

VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

POBOČKA OSTRAVA

Pobočka Ostrava tvoří vědeckovýzkumnou základnu vodního hospodářství severní Moravy a Slezska. Byla založena v roce 1942 jako regionální laboratoř tehdejšího Státního ústavu hydrologického v Praze. Důvodem zřízení byl zejména zhoršující se stav povrchových vod v povodí řeky Odry a specifická problematika ostravsko-karvinské průmyslové oblasti. Toto zaměření si pobočka zachovává dodnes. Po roce 1945 byly laboratoře přičleněny k hydrologickému oddělení zemského národního výboru v Brně jako expozitura Ostrava a v roce 1949 přešly pod Krajský národní výbor v Ostravě. V roce 1951 se laboratoře vrátily do působnosti Výzkumného ústavu vodohospodářského Praha a současně získaly statut detašovaného pracoviště, od roku 1970 pak statut pobočky.

V poválečném období se ostravské pracoviště věnovalo převážně vodohospodářským a hydrochemickým průzkumům na tocích v místech budoucích přehrad (Kružberk, Morávka aj.). Důležitou součástí činnosti bylo řešení vodohospodářské problematiky průmyslových závodů, zvláště úpraven uhlí a koksoven (problematika velkoprostorových sedimentačních nádrží pro ukládání a čištění flotačních hlušin a uhelných kalů, podklady pro výstavbu odfenolovacích stanic na koksovárnách).

Významný byl výzkum samočisticích procesů v tocích a sledování změn jakosti vody v nádržích a hraničních tocích. Výsledky těchto výzkumů našly uplatnění při ochraně Odry a hlavních přítoků před nadměrným znečištěním. Značná pozornost se věnovala i výzkumu technologií čištění různých druhů organicky znečištěných průmyslových odpadních vod, řešení tzv. fenolového a kyanidového problému báňských a hutních koksoven i kalového problému úpraven uhlí v ostravsko-karvinském revíru aj.

Část výzkumné kapacity byla věnována řešení vodohospodářských problémů ve zdrojových oblastech povrchových vod sloužících pro zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Týkalo se to především povodí vodárenské nádrže Šance v Beskydech, kde byly dokumentovány antropogenní vlivy na jakost vody a navrženy možnosti ke snížení zákalu vody v této nádrži.

Perspektivním výzkumným programem pobočky bylo studium toxicity a biodegradability látek cizorodých vodnímu prostředí. Velkým přínosem bylo také řešení společného čištění komunálních a průmyslových odpadních vod na městských čistírnách a opětovného použití vyčištěných odpadních vod v chladicích okruzích. Nelze opomenout ani výzkum vlivu zemědělské velkovýroby na čistotu vod.

Hlavní náplň pobočky se v současné době zaměřuje na výzkumné, rozvojové a expertní činnosti související s ochranou a využíváním vodní složky životního prostředí s převážnou orientací na území povodí Odry. Činnost je cílena zejména na výzkum změn jakosti vody v tocích a v nádržích povodí řeky Odry, technologie čištění a hospodaření s vodou. V souladu se zřizovací listinou VÚV T.G.M., v.v.i., vykonává pobočka gesci nad problematikou toxicity v rámci sledování jakosti vody a procesů jejich změn z hlediska fyzikálních, chemických a biologických charakteristik. Pobočka se aktivně spolupodílí na koordinaci a zajištění činnosti ústavu v rámci situačního monitoringu stavu povrchových vod jak tekoucích, tak stojatých a monitoringu referenčních podmínek. Provádí chemické, biologické a bakteriologické rozborů vod a testy akutní a chronické toxicity, včetně genotoxických stanovení.

Organizačně je činnost pobočky zajišťována v rámci jednotlivých oddělení:

Oddělení hospodaření s vodou a odpady

- sledování, hodnocení, modelování a prognózování jakosti povrchových i podzemních vod, posuzování vlivu znečištění a jeho změn v tocích,
- výzkum a aplikace metod zpracování informací, tvorby a využití databází, včetně geografických informačních systémů,
- navrhování a posuzování způsobů nakládání s odpady, popř. jejich využívání jako náhrady primárních surovinových zdrojů.

Oddělení ochrany vod

- posuzování antropogenních vlivů na jakost povrchových vod se zaměřením především na průmyslové zdroje znečištění,

- legislativní a odborná podpora při tvorbě nových národních a evropských předpisů k ochraně vod se zaměřením na nebezpečné látky a průmyslové znečištění,
- vývoj a aplikace vhodných technických nástrojů pro hodnocení vlivu emisí na chemický stav povrchových vod.

Oddělení hydrochemie

- chemické a fyzikální analýzy jakosti vod povrchových, podzemních, odpadních a vodních výluhů pevných matric, zvláště ve vztahu ke speciálním polutantům,
- identifikace změn jakosti vod,
- zavádění a ověřování nových analytických metod a postupů, zavádění nové moderní přístrojové techniky do laboratorní praxe.

Oddělení hydrobiologie

- mikrobiologické analýzy povrchových a odpadních vod a hydrobiologické hodnocení jakosti povrchových vod,
- ekotoxikologické hodnocení látek, odpadních vod a odpadů a vývoj, zavádění a ověřování nových ekotoxikologických metod a postupů vhodných pro rutinní využití ve vodohospodářské praxi,
- vyhodnocování biologických změn ve vodách a jejich příčin.

Oddělení informatiky a provozu

- správa počítačové sítě, úpravy a rozvíjení standardních i specializovaných programů, datových bází a informačních systémů, jejich aplikace v oblasti vodního hospodářství,
- vedení operativní agendy a zabezpečení technického chodu pobočky.

Mezi nejvýznamnější činnosti a projekty řešené pobočkou Ostrava patří

- **mezinárodní spolupráce** zejména v rámci Mezinárodní komise pro ochranu Odry před znečištěním, a to ve čtyřech jejích pracovních skupinách – Monitoring, Plánování, Správa dat a Zprávy.
- **problematika látek nebezpečných pro vodní prostředí** – zpracování zprávy o plnění Programu na snižování znečištění povrchových vod nebezpečnými a zvláště nebezpečnými závadnými látkami, požadované usnesením vlády č. 339/2004 Sb.
- **výzkum v oblasti odpadů jako náhrady primárních surovinových zdrojů**, a to ve spolupráci s VÚHU, a.s., Most a VŠB-TU Ostrava – řešení je směřováno k maximálnímu využívání odpadů jako náhrady primárních přírodních zdrojů.
- **laboratorní činnost** – spolupráce na řešení řady projektů v rámci ústavu, ale i zakázek pro další organizace a fyzické osoby z celé republiky. Laboratoře jsou nositeli „Osvědčení o správné činnosti laboratoře“ č. 314 a mají posouzeny metody pro stanovení ukazatelů v pitné, povrchové a odpadní vodě, vodním výluhu, sedimentech, kalech a odpadech pro oblast základních chemických rozborů, dále speciálních anorganických (kovů) a organických (PCB, PAU) stanovení i pro oblast biologických analýz.
- **PROJEKT ODRA** – z dlouhodobého hlediska nejvýznamnější činnost ostravské pobočky. V roce 2006 byl ukončen Projekt Odra III řešený pobočkou Ostrava v období 2003–2006, který navázal na výsledky a poznatky získané řešením předchozích etap projektu. V současné době probíhá další etapa – Projekt Odra IV.

Cíl projektu je kromě komplexního hodnocení stavu vodní složky ekosystémů v povodí Odry zaměřen také na sumarizaci podkladů pro zpracování plánu řízení povodí v souladu s požadavky směrnice 2000/60/ES. Výsledky prováděných prací doplňují obraz o stavu jakosti vod a ochraně vodních ekosystémů v povodí a rozšiřují informace o zdrojích znečištění, včetně jejich hodnocení – jak ve vztahu k příslušným předpisům a legislativním normám ČR, tak směrnícím EU. Získané poznatky umožňují zpracovat opatření nutná k prosazování environmentálních cílů v povodí Odry.

Ing. Petr Tušil, Ph.D.

IDENTIFIKACE ANTROPOGENNÍCH TLAKŮ V ČESKÉ ČÁSTI MEZINÁRODNÍHO POVODÍ ŘEKY ODRY – PŘEDSTAVENÍ PROJEKTU VaV

Přemysl Soldán

Klíčová slova

povodí, jakost povrchových vod, bilance zdrojů znečištění, antropogenní tlaky, biologické komponenty vodních ekosystémů, intenzifikace chovu ryb, ekotoxikologie

Souhrn

Projekt se zabývá identifikací antropogenních tlaků s vymezením priorit z hlediska návrhu opatření na snížení jejich negativních dopadů na jakost púd, vod a habitaty vodních ekosystémů v české části mezinárodního povodí řeky Odry. Projekt je multidisciplinární a na jeho řešení spolupracuje pět vědeckých a výzkumných institucí s dlouholetou zkušeností v oborech výzkumné činnosti, definovaných návrhem projektu. Na základě výsledků základního a aplikovaného výzkumu projekt poskytuje výstupy s obecnou platností v oblasti ochrany kvality životního prostředí, ale také konkrétní zjištění a návrhy, okamžitě použitelné ve státní správě (podklady pro koncepční dokumenty, pro legislativu, podklady pro rozhodování, metodiky postupů stanovení antropogenních tlaků aj.).

Úvod

Návrh problematiky řešení projektu byl vypracován na základě zadávací dokumentace veřejné soutěže ve výzkumu a vývoji resortního programu výzkumu v působnosti Ministerstva životního prostředí na léta 2007–2013 s počátkem řešení v roce 2008. Hlavním záměrem je identifikace antropogenních tlaků s vymezením priorit z hlediska návrhu opatření na snížení jejich negativních dopadů na jakost púd, vod a habitaty vodních ekosystémů v české části mezinárodního povodí řeky Odry. Projekt je multidisciplinární a na jeho řešení spolupracuje pět vědeckých a výzkumných institucí s dlouholetou zkušeností v oborech výzkumné činnosti definovaných návrhem projektu. Původně navrhovaná komplexní metodika musela být účelově omezena. Důvodem bylo opatření Ministerstva životního prostředí, které značně omezilo nezbytné finanční prostředky pro řešení projektu a současně zkrátilo dobu řešení z původně předpokládaných šesti let na necelé tři roky.

Práce na projektu spadají do oblasti základního a aplikovaného výzkumu a navrhl je tým pracovníků Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i. (dále jen VÚV), který se již od roku 1992 systematicky zabývá rozsáhlou problematikou detekce vlivů antropogenní činnosti na jakost vod v povodí řeky Odry v rámci řešení výzkumných úkolů a projektů na národní i mezinárodní úrovni. Dokladem kvalifikace řešitelského týmu je i to, že někteří jeho členové byli nebo stále jsou zástupci České republiky, jmenovanými Ministerstvem životního prostředí, ve specializovaných pracovních skupinách při Mezinárodní komisi ochrany Odry před znečištěním. Tento základní kádr řešitelů je doplněn o zkušené odborníky z dalších vědeckých a výzkumných institucí (Jihočeská univerzita – JČU, Ostravská univerzita – OU, Ústav systémové biologie a ekologie Akademie věd ČR – ÚSBE, Slezské zemské muzeum Opava – SZMO), kteří disponují rozsáhlými teoretickými i praktickými zkušenostmi ve vybraných oblastech problematiky řešené projektem.

Na základě výsledků základního a aplikovaného výzkumu má projekt poskytnout výstupy s obecnou platností v oblasti ochrany kvality životního prostředí, ale také konkrétní zjištění a návrhy, okamžitě použitelné ve státní správě (podklady pro koncepční dokumenty, legislativu, podklady pro rozhodování, metodiky postupů stanovení antropogenních tlaků aj.).

Rozbor problematiky

Mezinárodní oblast povodí řeky Odry (MOPO) byla vymezena v souladu se směrnicí 2006/60/ES ustávající rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky (dále jen Rámcová směrnice) na základě dohody mezi Českou republikou, Polskou republikou a Spolkovou republikou Německo. V rámci této oblasti se zúčastněné země zavázaly koordinovaně plnit požadavky Rámcové směrnice. Základní je důsledná ochrana jakosti vod.

Na jihu hraničí MOPO s Mezinárodní oblastí povodí Dunaje, na jihozápadě s Mezinárodní oblastí povodí Labe, na severozápadě s Oblastí povodí Warnow-Peene a na východě s Mezinárodní oblastí povodí Visly. Celková délka Odry od pramene k ústí činí 854,3 km a s přirazením menších toků je plocha celého jejího povodí 122 512 km². Na území Polska se rozkládá 106 821 km², na území České republiky 6 453 km² a na území

Německa 5 587 km². Povodí Odry je na jihu ohraničeno horskými masivy Krkonoš, Jeseníků a Moravskoslezských Beskyd, na severu území spadá do rozsáhlé nížinné oblasti povodí největšího oderského přítoku Warty a povodí dolní Odry. Z hlediska nadmořské výšky je celé území povodí členěno tak, že 21,4 % území leží ve výšce přes 300 m n. m., 54,6 % ve výšce 100–300 m n. m. a 24 % ve výšce do 100 m n. m. Extrémní hodnoty průměrných ročních srážek dosahují v horských masivech až 1 400 mm za rok, roční průměr za celé povodí činí 533 mm. Průtokový režim, vyjádřený poměrem minimálních průtoků k povodňovým, vykazuje v horských oblastech poměr 1 : 2000, zatímco v ústí už jen 1 : 20. Průměrný dlouhodobý roční odtok z povodí činí 18,5·10⁹ m³.

Současně s vymezením mezinárodní oblasti povodí Odry bylo vymezeno jejich šest tzv. koordinačních oblastí – Horní Odra, Střední Odra, Lužická Nisa, Warta, Dolní Odra a Štětínská zátočka. Oblast Horní Odry zahrnuje na českém území ostravsko-karvinskou kamenouhelnou pánev, která na severu přechází do rybnické pánve na polském území, na kterou dále navazují velké aglomerace měst Kedzierzyn-Kozle a Opole s jejich průmyslovým zázemím. Ve vazbě na tento základní surovinový zdroj došlo v celé oblasti v 2. polovině 19. století k prudkému rozvoji průmyslu, zejména hutního, energetického, chemického a strojírenského, provázeného vysokou koncentrací obyvatelstva a rozvojem dopravy. Průmysl i obyvatelstvo zde kladou vysoké nároky na vodní hospodářství. Především to jsou vysoké požadavky na vodní zdroje, značně převyšující jejich přirozenou kapacitu. V počátečním extenzivním období hospodářského rozvoje území byly nároky na zdroje pokryty výstavbou umělých vodních zdrojů – údolních nádrží. Vysoká potřeba pitné a užitkové vody se promítá do velkého množství odpadních vod, které jsou v důsledku charakteru místního průmyslu velmi znečištěné. Aby voda a vodní hospodářství nelimitovaly další rozvoj území, došlo k poměrně rozsáhlé výstavbě čistíren odpadních vod, zavádění moderních způsobů hospodaření vodou a násobného využívání vody.

Horní úseky toků jsou i nadále ohrožovány zemědělskými aktivitami i rozvíjející se rekreační činností v povodí, dolní části toků protékají velkými průmyslovými aglomeracemi s vysokou hustotou obyvatelstva. Ve vybraném povodí se vyskytují chráněné krajinné oblasti, ohrožované antropogenními tlaky z okolních území i příhraniční oblasti, kde veškeré nežádoucí projevy lidské činnosti mohou mít také přímé dopady z hlediska mezinárodních vztahů.

Způsob řešení

Složitosti situace ve studované části povodí odpovídá i značná šíře zaměření řešených problematik a struktura projektu, v níž se daným tematickým blokem věnují jednotlivé oblasti projektu.

První oblast se zabývá bilancí podílu jednotlivých zdrojů znečištění na celkové úrovni kontaminace povrchových vod. V české části povodí řeky Odry mají plošné a difúzní zdroje v řady ukazatelů významný vliv na jakost povrchových vod. Jsou zde zahrnuty všechny zdroje kromě čistě bodových (komunálních a průmyslových), to je i drobné neevidované výusti, emise z legálních a nelegálních skládek, důsledky havárií ohrožujících vodu až druhodně apod. Další součástí nebodových zdrojů je pozadí jak přirozené, tak způsobené starými ekologickými zátěžemi, které mohou kontaminovat vodní toky, mnohdy v závislosti na vnějších podmínkách. Specifikací a kvantifikací podílu všech druhů nebodových zdrojů znečištění na celkové znečištění povrchových vod v povodí řeky Odry a analýze možnosti jejich eliminace se věnuje dílčí úkol „Analýza podílu plošných a difúzních zdrojů na celkovém znečištění vod“. Stanovené výsledky budou použity k hodnocení vlivu daného typu znečištění. Zároveň bude diskutován vliv použité metody na výsledné hodnocení. V průběhu řešení se předpokládá identifikace lokalit s problémovým výskytem závadných a nebezpečných látek (zejména toxických) především antropogenního původu, vytváření databází a mapových podkladů o obsahu (koncentrace v objemu/hmotnosti) sledovaných látek ve vodách, půdách, sedimentech, plaveninách a atmosférických depozicích, vytváření schémat pro postupný odběr vzorků pro případ nového výskytu nebezpečných látek (ilegální výroba, ilegální skládky a likvidace odpadu, havárie) včetně skupinových ukazatelů výskytu látek zatím nedetekovaných, ověření vlivu různých faktorů (pH, vybrané ionty aj.) pro jednotlivé kategorie sledovaných látek na rovnováhu (poměr) koncentrací mezi vodní a pevnou fází, screeningové zjištění doplňkových údajů o sledovaných látkách ve vodě a pevných fázích s příslušným odběrem vzorků, terénním měřením a laboratorními rozbory, statistické vyhodnocení vlivu distribuce nebezpečných látek dostupných v běžné obchodní síti na depozice a jakost povrchových vod v rámci sledované oblasti, rámcové vyhodnocení vlivu jednotlivých ukazatelů u nebodových zdrojů zemědělských prostředků (hnojiva, přípravky, doplňky krmiv). U množších se ilegálních skládek bude ověřena hypotéza jejich vlivu na celkové znečištění způsobené možnými průsaky, přívalovými dešti nebo jejich zapálením. V případě významnějšího vlivu na celkové znečištění bude vypracován podklad pro návrh metodiky šetření a souvisejících opatření pro identifikaci a zamezení vzniku těchto skládek.

Vlivem bodových zdrojů znečištění se zabývá dílčí úkol „Výskyt vybraných znečišťujících látek v bodových zdrojích znečištění v povodí“.

Zaměřuje se zvláště na identifikaci antropogenních tlaků na kvalitu povrchových vod povodí řeky Odry z hlediska prioritních látek, včetně prioritních nebezpečných látek a ostatních znečišťujících látek s možností nedosažení dobrého ekologického stavu. Hodnocení zahrnuje analýzu dat o vypouštění. Podkladem jsou data, která jsou předmětem ohlašování podle příslušných zákonných předpisů a Registru průmyslových zdrojů znečištění – část nebezpečné látky. V případě chybějících dat se skutečně časově ohraničené screeningové ověření přítomnosti prioritních látek ve vypouštěných odpadních vodách na základě místních podmínek a významnosti možných antropogenních tlaků, spojených s havarijními úniky znečištění a dlouhodobým znečišťováním. Dále budou získávány podklady nezbytné pro predikci možných dopadů znečištění. Data budou vyhodnocována ve vztahu k normám environmentální kvality (NEK) směrnice 2008/105/ES. V případě potvrzení vypouštění prioritních látek v množství překračujícím hodnoty NEK překročí se, v souladu s principy nepřímého hodnocení rizikovitosti útvarů povrchových vod (Prchalová a kol., 2007), v oblastech dotčených vypouštěním a v nejbližším hodnotícím profilu vodního útvaru povrchových vod k podrobnějšímu zkoumání vlivu na jakost vodního prostředí v jednotlivých matricích (voda, sediment, biota). To bude realizováno v součinnosti s dílčím úkolem „Hodnocení antropogenních tlaků v povodí řeky Odry pomocí ekotoxikologických metod“. Tím bude možné provést zhodnocení antropogenních tlaků a dopadů v zájmových úsecích toků v kontextu možné akutní toxicity, chronické toxicity a genotoxicity. U ostatních znečišťujících látek bude výše uvedený postup aplikován v případě, kdy podle návrhů prvních plánů oblastí povodí Odry nebude dosahován dobrý ekologický stav vodních útvarů (prostřednictvím hodnocení biologických složek kvality) a má se důvodně za to, že to může být zapříčiněno vypouštěním dalších nebezpečných látek (mimo prioritní).

Dílčí úkol „Hodnocení dopadu aplikovaného množství účinných látek pesticidů na jakost povrchových vod a sedimentů“ se zabývá specifickými aspekty plošného znečištění. V rámci teoretické části je posuzován vliv aplikace pesticidů v zemědělství na jakost povrchových vod v povodí řeky Odry. Jako podklady slouží data o aplikovaném množství účinných látek pesticidů, které pravidelně ročně eviduje Státní rostlinolékařská správa v členění na okresy, a údaje o jakosti povrchové vody získané provozním a situačním monitoringem. Pro účinné látky pesticidů, na které jsou kladeny obecné požadavky v tabulce 1 Přílohy č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb., které byly změněny nařízením vlády č. 229/2007 Sb., je posuzováno, zda jsou plněny imisní standardy. Protože pouhé bodové odběry povrchové vody uskutečňované v rámci provozního a situačního monitoringu nemusí být vždy plně postačující k detekci antropogenního znečištění způsobeného aplikací účinných látek pesticidů v zemědělství, jsou v podpůrné experimentální části dílčího úkolu využity nové metody pasivního vzorkování pomocí semipermeabilních membrán. Ty zachycují lipofilní látky obsažené ve znečištění. Využívá se přednosti pasivního vzorkování – možnosti zachycení znečišťujících látek v delším časovém horizontu. Pro monitoring ve vybraných profilech se používají semipermeabilní membrány, které vyvinula brněnská pobočka VÚV T.G.M. (Kučec, 2005). Ve stejných profilech, ve kterých se umísťují membrány, jsou zároveň odebírány i vzorky říčních sedimentů pro možnost konfrontace výsledků. Ve vzorcích sedimentu se totiž předpokládá akumulace účinných látek pesticidů za delší časové období obdobně, jako je tomu u membrán. Celé sledování bude doplněno o výsledky analýz tkání ryb odlovených v daných lokalitách.

