

## VODOHOSPODÁŘSKÉ TECHNICKO-EKONOMICKÉ INFORMACE

### Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení)

Centrum pro hospodaření s odpady (CeHO) se v rámci výzkumu zabývá různými oblastmi nakládání s odpady. Následující články jsou sondou do rozsáhlé problematiky, kterou je odpadové hospodářství. Odpady nás všechny obklopují. Často si neuvědomujeme, že mohou být zdrojem látek a materiálů, které mohou nahradit primární suroviny. Stále vzrůstající spotřeba výrobků různých druhů a kategorií přispívá i k nárůstu množství odpadů. Při nákupu zboží je tedy dobré se zajímat o značení výrobků, a tím o případný dopad na životní prostředí při jejich výrobě i následné spotřebě.

Důležité je však přemýšlet i o tom, jak s výrobky naložit v době, kdy nám přestanou sloužit. V současné době je již při výrobě některých výrobků, např. automobilů a elektrozařízení, zakázáno používat nebezpečné látky. Tyto látky jsou však stále obsaženy ve výrobcích zhotovených před platností těchto zákazů. Proto je důležité uvědomit si, jak bychom měli se všemi použitými výrobky správně naložit.

Pro využití odpadů je důležité poznání jejich skutečných vlastností. Jednou z těch, která zahrnuje v nejvyšší míře dopad na životní prostředí, je ekotoxicita. Její současné hodnocení nemá dostatečnou vypovídací hodnotu, proto se výzkum zabývá doplněním hodnocení o nové poznatky. Důsledkem nevhodného nakládání s odpady jsou i staré ekologické zátěže, jejichž sanace je finančně velmi nákladná.

V následujících článcích se vám jednotliví autoři snaží detailněji přiblížit některé z nastíněných problematik, jež byly v letech 2005–2011 řešeny v rámci výzkumného záměru MZP0002071102 „Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje“.

Věra Hudáková

### PROGRAMY PŘEDCHÁZENÍ VZNIKU ODPADŮ V PRAXI

Robert Kořínek

#### Klíčová slova

*předcházení vzniku odpadů – prevence – odpad – občan – povědomí*

#### Souhrn

**Pojem předcházení vzniku odpadů (někdy také hovoříme o prevenci) je v odpadovém hospodářství České republiky obecně dlouhodobě známý – objevuje se v hierarchii nakládání s odpady, a je tudíž součástí zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech. V souvislosti s povinností členských států Evropské unie zavést tzv. Programy předcházení vzniku odpadů se v ČR teprve v současnosti započala řešit problematika preventivních přístupů v odpadovém hospodářství a jejich uvedení do praktického života.**

**Analýza situace s sebou přinesla první problémy a otázky, a to i na úrovni evropského společenství. Je zřejmé, že významnou roli pro smysluplná opatření programů předcházení vzniku odpadů bude hrát působení na občana, zvyšování jeho environmentálního povědomí a zejména pak nabízení možnosti volby. V dlouhodobém kontextu budou významné snahy o změnu spotřebního chování každého jednotlivce naší společnosti. Pro sféru průmyslu se jako vhodná jeví podpora v oblasti nízkoodpadových technologií.**

**Přestože některé členské státy ve svých zemích již zavedly preventivní programy pro odpady, začíná se na úrovni orgánů Evropské unie i odborné veřejnosti v oblasti odpadového hospodářství rýsovat nejednoznačnost postojů k této problematice. Celoevropské upřesňování pojmů a zásad pro programy předcházení vzniku odpadů je více než nutné.**

#### Úvod

Samotný pojem předcházení vzniku odpadu je definován ve směrnici Evropského parlamentu a Rady č. 98/2008 o odpadech (dále jen směrnice) jako *Opatření přijatá předtím, než se látka, materiál nebo výrobek staly odpadem, která omezují:*

- množství odpadu, a to i prostřednictvím opětovného použití výrobků nebo prodloužením životnosti výrobků;
- nepříznivé dopady vzniklého odpadu na životní prostředí a lidské zdraví;
- obsah škodlivých látek v materiálech a výrobcích.

Všechny členské státy EU mají za úkol vypracovat v souladu s články 1 a 4 směrnice programy předcházení vzniku odpadů, a to nejpozději do 12. prosince 2013. Tyto programy mohou být buď součástí plánů pro

nakládání s odpady stanovených v článku 28, nebo popř. součástí jiných programů politiky v oblasti životního prostředí, anebo mohou fungovat jako samostatné programy. Každý členský stát musí v programech uvést cíle předcházení vzniku odpadů, popsat stávající opatření k předcházení vzniku odpadů přijatá za účelem sledování a posouzení pokroku.

Programy předcházení vzniku odpadů musí být vyhodnoceny alespoň jednou za šest let a v případě potřeby doplněny a revidovány. Veřejnost musí mít možnost informovat se o programech na veřejně přístupné internetové stránce.

#### Metodika

Při přípravě podkladů pro analýzu situace pro programy předcházení vzniku odpadů v České republice bylo postupováno podle směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 98/2008 o odpadech a dále podle průvodce *Guidelines on waste prevention programmes*, jež oficiálně vydala Evropská komise a který by měl pomoci členským státům při vypracovávání strategií programů prevence [1]. Jako další významný podklad byla použita rozsáhlá studie *Analysis of the evolution of waste reduction and the scope of waste prevention* od společnosti Arcadis z roku 2010 [2]. Pro vyhodnocení současných opatření týkajících se předcházení vzniku odpadů v ČR byl použit Plán odpadového hospodářství (nařízení vlády č. 197/2003 Sb.) a hodnotící zprávy o plnění Plánu odpadového hospodářství. Vybrané programy předcházení vzniku odpadů některých členských států Evropské unie jsou dostupné na oficiálních webových stránkách European Commission Environment [3].

#### Výsledky a diskuse

##### Nejednotnost

Některé členské země Evropské unie začaly zavádět své programy předcházení vzniku odpadů již po roce 2000. V italském regionu Piemont započal v roce 2006 preventivní projekt na podporu domácího kompostování. Stanovisko, že kompostování je považováno za předcházení vzniku odpadů, potvrdil i průvodce na přípravu programů zpracovaný pro členské státy v roce 2009 [1]. Studie společnosti Arcadis z roku 2010 zpracovaná pro Evropskou komisi však doporučuje domácí kompostování neřadit mezi postupy prevence, nýbrž pouze mezi postupy nakládání s odpadem. Situace je značně diskutabilní. Odpad totiž ve skutečnosti vznikl, čímž nedošlo k naplnění podstaty samotného pojmu předcházení vzniku. Z pohledu bilančního se však tento odpad neobjevil ve sběrném kontejneru na odpad, a tudíž ani v evidenci, a lze tvrdit, že tento odpad neexistuje. Nedojde-li v budoucnu ke změně definice či pohledu orgánů EU na domácí kompostování, mělo by být domácí kompostování bráno jako nakládání s odpadem.

Analýza a vyhodnocení současné situace odpadového hospodářství v České republice byly provedeny podle doporučeného postupu v průvodci pro fázi Assessing the situation – hodnocení situace. Výsledky analýzy ukázaly, že definované cíle v oblasti odpadového hospodářství jsou splněny nebo plněny. Určitou výjimkou může být ukládání biologicky rozložitelného odpadu (BRO) na skládky. Vzhledem k nejasnostem ohledně zařazení domácího kompostování mezi procesy sloužící k předcházení vzniku odpadů nebyla varianta možného snížení BRO pomocí domácího kompostování v rámci prevenčních přístupů doporučena.

Je možno tvrdit, že povědomí široké veřejnosti o problematice odpadového hospodářství v České republice je na poměrně dobré úrovni. Z projektu v oblasti odpadového hospodářství z posledních let (např. Zatočte s elektroodpadem, Skládka před domem, nebo sběrný dvůr) je však zřejmé, že je silně závislé na propagaci a medializaci. Využití velkého potenciálu široké veřejnosti v programech je proto více než potřebné.

### **Problematika měřitelnosti**

Směrnice nestanovuje pro programy předcházení vzniku odpadů žádné konkrétní množstevní či procentuální cíle, které by musel členský stát splnit. Každý stát si sám vybere oblast působení svých programů, zároveň by však měl určit cíle stanovit. Konkretizace cílů je také nutná pro vyhodnocení programů, které se podle směrnice musí provádět alespoň jednou za šest let. Budou-li cíle programů stanoveny konkrétní hodnotou (např. tvrzením, že dojde do roku 2018 ke snížení množství biologicky rozložitelných odpadů v komunálním odpadu o 5 % ve srovnání s rokem 2012), je zapotřebí mít k vyhodnocení jednotnou a neměnnou se metodiku pro stanovení a hodnocení produkce a nakládání s odpady po celou dobu průběhu programu. Právě zde však narážíme na několik podstatných problémů.

Novelizace zákona o odpadech č. 154/2010 zavádí do české legislativy pojem *vedlejší produkt* a situaci, kdy *odpad přestává být odpadem*. V důsledku tento legislativní krok znamená, že určité nezanedbatelné množství odpadů nám z bilance vystoupí. V nejbližších letech tak pravděpodobně dojde z hlediska produkce ke snížení množství odpadů, poté se situace zřejmě opět stabilizuje. V současné době není zcela jasné, zda se toto „ztracené“ množství odpadů bude evidovat a jakým způsobem. Nebude-li k dispozici bilance „ztraceného“ množství odpadů ze současné evidence, nelze jednoznačně tvrdit, zda k poklesu produkce odpadů došlo novelizací zákona o odpadech, účinností samotných programů předcházení vzniku odpadů či jinými vlivy. Problematice upřesňování kritérií, kdy se z odpadu stává „neodpad“, se v současné době věnují orgány Evropské unie i Ministerstvo životního prostředí ČR.

V paragrafovém znění má Ministerstvo průmyslu a obchodu připraven zákon o podporovaných zdrojích energie (zákon o podpoře využívání energie z obnovitelných a druhotných zdrojů a z vysokoúčinné kombinace výroby elektřiny a tepla), který by měl nahradit zákon č. 180/2005 Sb. a část energetického zákona č. 458/2000 Sb. V tomto návrhu zákona je zcela nová a průlomová definice biomasy. Biomasou se mj. podle směrnice rozumí i biologicky rozložitelná část průmyslového a komunálního odpadu – ten bude považován za obnovitelný zdroj energie a jako takový by měl být podpořen. Podobně jako v předchozím odstavci, ani zde není zatím zcela jasné, jak přesně se tyto obnovitelné zdroje energie – odpady budou evidovat.

V souvislosti s přípravou nového zákona o odpadech, resp. dvou zcela nových zákonů – zákonu o odpadech a zákonu o zpětném odběru vybraných výrobků – se vedou diskuse nad změnou katalogu odpadů. Dojde-li ke změně katalogu odpadů a katalogových čísel odpadů, může to mít zcela zásadní vliv na vyhodnocování všech dlouhodobých bilancí, tzn. i na vyhodnocení případných konkrétních množstevních či procentuálních cílů programů.

V neposlední řadě je také důležitý fakt, že odpady a zejména pak obalové odpady neustále mění své materiálové i hmotnostní složení, což se promítá i ve změnách složení komunálních odpadů a v jejich bilanci.

### **Konkretizace opatření**

Povinným opatřením daným směrnici je tvorba internetové platformy (webových stránek) pro širokou veřejnost, podporující a shromažďující veškeré informace o programech předcházení vzniku odpadů v České republice. Tím je možno definovat potřebné základní pojmy a pravidla pro předcházení vzniku odpadů, zveřejňovat pro občany konkrétní podniky a instituce, které se formou dobrovolných dohod a aktivní spolupráce podílejí na tvorbě a plnění programů (obchodní řetězce, firmy zavádějící nízkoodpadové technologie a podobně). Zároveň se touto cestou nabízí možnost prezentace informací pro občany, jak mohou v každodenním životě sami přispívat k naplnění podstaty prevence.

Prevenční opatření v oblasti průmyslu a výroby ve své podstatě fungují již řadu let. Mají-li výrobci platit za nakládání, resp. předávání svých produkovatých odpadů, snaží se pochopitelně redukovat produkci těchto odpadů minimalizovat nebo je znovu efektivně využívat. Programy pro průmyslovou sféru by tudíž měly být zaměřeny na možnosti výměny informací o zavádění nízkoodpadových výrobních technologií v České republice i v zahraničí (např. webová databáze) a na podporu výzkumných a inovačních projektů – zejména v oblasti snižování spotřeby vstupních surovin a materiálů.

Důležitou součástí programů by také měly být výukové a vzdělávací programy (workshopy) pro investory (konkrétní ukázky ve firmách, které zavádějí nízkoodpadové technologie, a v obchodních řetězcích, které uzavírají dobrovolné dohody).

Diskutabilní otázkou v programech předcházení vzniku odpadů je jakékoliv finanční či daňové zvýhodnění výrobců při zavádění nízkoodpadových technologií, při změnách výrobních materiálů (šetrnějších k životnímu prostředí), obalů a podobně. Rovněž snižování poplatků za občanem vyprodukovaný komunální odpad (kdo vyprodukuje méně komunálního odpadu, bude za něj méně platit) se v současné době nejeví jako vhodné. Tento přístup by například mohl způsobit zvýšené odstraňování odpadů v domácích lokálních topeništích (v některých obcích v ČR je již nyní v zimních měsících situace velice nepříznivá), místo toho, aby odpad skutečně nevznikal například šetrným přístupem při samotném nákupu. Většina odborníků proto nedoporučuje se tomuto opatření v souvislosti se zaváděním programů předcházení vzniku odpadů věnovat.

Vhodným opatřením je zavedení problematiky předcházení vzniku odpadů do školních osnov. V rámci výuky předmětů a činností týkajících se problematiky životního prostředí je možno účinně působit na děti a studenty zejména v oblasti změn spotřebního chování člověka, která je v prevenci poměrně klíčová. Lze tak zvýšit zájem o problematiku a zároveň pochopit pojem *volby a vlastní odpovědnosti* za životní prostředí. Nabízí se zde možnost propojení programu se státním programem Environmentálního vzdělání, výchovy a osvěty.

Přestože to na první pohled nemusí být zcela zřetelné, významným nástrojem v oblasti předcházení vzniku odpadů je Národní program pro environmentální značení. Rozsáhlá informační a mediální podpora environmentálního značení v České republice a úzká spolupráce Agentury pro ekologicky šetrné výrobky s obchodními řetězci a prodejci s hlediska dostupnosti zboží v samotných obchodech totiž v konečném důsledku nabízí občanovi možnost volby mezi výrobky stejných užitečných funkcí, ale s jiným stupněm environmentální šetrnosti [4]. Národní program environmentálního značení v ČR je na vysoké technické úrovni, je však poměrně málo využíván. Jeho podpora v rámci programů se jeví jako vhodná.

Působit na jednotlivce lze i při spolupráci s obchodními řetězci s cílem optimalizovat nákupy spotřebitelů. Obchodní řetězce mohou jednak informovat spotřebitele, nebo zavádět konkrétní postupy (optimální je oba kroky sloučit) z hlediska environmentálních výhod při nakupech zboží ve větších baleních a zboží samostatně navážitelného, při opakovaném používání odnosných a textilních tašek a při prodeji stáčených tekutých čisticích prostředků nebo nápojů. Prevence se také dotýká nákupu jednorázových hygienických potřeb, nákupů zboží s dlouhou dobou trvanlivosti ve větších baleních a zboží ve vratných obalech, používání znovunabíjecích baterií apod. Tento přístup v oblasti odpadového hospodářství se osvědčil v zahraničí.

Podporou užívání vodovodní vody místo vody balené lze docílit významného snížení plastových nápojových odpadních obalů. Některé vodárenské společnosti dnes dokonce nabízejí aktuální chemické hodnoty jakosti svých pitných vod na webových stránkách [5]. Spotřebitel si tak může sám porovnat kvalitu jednotlivých druhů vod. Toto opatření lze navíc opřít o zpracovanou studii LCA (Life Cycle Assessment), která potvrzuje význam environmentálního přínosu užívání vodovodní vody místo vody balené [6].

Pojem předcházení vzniku odpadů počítá také s opatřeními vedoucími k prodloužení životnosti výrobků. Může se jednat o širokou škálu výrobků (odezdání textilu a obuvi charitativním společnostem, aktivity ve sběru a dalším použití hraček, knih, časopisů, nábytku, koberců, elektrického a elektrotechnického příslušenství, kol, barev, náradí aj.). Některé mechanismy již v České republice fungují (charitativní sbírky, burzy, bleší trhy, second handy) [7]. Dalším přínosem v podpoře těchto aktivit je možnost vytvoření interaktivních map charitativních spolků, kde občan najde informace o provozní době, odebíraném zboží a podobně nebo směřování obcí ke spolupráci s charitativními organizacemi (jde o poměrně nenáročná informační opatření).

Další možností je odběr výrobků odezdaných do sběrných dvorů – část výrobků je ještě zcela funkční nebo potřebuje jen drobné opravy. Takové jednání však není ze zákona možné, neboť ve chvíli odezdání do sběrného dvora se odezdaný výrobek stává odpadem a obec ani zaměstnanec sběrného dvora není oprávněn darovat odpad občanům. Přesto podle průzkumu tyto aktivity v některých obcích fungují [8]. Již nyní probíhají diskuse nad technickým a hlavně legislativním řešením dané situace.

Většina papírových reklamních materiálů, která je distribuována do poštovních schránek, končí bez dalšího využití (přečtení) v odpadu, zpravidla v kontejnerech na papír. Tato situace se převážně týká panelových domů a sídlišť. Umístováním volně dostupných etiket na vnější část poštovních schránek je možno eliminovat tuto nevyžádanou poštu. Nevyžádané reklamní materiály přitom tvoří 2–5 % domovního odpadu. S rozšiřováním sítě internetu do domácností by pak papírové reklamní letáky mohly zmizet téměř úplně, neboť velké prodejny (hypermarkety, supermarkety, diskontní prodejny) zveřejňují své akční nabídky již zcela běžně na svých webových stránkách.

Samotnou kapitolou vedoucí k naplnění podstaty programů předcházení vzniku odpadů je podpora ekodesignu zejména v oblasti obalů a obalových odpadů. Velké množství potřebného zboží je baleno ve dvou a více obalech, což je někdy zcela zbytečné. Rovněž je možno narazit na zboží, které je z důvodu klamání zákazníka o velikosti výrobku baleno v mnohem větším obalu, než by bylo zapotřebí.

Opatření mohou být zavedena i v oblasti léčiv. Je zcela běžným zvykem kupovat si léky tzv. do zásoby. Velká část z těchto léků pak končí nevyužitá (po době expirace) v odpadu. Současně jsou dnešní léčiva prodávána v menším množství ve stejně velkém balení jako v minulosti (dříve byly v jedné papírové krabici 2–3 blistry léků, dnes se jeden blister zpravidla prodává v jedné krabici). Lékař však u typu léků jako Acylpyrin většinou na léčbu předepisuje množství léků odpovídající dvěma balením – krabičkám.

## Závěr

Předcházení vzniku odpadů je pojem, který si je možno vyložit různými způsoby. Z rozboru situace je zřejmé, že shoda a jednotnost zatím nejsou dosaženy ani na nadnárodní úrovni. Navíc rozsáhlé legislativní změny, které Českou republiku v oblasti odpadového hospodářství v nejbližší době čekají, mohou zavádění programů komplikovat. Pozornost je proto zapotřebí věnovat vhodně nastaveným cílům jednotlivých opatření. Vyhodnocovat účinnost programů v závislosti na změnách v množství produkováných odpadů (nárůst, stabilita, pokles) je vhodné, bilanční systém odpadů by však musel být stabilní a neměnný, což nelze v současné chvíli s jistotou zaručit.

Role prevence by měla být především na poli informovanosti, výchovy a osvěty. K měření jednotlivých opatření lze také použít nástroje typu: počet cílových skupin zasažených danými informacemi, statistické šetření znalostí problematiky u cílové skupiny a podobně.

Je zapotřebí hledat cesty, kterými bude možno efektivně působit na jednotlivce s cílem uvědomění si pocitu vlastní zodpovědnosti a zároveň nabídnutí možnosti volby. Nepostradatelná je pak pokračující odborná diskuse této problematiky.

### Poděkování

Práce byla řešena v rámci výzkumného záměru MZP0002071102 Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení) za podpory MŽP ČR.

## Literatura

- [1] Guidelines on waste prevention programmes. European Commission, 2009.
- [2] Analysis of the evolution of waste reduction and the scope of waste prevention (studie pro European Commission DG Environment). Arcadis, Durne, Belgie, 2010.

# PŘIPRAVOVANÉ ZMĚNY V HODNOCENÍ EKOTOXICITY ODPADŮ

Martina Záleská, Dagmar Sirotková

### Klíčová slova

ekotoxicita – odpad – nebezpečná vlastnost H14 – využívání odpadů na povrchu terénu – zkoušky v pevné fázi – hodnocení odpadů

### Souhrn

**Příspěvek je věnován problematice hodnocení ekotoxicity jako nebezpečné vlastnosti odpadů H14 Ekotoxicita a hodnocení ekotoxicity odpadů pro jejich využití na povrchu terénu. Shrnuje současné hodnocení ekotoxicity odpadů a práce prováděné Centrem pro hospodaření s odpady při VÚV TGM, v.v.i., v letech 2005–2010 v této oblasti. Představuje návrh nového hodnocení ekotoxicity odpadů, které by mělo nahradit hodnocení současné.**

### Úvod

Při nakládání s odpady je potřeba klást velký důraz na hodnocení všech jejich vlastností, a to jak chemických, tak ekotoxikologických. Samotná chemická analýza nedokáže postihnout reálné riziko pro živé organismy. Je to mimo jiné dáno tím, že jednotlivé prvky a sloučeniny mohou působit jednak samostatně, jednak mohou mezi sebou dále reagovat a neměně důležitý je i jejich možný synergický účinek. Z dosud získaných rešeršních poznatků a z výsledků vlastního výzkumu vyplývá, že využitím zkoušek ekotoxicity k prognóze působení odpadů či jakékoli jiné matrice v životním prostředí jsou získány informace, které vypovídají o skutečných vlastnostech odpadů více než informace získané pouze z chemické analýzy.

Ekotoxicita je dosud v prováděcích předpisech k zákonu o odpadech [1] posuzována pomocí výluhových zkoušek. Z ekologického hlediska je ovšem

- [3] European Commission Environment, Waste prevention – Best practise. Dostupné z <http://ec.europa.eu/environment/waste/prevention/practices.htm>.
- [4] Kořínek, R. Environmentální značení výrobků a služeb z hlediska minimalizace a využití odpadů. In Kočí, V., Havlová, J. a Halousková, O. Průmyslová ekologie. Žďár nad Sázavou, 24. 3. 2010. Pardubice–Semtín : Callisto-96, 2010, s. 76–81. ISBN 978-80-86832-50-0.
- [5] Ostravské vodovody a kanalizace, a. s. Dostupné z <http://www.ovak.cz>.
- [6] Kočí, V. Environmentální dopady úpravy pitné vody ve srovnání s životním cyklem PET lahvi. *Vodní hospodářství*, 2008, č. 10, s. 357–359.
- [7] Wienerová, L. Odložené věci nemusí být odpadem. *Diakonie Broumov. Odpadové fórum*, 2010, č. 10, s. 22.
- [8] Krčmářová, M. a Procházka, O. Praktická opatření k předcházení vzniku komunálního odpadu. *Odpadové fórum*, 2010, č. 9, s. 19–21.

