

MUDr. Magdaléna ZIMOVÁ, CSc.^{a,b}
Ing. Anna CIDLINOVÁ^{a,b}

MUDr. Jan MELICHERČÍK, CSc.^a

prof. Ing. Zdeňka
WITTLINGEROVÁ, CSc.^b

^a Státní zdravotní ústav

^b Fakulta životního prostředí,
Česká zemědělská univerzita
v Praze

Rizika využívání zbytků po spalování uhlí vznikajících při výrobě tepla a elektrické energie

Risks of Utilization of Remainers Arising from Coal Burning for Heat and Electric Energy Production

Recenzent
doc. Ing. Karel Ciahotný, CSc.

Energetika je jedním z největších producentů odpadů. Odpady z energetiky mají zcela odlišný charakter od odpadů z ostatních průmyslových odvětví, pokud jde o jejich složení, způsoby jejich odstraňování, a možnosti použití. Při řešení projektu „Resortní program výzkumu v působnosti Ministerstva životního prostředí“, SP2f3/118/08, s názvem „Výzkum skutečných vlastností odpadů považovaných za vhodný zdroj nestandardních surovin (zejména vedlejších energetických produktů) ve smyslu současných právních požadavků na ochranu zdraví lidí, životního prostředí a vyhodnocení získaných informací pro stanovení bezpečných postupů a požadavků pro jejich používání“, bylo zjištěno, že výrobky, které se používají pro terénní úpravy, v některých případech nesplňují ani požadavky stanovené pro využívání odpadů na povrch terénu. To znamená, že stavební výrobky ze zbytků po spalování uhlí, prodávané jako bezpečné, mohou kontaminovat životní prostředí více než odpady používané pro stejný účel.

Klíčová slova: uhlí, spalování, zbytek, odpad, toxické prvky

Power industry is one of the greatest producers of waste. The character of waste products from the power industry is quite different from waste arising from the other industrial sectors as concerns its composition, methods of removal and possibilities of use. There has been revealed within the solution of the project “The Resort Research Program in the Force of the Ministry of Environment” ref. no. SP2f3/118/08, bearing the name “the research of real properties of waste considered as an acceptable source of non-standard raw-materials (particularly the secondary by-products from the energy generation) in sense of actual legal requirements for the protection of health, environment and the evaluation of the acquired information for the determination of safety processes and requirements for their use”, that products used for the landscaping, in certain events do not fulfill requirements stipulated for the utilization of waste on the ground surface. It means that construction products made from remainders after the coal burning, being sold as safe, can contaminate the environment more than waste used for the same purpose.

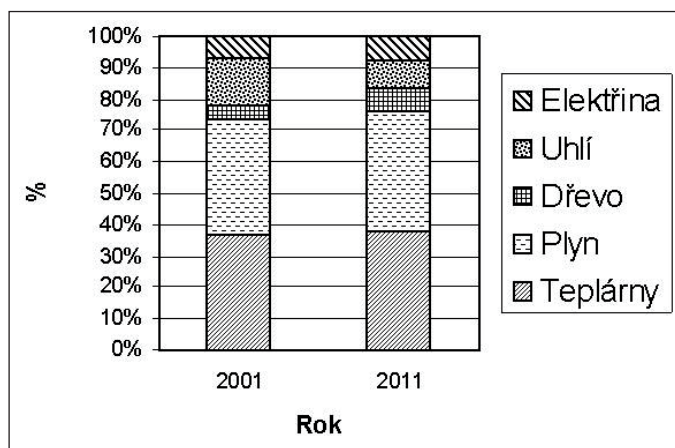
Key words: coal, burning (combustion), remainder, waste, toxic elements

ÚVOD

Energetický průmysl je jedním z největších producentů odpadů. Odpady z energetického průmyslu mají zcela jiný charakter, než z většiny ostatních průmyslových odvětví, jak co do složení, tak i způsobu zneškodňování a možnosti využití. V současné době je produkce zbytků po spalování uhlí (ZPSU) energetickými společnostmi větší, než 13 milionů tun ročně. S převážnou částí těchto zbytků po spalování uhlí je nakládáno

jako s druhotnou surovinou, která se následně využívá jako výrobek ve stavebnictví. Pouze asi pětina těchto ZPSU je uložena na skládkách v rámci zákona o odpadech.