Druhá oblast se věnuje průkazu a predikci antropogenních tlaků na biologické komponenty vodních ekosystémů. Vyhodnocení podílu bodových zdrojů mikrobiálního znečištění na plošných hodnotách indikátorů fekálního znečištění a posouzení potenciálních hygienických rizik, souvisejících s vypouštěním odpadních vod do toků v povodí řeky Odry, se věnuje dílčí úkol „Mikrobiální kontaminace povrchových vod v povodí Odry“. Pro určení podílu mikrobiálního znečištění povodí Odry jsou na sledovaných tocích nad a pod vyústěním vybraných bodových zdrojů prováděny odběry a stanovení fekálních mikrobiálních indikátorů (termotolerantní koliformní bakterie, enterokoky, *E. coli*, koliformní bakterie) a na základě výskytu vybraných patogenů určena míra hygienického rizika. Získané výsledky jsou doplňovány o fyzikálně-chemické ukazatele fekální kontaminace (celkový amoniak, N, P, TOC).

Projevům dopadu antropogenních vlivů na ichtyofaunu se věnují následující dva dílčí úkoly. Dílčí úkol „Projevy antropogenních tlaků ve struktuře rybích společenstev tekoucích vod a predikce jejich vývoje“ studuje aktuální ekologický stav populací zjištěných druhů ryb dané biocenózy ve vztahu k dlouhodobé časové řadě dat z toků povodí řeky Odry (Lojkásek, 2003). Cílem je odlišit přirozený stav diversity sledovaných ichtyocenóz od jednorázové či chronicky narušených rybích společenstev. Při posuzování rybního společenstva vybraného profilu probíhá opakovaný každoroční průzkum konkrétních lokalit ve vybraných 100 m dlouhých úsecích příslušných vodních útvarů. Pro tyto potřeby je prováděn elektrolov. Odhady početnosti ryb v loveném úseku se uskutečňují podle postupu popsaneho Seberem a Le Crenem (1967), kdy odhad počtu jedinců je

prováděn na základě dvou po sobě následujících odlovů. Kvalitativní výzkum ichtyocenóz je doplněn vyhodnocením 0+ juvenilních ryb podle Persata a Coopa (1990). Jejich vzorek je získáván na všech profilech vždy počátkem září příslušného kalendářního roku (Jurajda a kol., 2000). Zpracování vzorků zahrnuje taxonomickou identifikaci, odhad abundance a biomasy na plošnou jednotku, měření morfometrických parametrů u vzorku ulovených jedinců.

Výzkum základních ekologických charakteristik populací jednotlivých druhů ryb je u vybraných taxonů doplněn histopatologickým rozбором odebraných tkání ryb. Tato činnost je hlavní náplní dílčího úkolu „Vliv antropogenních tlaků na zdravotní stav ryb“. Jeho cílem je analyzovat kauzální souvislosti mezi zdravotním stavem ryb a zátěží prostředí cizorodými látkami. U ryb odchycených ve sledovaných říčních profilech a na dvou vodárenských nádržích (Morávka a Šance) jsou prováděna klinická, pitevni a mikroskopická (parazitární) vyšetření, podle potřeby rozšířená o diagnostiku infekčních chorob (virové, bakteriologické a mykologické). Těžištěm šetření bude odběr vzorků tkání (jater, resp. hepatopankreatu, ledvin a sleziny) k histologickému vyšetření a zhotovení krevních nátěrů periferní krve pro vyhodnocení patologické morfologie krevních buněk a genotoxického efektu. V rámci uvedených metod se předpokládá použití dalších metodik, které vyplynou z průběhu šetření (virologické vyšetření, elektronová mikroskopie, speciální enzymatická a biochemická stanovení). Nedílnou součástí metodického postupu bude podchycení základních údajů o vyšetřených rybách (druh, věk, hmotnost, standardní délka těla).

Další dílčí úkoly využívají k detekci antropogenních vlivů ekotoxikologické metody. Řešení dílčího úkolu „Vliv antropogenní činnosti na ekotoxikologické vlastnosti znečištění povrchových vod a říčních sedimentů“ zahrnuje detekci konkrétních dopadů antropogenních tlaků spojených s havarijními úniky znečištění a dlouhodobým znečišťováním. Dále jsou získávány toxikologické podklady nezbytné pro predikci možných dopadů znečištění v povodí řeky Odry. Detekce havarijních úniků znečištění je prováděna pomocí speciálního komerčně vyráběného monitorovacího zařízení, které kontinuálně vyhodnocuje změny biologické kvality povrchových vod pomocí registrace změn chování monitorovacích organismů, jimiž jsou perloočky. Veškeré zaznamenané případy snížení biologické jakosti vody jsou ve spolupráci se správcem povodí posuzovány z hlediska možné detekce příčin. Konečným záměrem je vypracovat metodiku postupu pro případy havarijních úniků znečištění. Pro výzkum dlouhodobého vlivu antropogenní činnosti v povodí na změnu biologických vlastností vod, projevujících se rizikem negativního působení chronické toxicity a genotoxicity znečištění, je využíváno screeningové stanovení toxického rizika znečištění povrchových vod podle TNV 75 7231 a stanovení genotoxicity znečištění povrchových vod podle Kajtové a Soldána (2001). Účinky znečištění vod zachyceného ve vybraném profilu za delší časové období jsou hodnoceny na základě výsledku zkoušek toxicity extraktů znečištění absorbovaného pomocí nově vyvíjených vzorkovačů, umístěných na vybraných profilech v povodí. Znečištění je zachycováno pomocí absorbentů z polystyrenových pryskyřic (XAD pryskyřice). Toxicita extraktů je stanovována zkouškami akutní toxicity na luminiscenčních bakteriích, prováděnými podle ČSN EN ISO 11348. Nutná verifikace hodnocení rizika chronické toxicity a genotoxicity na základě výsledků specializovaných ekotoxikologických stanovení bude provedena porovnáním s výsledky studia stavu ichtyofauny v povodí. Ryby, jako významný prvek vodních ekosystémů, jsou totiž vhodným indikátorem biologické jakosti vodního prostředí. Vliv antropogenních tlaků bude detekován z výsledků ekologických studií druhového složení rybích společenstev a histopatologických rozborů odebraných vzorků ryb. Pro predikci možných dopadů znečištění vod bude vypracován přehled o ekotoxicitě látek, s nimiž zacházejí podniky situované v povodí. Informace o látkách, které se mohou vyskytnout ve znečištění vod, budou získány z hlášení podle požadavků zákona č. 82/2004 Sb., podávaných těmito podniky. Pro tyto látky budou získány údaje o jejich toxicitě pro významné trofické skupiny organismů vodních ekosystémů a budou použity ke klasifikaci těchto látek podle toxicity a také ke stanovení standardů environmentální kvality podle směrnice Rady 2000/60/ES, konkrétně k určení maximálních ročních koncentrací látek (postupem publikovaných v Technickém návodu na podporu směrnice Komise 93/67/EHS).

Dílčí úkol „Vliv antropogenní činnosti na úroveň genotoxicity znečištění půd“ využívá pro detekci mutagenní aktivity kontaminantů uložených v půdách stanovení mutagenních účinků pomocí Amesova plotnového kvantitativního testu (Mortelmans a Zeiger, 2000) a SOS chromotest (Quillardet a Hofnung, 1993). Tyto dva testy patří k nejčastěji využívaným systémům pro detekci látek s genotoxickými účinky. Mutagenita je v každém testu hodnocena na odlišném molekulárně genetickém základu. Oba testy umožňují detekovat komplexní směsi genotoxických látek v životním prostředí. Pro modelování metabolických změn bude v testech využita metabolická aktivace in vitro S9 postmitochondriálních frakcí. Pro stanovení toxických účinků znečišťujících látek akumulovaných v půdách

jsou prováděny kontaktní testy akutní toxicity na žížalách *Eisenia foetida* (OECD no. 207, 1984).

Třetí oblast se věnuje vlivu rybníkářství na jakost vod. Cílem řešení dílčího úkolu „Produkce znečištění rybami v závislosti na druhu a množství předkládaného krmiva“ je získat podklady pro posuzování zatížení vody v rybnících, které budou uplatněny při zpracování metodického pokynu pro nakládání se závadnými látkami a tvorbu obsádek ryb v rybnících ve smyslu Rámcové směrnice EU. Úkol se zabývá dvěma základními okruhy problému. Prvním je stanovení znečištění produkovaného rybami v závislosti na množství a kvalitě předkládaného krmiva. Na základě získaných výsledků bude zhodnocen vliv aplikace krmiv, jakožto v budoucnu jediného možného nástroje intenzifikace rybářského hospodaření, na kvalitu vody v rybnících. Studium míry znečištění produkovaného rybami probíhá v laboratorních, poloprovazních i provozních podmínkách. Druhou řešenou problematikou je porovnání výsledků hydrochemických analýz při užití „klasických“ standardních metod a moderních miniaturizovaných metod (s využitím termoreaktoru Spectroquant TR 620, spektrofotometru Spectroquant Pharo 100 a systému OxiTop OC 100 pro stanovení $CHSK_{Cr}$, BSK_5 , $P_{celk.}$), které jsou v současné době doporučovány pro rutinní využití v praxi pro jejich mírnější dopad na životní prostředí (výrazně nižší spotřeba chemických činidel, energie a vody).

Dílčí úkol „Vliv rybářského hospodaření a rozvoj vodních květů sinic na kvalitu vody v rybnících“ si klade za cíl vyhodnotit informace o výskytu sinic, druhovém složení a dlouhodobých tendencích v rybnických lokalitách, zaznamenat současný stav z hlediska různých oblastí v ČR a postihnout hlavní mechanismy zodpovědné za jejich rozvoj, objasnit vliv přítomnosti sinic na kvalitu vody v rybnících a stav rybníční biocenózy, posoudit míru rizik z hlediska kontaminace recipientu a navrhnout opatření a zásady hospodaření, které mohou omezit rozvoj planktonních sinic. Soustřeďují se data ze stávajícího monitoringu a provádí se vyhodnocení takto získaných informací. Kromě toho probíhá vlastní sledování vybraných modelových lokalit především z hlediska různé úrovně intenzity rybářského hospodaření, dále synoptický screening (jednorázové „expediční“ odběry) vybraných oblastí v letním období s cílem mapovat rozsah zatížení rybníků sinicemi a experimentální měření biologických projevů vybraných populací. Odběry se provádějí od počátku vegetační sezony (duben–květen) do jejího konce (říjen). Četnost odběrů umožňuje zachytit sezonní změny v jednotlivých chemických parametrech.

Dílčí úkol „Vliv intenzifikace chovu ryb na hydrobiologické ukazatele v recipientu“ sleduje vybrané hydrobiologické parametry (makrozoobentos, popřípadě zooplankton, chlorofyl-a a složení algocenózy) a také nutrienty jako ukazatele vlivu chovu ryb na recipienty. Profily sledování jsou vybrány s ohledem na výskyt a intenzitu rybochovného hospodářství. Vzorkování probíhá celoročně v pravidelných intervalech, podle metodik daných standardními operačními postupy a národními normami.

Čtvrtá oblast řešení projektu se věnuje informačnímu zajištění řešení a publikaci výsledků. Náplní dílčího úkolu „Publikace výsledků řešení a informační podpora projektu“ je zpracování prezentací projektu včetně webové stránky (<http://odra.vuv.cz>), specializovaných map – kartogramů, metodická a technická pomoc řešitelům při zpracování kontrolních, závěrečných zpráv a publikací výsledků řešení projektu. Řešitelům je poskytována pomoc při využití a úpravě dostupných programových prostředků pro jejich potřeby, popřípadě jsou vytvářeny nové, respektive modifikované uživatelské programy.

Hlavním cílem dílčího úkolu „Prezentace výsledků řešení projektu pro potřeby pracovních skupin Mezinárodní komise pro ochranu řeky Odry před znečištěním“ je příprava a zpracování podkladů pro činnost pracovníků MŽP v rámci jednotlivých pracovních skupin Mezinárodní komise pro ochranu řeky Odry před znečištěním (MKOOpZ), současně je podle potřeby zajišťována příprava podkladů pro jednání vedoucích delegací i pro plenární zasedání MKOOpZ.

Do poslední oblasti spadá jediný dílčí úkol „Identifikace hlavních antropogenních tlaků v povodí řeky Odry“, v jehož rámci jsou prováděny dva druhy prací. Jednak jde o činnosti zaměřené na koordinaci prací v jednotlivých dílčích úkolech a redigování publikačních výstupů celého projektu, druhou oblastí je pak určení hlavních antropogenních tlaků v povodí, vycházející z komplexního vyhodnocení výsledků sledování rozsáhlého spektra indikátorů projevů těchto tlaků, provedeného v jednotlivých dílčích úkolech.

Průběžné výsledky řešení

Z komplexního hodnocení výsledků dílčích úkolů za rok 2008 vyplývají v daných oblastech tyto důležité poznatky:

- Analýza podílu plošných a difúzních zdrojů na celkovém znečištění vod na základě rozsáhlé rešerše stanovila možné přičinky celkového znečištění vod. Současně byla v rámci sledovaných dílčích povodí provedena jejich kvantifikace vztahující se k závěrovým profilům. Výsledkem bilančního porovnání je zjištění, že nejproblematictější z hlediska nebudového znečištění je severočeská část povodí řeky Odry, a to s ohledem na výskyt některých těžkých kovů.

- Bylo zjištěno, že účinné látky pesticidů s kratší dobou perzistence v prostředí se vyskytovaly v povrchových vodách převážně pod mezí stanovitelosti. Nad mezí stanovitelosti se vyskytovaly nárazově, zejména v období těsně po aplikaci a spíše při vyšších průtocích, patrně vlivem splachů z půdy po deštích. Vyšší hodnoty než imisní standardy uvedené v tab. 1 Přílohy 3 k nařízení vlády č. 229/2007 Sb. se vyskytly v roce 2007 pouze ojediněle.
- Úvodní průzkum pěti vybraných čistíren odpadních vod doložil nejvýznamnější překračování imisních standardů ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod, daných nařízením vlády č. 229/2007 Sb. na řece Ostravici pod ČOV ve Frýdku-Místku. Vysoká mikrobiální kontaminace fekálního původu v tomto toku může indikovat přítomnost potencionálních patogenů.
- Na základě vyhodnocení výsledků ichtyologického průzkumu profilu Lužická Nisa pod Chrastavou lze konstatovat, že lokální rybí společenstvo vykazuje evidentní známky negativního působení dosud nespecifikovaných disturbančních faktorů. Lze usuzovat, že jde s nejvyšší pravděpodobností o chemické vlastnosti vody, popř. o synergické působení nepříznivých hodnot chemických a fyzikálních faktorů, které buď souvisle, nebo epizodicky nevyhovují časným stadiím ontogenetického vývoje ryb, to je jikrám nebo 0+ juvenilním jedincům.
- Dosavadní výsledky hematologického vyšetření ryb na lokalitě Nisa pod Chrastavou vylučují chronické působení polutantů. Konečný závěr však přinese až histologické vyšetření zejména u střevní potocních a hrouzků obecných.
- Screening chronických účinků znečištění indikoval zvýšené hodnoty rizika v povodí Lužické Nisy. Těto oblasti je nutné v dalším řešení věnovat zvýšenou pozornost. Kromě dané oblasti se musí průzkum vlivů antropogenní činnosti na ekotoxikologické vlastnosti znečištění povrchových vod a říčních sedimentů zaměřit na oblast Ostravska a Karvinska.
- Kontinuální monitoring potvrdil pokračující nepříznivou situaci z hlediska trendů krátkodobých změn biologické jakosti vod.
- Orientační hodnocení toxicity vzorků půdy z lokality Chrastava-Barandov kontaktním testem akutní toxicity na žížalách *Eisenia foetida* nedetekovalo žádnou toxicitu. U sledovaných organismů nedošlo rovněž k inhibici produkce enzymu acetylcholinesterázy.
- Při řešení problematiky produkce znečištění rybami v závislosti na druhu a množství předkládaného krmiva z laboratorních pokusů vyplynulo, že znečištění produkované příkrmovanými rybami vykazovalo, s výjimkou fosforu, zejména v prvních 24 hodinách vyšší hodnoty. Tento závěr bude upřesněn po vyhodnocení výsledků analýz exkrementů. V poloprovazních pokusech bylo dosaženo velmi dobrých produkčních výsledků v chovu kapra, a to jak v čistě extenzivním odchovu, kdy byly ryby chovány bez vnějších zásahů včetně příkrmování, tak při mírném příkrmování ryb granulami, resp. pšenicí, kdy relativní krmný koeficient dosáhl průměrných hodnot 2,26, resp. 2,35. Uvedený mírně intenzivní způsob odchovu nezvyšoval výrazně zatížení vodního prostředí živinami ani organickými látkami ve srovnání s extenzivním (kontrolním) způsobem chovu. Komplexně bude možno posoudit vliv mírně intenzivního rybářského hospodaření na kvalitu rybníčního prostředí až po zhodnocení biologických poměrů v rybnících, které bude nutno dát do souvislosti se zjištěnými fyzikálně-chemickými ukazateli kvality vody.
- Dosavadní analýza dat, společně s výsledky předběžných odběrů a sledování v sezoně 2008, potvrzuje setrvalý stav, to je vysoký stupeň eutrofizace rybníků. Jak živinové podmínky, zejména nízký poměr N : P, tak struktura planktonu vytvářejí příznivé podmínky pro rozvoj sinic. Změny, které nastaly v posledních 15 letech na třeboňských rybnících, nepřímo ukazují na to, že splachy z povodí mají větší vliv na základní chemismus rybníčních vod, tj. na koncentrace hlavních iontů, zatímco rybářské obhospodařování více určuje míru eutrofizace, a to jak přísunem živin ve formě hnojiv, tak zejména vlivem rybích obsádek.
- Vyhodnocení kvality vody v hraničních profilech konstatovalo, že nejproblematictějšími parametry z množiny společných relevantních znečišťujících látek pro českou část Mezinárodního povodí řeky Odry jsou z pohledu plnění relevantních limitních standardů polyaromatické uhlovodíky a těžké kovy – rtuť a kadmium.

Závěry

Shrme-li poznatky první etapy řešení projektu, můžeme konstatovat, že řada dílčích úkolů detekovala z hlediska úrovně znečištění a jeho účinku na biotu jako velice problematickou severočeskou oblast povodí řeky Odry. Průzkumy příčin tohoto stavu je třeba v dalším řešení věnovat patřičnou pozornost a zahrnout rovněž průzkum vybraných lokalit na Ostravska a Karvinsku.

Vysoká frekvence krátkodobých epizod výrazného zhoršení biologické jakosti vod podtrhuje nutnost rozvoje systému včasného varování v povodí.

Doposud získané poznatky v oblasti rybníkářství potvrzují nutnost dalšího podrobnějšího průzkumu vlivu hospodaření na jakost vod v rybnících.

Poděkování

Projekt je řešen na základě finanční podpory z Resortního programu výzkumu v působnosti Ministerstva životního prostředí na léta 2007 až 2013.

Literatura

- Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances.
- ČSN EN ISO 11348 Jakost vod – Stanovení inhibičního účinku vzorků vod na světelnou emisi *Vibrio fischeri* (Zkouška na luminiscenčních bakterích).
- Directive 2003/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2003 amending Council Directive 96/82/EC of 9 December 1996 on the control of major-accident hazards involving dangerous substances.
- Jurajda, P., Rajchard, M., Černý, J. a Hohašová, E. (2000) Biodiverzita plůdkových společenstev dvou rozdílných úseků dolního toku řeky Moravy. *Biodiverzita ichtyofauny ČR (III)*, s. 79–86.
- Kajtová, H. a Soldán, P. (2001) Stanovení genotoxicity povrchových vod. *Zpravodaj pro hydroanalytické laboratoře* (Praha, VÚV), č. 28, s. 25–37.
- Kupec, J. (2005) Vývoj a aplikace monitoringu organických polutantů ve vodách pomocí ekonomicky dostupných semipermeabilních membrán. In Mičaník, T. Vývoj aplikace vhodných technických nástrojů nutných pro zhodnocení vlivu emisí na chemický stav povrchových vod a vývoj systémů jeho hodnocení. Subprojekt/oddíl: 36222005. Zpráva pro Kontrolní den 2 – hodnocení prací za rok 2005, Výzkum a ochrana hydrosféry – výzkum vztahů a procesů ve vodní složce životního prostředí, orientovaný na vliv antropogenních tlaků, její trvalé užívání a ochranu, včetně legislativních nástrojů. Praha : VÚV T.G.M.
- Lojkásek, B. (2003) Ichtyologická charakteristika hlavních toků říční sítě povodí Odry a posouzení migrační propustnosti spádových objektů na vodních tocích ve správě Povodí Odry. Ostrava : Povodí Odry, s. p., 104 s.
- Mortelmans, K. and Zeiger, E. (2000) The Ames Salmonella/microsome mutagenicity assay. *Mutation Research*, 455, s. 29–60.
- Nařízení vlády č. 61 ze dne 29. ledna 2003 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.
- Nařízení vlády č. 229 ze dne 18. července 2007, 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.
- OECD, 1984: Guideline for Testing of Chemicals No. 207. Earthworm, acute toxicity tests.
- Persat, H. and Copp, G.H. (1990) Electrofishing and point abundance sampling for the ichthyology of large rivers. In Cowx, I. (ed). *Developments in electric fishing*, 1989, p. 203–219.
- Prchalová, H. aj. (2007) Hodnocení stavu vod a vodních útvarů – návrh metodického postupu hodnocení chemického stavu a rizikovosti útvarů povrchových vod pro první plány oblastí povodí. Praha : VÚV T.G.M., 27 s.
- Proposal for Directive of the European Parliament and of the Council on environmental quality standards in the field of water policy and amending Directive 2000/60/EC. Brussels, 15 March 2007.

- Quillardet, P. and Hofnung, M. (1993) The SOS Chromotest: a review. *Mutation Research* 297, p. 235–279.
- Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustávající rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky, změně a následném zrušení směrnice Rady 82/176/EHS, 83/513/EHS, 84/156/EHS, 84/491/EHS a 86/280/EHS a o změně směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES. Úřední věstník Evropské unie ze dne 24. 12. 2008.
- Soldán, P. (2008) Kontinuální monitoring havarijního znečištění. In Manová, A. a Čačo, F. 28. vědecká konference Přemyselná toxikologie 2008, Tatranská Štřba, 18.–20. júna 2008. Zborník príspevkov. Bratislava : Slovenská technická univerzita, Bratislava, s. 189–198. ISSN 1335-3160.
- Seber, GAF. and Le Cren, ED. (1967) Estimating population parameters from large catches relative to the population. *J. Anim. Ecol.*, 6, p. 631–643.
- Technical guidance document in support of Commission Directive 93/67/EEC on risk assessment for new notified substances and Commission Regulation (EC) No 1488/94 on risk assessment for existing substances. (1996). Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities.
- TNV 75 7231 – Jakost vod – Metoda stanovení toxického rizika povrchových vod.
- Zákon 82/2004 Sb., kterým se mění zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky a o změně zákona č. 425/1990 Sb., o okresních úřadech, úpravě jejich působnosti a o některých dalších opatřeních s tím souvisejících, ve znění pozdějších předpisů (zákon o prevenci závažných havárií), ve znění pozdějších předpisů.