Ing. Robert Kořínek  
VÚV TGM, v.v.i., Ostrava,  
robert\_korinek@vuv.cz

Příspěvek prošel lektorským řízením.

### Keywords

waste prevention – waste – citizen – awareness

*Waste prevention programmes practically (Kořínek, R.)*

**The concept of prevention in the waste management in the Czech Republic is known for a long time – it appears in the hierarchy of waste management and is therefore a part of Act No. 185/2001 Coll. on waste. In connection with the obligation of the Member States of the European Union to introduce the prevention programmes, addressing issues of prevention approaches in waste management and putting them into the real life in the Czech Republic have begun in the present time.**

**Analysis of the situation brought about the first problems, even on the European Community level. It is obvious that influencing the citizens, improving their environmental awareness and, in particular, offering them to be free to choose will play an important role in creation of meaningful measures of waste prevention programmes. In a long-term perspective, every effort to change the consumers' behavior will be important. In industry, it is desirable to introduce the low-waste technologies.**

**In spite of the fact that some EU member states have already implemented the programmes of waste prevention, ambiguous attitudes towards this issue even on the level of the European Union appear. The refinement of the prevention programmes concepts and principles is therefore necessary.**

současný způsob hodnocení ekotoxicity relevantní spíše pro vodní ekosystémy a rizika pro půdní ekosystémy postihuje jen nedostatečně. Je testována pouze přenesená vlastnost, tj. toxicita výluhu, a nikoli vzorek samotný. Není také hodnocena případná toxicita látek ve vodě nerozpustných.

Centrum pro hospodaření s odpady při VÚV TGM, v.v.i., se od roku 2005 věnuje návržení a ověření takového způsobu hodnocení ekotoxicity odpadů, který by byl ekologicky relevantní, ekonomicky a provozně ušný v soudobých podmínkách ČR a zároveň by odstranil nedostatky současného stavu hodnocení ekotoxicity odpadů. Z našeho výzkumu i z mnoha dalších odborných prací vyplývá potřeba zařadit do sady biotestů pro hodnocení ekotoxicity odpadů zkoušky prováděné v pevné fázi (nazývané také zkoušky terestrické či kontaktní). Ty se provádějí v pevné fázi přímo ve směsi vzorku odpadu s ředicím médiem (kterým je definovaný druh půdy). Cílem výzkumných prací bylo navržení nového hodnocení ekotoxicity odpadů tak, aby výsledkem byl odraz skutečné ekotoxicity odpadu, nejen složky, která přejde do výluhu.

Tento článek si neklade za cíl podat detailní popis všech prováděných prací a získaných výsledků, ale vznikl z potřeby přehledně sumarizovat proběhlé činnosti a zobrazit současný stav legislativy pro hodnocení ekotoxicity odpadů, která by se měla vyvíjet v závislosti na aktuálních poznatcích v této oblasti. Pro podrobnější seznámení se s výsledky plynoucími ze zpracování dané problematiky bychom rádi odkázali na již publikované práce [2–14].

## Legislativní rámec

### Nebezpečná vlastnost odpadu H14 Ekotoxicita

V České republice se hodnocení nebezpečných vlastností odpadů provádí na základě zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. [1] a jeho prováděcí vyhlášky č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů [15]. Hodnocení nebezpečných vlastností odpadů bylo do české legislativy přijato implementací evropských směrnic (směrnice Rady 75/442/EHS o odpadech, směrnice Rady 91/689/EHS o nebezpečných odpadech a směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech a o zrušení některých směrnic).

Vyhláška č. 376/2001 Sb. [15] předepisuje hodnocení nebezpečné vlastnosti odpadu H14 Ekotoxicita pomocí výluhových zkoušek na vodních

organismech a na dané suchozemské rostlině. Nebezpečný podle kritéria H14 je odpad, jehož vodný výluh vykazuje ve zkouškách akutní toxicitu alespoň pro jeden z testovacích organismů při určené době působení testovaného odpadu na testovací organismus hodnotu  $LC(EC,IC)50 \leq 10 \text{ ml.l}^{-1}$ . Jako testovací organismy jsou ve vyhlášce [15] uvedeny ryby *Poecilia reticulata* nebo *Brachydanio rerio*, perloočka *Daphnia magna*, řasa *Raphidocelis subcapitata* (*Selenastrum capricornutum*) nebo *Scenedesmus subspicatus* a hořčice *Sinapis alba*.

### **Hodnocení ekotoxicity odpadů pro jejich využití na povrchu terénu**

Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady [16], předepisuje hodnocení ekotoxicity odpadů pomocí výluhových zkoušek na vodních organismech a na suchozemské rostlině. Aby mohly být odpady využity na povrch terénu či k rekultivacím, nesmí být pozorován žádný efekt neředitelného výluhu na rybách *Poecilia reticulata* nebo *Brachydanio rerio* a ne více než 30% efekt ve srovnání s kontrolou na ostatních organismech – perloočka *Daphnia magna* Straus, řasa *Raphidocelis subcapitata* (*Selenastrum capricornutum*) nebo *Scenedesmus subspicatus* a hořčice *Sinapis alba*.

### **Hodnocení ekotoxicity odpadů v EU**

Z dokumentu vypracovaného pro Evropskou komisi [17], který se týká prověřování hodnocení nebezpečných vlastností odpadů v jednotlivých členských státech EU, vyplynulo, že hodnocení ekotoxicity v jednotlivých státech EU není jednotné, v podstatě každý stát používá pro toto hodnocení jiná kritéria. V rámci sjednocování hodnocení ekotoxicity odpadů v EU byla v roce 2005 vydána norma EN 14735:2005 Charakterizace odpadů – Příprava vzorků odpadu pro testy ekotoxicity [18] (zavedena v ČSN EN 14735:2007 [19]), která v příloze B obsahuje seznam použitelných zkoušek ekotoxicity. Po vydání této normy proběhl mezinárodní okružní test, jehož výsledky byly využity výběrem CEN/TR 292 pro přípravu Technické zprávy CEN/TR 16110:2010 [20], která se týká návodu pro použití zkoušek ekotoxicity aplikovaných na odpady. Oba dokumenty podporují pro hodnocení ekotoxicity odpadů používání zkoušek v pevné fázi.

### **Proč zkoušky v pevné fázi?**

Z výsledků mnoha odborných prací vyplývá, že pro získání informací o skutečných vlastnostech odpadů je pro hodnocení ekotoxicity nutné na rozdíl od současné praxe použít kombinace zkoušek s výluhy odpadů a zkoušek v pevné fázi. Hlavní důvody pro zařazení zkoušek v pevné fázi do sady zkoušek pro hodnocení ekotoxicity jsou následující:

- Pokud se pro stanovení ekotoxicity používají pouze zkoušky s výluhy odpadů, je možné, že toxické působení látek nerozpustných nebo špatně rozpustných ve vodě zůstane podceňeno. Přestože pro některé typy polutantů je jejich rozpustnost ve vodě základním předpokladem biodostupnosti a mobility, u jiných (například hydrofobní organické polutanty) je vodný výluh zcela nerelevantní. Díky jejich silné sorpci na pevnou fázi matrice jsou pak organismy exponovány kontaktně, popřípadě ingescí a toxicita i kontaminace potravních řetězců je reálná, přestože by zkoušky ekotoxicity s výluhem odpadu indikovaly opak.
- Ve zkouškách s výluhy odpadů je testována pouze přenesená vlastnost (toxicita výluhu z odpadu), a nikoli původní vzorek (pevný odpad jako takový).
- Zkouškami výluhu odpadů je zjišťována pouze akutní toxicita, zkoušky v pevné fázi nám mohou poskytnout i zjištění chronické toxicity (reprodukční zkoušky).
- Ve zkouškách odpadu v pevné fázi je integrován také efekt matrice – samotná matrice bez ohledu na obsah toxikantů může mít negativní vlivy na živé organismy či interagovat s efekty toxikantů.
- Pevné matrice jsou dosti heterogenní. Obsahují vždy všechny tři fáze – pevnou, kapalnou a plynnou. Přítomnost pevné fáze má významný vliv na osud a chování kontaminantů. V závislosti na vlastnostech kontaminantu, vlastnostech matrice a času dojde k distribuci látky v matrici.
- Stěžejním procesem je sorpce a důsledkem je klíčový faktor zkoušek ekotoxicity odpadů v pevné fázi – biodostupnost.

Uvedené argumenty vedou k poznání, že dosud aplikovaná sada zkoušek ekotoxicity v ČR tedy nehodnotí celkový možný negativní dopad ukládání odpadů na životní prostředí.

### **Experimentální práce**

Centrum pro hospodaření s odpady při VÚV TGM, v.v.i., provádělo v letech 2005–2010 výzkum, který měl ověřit, zda mohou zkoušky v pevné fázi poskytnout relevantnější údaje o ekotoxicitě odpadu než zkoušky s výluhy odpadů. Cílem bylo navrzení nového hodnocení ekotoxicity odpadů jako nebezpečné vlastnosti odpadu H14 Ekotoxicita a navrzení nového hodnocení ekotoxicity odpadů využívaných na povrchu terénu. Práce byly prováděny v rámci řešení výzkumného záměru MZP0002071102 Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení).

### **Výběr ekotoxikologických zkoušek a vzorků odpadů pro výzkumné práce**

Pro výzkum byly použity reálné odpady, které byly vybrány jednak na základě objemu produkce, jednak na základě poznání jejich kontaminace ověřené chemickými analýzami. Pro zkoušky ekotoxicity byly použity následující vzorky odpadů:

- kontaminovaná zemina z moření a impregnace dřeva,
- kontaminovaná zemina – směsná kontaminace kovy (Zn), stopami PAU a kaly z ČOV,
- kaly z mechanické čistírny průmyslových odpadních vod,
- popílek ze spalování uhlí (dva různé vzorky),
- vysokopecní struska,
- kontaminovaná zemina s trinitrotoluenem (dva různé vzorky),
- rekultivační kompost (dva různé vzorky),
- zemina kontaminovaná PCB,
- škvára ze spalovny odpadů,
- kontaminovaný sediment,
- stavební odpad hrubý,
- stavební odpad jemný,
- zemina kontaminovaná organickými látkami,
- kal z výroby organických látek,
- stabilizát z popílku ze spalování uhlí.

Z řady metod daných ČSN EN 14735:2007 [19] byly pro výzkum vybrány zkoušky, které zastupují tři základní trofické úrovně organismů – producenty (nižší i vyšší rostliny), konzumenty (bezobratlé i obratlovce) a destruenty (bezobratlé včetně mikroorganismů). Výběr zkoušek pro výzkumné práce byl úmyslně v první fázi řešení navržen v širším rozsahu, s předpokladem, že návrh na zařazení zkoušek do právních předpisů bude proveden na základě získaných informací z praktického odzkoušení biotestů, jejich časové a finanční náročnosti a očekávané odezvy zkušebních organismů na znečištění. Shrnutí použitých ekotoxikologických zkoušek uvádí *tabulka 1*. Zkoušky byly prováděny paralelně ve třech až pěti laboratořích.

### **Chemické analýzy**

Pro získání co nejširšího spektra informací, které charakterizují předmětný odpad, byly odpady nejprve podrobeny chemické analýze v rozsahu ukazatelů odpovídajících platným právním předpisům, s jejichž limity byly výsledky analýz porovnány.

Výsledky byly srovnávány s ukazateli vyhlášky č. 376/2001 Sb. [15] a vyhlášky č. 294/2005 Sb. [16]. V roce 2005 byl rozsah ukazatelů vzhledem k tehdejší platné legislativě širší.

### **Shrnutí jednotlivých fází výzkumu**

Nejprve byly provedeny zkoušky ekotoxicity vzorků odpadů, u kterých byla předpokládána přítomnost ve vodě málo rozpustných látek. Tyto čtyři vzorky byly podrobeny zkouškám s výluhy odpadů i zkouškám v pevné fázi. Výsledky jednoznačně prokázaly, že zkoušky s vodným výluhem nejsou schopny zaznamenat přítomnost hydrofobních nebo ve vodě málo rozpustných látek [9].

Dále bylo třeba ověřit, zda závěry o vyšší citlivosti zkoušek v pevné fázi jsou platné i pro širší spektrum odpadů. Na šesti různých typech odpadů byly provedeny zkoušky ekotoxicity výluhu i zkoušky v pevné fázi. Ukázalo se, že zkoušky v pevné fázi zaznamenaly přítomnost toxických látek u 83 % vzorků, zkoušky s výluhy pouze u 33 % vzorků [10].

Poté bylo ověřováno, zda použitím zkoušek v pevné fázi nejsou všechny vzorky označeny jako ekotoxické. Byly vybrány tři vzorky odpadů, kde nebyla ekotoxicita předpokládána, a dále jeden vzorek čisté půdy. Pro vyloučení chyb byl zkoušen i jeden toxický vzorek (pozitivní kontrola). Byly použity zkoušky výluhu odpadů, zkoušky v pevné fázi a biochemické půdní testy. Zkoušky v pevné fázi odlišily vzorky toxické od vzorků odpadů a půd nemajících vhodné složení pro rozvoj půdních organismů a od vzorků reálné půdy, kde probíhají přirozené biologické procesy (čistá zemina). Byl pozorován vliv fyzikálních vlastností vzorku na odezvu zkoušek v pevné fázi, který se projevuje při vysokých koncentracích pevných vzorků (500–1 000 mg/g) [11].

Následoval konečný doporučující výběr zkoušek s výluhy odpadů i zkoušek prováděných v pevné fázi a byla určena zkoušená koncentrace odpadů pro zkoušky v pevné fázi pro hodnocení ekotoxicity odpadů využívaných na povrchu terénu. Byla otestována shoda různých laboratoří a z výsledků vyplynula dobrá použitelnost nově navrhovaných metod v praxi [12, 13].

Dalším krokem bylo vytvoření nového systému hodnocení nebezpečné vlastnosti odpadů H14 Ekotoxicita. Pro určení zkoušených koncentrací byla zpracována data získaná v předchozích letech a zároveň byly provedeny nové zkoušky na čtyřech vybraných vzorcích odpadů [14].

### **Referenční látka**

Důležitým bodem provádění zkoušek ekotoxicity je výběr referenční látky nutné pro provedení kontrolních zkoušek. Současný stav, kdy se pro jednotlivé zkoušky doporučují různé referenční látky, zvyšuje náročnost prací. Jedním z cílů výzkumu bylo ověření využití kyseliny borité jako referenční látky pro provádění zkoušek ekotoxicity s výluhy odpadů i zkoušek v pevné fázi. Z výzkumu vyplývá, že kyselina boritá požadavky na vhodnou referenční látku pro oba typy zkoušek ekotoxicity splňuje [13].

Tabulka 1. Shrnutí použitých zkoušek ekotoxicity

Organismus	Metodika	Poznámka
Chvostokok <i>Folsomia candida</i>	ČSN ISO 11267	Půdní organismus, reprodukční test; ředěno pískem
	ČSN ISO 11267	Půdní organismus, reprodukční test; ředěno umělou půdou
Roupičie <i>Enchytraeus crypticus</i>	ČSN ISO 16387	Půdní organismus, reprodukční test
Žížala hnojní <i>Eisenia fetida</i>	ISO 11268-2	Byl prováděn test akutní toxicity a test reprodukce
Okřehek menší <i>Lemna minor</i>	ISO 20079	Vodní rostlina – test byl proveden s odezvami: počet listů, obsah fotosyntetických barviv
Luminiscenční bakterie <i>Vibrio fischeri</i>	ČSN EN ISO 11348-2	Provedeno pro všechny expoziční časy
	ISO/WD 21338	Kinetický (Flash) test se suspenzí vzorku
Salát <i>Lactuca sativa</i>	ISO 11269-1; ASTM Standard E 1963-09	Inhibice růstu kořene v půdě
Ječmen <i>Hordeum vulgare</i>	ISO 11269-1	Inhibice růstu kořene v půdě
Pšenice <i>Triticum aestivum</i>	ISO 11269-1	Inhibice růstu kořene v půdě
Oves <i>Avena sativa</i>	ISO 11269-1	Inhibice růstu kořene v půdě
	ISO 22030	Chronická toxicita pro růst vyšších rostlin
Vodnice <i>Brassica rapa</i>	ISO 11269-1	Inhibice růstu kořene v půdě
	ISO 22030	Chronická toxicita pro růst vyšších rostlin
Perloočka <i>Daphnia magna</i>	ČSN EN ISO 6341	Výluhový test; 48 hodin akutní expozice
	ČSN ISO 10706	Reprodukční test 21 dní
Živorodka duhová <i>Poecilia reticulata</i>	ČSN EN ISO 7346 (1-3)	Sladkovodní akvarijní ryba
Chlorokokální řasa <i>Desmodesmus subspicatus</i>	ČSN EN ISO 8692	Dříve <i>Scenedesmus subspicatus</i>
Hořčice bílá <i>Sinapis alba</i>	Metodický pokyn MŽP	Prováděno v Petriho miskách
	ISO 11269-1	Inhibice růstu kořene v půdě; varianta v Toxkitu (Phytotoxkit)
Nitrifikační aktivita půdního společenstva	OECD TG 216	
Transformace uhlíku	OECD TG 217	

Zdroj: VÚV TGM, v.v.i. – CeHO

## Výsledky a diskuse

Z výsledků výzkumu vyplynula nutnost nejen doplnit zkoušky s výluhy odpadů zkouškami v pevné fázi, ale i nutnost revize stávajících výluhových zkoušek. Navrženou sadu biotestů tvoří tři zkoušky s výluhem odpadu a tři zkoušky v pevné fázi. Pro hodnocení nebezpečné vlastnosti H14 Ekotoxicita i pro hodnocení ekotoxicity odpadů využívaných na povrchu terénu byla vybrána stejná sada biotestů.

V návrhu zkoušek ekotoxicity s výluhem odpadu zůstala zachována zkouška s perloočkou *Daphnia magna* a zkouška s řasou *Desmodesmus subspicatus* (dříve *Scenedesmus subspicatus*) a nově byla zařazena zkouška s luminiscenčními bakteriemi *Vibrio fischeri*.

Do návrhu zkoušek ekotoxicity v pevné fázi byly vybrány následující suchozemské organismy: chvostokok *Folsomia candida*, roupičie *Enchytraeus crypticus* a salát *Lactuca sativa*.

Navrhovaná sada biotestů je v souladu se zkouškami uvedenými v CEN/TR 16110:2010 [20].

Podle v současnosti platné vyhlášky č. 376/2001 Sb. [15] je pro potvrzení nebo vyloučení nebezpečné vlastnosti H14 Ekotoxicita nutné stanovit hodnotu LC(EC,IC)50. Pro zjištění této hodnoty je potřeba provést expozici v celé koncentrační řadě vzorku. Pro účely této vyhlášky se již nebude hodnota LC(EC,IC)50 stanovovat. Podle navrhovaného hodnocení ekotoxicity se budou ekotoxikologické zkoušky pro účely obou dotčených vyhlášek [15, 16] provádět pouze při jedné koncentraci zkoušeného vzorku odpadu (v předepsaných počtech opakování) a získané hodnoty inhibice budou porovnány s limitními hodnotami jednotlivých zkoušek.

Pro snížení časové a ekonomické náročnosti a zjednodušení prací je pro stanovení ekotoxicity odpadů jako nebezpečné vlastnosti H14 Ekotoxicita i pro stanovení ekotoxicity odpadů využívaných na povrchu terénu doporučeno provádět zkoušky následovně:

- Nejprve se provedou zkoušky ekotoxicity s výluhy odpadů a pokud alespoň jedna zkouška bude mít výsledek pozitivní, to znamená, že odpad bude ekotoxický, není třeba pokračovat v provádění zkoušek v pevné fázi,
- pokud žádná zkouška s výluhem nebude pozitivní, pokračuje se v provádění zkoušek ekotoxicity odpadů v pevné fázi.

Návrh požadavků na výsledky zkoušek ekotoxicity pro účely vyhlášky č. 294/2005 Sb. [16]:

Zkoušený odpad lze využít na povrchu terénu, pokud pozorovaný efekt neředěného vodného výluhu odpadu nepřekročí

- 20% inhibici pohyblivosti vodních koryšů (*Daphnia magna*), ČSN EN ISO 6341 [21],
  - 25% inhibici nebo stimulaci růstu sladkovodních řas (*Desmodesmus subspicatus*), ČSN EN ISO 8692 [22],
  - 25% inhibici nebo stimulaci světelné emise luminiscenčních bakterií (*Vibrio fischeri*), ČSN EN ISO 11348-2 [23]
- a současně pozorovaný efekt pevného odpadu v koncentraci 50 % hm. nepřekročí

- 50% inhibici reprodukce chvostokoků (*Folsomia candida*), ČSN ISO 11267 [24],
- 50% inhibici reprodukce roupičie (*Enchytraeus crypticus*), ČSN ISO 16387 [25],
- 50% inhibici růstu kořene salátu (*Lactuca sativa*), ISO 11269-1 [26], ASTM Standard E 1963-09 [27].

### Návrh požadavků na výsledky zkoušek ekotoxicity pro účely vyhlášky č. 376/2001 Sb. [15]:

Odpad se hodnotí jako nebezpečný podle kritéria H14, pokud pozorovaný efekt vodného výluhu odpadu v koncentraci 100 ml/l překročí limitní hodnoty alespoň pro jeden zkušební organismus nebo pokud pozorovaný efekt pevného odpadu v koncentraci 100 g/kg překročí limitní hodnoty alespoň pro jeden zkušební organismus. Limitní hodnoty jsou následující:

- 20% inhibice pohyblivosti vodních koryšů (*Daphnia magna*), ČSN EN ISO 6341 [21],
- 25% inhibice nebo stimulace růstu sladkovodních řas (*Desmodesmus subspicatus*), ČSN EN ISO 8692 [22],
- 25% inhibice nebo stimulace světelné emise luminiscenčních bakterií (*Vibrio fischeri*), ČSN EN ISO 11348-2 [23],
- 50% inhibice reprodukce chvostokoků (*Folsomia candida*), ČSN ISO 11267 [24],
- 50% inhibice reprodukce roupičie (*Enchytraeus crypticus*), ČSN ISO 16387 [25],
- 50% inhibice růstu kořene salátu (*Lactuca sativa*), ISO 11269-1 [26], ASTM Standard E 1963-09 [27].

### Návrhy nového hodnocení ekotoxicity odpadů byly rovněž zahrnuty do návrhů dvou metodických pokynů:

- Metodický pokyn odboru odpadů k hodnocení ekotoxicity odpadů pro účely vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady,
- Metodický pokyn odboru odpadů k hodnocení ekotoxicity odpadů jako nebezpečné vlastnosti H14 Ekotoxicity pro účely vyhlášky č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů.

V předloženém návrhu je uvedeno provádění zkoušek ekotoxicity podle výše uvedených norem a podle připravených metodických pokynů. Nově navrhované hodnocení ekotoxicity odpadů je schopno lépe postihnout rizika jak pro vodní, tak pro půdní ekosystémy a má větší citlivost a ekologickou relevanci než hodnocení stávající.

