-80-85900-94-1 (2009)

VTEI VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

Odborný dvouměsíčník specializovaný na výzkum v oblasti vodního hospodářství

Redakční rada: RNDr. Dana Baudišová, Ph.D., Ing. Šárka Blažková, DrSc., Ing. Petr Bouška, Ph.D., prof. Ing. Alexander Grünwald, CSc., doc. Ing. Aleš Havlík, CSc., prof. Ing. Pavel Pitter, DrSc., prof. RNDr. Alena Sládečková, CSc., prof. Ing. Jiří Zezulák, DrSc.
 Ohlasy na články je možno zasílat redakci VÚV T.G.M., v.v.i.

Ročník 52

**ISSN 0322 - 8916
 MK ČR 6365**

Kontakt: Mgr. S. Garciova
 Tel.: 220 197 282, e-mail: garciova@vuv.cz



**Výzkumný ústav
 vodohospodářský
 T. G. Masaryka, v.v.i.
 Podbabská 30
 160 00 Praha 6
 IČO 00020711**