RNDr. Přemysl Soldán, Ph.D.
VÚV T.G.M., v.v.i., pobočka Ostrava
e-mail: premysl_soldan@vuv.cz
Příspěvek prošel lektorským řízením.

Keywords

river basin, surface water quality, pollution source budget, anthropogenic pressures, biological components of water ecosystems, fish breeding intensification, ecotoxicology

Identification of anthropogenic pressures at the Czech part of the international Odra River basin – presentation of science and research project (Soldán, P.)

Project considers identification of anthropogenic pressures with setting of priorities from the point of view of design of proposals of measures to decrease their negative impact on quality of soil, water and habitats of water ecosystems in the Czech part of the international Odra River basin. The project is multidisciplinary. Research team is created by five scientific and research institutions, which have long-time experiences in the fields of research defined by the suggested project. Based on the results of basic and applied research suggested project will provide benefits with general relevance in the field of protection of environment quality and also specific findings and suggestions directly applicable by national administration (bases for conceptual documents, legislature, decision-making, methodology of anthropogenic pressures assessment, etc.).

VÝSKYT RELEVANTNÍCH ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK V ČESKÉ ČÁSTI MEZINÁRODNÍ OBLASTI POVODÍ ŘEKY ODRY

Petr Tušil, Jiří Šajer, Martin Durčák, Alena Kristová

Klíčová slova

relevantní znečišťující látky, normy environmentální kvality, mezinárodní oblast povodí řeky Odry, hraniční profily

Souhrn

V článku jsou popsány výsledky hodnocení koncentrací znečišťujících látek v povrchových vodách ve vybraných hraničních profilech české části Mezinárodní oblasti povodí řeky Odry (dále jen MOPo). Hodnoceným obdobím je rok 2007, kdy na všech vybraných hraničních profilech probíhaly činnosti v rámci Programu situačního monitoringu chemického a ekologického stavu povrchových vod. Při hodnocení byla hlavní pozornost věnována vyhodnocení koncentrací vybraných znečišťujících látek, jejichž seznam byl dohodnut na úrovni pracovní podskupiny „GM – Monitoring“ ustanovené v rámci činnosti Mezinárodní komise pro ochranu řeky Odry před znečištěním (dále jen

MKOOOpZ). Koncentrace znečišťujících látek byly porovnávány s limitními hodnotami příslušných legislativních předpisů na úrovni ČR i EU. Ve druhé části tohoto článku je uvedena celková bilance vybraných relevantních znečišťujících látek ve vypouštěných odpadních vodách na základě údajů z evidence vedené v rámci Registru průmyslových zdrojů znečištění – část nebezpečné látky v jednotlivých zpracovatelských oblastech české části mezinárodní oblasti povodí řeky Odry.

Úvod

Činnost Mezinárodní komise pro ochranu řeky Odry před znečištěním (dále jen MKOOOpZ) je prováděna na základě Dohody o Mezinárodní komisi pro ochranu Odry před znečištěním, kde smluvními stranami jsou vlády České republiky, Polské republiky a Spolkové republiky Německo. Zapojením do aktivit MKOOOpZ se tak Česká republika podílí na snižování znečištění nejen řeky Odry, ale i Baltského moře.

Níže publikované výsledky vznikly na základě řešení úkolu, který je tematicky zaměřen na vyhodnocení a přípravu relevantních podkladových materiálů získaných na základě zjištěných výsledků a výstupů v průběhu řešení projektu pro společnou práci v rámci aktivit MKOOOpZ, jako další zdroj odborného zázemí pro činnost pracovních skupin a české delegace v této komisi. Tento úkol je nedílnou součástí projektu VaV „Identifikace antropogenních tlaků v české části Mezinárodní oblasti povodí řeky Odry“. Navazuje na práce, které byly již ve VÚV T.G.M., v.v.i., řešeny a měly nebo mají vztah k oblasti povodí řeky Odry, tj. ukončených projektech VaV Odra

Tabulka 1. Společný seznam znečišťujících látek relevantních pro MOPO

Název látky	Příloha směrnice 2000/60/ES
Kadmium a jeho sloučeniny *	X
Di(2-etylohexyl)ftalát (DEHP) *	X
Olovo a jeho sloučeniny *	X
Rtuť a její sloučeniny *	X
Nikl a jeho sloučeniny *	X
Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	X
• benzo(a)pyren *	X
• benzo(b)fluoranthen *	X
• benzo(k)fluoranthen *	X
• benzo(g,h,i)perylene *	X
• indeno(1,2,3-cd)pyren *	X
Simazin *	X
Trichlormethan (CHCl ₃) *	X
1,1,2-trichlorethen (TRI) *	IX
Tetrachlorethen (PER) *	IX
Arzen	VIII
Chrom	VIII
Zinek	VIII
Měď	VIII

* prioritní látka podle směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky

I–III, a dále k aktivitám souvisejícím s odbornou podporou účasti ČR v pracovních skupinách MKOOpZ a s činnostmi v rámci spolupráce na hraničních vodách s Polskou republikou.

Metodika

Výběr relevantních znečišťujících látek

Seznam znečišťujících látek relevantních pro Mezinárodní oblast povodí Odry (*tabulka 1*) byl schválen na úrovni vedoucích jednotlivých delegací v rámci MKOOpZ v červnu 2008. V tomto seznamu jsou uvedeny látky a sloučeniny, které byly dohodnuty jako relevantní pro povrchové vody v ČR, Polsku i Německu v rámci MOPO. Jde o vybrané látky z příloh VIII, IX a X směrnice 2000/60/ES [1].

Výběr profilů sledování obsahu znečišťujících látek

Výběr hodnocených profilů v české části MOPO byl proveden na základě jejich významnosti vzhledem k jejich poloze. Jde o hraniční profily mezi ČR a Polskem a mezi ČR a Německem [5]. Zároveň jsou tyto profily součástí monitorovací sítě situačního monitoringu chemického a ekologického stavu povrchových vod v ČR. Přehled profilů společně se základními údaji je uveden v *tabulce 2*.

Hodnocené období a charakter použitých dat pro hodnocení

Jako hodnocené období byl vybrán rok 2007. V tomto roce na všech profilech uvedených v *tabulce 2* probíhal situační monitoring chemického a ekologického stavu povrchových vod. Pro hodnocení byly použity výsledky dvanácti měření za období leden–prosinec 2007. Na základě získaných výsledků byl u sledovaných profilů proveden výpočet charakteristických hodnot C_{90} , ročního průměru a maximálních hodnot pro jednotlivé parametry. Pokud byla ve vzorku vody nalezena koncentrace parametru pod mezí stanovitelnosti, byla pro výpočet ročního průměru použita hodnota rovnající se polovině příslušné meze stanovitelnosti.

Zjištěné hodnoty koncentrací znečišťujících látek byly porovnány s relevantními národními standardy uvedenými v nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů [2], a v metodickém pokynu k tomuto nařízení vlády [3], dále pak s evropskými standardy – směrnici 2008/105/ES o normách environmentální kvality [4].

Látková bilance vybraných relevantních zne-

Tabulka 2. Přehled hodnocených profilů v české části MOPO

ID	Název profilu	Tok	Oblast povodí	Hranice	Zpracovatelská oblast v MOPO
1163	Odra-Bohumín	Odra	Odra	ČR-PR	Horní Odra
3791	Olše-ústí	Olše	Odra	ČR-PR	Horní Odra
3596	Bělá-Mikulovice	Bělá	Odra	ČR-PR	Horní Odra
3056	Stěnava-Otovice	Stěnava	horní a střední Labe	ČR-PR	Horní Odra
1130	Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou	Lužická Nisa	horní a střední Labe	ČR-PR-SRN	Lužická Nisa
1131	Smědá-Ves u Černous	Smědá	horní a střední Labe	ČR-PR	Lužická Nisa
3538	Mandava-Varnsdorf	Mandava	Ohře a dolní Labe	ČR-SRN	Lužická Nisa

Tabulka 3. Porovnání koncentrací vybraných znečišťujících látek s limity nařízení vlády č. 61/2003 Sb.

ID_ČHMÚ	1130	1131	1163	3056	3538	3596	3791	LIMIT
Název	Hrádek n. Nisou	Ves u Černous	Bohumín	Otovice	Varnsdorf	Mikulovice	Olše-ústí	
Tok	Nisa	Smědá	Odra	Stěnava	Mandava	Bělá	Olše	
Jednotky	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Charakteristika	C90	C90	C90	C90	C90	C90	C90	NVL_C90
1,1,2,2-tetrachlorethen	0,223	0,050	0,177	0,079	0,233	0,041	0,023	1
1,1,2-trichlorethen	0,052	0,050	0,192	0,050	0,190	0,025	0,025	1
Arzen	3,386	1,541	1,392	5,260	2,058	0,500	2,010	20
Benzo(a)pyren	0,038	0,054	0,017	0,022	0,010	0,016	0,012	0,1
Benzo(b)fluoranthen	0,039	0,016	0,018	0,011	0,010	0,019	0,012	0,06
Benzo(g,h,i)perylene	0,033	0,014	0,012	0,014	0,010	0,013	0,009	0,03
Benzo(k)fluoranthen	0,023	0,011	0,009	0,011	0,006	0,008	0,006	0,06
DEHP	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	6
Fluoranthen	0,120	0,049	0,080	0,038	0,032	0,041	0,032	0,2
Chrom veškerý	3,000	4,169	2,060	2,099	2,042	2,000	2,140	35
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,032	0,016	0,010	0,016	0,011	0,011	0,008	0,03
Kadmium	0,210	0,138	0,412	0,100	0,100	0,226	0,520	0,7
Měď	13,000	11,924	6,000	9,780	11,356	4,638	5,820	25
Nikl	8,000	5,489	6,230	6,270	5,009	4,477	7,780	40
Olovo	4,886	3,192	3,879	1,700	5,076	2,921	3,450	14,4
Rtuť	0,050	0,032	0,242	0,050	0,025	0,050	0,050	0,1
Simazin	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	1,5
Suma 6 PAU	0,229	0,160	0,142	0,092	0,072	0,108	0,079	0,2
Trichlormethan	0,130	0,086	0,225	0,070	0,163	0,152	0,151	1
Zinek	59,100	37,756	58,060	19,080	52,314	21,000	28,010	160

čišťujících látek z průmyslových bodových zdrojů znečištění v české části MOPO byla provedena na základě údajů evidence v Registru průmyslových zdrojů znečištění – část nebezpečné látky za rok 2007.

Výsledky a diskuse

Zjištěné hodnoty koncentrací vybraných relevantních látek v rámci MOPO, které byly porovnány s příslušnými standardy na národní úrovni (nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a meto-

Tabulka 4. Porovnání koncentrací vybraných znečišťujících látek s limity metodického pokynu [3]

ID_ČHMÚ	1130	1131	1163	3056	3538	3596	3791	LIMIT
Název	Hrádek n. Nisou	Ves u Černous	Bohumín	Otovice	Varnsdorf	Mikulovice	Olše-ústí	
Tok	Nisa	Smědá	Odra	Stěnava	Mandava	Bělá	Olše	
Jednotky	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Charakteristika	roční prům.	roční prům.	roční prům.	roční prům.	roční prům.	roční prům.	roční prům.	MP_RP
1,1,2,2-tetrachlorethen	0,115	0,029	0,088	0,051	0,132	0,021	0,014	0,5
1,1,2-trichlorethen	0,041	0,038	0,102	0,038	0,093	0,025	0,025	0,5
Arzen	1,605	0,790	0,797	3,663	1,152	0,522	1,540	10
Benzo(a)pyren	0,026	0,010	0,009	0,010	0,009	0,015	0,010	0,05
Benzo(b)fluoranthen	0,025	0,005	0,011	0,008	0,008	0,015	0,011	0,03
Benzo(g,h,i)perylene	0,019	0,005	0,007	0,008	0,008	0,010	0,009	0,016
Benzo(k)fluoranthen	0,018	0,004	0,005	0,007	0,005	0,008	0,006	0,03
DEHP	0,868	0,875	1,006	1,017	0,869	0,781	0,700	2,6
Fluoranthen	0,071	0,018	0,049	0,024	0,026	0,045	0,027	0,09
Chrom veškerý	2,098	1,992	1,389	1,182	0,838	1,178	1,199	18
Indeno(1,2,3-c,d)pyren	0,018	0,005	0,006	0,008	0,008	0,009	0,007	0,016
Kadmium	0,146	0,095	0,210	0,068	0,070	0,142	0,204	0,3
Měď	10,547	5,993	3,725	5,481	4,673	2,745	3,381	13
Nikl	5,819	3,354	4,146	3,152	2,922	2,100	4,915	20
Olovo	2,856	1,421	1,912	1,015	1,934	1,208	1,752	7,2
Rtuť	0,034	0,029	0,099	0,030	0,025	0,038	0,050	0,05
Simazin	0,005	0,005	0,007	0,005	0,013	0,019	0,008	0,7
Suma 6 PAU	0,178	0,047	0,087	0,065	0,063	0,101	0,070	0,1
Trichlormethan (chloroform)	0,069	0,051	0,091	0,048	0,093	0,087	0,115	0,5
Zinek	38,587	15,704	31,560	12,125	26,542	11,253	18,575	80

dický pokyn k tomuto nařízení), jsou uvedeny v *tabulkách 3 a 4*.

Porovnání s evropskými standardy uvedenými v příloze č. 1 směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality (dále jen NEK) je uvedeno v *tabulkách 5, 6 a 7*. Hodnocení podle této směrnice bylo provedeno pouze pro relevantní znečišťující látky uvedené v *tabulce 1*, které jsou zároveň prioritními látkami podle přílohy X směrnice 2000/60/ES. Z důvodu absence dat o rozpuštěných formách rtuti, kadmia, niklu a olova byly s limity porovnávány koncentrace těchto kovů v nefiltrovaném vzorku vody.

Z výsledků porovnání obsahu vybraných znečišťujících látek, uvedených v *tabulce 1*, ve sledovaném období (rok 2007) s příslušnými limity nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů, a metodického pokynu k nařízení vlády vyplývají tyto skutečnosti:

- v profilu Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou došlo k překročení limitních hodnot C_{90} a ročních průměrů u parametru – **benzo(g,h,i)perylen a indeno(1,2,3-c,d)pyren**,
- v profilu Odra-Bohumín došlo k překročení limitu C_{90} a ročního průměru u ukazatele **rtuť**,
- v profilu Bělá-Mikulovice byla překročena limitní hodnota ročního průměru u parametru **suma 6 PAU**.

Při porovnání průměrných ročních koncentrací a maximálních zjištěných hodnot koncentrací vybraných znečišťujících látek s limitními hodnotami uvedenými ve směrnici 2008/105/ES o normách environmentální kvality, kde jde o nejvyšší přípustné koncentrace a roční průměrné hodnoty, byly zjištěny následující skutečnosti:

- **benzo(a)pyren** – v profilech Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou, Mandava-Varnsdorf, Bělá-Mikulovice byla v hodnoceném období překročena nejvyšší přípustná koncentrace,
- **rtuť** – v profilech Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou, Smědá-Ves u Černous, Odra-Bohumín a Stěnova-Otovice došlo v hodnoceném období k překročení nejvyšší přípustné koncentrace a současně v profilu Odra-Bohumín i limitní hodnoty pro roční průměrnou koncentraci,
- **benzo(k)fluoranthén a benzo(b)fluoranthén** – v profilu Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou byla překročena limitní hodnota pro roční průměrnou koncentraci,
- **benzo(g,h,i)perylen a indeno(1,2,3-c,d)pyren** – překročena byla limitní hodnota pro roční průměrnou koncentraci v profilu Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou,

Poznámka k tabulkám:

Pro kadmium a jeho sloučeniny se hodnoty NEK liší v závislosti na tvrdosti vody vymezené pomocí pěti tříd:

- třída 1: < 40 mg CaCO₃/l,
- třída 2: 40 až < 50 mg CaCO₃/l,
- třída 3: 50 až < 100 mg CaCO₃/l,
- třída 4: 100 až < 200 mg CaCO₃/l,
- třída 5: ≥ 200 mg CaCO₃/l.

Podbarveně jsou označeny ve výše uvedených tabulkách hodnoty, které překračují příslušné limitní koncentrace dané jednotlivými legislativními předpisy.

- **kadmium** – limitní hodnoty pro nejvyšší přípustné koncentrace byly překročeny v profilech Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou, Smědá-Ves u Černous, Odra-Bohumín, Bělá-Mikulovice a Olše-ústí, limitní hodnoty pro roční průměrnou koncentraci byly překročeny v profilech Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou, Odra-Bohumín a Bělá-Mikulovice. Porovnání bylo provedeno pro jednotlivé třídy tvrdosti vody.

Látková bilance vybraných relevantních znečišťujících látek v rámci MOPO byla provedena na základě údajů o zdrojích znečištění evidovaných v rámci Registru průmyslových zdrojů znečištění – část nebezpečné látky za rok 2007. Do celkové bilance byly vybrány průmyslové bodové zdroje znečištění, ze kterých jsou vypouštěny odpadní vody do recipientů v jednotlivých zpracovatelských oblastech české části MOPO. Jde o zpracovatelské oblasti Horní Odra, Střední Odra a Lužická Nisa. Výsledky bilance jsou uvedeny v *tabulce 8*.

Tabulka 5. Porovnání maximálních zjištěných koncentrací vybraných znečišťujících látek s limity směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality

ID ČHMÚ	1130	1131	1163	3056	3538	3596	3791	LIMIT
Název	Hrádek n. Nisou	Ves u Černous	Bohumín	Otovice	Varnsdorf	Mikulovice	Olše-ústí	NPK-NEK
Tok	Nisa	Smědá	Odra	Stěnova	Mandava	Bělá	Olše	
Jednotky	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Charakteristika	Cmax	Cmax	Cmax	Cmax	Cmax	Cmax	Cmax	NPK_NEK
1,1,2,2-tetrachlorethen	0,245	0,050	0,420	0,112	0,342	0,046	0,038	<i>nepoužije se</i>
1,1,2-trichlorethen	0,105	0,050	0,940	0,050	0,240	0,025	0,025	<i>nepoužije se</i>
BBF + BKF	0,540	0,073	0,034	0,054	0,152	0,191	0,104	<i>nepoužije se</i>
Benzo(a)pyren	0,356	0,056	0,019	0,035	0,112	0,133	0,070	0,1
BGHIP + I123CDP	0,407	0,061	0,028	0,061	0,127	0,159	0,117	<i>nepoužije se</i>
DEHP	1,000	1,000	3,100	3,400	2,100	1,300	0,750	<i>nepoužije se</i>
Nikl	19,200	27,000	36,400	19,000	6,190	11,400	9,530	<i>nepoužije se</i>
Olovo	27,500	6,490	8,500	2,200	9,670	3,500	7,770	<i>nepoužije se</i>
Rtuť	0,180	0,100	1,070	0,080	0,025	0,050	0,050	0,07
Simazin	0,010	0,010	0,010	0,010	0,087	0,100	0,010	4
Trichlormethan	0,141	0,093	0,308	0,078	0,180	0,153	0,231	<i>nepoužije se</i>

Tabulka 6. Porovnání průměrných ročních koncentrací vybraných znečišťujících látek s limity směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality

ID ČHMÚ	1130	1131	1163	3056	3538	3596	3791	LIMIT
Název	Hrádek n. Nisou	Ves u Černous	Bohumín	Otovice	Varnsdorf	Mikulovice	Olše-ústí	NEK
Tok	Nisa	Smědá	Odra	Stěnova	Mandava	Bělá	Olše	
Jednotky	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Charakteristika	průměr	průměr	průměr	průměr	průměr	průměr	průměr	RP-NEK
1,1,2,2-tetrachlorethen	0,115	0,029	0,088	0,051	0,132	0,021	0,014	10
1,1,2-trichlorethen	0,041	0,038	0,102	0,038	0,093	0,025	0,025	10
BBF + BKF	0,043	0,009	0,016	0,015	0,013	0,023	0,017	$\Sigma = 0,03$
Benzo(a)pyren	0,026	0,010	0,009	0,010	0,009	0,015	0,010	0,05
BGHIP + I123CDP	0,038	0,010	0,013	0,016	0,015	0,018	0,016	$\Sigma = 0,002$
DEHP	0,868	0,875	1,006	1,017	0,869	0,781	0,700	1,3
Nikl	5,819	3,354	4,146	3,152	2,922	2,100	4,915	20
Olovo	2,856	1,421	1,912	1,015	1,934	1,208	1,752	7,2
Rtuť	0,034	0,029	0,099	0,030	0,025	0,038	0,050	0,05
Simazin	0,005	0,005	0,007	0,005	0,013	0,019	0,008	1
Trichlormethan	0,069	0,051	0,091	0,048	0,093	0,087	0,115	2,5

Tabulka 7. Porovnání průměrných ročních koncentrací a maximálních koncentrací kadmia s limity směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality

ID	Název	Tok	CaCO ₃ _RP	Jednotka	Třída tvrdosti vody	Cd _{RP}	RP-NEK	Jednotka
1130	Hrádek n. Nisou	Nisa	78,522	mg/l	3	0,146	0,09 (třída 3)	µg/l
1131	Ves u Černous	Smědá	45,549	mg/l	2	0,095	0,08 (třída 2)	µg/l
1163	Bohumín	Odra	113,375	mg/l	4	0,210	0,15 (třída 4)	µg/l
3056	Otovice	Stěnova	102,052	mg/l	4	0,068	0,15 (třída 4)	µg/l
3538	Varnsdorf	Mandava	78,125	mg/l	3	0,070	0,09 (třída 3)	µg/l
3596	Mikulovice	Bělá	63,969	mg/l	3	0,142	0,09 (třída 3)	µg/l
3791	Olše-ústí	Olše	146,417	mg/l	4	0,204	0,15 (třída 4)	µg/l
ID	Název	Tok	CaCO ₃ _při CdMax	Jednotka	Třída tvrdosti vody	Cd_MAX	MAX-NEK	Jednotka
1130	Hrádek n. Nisou	Nisa	51,75	mg/l	3	0,800	0,6 (třída 3)	µg/l
1131	Ves u Černous	Smědá	30,5	mg/l	1	0,250	\leq 0,45 (třída 1)	µg/l
1163	Bohumín	Odra	98,25	mg/l	2	0,950	0,45 (třída 2)	µg/l
3056	Otovice	Stěnova	106,25	mg/l	4	0,100	0,9 (třída 4)	µg/l
3538	Varnsdorf	Mandava	68,75	mg/l	3	0,170	0,6 (třída 3)	µg/l
3596	Mikulovice	Bělá	57	mg/l	3	1,000	0,6 (třída 3)	µg/l
3791	Olše-ústí	Olše	119,5	mg/l	4	0,740	0,9 (třída 4)	µg/l

Ze zjištěných výsledků vyplývají tyto skutečnosti:

- **oblast Horní Odrý** – největší látkový odtok je evidován u kovů – zinek, nikl, olovo, chrom, měď, kadmium, arzen, rtuť a chrom šestimocný, rovněž je zde evidováno vypouštění PAU,
- **oblast Střední Odrý** – není zde evidován žádný průmyslový zdroj, je zde uvedena pouze pro úplnost přehledu (v rámci ČR jde pouze o část povodí Bóbru po Kwisu a Kwisu),
- **oblast Lužická Nisa** – největší látkový odtok je evidován u kovů – zinek a olovo, dále je zde zachyceno i vypouštění tetrachlorethanu.