## Závěr

Základním a důležitým výstupem výzkumu je implementace výsledků do právních předpisů. Návrh nového přístupu k hodnocení ekotoxicity odpadů je nyní připraven pro novelu vyhlášky č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů [15], a novelu vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládá-

ní s odpady [16]. Jako pomůcka pro jednotný výklad postupu prací je ke každému prováděcímu právnímu předpisu připraven podrobnější popis – metodický pokyn.

Hodnocení odpadů podle nové právní úpravy bude ve vyšší míře odpovídat jejich skutečným vlastnostem. Na základě takto získaných informací bude možné s odpady nakládat tak, aby nedošlo k jejich negativnímu působení na zdraví a na životní prostředí.

Současně je nanejvýš žádoucí, aby vývoj v hodnocení ekotoxicity odpadů byl i v dalších letech nadále podporován a aby výsledky výzkumu v této oblasti byly implementovány do praxe.

Na výzkumu se spolu s CeHO podílely odborné subjekty Envisan-Gem, a.s., VŠCHT a RECETOX.

Práce vznikla v rámci výzkumného záměru MZP0002071102 Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení).

## Literatura

- [1] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění.
- [2] Kočí, V., Kulovaná, M. a Vosáhlavá, S. Srovnání citlivosti akvatických a terestrických testů toxicity při testování ekotoxicity odpadů a kontaminovaných zemín. In Škarková, L. (ed.) Odpadové fórum 2008 – Výsledky výzkumu a vývoje pro odpadové hospodářství. Milovy, 16. 4. 2008. s. 4189–4197. ISBN 978-80-02-02012-7.
- [3] Kulovaná, M., Kočí, V. a Vosáhlavá, S. Jak dál v hodnocení ekotoxicity odpadů? In Škarková, L. (ed.) Odpadové fórum 2009 – Výsledky výzkumu a vývoje pro odpadové hospodářství. Milovy, 22. 4. 2009. s. 3358–3365. ISBN 978-80-02-02108-7.
- [4] Hofman, J., Vácha, R. a Kulovaná, M. Ekotoxikologické hodnocení vytěžených sedimentů a tuhých odpadů a legislativní změny. In Škarková, L. (ed.) Odpadové fórum 2009 – Výsledky výzkumu a vývoje pro odpadové hospodářství. Milovy, 22. 4. 2009, s. 3482–3489. ISBN 978-80-02-02108-7.
- [5] Kočí, V., Mocová, K., Kulovaná, M. a Vosáhlavá, S. Phytotoxicity tests of solid wastes and contaminated soils in the Czech Republic. *Environmental Science and Pollution Research*, 2009, vol. 17, No. 3, p. 611–623. ISSN 0944-1344.
- [6] Kulovaná, M., Kočí, V. a Vosáhlavá, S. Nové přístupy k hodnocení odpadů. *VTEI*, 2009, roč. 51, č. 4, s. 10–13, příloha *Vodního hospodářství* č. 8/2009. ISSN 0322-8916.
- [7] Sirotková, D., Kulovaná, M., Vosáhlavá, S., Hofman, J., Kočí, V., and Záleská, M. Novelization of Czech Approaches to Ecotoxicity Evaluation of Hazardous Wastes. In Gidarakos, E. et al. (eds) 2nd International Conference on Hazardous and Industrial Waste Management. Chania, Crete, Greece, 5. 10. 2010, p. 381–383.
- [8] Záleská, M. a Sirotková, D. Hodnocení ekotoxicity odpadů: připravované změny. In Odpadové fórum 2011 – Výsledky výzkumu a vývoje pro odpadové hospodářství. Kouty nad Desnou, 13. 4. 2011. ISBN 978-80-85990-18-8.
- [9] Kulovaná, M. aj. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení), kapitola 3.1.4. Výzkumná zpráva, Praha : VÚV TGM, 2005.
- [10] Kulovaná, M. aj. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení), kapitola 4A. Výzkumná zpráva, Praha : VÚV TGM, 2006.
- [11] Kulovaná, M. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení), subprojekt 7 – Hodnocení ekotoxicity odpadů. Výzkumná zpráva, Praha : VÚV TGM, 2007.
- [12] Kulovaná, M. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení), subprojekt 7 – Hodnocení ekotoxicity odpadů. Výzkumná zpráva, Praha : VÚV TGM, 2008.

- [13] Kulovaná, M. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení), subprojekt 7 – Hodnocení ekotoxicity odpadů. Výzkumná zpráva, Praha : VÚV TGM, 2009.
- [14] Záleská, M. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení), subprojekt 7 – Hodnocení odpadů, kapitola 7-1 Hodnocení ekotoxicity odpadů. Výzkumná zpráva, Praha : VÚV TGM, 2010.
- [15] Vyhláška č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, v platném znění.
- [16] Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění.
- [17] Ökopol GmbH, ARGUS GmbH. Review of the European List of Waste, Final Report, November 2008.
- [18] EN 14735 (2005) Characterization of waste – preparation of waste samples for ecotoxicity tests.
- [19] ČSN EN 14735 (2007) Charakterizace odpadů – Příprava vzorků odpadu pro testy ekotoxicity.
- [20] CEN/TR 16110 (2010): Characterization of waste – Guidance on the use of ecotoxicity tests applied to waste.
- [21] ČSN EN ISO 6341 (1997) Jakost vod – Zkouška inhibice pohyblivosti *Daphnia magna* Straus (*Cladocera, Crustacea*) – Zkouška akutní toxicity.
- [22] ČSN EN ISO 8692 (2005) Jakost vod – Zkouška inhibice růstu sladkovodních zelených řas.
- [23] ČSN EN ISO 11348-2 (2009) Jakost vod – Stanovení inhibičního účinku vzorků vod na světelnou emisi *Vibrio fischeri* (zkouška na luminiscenčních bakteriích) – část 2: Metoda se sušenými bakteriemi.
- [24] ČSN ISO 11267 (2010) Kvalita půdy – Inhibice reprodukce chvostokosků (*Folsomia candida*) látkami znečišťujícími půdu.
- [25] ČSN ISO 16387 (2010) Kvalita půdy – Vliv znečišťujících látek na *Enchytraeidae* (*Enchytraeus* sp.) – Stanovení vlivu na reprodukci a na přežití.
- [26] ISO 11269-1 (1993) Soil quality: Determination of the Effects of Pollutants on Soil Flora – Method for the Measurement of Inhibition of Root Growth.
- [27] ASTM Standard E 1963-09 (2009) Standard Guide for Conducting Terrestrial Plant Toxicity Tests.

Ing. Martina Záleská, Ing. Dagmar Sirotková  
VÚV TGM, v.v.i., Praha  
martina\_zaleska@vuv.cz, dagmar\_sirotkova@vuv.cz  
Příspěvek prošel lektorským řízením.

*Prepared changes in evaluation of ecotoxicity of wastes (Záleská, M.; Sirotková, D.)*

## Key words

*ecotoxicity – waste – hazardous property H14 – recovery of waste on the surface – terrestrial test – evaluation of waste*

**The article is devoted to the evaluation of ecotoxicity as a hazardous property of waste H14 Ecotoxic and to the evaluation of ecotoxicity of waste used on the surface of the ground. It summarizes the current evaluation of ecotoxicity of waste and the work carried out by the Centre for Waste Management in TGM WRI, p.r.i., in 2005–2010 in this area. The article presents a proposal for a new assessment of the ecotoxicity of waste, which would replace the current evaluation.**

## VÝSLEDKY ZPRACOVÁNÍ INOVATIVNÍHO ZDROJE DAT IDENTIFIKACE POTENCIÁLNĚ KONTAMINOVANÝCH A KONTAMINOVANÝCH MÍST V ČR

Marta Martínková, Pavel Eckhardt

### Klíčová slova

*kontaminované místo – potenciálně kontaminované místo – kontaminace – mapování kontaminovaných míst – toxické kovy*

### Souhrn

V tomto článku jsou popsány a diskutovány výsledky zpracování datového obsahu Registru kontaminovaných ploch Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Brně (ÚKZÚZ) pro účely identifikace potenciálně kontaminovaných a kontaminovaných míst

v ČR. Uvedeny jsou konkrétní výsledky pro prvky arzen, nikl, kobalt, olovo a zinek. Ze zpracování dat tohoto registru mimo jiné vyplynulo, že se některé z těchto prvků vyskytují na určitých územích společně ve zvýšených koncentracích. Prověřovaná korelace mezi daty Registru ÚKZÚZ a databází SEKM je nízká, pro vytipování potenciálních zdrojů šíření kontaminace je tak vhodné použít oba zdroje dat. Diskutovány jsou i možné příčiny společného výskytu sledovaných prvků.

## Úvod

Při mapování znečištění životního prostředí způsobeného člověkem jsou běžně sledovány lokality s ověřenou kontaminací. V praxi se v ČR pro tyto znečištěné lokality běžně používá výraz „*ekologická zátěž*“, popř. „*stará ekologická zátěž*“, pokud jde o historicky vzniklou kontaminaci. V Metodickém pokynu (MP) MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území [5] je definován pojem „*kontaminované území*“ jako území, ve kterém jsou předpokládány nebo již detekovány zvýšené výskytu cizorodých (nežádoucích) látek. Tento pojem tedy v sobě zahrnuje místa, kde byla již kontaminace ověřena, i místa, kde je pouze předpokládána. Termíny „*potenciálně kontaminované místo*“ a „*kontaminované místo*“ jsou také v praxi v ČR používány, např. [7]. Návrh Rámcové směrnice EU o ochraně

půdy chápe „kontaminované místo“ jako místo, kde prokazatelně působil nebo působí člověk, nebezpečné látky jsou nad úroveň, kterou si členské státy určí, a představují významné riziko pro lidské zdraví a životní prostředí. Riziko musí být hodnoceno k současnému nebo budoucímu využití půdy [1]. Analogicky je zde chápán termín „potenciálně kontaminované místo“, tedy jako místo, kde se toto působení předpokládá. Zatím se však jedná pouze o návrh směrnice, který prozatím není závazným dokumentem pro členské státy EU. Termín „kontaminované místo“ je tedy podle [8] v následujícím textu chápán jako ohraničená plocha, kde byla potvrzena kontaminace půdy. Na druhou stranu termín „potenciálně kontaminované místo“ zahrnuje jakékoliv místo, kde se dá předpokládat kontaminace půdy.

Sledování dopadů kontaminovaných a potenciálně kontaminovaných míst na životní prostředí představuje alternativní způsob mapování znečištění ŽP způsobeného člověkem. Podle zjištěných dopadů je pak možno při mapování znečištění věnovat těmto lokalitám i jejich okolí zvýšenou pozornost. Jednou z možností takového přístupu je využití obsahu Registru kontaminovaných ploch Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského v Brně (ÚKZÚZ) [3]. Podle zákona č. 156/1998 Sb., o hnojivech, ve znění pozdějších předpisů, provádí ÚKZÚZ v rámci agrochemického zkoušení zemědělských půd i sledování obsahů rizikových látek a rizikových prvků [9]. Odběr vzorků pro analýzy byl prováděn z mléčné části nesaturované zóny horninového prostředí, z půd na zemědělských plochách. Pro tuto studii byl poskytnut datový obsah Registru kontaminovaných ploch ÚKZÚZ (Registr ÚKZÚZ) za období 1990 až 2004 pro následující prvky: arzen, beryllium, chrom, kadmium, kobalt, měď, rtuť, molybden, nikl, olovo, vanad a zinek. V předchozím příspěvku byly diskutovány výsledky pro kadmium, rtuť a chrom [12]. V tomto článku jsou uvedeny a diskutovány konkrétní výsledky pro arzen, nikl, kobalt, olovo a zinek. Některé z těchto prvků se vyskytují na určitých územích společně ve zvýšených koncentracích.

### Použité metody a charakteristika sledovaných prvků

Odběrná místa Registru ÚKZÚZ byla nejdříve přiřazena katastrálními územím podobně jako v [9]. Pro účely této studie bylo každé katastrální území charakterizováno nejvyšší zjištěnou koncentrací daného prvku. Záznamy z Registru ÚKZÚZ pro daný prvek a mineralizační činidlo jsme analyzovali pomocí prostředků statistické průzkumové analýzy. Protože bylo důležité odlišit hodnoty, které mohou indikovat přítomnost kontaminovaného místa, a hodnoty, které vyjadřují přirozený stav daného území, byly pro každý prvek hodnoty analýz kategorizovány do tříd podle statistických vlastností vstupního souboru dat, příslušných limitů podle [11] a orientačně také normativů podle [5]. Odlehle hodnoty v příslušných histogramech pak indikují výskyt potenciálně kontaminovaného nebo kontaminovaného místa. Pro každý prvek byla pak vytvořena mapová schémata pro území ČR. Byla vybrána katastrální území, kde alespoň jedna koncentrace překročila hodnotu limitu pro lehké půdy podle [11]. Pro každé katastrální území

byla vybrána nejvyšší hodnota koncentrace. Plocha každého katastrálního území je pak reprezentována v mapovém schématu nejvyšší hodnotou pro příslušný prvek a činidlo. Jako pomocný údaj byl zjištěn počet analýz a hodnota aritmetického průměru koncentrací prvků zjištěných při těchto analýzách. Pro zjištění případných prostorových závislostí mezi kontaminovanými místy sledovanými v Systému evidence kontaminovaných míst (SEKM) a katastrálními územími se zjištěnými zvýšenými koncentracemi podle Registru ÚKZÚZ byl následně zpracován datový obsah SEKM. Byla vybrána kontaminovaná místa, kde byly zjišťovány koncentrace sledovaných prvků. Tyto hodnoty byly porovnány s normativy podle [5] a byla vytvořena příslušná bodová mapová vrstva. Příklady srovnání těchto dvou vrstev jsou uvedeny na obr. 1 a 2.

Pro území, kde byly podle Registru ÚKZÚZ zjištěny zvýšené koncentrace daného prvku, byla provedena analýza podle následujícího postupu: 1) popis možných přirozených zdrojů daného prvku a případné navazující důlní činnosti, 2) popis kontaminovaného místa z databáze SEKM, kde byly zjištěny koncentrace daného prvku nad úroveň normativu C a toto místo by mohlo být popř. zdrojem kontaminace, 3) zjištění koncentrací daného prvku podle Registru ÚKZÚZ na odběrných místech na území a v okolí katastrálního území, kde byla zjištěna zvýšená koncentrace pro daný prvek a činidlo. Nakonec byla vytvořena mapová schémata v podrobnějším měřítku pro území, kde se z dosavadních výsledků dá předpokládat, že zvýšené koncentrace mohou souviset s výskytem potenciálně kontaminovaných nebo kontaminovaných míst. Výstupem je pak interpretace původu kontaminace a seznam katastrálních území, kterým by měla být věnována zvýšená pozornost při identifikaci kontaminovaného území z hlediska výskytu daného prvku.

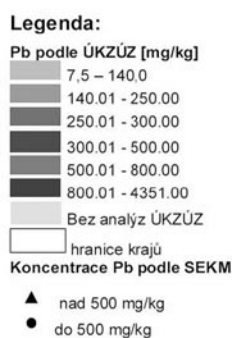
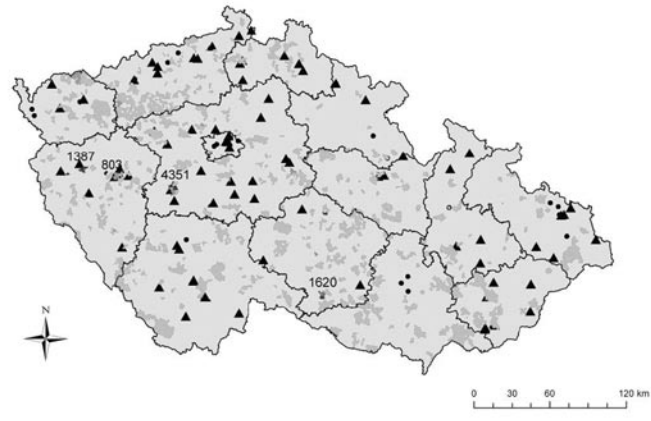
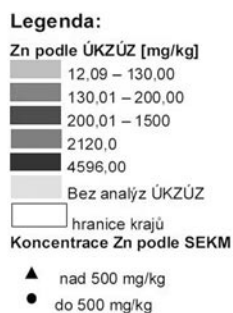
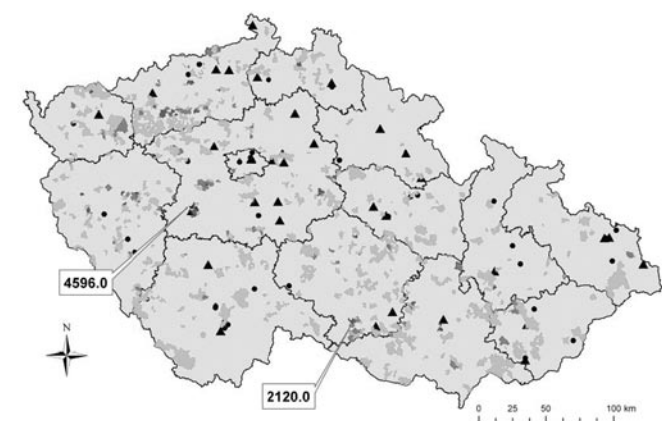
### Výsledky a diskuse k jednotlivým prvkům

#### Arzen

Arzen je toxický polokovový prvek. Na území České republiky jsou zvýšené obsahy As na rudních žilách tzv. pětiprvkové formace (Jáchymov, Horní Slavkov, Příbram, Kutná Hora aj.) a na greisenových ložiskách Sn-W (Cínovec, Krásno u Horního Slavkova), dále na některých ložiscích zlata (Jilové u Prahy, Čelina-Mokrsko) a v mnoha výskytech sulfidických rud, např. jako příměs v rudách niklu, kobaltu, antimonu a stříbra.

Podle vyhlášky [11] je limit pro arzen v lehkých i ostatních půdách při mineralizaci kyselinou dusičnou 4,5 mg/kg. Podle Metodického pokynu MŽP [5] je pro kontaminace zemin arzenem hodnota normativu A = 30 mg/kg, B = 65 mg/kg, C = 70 mg/kg pro obytné účely, C = 100 mg/kg pro rekreační účely a C = 140 mg/kg pro průmyslové využití území.

Pro arzen existuje v Registru ÚKZÚZ 7 158 analýz vzorků půd po rozkladu kyselinou dusičnou, přičemž bylo jako nadlimitní označeno 7,5 % vzorků všech typů půd. Medián souboru dat koncentrací arzenu po rozkladu kyselinou dusičnou je 1,41 mg/kg. Extrémní odlehle hodnoty jsou zde třídy koncentrací nad úroveň normativu C. Ve třídě 70–100 mg/kg jsou tři ana-



**Obr. 1.** Mapa koncentrací zinku v zeminách podle Registru ÚKZÚZ a databáze SEKM

**Obr. 2.** Mapa koncentrací olova v zeminách podle Registru ÚKZÚZ a databáze SEKM

lýzy, ve třídě 100–140 mg/kg je jedna analýza a ve třídě 140–325 mg/kg jsou čtyři analýzy.

V SEKM byl arzen sledován v zeminách na 35 lokalitách, z toho na 25 lokalitách SEKM byly poslední zjištěné koncentrace nad 70 mg/kg. Nejvyšší koncentrace arzenu v zeminách byla 2 400 mg/kg na skládce u Horoušan na východ od Prahy. V širokém okolí skládky se neprojevila kontaminace arzenem podle Registru ÚKZÚZ. Velmi vysoká koncentrace arzenu v zeminách byla zjištěna na území areálu Kovohutě Příbram, a.s. (1 400 mg/kg podle SEKM). Území areálu Kovohutě Příbram, a.s., je historicky využívané k hutnímu zpracování stříbrných a olovených rud, pocházejících především z okolního důlního revíru.

Nejvyšší koncentrace arzenu po rozkladu kyselinou dusičnou byly zjištěny v katastru obce Smolotely. Zjištěné koncentrace jsou velmi vysoké, nelze ovšem vyloučit čistě přirozený původ kontaminace. Smolotely totiž leží v pásmu regionálně metamorfovaných vulkanosedimentárních hornin proterozoického stáří, které se táhne na jihozápad od Jílového u Prahy, je to tzv. jílovské pásmo. V tomto pásmu hornin se nacházejí rudní revíry, kde se vyskytují ložiska zlata, jedním z nich je revír Smolotely-Horní Lišnice. Podobného původu je pravděpodobně i zjištěná vysoká koncentrace arzenu v katastru obce Bratřejov. Koncentrace arzenu zjištěné v katastru obce Drahlín u Příbrami mohou souviset s žilným polymetalickým zrudněním (olovo, stříbro, zinek) u okolí Příbrami, na Březových Horách a Bohutíně. Arzen se zde sice přirozeně vyskytuje jako součást zrudnění, avšak jeho výskyt v půdě může souviset s historickou důlní činností a navazující hutní činností, např. ve výše zmíněných hutích. V katastru Města Touškov byla zjištěna nejvyšší hodnota koncentrace arzenu 127 mg/kg. V okolních katastrech byly zjištěny velmi nízké koncentrace, nepřevyšující hodnotu limitu podle [11]. Takto vysoká hodnota koncentrace zde byla ale také zjištěna pouze jednou, hodnoty ostatních zjištěných koncentrací jsou až o dva řády nižší. Zjištěnou vysokou hodnotu koncentrace lze dát i do souvislosti s tím, že Město Touškov leží v uhlonosné Plzeňské pánvi.

Zvýšené koncentrace v katastrech obcí Potůčky a Hřebečná v Krušných horách pravděpodobně souvisí s výskytem hydrotermálních ložisek rud. Konkrétně hydrotermální ložisko Potůčky (stříbro, kobalt, bizmut, uran) je vázáno na metamorfovaný plášť karlovarského plutonu, budovaný převážně různými typy fylitů. Při vzniku ložiska se postupně uplatnilo asi pět stadií mineralizace variského stáří: 1. křemen – sulfidické, 2. uraninit – karbonátové, 3. arzenidové, 4. sulfoarzenidové, 5. sulfidické s arzenopyritem, chalkopyritem, pyritem, galenitem a sfaleritem [10].

Pro katastrální území, kde byly podle Registru ÚKZÚZ zjištěny zvýšené koncentrace arzenu, je vysoce pravděpodobné, že kontaminace arzenem je kombinovaného původu (zvýšený přirozený výskyt, důlní činnost a popř. navazující hutní činnost).

Na tato katastrální území by bylo vhodné zaměřit zvýšenou pozornost při identifikaci potenciálně kontaminovaných míst: Smolotely, Drahlín, Město Touškov, Potůčky, Hřebečná a Bratřejov.

### **Olovo a zinek**

Olovo a zinek se v ČR vyskytují přirozeně spolu na ložiscích vulkanosedimentárního typu (lokality Horní Benešov, Horní Město, Křižanovice) a dále často spolu s mědí nebo dalšími prvky na hydrotermálních ložiscích (např. lokality Příbram, Stříbro, Kutná Hora, Vrančice, Harrachov, Jihlava a Stříbrná Skalice) [2].

Podle vyhlášky [11] je limit pro olovo v lehkých půdách 100,0 mg/kg a v ostatních půdách 140,0 mg/kg při mineralizaci lučavkou královskou. Podle metodického pokynu MŽP [9] je pro kontaminace zemin olovem hodnota normativu A = 80 mg/kg, B = 250 mg/kg, C = 300 mg/kg pro obytné účely, C = 500 mg/kg pro rekreační účely a C = 800 mg/kg pro průmyslové využití území.