Závěry

Z provedeného vyhodnocení obsahů vybraných znečišťujících látek relevantních pro MOPO ve vybraných hraničních profilech české části MOPO vyplývá, že nejproblematictější parametry, z pohledu plnění

Tabulka 8. Bilance látkových odtoků vybraných znečišťujících látek z průmyslových zdrojů znečištění v české části MOPO evidovaných v rámci Registru průmyslových zdrojů znečištění – část nebezpečné látky

Název látky	Zpracovatelská oblast						Celkem	
	Horní Odra		Střední Odra		Lužická Nisa			
	Počet evidovaných zdrojů	Látkový odtok [kg/rok]	Počet evidovaných zdrojů	Látkový odtok [kg/rok]	Počet evidovaných zdrojů	Látkový odtok [kg/rok]	Počet evidovaných zdrojů	Látkový odtok [kg/rok]
Kadmium a jeho sloučeniny	27	30,13	0	0	3	0,14	30	30,27
Di(2-etylohexyl)ftalát (DEHP)	0	0	0	0	0	0	0	0
Olovo a jeho sloučeniny	10	163,34	0	0	3	35,82	13	199,16
Rtuť a její sloučeniny	29	7,68	0	0	3	0,04	32	7,72
Nikl a jeho sloučeniny	12	89,34	0	0	3	5,65	15	94,99
Polycyklické aromatické uhlovodíky	5	4,7	0	0	0	0	5	4,7
Simazin	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichlormethan	0	0	0	0	0	0	0	0
1,1,2-trichlorethen	0	0	0	0	0	0	0	0
Tetrachlorethen	0	0	0	0	1	0,06	1	0,06
Arzen	1	16,26	0	0	0	0	1	16,26
Chrom veškerý	15	81,07	0	0	6	6,54	21	87,61
Zinek	23	5724,28	0	0	6	44,98	29	5769,26
Měď	12	462,24	0	0	4	3,97	16	466,21

příslušných standardů, jsou **polyaromatické uhlovodíky** a těžké kovy – **rtuť** a **kadmium**, a to zejména v profilech Lužická Nisa-Hrádek nad Nisou a Odra-Bohumín.

Zajímavým zjištěním je rovněž výsledek bilance látkového odtoku vybraných znečišťujících látek z evidovaných průmyslových zdrojů znečištění, který ukázal, že z předemných relevantních znečišťujících látek jsou vypouštěny do povrchových vod zejména těžké kovy, jejichž látkový odtok představoval v roce 2007 řádově 100 kg za rok. Na základě zjištěných hodnot v posuzovaných profilech na vodních tocích lze ovšem předpokládat minimální vliv evidovaných průmyslových bodových zdrojů znečištění na celkovou látkovou bilanci relevantních znečišťujících látek v těchto profilech.

Podrobnější sledování jednotlivých typů a druhů potenciálních zdrojů znečištění povrchových vod (bodové, plošné a difuzní) v české části MOPO je předmětem ostatních dílčích úkolů řešených v rámci výše uvedeného projektu „Identifikace antropogenních tlaků v české části Mezinárodní oblasti povodí řeky Odry“.

Literatura

- [1] Směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustávající rámec činnosti Společenství v oblasti vodní politiky.
- [2] Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., ze dne 29. ledna 2003, 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 ve znění nařízení vlády č. 229/2007 Sb., ze dne 1. října 2007.
- [3] 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.
- [4] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES ze dne 16. 12. 2008 o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky a o změně směrnic 82/176/EHS, 83/513/EHS, 84/156/EHS, 84/491/ES, 86/280/EHS a o změně směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES.
- [5] Mezinárodní oblast povodí Odry, Monitoring stavu povrchových vod, podzemních vod a chráněných území (Zpráva pro Evropskou komisi podle čl. 8 směrnice

2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady z 23. října 2000 ustávající rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky), MKOpZ, Wrocław, 2007, ISBN 978-83-919533-7-2.

Poděkování

Článek byl realizován za finanční podpory projektu VaV SP/2e7/67/08 „Identifikace antropogenních tlaků v české části mezinárodní oblasti povodí řeky Odry“, jehož zadavatelem je Ministerstvo životního prostředí.

**Ing. Petr Tušil, Ph.D., Ing. Jiří Šajer,
Ing. Martin Durčák, Ing. Alena Kristová
VÚV T.G.M., v.v.i., pobočka Ostrava
e-mail: Petr_Tusil@vuv.cz
Příspěvek prošel lektorským řízením.**

Keywords

selected pollutants, environmental quality standards, international river basin district of Odra River, boundary monitoring sites

Occurrence of relevant pollutants in the Czech part of the international area of the Odra River basin (Tušil, P., Šajer, J., Durčák, M., Kristová, A.)

The article describes the results of evaluation of concentrations of pollutants in surface waters in the selected boundary profiles in the Czech part of the international area of the Odra River basin. At assessment, the main attention was paid to evaluation of concentrations of the selected pollutants, which list was agreed upon at the level of the working group „GM – Monitoring“ within the International Commission for protection of the Odra River against pollution. The concentrations of pollutants were compared with limit values set out in the relevant legislative regulations at the level of the Czech Republic and the EU.

VLIV APLIKACE PESTICIDŮ NA JAKOST POVRCHOVÝCH VOD V POVODÍ ŘEKY ODRY

Jiří Šajer

Klíčová slova

pasivní vzorkování, pesticidy, semipermeabilní membrány, rizikové vodní útvary, kvalita vody

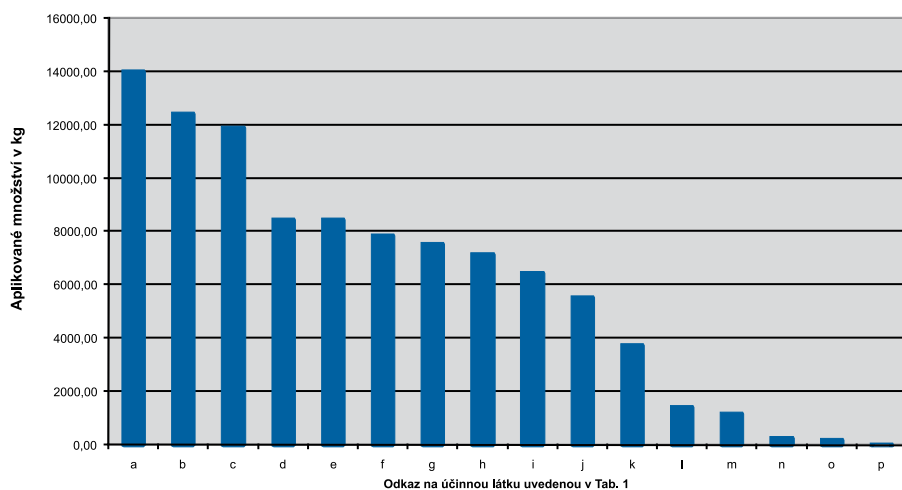
Souhrn

Existuje velké množství registrovaných účinných látek pro ochranu rostlin. Je obtížné provést detekci všech vlivů těchto látek na povrchové vody, protože chemické analýzy jsou nákladné. Článek popisuje jednu z metod, která může pomoci nalézt rizikové vodní útvary ve smyslu směrnice 2000/60/ES Evropského parlamentu a Rady ze dne 23. října 2000 ustávající rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky

(dále jen Rámcová směrnice). Použití metody je ukázáno na příkladu horní části povodí Odry, která leží na území České republiky.

Úvod

Používání řady perzistentních pesticidů již bylo v České republice zakázáno. Tyto látky jsou postupně nahrazovány novějšími, jejichž stálost v prostředí je podstatně kratší a které mají malou nebo vůbec žádnou toxicitu, vysoce specifický účinek, jsou biodegradabilní a mají netoxické biodegradací produkty. Ze současně nebo ještě v nedávné době hojně používaných pesticidních látek je pozornost dílčího úkolu věnována především těm nejproblematičtějším z hlediska výskytu v řekách. Kožíšek (2002) uvádí jako nejproblematičtější diuron, isoproturon, atrazin a příbuzné produkty, simazin, mecoprop, MCPA a chlorotoluron. Současný provozní a situační monitoring provozovaný na tocích v povodí Odry zahrnuje pravidelné sledování výskytu vybraných účinných látek pesticidů, z nichž některé v dřívějších letech pravidelně sledovány nebyly. Problematiku sledování pesticidů v našich vodách z hlediska chemických analýz podrobněji objasňuje Ferenčík et al. (2005). Na část ze sledovaných



Obr. 1. Úhrnné množství vybraných pesticidů aplikované na ornou půdu v povodí Odry v roce 2007

pesticidů jsou kladeny obecné požadavky v Příloze č. 3 k nařízení vlády č. 61/2003 Sb., které byly změněny nařízením vlády č. 229/2007 Sb. – tzv. imisní standardy.

Součástí projektu výzkumu a vývoje „Identifikace antropogenních tlaků v české části mezinárodního povodí řeky Odry“, jehož řešení bylo započato v roce 2008 a bude dokončeno v roce 2010, je i DÚ I.3 „Hodnocení dopadu aplikovaného množství účinných látek pesticidů na jakost povrchových vod a sedimentů“. Hlavní cíle uvedeného dílčího úkolu jsou:

1. Po dobu řešení projektu průběžně posuzovat vliv dopadu aplikace účinných látek pesticidů na jakost povrchové vody a sedimentů v tocích povodí Odry v souvislosti s aplikovaným množstvím.

2. V rámci experimentální části na konkrétních případech prokázat projevy antropogenních tlaků v důsledku aplikace účinných látek pesticidů ve vybraných profilech v povodí řeky Odry, a to na základě monitoringu úrovně dlouhodobého znečištění povrchových vod pomocí semipermeabilních membrán a na základě monitoringu říčních sedimentů.

V české části povodí Odry byl v roce 2007 provozním a situačním monitoringem v povrchových vodách zjištěn výskyt nad mezí stanovitelnosti u šestnácti povolených účinných látek pesticidů. Vyšší hodnoty než imisní standardy u těchto šestnácti látek prakticky nebyly v roce 2007 zjištěny. Úhrnné množství zmíněných šestnácti účinných látek aplikované na ornou půdu v povodí Odry na území České republiky za rok 2007 a vypočtené na základě podkladů od Státní rostlinolékařské správy je znázorněno graficky na obr. 1 a jejich seznam je uveden v tabulce 1. Protože situační ani provozní monitoring zaměřený na výše uvedené pesticidy nebyl prováděn u všech vodních útvarů, bylo úkolem najít potenciálně nejrizikovější vodní útvary z hlediska pravděpodobnosti výskytu těchto znečišťujících látek v povrchových vodách.

Pro posouzení míry znečištění několika vybraných vodních útvarů v povodí Odry, které patří z hlediska výskytu pesticidních látek k potenciálně nejrizikovějším, byla zároveň s průzkumem říčních sedimentů použita také nová moderní metoda – průzkum pomocí nízkonákladových semipermeabilních membrán vyvinutých brněnskou pobočkou VÚV T.G.M., v.v.i. Uvedenou metodu blíže popisuje Kupec (2007).

Použitá metoda

Rizikový útvary povrchové vody je vodní útvary, který není schopen vyhovět cílům environmentální kvality podle článku 4 Rámcové směrnice. Za potenciálně rizikové vodní útvary z hlediska výskytu pesticidů v povrchových vodách považujeme vodní útvary, u kterých doposud sice nebyla přímo monitoringem prokázána rizikovitost, ale na základě identifikace možných vlivů v souvislosti s aplikovaným množstvím účinných látek pesticidů v povodí nad závěrovými profilem těchto útvarů jejich rizikovitost nelze do doby podrobnějšího ověření skutečného stavu prostřednictvím monitoringu vyloučit.

Počínaje pramenem Odry bylo všem 144 vodním útvarům v povodí Odry na území České republiky přiděleno pracovní číslo. Prvních dvacet vodních útvarů včetně profilů, ve kterých byly v roce 2007 sledovány v průběhu provozního nebo situačního monitoringu pesticidy, je schematicky znázorněno na obr. 2 a uvedeno také

Tabulka 1. Seznam pesticidů podchycených na obr. 1

Odkaz na obr. 1	Účinná látka	kg
a	Chlorotoluron	14006,75
b	Acetochlor	12404,46
c	MCPA	11879,68
d	Isoproturon	8437,24
e	Alachlor	8426,84
f	Chlorpyrifos	7846,51
g	Metazachlor	7529,33
h	Trifluralin	7141,27
i	Pendimethalin	6427,25
j	Terbuthylazine	5527,70
k	2,4-D	3738,37
l	Mecoprop-P	1403,28
m	Linuron	1180,43
n	Bentazone	244,68
o	Lenacil	186,75
p	Hexazinone	6,66

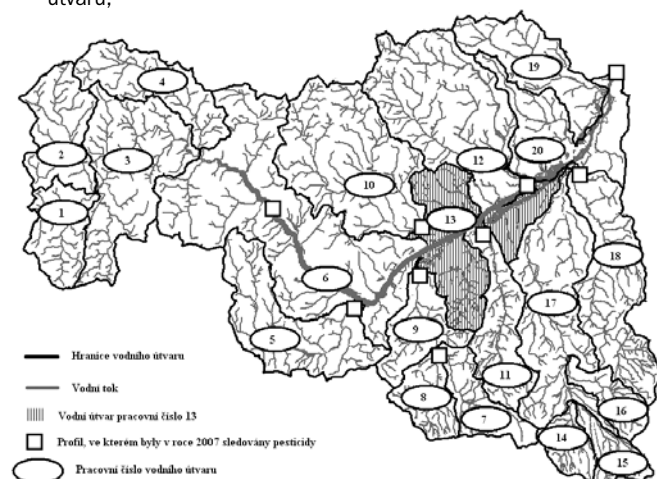
v tabulce 2. Rozsah sledování nebyl ve všech profilech stejný, někde se omezil pouze na jednu účinnou látku.

Na základě údajů Státní rostlinolékařské správy bylo vypočteno množství účinných látek pesticidů aplikované na ornou půdu v jednotlivých vodních útvarech v roce 2007. Následně bylo vypočteno číslo vyjadřující potenciální riziko pro látku x (PRN_x) podle rovnice:

$$PRN_x = AM_x / Q_{355} \quad (1)$$

kde

AM_x – aplikované množství látky x nad závěrovým profilem vodního útvaru,



Obr. 2. Dvacet vybraných vodních útvarů v povodí Odry, sledovaných v r. 2007 z hlediska výskytu pesticidů

Tabulka 2. Profile, ve kterých byl v r. 2007 sledován výskyt pesticidů v povodí Odry na území ČR

Č. profilu	Název profilu
1128	Proseč n. Nisou
1130	Hrádek n. Nisou
1131	Ves u Černous
1144	Opava-Malé Hořtice
1146	Opava-Třebovice
1152	Ostravice-Ostrava
1154	Lučina-Sl. Ostrava
1161	Svinov
1163	Odra-Bohumín
1164	Jičínka-Kunín
1165	Lubina-Košatka
1306	Podlužský potok-hranice
3056	Otovice
3478	Rumburk-hranice
3537	Varnsdorf-nad
3538	Varnsdorf
3577	Moravice-ústí
3585	Hvozdnice-ústí
3596	Mikulovice
3619	Jakubčovice
3625	Bílovka-ústí

Č. profilu	Název profilu
3783	Morávka-Raškovice
3791	Olše-ústí
5008	Luha-ústí
5012	Husí potok-ústí
5015	Sedlnice-ústí
5021	Ondřejnice pod Starou Vsí
5037	Tichávka-ústí
5038	Zrzávka-ústí
5109	Čížina-ústí
5212	Rázovský potok-ústí
5214	Bílčický potok-ústí
5413	Ropičanka-ústí
5545	Budišovka-ústí
5550	Opusta-nad Štěpánkou
5551	Štěpánka-ústí
5555	Přístský potok-ústí
5556	Vidnávka-n. Černým pot.
5557	Černý pot.-n. Červeným pot.
5559	Olše-ústí
5573	Frydlant-Ondřejnice n. rozděl.obj.
5577	Bruzovka (Řičky)-ústí

Tabulka 3. Výsledné pořadí prvních deseti potenciálně nejrizikovějších vodních útvarů

Závěrový profil vodního útvaru	Pořadová čísla (ON _x)															Suma pořadových čísel (SON)		
	ON _k	ON _b	ON _a	ON ₃	ON ₅	ON ₃	ON ₁	ON ₄	ON ₅	ON _m	ON ₂	ON ₁	ON ₄	ON ₁	ON ₃			
	2,4-D	Acetochlor	Alachlor	Bentazone	Hexazinone	Chlorotoluron	Chlorpyrifos	Isoproturon	Lenacil	Linuron	MCPA	Mecoprop-P	Metazachlor	Pendimethalin	Terbutylazine			Trifluralin
Heraltický potok po ústí do toku Opava	1	1	1	5	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	5	28	MIN ↓ MAX	
Bílá Voda po soutok s tokem Strahovický potok (včetně)	2	2	2	6	2	2	2	3	4	6	2	2	3	2	8	50		
Velká po ústí do toku Opava	3	3	3	7	3	3	3	4	5	7	3	3	4	3	9	66		
Husí potok po ústí do toku Odry	12	4	4	2	34	4	6	2	8	1	9	11	4	2	4	1		108
Opusta po ústí do toku Opava	6	5	5	13	4	5	4	7	7	10	4	5	5	7	6	17		110
Hvozdičnice po ústí do toku Moravice	7	6	7	14	5	8	5	9	10	13	5	6	8	11	8	19		141
Luha po ústí do toku Odry (okres Nový Jičín)	14	8	6	3	39	6	12	5	14	2	11	14	9	5	5	3		156
Porubka po ústí do toku Odry	8	9	9	18	6	9	7	10	12	14	6	7	11	12	9	22		169
Bílavka po ústí do toku Odry	15	10	8	4	37	7	13	6	15	3	12	16	10	6	7	4		173
Pištský potok po státní hranici	10	11	11	20	7	11	10	12	17	17	8	8	12	15	10	28		207

Q₃₅₅ – průtok v závěrovém profilu dosažený nebo překročený v průměru 355 dní v roce.

Pro každou ze šestnácti sledovaných látek byly vodní útvary seřazeny podle PRN_x sestupně a bylo jim přiřazeno pořadové číslo (ON_x). Potom byl pro každý vodní útvar vypočten součet šestnácti pořadových čísel (SON) podle rovnice:

$$SON = ON_a + ON_b + \dots + ON_p \quad (2)$$

kde indexy a, b, c příslušely jednotlivým účinným látkám podle tabulky 1.

Vodní útvar s nejnižším součtem pořadových čísel pro sledovaných 16 ukazatelů pak byl považován za potenciálně nejrizikovější z hlediska dopadu aplikace pesticidů nad závěrovým profilem vodního útvaru na jakost povrchové vody v tomto profilu. Skutečný výskyt pesticidů ve vodním prostředí v takto zjištěných potenciálně rizikových vodních útvarech byl v několika vybraných případech ověřován pomocí semipermeabilních membrán a také analýzami prováděnými na vzorcích sedimentu.

Exponované membrány byly třikrát extrahovány směsí cyklohexan-etylacetát 1 : 1. Extrakty byly odpařeny na objem 2,0 ml. Čtvrtina objemu tohoto roztoku, tj. 0,5 ml, byla přečištěna gelovou chromatografií. Přečištěný extrakt byl odpařen do sucha a doplněn hexanem na objem 1,0 ml. Metodou plynové chromatografie pak byly v extraktu stanoveny koncentrace pesticidů.

U sedimentů se používala frakce s velikostí částic < 2 mm, stanovil se obsah vody (sušina). Navážka sedimentu byla 5–10 g podle předpokládaného obsahu analytů. Extrakti předcházel vysušení sedimentu bezvodým síranem sodným. Byla použita extrakce v Soxhletově extraktoru se 100 ml směsného rozpouštědla – hexan : diethylether (3 : 1). Extrakt byl následně zahuštěn v Kudrna-Danishově koncentrátoru na objem 10 ml. Byla odebrána potřebná část tohoto extraktu pro stanovení pesticidů, dále zahuštěna a vyčištěna od interferujících látek. Poté byla použita pro stanovení pesticidů na plynovém chromatografu s ECD detektorem.

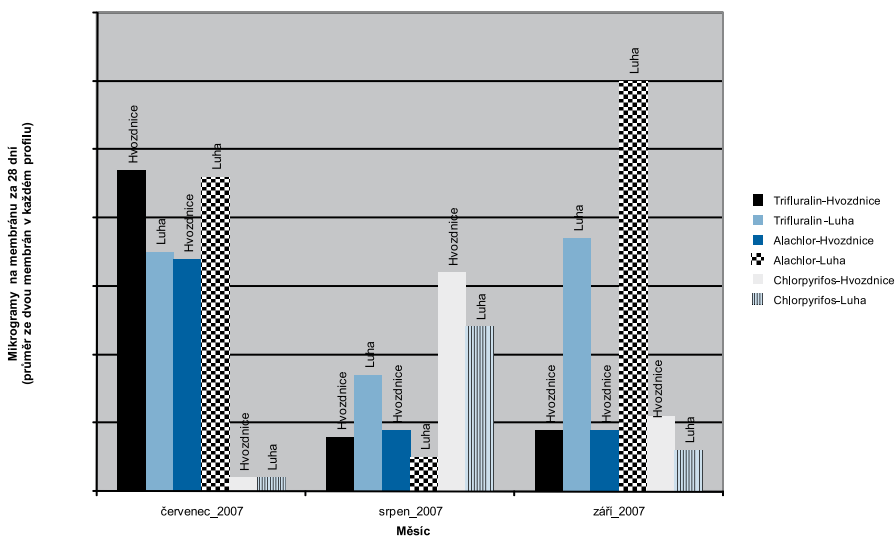
Výsledky a diskuse

Výsledné pořadí prvních deseti potenciálně nejrizikovějších vodních útvarů z celkového počtu 144 je uvedeno v tabulce 3.

U několika z uvedených potenciálně nejrizikovějších vodních útvarů byl proveden průzkum. Pro ověření výskytu pesticidních látek patřících k potenciálně nejrizikovějším v povrchových vodách vodních útvarů v povodí Odry bylo prováděno sledování pomocí nízkonákladových semipermeabilních membrán vyvinutých brněnskou pobočkou VÚV T.G.M., v.v.i., a pro možnost konfrontace výsledky byly odebrány ve stejných profilech koncem srpna i dnové sedimenty. Membrány byly v tocích umístěny po dobu tří osmadvacetidenních cyklů v průběhu měsíců

červenec, srpen a září. Období sledování bylo zvoleno tak, aby bylo možno podchytit vliv podzemní aplikace pesticidů, se kterou se obvykle začíná již koncem léta. Ukázka části výsledků pro závěrové profily vodních útvarů Hvozdičnice po ústí do toku Moravice a Luha po ústí do toku Odry a pro ukazatele alachlor, chlorpyrifos a trifluralin je znázorněna na obr. 3 a příslušné hodnoty jsou uvedeny v tabulce 4.

Z tabulky je patrné, že ve srovnání se sedimenty se na membrány znečištění způsobené pesticidy vázalo podstatně citlivěji. Uvedené výsledky naznačují, že s největší pravděpodobností mohlo docházet k překračování imisních standardů v povrchové vodě v průběhu expozice membrán. Pro ukazatele alachlor, chlorpyrifos a trifluralin prozatím přepočítávací koeficienty na průměrnou koncentraci ve vodě nejsou k dispozici. Při přepočtu na průměrnou osmadvacetidenní koncentraci ve vodě bude nut-



Obr. 3. Grafické znázornění výsledných množství alachloru, trifluralinu a chlorpyrifosu v membránách (červenec–září)

Tabulka 4. Výsledky analýz za rok 2008 pro alachlor, chlorpyrifos a trifluralin

Měsíc	Profil	Číslo vzorku membrány	Číslo vzorku sediment	Trifluralin		Chlorpyrifos		Alachlor	
				sediment	membrána	sediment	membrána	sediment	membrána
				mg/kg	µg	mg/kg	µg	mg/kg	µg
Červenec	Hvozdičnice nad Moravicí	596			0,024		< 0,002		0,019
		597			0,023		< 0,002		0,015
	Luha nad Odrou	600			0,017		< 0,002		0,026
		601			0,018		< 0,002		0,020
Srpen	Hvozdičnice nad Moravicí	693	699	< 0,001	0,002	< 0,010	0,017	< 0,005	0,005
		694			0,006		0,015		0,004
	Luha nad Odrou	697	701	0,001	0,010	< 0,010	0,009	< 0,005	0,002
		698			0,007		0,015		0,003
Září	Hvozdičnice nad Moravicí	772			0,004		0,002		0,007
		773			0,005		0,009		0,002
	Luha nad Odrou	776			0,018		0,003		0,031
		777			0,019		0,003		0,029

no, obdobně jako je tomu u výsledků z jiných typů pasivních vzorkovačů, počítat s degradací, ke které dochází v průběhu vzorkovací periody, aby nedošlo k podcenění skutečné expozice (Gunold et al., 2008).

Závěry

Na základě údajů o aplikovaném množství za rok 2007 byly pomocí matematické metody vyhledány potenciálně nejrizikovější vodní útvary pro 16 účinných látek pesticidů.

Provozní a situační monitoring jakosti povrchových vod byl v roce 2007 v závěrových profilech potenciálně rizikových vodních útvarů, ve kterých je pravděpodobnost výskytu pesticidů v hodnotách převyšujících imisní standardy poměrně vysoká, prováděn buď velmi sporadicky, nebo v nich vůbec prováděn nebyl. Proto také vyšší hodnoty než imisní standardy uvedené v Příloze 3 k nařízení vlády č. 229/2007 Sb. v české části povodí Odry prakticky nebyly v rámci provozního a situačního monitoringu u těchto šestnácti látek v roce 2007 zjištěny. Průzkum provedený pomocí nízkonákladových semipermeabilních membrán potvrdil zvýšený výskyt alachloru, chlorpyrifosu a trifluralinu v závěrových profilech vodních útvarů Hvozdnice po ústí do toku Moravice a Luha po ústí do toku Odra, tedy útvarů patřících podle výsledků výše uvedené metody mezi potenciálně nejrizikovější.

Nízkonákladové semipermeabilní membrány podchytily znečištěný způsobené aplikací účinných látek pesticidů v zemědělství podstatně citlivěji než říční sediment. Na rozdíl od sedimentů, kde se polutanty vážou především na jemné jílové částice, je pomocí polyethylenových membrán plněných trioleinem imitována vazba polutantů na skutečně živočišné tuky.

Literatura

- [1] Kožíšek, F. (2002) Pesticidy v pitných vodách. *Vodní hospodářství*, roč. 52, č. 3, s. 61–62, ISSN 1211-0760.
- [2] Kupec, J. (2007) Nízkonákladové semipermeabilní membrány, možnosti laboratorní kalibrace. *VTEI*, 2007, roč. 49, č. 1, s. 8–11, příloha *Vodního hospodářství* č. 2/2007. ISSN 0322-8916.
- [3] Ferenčík, M., Doláněk, P. a Pejchová, S. (2005) Sledování pesticidů a jiných organických polutantů v povrchových vodách. In *Hydroanalýtika*, 2005, s. 115–118. ISBN 80-239-5479-2.

- [4] Gunold, R., Schäfer, R.B., Paschke, A., Schüürmann, G., and Liess, M. (2008) Calibration of the Chemcatcher passive sampler for monitoring selected polar and semi-polar pesticides in surface water. *Environmental Pollution*, vol. 155, Issue 1, p. 52–60.

Poděkování

Uvedené výsledky byly získány díky finanční podpoře poskytnuté projektem SP/2e7/67/08 „Identifikace antropogenních tlaků v české části mezinárodního povodí řeky Odry“ Ministerstvem životního prostředí České republiky.

Ing. Jiří Šajer

VÚV T.G.M., v.v.i., pobočka Ostrava

tel.: 596 134 181/42

e-mail: jiri_sajer@vuv.cz

Příspěvek prošel lektorským řízením.

Keywords

passive sampling, pesticides, semipermeable membranes, water bodies at risk, water quality

Impact of pesticides application on the surface waters quality in the Odra River basin (Šajer, J.)

A lot of agents for plant protection is registered. It is difficult to detect all impacts of these agents on surface waters because of the high cost of chemical analyses. The article describes one of the methods, which can help us to find water bodies at risk in the sense of the Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. The method is demonstrated on the upper part of the Odra River basin, which is located in the Czech Republic.

SCREENING VYBRANÝCH POLUTANTŮ V ODPADNÍCH VODÁCH Z KOMUNÁLNÍCH ZDROJŮ ZNEČIŠTĚNÍ V ČESKÉ REPUBLICE

Pavλίna Krečmerová, Tomáš Mičaník

Klíčová slova

prioritní látky, syntetické komplexotvorné látky, normy environmentální kvality, komunální ČOV

Souhrn

Článek shrnuje výsledky screeningového ověřování vypouštění prioritních látek a některých nebezpečných látek pro vodní prostředí z nejvýznamnějších komunálních zdrojů znečištění v ČR a srovnává je se současnou platnou národní legislativou (nařízení vlády č. 61/2003 Sb., v platném znění) a nově zveřejněnou směrnicí Evropského společenství 2008/105/ES.

Úvod

Problematické látky nebezpečných pro vodní prostředí je v Evropské unii dlouhodobě věnována významná pozornost. Požadavky směrnice 2006/11/ES o znečišťování některými nebezpečnými látkami vypouštěnými do vodního prostředí Společenství (nahradila stejnojmennou směrnici 76/464/EHS) byly do právního řádu ČR transponovány zákonem č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění a navazujícím prováděcím předpisem, kterým je nařízení 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. (dále jen NV č. 61/2003 Sb., v platném znění).

Dne 20. října 2008 byla ve Věstníku Evropského společenství (ES) zveřejněna směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/105/ES o normách environmentální kvality v oblasti vodní politiky a o změně směrnice 2000/60/ES, která zavádí normy environmentální kvality pro 33 látek a 8 ostatních látek nebezpečných pro vodní prostředí a pro člověka. Ty vyjadřují limitní hodnoty (průměrné roční a maximální nepřekročitelné koncentrace). Členské státy mají povinnost upravit své právní a správní předpisy pro dosažení souladu s touto směrnicí do 13. 7. 2010.

Ostravská pobočka Výzkumného ústavu vodohospodářského T.G.M., v.v.i., se dlouhodobě zabývá ověřováním emisí nebezpečných látek z vybraných průmyslových a komunálních zdrojů znečištění. Získané poznatky slouží pro přesnější predikci vývoje znečištění povrchových vod a upřesnění charakteru emisí odpadními vodami s ohledem na obsah látek nebezpečných pro hydrosféru a jejím prostřednictvím i pro člověka. Naměřená data, týkající se vypouštění nebezpečných látek z komunálních zdrojů znečištění, mají význam především pro ověření vlivu emisí na chemický stav povrchových vod a zpřesnění bilance vypouštěného znečištění nebezpečných látek z vybraných bodových zdrojů.

Tento výzkum vychází z potřeb vodohospodářské politiky a reaguje na požadavky, které vyplývají z nástrojů politiky Evropské unie v oblasti ochrany vod s důrazem na nebezpečné látky.

Screening vybraných polutantů

V roce 2007 začal VÚV T.G.M., v.v.i., v rámci výzkumného záměru Výzkum a ochrana hydrosféry ověřovat vypouštění nebezpečných látek do povrchových vod z největších komunálních zdrojů znečištění na celém území ČR, s přihlédnutím k imisním standardům NV č. 61/2003 Sb., v platném znění, a dále k normám environmentální kvality podle původního návrhu směrnice 2008/105/ES. Pro řešení byly využity akreditované laboratoře ústavu v Praze, Brně a Ostravě a v nezbytném rozsahu též externí laboratoře.

V tabulce 1 je uveden Seznam prioritních látek podle Přílohy X směrnice 2000/60/ES a látek, pro které jsou směrnicí 2008/105/ES stanoveny normy environmentální kvality. Pro ověření byly ze seznamu vybrány jen ty látky, které se v komunálních a průmyslových odpadních vodách vyskytují nebo se jejich výskyt předpokládá (vznačeny tučně).

Na základě údajů z Registru komunálních zdrojů znečištění (RKKZ) (vedeného ve VÚV T.G.M., v.v.i.) bylo vybráno 30 komunálních čistíren odpadních vod, které v roce 2005 vypustily více než 4 000 000 m³ odpadních vod, přičemž nebyla známa emise vybraných nebezpečných látek do povrchových vod z těchto komunálních zdrojů. Na zvolené ČOV byl zaslán dotazník „Pasport komunálního zdroje znečištění“, do něhož správci jednotlivých ČOV uvedli významné průmyslové zdroje vypouštějící odpadní vody na danou ČOV a dále přehled sledovaných ukazatelů znečištění, mimo ukazatele podle § 10, vyhlášky č. 431/2001, v platném znění. U každého průmyslového podniku byl uveden způsob předčištění odpadních vod, objem vypouštěných odpadních vod a druh výroby, ze které jsou odpadní vody produkovány.

V druhé části pasportu uvedli správci vybraných ČOV průměrné měsíční hodnoty sledovaných ukazatelů, které monitorují na základě vodoprávního rozhodnutí, popř. zpoplatnění vypouštěného znečištění. Mezi pravidelně

sledované ukazatele patří kadmium a rtuť, v některých případech i další nebezpečné látky.

Mezi ověřované skupiny ukazatelů byly vybrány těžké organické látky (TOL), polyaromatické uhlovodíky (PAU), vybrané kovy (nikl, olovo, rtuť a kadmium), alkyfenoly, ftaláty a syntetické komplexotvorné látky, které patří mezi imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod podle NV č. 61/2003 Sb., v platném znění.

Celkem byl v roce 2007 ověřen emisí 35 nebezpečných látek u 30 největších čistíren odpadních vod v ČR. Odběry byly prováděny na odtoku z ČOV jako 2hodinové až 24hodinové slévané nefiltrované vzorky, pro stanovení těžkých organických látek byly vzorky odebrány bodově. Na většině ČOV byly vzorky odpadních vod odebrány 3x v průběhu pěti měsíců. Celkem bylo vyhodnoceno přibližně 90 odebraných vzorků odpadních vod a dále u rtuťi a kadmia také hodnoty vlastního monitoringu, které poskytli provozovatelé jednotlivých ČOV.

Výsledné průměrné koncentrace všech ověřovaných ukazatelů byly porovnány s imisními standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod dle NV č. 61/2003 Sb., v platném znění, vyjádřenými jako celoroční aritmetické průměry, které jsou uvedeny v tabulce 4 Metodického pokynu odboru ochrany vod MŽP ze dne 14. 9. 2007, a dále s normami environmentální kvality vyjádřenými jako celoroční průměrné koncentrace podle původního návrhu směrnice 2008/105/ES (tabulka 2).

Na obr. 1 je graficky znázorněno překročení imisních standardů a norem environmentální kvality průměrnými koncentracemi ověřovaných ukazatelů v roce 2007. Ze všech ověřovaných ukazatelů není imisní standard stanoven pouze pro kyselinu 1,2-diamino-propan-tetraoctovou (PDTA) náležející mezi syntetické komplexotvorné látky. Pro tuto skupinu ukazatelů, ze které byly ověřovány ještě další dva ukazatele, a to kyselina nitriolctová (NTA) a kyselina ethylendiamin-tetraoctová (EDTA), není stanovena ani norma environmentální kvality. Z tohoto důvodu není u těchto tří ukazatelů vyznačena jejich míra překročení norem environmentální kvality a u PDTA ani míra překročení imisního standardu. Dále na obrázku 1 není znázorněna míra překročení imisních standardů, resp. norem environmentální kvality u ukazatelů organochlorové pesticidy (OCP), PAU a TOL, jelikož hodnoty jejich průměrných koncentrací nepřesáhly výši těchto mezních hodnot.

Ze zjištěných průměrných koncentrací nebezpečných látek se v odpadních vodách z komunálních zdrojů znečištění mohou jevit jako problematické koncentrace nonylfenolů, komplexonů a u ČOV s větším podílem průmyslových odpadních vod také nikl a olovo. Vysoká mez stanovitelnosti brání srovnání naměřených koncentrací s imisním standardem NV č. 61/2003 Sb., v platném znění, a normami environmentální kvality podle návrhu novely směrnice 2008/105/ES u ukazatelů rtuť, kadmium, hexachlorbutadien, benzo(ghi)perylen a indeno(1,2,3-cd)pyren. Pro další ověřování těchto ukazatelů je potřeba zajistit jejich stanovení s dostatečnou citlivostí.

Screening syntetických komplexotvorných látek

V návaznosti na dosažené výsledky byla v roce 2008 pozornost zaměřena pouze na vybrané organické polutanty, jejichž koncentrace zjištěná při ověřování v roce 2007 se v odpadních vodách jevila jako významná a které nejsou pravidelně monitorovány. Pro podrobnější zkoumání byly vybrány syntetické komplexotvorné látky a byla ověřena jejich přítomnost, přenos a odbourávání u vybraných komunálních zdrojů znečištění. Emise těchto polutantů mají plošný charakter především pro jejich užívání jako prostředků spotřební chemie a do vodního prostředí se dostávají také v průmyslových odpadních vodách ze specifických výroby. Byly ověřovány tři ukazatele – kyselina nitriolctová (NTA), kyselina ethylendiamin-tetraoctová (EDTA) a kyselina 1,2-diamino-propan-tetraoctová (PDTA). Nařízení vlády stanoví imisní standard pouze pro NTA a EDTA, směrnice 2008/105/ES pro tyto látky normy environmentální kvality nestanovuje (tyto látky nejsou na úrovni Společenství označeny jako prioritní).

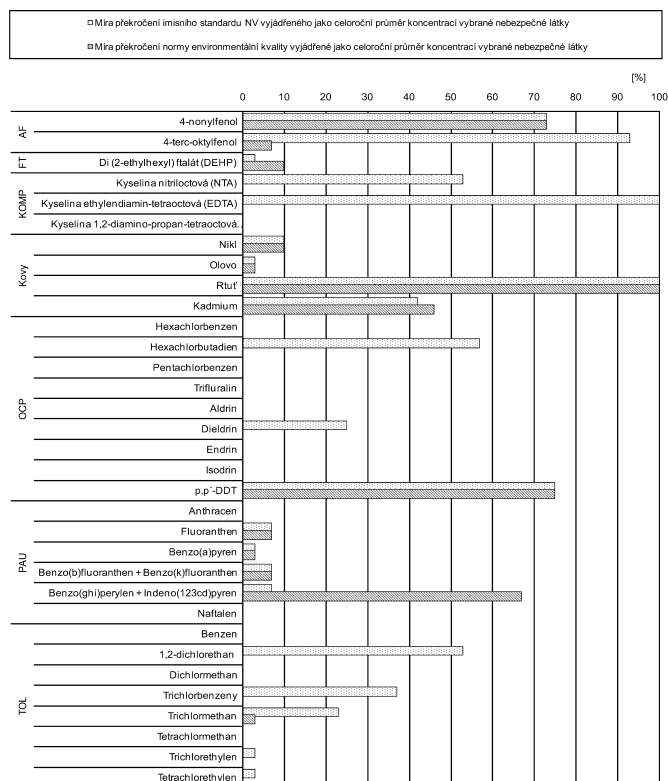
Syntetické komplexotvorné látky jsou organické polutanty antropogenního původu, které jsou široce používány v čistících, mycích a pracích prostředcích, kosmetice, při změkčování vody nebo leptání kovů, a je tedy pravděpodobný významný antropogenní tlak těchto polutantů na životní prostředí.

Kyselina nitriolctová (NTA) je používána jako aktivační přísada v pracích a čistících prostředcích. Za určitých podmínek podléhá biologické degradaci na rozdíl od EDTA, jež je biologicky rezistentní. Vzhledem k dobrým pracím vlastnostem byla uvažována jako náhrada za fosfáty, ale protože jako komplexotvorná látka váže ionty kovů nejen v pracím roztoku, ale i v odpadní vodě, je její použití v pracích prášcích pro negativní ekologické vlastnosti velmi omezeno. Možnými zdroji jsou chemický průmysl, chemie pro stavebnictví, prádelny a čistírny.

Kyselina ethylendiamin-tetraoctová (EDTA) má podobně jako NTA toxické účinky pro vodní prostředí. Použití EDTA je velmi široké – neomezuje se pouze na průmysl, ale je obsažena i v přípravcích nejširší potřeby (aktivační přísada v pracích a čistících prostředcích, součást masážních gelů a krémů). Patří mezi látky biologicky velmi rezistentní, proto bylo její použití

Tabulka 1. Seznam prioritních látek podle Přílohy X Směrnice 2000/60/ES ve znění směrnice 2008/105/ES o normách environmentální kvality

P. č.	CAS number	Název prioritní látky	Určení priority
1	15972-60-8	Alachlor	
2	120-12-7	Anthracen	X
3	1912-24-9	Atrazin	
4	71-43-2	Benzen	
5	32534-81-9	Bromované difenylethyery	X
6	7440-43-9	Kadmium a jeho sloučeniny	X
6a	56-23-5	Tetrachlormethan	
7	85535-84-8	Chlorované alkyly C10-13	X
8	470-90-6	Chlorfenvinfos	
9	2921-88-2	Chlorpyrifos	
9a	309-00-2	Aldrin	
	60-57-1	Dieldrin	
	72-20-8	Endrin	
	465-73-6	Isodrin	
9b	nepřifazeno	DDT celkové	
	50-29-3	p,p'-DDT	
10	107-06-2	1,2-dichlorethan	
11	75-09-2	Dichlormethan	
12	117-81-7	Di(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)	
13	330-54-1	Diuron	
14	115-29-7	Endosulfan	X
15	206-44-0	Fluoranthen	
16	118-74-1	Hexachlorbenzen	X
17	87-68-3	Hexachlorbutadien	X
18	608-73-1	Hexachlorcyklohexan	X
19	34123-59-6	Isoproturon	
20	7439-92-1	Olovo a jeho sloučeniny	
21	7439-92-6	Rtuť a její sloučeniny	X
22	91-20-3	Naftalen	
23	7440-02-0	Níkl a jeho sloučeniny	
24	104-40-5	Nonylfenol (4-nonylfenol)	X
25	140-66-9	Oktylfenol (4-terc. oktylfenol)	
26	608-93-5	Pentachlorbenzen	X
27	87-86-5	Pentachlorfenol	
28	nepřifazeno	Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)	X
	50-32-8	Benzo(a)pyren	X
	205-99-2	Benzo(b)fluoranthen	X
	207-08-9	Benzo(k)fluoranthen	X
	191-24-2	Benzo(g,h,i)perylen	X
	193-39-5	Indeno(1,2,3-cd)pyren	X
29	122-34-9	Simazin	
29a	127-18-4	Tetrachlorethylen	
29b	79-01-6	Trichlorethylen	
30	36643-28-4	Sloučeniny tributylcínu	X
31	12002-48-1	Trichlorbenzeny	
32	67-66-3	Trichlormethan (chloroform)	
33	1582-09-8	Trifluralin	



Obr. 1. Překročení imisních standardů a norem environmentální kvality průměrnými koncentracemi ověřovaných ukazatelů v r. 2007

Tabulka 2. Průměrné koncentrace ověřovaných nebezpečných látek v odpadních vodách z vybraných komunálních ČOV v roce 2007 a jejich srovnání s imisními standardy NV č. 61/2003 Sb., v platném znění, a s normami environmentální kvality podle směrnice 2008/105/ES