Pro olovo existuje v Registru ÚKZÚZ 4 489 hodnot analýz vzorků půd po rozkladu lučavkou královskou, přičemž bylo jako nadlimitní označeno 0,83 % vzorků všech typů půd podle limitů uvedených ve vyhlášce [11]. Medián souboru dat koncentrací olova je 18,8 mg/kg. Hodnota mediánu byla použita jako jedna z hranic tříd při určování četností jednotlivých hodnot koncentrací, ostatní hranice tříd byly určeny podle hodnot limitů ve vyhlášce [11] a normativů [5]. Extrémní odlehle hodnoty, tj. třídy koncentrací nad úroveň normativu C, indikují výskyt potenciálně kontaminovaného nebo kontaminovaného místa. Ve třídě 300–500 mg/kg je osm analýz, ve třídě 500–800 mg/kg je šest analýz a ve třídách 800–1 600 mg/kg a 1 600–4 351 mg/kg je po dvou analýzách. Nad hodnotu 800 mg/kg (normativ C pro průmyslové oblasti) jsou nejvyšší zjištěné koncentrace olova pro katastr podle ÚKZÚZ na čtyřech katastrálních územích. V SEKM bylo olovo sledováno na celkem 119 lokalitách, z toho na dvou byly poslední zjištěné koncentrace nad 240 mg/kg [4].

Nejvyšší koncentrace olova po rozkladu lučavkou královskou podle Registru ÚKZÚZ byly zjištěny v katastru obce Drahlín. V tomto katastrálním území byla zjištěna vysoká koncentrace i pro arzen (viz výše) a kadmium [3]. Blízké území areálu Kovohutě Příbram, a.s., je historicky využíváno k hutnímu zpracování stříbrných a olovených rud pocházejících především z okolního důlního revíru.

Pro katastrální území Jakubov u Moravských Budějovic byla zjištěna koncentrace nad 800 mg/kg pouze jednou, původ této kontaminace je pravděpodobně antropogenní. Další velmi vysoké koncentrace olova byly zjištěny podle Registru ÚKZÚZ pro katastrální území Stříbro. V okolí Stříbra jsou rozsáhlá ložiska rud olova (zejména galenitu, PbS), přičemž těžba galenitu zde má velmi dlouhou tradici. Původ zvýšené koncentrace olova podle Registru ÚKZÚZ je tedy v tomto katastrálním území pravděpodobně kombinovaného původu.

Podle vyhlášky [8] je limit pro zinek při mineralizaci lučavkou královskou pro lehké půdy 130 mg/kg a pro ostatní typy půd 200 mg/kg. Podle Metodického pokynu MŽP [9] je pro kontaminace zemin zinkem hodnota normativu A = 150 mg/kg, B = 1 500 mg/kg, C = 2 500 mg/kg pro obytné účely, C = 3 000 mg/kg pro rekreační účely a C = 5 000 mg/kg pro průmyslové využití území.

Pro zinek existuje v Registru ÚKZÚZ 4 489 analýz vzorků po rozkladu lučavkou královskou, přičemž bylo jako nadlimitní označeno 1,40 % vzorků všech typů půd podle limitů uvedených ve vyhlášce [11]. Medián souboru dat koncentrací zinku je 5,99 mg/kg. Hodnota mediánu byla použita jako jedna z hranic tříd při určování četností jednotlivých hodnot koncentrací, ostatní hranice tříd byly určeny podle hodnot limitů ve vyhlášce [11] a normativů [5]. Extrémní odlehle hodnoty jsou v případě zinku třídy koncentrací nad úroveň normativu B. Ve třídě 1 500–2 500 a 3 000–5 000 je shodně po jedné analýze. V SEKM byl zinek sledován v zeminách na celkem 77 lokalitách, z toho na 37 kontaminovaných místech byly zjištěny koncentrace zinku nad normativ C pro obytné oblasti. Výsledná mapová schémata zjištěných koncentrací olova a zinku podle Registru ÚKZÚZ (rozklad lučavkou královskou) a podle lokalizace kontaminovaných míst SEKM, kde byly zjišťovány koncentrace těchto prvků v zeminách, znázorňují obr. 1 a 2.

Nejvyšší koncentrace zinku v zeminách byla podle SEKM 20 000 mg/kg na komunální skládce lom Štěbrov na JV od Jablonce nad Nisou. V širokém okolí této komunální skládky nebyly zjištěny koncentrace zinku anebo byly podle Registru ÚKZÚZ velmi nízké.

Nejvyšší koncentrace zinku po rozkladu lučavkou královskou podle Registru ÚKZÚZ byly zjištěny v katastru obce Drahlín. Nejvyšší zjištěná koncentrace zde byla 4 596 mg/kg. Zajímavé jsou také výsledky pro katastrální území Jakubov u Moravských Budějovic, kde byla nejvyšší zjištěná koncentrace podle Registru ÚKZÚZ 2 120 mg/kg, ostatní zjištěné koncentrace jsou zde řádově nižší.

Pro katastrální území Drahlín je vysoce pravděpodobné, že kontaminace kadmii, arzenem, olovem a zinkem je kombinovaného původu (zvýšený přirozený výskyt, důlní činnost a případně navazující hutní činnost). Kontaminace olovem v katastrálním území Stříbro je také pravděpodobně kombinovaného původu. Pro katastrální území Jakubov u Moravských Budějovic je vysoce pravděpodobné, že kontaminace olovem a zinkem je zde antropogenního původu.

### **Nikl a kobalt**

Nikl a kobalt se často v přírodě vyskytují společně. Výskyt niklu je nejčastěji vázán na bazické a ultrabazické horniny, ze kterých přechází do půd [4]. Na území ČR jsou známa ložiska niklu u okolí Kremže a Bojanovic (zvětrávací typ), Starého Ranska (impregnační typ) a Jáchymova a Horního Slavkova (hydrotermální žilný Ni-Co typ) [2]. Podle vyhlášky [11] je limit při mineralizaci lučavkou královskou 60 mg/kg pro lehké půdy a 80 mg/kg pro ostatní typy půd. Podle Metodického pokynu MŽP [5] je pro kontaminace zemin niklem hodnota normativu A = 60 mg/kg, B = 180 mg/kg, C = 250 mg/kg pro obytné účely, C = 300 mg/kg pro rekreační účely a C = 500 mg/kg pro průmyslové využití území. V přírodě se kobalt nevyskytuje samostatně, vždy provází niklové rudy a jako doprovodný prvek se vyskytuje také v sulfidických rudách mědi nebo olova. Podle vyhlášky [11] je limit pro kobalt při mineralizaci lučavkou královskou pro lehké půdy 25 mg/kg a pro ostatní typy půd 50 mg/kg. Podle metodického pokynu MŽP [5] je pro kontaminace zemin kobaltem hodnota normativu A = 25 mg/kg, B = 180 mg/kg, C = 300 mg/kg pro obytné účely, C = 350 mg/kg pro rekreační účely a C = 450 mg/kg pro průmyslové využití území.

Pro nikl existuje v Registru ÚKZÚZ 4 491 analýz vzorků půd po rozkladu lučavkou královskou. Jako nadlimitní podle vyhlášky [11] bylo označeno 2,25 % těchto záznamů. Medián souboru dat koncentrací niklu po rozkladu lučavkou královskou je 21,1 mg/kg. Třídy koncentrací nad úroveň normativu C indikují výskyt potenciálně kontaminovaného nebo kontaminovaného místa. Třída 250–300 mg/kg obsahuje čtyři analýzy, třída 300–500 mg/kg osm analýz a třída 500–1 262 mg/kg obsahuje 13 analýz. V SEKM byl nikl sledován v zeminách na celkem 60 lokalitách, z toho na 19 lokalitách SEKM byly poslední zjištěné koncentrace nad 500 mg/kg (normativ C pro průmyslové oblasti) [5]. Kontaminovaná místa leží v katastrálních územích, kde nebyl zjištěn zvýšený obsah niklu podle Registru ÚKZÚZ.

Na katastrálním území Jamolice byla zjištěna nejvyšší koncentrace niklu 1 247 mg/kg po rozkladu lučavkou královskou, což je nejvyšší koncentrace tohoto prvku podle Registru ÚKZÚZ. Podle [6] jsou zvýšené koncentrace niklu způsobeny spalováním fosilních paliv v souvislosti s přítomností bývalého vojenského letiště. Sice se zde vyskytují tělesa ultrabazických hornin



plášťového původu (především serpentinitu a serpentinizované peridotity), na něž je výskyt niklu v přírodě vázán [4], nicméně nejvyšší zjištěná koncentrace niklu více než dvakrát vyšší než normativ C pro průmyslové oblasti nasvědčuje spíše antropogennímu původu. Vysoké koncentrace v katastrálních územích Drahonín a Kouřimská Nová Ves mohou být také ovlivněny výskytem ultrabazických těles. Zvýšená koncentrace niklu v katastru Chlum u Křemže je ojedinělá, navíc se v okolí Křemže vyskytují ložiska niklu, takže kontaminace niklem může být přirozeného původu. Vysoké koncentrace niklu na katastrálním území Radkovic u Hrotovic i v okolních katastrálních územích mohou také souviset s výskytem ultrabazických hornin.

Kobalt se naproti tomu vyskytuje podle Registru ÚKZÚZ ve výrazně nižších koncentracích, nejvyšší zjištěné koncentrace byly zhruba poloviční oproti normativu B [5].

Na katastrálních územích Radkovic u Hrotovic a Chlum u Křemže byly zjištěny zvýšené koncentrace obou těchto prvků. Důvodem je skutečnost, že kobalt doprovází obvykle v přírodě nikl.

## Diskuse

Registr ÚKZÚZ obsahuje velké množství dat k jednotlivým sledovaným prvkům. Tato registrovaná data jsou však prostorově omezena pouze na zemědělské půdy a na mělkou část nesaturované zóny horninového prostředí. Zvýšené koncentrace vybraných prvků mohou být přirozeného původu (zvětrávání hornin a minerálů, popř. jejich transport vodou či vzduchem), nebo původu antropogenního (z bodových či plošných zdrojů kontaminace, včetně následného transportu vodou či imisním spadem ze zdrojů znečišťování ovzduší atp.). Velmi významná je z tohoto pohledu historická důlní činnost, spojená s hutnictvím a dalším zpracováním neželezných kovů. Společný přirozený výskyt jednotlivých prvků v horninovém prostředí se tak často přenáší i do společné kontaminace půd těmito prvky v okolí zdrojů znečištění.

Naproti tomu obsahuje databáze SEKM zejména data z působení bodových zdrojů kontaminace, mezi kterými jsou však lokality s kontaminací z důlní činnosti zatím zastoupeny minimálně. Vzhledem k těmto rozdílům je zjištěná korelace mezi oběma soubory dat poměrně malá. Provedená studie by tak mohla být impulzem nejen pro doplnění databáze SEKM v tomto směru, ale např. i pro výzkum historického imisního spadu z bývalých zdrojů znečišťování ovzduší atp.

## Závěr

V provedené studii jsme zpracovali obsah Registru ÚKZÚZ z hlediska společného zvýšeného výskytu prvků a popsali jsme možné příčiny těchto společných zvýšených výskytů. Společně se vyskytují prvky kobalt a nikl, zinek a olovo. Na jednom katastrálním území se vyskytly vysoké koncentrace arzenu, kadmia, olova a zinku dohromady. Nejčastější příčinou společného výskytu je kombinovaný původ kontaminace těmito prvky, tzn. přirozený zvýšený výskyt v přírodě v daném místě a navazující důlní činnost. Nízká korelace mezi obsahem databáze SEKM a výsledkem vyhodnocení Registru ÚKZÚZ plyne zejména ze skutečnosti, že SEKM zatím neobsahuje významnější podíl kontaminovaných míst spojených s těžbou nerostných surovin.

### Poděkování

Tato studie byla provedena v rámci řešení výzkumného záměru MZP0002071102. Poděkování patří Ústřednímu kontrolnímu a zkušebnímu ústavu zemědělskému za zpřístupnění dat pro výzkum.

## OBSAH ZAKÁZANÝCH LÁTEK V ODPADECH ZE ZPRACOVÁNÍ AUTOVRAKŮ A ELEKTROODPADŮ

Věra Hudáková

### Klíčová slova

výzkum – elektroodpad – autovrak – nebezpečné látky

### Souhrn

**Elektrická a elektronická zařízení a motorová vozidla obsahují velké množství nebezpečných látek. Od roku 2006 bylo v rámci výzkumu zahájeno sledování obsahu látek, jejichž použití je v Evropské unii při výrobě nových motorových vozidel a nových elektrozařízení omezeno. Jde o olovo, rtuť, kadmium, šestimocný chrom a v elektrozařízeních navíc polybromované bifenyly a polybromované difenylétery. U elektroodpadů bylo v průběhu výzkumu sledování látek rozšířeno i o obsah arzenu, antimonu, beryllia a selenu. Za dobu pěti let se podařilo získat řadu konkrétních údajů o množství jednotlivých nebezpečných látek v odpadech, které končí na skládkách. Výzkum realizovaný v rámci výzkumného záměru MZP0002071102 „Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje“ rokem 2011 končí.**

## Literatura

- [1] Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC. On-line 15. 10. 2010, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52006PC0232:EN:NOT>.
- [2] Jirásek, J. a Sivek, M. Ložiska nerostů, multimediální učební text. On-line 15. 9. 2009, [http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska\\_rud.html#STOPOVE%20PRVKY](http://geologie.vsb.cz/loziska/loziska/loziska_rud.html#STOPOVE%20PRVKY).
- [3] Martínková, M. Subprojekt 11 – Evidence kontaminovaných míst. Souhrnná etapová zpráva výzkumného záměru MZP0002071102 za rok 2008. Praha : Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 44 s.
- [4] Mísař, Z. aj. Geologie ČSSR I. Praha : SPN, 1983, 333 s.
- [5] Metodický pokyn MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území. *Věstník ministerstva životního prostředí*, roč. XV, částka 9, 2005.
- [6] Svoboda, J. a Trčka, V. Zjištění úrovně a rozsahu kontaminace rizikovými prvky v lokalitě Majolice u Dukovan. *Bulletin Odboru agrochemie, půdy a výživy rostlin*. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, 2002, s. 35–42.
- [7] Systém evidence kontaminovaných míst. On-line 22. 10. 2009. <http://sekm.cenia.cz/portal/>.
- [8] EEA. Towards an EEA Europe-wide assessment of areas under risk for soil contamination. Objectives and Methodology, Attachment 1: Pre-screening of problem areas/megasites, 2005.
- [9] Trávník, K. aj. Obsahy rizikových prvků v zemědělských půdách České republiky. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský v Brně, 2000, 14 s.
- [10] Velebil, D. Ag-Co-Bi-U-ložisko Potůčky v Krušných horách. *Bull. mineral.-petrolog.*, odd. Nár. muz. (Praha), 8, 2000, s. 75–81.
- [11] Vyhláška č. 13/1994 Sb., kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu.
- [12] Martínková, M. a Eckhardt, P. Další zdroj dat identifikace potenciálně kontaminovaných a kontaminovaných míst v ČR. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2010, roč. 52, č. 2, s. 14–16, příloha *Vodního hospodářství* č. 4/2010. ISSN 0322/8916.

**Mgr. Marta Martínková, Mgr. Pavel Eckhardt**  
**VÚV TGM, v.v.i., Praha**  
**Marta.Martinkova@vuv.cz**  
*Príspevek posel lektorským řízením.*

*The results of elaboration on innovative data source for potentially contaminated and contaminated sites identification in the CR (Martínková, M.; Eckhardt, P.)*

### Key words

*contaminated site – potentially contaminated site – contamination – contaminated sites mapping – toxic metals*

**The results of elaboration on Register of contaminated agriculture lands as an innovative data source for potentially contaminated and contaminated sites identification in the CR are described in presented paper. Presented are results for arsenic, nickel, cobalt, lead and zinc. From the elaboration follows that these elements occur together in some areas in higher concentrations. Discussed are the possible causes of common occurrence.**

## Úvod

V rámci zemí Evropské unie (EU) jsou prosazovány předpisy týkající se ochrany životního prostředí realizované prostřednictvím samotných výrobců určitých výrobků. Jedná se i o výrobce motorových vozidel a elektrických a elektronických zařízení. U obou druhů výrobků jsou již ve fázi jejich výroby – až na výjimky uvedené v seznamu – uplatněny zákazy používání některých nebezpečných látek. Pro motorová vozidla kategorie M1 a N1, tzv. vybraná vozidla, je zákaz dán směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlech s ukončenou životností [1]. Zákaz platí pro nové výrobky uvedené na trh po 1. červenci 2003 a týká se použití olova (Pb), rtuti (Hg), kadmia (Cd) a šestimocného chromu (Cr<sup>VI</sup>). U elektrických a elektronických zařízení (EEZ) je používání nebezpečných látek omezeno směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2002/95/ES o omezení používání některých nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních (RoHS) [2]. Zákaz se týká používání olova (Pb), rtuti (Hg), kadmia (Cd), šestimocného chromu (Cr<sup>VI</sup>), polybromovaných bifenyly (PBB) a polybromovaných difenyléterů (PBDE), a to u nových výrobků daných na trh po 1. červenci 2006. Obě směrnice však obsahují výjimky, kdy je použití omezených látek povoleno, neboť v současné době není v daných aplikacích známa pro tyto látky náhrada. Oba předpisy EU byly v České republice implementovány do zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění, a příslušných prováděcích předpisů.

Cílem výzkumu je zhodnotit dopady přijatých opatření Evropské unie na složení odpadů, které vznikají po konečném zpracování výrobků s ukončenou životností. Tyto odpady nejsou při běžném způsobu nakládání dále

využitelné a končí na skládkách odpadů, a proto mohou být potenciálním zdrojem znečištění životního prostředí. Výzkum byl realizován v rámci výzkumného záměru „Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje“ – MZP0002071102, který v roce 2011 končí.

## Nebezpečné látky

Nová motorová vozidla obsahují přibližně 65–75 % hm. železných kovů (64 % hm. ocel a 11 % hm. litina), dále neželezné kovy – např. 6–10 % hm. hliníku a jeho slitin, 1–1,5 % hm. mědi a jejích slitin (mosaz, bronz), 1–2 % hm. zinku (povrchová úprava oceli, díly), nikl, kobalt, molybden, 8–8,5 % hm. plastů, 3–4 % hm. pryže, 2,2 % hm. skla a 3 % hm. ostatních látek. Součástí vozidel je i elektronika, jejíž množství v nových vozidlech neustále přibývá, a tím přibývají i látky obsažené v elektrozařizích. Složení nových elektrozařizích záleží i na jejich charakteru. Obecně lze říci, že obsahují železné kovy, neželezné kovy (Cu, Ag, Zn, Ni, pájky Sn-Pb), drahé kovy (Au, Ag, Pt, Pd), plasty (ABS, PP, PE, PA, PC, PS, PVC), epoxidové pryskyřice, sklo, keramiku, dřevo, papír. Současně jsou v materiálech elektrozařizích obsaženy i nebezpečné látky. V *tabulce 1* je uveden výskyt některých nebezpečných látek v dílech a materiálech elektrozařizích.

Detailnější informace o obsahu jednotlivých prvků v elektrozařizích jsou uvedeny ve výzkumné zprávě za rok 2007 [3].

Při zpracování autovraků i odpadních elektrických a elektronických zařízení (OEEZ) je povinností nejdříve vyjmout součásti obsahující nebezpečné látky – baterie, transformátory, kondenzátory, součástky obsahující rtuť, kapaliny apod. Demontáž se řídí i způsobem dalšího zpracování, to znamená např. oddělením částí z jednoho druhu materiálu, které jsou dále využity. Části, které není možné jednoduše roztrždit podle materiálu, jsou většinou drceny a v rámci technologického procesu následně děleny na jednotlivé frakce. Detailnější přehled o nebezpečných látkách, které jsou součástí autovraků a EEZ, je uveden ve výzkumné zprávě za rok 2006 [4].

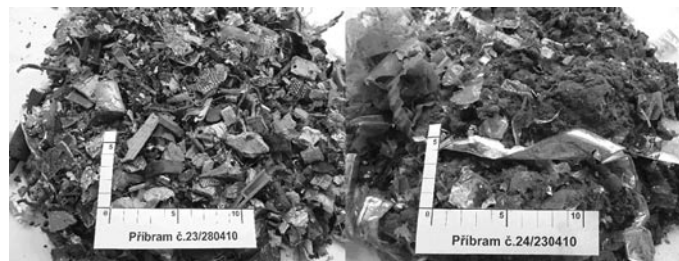
O množství jednotlivých nebezpečných látek, které jsou obsaženy ve zbytcích po zpracování autovraků a OEEZ, začaly být v rámci výzkumu shromažďovány informace v roce 2006. Ve vzorcích těchto odpadů bylo zahájeno sledování obsahu látek zakázaných/omezených směrnicemi [1] a [2]. U odpadů z autovraků i EEZ je sledován obsah olova (Pb), rtuti (Hg), kadmia (Cd), šestimocného chromu (Cr<sup>VI</sup>) a u odpadů z EEZ navíc obsah zakázaných polybromovaných bifenyly (PBB) a polybromovaných difenyléterů (PBDE). Od roku 2007 je rozsah sledovaných látek v EEZ v rámci výzkumu rozšířen o další nebezpečné látky používané při výrobě elektrozařizích, a to arzen (As), antimon (Sb), beryllium (Be) a selen (Se).

## Výsledky výzkumu

V roce 2005 byl zahájen výzkum zabývající se problematikou autovraků a OEEZ. Za účelem odběru vzorků odpadů vzniklých po zpracování autovraků a OEEZ byla od roku 2006 navázána spolupráce se dvěma zpracovateli autovraků – Kovošrotem Kladno, a.s., a Metalšrotem Tlumačov, a.s., a zpracovatelem elektroodpadů Kovohutěmi Příbram nástupnická, a.s.

Ve firmách zpracovávajících autovraků jsou odbírány vzorky odpadů ve třech technologických místech. Obě firmy zpracovávají autovraků zbavené nebezpečných látek a součástí na kladičovém drtiči se spodním odvodem nadrceného materiálu typu PWH (2000 a 2500) systému Hammerrills a na navazující separační lince. Z provozované drtič technologie jsou odbírány tři druhy odpadů. Vzorek 1 je odbírán z lehké frakce po magnetické separaci a přebírce, vzorek 2 z frakce 0–15 mm vzniklé po nemagnetické separaci z rotačního třídícího bubnu a vzorek 3 z pračky prachu z odtahu vzduchu z drtič komory.

V Kovohutích Příbram nástupnická, a.s., projdou OEEZ nejdříve ruční



**Obr. 1.** Kovohutě Příbram nástupnická, a.s. – vzorek č. 23 a 24 (Zdroj: VÚV TGM, v.v.i. – CeHO)



**Obr. 2.** Metalšrot Tlumačov, a.s. – vzorek č. 1, 2 a 3 (Zdroj: VÚV TGM, v.v.i. – CeHO)

předúpravou, při které jsou demontovány součásti obsahující nebezpečné látky. Předupravená OEEZ jsou nadrcena řetězovým drtičem DRB 1200 a drť je dále tříděna na navazující separační lince. Odpad zbavený větších kovových podílů a využitelných materiálů obsahuje hlavně plasty, pryž, drobné částičky kovů a jemné frakce obsahující drahé kovy. Tento odpad je odbírán jako vzorek 23. V průběhu drcení vzniká prach po celé délce technologické linky a je odsáván prostřednictvím systému filtrace vzduchu. Tento odpad je odbírán jako vzorek 24.