Skupina ukazatelů	Nebezpečná látka	Mez stanovitelnosti [µg.l ⁻¹]	Průměrná hodnota koncentrací NL na ověřovaných ČOV [µg.l ⁻¹]	Max. hodnota prům. konc. NL na ověřovaných ČOV [µg.l ⁻¹]	Imisní standard NV (celoroční průměr koncentrací) [µg.l ⁻¹]	Míra překročení imisního standardu NV [%]	NEK (celoroční průměr koncentrací) [µg.l ⁻¹]	Míra překročení NEK [%]
Alkylfenoly	4-nonylfenol	0,02	0,49	1,84	0,3	73	0,3	73
	4-terc-oktylfenol	0,02	0,04	0,34	0,005	93	0,1	7
Ftaláty	Di(2-ethylhexyl)ftalát (DEHP)	0,1–1,5	0,7	2,7	2,6	3	1,3	10
Komplexony	Kyselina nitriloctová (NTA)	0,5	9,3	76,3	5	53	x	x
	Kyselina ethylendiamin-tetraoctová (EDTA)	0,5	68,1	249,5	5	100	x	x
	Kyselina 1,2-diamino-propan-tetraoctová (PDTA)	0,5	3,2	46,7	x	x	x	x
Kovy	Nikl	2	7	38	20	10	20	10
	Olovo	0,5	1,6	30,2	7,2	3	7,2	3
	Rtuť	0,1	0,35	0,96	0,05	100	0,05	100
	Kadmium	0,1-0,2	0,73	2,58	0,3	42	0,15	46
OCP	Hexachlorbenzen	0,002	0,001	0,002	0,004	0	0,01	0
	Hexachlorbutadien	0,05–0,2	0,05	0,08	0,03	57	0,1	0
	Pentachlorbenzen	0,0015–0,002	0,001	0,003	0,01	0	0,007	0
	Trifluralin	0,005	0,003	0,003	0,03	0	0,03	0
	Aldrin	0,002	0,001	0,001	0,003	0	0,01	0
	Dieldrin	0,0015–0,002	0,002	0,006	0,005	25	0,01	0
	Endrin	0,002	0,001	0,001	0,005	0	0,01	0
	Isodrin	0,0015–0,002	0,001	0,001	0,005	0	0,01	0
p,p'-DDT	0,002–0,1	0,030	0,050	0,01	75	0,01	75	
PAU	Anthracen	0,002–0,005	0,002	0,006	0,06	0	0,1	0
	Fluoranthen	0,002–0,005	0,022	0,419	0,09	7	0,1	7
	Benzo(a)pyren	0,002–0,005	0,005	0,077	0,05	3	0,05	3
	Benzo(b)fluoranthen	0,002–0,005	0,006	0,078	0,03	7	0,03	7
	Benzo(k)fluoranthen	0,002–0,005	0,004	0,04	0,03	3		
	Benzo(ghi)perylen	0,002–0,005	0,003	0,02	0,016	3	0,002	67
	Indeno(123cd)pyren	0,0015–0,005	0,003	0,028	0,016	3		
	Naftalen	0,005–0,05	0,019	0,053	1	0	2,4	0
TOL	Benzen	0,1–2	0,9	3,9	10	0	10	0
	1,2-dichlorethan	0,1–5	1,4	2,5	0,5	53	10	0
	Dichlormethan	0,1–10	2,6	5	x	0	20	0
	Trichlorbenzeny	0,1–0,3	0,2	0,3	0,19	37	0,4	0
	Trichlormethan	0,1–0,5	0,5	2,7	0,5	23	2,5	3
	Tetrachlormethan	0,1–0,5	0,2	0,3	0,5	0	12	0
	Trichlorethylen	0,1–0,5	0,1	1,4	0,5	3	10	0
	Tetrachlorethylen	0,1–1	0,2	0,7	0,5	3	10	0

v pracích praxích omezeno. Je chemickým činidlem používaným v různých průmyslových oborech (fotografický, metalurgický, textilní průmysl).

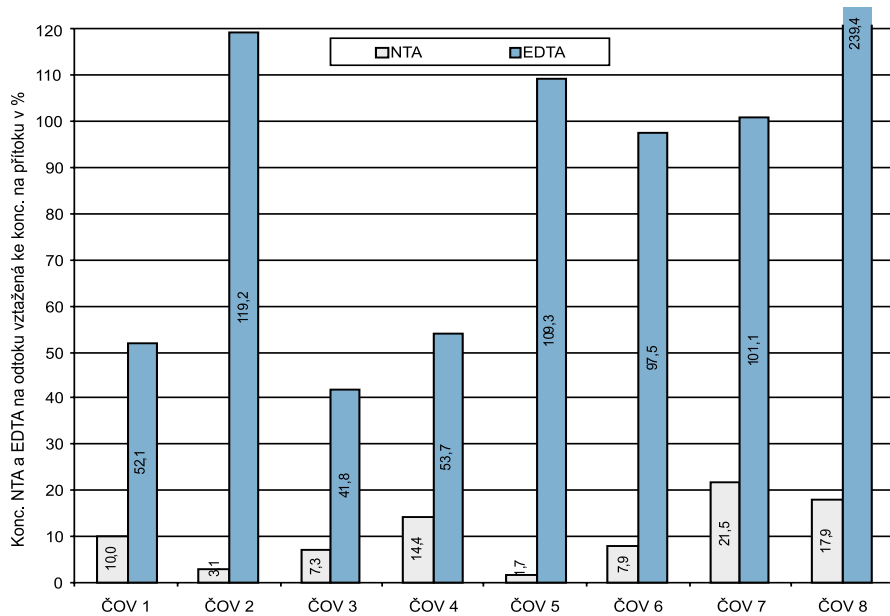
Od května do září 2008 probíhalo ověření přítomnosti, míry odbourávání a vlivu vypouštění komplexotvorných látek NTA a EDTA na recipient u osmi vybraných komunálních zdrojů znečištění. Tyto zdroje byly vybrány z databáze Registr komunálních zdrojů znečištění (VÚV T.G.M., v.v.i.) a také na základě výsledků zjištěných při řešení úkolu Ověření emisí nebezpečných látek z komunálních zdrojů znečištění v roce 2007.

U každého ověřovaného zdroje byly ve třech cyklech odebrány prosté vzorky na nátok a na odtoku z bodového emisního zdroje a ve stejné době z recipientu nad a pod potencionálním emisním zdrojem. Byly tak získány výsledky analýz ze zhruba 130 odebraných vzorků odpadních a povrchových vod. Z naměřených hodnot byla pro vybrané profily jednotlivých bodových zdrojů vypočtena průměrná koncentrace ověřovaného ukazatele. V případě, že naměřená koncentrace byla pod mez stanovitelnosti, byla pro další výpočty a hodnocení vzata její poloviční hodnota. Výsledné průměrné koncentrace ověřovaných ukazatelů byly porovnány s imisními standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod podle NV č. 61/2003 Sb., v platném znění, vyjádřenými jako celoroční aritmetické průměry, které jsou uvedeny v tabulce 4 Metodického pokynu odboru ochrany vod MŽP ze dne 14. 9. 2007.

Na obr. 2 je znázorněna míra odbourávání NTA a EDTA na ověřovaných komunálních ČOV.

Koncentrace na odtoku z ČOV je porovnávána s koncentrací polutantů na přítoku na ČOV. V několika případech byla naměřena vyšší koncentrace EDTA na odtoku než na přítoku. To může být způsobeno malou účinností odbourávání EDTA během technologického procesu čištění a vysokým obsahem těchto kyselin v komunálních odpadních vodách.

Obr. 2. Míra odbourávání NTA a EDTA na komunálních ČOV, vztahovaná na přítok



Přestože technologie čištění odpadních vod nemá stoprocentní účinnost, v případě specifických komplexotvorných látek dochází zejména u NTA během technologického procesu čištění k jejich odbourání přibližně z 90 %. U polutantu EDTA byly koncentrace na odtoku z čistírny nižší přibližně o 10 % než hodnoty naměřené na přítoku (tabulka 3). Zatížení recipientu těmito polutanty bylo zjištěno u většiny bodových zdrojů, kdy především průměrné koncentrace polutantu EDTA nespĺňovaly v recipientu pod ověřovaným zdrojem limit podle NV č. 61/2003 Sb., v platném znění.

Tabulka 3. Procentuální vyjádření počtu ověřovaných zdrojů, které neplnily imisní standard polutantu NTA a EDTA na vybraných profilech podle NV č. 61/2003 Sb., v platném znění, v roce 2008

Ověřované zdroje, které neplnily imisní standard podle NV č. 61/2003 Sb. (prům. konc. byla nad 5 µg.l ⁻¹)	NTA		EDTA	
	v recipientu nad zdrojem	v recipientu pod zdrojem	v recipientu nad zdrojem	v recipientu pod zdrojem
	12,5 %	25 %	12,5 %	62,5 %

Závěr

Screening vybraných polutantů v odpadních vodách z komunálních zdrojů znečištění v ČR, který byl realizován ostravskou pobočkou VÚV T.G.M., v.v.i., v letech 2007–2008, pomohl specifikovat skupinu prioritních látek, jejichž emise ověřované u nejdůležitějších komunálních zdrojů znečištění mohou být problematické pro vodní prostředí.

Ze skupiny ukazatelů ověřovaných v roce 2007 byly vybrány syntetické komplexotvorné látky, které v odpadní vodě dosahovaly u většiny ČOV zvýšených koncentrací. V roce 2008 byly proto další práce zaměřeny na podrobnější zkoumání této skupiny látek. Ve více než polovině analyzovaných vzorků povrchových vod odebraných pod ověřovanými komunálními zdroji znečištění byly zjištěny zvýšené koncentrace ukazatele EDTA, které nespĺňovaly platný imisní standard NV č. 61/2003 Sb., v platném znění.

VLIV PASTVIN NA POVODÍ

Jana Badurová, Helena Mojžíšková

Klíčová slova

zemědělská výroba, pastviny, indikátory fekálního znečištění, enterokoky, antibiotická rezistence

Souhrn

V Rejchartickém potoce, který protéká oblastí Šumperska, byl v průběhu dvou let sledován výskyt fekálních mikrobiálních ukazatelů. Tento tok a jeho přítok je ovlivňován pastvou dobytka. Cílem práce bylo posoudit, jak zemědělsky obhospodařovaná povodí ovlivňují kvalitu odtékající vody. Kromě klasických ukazatelů mikrobiálního znečištění povrchových vod byl sledován výskyt antibiotické rezistence u izolovaných kmenů intestinálních enterokoků. Pro zjištění jejich citlivosti na vybrané druhy antibiotik byla použita disková difuzní metoda. Kromě rezistentních kmenů byl zaznamenán vysoký výskyt multirezistentních enterokoků. Výsledky ukazují, že zemědělské splaškové vody jsou nejen jistým zdrojem fekálních mikroorganismů, ale také bakterií rezistentních k řadě antibiotik.

Úvod

Zemědělství představuje významný zdroj mikrobiálního znečištění vodních toků. Proto jsme se zaměřili na sledování vlivu obhospodařovaných pastvin na kvalitu vodního prostředí. Míra mikrobiálního znečištění vodních toků závisí na řadě faktorů a okolností, jako např. sezonní podmínky zahrnující klima, výskyt zvířat na pastvě v průběhu roku, zdravotní úroveň chovu, ošetřování pastvin aj. (Oliver et al., 2005). Na silný vztah mezi výskytem pastvin a snižující se kvalitou povrchové vody poukazuje také Buck et al. (2004), jenž upozorňuje především na to, že v období výrazných srážek mohou být hodnoty fekálních koliformních bakterií až tisíckrát vyšší než v období sucha.

S mikrobiální kontaminací toků souvisí také výskyt bakteriálních kmenů vykazující rezistenci k antibiotickým látkám. Dlouhodobé používání antibiotik a jejich masivní aplikace pro banální příčiny mají vliv na zvyšující se počet bakterií, které se stávají vůči jejich účinku rezistentní. Profylaktické podávání antibiotik v rámci živočišné výroby a v minulosti často používané růstové stimulanty u hospodářských zvířat vedly k selekčním tlakům a vzniku řady rezistentních kmenů (Khachatourians et al., 1998). Příkladem může být známý avoparcin, jehož používání bylo značně rozší-

S ohledem na skutečnost, že EDTA je směrnici 2008/105/ES specifikována jako látka podléhající přezkumu pro případnou identifikaci jako prioritní látka nebo prioritní nebezpečná látka, je potřeba se problematice syntetických komplexotvorných látek v odpadních vodách a jejich chování ve vodním prostředí dále věnovat. Je třeba dále rozšířit počet sledovaných zdrojů znečištění, pokračovat ve sběru měřených dat a zajistit jejich porovnatelnost a návaznost na monitorovací programy v ČR k získání uceleného přehledu o antropogenních tlacích těchto polutantů na vodní ekosystémy v ČR.

Zpracováno s podporou výzkumného záměru MZP0002071101 „Výzkum a ochrana hydrosféry – výzkum vztahů a procesů ve vodní složce životního prostředí, orientovaný na vliv antropogenních tlaků, její trvalé užívání a ochranu, včetně legislativních nástrojů.“

Ing. Pavlína Krečmerová, Ing. Tomáš Mičaník
VÚV T.G.M., v.v.i., pobočka Ostrava
tel.: 595 134 850, e-mail: micanik@vuv.cz
Příspěvek prošel lektorským řízením.

Key words

priority substances, synthetic complex agents, environmental quality standards, municipal waste water treatment plant

Screening of Selected Pollutants in Waste Water from Municipal Pollution Sources in the Czech Republic (Krečmerová, P., Mičaník, T.)

The article summarizes results of the screening verification of the priority pollutants and other dangerous substances for water environment coming from the most significant communal pollution sources in the Czech Republic. Also comparison with the current valid national legislative (Regulation No 61/2003 as amended) and newly published directive of European Community 2008/105/ES was discussed.

řeno v Evropě do roku 1997, kdy byl zakázán. Avoparcin je zodpovědný za křížovou rezistenci k vankomycinu a je považován za významný faktor vzniku a šíření rezistence k tomuto antibiotiku u enterokoků. Od zákasu jeho používání došlo v relativně krátké době k poklesu vankomycin rezistentních enterokoků (VRE) v řadě evropských států. Přesto jsou v Evropě stále dokumentovány nákazy VRE u hospodářských zvířat (Aaestrup et al., 2002; Ružauskas et al., 2008).

V letech 2006 až 2007 byly v Ropotíně, oblast Šumperska, vybrány odběrové profily na Rejchartickém potoce a jeho přítoku (tok 1. řádu), u kterých bylo sledováno mikrobiální znečištění pocházející z pastvin.

Celkem bylo vybráno sedm odběrových míst, tři na útvuru Rejchartický potok, po ústí do toku Desná (tok 4. řádu). Zbývající čtyři profily byly vybrány na toku 1. řádu, který vede mezi pastvinami a po 2 km se vleává do Rejchartického potoka. Přibližně v polovině rozlohy pastviny se nachází přístřešek pro zvířata s napáječkami, do kterých byla svedena voda z tohoto toku. Samotná zvířata neměla volný přístup k žádnému vodnímu toku, mohla se však pohybovat v jeho těsné blízkosti.

Metodika

Od června roku 2006 do září 2007 byly odebírány z Rejchartického potoka a jeho přítoku vzorky pro mikrobiologická stanovení. V prvním roce sledování byly orientačně odebrány vzorky třikrát, v následujícím roce byly prováděny měsíční odběry (květen až září).

Metodika byla zaměřena na výskyt fekálních mikroorganismů (celkové koliformní bakterie, termotolerantní koliformní bakterie, *E. coli*, enterokoky), které byly stanovovány podle platných norem (TNV 75 7837, TNV 75 7835, ČSN EN ISO 7899-2). Dále byl sledován výskyt myxobakterií jako specifické skupiny mikroorganismů, které blíže indikují zemědělské znečištění. Myxobakterie byly stanovovány podle interní metodiky (Leciánová, 1987).

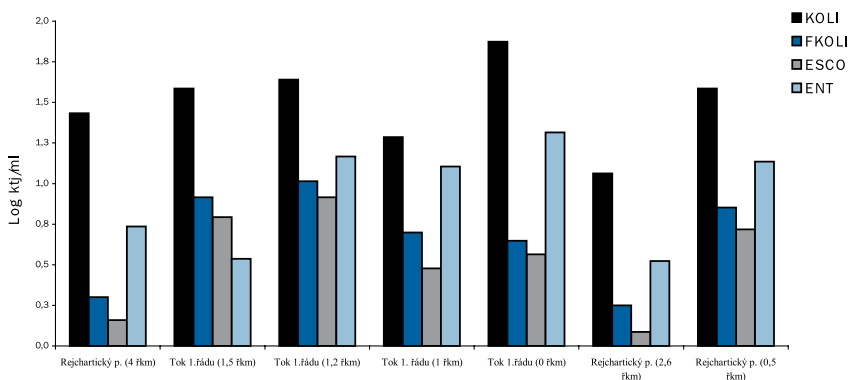
V průběhu uvedených dvou let byly z odebraných vzorků izolovány kmene enterokoků k účelům studia antibiotické rezistence. Kmene byly vybrány z profilů toku 1. řádu, který nebyl ovlivněn komunálním znečištěním, tudíž se dá předpokládat, že byly živočišného původu. En-coccus testem byla provedena jejich druhová identifikace. U identifikovaných kmenů byla diskovou diluční metodou otestována jejich citlivost k sedmi vybraným antibiotikům – Penicilin 10 jednotek, Vankomycin 30 µg, Erythromycin 15 µg, Tetracyklin 30 µg, Ciprofloxacin 5 µg, Streptomycin 300 µg (high load), Gentamicin 120 µg (high load).

Výsledky

Nejvyšší výskyt fekálních koliformních bakterií, včetně *E. coli* a enterokoků, byl zaznamenán v toku 1. řádu v blízkosti teletníku. Enterokoky

Tabulka 1. Výsledky stanovení mikrobiologických ukazatelů v Rejchartickém potoce a jeho přítoku (KOLI – koliformní bakterie, FKOLI – fekální koliformní bakterie (termotolerantní), ESCO – *E. coli*, ENT – enterokoky)

Průměr ktj/ml	KOLI		FKOLI		ESCO		ENT	
	průměr	medián	průměr	medián	průměr	medián	průměr	medián
Rejchartický p. (ř. km 4)	27	19	2	2	1	1	5	6
Tok 1. řádu (ř. km 1,5)	38	25	8	2	6	1	3	3
Tok 1. řádu (ř. km 1,2)	44	30	10	5	8	5	15	13
Tok 1. řádu (ř. km 1)	19	7	2	2	1	2	13	5
Tok 1. řádu (ř. km 0)	75	38	4	25	4	8	21	2
Rejchartický p. (ř. km 2,6)	12	7	2	2	1	1	3	4
Rejchartický p. (ř. km 0,5)	38	6	7	1	5	5	14	6



Obr. 1. Přehled výsledků mikrobiologických ukazatelů v Rejchartickém potoce a jeho přítoku (výsledky jsou znázorněny v dekadickém logaritmu aritmetického průměru (ktj/ml), KOLI – koliformní bakterie, FKOLI – fekální koliformní bakterie (termotolerantní), ESCO – *E. coli*, ENT – enterokoky)

Tabulka 2. Přehled výsledků bakteriální rezistence pro jednotlivá antibiotika

Antibiotikum	Obsah disku (µg)	Citlivé kmeny		Intermediární rezistentní kmeny		Rezistentní kmeny	
		počet	%	počet	%	počet	%
Ciprofloxacin	5	19	43	10	23	15	34
Erythromycin	15	13	30	22	50	9	20
Gentamicin	120	44	100	–	–	–	–
Penicilin	10 units	4	9	–	–	40	91
Streptomycin	300	44	100	–	–	–	–
Tetracyklin	30	24	54	12	27	8	18
Vankomycin	30	16	36	3	7	25	57

byly ve větším počtu izolovány také v místě ústí toku 1. řádu do Rejchartického potoka. Výsledky hodnot z mikrobiologických analýz jsou uvedeny v tabulce 1 a v grafu na obrázku 1.

Myxobakterie byly oproti našemu předpokladu ve vzorcích zaznamenány ve zcela zanedbatelném množství. Jejich nejvyšší výskyt byl zjištěn v toku 1. řádu u teletníku.

Celkem ze 79 izolovaných kmenů enterokoků bylo identifikováno 44 druhů, které mohly být využity ke zjištění výskytu antibiotické rezistence. U každého z nich se vyskytla rezistence alespoň na jedno použité antibiotikum. Nejvíce kmenů vykazovalo rezistenci na penicilin (91 %) a vankomycin (57 %). Rezistentních na ciprofloxacin bylo 34 %, na erythromycin 20 % a 18 % na tetracyklin. U žádného z kmenů nebyla zjištěna rezistence na vysoké koncentrace zkoušených antibiotik gentamicinu a streptomycinu. Výsledky antibiotické rezistence pro jednotlivá antibiotika jsou uvedeny v tabulce 2.

Multirezistence byla zjištěna u 82 % testovaných kmenů. U dvou kmenů byla zaznamenána rezistence na čtyři použitá antibiotika, a to na PEN-VAN-TET-CIP. Častější byl výskyt enterokoků vykazujících rezistenci na trojici antibiotik PEN-VAN-TET nebo PEN-VAN-CIP.

Diskuse

Hodnoty bakterií představující hlavní indikátory fekálního znečištění (termotolerantní koliformní bakterie, *E. coli* a enterokoky) nebyly nijak významně zvýšené v toku 1. řádu ani v Rejchartickém potoce, a to i přesto, že v obou případech jde o malé toky. Rovněž vliv klimatických podmínek během jednotlivých odběrů nebyl zaznamenán.

Zjištěné výsledky odpovídaly požadavkům nařízení vlády č. 229/2007 Sb., o přípustném bakteriálním znečištění povrchových vod. Pouze enterokoky nesplňovaly tyto obecné požadavky v místě ústí toku 1. řádu do Rejchartického potoka.

Myxobakterie, které jsou součástí bacherové mikroflóry přezývkavců (Fiegna and Velicer, 2005), jsou využívány jako indikátory bakteriálního znečištění vod pocházejících ze zemědělství. Záchyt myxobakterií v našem

případě nebyl nijak významný. Rozdíly jejich výskytu v Rejchartickém potoce a toku 1. řádu byly jen nepatrné.

Při vyhodnocování citlivosti mikroorganismů k jednotlivým antibiotikům byl zaznamenán minimální účinek penicilinu na izolované kmeny. Na našem území byl v dřívějších letech zjištěn vysoký výskyt penicilin rezistentních kmenů v odpadních vodách zemědělského původu (Cupáková a Lukášová, 2003). Rezistence bakterií na penicilin je všeobecně v Evropě velmi rozšířená. V řadě států se vyskytují penicilin rezistentní kmeny u řady zvířat, např. drůbeže, prasat a u hovězího dobytka (Kačmaz et al., 2005; Aarestrup et al., 2002; Garcia-Migura et al., 2005). Naše výsledky rovněž potvrzují vysokou rezistenci enterokoků pocházejících z hospodářských zvířat vůči penicilinu.