Od roku 2006 je v odbíraných vzorcích odpadů, vzniklých po zpracování autovraků stanovován v pevné matici a ve vyluhu obsah Pb, Hg, Cd a ve vyluhu navíc i obsah Cr<sup>VI</sup>. U odpadů vzniklých po zpracování OEEZ je v odbíraných vzorcích odpadů stanovován v pevné matici a ve vyluhu obsah Pb, Hg, Cd, PBB a PBDE a ve vyluhu opět i obsah Cr<sup>VI</sup>. Od roku 2007 je v odpadech vzniklých po zpracování OEEZ sledován navíc obsah As, Sb, Be a Se. Na *obr. 1* a *2* je vidět charakter všech popsaných typů vzorků odpadů odbíraných pro potřeby výzkumu.

Pro stanovení jednotlivých látek byly používány následující analytické metody i s ohledem na velmi nízký obsah některých látek:

- stanovení Pb, Cd, Cr<sup>VI</sup>, As, Be, Sb, Se: OES-ICP – emisní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem,
- stanovení citlivější metodou pro As, Be, Se: bezplatenná technologie AAS – atomová absorpční spektrometrie,
- stanovení Hg: AMA 254 – jednoúčelový atomový absorpční spektrometr pro stanovení rtuti,
- stanovení PBB, PBDE: GC-MS – plynová chromatografie s hmotnostním detektorem.

V *tabulkách 2 a 3* jsou uvedeny vybrané statistické parametry charakterizující soubor získaných hodnot v průběhu let 2006 až 2010. Jedná se o hodnoty naměřené jak v pevné matici, tak ve vyluzích. V případě, kdy se naměřené hodnoty nacházely pod mezní hodnotou stanovitelnosti, byly pro výpočty vybraných statistických parametrů použity poloviční hodnoty dotyčné mezní hodnoty stanovitelnosti. Počet odbíraných vzorků odpadů z jednotlivých technologických míst se ustálil na maximálně šesti odběrech v průběhu roku.

Při stanovení PBB byly ve vzorcích odpadů ze zpracování OEEZ stanovovány čtyři kongenery, a to PBB-77, PBB-126, PBB-153 a PBB-157. U žádného vzorku nebyly naměřeny hodnoty

**Tabulka 1.** Nebezpečné látky a jejich výskyt v elektrozařizích

Prvek	Díly a materiály
Olovo	páčky, obrazovky, baterie, akumulátory, plošné obvody
Rtuť	fluorescenční prvky, přepínače, instalace
Nikl, lithium	baterie, akumulátory
Kadmium	baterie, akumulátory, emitory, instalace, plošné obvody
Beryllium	konektory, plošné obvody, chladiče, konstrukční prvky, složka kontaktních a ložiskových slitin
Arzen	dopant v tranzistorech, plošné obvody, polovodiče pro optoelektroniku
Antimon	diody, instalace, plošné obvody
Selen	usměrňovače, plošné obvody, fotoelektrické články
Lanthanoidy	luminofozery z obrazovek, permanentní magnety
Tekuté krystaly	LCD obrazovky
Azbest	izolace
Baryum	obrazovky
Freony (CFC, HCFC)	chladič zařízení
PBDE	zpomalovače hoření (v plastových dílech, textilích, deskách tištěných spojů)
PCB	kondenzátory

**Tabulka 2.** Vybrané statistické parametry sledovaných ukazatelů u vzorku č. 23 a 24 z Kovohutí Příbram nástupnická, a.s., v pevné matici a ve výluhu (2006–2010)

Ukazatel	Odběrové místo (počet vzorků)	Pevná matrice			Výluh		
		min-max [mg/kg]	medián [mg/kg]	stř. hodnota [mg/kg]	min-max [µg/l]	medián [µg/l]	stř. hodnota [µg/l]
Kadmium	vzorek 23 (26)	4,6–1 230	124,5	232,95	8,8–4 400	350,5	996,57
	vzorek 24 (26)	138–1 500	947	851,7	204–13 300	7 565	7 155
Rtuť	vzorek 23 (26)	0,07–12	0,255	0,878	< 0,05–0,19	0,05	0,061
	vzorek 24 (26)	0,55–53,1	8,66	14,15	0,15–1,69	0,93	0,88
Olovo	vzorek 23 (26)	5 200–61 600	23 200	23 888	1,09–1020	199,5	261,89
	vzorek 24 (26)	8 300–20 700	11 000	12 613	25,9–3 800	481	793,8
Šestimocný chróm	vzorek 23 (26)	–	–	–	< 5–5,4	2,5	3,15
	vzorek 24 (26)	–	–	–	< 5–12,1	2,5	4,38
Arzen	vzorek 23 (24)	6,1–30,4	11,8	14,34	< 1–31	0,5	3,75
	vzorek 24 (24)	9,3–39,4	11,5	15,18	< 1–49,6	0,5	6,9
Antimon	vzorek 23 (24)	57–2 400	1 225	1 098	< 50–1 470	166	275,24
	vzorek 24 (24)	630–2 100	1 290	1 309	166–994	495	508,5
Beryllium	vzorek 23 (24)	< 0,05–83	0,063	3,89	< 0,06–< 2	0,03	0,27
	vzorek 24 (24)	< 0,05–< 2	0,269	0,386	< 0,06–< 2	0,108	0,31
Selen	vzorek 23 (24)	< 3–95	8,1	14,32	< 4–< 60	2	9
	vzorek 24 (24)	86–580	181	232,38	< 4–< 60	2	9,55
ΣPBDE	vzorek 23 (26)	13–4 122	1 190	1 372	79–14 810	1 529	3 213
	vzorek 24 (26)	8,7–1 947	697,73	730,55	7,5–21 910	5 498	5 961

Zdroj: VÚV TGM, v.v.i.

**Tabulka 3.** Vybrané statistické parametry sledovaných ukazatelů u odpadů po zpracování autovraků – vzorky 1, 2 a 3 ze dvou různých technologií v pevné matici a výluhu (2006 až 2010)

Ukazatel	Odběrové místo* (počet vzorků)	Pevná matrice			Výluh		
		min-max [mg/kg]	medián [mg/kg]	stř. hodnota [mg/kg]	min-max [µg/l]	medián [µg/l]	stř. hodnota [µg/l]
Kadmium	vzorek 1.1 (27)	3,2–72	37,5	35,99	0,567–130	11,55	16,90
	vzorek 1.2 (27)	4,5–46,1	25,4	24,85	1,85–353	9,20	33,14
Rtuť	vzorek 1.1 (27)	0,21–31,4	2,44	6,85	< 0,1–1,67	0,46	0,60
	vzorek 1.2 (27)	0,32–3,36	0,81	1,01	< 0,1–2,88	0,08	0,36
Olovo	vzorek 1.1 (27)	784–13 200	1 920	3 416,44	1,68–554	138	168,52
	vzorek 1.2 (27)	423–38 200	1 540	4 124,15	0,71–871	26,60	106,21
Šestimocný chróm	vzorek 1.1 (27)	–	–	–	< 5–757,1	11,0	44,91
	vzorek 1.2 (27)	–	–	–	< 5–26,4	2,5	5,94
Kadmium	vzorek 2.1 (24)	< 2–780	11,85	56,81	< 0,2–6,9	2,00	1,84
Rtuť	vzorek 2.1 (24)	0,102–4,45	1,055	1,64	< 0,05–1,11	0,043	0,106
Olovo	vzorek 2.1 (24)	66,7–32 000	568	5 767,53	4,49–142	16,05	23,33
Šestimocný chróm	vzorek 2.1 (24)	–	–	–	< 5–61,1	5,5	9,45
Kadmium	vzorek 3.1 (6)	54,7–76,9	67,05	66,47	< 0,2–0,6	0,493	0,397
	vzorek 3.2 (20)	54,6–346	65,65	89,26	0,481–8,7	2	2,89
Rtuť	vzorek 3.1 (6)	2,40–6,46	2,62	3,34	0,09–0,43	0,125	0,178
	vzorek 3.2 (20)	5,54–22	13,25	13,15	0,074–58,8	0,40	4,09
Olovo	vzorek 3.1 (6)	2 910–5 630	3710	4 008,33	0,703–2,7	1,27	1,61
	vzorek 3.2 (20)	3 510–8 100	5 480	5 818	0,584–137	7,5	19,69
Šestimocný chróm	vzorek 3.1 (6)	–	–	–	< 5–7,2	< 5	3,28
	vzorek 3.2 (20)	–	–	–	< 5–7,8	5,25	4,49

\* Označení vzorku – první číslice označuje odběrové místo vzorku, druhá číslice označuje firmu na zpracování autovraků (1 Kladno a 2 Tlumačov)

Zdroj: VÚV TGM, v.v.i.

PBB vyšší, než je mez stanovitelnosti dané metody, tzn. 0,05–0,15 mg/kg a 5–20 ng/l, proto nejsou v tabulce 2 žádné hodnoty ukazatele PBB uvedeny.

Jednotlivé naměřené hodnoty ukazatelů u všech sledovaných vzorků odpadů měly značný rozptyl, a proto jsou pro názornost na obr. 3 vyneseny hodnoty Pb v pevné matici u odpadů ze zpracování OEEZ a na obr. 4 a 5 hodnoty Pb v pevné matici u odpadů ze zpracování autovraků.

V grafech je pro srovnání vynesena hodnota mediánu, neboť parametr střední hodnoty se může vzhledem k odlehilým hodnotám objevit mimo oblast s největším výskytem naměřených hodnot a medián není na odlehle hodnoty citlivý.

Podobný rozdíl v naměřených hodnotách je vidět i u obsahu PBDE v pevné matici u odpadů ze zpracování OEEZ vynesených na obr. 6.

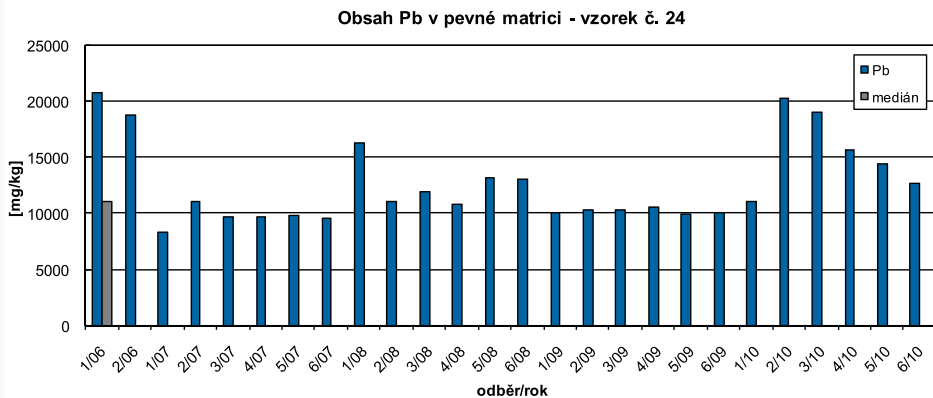
Při stanovení polybromovaných difenyleterů byly ve vzorcích odpadů stanovovány následující kongenery: 17, 28 (tri-), 47, 66, 71, 77 (tetra-), 85, 99, 100 (penta-), 138, 153, 154 (hexa-), 183, 190 (hepta-), 203, 205 (okta-) a 209 (deka-).

U vzorku 24 bylo pro rok 2009 a 2010 vypočteno procentické zastoupení jednotlivých kongenerů BDE. Na obr. 7 jsou vyneseny kongenery, jejichž procentické zastoupení bylo větší než 1 %. Kongenery s nižším procentickým zastoupením jsou zobrazeny jako součet jejich procentických zastoupení.

V pevné matici se zastoupení kongenerů v roce 2009 a 2010 mírně liší. V roce 2010 se snížilo procentické zastoupení kongeneru 99 penta-BDE a naopak se zvýšilo procentické zastoupení kongeneru 209 deka-BDE. To může být způsobeno přechodem od používání komerční směsi PentaBDE ke komerční směsi DekabDE. Komerční směs DekabDE totiž obsahuje především kongener BDE-209, jehož neomezené používání v polymerních aplikacích mělo povolenu výjimkou danou článkem 4 směrnice 2002/95/ES [2] a uvedenou v příloze rozhodnutí Komise 2005/717/ES [5]. Tato výjimka skončila s platností rozsudku Evropského soudního dvora ze dne 1. 4. 2008 [6]. Dá se tedy předpokládat, že se zákaz používání kongeneru 209 při výrobě EEZ projeví i poklesem obsahu PBDE v odpadech vzniklých po zpracování OEEZ. Tento pokles se ale dá očekávat až po skončení životnosti výrobků vyrobených po platnosti rozsudku, tj. po 30. červnu 2008.

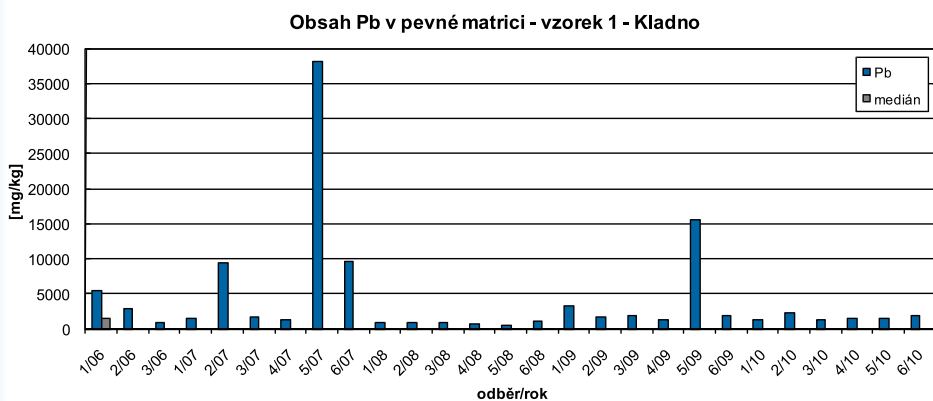
Ve vzorcích sledovaných odpadů se hodnoty některých ukazatelů v pevné matici pohybovaly v jednotkách (Sb, PBDE) až desítkách (Pb) g/kg. Nejvyšší obsah byl u obou typů odpadů (ze zpracování OEEZ i autovraků) zjištěn u olova.

Obsah látek sledovaných nad rámec látek omezených směrnici [2] je velmi nízký, s výjimkou obsahu antimonu, u kterého se naměřené hodnoty pohybují v jednotkách g/kg.



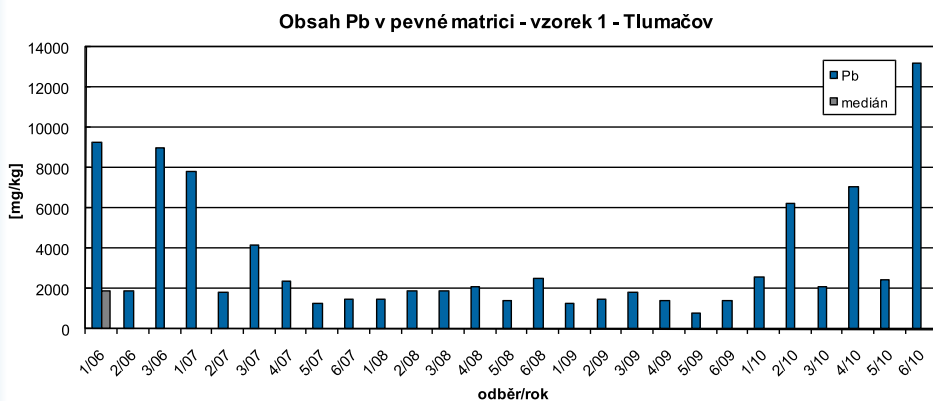
Zdroj: VÚV TGM, v.v.i.

Obr. 3. Obsah Pb v pevné matici – vzorek č. 24 (odpad po zpracování OEEZ)



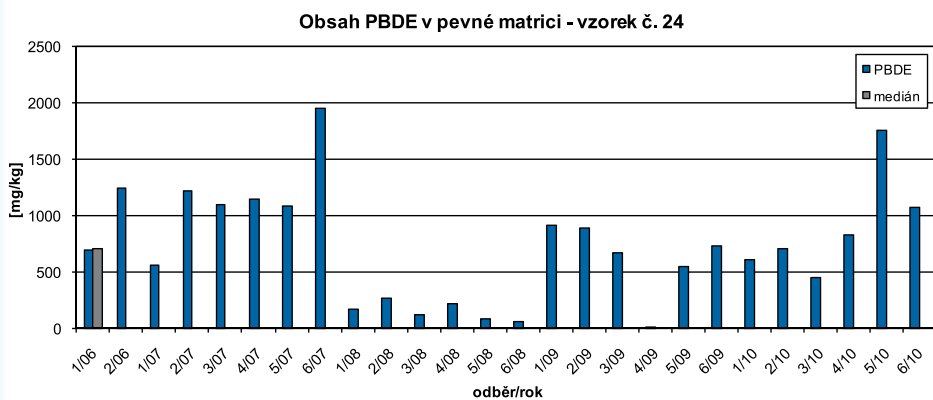
Zdroj: VÚV TGM, v.v.i.

Obr. 4. Obsah Pb v pevné matici – vzorek 1 (odpad po zpracování autovraků – Kladno)



Zdroj: VÚV TGM, v.v.i.

Obr. 5. Obsah Pb v pevné matici – vzorek 1 (odpad po zpracování autovraků – Tlumačov)



Zdroj: VÚV TGM, v.v.i.

Obr. 6. Obsah PBDE v pevné matici – vzorek č. 24 (odpad po zpracování OEEZ)

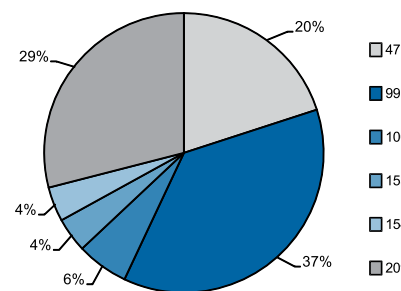
Do budoucna bude nutné se zabývat vývojem takových technologií, které umožní získávat při zpracování autovraků a OEEZ i látky, jejichž obsah je velmi nízký. S ohledem na zvyšující se množství autovraků a OEEZ se i látky s nižším obsahem v odpadech stanou zajímavým zdrojem pro jejich získávání.

V České republice produkce OEEZ neustále stoupá. V roce 2009 bylo v Informačním systému odpadového hospodářství evidováno cca 47 tis. tun OEEZ a v roce 2009 to bylo již cca 59 tis. tun. Tento trend je obdobný ve všech zemích, neboť jedním z nejdynamičtěji se rozvíjejících průmyslových odvětví je výroba EEZ. Na všechny odpady, které končí na skládkách, je tedy nutné pohlížet jednak jako na potenciální zdroj znečištění, ale současně jako na zdroj dále využitelných materiálů. Odpadní elektrická a elektronická zařízení jsou totiž zdrojem dalších látek velmi důležitých při výrobě např. výpočetní techniky, větrných elektráren, ale i elektromobilů. Jsou to prvky vzácných zemin, např. lanthan (La), yttrium (Y), europium (Eu), gadolinium (Gd), terbium (Tb), dysprosium (Dy), erbium (Er), ytterbium (Yb), lutecium (Lu), cer (Ce). Třetina světových zásob prvků vzácných zemin se totiž nachází v Číně a Čína v současné době pokrývá 95 % poptávky po těchto prvcích.

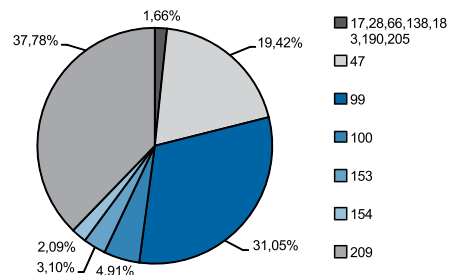
Z tohoto důvodu se zaměřuje pozornost výrobců EEZ na OEEZ jako na potenciální zdroj prvků vzácných zemin [7]. Počet osobních motorových vozidel vyřazených z provozu se pohybuje kolem 200 tis. ks ročně a i tady je nutné uvažovat o dokonalejším využívání všech materiálů a odpadů, které vznikají po zpracování autovraků. I u těchto výrobků si výrobci uvědomují snižující se zásoby primárních zdrojů některých látek a začínají projevovat snahy o navrácení svých výrobků po skončení jejich životnosti do vlastních výrobních závodů.

Jednou z možností, jak některé látky využít, je použití špičkových BAT technologií (Best Available Technique). Touto značkou lze označit i technologii firmy Kovohutě Příbram nástupnická, a.s. Jejich dopady na životní prostředí jsou nižší, než je tomu u jiných srovnatelných technologií. Dochází

Průměrné zastoupení kongenerů PBDE ve vzorcích č. 24 pevná matrice - 2009



Průměrné zastoupení kongenerů PBDE ve vzorcích č. 24 pevná matrice - 2010



Zdroj: VÚV TGM, v.v.i.

Obr. 7. Průměrné zastoupení kongenerů PBDE ve vzorcích č. 24 pevné matrice v letech 2009 a 2010

zde totiž k ideálnímu propojení zpracovatelské linky na OEEZ a návazného hutního a metalurgického procesu ve stejném místě.

## Závěr

Výzkum obsahu nebezpečných látek v odpadech vzniklých po zpracování autovraků a elektroodpadů ukazuje, že se i ve zbytkových odpadech nacházejí různá množství nejen nebezpečných látek, ale i látek dále využitelných. Přijetí evropských směrnice omezujících obsah nebezpečných látek v nových výrobcích se prozatím ve složení odpadů nijak významně neprojevilo.

Vzrůstající trend jak motorizace, tak vybavenosti domácností elektrickými spotřebiči je však jasným signálem, že je nutné se na odpady z elektrozařízení i z motorových vozidel dívat jako na možný zdroj surovin, jejichž primární zdroje ubývají. Je proto důležité zaměřit se na vývoj nebo přizpůsobení zpracovatelských technologií za účelem co možná nejvyššího využívání všech odpadů i s ohledem na obsah surovin, které nejsou běžně dostupné.

### Poděkování

Příspěvek byl zpracován za podpory výzkumného záměru MZP0002071102 „Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje“. Veškeré analýzy byly provedeny v Referenční laboratoři složek životního prostředí a odpadů VÚV TGM, v.v.i., Praha.

## Literatura

- [1] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlech s ukončenou životností ze dne 18. září 2000.
- [2] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/95/ES o omezení používání některých nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních (RoHS) ze dne 27. ledna 2003.
- [3] Hudáková, V. Vybrané odpady – autovraky a elektroodpad. Výzkumná zpráva, Výzkumný záměr MZP0002071102, 2007.
- [4] Kulovaná, M. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení). Souhrnná zpráva za rok 2006, Výzkumný záměr MZP0002071102, 2006.
- [5] Rozhodnutí Komise 2005/717/ES, kterým se pro účely přizpůsobení technickému pokroku mění příloha směrnice Evropského parlamentu a Rady 2002/95/ES o omezení

používání některých nebezpečných látek v elektrických a elektronických zařízeních ze dne 15. října 2005.

- [6] Rozsudek soudního dvora, ze dne 1. 4. 2008, ve věci C-14/06: Evropský parlament proti Komisi Evropských společenství.
- [7] Heida, L. Urgent need to recycle rare earth metals. *Recycling International*, Netherlands, květen 2010, s. 68–75.

Ing. Věra Hudáková  
VÚV TGM, v.v.i. – Centrum pro hospodaření s odpady  
vera\_hudakova@vuv.cz

Příspěvek prošel lektorským řízením.

*Content of prohibited substances in wastes generated by end-of-life vehicles and waste electrical and electronic equipment processing (Hudáková, V.)*

### Keywords

research – waste electrical and electronic equipment – end-of-life vehicles – hazardous substances

**Electrical and electronic equipments and motor vehicles contain a great amount of hazardous substances. In the framework of research, observation of content of substances prohibited in connection with new motor vehicles and electrical equipments production has started since 2006. Pb, Hg, Cd, Cr<sup>VI</sup> and also PBB and PBDE content in electrical equipments were observed. In the course of research observation was enlarged on As, Sb, Be and Se content in waste electrical and electronic equipment. During five years many factual data concerning amount of individual substances in wastes delivered on landfills were collected. This project is implemented in the framework of research intention “Research for waste management in the framework of the environment protection and sustainable development MZP0002071102”, ending in the year 2011.**

## EKOLOGICKÉ ZÁTĚŽE S PCB V ČESKÉ REPUBLICĚ A JEJICH VLIV V ČESKÉ ČÁSTI POVODÍ LABE

Pavel Eckhardt, Marta Martínková, Kateřina Poláková

### Klíčová slova

znečištění – ekologická zátěž – kontaminované místo – PCB – POPs

### Souhrn

Článek uvádí výsledky výzkumu problematiky ekologických zátěží s polychlorovanými bifenylly (PCB) v ČR. V současnosti v ČR evidujeme celkem 47 lokalit s výskytem PCB v koncentraci nad 50 mg.kg<sup>-1</sup> v kontaminovaných místech. Část z těchto lokalit již byla sanována. Posuzován byl i vliv jednotlivých vybraných ekologických zátěží s PCB na hydrosféru české části povodí Labe. Jako nejvýznamnější byl vyhodnocen vliv průmyslového areálu s chemickou výrobou v blízkosti Pardubic.

## Úvod

V posledních šesti letech byla ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka v rámci výzkumného záměru zabývajícím se problematikou odpadů řešena i problematika průzkumu a evidence ekologických zátěží s PCB (např. [1]). V rámci Projektu Labe byl zkoumán vliv vybraných významných ekologických zátěží na tok Labe a jeho přítoky (např. [6]). V tomto článku stručně shrnujeme získané poznatky z průzkumu, identifikace a evidence ekologických zátěží s PCB z obou jmenovaných projektů.

## Zákonná úprava

Polychlorované bifenylly patří mezi perzistentní organické polutanty (POPs) s výrazným negativním vlivem na člověka a životní prostředí.

Povinnost evidovat a následně do konce roku 2010 odstranit PCB (směsi nad 50 mg.kg<sup>-1</sup> PCB v sušině) a zařízení obsahující PCB (nad 50 mg.kg<sup>-1</sup> PCB v provozní kapalině, jíž je více než 5 litrů) je v České republice dána zákonem o odpadech [2]. Tento zákon implementuje směrnici Rady 96/59/ES [3], a to tak, že v § 26 definuje zkratku PCB jako skupinu látek: polychlorované bifenylly, polychlorované terfenylly, monometyltetrachlordifenylmetan, monometyldichlordifenylmetan, monometyldibromdifenylmetan, veškeré směsi obsahující jednu nebo více z uvedených látek v celkové koncentraci vyšší než 50 mg.kg<sup>-1</sup>. V současnosti se však z této skupiny látek analyticky

stanovují prakticky pouze polychlorované bifenylly, proto v následujícím textu zastupuje zkratka PCB právě polychlorované bifenylly.

Zatímco údaje o zařízeních kontaminovaných PCB byly úspěšně shromážděny v národní inventarizační databázi (do 30. dubna 2011 byla vedena pracovištěm VÚV TGM, v.v.i. – CeHO) [4], údaje o PCB jako nebezpečných látkách v životním prostředí, např. ve formě ekologických zátěží, není snadné získat cestou této evidenční povinnosti. Proto bylo nutné k identifikaci PCB v ekologických zátěžích a odpadních zeminách přistoupit jiným způsobem, který ve stručnosti popisujeme níže.

## Výroba a použití PCB na území ČR v minulosti a současnosti

Na území současné České republiky (ČR) v minulosti neprobíhala komerční výroba PCB. Bylo užíváno směsí PCB vyráběných zejména na území Slovenska (CHEMKO Strážské). Přestože byly od sedmdesátých let minulého století známy nepříznivé účinky polychlorovaných bifenylů, užívaly se PCB v elektroprůmyslu (např. výroba transformátorů), ve výrobě barev a papíru, jako teplotně odolné médium v obalovnách živých směsí, v hydraulických systémech důlních strojů atp. Ve speciálních případech docházelo i k nechtěné produkci PCB v rámci organických výrob v chemickém průmyslu. V osmdesátých letech došlo mj. k prokázaným kontaminacím hovězího masa z nátěrů barev obsahujících PCB. Proběhla také významná havárie v obalovně Rožmitál pod Třemšínem s únikem polychlorovaných bifenylů do místní vodoteče a následně do vody přehradní nádrže Orlík. Koncem osmdesátých let byla výroba PCB na Slovensku zastavena a užívání PCB na území ČR bylo omezeno. Do současnosti dožívají PCB v některých uzavřených zařízeních (např. kondenzátory a transformátory), jejich výskyt je evidován a je vyžadováno prokázání jejich odstranění nebo dekontaminace.

## Ekologické zátěže s PCB v ČR

Kromě PCB v zařízeních ve formě provozních kapalin se v České republice vyskytují PCB (jako směsi nad 50 mg.kg<sup>-1</sup> sušiny) zejména v lokalitách starých ekologických zátěží, popřípadě deponií odpadů.

Polychlorované bifenylly se převážně stanovují jako suma koncentrací šesti vybraných kongenerů. Postiženou maticí s PCB jsou nejčastěji kontaminovány zeminy nebo vybrané odpady, v jiných maticích se tak významné koncentrace PCB prakticky nevyskytují. Místa kontaminovaná PCB se soustřeďují tam, kde byly PCB užívány a pronikly do okolního životního prostředí. Po pádu komunistického režimu v Československu v roce 1989 došlo ke značnému příklonu k ochraně životního prostředí, řešeny začaly být i ekologické zátěže, a to zejména v rámci privatizace



**Obr. 1.** Mapa rozšíření lokalit ekologických zátěží a odpadních zemí s PCB v ČR

státního majetku. Státní sanační programy byly však uplatněny pouze na část lokalit. Část lokalit je tak řešena dodatečně z různých dalších zdrojů financí, nově i z fondů EU.

### Identifikace ekologických zátěží s PCB

K identifikaci a evidenci ekologických zátěží s PCB (jako směsi nad  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  sušiny) jsme použili veškeré nám dostupné zdroje dat. Využit byl zejména obsah centrální databáze kontaminovaných míst (SEKM), Regionální seznamy priorit MŽP [7], databáze České inspekce životního prostředí (ČIŽP), obsah archivu ČGS-Geofond, vlastní práce a evidence VÚV TGM, dostupné údaje od dalších institucí, firem a odborníků atp. Údaje o koncentracích ve značné části databází chybějí, proto bylo nutné koncentrace PCB dohledávat mj. v původních zprávách o průzkumech.

Lokality s kontaminací PCB pod úrovní  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  by bylo možno také identifikovat a popřípadě evidovat. Vzhledem k rozvoji laboratorních metod a dnes již dlouhodobému výskytu PCB v životním prostředí však v některých lokalitách v ČR je tato nižší kontaminace prakticky plošná (například záplavová území, sedimenty některých toků) a zasahuje i další složky životního prostředí, lokálně například jednotlivé typy vod a tkáně živých organismů (např. [10]).

Oproti evidenci zařízení s PCB je evidence PCB ve starých ekologických zátěžích méně spolehlivá. Problémem oproti evidenci zařízení je často určení vlastníka ekologické zátěže. Ve značné části průzkumů ekologických zátěží zájmových lokalit v ČR nebyly v minulosti prováděny analýzy zaměřené na koncentrace PCB. Důvodem byla zřejmě jednak poměrně vysoká cena analýzy, jednak skutečnost, že PCB jsou v řadě ekologických zátěží pouze minoritním kontaminantem. V některých případech byly prováděny analýzy PCB pouze ve vodách, kde prakticky nemůže být dosažena limitní koncentrace  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$ . V dalších případech bylo realizováno pouze několik málo analýz pevných matric z dané lokality, vzorkování pak nemuselo zachytit centrum kontaminace PCB.

### Výsledky provedené evidence ekologických zátěží s PCB

V současné době evidujeme 47 lokalit s PCB (se zjištěnými maximálními koncentracemi nad  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$ ), kde se PCB vyskytlo v kontaminovaném místě či kontaminované odpadní zemi. Z toho na 22 lokalitách převýšily koncentrace PCB úroveň koncentrace  $1 \text{ g.kg}^{-1}$  v sušině. Rozložení lokalit na území ČR je patrné z mapky na obr. 1.

Jedná se o bývalé lokality průmyslové výroby barev a transformátorů, o bývalé elektrorozvodny, bývalé obalovny štěrku do živiničných směsí, staré skládky průmyslových i smíšených odpadů, areály kovošrotu apod.

Nejvyšší počet zátěží s PCB je evidován ve Středočeském kraji (7 lokalit), bez prokázané lokality s PCB v ekologické zátěži zůstává pouze kraj Vysočina. Výrazný výskyt nesanovaných lokalit s PCB má např. Pardubický kraj (5 lokalit s prokázaným aktuálním výskytem PCB v zátěži). Nejvýraznější prostorová koncentrace lokalit, kde se PCB vyskytly v ekologické zátěži, je v oblasti Praha-Vysočany (4 lokality, částečně již sanované), významná je i oblast města Ostravy (3 lokality ekologických zátěží a spalovna SPOVO).

Z části těchto lokalit byla ekologická zátěž již odstraněna. To je i případ lokality s nejvyšší zjištěnou koncentrací PCB v prostoru havarijního znečištění z odcizených a rozebranych transformátorů v Praze-Hloubětíně [8], odkud byly odtěžené kontaminované zeminy převezeny do spalovny v Ostravě. Dosud nesanovanou lokalitou s nejvyšší zjištěnou koncentrací PCB tak zůstává areál obalovny Měcholupy (např. [9]). Obdobně vysokou koncentrací PCB jako v této obalovně vykázala i zemina z bývalé obalovny Milevsko, tato zemina byla v roce 2003 odtěžena a umístěna na zabezpečenou mezideponii na stejné lokalitě.

Do evidence byly zahrnuty i nově zabezpečené skládky nebezpečných odpadů, kam byla uložena zemina kontaminovaná PCB. Z právního hlediska se

kontaminovaná zemina po odtěžení z horninového prostředí stává odpadem, po řádném uložení na skládku odpadem opět není, reálně se však jedná stále o tutéž PCB kontaminovanou zeminu. Příkladem takového přesunu kontaminovaných zemí může být lokalita bývalé obalovny Milevsko, odkud byla v roce 1996 část kontaminovaných zemí odtěžena, zeminy s kontaminací nad  $100 \text{ mg.kg}^{-1}$  PCB skončily na nedostatečně zabezpečené deponii v lokalitě Lhenice u Prachatic, zeminy s koncentrací pod  $100 \text{ mg.kg}^{-1}$  PCB byly uloženy na zabezpečenou skládku Rumpold u Vodňan.

Jmenný výčet lokalit s dosaženými koncentracemi a dalšími podrobnostmi obsahuje např. [1]. Zjištěné podrobnosti k lokalitám byly předány i do programu MŽP inventarizace kontaminovaných míst s výskytem POPs (např. [13]), která obsáhla i lokality s nižšími nebo jen pravděpodobnými koncentracemi těchto polutantů, a následně do veřejné přístupné databáze SEKM.

### Sanace ekologických zátěží s PCB

Jak je uvedeno výše, část lokalit ekologických zátěží s PCB byla již sanována. Na většině známých lokalit došlo alespoň k částečným opatřením snižujícím mobilitu PCB a jejich pronikání do okolního životního prostředí.

V rámci sanace ekologických zátěží s PCB je v současnosti rozhodující část PCB odstraňována odtěžením kontaminovaných zemí a jejich vysokoteplotním spalováním (spalovna SPOVO Ostrava). V devadesátých letech minulého století bylo možno odpady, do určité koncentrace kontaminované PCB, deponovat na nových zabezpečených skládkách; část kontaminovaných zemí a dalších odpadů tak byla po odtěžení umístěna většinou na nových zabezpečených skládkách nebezpečných odpadů. Ojedinele se používají i jiné sanační přístupy, například zapouzdření kontaminace in situ (geokontejment).

Pro omezení vlivu kontaminace PCB na okolní životní prostředí se používají i další sanační metody, jako zakrytí povrchu kontaminovaného prostoru, sanační čerpání podzemních vod, čištění odpadních a drenážních vod, budování zabezpečených mezideponií a podobně. Ve stadiu zkoušek jsou mj. sanační opatření pomocí aplikace nanoželeza do podzemních vod.

### Průzkumné studie ekologických zátěží s PCB v české části povodí Labe

V rámci popisovaných prací byly provedeny i průzkumné studie jednotlivých vybraných ekologických zátěží v české části povodí Labe. K průzkumu v rámci výzkumného záměru Výzkum pro hospodaření s odpady (např. [1]) byly v součinnosti s ČIŽP vybrány problematické lokality, na kterých dosud neproběhla dostatečná sanační opatření. Jednalo se o areály bývalých obaloven drti (Milevsko, Holostřevy, Bochoř) a lokalitu dlouhodobého skladování nedostatečně zabezpečených odpadních zemí s PCB (Lhenice). Polohu jmenovaných lokalit přehledně uvádí obr. 1. V rámci Projektu Labe byly detailněji zkoumány ekologické zátěže významných areálů s chemickou výrobou (Spolana Neratovice, Spolchemie Ústí nad Labem, Synthesia Pardubice, Draslovka Kolín, Hexion Sokolov a další).

Vliv vybraných obaloven a skladování odpadů byl z hlediska šíření kontaminace polychlorovanými bifenoly vyhodnocen jako často problémový, ale lokálního významu. Polychlorované bifenoly se z těchto ekologických zátěží šíří nejčastěji do lokálních vodotečí, kde mohou být kromě povrchových vod zasazeny kontaminací i sedimenty a tkáně vodních organismů. Ve směru proudění však kontaminace PCB často rychle vyznívá, zejména ředěním povrchovou vodou dalších toků.

Zkoumané areály velkých chemických podniků jsou kontaminací PCB postiženy velmi nerovnoměrně, což souvisí zejména s velmi diferencovaným charakterem jednotlivých chemických výrobních procesů. Vyskytují se zde místně koncentrace v řádu prvních desítek  $\text{mg.kg}^{-1}$  (Spolchemie, Spolana), lokálního charakteru, bez prokázaného dopadu na okolí. Přítomnost PCB v koncentracích nad  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$  většinou nebyla v ekologických zátěžích těchto areálů prokázána. Výjimkou je v tomto ohledu průmyslový areál u Pardubic (Synthesia), kde je zastoupení ekologických zátěží s PCB významné.

Z hlediska dopadu a šíření PCB do hydrosféry povodí Labe byl z vybraných lokalit obou výše uvedených souborů vyhodnocen jako nejvýznamnější vliv průmyslového areálu Semtín u Pardubic (Synthesia). Na šíření kontaminace mají významný vliv staré ekologické zátěže areálu. Některé zdroje (např. [5]) uvažují v této souvislosti i o nechtěné produkci PCB v rámci chloračních organických výrobních a o transportu PCB odpadními vodami. V zájmovém areálu jsou evidovány dvě dosud nesanované ekologické zátěže s PCB. První z nich je stará ekologická zátěž „Laguna destilačních zbytků“ s vysokými koncentracemi PCB, ležící bez ochranných prvků na břehu místní vodoteče. Druhou je ekologická zátěž sedimentů v retenční nádrži Lhotka, zde jsou koncentrace PCB nižší, jen místně překračující  $50 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Nádrží však protékají odpadní vody areálu, končí po průchodu čistírnou v toku Labe. Koncentrace PCB v Labi (v povrchové vodě, sedimentech i rybích tkáních) se od vyústění vod z popisovaného areálu prokazatelně zvyšuje (např. [6]).

Na zvýšené koncentrace PCB v hraničním úseku Labe upozorňují dlouhodobě i němečtí zástupci ve Stálém výboru Sasko, jde zejména o kongenery

PCB 138, 153 a 180. Tyto výšechlorované kongenery jsou typické mj. pro ekologické zátěže popisovaného areálu u Pardubic. Sledované lokality obaloven a skladování odpadních zemin mají převahu zastoupení nízkochlorovaných kongenerů, zejména kongeneru PCB 28. Určitá zvýšená kontaminace polychlorovanými bifenylly dlouhodobě přetrvává i u sedimentů toku Labe, a to zejména od Pardubic po státní hranici se SRN (mj. [12]).

## Závěry

- V rámci prací bylo na území ČR identifikováno 47 lokalit s ekologickou zátěží nebo kontaminovanými zeminami, kde koncentrace PCB překročila 50 mg.kg<sup>-1</sup>. Kontaminovaná místa představují zejména areály chemických podniků, obaloven, kovošrotů, staré i nové skládky, lokality výroby a havárií transformátorů a další. Část těchto kontaminovaných míst byla již úspěšně sanována, část kontaminace však na svoje adekvátní odstranění teprve čeká.
- Z hlediska dopadů a šíření PCB do hydrosféry povodí Labe byl z vybraných lokalit vyhodnocen jako nejvýznamnější vliv průmyslového areálu Semtín u Pardubic.
- Ekologické zátěže s PCB jsou postupně v rámci jednotlivých sanačních programů v ČR odstraňovány nebo zabezpečovány, jejich vliv na okolní životní prostředí tak klesá, je jim však třeba i nadále věnovat dostatečnou pozornost.

## Poděkování

Práce byly realizovány za finanční podpory výzkumného záměru MZP0002071102 a projektu VaV SP/2e7/229/07.

## Literatura

- [1] Hudáková, V. aj. Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení). Výzkumný záměr MZP0002071102, Souhrnná zpráva za rok 2010. Praha: VÚV TGM, prosinec 2010.
- [2] Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
- [3] Směrnice Rady 96/59/ES o odstraňování polychlorovaných bifenylů a polychlorovaných terfenylů (PCB/PCT).
- [4] Poláková, K. Inventarizace polychlorovaných bifenylů v České republice. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2009, roč. 51, č. 4, str. 20–24, příloha *Vodního hospodářství* č. 8/2009. ISSN 0322-8916.
- [5] Kužilek, V. Vnos a výskyt polychlorovaných bifenylů (PCB) v Labi – závěrečná zpráva projektu 423-KFK 9601. Praha: VÚV TGM, 1999, 18 s.
- [6] Eckhardt, P. Vliv vybraných ekologických zátěží na tok Labe. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, 2009, roč. 51, č. 1, str. 17–19, příloha *Vodního hospodářství* č. 2/2009. ISSN 0322-8916.

- [7] Regionální seznamy priorit pro odstraňování starých ekologických zátěží. Ministerstvo životního prostředí, říjen 2002, 28 s.
- [8] Čížek, J. a Zuska, R. Likvidace havarijního znečištění PCB v prostoru podél železniční vlečky mezi ulicemi U Elektry a Nademlejská a Hořejším rybníkem v Praze 9 v Hloubětíně. Praha: OPV s.r.o., listopad 2004, 16 s.
- [9] Mašín, P. aj. Měcholupy – obalovna, hydrogeologický průzkum. Aquatest, a.s., Praha, Archiv ČGS – Geofond pod P076261 a archiv Městského úřadu Žatec, odbor životního prostředí, duben 1992, 83 s.
- [10] Kozubek, P. Výzkum šíření látek typu PCB v potravních řetězcích a jejich kumulace v organismech, metody odstraňování kontaminovaných odpadů. Závěrečná zpráva VaV/730/01/03, Aquatest, a.s., 2004, 113 stran.
- [11] Kužilek, V. a Lochovský, P. Vliv průmyslového areálu Pardubice-Semtín na kvalitu složek vodních ekosystémů Labe z hlediska specifických organických polutantů. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, roč. 52, č. 1, 2010, str. 5–9, příloha *Vodního hospodářství* č. 2/2010. ISSN 0322-8916.
- [12] Fuksa, J.K. Biomonitoring vybraných složek ekosystému Labe. Vývoj v období 1993–1996–1999. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, roč. 43, č. 3, 2001, str. 6–11, příloha *Vodního hospodářství* č. 10/2001.
- [13] Hosnědl, P. aj. Inventarizace starých ekologických zátěží, resp. kontaminovaných míst s výskytem persistentních organických znečišťujících látek (POPs) – II. etapa. Závěrečná zpráva, RMT VZ a.s., Praha, prosinec 2010.

**Mgr. Pavel Eckhardt**  
**Mgr. Marta Martínková**  
**Ing. Kateřina Poláková**  
VÚV TGM, v.v.i., Praha  
pavel\_eckhardt@vuv.cz

*Příspěvek prošel lektorským řízením.*

*PCB Contaminated Sites in the Czech Republic (Eckhardt, P.; Martínková, M.; Poláková, K.)*

## Key words

*contamination – contaminated site – waste soil – PCB – POPs*

**This text summarizes the results of the PCB contaminated sites research in the Czech Republic. Today 47 locations contaminated with PCBs above concentration 50 mg.kg<sup>-1</sup> in contaminated site or waste soil are registered. Some of these locations have already been remediated. Also the influence of separate selected PCB contaminated sites on hydrosphere of the Czech part of the Elbe River basin, the influence of industrial area with chemical production nearby Pardubice was evaluated as the most important.**

**a konečné dostupnosti těchto výrobků. Pozitivním zjištěním je skutečnost, že většina výrobků bez environmentálního značení by neměla výraznější problémy se splněním požadavků technických směrnic.**

## Úvod

Národní program environmentálního značení existuje v České republice od roku 1994. K původnímu značení I. typu (ekologicky šetrný výrobek – dále jen EŠV, ekologicky šetrná služba – dále jen EŠS) bylo v roce 2007 přirazeno značení II. typu (vlastní environmentální tvrzení) a značení III. typu (prohlášení o produktu). Všechna environmentální značení se řídí řadou norem ČSN ISO 14020.

Environmentální značení I. typu je založeno na tvorbě směrnic pro jednotlivé výrobové kategorie [1]. V současné době je k dispozici více než 60 technických směrnic. Environmentální značení II. typu je založeno na požadavcích normy ČSN ISO 14021 [2], obsah samotného tvrzení však závisí pouze na výrobci. Environmentální značení III. typu (environmentální prohlášení) je striktně založeno na povinnosti provádět studii LCA (Life Cycle Assessment – hodnocení životního cyklu) pro výrobek, který žádá o značení EPD (Environmental product declaration) [3].