Jak již bylo řečeno, i když se množství VRE oproti předchozím letům postupně snižuje, je jejich výskyt stále poměrně vysoký i přesto, že již uplynulo jedenáct let od zákazu využívání avoparcinu u zvířat (Aarestrup et al., 2002; Ružauskas et al., 2008). V našem případě více než polovina kmenů enterokoků izolovaných z Rejchartického potoka byla vůči tomuto ATB rezistentní.

Dalším nebezpečím spojeným s bakteriální rezistencí je rezistence enterokoků na vysoké koncentrace antibiotik, zejména gentamicinu a streptomycinu. Ve vzorcích pocházejících ze zemědělství byly objeveny kmeny rezistentní na koncentrace těchto aminoglykosidů v dávkách překračujících 2 000 µg/ml (Rice, 1995). Testovali jsme tato ATB v koncentracích 120 µg na disk u gentamicinu a 300 µg na disku u streptomycinu. Žádný z kmenů nevykazoval rezistenci k těmto koncentracím testovaných aminoglykosidů.

Časté používání dalších typů ATB ve veterinární praxi, erythromycinu a tetracyklinu, vedlo k značné rezistenci bakterií vůči těmto léčivům. Jsou uváděny případy, kdy až devadesát procent izolovaných kmenů z hospodářských zvířat bylo na tato ATB rezistentní (Busani et al., 2007; Garcia-Migura et al., 2005). U námi izolovaných kmenů nebyla zaznamenána tak vysoká rezistence, ta se pohybovala v obou případech pouze kolem 10 %.

Ciprofloxacin je další antibiotikum, které se poměrně běžně používá v humánní i veterinární medicíně. Získané výsledky rezistence na ciprofloxacin (30 %) odpovídají hodnotám zjištěným v Evropě i ve světě (Khan et al., 2004; Tansuphasiri et al., 2006; Johnston and Jaykus, 2004).

Velmi problematickým se v případě enterokoků stává rozšířený výskyt multirezistence. Na území České republiky byly z odpadních vod izolovány enterokoky, které byly z 95 % rezistentní k více než jednomu testovanému antibiotiku (Cupáková a Lukášová, 2003). Není výjimkou, že jsou izolovány enterokoky rezistentní na deset a více antibiotik současně (Garcia-Migura et al., 2005).

Závěr

Zjištěné hodnoty sledované skupiny fekálních mikroorganismů nepřekračují podmínky nařízení vlády č. 229/2007 Sb. pro přípustné bakteriální znečištění povrchových vod. Pouze v jednom profilu, a to ústí toku 1. řádu do Rejchartického potoka, byly mírně překročeny požadavky pro intestinální enterokoky. Rovněž výskyt myxobakterií – jako indikátoru zemědělského znečištění – byl v případech obou sledovaných toků minimální.

Výsledky antibiotické rezistence potvrdily výskyt rezistentních a multirezistentních kmenů. Více než devadesát procent kmenů bylo rezistentních na penicilin. Byla rovněž zjištěna výrazná rezistence k vankomycinu. Z toku byly izolovány kmeny rezistentní k tetracyklinu, erythromycinu a ciprofloxacinu. U žádného z kmenů nebyla zaznamenána rezistence na vysoké koncentrace ATB streptomycinu a gentamicinu.

Literatura

- Aarestrup, FM., Hasman, H., Jensen, LB., Moreno, M., Herrero, IA., Dominguez, L., Finn, M., and Franklin, A. (2002) Antimicrobial Resistance among Enterococci from Pigs in Three European Countries. *Applied and Environmental Microbiology*, p. 4127–4129.
- Buck, O., Niyogi, DK., and Townsend, CR. (2004) Scale-dependence of land use effects on water quality of streams in agricultural catchments. *Environmental Pollution*, vol. 130, p. 287–299.

Busani, L., Grosso, MD., Paladini, C., Graziani, C., Pantosti, A., Biavasco, F., and Caprioli, A. (2004) Antimicrobial susceptibility of vancomycin-susceptible and -resistant enterococci isolated in Italy from raw meat products, farm animals, and human infections. *International Journal of Food Microbiology*, vol. 97, p. 17–22.

Cupáková, Š. and Lukášová, J. (2003) Agricultural and Municipal Waste Water as a Source of Antibiotic-Resistant Enterococci. *Acta Vet. Brno*, vol. 72, p. 123–129.

Fiegna, F. and Velicer, GJ. (2005) Exploitative and Hierarchical Antagonism in a Cooperative Bacterium. *PLOS Biol.*, November, vol. 3, No. 11.

Garcia-Migura, L., Pleydell, S., Barnes, S., Davies, RH., and Liebana, E. (2005) Characterization of Vancomycin-resistant *Enterococcus faecium* isolates from broiler poultry and pig farms in England. *Journal of Clinical Microbiology*, vol. 43, No. 7.

Johnston, LM. and Jaykus, LE. (2004) Antimicrobial Resistance of *Enterococcus* Species Isolated from Produce. *Applied and Environmental Microbiology*, p. 3133–3137.

Kaçmaz, B. and Aksoy, A. (2005) Antimicrobial resistance of enterococci in Turkey. *International Journal of Antimicrobial Agents*, vol. 25, No. 6, p. 535–8.

Khachatourians, GG. (1998) Agricultural use of antibiotics and the evolution and transfer of antibiotic-resistant bacteria. *Canadian Medical Association*, vol. 159, No. 9, p. 1129–1136.

Khan, SA., Nawaz, MS., Khan, AA., Hopper, S., Jones, RA., and Cerniglia, CE. (2005) Molecular characterization of multidrug-resistant *Enterococcus* spp. from poultry and dairy farms: detection of virulence and vancomycin resistance gene markers by PCR. *Molecular and Cellular Probes*, 19, 27–34.

Leciánová, L. (1987) Myxobakterie ve vodách. Vydal Výzkumný ústav vodohospodářský ve Státním zemědělském nakladatelství Praha.

Oliver, DM., Clegg, CD., Haygarth, PM., and Heathwaite, AL. (2005) Assessing the potential for pathogen transfer from grassland soil to surface waters. *Advances in Agronomy*, 85, p. 125–156.

Rice, EW., Nesser, JW., Johnson, CH., and Reasoner, DJ. (1995) Occurrence of high-level Aminoglycoside Resistance in Environmental Isolates of Enterococci. *Applied and Environmental Microbiology*, p. 374–376.

Ružauskas, M., Šeputiene, V., Šiugždiniene, R., Sužiedeliene, E., Virgailis, M. (2008) Antimicrobial Resistance of *Enterococcus* spp. *Lithuanian Animal Farms. Veterinarija ir zootechnika*, vol. 41 (63).

Tansuphasiri, U., Khaminthakul, D., and Pandii, W. (2006) Antibiotic resistance of enterococci isolated from frozen foods and environmental water. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*, vol. 37, No. 1, p. 162–70.

Urbášková, P. (1998) Rezistence bakterií k antibiotikům. Vybrané metody. Trios.

National Committee for Clinical Laboratory Standards (1999). Performance standards for antimicrobial disk and dilution susceptibility tests for bacteria isolated from animals. Approved standard M31-A. NCCLS, Wayne.

Poděkování

Projekt vznikl za podpory výzkumného záměru MZP0002071101.

Mgr. Jana Badurová
VÚV T.G.M., v.v.i., Ostrava
e-mail: jana_badurova@vuv.cz

MVDr. Helena Mojžíšková
VÚV T.G.M., v.v.i., Ostrava
e-mail: helena_galkova@vuv.cz

Keywords

agricultural production, livestock grazings, indicators of faecal pollution, enterococci, antibiotic resistance

Influence of livestock grazings on watershed (Badurová, J., Mojžíšková, H.)

The occurrence of faecal microbial parameters was monitored during two years in the Rejchartický Creek which flows through the Šumperk region in the Jeseníky Mountains. This stream and its tributary are influenced by livestock grazing. The objective of this work was to assess how the agriculturally managed watersheds affect the water quality. Beside the classical parameters of microbial pollution of surface water, the occurrence of antibiotic resistance in isolated strains of intestinal enterococci was monitored. The disc diffuse method was applied in order to detect the sensitivity to selected types of antibiotics. A high occurrence of multiresistant enterococci was detected in addition to resistant strains. The results show that agricultural sewage water is not only a definite source of faecal microorganisms but also of bacteria resistant to a range of antibiotics.

NOVÉ PŘÍSTUPY K HODNOCENÍ ODPADŮ 2

Marie Kulovaná, Kristýna Žiaková

Klíčová slova

kyselinová a zásaditá neutralizační kapacita odpadů, vyluhové vlastnosti odpadů

Souhrn

Článek shrnuje výsledky prací prováděných ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, v.v.i., v letech 2005–2007 v oblasti hodnocení vyluhových vlastností odpadů. Pro hodnocení těchto vlastností se používají různé testy, které umožňují získat informace o vlastnostech odpadů v různých etapách jejich využití. Dále představuje metodiku pro stanovení kyselinové a zásadité neutralizační kapacity v odpadech.

1 Úvod

Tento článek navazuje na předchozí stať Nové přístupy k hodnocení odpadů, která vyšla v čísle 4/2009 VTEI (příloha Vodního hospodářství č. 8/2009). Kvalitní hodnocení vlastností odpadů může přispět jak k ochraně životního prostředí, tak i k maximálnímu využití odpadů. Kromě hodnocení ekotoxikologických vlastností je třeba u odpadů hodnotit i další vlastnosti. Odpady mohou obsahovat a ve většině případů obsahují značné množství škodlivých prvků a sloučenin. Celkový obsah kontaminujících látek však může být méně důležitý než vyhodnocení dopadu těchto kontaminujících látek na okolní prostředí. Množství uvolněných kontaminujících látek v důsledku vyluhovacího procesu může být klíčovým faktorem pro odhad většího rizika pro životní prostředí. Porozumění těmto procesům umožní předpovídat dlouhodobě chování odpadů po jejich uložení na skládku nebo přímo do okolního prostředí. Hodnocení vyluhových vlastností odpadů je široká problematika, které se věnují odborníci z nejrůznějších zemí světa. Jak připravit vyluh a hodnotit výsledky loužení je velmi diskutovaná otázka nejen v rámci Evropské unie, ale i v dalších zemích světa. Pro možnost předpovídat chování konkrétních látek bylo vyvinuto mnoho postupů vyluhování, velmi diskutována je i otázka sledování chování odpadů při různém pH.

2 Hodnocení odpadů

Jak již bylo uvedeno v předchozím článku, systém hodnocení odpadů podle požadavků evropské odpadové směrnice [1] je trojstupňový:

- **Základní popis, základní charakterizace** (Basic characterization) – zde by měly být uvedeny všechny dostupné informace o odpadu, o způsobu jeho vzniku, jeho chemickém složení, nebezpečných vlastnostech apod.
- **Ověřování shody** (Compliance testing) slouží k ověřování toho, že předávaný odpad je shodný s odpadem, na který byl vypracován Základní popis.
- **Ověřování na místě** (In situ verification) – konečné ověřování při přejímce do zařízení.

Pro každý stupeň je nutno volit jiný postup hodnocení vyluhových vlastností; pro základní charakterizaci by rozsah zkoušek měl být co nejšířší, aby bylo zřejmé, jaké pochody je možno v odpadu očekávat. Pro ověřování shody by pak postačil pouze jeden vyluhový test a pro ověřování na místě by nebyl potřeba test žádný.

V současné době je v ČR [2–4] pro hodnocení odpadů předepsán pouze jediný vyluhový test, a to jednorázový vsádkový, s dobou třepání (způsob hlava-pata) 24 hodin. Tento test se používá pro základní charakterizaci, pro ověřování shody a i pro hodnocení nebezpečné vlastnosti H13 Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po odstraňování.

3 Nebezpečná vlastnost H13 Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po odstraňování

Nebezpečnou vlastnost H13 Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po odstraňování mají odpady, které mohou jakýmkoliv způsobem uvolňovat nebezpečné látky nebo vést při svém odstraňování nebo po něm ke vzniku škodlivých látek negativně působících na životní prostředí a zdraví lidí [4].

Obdobně jako hodnocení ekotoxicity je i hodnocení nebezpečné vlastnosti H13 v jednotlivých státech Evropské unie rozdílné. Některé státy využívají k hodnocení této nebezpečné vlastnosti ukazatele a limitní hodnoty, které jsou předepsány pro odpady ukládané na skládky, nebo využívají jiné postupy. Například Velká Británie nemá limity pro aplikaci H13 ve vyluhu z odpadu, nebezpečná vlastnost se sleduje např. při degradaci odpadů, reakci s ostatními odpady nebo látkami, během spalování nebo během dalšího nakládání s odpadem [5].

V České republice určují, zda odpad nemá nebezpečnou vlastnost H13, ukazatele ve vyhlášce č. 376/2001 Sb. [4]. Je zde předepsáno stanovení vybraných ukazatelů ve výluhu (pH, konduktivita, fenolový index, kyanidový celkový, kyanid snadno uvolnitelný, As, Cd, Cr celkový, Hg, Ni, Pb, Se) a v pevné matici stanovení šesti kongenerů PCB. Rozsah ukazatelů ve výluhu vychází z dřívě používané třídy vyluhovatelnosti III podle vyhlášky č. 383/2001 Sb. [6]. Přestože vyhláškou č. 294/2005 Sb. došlo ke změně vyluhových tříd již v roce 2005, ke změně požadavků na H13 dosud nedošlo. Děje se tak v situaci, kdy některé odpady nejsou nebezpečné (nemají nebezpečnou vlastnost H13), ale zároveň nevyhovují limitním hodnotám pro uložení na skládku nebezpečného odpadu, kde je různý rozsah ukazatelů i odlišné limitní hodnoty shodných ukazatelů.

K definování podmínek vlastnosti H13 vedla snaha o ochranu životního prostředí, s využitím podmínek pro vlastnosti odpadů, které jsou ukládány na skládky nebo využívány na povrchu terénu. Tyto odpady jsou ve skládkovém tělese, popř. přímo v životním prostředí uloženy trvale. Přestože jednotlivé druhy skládek mají přesně předepsán způsob zabezpečení, mohou se z těchto odpadů dostávat do životního prostředí látky, které je možno označovat jako škodlivé, nepříznivé pro daný ekosystém, které mohou ovlivňovat podzemní vodu, potravní řetězce apod.

Pro ochranu životního prostředí je důležité množství látky, které se může uvolnit do okolního prostředí. Toto uvolňování může být způsobeno povětrnostními podmínkami, průsakovými vodami i vlivem okolních odpadů. Množství uvolněné kontaminující látky v důsledku vyluhovacího procesu může být klíčovým faktorem pro odhad rizika pro životní prostředí. Porozumění těmto procesům umožní předpovídat dlouhodobě jejich chování ve všech souvislostech. Pro možnost předpovídat chování konkrétních látek a jejich forem bylo vyvinuto mnoho způsobů vyluhování, které mohou pomoci předpovídat procesy, které v odpadech probíhají. Lze předpokládat, že koncentraci sledované látky je možno seřadit následovně:

celkový obsah \geq potenciální obsah, který může být vyloužen \geq rovnovážný stav \geq skutečný obsah, který je vyloužen.

Otázka sledování chování odpadů při loužení je velmi diskutovanou problematikou, včetně postupů při stanovování vyluhovatelnosti při různé hodnotě pH. V celém světě se používá více než 50 rozdílných testů. Jako vyluhovadlo se využívají nejrozličnější kapaliny – nejčastěji voda nebo kyseliny (organické nebo minerální).

Používané testy

V evropských státech se používají nejrozličnější normy pro přípravu výluhu. Normy platné pro všechny členy dané organizace jsou vydávány Evropskou komisí pro normalizaci (CEN) a Mezinárodní organizací pro standardizaci (ISO).

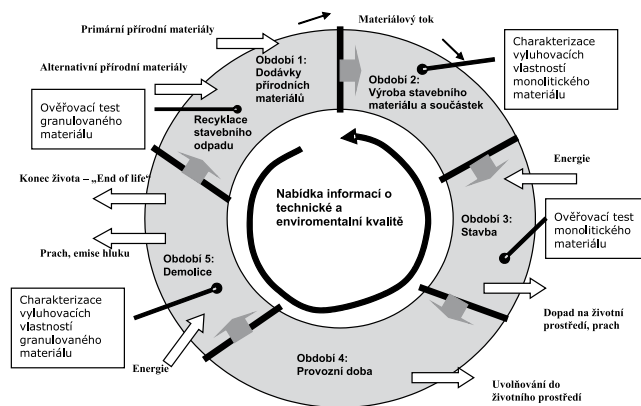
Kromě normy EN 12457:2003 (v ČR platí jako ČSN EN 12457 [7]), která patří k nejpoužívanějším a je i předepsána rozhodnutím Rady 2003/33 [8], existují i národní normy, které řeší tyto postupy v jednotlivých státech. V rámci Evropské komise pro normalizaci (CEN) byly dále vydány technické zprávy (TS), které se problematikou loužení odpadů zabývají: CEN/TS 14429:2005 Characterization of waste – Leaching behaviour tests – Influence of pH on leaching with initial acid/base addition, CEN/TS 14997:2006 Characterization of waste – Leaching behaviour tests – Influence of pH on leaching with continuous pH-control, CEN/TS 14405:2004 Characterization of waste – Leaching behaviour tests – Up-flow percolation test (under specified conditions), CEN/TS 15364:2006 Characterization of waste – Leaching behaviour tests – Acid and base neutralization capacity test. Tyto technické zprávy postupně přejímají do své soustavy norem jednotliví členové CEN.

ČSN EN 12457 (4):2003 Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů – tento dávkový způsob přípravy výluhu patří k nejpoužívanějším. Odpad je zde loužen demineralizovanou vodou v poměru L/S = 10 (l/kg) celkem 24 hodin, vzorkovnice jsou otáčeny systémem hlava-pata. Norma má čtyři části podle poměru L/S a celkového počtu dávek (1 nebo 2).

PrEN 14429:2005 Vliv pH na vyluhovací vlastnosti s počátečním předávkem kyseliny nebo zásady [9] – test se skládá z paralelních extrakcí materiálu v poměru L/S = 10 (l/kg) po dobu 48 hodin s předem určenými hodnotami pH. Parametr pH je jeden z hlavních kontrolních parametrů vyluhování. Informace mohou být využívány pro geochemické modelování. Test poskytuje informace o citlivosti loužení podle předepsané změny v pH. Je třeba ocenit vysokou citlivost, navíc tento test poskytuje informace o kyselinové neutralizační kapacitě.

PrEN 14405:2004 Perkolační sloupcový vyluhovací test [10] – tento sloupcový test spočívá v průtoku vyluhovadla kolonou zdola nahoru. Vyluhovadlem je demineralizovaná voda, testovaný materiál má velikost částic < 4 mm. Celkem sedm vyluhových frakcí je soustředěno v intervalu L/S = 0,1–10 (l/kg). Celková doba trvání úplného testu je přibližně 21 dnů.

CEN/TS 15364:2006 Stanovení kyselinové a zásadité neutralizační kapacity [11] – principem zkoušky je stanovení pH vodného výluhu při



Obr. 1. Charakterizace a ověřovací vyluhové testy v různých obdobích životního cyklu stavebních materiálů

různých přídavcích kyseliny dusičné nebo hydroxidu sodného a následné stanovení pH, které ukazuje schopnost vzorku reagovat s kyselinou, resp. hydroxidem. Grafickým výstupem zkoušky je křivka.

NEN 7345:2004 Vyluhovací test pro monolitické materiály [12] – v tomto holandském testu se monolitický vzorek podrobuje vyluhování v uzavřené nádrži. Je hodnoceno uvolněné množství vzhledem k celkovému povrchu. Vyluhovadlem je demineralizovaná voda obnovovaná poprvé po 8 hodinách, a potom po 1, 2, 4, 9, 16, 36, 64 dnech. Výsledky jsou vyjádřeny v mg/m².

Sledování vyluhovacích vlastností odpadů je záležitost, které se věnuje mnoho pracovišť po celém světě. Ze sledovaných odpadů to jsou především popeloviny ze spaloven komunálních odpadů, ale i kaly a jiné odpady. U konstrukčních materiálů mohou být v průběhu jejich životního cyklu využívány různé testy (obr. 1). Vzhledem k tomu, že pro sledování dlouhodobého vyluhování není sjednocena metodika, používají různá pracoviště různé postupy. Používají se testy dávkové, především vyluhovací test podle EN 12457, testy perkolační, sloupcové (prEN 14429), testy pro granulovaný odpad, testy pro monolitický odpad (NEN 7345), testy jednorázové i dlouhodobé trvajících i několik týdnů, testy se sledováním pH, výluhy podle kyselinové a zásadité neutralizační kapacity apod. Látky, které jsou sledovány ve zvolených odpadech, jsou také různé. Některé rozsáhlé projekty sledují široké spektrum prvků a sloučenin (např. podle požadavků vyluhových tříd podle rozhodnutí Rady 2003/33/ES). V menších projektech bývají sledovány jednotlivé toxické kovy (Hg, Pb, Zn, Cr atd.), jejichž případný dopad na životní prostředí a zdraví člověka je dostatečně znám. Jako vyluhovadlo se nejčastěji používá demineralizovaná voda, jsou však prováděny výluhy i s roztoky minerálních a organických kyselin, popř. i s octanem sodným.

Různé testy se používají pro získávání odpovědí na různé otázky. Jiný postup se použije pro zjištění koncentrace v rovnovážném stavu a jiný pro dlouhodobé loužení. Součástí prováděných testů je i využívání informací získaných při vyhodnocování kyselinové a zásadité neutralizační kapacity, především při přípravě vyluhovacích podmínek při vybraném pH.

4 Výzkumný záměr MŽP

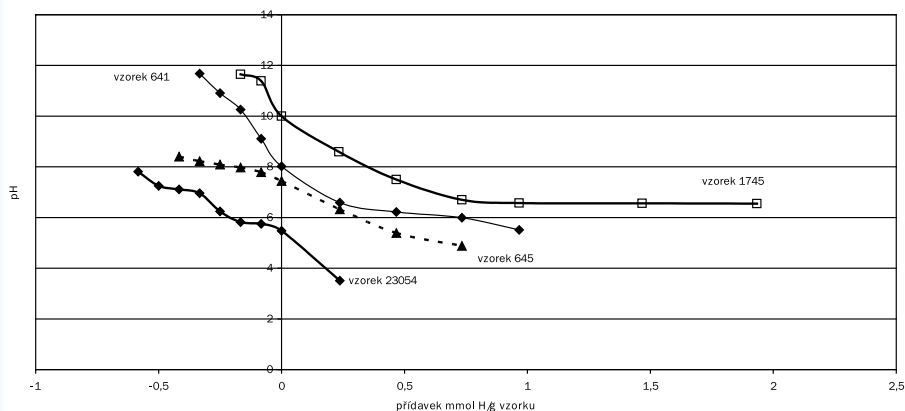
V rámci prací, které byly prováděny ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, v.v.i., během výzkumného záměru MZPO002071102 Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení), byla pozornost soustředěna i na přístup k novému způsobu hodnocení nebezpečné vlastnosti H13 Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po odstraňování. Součástí těchto prací byla i příprava metodiky pro stanovení kyselinové a zásadité neutralizační kapacity.