Národní program environmentálního značení v České republice a národní programy environmentálního značení v zahraničí jsou si svou strukturou, kvalitou i povinnostmi žadatelů velice podobné. Používají směrnice pro výrobové kategorie a zohledňují pravidla a zásady Life cycle thinking (uvažování v životních cyklech) – zejména metody LCA.

## Metodika

Pro hodnocení I. a II. typu environmentálního značení a jejich vztahu k předcházení vzniku a využívání odpadů byly použity technické směrnice s požadavky pro propuštění ochranné známky, jež jsou dostupné v České informační agentuře životního prostředí (CENIA) a jejichž odbornost garantuje Ministerstvo životního prostředí. Dále byly při hodnocení použity požadavky norem ČSN ISO 14024 (Environmentální značení typu I – Zásady

# ENVIRONMENTÁLNÍ ZNAČENÍ VÝROBKŮ I. A II. TYPU Z HLEDISKA PŘEDCHÁZENÍ VZNIKU ODPADŮ A JEJICH VYUŽITÍ V ČESKÉ REPUBLICE

Robert Kořínek, Jana Kodymová

## Klíčová slova

*environmentální značení – výrobek – odpad – předcházení vzniku odpadu – využití odpadu*

## Souhrn

Jedním z nástrojů environmentální politiky, které se v současné době již vyskytují po celém světě, jsou systémy environmentálního značení a prohlášení, neboli programy označování výrobků, jež jsou vůči životnímu prostředí šetrnější než jiné výrobky používané k témuž účelu. Tyto nástroje jsou zpravidla zcela dobrovolné a záleží pouze na výrobcí (popř. poskytovateli služeb), zda se bude o dané značení ucházet.

Příspěvek si klade za cíl představit výsledky posuzování I. a II. typu environmentálních značení používaných v České republice z hlediska předcházení vzniku odpadů a jejich využití a dále výsledky průzkumu hodnotícího dostupnost výrobků s environmentálním značením ve vybraných obchodních řetězcích a technické parametry výrobků bez environmentálního označení. Na základě výsledků lze konstatovat, že používaná environmentální značení smysluplně podporují hierarchii odpadového hospodářství České republiky a lze je v oblasti odpadů a prevenčních přístupů považovat za významný nástroj. Zcela opačná situace je v oblasti marketingové podpory environmentálního značení, následného zájmu podnikatelské sféry

a postupy) a ČSN ISO 14021 (Vlastní environmentální tvrzení). Hodnocení III. typu environmentálního značení z hlediska předcházení vzniku odpadů a jejich využití nebylo provedeno vzhledem k odlišné povaze a struktuře prohlášení o produktu.

Průzkum hodnotící dostupnost výrobků s environmentálním značením byl proveden v sedmi obchodních řetězcích (Tesco, Globus, SPAR, Kaufland, Albert, Lidl, Penny) v prosinci roku 2009. Jedná se o společnosti provozující obchodní řetězce různé velikosti. U každého z uvedených obchodních řetězců byl průzkum proveden ve dvou různých prodejnách.

V rámci průzkumu byl monitorován celkový počet produktů v rámci tří definovaných kategorií (tekutá a tuhá mydla, tekuté a tuhé čisticí přípravky, toaletní papír). Zároveň bylo sledováno, zda se v jednotlivých kategoriích objevují produkty, které by byly označeny některým ze dvou posuzovaných typů environmentálních značení. U produktů s environmentálním značením bylo dále sledováno jejich umístění v rámci regálů a zda je na ně nějakým způsobem upozorněno. U produktů bez environmentálního značení byly prozkoumány jejich technické parametry pro případ budoucí snahy o jeho získání.

## Výsledky a diskuse

### Posuzování environmentálních značení

Pravděpodobně neznámější environmentální značení v České republice je Ekologicky šetrný výrobek tvořený ochrannou známkou písmena „e“ s nápisem v horní části a identifikačními čísly v části spodní (obr. 1).



Obr. 1. Logo ekologicky šetrný výrobek [zdroj: CENIA]

Chce-li žadatel označit svůj výrobek značkou Ekologicky šetrný výrobek, musí splnit požadavky příslušné technické směrnice – technického dokumentu k posuzování příslušné kategorie výrobků. Směrnice kromě přesného vymezení výrokové kategorie obsahuje i definici hlavních pojmů, základní a specifické požadavky na výrobky, způsob ověřování, organizační záležitosti a dobu platnosti. Specifické požadavky jsou požadavky na tzv. ekologické vlastnosti výrobku; jejich splněním se ekologicky šetrný výrobek odlišuje od ostatní produkce. Hodnoty specifických požadavků jsou mnohem přísnější než hodnoty uváděné v obecně závazných předpisech a normách.

Směrnice zaručují individuální přístup, kterým je možno definovat optimální konkrétní požadavky na výrobek z pohledu budoucího odpadu. Pro každou výrokovou kategorii, pro niž je vytvořena směrnice, jsou definovány jiné parametry zohledňující vlastnosti a použití výrobku. Jako příklad lze uvést některé specifické výrokové požadavky, které významně zajišťují předcházení vzniku odpadů, usnadňují následné využívání odpadů a týkají se využití recyklovaných materiálů při výrobě daného výrobku:

- biologická rozložitelnost finálního výrobku, biologická rozložitelnost přísad,
- zákaz obsahu vybraných chemických látek, zákaz obsahu těžkých kovů, nulový obsah vybraných chemických nebezpečných látek,
- použití nezávadných lepidel a tiskařských barev, povinnost používat recyklované materiály a látky při výrobě výrobku, zajištění plné recyklovatelnosti výrobku,
- povinnosti, aby obalové prostředky byly vratné, recyklovatelné, z recyklovatelných materiálů nebo při odstraňování bez rizik, poskytnout uživateli informace jak nakládat s obaly, nepřístupnost obalů z PVC,
- povinnost nabízet zdarma zpětný odběr výrobku a náhradních dílů, označování plastových součástí jednoznačně určující výrobní materiál,
- pro provozní a výrobní prostory zajištění systému odstraňování odpadů a zbytkových materiálů vznikajících při výrobě, postupů pro separování a použití recyklovatelných materiálů a další.

U produktů nesoucích označení EŠV je tak například zajištěno, že samotný výrobek v sobě obsahuje určité procento recyklovaných materiálů, že v momentě, kdy se výrobek stane odpadem, nebude při nakládání s tímto odpadem docházet k nežádoucím únikům nebezpečných látek do životního prostředí, že jednotlivé komponenty složitějších výrobků (např. domácí spotřebiče, elektrotechnika) bude při nutné opravě či po ukončení

životnosti produktu možno snadno demontovat, materiálově správně separovat a následně využívat, a rovněž je spotřebitel informován jak správně nakládat s obalem daného výrobku. Produkty označené značkou EŠV tak zohledňují principy současného odpadového hospodářství a hierarchii nakládání s odpady.

Vlastní environmentální tvrzení je prohlášení, značka nebo obrazec poukazující na nějaký prvek činnosti, výrobků nebo služeb organizace, který může ovlivňovat životní prostředí. Je určitým druhem reklamy a vztahuje se na výrobek, součástku nebo obal (obr. 2).



Obr. 2. Příklad vlastního environmentálního tvrzení [zdroj: CENIA]

Pro stanovení jasných pravidel, jak by pravdivé a důvěryhodné environmentální tvrzení mělo vypadat, byla vydána norma ČSN ISO 14021. Norma určuje požadavky pro vlastní vyhlášení environmentálních tvrzení, včetně prohlášení, značek a obrazců týkajících se výrobků. Popisuje rovněž vybrané termíny běžně užívané pro environmentální tvrzení (např. degradovatelný, kompostovatelný, znovunaplňitelný atd.) a vymezuje podmínky pro jejich používání. Pro nezbytné zajištění důvěryhodnosti tvrzení vyžaduje, aby bylo podloženo vědeckou analýzou, jejíž výsledky budou veřejně přístupné (např. na internetových stránkách výrobce).

V souvislosti s vlastním environmentálním tvrzením provedla kanadská organizace Terra Choice koncem roku 2008 průzkum tvrzení týkajících se vlivu na životní prostředí u 2 219 výrobků na pultech amerických a kanadských obchodů [4]. Podle jejich zjištění jen 25 z nich o sobě informovalo pravdivě – u všech ostatních (tj. 98 %) byla informace falešná, zavádějící nebo špatně podaná.

Je zřejmé, že vlastní environmentální tvrzení je zasaženo určitou mírou pochybení a nejistoty při jeho používání. V případě dodržení pravidel normy, zejména pak použitím pojmů definovaných v kapitole 7 (kompostovatelný, degradovatelný, snadná rozebíratelnost, recyklovatelný, opakovaně použitelný nebo opakovaně naplnitelný, snížené množství odpadů) a s uvedením, které části výrobku nebo obalu se tvrzení týká, má tento údaj významný vliv na předcházení vzniku odpadů z daného výrobku a jejich využívání. V některých případech však může u spotřebitelů docházet k nesprávnému výkladu těchto pojmů, proto je nutno je spotřebitelům blíže vysvětlit a zajistit tak jejich správné pochopení.

O environmentálním značení výrobků a služeb je v současné době z pohledu firem minimální zájem [5]. Dokazují to také údaje společnosti CENIA – k březnu 2011 bylo ve veřejně dostupné databázi CENIA evidováno přibližně 190 výrobků s označením EŠV nebo ESS a cca 100 výrobců, což je na sedmnáctiletou existenci programu poměrně málo. V databázi výrobků s oficiálním vlastním environmentálním tvrzením byl pak evidován pouze jeden produkt. Nízký zájem firem rovněž potvrdila studie mapující 30 firem vlastnicích značku EŠV [6]. Překvapivým zjištěním byl fakt, že třetina těchto firem vlastnicích značku EŠV pro některý ze svých produktů jej v prodeji vůbec nepoužívá. Přitom časová a finanční investice k získání této značky není rozhodně zanedbatelná.

Z rozboru směrnice a z přehledu udělených značení EŠV (březen 2011) byly z hlediska některých komodit odpadů zjištěny další problematické skutečnosti. Využití recyklovaných plastů a recyklovatelnost plastů je dostatečně zajištěno zejména směrnici č. 57 – 2008 „Výrobky z recyklovaných plastů“. Pro zmiňovanou směrnici však není evidován žádný výrobek. Podobná situace například také platí pro využití recyklované pryže (žádný evidovaný výrobek) a pro využití kovových odpadů pro kovový nábytek (registrován jeden výrobek). V systému environmentálních značení navíc není zavedena žádná výroková směrnice z hlediska využití recyklovatelného odpadního skla pro výrobu ani z hlediska zajištění separace a recyklovatelnosti odpadního skla. Tyto skutečnosti však vždy úzce souvisí s aktuálním stavem na trhu druhotných surovin.

U výrokových kategorií domácích spotřebičů, kancelářské a výpočetní techniky je kladen potřebný důraz na snadnou demontovatelnost jednotlivých komponentů, poskytování demontážních zpráv, snadnou přístupnost spojovacích prvků, snadnou oddělitelnost nebezpečných materiálů, grafické



značení jednotlivých součástí apod. Pro domácí spotřebiče nejsou v databázi evidovány žádné výrobky. Příznivější situace je u osobních a přenosných počítačů, kde je evidováno 20 výrobků.

Ve srovnání se zahraničními programy environmentálního značení není v podstatě v České republice zajišťována žádná marketingová podpora programu ze strany státní správy. Veřejnost sice označení EŠV obecně zná, nemá však většinou představu o kvalitativním rozsahu daného tvrzení. Jedním z nejlépe zpracovaných a organizačně zajištěných programů je německý Modrý anděl – Der Blauer Engel. Nabízí více než 250 směrnic a ministerstvo zajišťuje informovanost široké veřejnosti a propagaci programu u výrobců. Marketingové oddělení, které má na starosti rozvoj marketingových strategií, má také kanadské značení Environmental Choice Program.

### Průzkum dostupnosti

Jak bylo uvedeno v metodice, průzkum hodnotící dostupnost výrobků s environmentálním označením byl proveden v sedmi obchodních řetězcích v prosinci roku 2009. Získané údaje a výsledky jsou anonymní, nejsou vztahovány ke konkrétnímu názvu obchodního řetězce.

Množství druhů produktů sledovaných kategorií nacházejících se v jednotlivých prodejnách byla průměrována a jsou znázorněna na obr. 3. Přestože na trhu najdeme výrobky šetrné k životnímu prostředí ve všech sledovaných kategoriích, správně environmentálně označené produkty byly nalezeny pouze v rámci kategorie čisticích prostředků. Správně označené čisticí prostředky byly nalezeny ve třech ze sedmi sledovaných obchodních řetězců. Dva obchodní řetězce měly ve své nabídce jeden druh správně označeného výrobku z celkového počtu 18 druhů výrobků, jeden obchodní řetězec měl v nabídce dva druhy správně označených výrobků z celkového počtu 14 druhů výrobků.

Pozornost při průzkumu byla zaměřena i na pozici těchto správně označených výrobků v rámci regálu. Všechny správně environmentálně označené výrobky byly umístěny mimo úroveň očí. Buď se nacházely v nejvyšších regálech, nebo byly v policích těsně nad zemí. Na žádný ze správně environmentálně označených výrobků nebylo nijak upozorněno.

Další součástí průzkumu bylo porovnávání technických parametrů výrobků bez environmentálního označení – při tom se vycházelo z bezpečnostních listů jednotlivých výrobků. Účelem tohoto srovnání bylo zjistit, zda by běžně prodávané výrobky bez označení (konkrétně tekuté čisticí přípravky) vyhovovaly požadavkům technické směrnice č. 07 – 2009 pro EŠV.

Na základě provedených analýz bylo zjištěno, že všechny posuzované produkty (tedy produkty bez environmentálního označení) by zcela nebo alespoň významně vyhovovaly požadavkům technické směrnice. U produktů opatřených environmentálním značením byla tato shoda pochopitelně 100%. Produkty, které v současné době nejsou opatřeny environmentálním označením, by neměly mít výrazné problémy se splněním podmínek pro jeho udělení, protože již nyní z velké části vyhovují požadavkům příslušné směrnice, a to jak svým obsahem definovaným na základě bezpečnostních listů, tak z hlediska požadavků na obal daného výrobku.

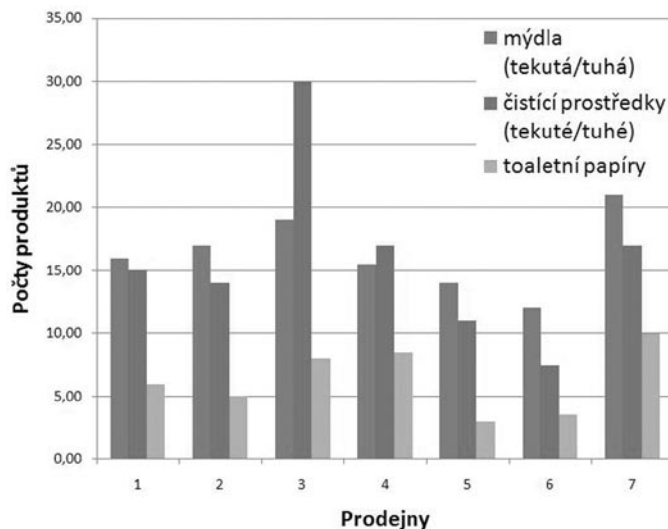
Dále bylo zjištěno, že produkty, o nichž lze prohlásit, že patří mezi tzv. nejprodávanejší a neznámější zboží, vyhovují podmínkám technické směrnice ve větší míře než produkty menších výrobců. Nejčastěji nalezeným nedostatkem, vyskytujícím se u všech produktů bez environmentálního značení, byla nepřítomnost doporučeného dávkování.

### Závěr

Environmentální značení I. typu je vhodným nástrojem z hlediska předcházení vzniku odpadů a jejich využití. Pokud je to z technologického hlediska pro konkrétní výrobovou kategorii možné, jsou v jednotlivých směrnících dostatečně definovány povinnosti z hlediska předcházení vzniku, využití a nakládání s odpady. Vlastní environmentální tvrzení lze rovněž považovat za vhodný nástroj odpadové politiky, není však téměř využíváno, je zatíženo určitým pochybením a značnou mírou nejistoty.

Své uplatnění může environmentální značení najít v právě připravovaných programech předcházení vzniku odpadů. To by ovšem znamenalo významně zvýšit informační a marketingovou podporu programu s cílem motivovat výrobce, prodejce a koncové spotřebitele. Proces získání environmentálního značení je časově i finančně značně náročný, a musí se tudíž výrobcům počáteční investice vyplácet. Výsledky průzkumu naznačily, že celá řada produktů bez environmentálního označení by nemusela mít s plněním technických směrnic významné problémy. Zároveň průzkum upozornil na nevhodné umístování environmentálně šetrných produktů v rámci prodejních regálů. Nízký počet produktů s environmentálním značením v obchodních řetězcích odpovídá nízkému zájmu výrobců o získání označení.

Po stránce technické a organizační je Národní program environmentálního značení na úrovni srovnatelné s jinými evropskými zeměmi. Existuje však řada směrnic výrobových kategorií, které doposud nebyly využity nebo jsou využívány v malé míře. Zcela pak chybí například směrnice pro využití recyklovatelného a odpadního skla.



Obr. 3. Počet sledovaných kategorií drogistického zboží v jednotlivých obchodních řetězcích

### Poděkování

Práce byla řešena v rámci výzkumného záměru MZP0002071102 Výzkum pro hospodaření s odpady v rámci ochrany životního prostředí a udržitelného rozvoje (prevence a minimalizace vzniku odpadů a jejich hodnocení) za podpory MŽP ČR.

### Literatura

- [1] ČSN ISO 14024 – Environmentální značky a prohlášení – Environmentální značení typu I – Zásady a postupy. Český normalizační ústav, 2000.
- [2] ČSN ISO 14021 – Environmentální značky a prohlášení – Vlastní environmentální tvrzení (typ II environmentálního značení). Český normalizační ústav, 2000.
- [3] ČSN ISO 14025 – Environmentální značky a prohlášení – Environmentální značení typu III – Zásady a postupy. Český normalizační ústav, 2006.
- [4] TerraChoice Group Inc. The seven sins of greenwashing, Environmental Claims in Consumer Markets. Summary Report, 22 p., North America, April 2009.
- [5] Mach, M. Ekoznačka je proti Klase jen chudý příbuzný. *Ekolist* 10/2008.
- [6] Janoutová, M. Ecolabeling – nástroj pro zvyšování kvality (diplomová práce). Vysoká škola ekonomická v Praze, 2008.
- [7] Kodymová, J., Slováčková, H. a Kořínek, R. Úroveň povědomí o environmentálním značení v Moravskoslezském kraji. *Odpadové fórum* č. 12/2010, s. 28. ISSN 1212-7779.
- [8] Slováčková, H. Environmentální značení I. typu v ČR (diplomová práce). Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Hornicko-geologická fakulta, 2010, 76 s.
- [9] ČSN EN ISO 14020 – Environmentální značky a prohlášení – Obecné zásady. Český normalizační ústav, 2002.

Ing. Robert Kořínek  
VÚV TGM, v.v.i., pobočka Ostrava  
robert\_korinek@vuv.cz, +420 595 134 823

Ing. Jana Kodymová, Ph.D.  
Vysoká škola báňská – TU Ostrava,  
Hornicko-geologická fakulta,  
Institut environmentálního inženýrství  
jana.kodymova@vsb.cz  
Příspěvek prošel lektorským řízením.

*Ecolabelling of products of Ist and IInd type in terms of waste prevention and recovery in the Czech Republic (Kořínek, R.; Kodymová, J.)*

### Key words

*ecolabelling – product – waste – waste prevention – waste recovery*

**One of the tools of environmental policy, which currently are being found all over the world, are systems of environmental labels and declarations, or ecolabelling programs for products which are environmentally more friendly than competing products using for the same purpose. These tools are usually entirely voluntary and depend only on the manufacturer (or provider), whether he will apply the marking.**

The paper aims to present the results of the assessment of the 1st and 11nd type of ecolabelling used in the Czech Republic in terms of prevention and recovery and the results of a survey assessing the availability of environmental labelling of the products in selected retail chains and specifications of products without any environmental designations. The results can be concluded that the use of environmental labels is meaningfully supporting the hierarchy of waste management

in the Czech Republic and in the area of waste prevention approach and it can be considered as an important tool. Quite an opposite situation is in the marketing promotion of ecolabelling, the subsequent interest from the side of business sphere and ultimate availability of these products. A positive finding is that most of the products without ecolabelling would not have major problems in meeting the requirements of technical guidelines.

## VÝSYPKA HÁJEK – STARÁ EKOLOGICKÁ ZÁTĚŽ NA ROZCESTÍ

Pavel Eckhardt

### Klíčová slova

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

### Souhrn

Článek uvádí výsledky výzkumu problematiky významných ekologických zátěží a vlivu těchto zátěží na kvalitu vod a sedimentů na příkladu částečně sanované lokality výsypky Hájek u Karlových Varů. V rámci prací byla mj. ověřována míra kontaminace povrchových vod a sedimentů, sestaven matematický model proudění vod ve výsypce a navržen další postup sanačních prací.

### Úvod

V posledních osmi letech byl ve Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka v rámci Projektu Labe mj. zkoumán vliv vybraných významných ekologických zátěží na tok Labe a jeho přítoky (např. [4, 7]). V roce 2010 byly intenzivní práce prováděny v okolí výsypky Hájek u Karlových Varů. Ekologická zátěž zájmového areálu byla hodnocena také na žádost České inspekce životního prostředí (ČIŽP), bylo třeba posoudit šíření kontaminace do okolí a jeho vývoj.

Stará ekologická zátěž představuje úroveň znečištění, kdy nelze vyloučit negativní účinky na zdraví člověka nebo jednotlivé složky životního prostředí. Většinou jde o místa znečištění horninového prostředí, vzniklá v minulosti únikem závadných látek, například lokality havárií, starých skládek či výrobních a skladových areálů. Po roce 1989 značně urychlila odstraňování ekologických zátěží nová legislativa, finančně byl tento proces významně podpořen zejména prostředky z privatizace, ale i ze státního rozpočtu a z dalších zdrojů. Řada starých ekologických zátěží byla již sanována, k řešení zůstávají zejména složitější a rozsáhlejší případy kontaminací. Příkladem takového významného rozsáhlého kontaminovaného místa je i lokalita výsypky Hájek u Karlových Varů, která je kontaminována zejména perzistentními organickými znečišťujícími látkami (POPs).

### Podrobnosti k zájmové lokalitě

Zájmová lokalita staré ekologické zátěže výsypky Hájek se rozkládá v Karlovarském kraji, na katastrech obcí Hájek a Hroznětín, ve vzdálenosti okolo 7 km severovýchodně od Karlových Varů, cca 4 km západojihozápadně od města Ostrov.

V současnosti není lokalita výsypky významněji využívána. Zatopené bývalé důlní jámy v okolí výsypky jsou příležitostně využívány pro koupání a lov ryb. V rámci terénních prací byl zaznamenán průjezd cyklistů po zpevněných cestách areálu a spatřeny houbařící rodiny s dětmi. Východně od lokality výsypky se nachází oplocená obora využívaná pro chov zvířete. Část Ostrovských rybníků, ležících ve směru proudění povrchových vod, je využívána k chovu ryb. Blízká oblast Velkého rybníka, která navazuje na areál s výsypkou na západě, slouží především k rekreaci obyvatel (obr. 1).