Kyselinová a zásaditá neutralizační kapacita

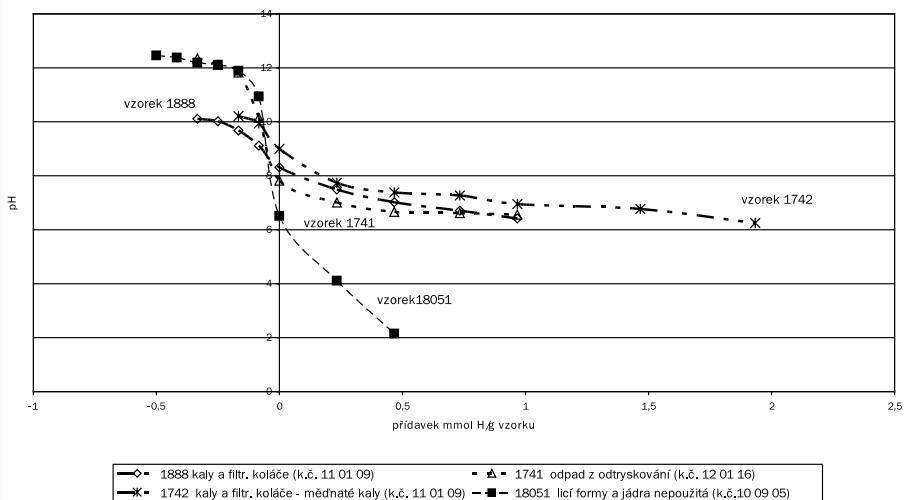
Kyselinová a zásaditá neutralizační kapacita je ukazatel, který se běžně stanovuje ve vodách. Neutralizační kapacita je tam definována jako schopnost vody vázat vodíkové nebo hydroxidové ionty. Neutralizační kapacita je látkové množství silné jednosytné kyseliny nebo silné jednosytné zásady v mmol, které spotřebuje 1litr vody k dosažení určité hodnoty pH; rozeznává se kyselinová a zásaditá kapacita v mmol/l, integrál tlumivé kapacity v daném rozmezí pH [14].

V písemných materiálech (normách) je v odpadech uváděn pojem kyselinová neutralizační kapacita – acid neutralization capacity (ANC). Tento pojem zahrnuje stanovení celkové neutralizační kapacity, tj. kyselinové i zásadité.

V rámci výzkumného záměru byla vyvíjena metodika pro stanovení kyselinové a zásadité neutralizační kapacity v odpadech [15, 16].



Obr. 2. Kyselinová a zásaditá neutralizační kapacita 1 – kaly z čištění průmyslových odpadních vod (k. č. 19 08 13)



Obr. 3. Kyselinová a zásaditá neutralizační kapacita 2

V odpadech je stanovení této veličiny složitější než ve vodách. Především proto, že odpady samotné jsou většinou pevné látky, nikoliv kapaliny, a při ukládání na skládku dochází k jejich vzájemné interakci. Skládku tak působí jako reaktor, ve kterém probíhají nejrůznější chemické reakce mezi jednotlivými složkami, včetně procesu neutralizace. Jednou z hlavních kontrolních charakteristik loužení je ukazatel pH.

Postup stanovení

Postup stanovení ANC je založen na technickém dokumentu CEN/TS 15364:2006 (Characterization of waste – Leaching behaviour tests – Acid and base neutralization capacity test). Principem zkoušky je stanovení pH vodného výluhu při různých přídavech kyseliny dusičné nebo hydroxidu sodného a následné stanovení pH, které ukazuje schopnost vzorku reagovat s kyselinou, resp. hydroxidem; grafickým výstupem zkoušky je křivka. Test se skládá ze souběžných výluhů materiálu při L/S = 10 (l/kg) po dobu 48 hodin v sérii předvolby hodnoty pH. Součástí stanovení je i stanovení přirozeného pH, tj. postupem podle ČSN EN 12457-4.

Naměřené hodnoty pH, včetně hodnoty přirozeného pH stanoveného bez přídávku kyseliny nebo zásady, jsou zpracovány tabelárně a graficky, kde je sledována závislost pH na přidaném množství H⁺. Příklady neutralizačních křivek jsou uvedeny na obr. 2 a 3.

K vývoji a ověření metodiky bylo prováděno toto stanovení na 35 vzorcích odpadů. K práci byly přijaty vzorky odpadů od společností, které provozují skládky odpadů; mezi nejčastěji zastoupené patřily kaly z fyzikálně-chemického zpracování obsahující nebezpečné látky (k. č. 19 02 05) a kaly z jiných způsobů čištění průmyslových odpadních vod obsahující nebezpečné látky (k. č. 19 08 13) – celkem po čtyřech. Dále byly zastoupeny vzorky odpadů z výroby, zpracování, distribuce, používání a odstraňo-

vání barev a laků, odpady z vyzdívek, stavební odpady, odpady ze slévání železných odlitků, kontaminovaná zemina a další.

Každý vzorek vykazoval jedinečnou křivku ANC, typickou pouze pro tento odpad. Lišily se i křivky odpadů se stejným katalogovým číslem i vzorky vzhledově s podobnou matricí.

Během vývoje metodiky byly v rozmezí dvou let prováděny testy na vzorcích solidifikátů (1364/06, 1365/06), jako pojivo byl použit cement. V roce 2006 byly ke stanovení ANC použity dva vzorky solidifikátů, shodný vzorek (1894/07) s nimi byl skladován v laboratoři v běžných podmínkách a zkoušky byly provedeny v roce 2007. Na obr. 4 jsou soustředěny všechny tři křivky sledovaných solidifikátů. Jak je patrné, křivky solidifikátu z roku 2006 jsou téměř shodné, po ročním skladování došlo ke změně a vzorek již ztrácí svoji pufrovací kapacitu. Je zřejmé, že ANC není dlouhodobě konstantní a dochází k jejím změnám v čase, pravděpodobně především působením vnějších povětrnostních vlivů, popř. stárnutím materiálu. Je proto důležité uvažovat kyselinovou neutralizační kapacitu i v časovém rozměru.

Shrnutí

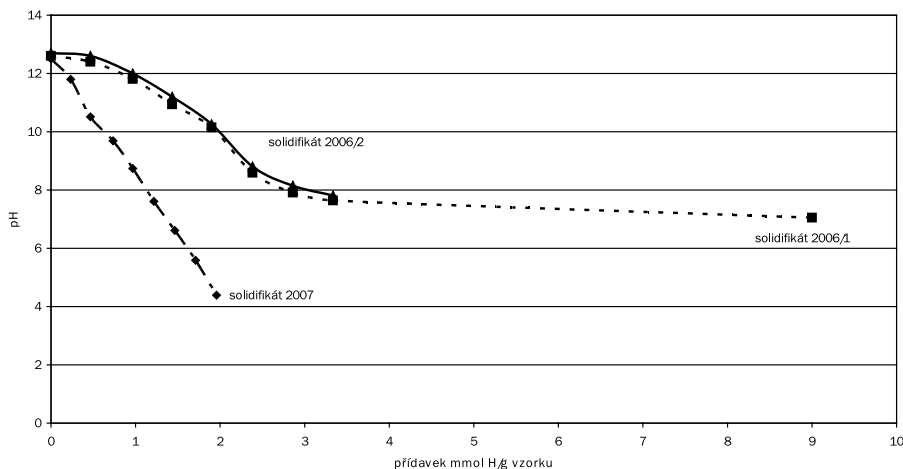
Problematika chování odpadů po uložení na skládku nebo přímo do přírodního prostředí úzce souvisí s formou jednotlivých chemických prvků a sloučenin obsažených v tomto materiálu. Možnost předpovědět jejich chování v dlouhodobém horizontu je dána využitím různých výluhových testů. Mezi důležité informace, které tuto předpověď umožňují, patří i průběh kyselinové neutralizační kapacity v závislosti na pH. Po vyčerpání pufrovací kapacity uloženého odpadu může docházet k nadlimitnímu vyluhování škodlivých látek, např. těžkých kovů, kdy jejich rozpuštěný podíl ve vyluhovací kapalině vždy závisí na pH. Pak může dojít k situaci, že odpad uložený na skládku, který původně splňoval všechny předepsané limity, již nevyhovuje.

Hodnota neutralizační kapacity a průběh její křivky závisí na povaze matrice a původu odpadu.

Z obr. 2 je zřejmé, že i u odpadů zařazených pod stejné katalogové číslo není průběh křivky totožný. Nestačí tedy, že jsou odpady zařazeny pod stejným katalogovým číslem. Je třeba věnovat pozornost každému odpadu samostatně, pod stejné katalogové číslo mohou být zařazeny odpady, jejichž složení a vlastnosti jsou naprosto rozdílné; rozdílný tedy může být i jejich vliv na životní prostředí.

Metodika stanovení je uvedena v elektronické podobě na internetových stránkách Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka – Centra pro hospodaření s odpady (<http://ceho.vuv.cz/>).

Kromě využití informací, které může při hodnocení odpadu poskytnout křivka kyselinové a zásadité neutralizační kapacity, je třeba se zaměřit na novelizaci požadavků právních předpisů na stanovení nebezpečné vlastnosti H13.



Obr. 4. Kyselinová a zásaditá neutralizační kapacita – solidifikáty

5 Závěr

Z výsledků našeho výzkumu vyplývá, že dosavadní hodnocení odpadů je nedostatečné, zejména hodnocení nebezpečné vlastnosti H13, hodnocení odpadů ukládaných na skládky a využívaných na povrchu terénu. V návaznosti na nové vědecké poznatky se musí hodnocení odpadů, zjišťování jejich konkrétních vlastností a studie dopadu těchto vlastností na okolní prostředí stále vyvíjet. Už povinnost vypracovat Základní popis odpadu by měla nutit všechny původce a vlastníky odpadu, aby sledování svého odpadu věnovali zvýšenou pozornost již při jeho vzniku. Důkladná znalost možného chování odpadu v různém prostředí umožní nakládat s odpadem tak, aby jeho využití mohlo být maximální a jeho nepříznivé dopady na životní prostředí byly co nejmenší.

Při testování vlivu odpadů na životní prostředí nelze opomíjet chemickou analýzu, je však třeba zvolit vhodné metody, které mají dostatečnou vypovídací schopnost a umožňují i případnou předpověď pro dlouhodobé chování odpadu v životním prostředí. Mezi tyto metody patří i stanovení kyselinové a zásadité neutralizační kapacity.

Pro stanovení nebezpečné vlastnosti H13 je třeba pracovat na vědeckých podkladech, které by umožnily inovovat požadavky dané právním předpisem, aby nedocházelo k rozporům a byla skutečně hodnocena „schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po odstraňování“.

Literatura

- [1] Evropská Rámcová směrnice o odpadech 2006/12/ES.
- [2] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů (v platném znění).
- [3] Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a o změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.
- [4] Vyhláška č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů (v platném znění).
- [5] ÖKOPOL GMBH, ARGUS GMBH: Review of the European List of Waste, Interim Report 2, May 2008.
- [6] Vyhláška č. 381/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.
- [7] ČSN EN 12457-4:2003 Charakterizace odpadů – Vyluhování – Ověřovací zkouška vyluhovatelnosti zrnitých odpadů a kalů – Část 4: Jednostupňová vsádková zkouška při poměru kapalné a pevné fáze 10 l/kg pro materiály se zrnitostí menší než 10 mm (bez zmenšení velikosti částic, nebo s ním).
- [8] Rozhodnutí Rady 2003/33/ES, kterým se stanoví kritéria a postupy pro přijímání odpadů na skládkách podle článku 16 směrnice 1999/31/ES a její přílohy II.
- [9] prEN CEN/TS 14429:2005 Characterization of waste – Leaching behaviour tests – Influence of pH on leaching with initial acid/base addition.

- [10] prEN CEN/TS 14405:2004 Characterization of waste – Leaching behaviour tests – Up-flow percolation test (under specified conditions).
- [11] CEN/TS 15364:2006 Characterization of waste – Leaching behaviour tests – Acid and base neutralization capacity test.
- [12] NEN 7345:2004 Vyluhovací test pro monolitické materiály.
- [13] van der Sloot, HA., Kosson, DS., Meeussen, H., Sanchez, F. An Overview of Leaching Assessment for Waste Disposal and Materials Use (Engineering). WASCON 2003.
- [14] Pitter, P. Hydrochemie. Praha : VŠCHT, 1999, 3. vydání.
- [15] Kulovaná, M. aj. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení) (výzkumná zpráva). Praha : Ministerstvo životního prostředí, odbor odpadů, 2006.
- [16] Kulovaná, M. aj. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení) (výzkumná zpráva). Praha : Ministerstvo životního prostředí, odbor odpadů, 2007.

Zpracováno s podporou výzkumného záměru MZP0002071102 „Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje“.

Ing. Marie Kulovaná, Ing. Kristýna Žiaková
VÚV T.G.M., v.v.i. – Centrum pro hospodaření s odpady
tel. 220197327, 220197264
e-mail: marie_kulovana@vuv.cz, kristyna_ziakova@vuv.cz
Posudek prošel lektorským řízením.

Key words

acid and basic neutralization capacity of waste, leaching characteristics of waste

New approach to waste classification 2 (Kulovaná, M., Žiaková, K.)

The lecture summarizes the results of works carried out in the T. G. Masaryk Water Research Institute, Public Research Institution, during the years 2005–2007 in the field of classification of leaching characteristics of waste. Various tests were used for classification of these characteristics allowing obtain information about waste characteristics in different stages of their utilization. Next, the lecture presents a methodology for determination of acid and basic neutralization capacity of waste.

Nové publikace VÚV T.G.M., v.v.i

V průběhu roku 2009 Výzkumný ústav vodohospodářský vydal **Atlas skládek inertních odpadů a spaloven** (autorka Lenka Bartáčková, ISBN 978-80-85900-89-7), který je již třetím dílem Atlasu zařízení pro nakládání s odpady. Navazuje na předchozí díly z roku 2007 a 2008, které byly věnovány skládkám nebezpečných odpadů a ostatních odpadů.

Dále se připravují publikace **K problematice náhrad hodnot pod mezí stanovitelnosti při chemických analýzách a monitorování stavu vod – Vliv náhrady hodnot pod mezí stanovitelnosti polovinou meze stanovitelnosti na statistické charakteristiky souborů hodnot** (autor Ivan Nesměřák) a **Extenzivní způsoby čištění odpadních vod** (Eva Mlejnská a kol.).

V současné době VÚV T.G.M. vydává dvě publikace představující výsledky výzkumu oddělení hydrologie:

Teploty vody v tocích České republiky

Ing. Oldřich Novický, Mgr. Pavel Tremel, Ing. Magdalena Mrkvíčková, Ing. Ladislav Kašpárek, CSc., RNDr. Jitka Brzáková, Ing. Stanislav Horáček, Ing. Michal Vaculík

Monografie zpracovaná kolektivem autorů oddělení hydrologie Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i., komplexně shrnuje poznatky o teplotě vody v tocích – počínaje vývojem teploty vody od 60. let 20. století přes současnost až po předpokládaný vývoj do roku 2050, včetně souvislosti mezi vývojem teploty vody a teploty vzduchu. Je zhodnocen vývoj a kolísání hodinových, denních, měsíčních a ročních dat.

Součástí publikace je podrobný seznam a mapy staniční sítě pozorování teplot vody, včetně informací o dostupnosti a ovlivnění dat.

Vodní bilance v podmínkách klimatické změny v povodí horní Metuje

Ing. Adam Vizina, Ing. Ladislav Kašpárek, CSc., Ing. Miroslav Kněžek, CSc., Jan Kašpárek, Ing. Jan Uhlík, Ph.D., Ing. Renata Fridrichová, Ing. Oldřich Rakovec, Ing. Stanislav Horáček

Publikace shrnuje výsledky dlouhodobého výzkumu v povodí horní Metuje, kde jsou dlouhodobě sledovány změny v hydrologické bilanci v uzavřené křídové pánvi a vztahy mezi podzemními a povrchovými vodami, zahrnující i využití zdrojů podzemních vod. Zhodnocení změn je provedeno jak v současných podmínkách, tak i z hlediska očekávané klimatické změny.

Data z povodí horní Metuje slouží pro tvorbu hydrologických modelů.

Obě publikace byly zpracovány v rámci subprojektů „Dopady klimatických a antropogenních změn na vodní režim a přírodní prostředí“ a „Vývoj matematických modelů hydrologické bilance, identifikace jejich parametrů a ověřování experimentálním výzkumem“, které jsou součástí výzkumného záměru s názvem Výzkum a ochrana hydrosféry – výzkum vztahů a procesů ve vodní složce životního prostředí, orientovaný na vliv antropogenních tlaků, její trvalé užívání a ochranu, včetně legislativních nástrojů (identifikační kód MZP0002071101), financovaného Ministerstvem životního prostředí ČR.

Publikace lze objednat na adrese: Výzkumný ústav vodohospodářský T.G.M., v.v.i., redakce, Podbabská 30, 160 00 Praha 6

33. KONGRES IAHR

Mezinárodní kongres, zaměřený na vodní stavitelství a vědu, zaštiťuje již 33. rokem asociace IAHR (International Association of Hydraulic Engineering and Research). V letošním roce se kongres konal ve dnech 9.–14. srpna ve Vancouveru (Kanada, Britská Kolumbie). Hlavním tématem bylo „Vodní stavitelství pro trvale udržitelné životní prostředí“. Vzhledem k místu konání byl tento kongres rozšířen o pravidelné setkání kanadských hydrotechniků (19th Canadian Hydrotechnical Conference). Kongres probíhal v hotelu Hyatt Regency. Osobně se ho zúčastnil prezident IAHR Nobuyuki Tamai, přítomni byli předseda kongresu Jeffrey Bradley a ředitel programu kongresu Robert Ettema.

Jak již naznačuje hlavní téma, kongres byl zaměřen na ústřední roli vodního stavitelství a hydroinformatiky v tomto oboru v návaznosti na trvale udržitelné životní prostředí. Tato role zahrnuje širší aspekty a je třeba rozhodnout o způsobu, jakým zajistit trvale udržitelný rozvoj v jednotlivých povodích a přímořských oblastech.

Program konference byl rozdělen do několika podprogramů a přednášky probíhaly souběžně v šesti až osmi sálech. Technická část kongresu se skládala z šesti základních témat zaměřených na vodní stavby a vodní hospodářství ve vztahu k trvale udržitelnému rozvoji v lokálním, regionálním a globálním měřítku:

- Pokrok ve výzkumu v oboru vodního hospodářství a vodních staveb (téma zaměřené na nové myšlenky a ověření současných obecných metodik a výpočetních vztahů);
- Vodní inženýrství jako podpora civilního stavitelství (téma zaměřené na aplikovanou vědu a inženýrství, které řeší problematiku podpory energetiky, zásobování vodou a její distribuci na určená místa);



Přednáškový sál, kde probíhal stěžejní program dne



Přednáška Ing. Petra Boušky, Ph.D.

- Kanalizační systémy jako ochrana a zlepšení přírodního prostředí povodí a zvodní (téma řešící problematiku procesů a aktivit spojených s aspekty přírodního prostředí, které mají vliv na vodní režim);
- Vodní hospodářství pro udržitelný rozvoj pobřežního a příbřežního pásma (téma soustřeďující se na přírodní procesy a antropogenní aktivity v oblasti pobřeží moří a oceánů);
- Novinky hydroinformatiky pro integrované hospodaření vnitrozemských povodí a pobřežních oblastí (téma zabývající se možnostmi měřících přístrojů a výpočetní techniky v oblasti vodního hospodářství);
- Vzdělávání, historie a socio-ekonomické dopady.

Každé téma se dále dělilo na pět až devět podtitulů. Každý den byla na programu přednáška mezinárodně uznávaného odborníka, která podporovala základní ideu kongresu. Těmito odborníky byli Timothy Kileen (National Science Foundation, USA), Joe J. Monaghan (Monash University, Australia), Slobodan Simonovic (University of Western Ontario, Canada), Irene B. Brooks (International Joint Commission, USA) a Jhan Schmitz (Panama Canal Expansion Program, USA).

Své příspěvky zde také přednesli zaměstnanci Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i. Přednášku, týkající se trendů průtoku zjištěného z naměřených dat či vypočítaného podle různých klimatických scénářů, přednesl Oldřich Novický v rámci části C-5 (Climate Influences on Water Flow in Watersheds), příspěvek týkající se ochrany mostů proti vlivům povodňových událostí přednesl Petr Bouška v části B-2 (Water Control and Hydraulic Structures).

V rámci doprovodného programu proběhlo mezinárodní zasedání ředitelů výzkumných ústavů působících v hydrologii a hydraulice z Nizozemí, USA, Kanady, Austrálie, Španělska, Číny, Francie, Argentiny, Vietnamu, SRN, Švýcarska, České republiky, Venezuely a Itálie. Hlavním účelem bylo navázání kontaktů pro mezinárodní spolupráci, otázka institucionálního posílení v hydroenvironmentálním výzkumu a otázka dalších aktivit a směřování IAHR. Z České republiky byl přítomen Mark Rieder – ředitel Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i.

V rámci doprovodného programu rovněž proběhlo zasedání odborníků věnujících se kombinaci fyzikálního a matematického modelování. Výsledkem tohoto setkání bylo založení nové pracovní skupiny pod záštitou IAHR (IAHR Composite Modelling Working Group). Za VÚV T.G.M., v.v.i., se tohoto setkání zúčastnili Petr Bouška a Adam Vizina.

Velká pozornost byla na kongresu věnována studentům a mladým vědeckým pracovníkům. Uskutečnilo se několik setkání, na kterých s nimi byly projednávány pracovní možnosti v soukromém i akademickém sektoru.

34. kongres IAHR se bude konat v roce 2011 v Brisbane v Austrálii.

Petr Bouška, Adam Vizina



Přednáška Ing. Oldřicha Novického

VTEI VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

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.
Redakční rada časopisu VTEI spolupracuje s Redakční radou Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v. v. i., která řídí ediční politiku ústavu.

Ročník 51

ISSN 0322 - 8916

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



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