### Přírodní poměry

Zájmová oblast leží mimo zastavěné oblasti obcí, nadmořské výšky terénu se pohybují mezi 450 a 520 m n. m.

Z geologického hlediska náleží zájmové území ke krušnohorskému krystaliniku (krušnohorský pluton) a k terciérní sokolovské pánvi. Podloží oblasti tvoří hlubinné vyvěřeliny krušnohorského plutonu, zde zastoupené zejména drobnozrnným biotit-muskovitickým autometamorfovaným granitem, místy silně kaolinicky zvětralým. Terciérní sedimenty jsou zde zastoupeny spodní částí vulkanogenního souvrství, a to zejména v severní části zájmového území. Uvedené horniny jsou proráženy tělesy bazaltu. V přípovrchové vrstvě je terén kryt nepevnými horninami kvartéru, mezi kterými převládají svahoviny, v oblasti Ostrovských rybníků a povrchových toků pak aluviální sedimenty. Značný význam mají antropogenní uložení, zde zejména deponie po těžbě.

Z hydrogeologického hlediska patří území do hydrogeologického rajonu č. 2120 – Sokolovská pánev [2]. Na lokalitě je nejvýznamnější mělká zvrstvení v kvartérních sedimentech a případně i v přípovrchové zóně rozpukání skalních hornin. Přirozený režim podzemních vod je v okolí zájmové lokality značně antropogenně pozměněn zejména aktivitami souvisejícími s těžbou. Podzemní voda mělké zvrstvení přirozeně odtéká ze zájmového areálu generálně ve směru sklonu terénu, tzn. z prostoru severní části výsypky směrem k severu až severovýchodu do zatopené bývalé jámy lomu Hájek-východ. Na lokalitě existují výrazné preferenční cesty toku podzemní vody, mj. systémem místních drenáží. Velká část podzemních vod je tak z lokality výsypky drénována a vyúsťuje na povrch v prostoru severovýchodně u paty tělesa výsypky, kde vytváří jednu ze zdrojnic Ostrovského potoka. Z hydrologického hlediska lokalitu odvodňuje Ostrovský potok, ten ústí v Ostrově do říčky Bystřice, která je levostranným přítokem Ohře.

Z hlediska ochrany přírody se v povodí Ostrovského potoka nachází přírodní rezervace Ostrovské rybníky (98 ha, vyhlášena v roce 2000). Jedná se o soustavu osmi rybníků s lužními lesy a mokřady, hnízdiště vodního ptactva. Vzdálenost od zájmové lokality je cca 1,5 až 3 km k východu až východoseverovýchodu. Území je součástí ochranného pásma lázní Karlovy Vary.

### Vznik ekologické zátěže a postup sanačních prací

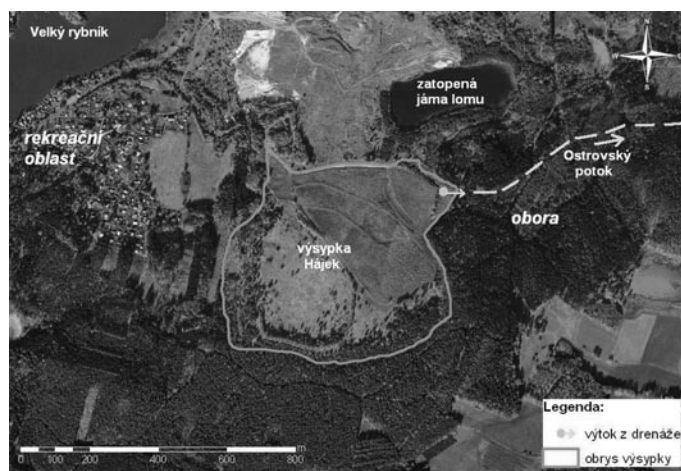
V lokalitě v minulosti probíhala těžba uranu, kaolínu a lomového kamene. V šedesátých letech minulého století byly do výsypky lomu Hájek vyvezeny odpady z výroby pesticidu lindanu (HCH) z areálu chemického závodu Spolana Neratovice.

Znečištění zemin ve výsypce je prozkoumáno nedostatečně. V devadesátých letech minulého století byla provedena první etapa sanace výsypky. Ta spočívala v překrytí části povrchu velmi slabě propustnou vrstvou minerálního těsnění (bentonitu), zakrytou vrstvou zemin, s cílem zabránit infiltraci srážkové vody. Areál výsypky byl v roce 2002 označen prioritizací MŽP jako nejrizikovější ekologická zátěž v rámci Karlovarského kraje (6,6 bodu z deseti možných) [5].

Lokalitu spravuje státní podnik DIAMO. Jedním z problémů, který narušuje kladné působení provedené první fáze sanace, jsou sesuvné svahové pohyby části tělesa výsypky. Na lokalitě je prováděn monitoring kontaminace vod nejbližšího okolí (např. [3]). V roce 2009 byla pro lokalitu zhotovena aktualizovaná analýza rizika [1]. Z ní vyplynula určitá rizika pro ekosystémy, zdravotní rizika pro vybrané scénáře byla označena jako pravděpodobně zanedbatelná.

### Průzkum kontaminace a jeho výsledky

V lokalitě a jejím širším okolí proběhla v rámci prací projektu VaV Labe V terénní rekonoskace s následnými terénními měřeními a odběry vzorků vod a sedimentů. Vzorkované území bylo poměrně rozsáhlé. V západní blízkosti zájmového areálu se rozkládá rekreační chatová oblast v okolí Velkého rybníka. Východně leží oplocená obora. Pod výsypkou vytéká z drenáže kontaminovaná voda, která z lokality odtéká k východu do oplocené obory; průtok drenáží stabilně překračuje hodnotu 1 l.s<sup>-1</sup>. Z jámy lomu Hájek-východ rovněž odtéká povrchová voda směrem k východu, průtok ve



Obr. 1. Situace lokality výsypka Hájek

sledovaném období byl však oproti výtoku z drenáže v výspyk řádově nižší, pohyboval se pod  $0,1 \text{ l.s}^{-1}$ . Vody lokality vytváří Ostrovský potok. Na východní straně obory ústí povrchové vody Ostrovského potoka do soustavy Ostrovských rybníků (Horní a Dolní štít, Ottův rybník atp.). Pod Ottovým rybníkem odtéká Ostrovský potok dále k východu, mj. vlivem výparu ze soustavy rybníků se zde ve sledovaném období pohyboval průtok jen pod  $0,5 \text{ l.s}^{-1}$ . Ostrovský potok se ve městě Ostrov z levé strany vlévá do říčky Bystřice, tedy toku s o několik řádů vyšším průtokem.

Podzemní a povrchová voda oblasti byla podrobena terénnímu měření a vzorkována pro chemické analýzy na jedenácti profilech. Sedimenty vodních toků a nádrží byly vzorkovány na osmi profilech. Odběrová místa byla volena zejména tak, aby bylo relevantně obsaženo celé okolí zájmové lokality a aby bylo možné srovnat výsledky analýz s archivními šetřeními oblasti, které získala ČIŽP v minulých dvaceti letech. Vzorky byly analyzovány v laboratořích VÚV TGM, v.v.i., na obsah těkavých organických látek a perzistentních organických chlorovaných pesticidů, získány tak byly údaje ke koncentracím čtyřiceti jednotlivých organických sloučenin.

Nejvyšší konduktivitu vykazovala podzemní voda vytékající z drenáže výspyky Hájek. Ze vzorků povrchové vody byly nejvyšší hodnoty konduktivity zaznamenány v Ostrovském potoce nad Ostrovskými rybníky, což byl jednoznačně důsledek odvodnění výspyky Hájek. I měřená odpadní voda, vypouštěná z čistírny odpadních vod v Ostrově, měla v době měření konduktivitu nižší než voda Ostrovského potoka nad soustavou rybníků. Nejnižší konduktivitu z měřených vod měla povrchová voda říčky Bystřice. Nejvyšší teplota vody byla zaznamenána u vody v přepovrchové vrstvě rybníků, neboť odběry probíhaly v letním období.

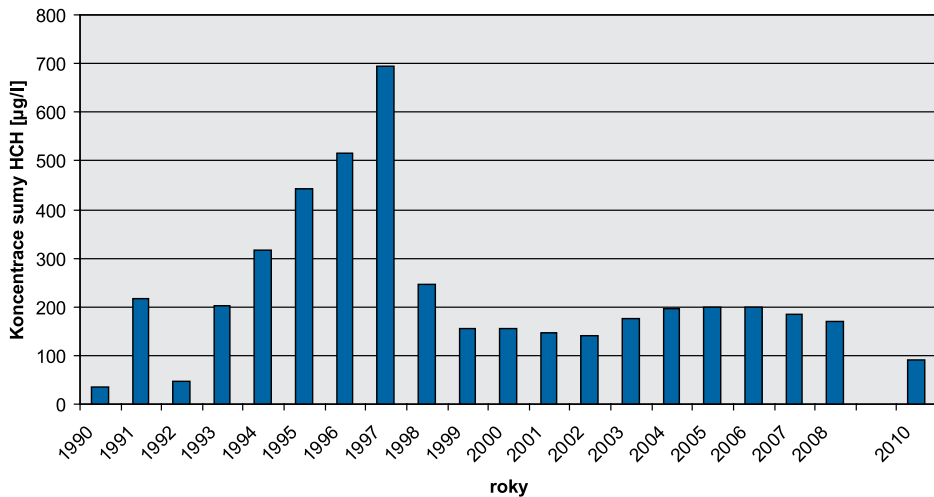
Nejvyšší analyzovaná kontaminace byla zaznamenána u drenážní vody vytékající pod výspykou Hájek. Ze senzoričského hlediska tato voda silně zapáchá po těkavých organických látkách. Drenážní voda obsahuje velmi vysoké koncentrace HCH, chlorbenzenu a dichlorbenzenů, zvýšené hodnoty byly zaznamenány i pro koncentrace benzenů a DDT. Část kontaminace vytékává do ovzduší, část je ukládána do sedimentů nebo je následně ředěna dalšími přítoky ze zájmového povodí.

Kontaminace drenážní vody a následně povrchové vody Ostrovského potoka překračuje v parametru HCH aktuálně i v dlouhodobém průměru limitní hodnoty pro povrchové toky [8] o tři řády. Dlouhodobý vývoj koncentrací HCH na výústění drenáže do Ostrovského potoka zobrazuje graf na obr. 2. Při srovnání dlouhodobého vývoje je povrchová voda Ostrovského potoka stabilně silně kontaminována v úseku od výspyky po rybník Horní štít, tedy v úseku cca 1,6 km, a to zejména zvýšenými obsahy HCH.

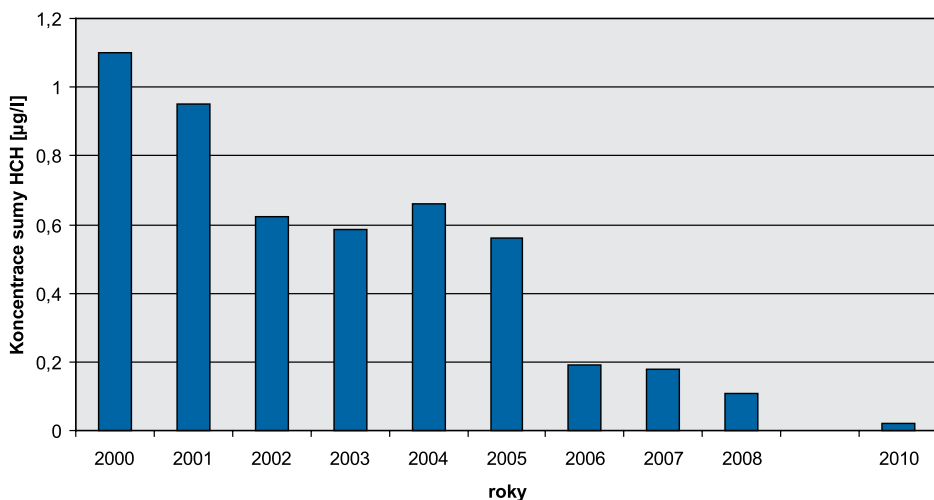
Na druhou stranu vliv kontaminace výspyky na povrchovou vodu jezera v blízké zatopené jámě lomu průběžně klesá (obr. 3), aktuálně se koncentrace polutantů již dostávají pod limitní úroveň pro povrchové toky [8]. Západně ležící významná rekreační lokalita v okolí Velkého rybníka není kontaminací z výspyky zasažena.

Vzorkované dnové sedimenty vodních toků a nádrží obsahují pouze stopová množství těkavých organických látek, v naprosté většině v úrovni pod mezí detekce analytických metod. Sedimenty při výtoku kontaminovaných vod z drenáže mají jasně červenou barvu od vysrážených sloučenin trojmocného železa, zde byly také zaznamenány jedny z nejvyšších koncentrací sledovaných POPs polutantů. Nejvyšší koncentrace POPs v sedimentech, cca o dva řády vyšší než v sedimentech pozadí, byly zaznamenány u HCH. Maximální úroveň kontaminace sedimentu sumou HCH se pohybovala mírně nad  $0,2 \text{ mg.kg}^{-1}$  v sušnině (sediment pod výtokem z drenáže, Ottův rybník). To jsou hodnoty zvýšené, nikoli však samy o sobě významně alarmující. Většina zjištěných koncentrací stanovovaných organických látek v sedimentech byla relativně nízká. Při srovnání námi zjištěných hodnot s archivními daty ČIŽP z roku 1992 lze konstatovat, že kontaminace sedimentů HCH byla v těchto letech řádově shodná.

Vývoj kontaminace drenážních a povrchových vod a sedimentů v čase kolísá, vysoká úroveň kontaminace drenážních a částí povrchových vod však zůstává setrvalá. Výspyka Hájek u Karlových Varů představuje významnou, ale svými dopady lokální starou ekologickou zátěž území.



Obr. 2. Graf vývoje koncentrace sumy HCH ve vodě výústění drenáže výspyky na povrch



Obr. 3. Graf vývoje koncentrace sumy HCH v povrchové vodě zatopené jámy lomu Hájek-východ

## Modelové řešení

V rámci prací byl pro území výspyky spolupracující částí subprojektu projektu Labe V sestaven a ověřen matematický model proudění vod a transportu HCH nenasycenou zónou a prostředím mělké zvodně. Modelové práce proběhly na stavební fakultě ČVUT v Praze [6], modelováno bylo období deseti let. K modelování byl použit simulační model HYDRUS, který je založen na metodě konečných prvků. Přepovrchová zóna do hloubky cca 3 m byla modelována jednodimenzionální (1D) simulací. V dvoudimenzionálním (2D) modelu bylo uvažováno počáteční rozložení HCH podle monitorovaných koncentrací na výtoku a v nejbližších vrtech. Na okrajích domény a v místech nepropustného podloží byla okrajová podmínka stanovena jako nulový tok přes hranici. Na povrchu domény dochází k přítoku vody ze svrchního půdního profilu, proměnný tok přes hranici je definován na základě výsledků z 1D simulace. Pomocí geofyzikálního profilování byla určena poloha nepropustného podloží a vymezeny hranice domény, která je 445 m dlouhá a hluboká 20 až 50 m. Pro modelové řešení bylo získáno větší množství vstupních dat (půdní vzorky, data ke srážkám atp.). V modelu bylo HCH uvažováno jako nedegradující sloučenina, ke zpomalování šíření této látky v rámci modelového řešení dochází zejména vlivem sorpce.

Nedostatkem výsledků, získaných ze sestaveného modelu, bylo v první fázi nadhodnocení množství vody proniklé přes minerální těsnění skládky. Tak došlo i k nadhodnocení množství transportovaného kontaminantu (použit HCH) a k nadhodnocení průtoků vody drenáží výspyky. Naopak modelem podhodnoceny byly koncentrace kontaminantu na výtoku z drenáže. Model bude třeba dále doladit tak, aby co nejpřesněji odrazil reálné hodnoty.

I přes nedostatečnou prozkoumanost lokality (málo hydrogeologických vrtů, heterogenita tělesa výspyky, nejistoty v poloze a množství kontaminantu atp.) se podařilo sestavit pilotní model, jenž po kalibraci a doplnění o další informace může dobře posloužit k predikci chování kontaminantu na sledované lokalitě [9].

## Navrhovaná řešení sanace a diskuse

Do současnosti přetrvává kontaminace drenážních vod na lokalitě. Odsud se kontaminace šíří do okolního prostředí, zejména do povrchových vod.

Průnik kontaminace do okolního životního prostředí se koncentruje zejména do místa výtoku drenážní vody severovýchodně od výsypky. Doporučili jsme řádně zabezpečit okolí výtoku drenážních vod (například oplocením) proti průniku osob nebo alespoň toto území výrazněji označit jako nevhodné pro pohyb osob a houbaření.

K zásadnímu omezení dopadů kontaminace z výsypky na okolí jsme doporučili čištění drenážních vod na automatické čistírně odpadních vod. Závadné látky by mohly být z vody sorbovány, vzhledem ke sklonu území by bylo možné zajistit průtok vod čistírnou samospádem. Adekvátním čištěním by bylo zamezeno průniku rozhodujícího množství závadných látek do životního prostředí (zejména do povrchových vod a vytékávání do ovzduší).

Kontaminace podzemních vod lokality je problematická i z důvodu možného ovlivnění kvality minerálních vod Karlových Varů, které je však naštěstí spíše v teoretické rovině.

První etapa sanačních prací (nepropustné zakrytí části výsypky) zamezila možnému styku osob a zvířat s kontaminovanými zeminami. Doložen byl relativně plynulý pokles kontaminace povrchové vody zatopené lomové jámy severně od výsypky, což může být také důsledek provedené první etapy sanace lokality. Avšak na druhou stranu, průnik kontaminace do životního prostředí, zejména do povrchových vod Ostrovského potoka, se zastavit nepodařilo.

Vzhledem k tomu, že nejsou dostupné podrobnější údaje o prostorovém uložení bývalých nebezpečných odpadů ve výsypce, by bylo vhodné v tomto směru realizovat příslušné průzkumné práce (geofyzikální práce, vrtné práce, vzorkování vod a zemin...). Pouze po dostatečném průzkumu výsypky v tomto směru by bylo reálné ve výhledu zajistit odtěžení či dostatečné zabezpečení kontaminovaných zemin, a tím i definitivní sanaci celé lokality. Dopady na okolí je nezbytné i nadále monitorovat.

## Závěry

- Průzkumu byla podrobena lokalita výsypky Hájek u Karlových Varů. Jedná se o lokalitu významné ekologické zátěže zejména s výskytem značných koncentrací organických perzistentních polutantů. V rámci námi realizovaných prací v lokalitě proběhlo ověření aktuální úrovně kontaminace vod a sedimentů a její porovnání s archivními výsledky, ve spolupráci byl sestaven matematický model proudění vod v příporchové zóně výsypky.
- Lokalita se nachází v etapě po první fázi sanace, která spočívala zejména v zakrytí značné části výsypky. Prozkoumanost lokality je vzhledem k její rozloze a množství uložených nebezpečných látek nízká. Velmi vhodné by bylo dostatečné zabezpečení kvality odtékajících vod a provedení komplexního hydrogeologického průzkumu lokality. Nezbytné je další sledování dopadů kontaminace na okolí.
- Podle našich zjištění má stará ekologická zátěž lokality doposud značný lokální vliv na povrchové vody.

### Poděkování

Práce byly realizovány za finanční podpory SP/2e7/229/07. Významná část podkladů byla poskytnuta se souhlasem ČIŽP a podniku DIAMO, poděkování patří i pracovníkům těchto společností, bez nichž by výzkum nemohl být proveden.

## Literatura

- [1] Paulin, T. (2009) Aktualizovaná analýza rizik výsypky lomu Hájek. Sanace výsypky lomu Hájek. I. etapa, varianta B. Závěrečná zpráva. Praha : Aquatest, a.s., září 2009, 56 s.

- [2] Olmer, M. et al. (2006) Hydrogeologická rajonizace České republiky. – Sborník geologických věd 23. Hydrogeologie, inženýrská geologie. Praha : Česká geologická služba, 32 s.
- [3] Paulin, T. (2008) Hydrologický, klimatický a hydrochemický monitoring 2008. Sanace výsypky lomu Hájek. I. etapa, varianta B. Závěrečná zpráva. Praha : Aquatest, a.s., 2008, 27 s.
- [4] Eckhardt, P. (2009) Vliv vybraných ekologických zátěží na tok Labe. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, roč. 51, č. 1, s. 17–19, příloha *Vodního hospodářství* č. 2/2009.
- [5] Regionální seznamy priorit pro odstraňování starých ekologických zátěží (2002). MŽP, 28 s.
- [6] Holubová, K. (2010) Simulace vodního režimu a transportu kontaminantu na výsypce lomu Hájek (diplomová práce). ČVUT v Praze, Fakulta stavební, 99 s.
- [7] Eckhardt, P. (2010) Chemické závody Sokolov – příklad úspěšně sanované ekologické zátěže. *Vodohospodářské technicko-ekonomické informace*, roč. 52, č. 4, s. 17–19, příloha *Vodního hospodářství* č. 8/2010.
- [8] Nařízení vlády ČR 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, v platném znění.
- [9] Holubová, K., Zumr, D. a Císlarová, M. (2011) Simulace vodního režimu a transportu kontaminantu na výsypce lomu Hájek. *Waste Forum*, 2, s. 82–91.

**Mgr. Pavel Eckhardt**  
**VÚV TGM, v.v.i., Praha**  
**pavel\_eckhardt@vuv.cz**

*Příspěvek posel lektorským řízením.*

*Dump Hajek – Contaminated Site (Eckhardt, P.)*

### Key words

*groundwater – surface water – contamination – contaminated site – POPs – lindane*

**This text summarizes the results of the old contaminated site research on example of the large dump of chemical waste in Western Bohemia. The influence of old contamination on surface water and sediments was investigated and assessed.**

## Atlas zařízení pro nakládání s odpady

V rámci výzkumného záměru Výzkum pro hospodaření s odpady byl vydán třídílný Atlas zařízení pro nakládání s odpady, jehož jednotlivé části mají podtituly:

1. Sklárky nebezpečných odpadů
2. Sklárky ostatních odpadů
3. Sklárky inertních odpadů a spalovny odpadů

Atlasy obsahují soubory map a ortofotosnímků jednotlivých zařízení nacházejících se na území České republiky, doplněné základními údaji o jejich poloze, provozovateli a kapacitě.

Verze všech dílů atlasu, které byly v roce 2010 aktualizovány, jsou dostupné na webových stránkách Centra pro hospodaření s odpady – www.ceho.cz.

**Redakce**

**VTEI** **VODOHOSPODÁŘSKÉ  
TECHNICKO-EKONOMICKÉ  
INFORMACE**

**Water Management Technical and Economical Information**

**Odborný dvouměsíčník specializovaný na výzkum v oblasti  
vodního hospodářství**

**Redakční rada:** RNDr. D. Baudišová, Ph.D., Ing. Š. Blažková, DrSc.,  
Ing. P. Bouška, Ph.D., prof. Ing. A. Grünwald, CSc.,  
doc. Ing. A. Havlík, CSc., prof. Ing. P. Pitter, DrSc.,  
prof. RNDr. A. Sládečková, CSc., prof. Ing. J. Zezulák, DrSc.

**Ročník 53**

**ISSN 0322 - 8916  
MK ČR 6365**

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

**VÚV  
TGM**

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