V ZPSU lze nalézt například zinek, arsen, beryllium, kobalt, nikl, rtuť, chrom, kadmium a thalium. Množství obsahu těchto prvků ve ZPSU závisí na charakteru uhlí, z něhož jsou produkovány, ale i například na způsobu spalování. Při nedostatečné kontrole těchto prvků obsažených v ZPSU může docházet k uvolňování těchto prvků do životního prostředí. Při jejich využití je nutná stabilizace toxických látek, aby nedocházelo při umístění ZPSU nebo výrobků z nich do životního prostředí k vyluhům toxických látek a následně poškození podzemních i povrchových vod a vstupu do potravních řetězců [7], [15].



Obr. 1 Podíl zdrojů tepla (domácnosti) v roce 2001 a 2011(Energostat)

NAKLÁDÁNÍ S ODPADY Z ENERGETICKÉHO PRŮMYSLU

Teplné elektrárny, teplárny a kotelny produkují tuhé odpady, které přímo souvisejí s procesem spalování nebo čištění kouřových plynů. Jedná se zejména o:

- popílek z elektrostatických odlučovačů,
- škváru a strusku ze spalování uhlí, které spolu s popílkem tvoří popel,
- energosádrovec, což je produkt mokré vápencové vypírky kouřových plynů,
- produkt spalování uhlí ve fluidních kotlích s odsiřením,

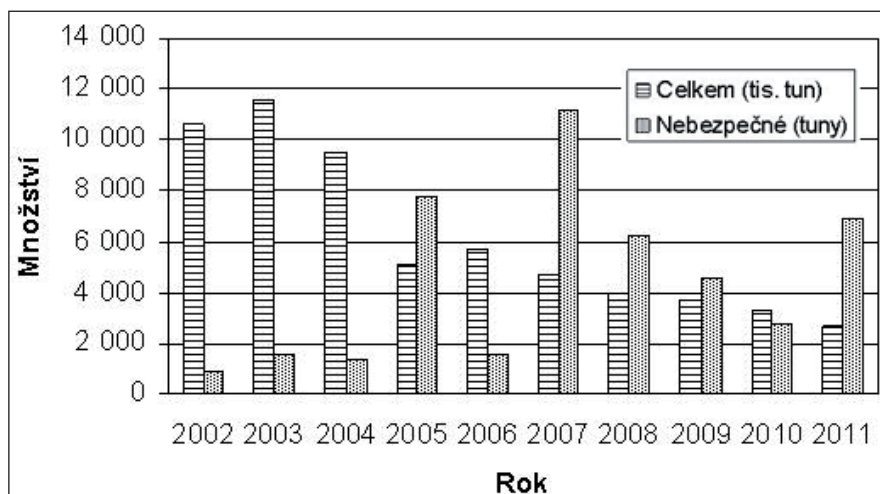
- produkt polosuché metody odsíření kouřových plynů,
- produkt suché aditivní metody odsíření.

Odpady z energetického průmyslu se podle Katalogu odpadů zařazují do skupiny 10 (Odpady z tepelných procesů), jejich rozdělení uvádí tabulka 1.

Tab. 1 Názvy a kódy odpadů z energetického průmyslu

Kód odpadu	Název odpadu
10 01 01	Škvára, struska a kotelní prach
10 01 02	Popílek ze spalování uhlí
10 01 03	Popílek ze spalování rašeliny a neošetřeného dřeva
10 01 04*	Popílek a kotelní prach ze spalování ropných produktů
10 01 05	Pevné reakční produkty na bázi vápníku z odsířování spalín
10 01 07	Reakční produkty z odsířování na bázi vápníku ve formě kalů
10 01 14*	Škvára, struska a kotelní prach ze spoluspalování odpadu obsahující nebezpečné látky
10 01 16*	Popílek ze spoluspalování odpadu obsahující nebezpečné látky
10 01 18*	Odpady z čištění odpadních plynů obsahující nebezpečné látky
10 01 19	Odpady z čištění odpadních plynů neuvedené pod č. 10 01 05, 10 01 07 a 10 01 18
10 01 99	Odpady jinak blíže neuvedené

V rámci řešení projektu „Resortního programu výzkumu v působnosti Ministerstva životního prostředí“, evidenční č. SP2f3/118/08, s názvem „Výzkum skutečných vlastností odpadů považovaných za vhodný zdroj nestandardních surovin (zejména vedlejších energetických produktů) ve smyslu současných právních požadavků na ochranu zdraví lidí, životního prostředí a vyhodnocení získaných informací pro stanovení bezpečných postupů a požadavků pro jejich používání“ byly získány následující poznatky. Výrobky z vedlejších energetických produktů – zkráceně VEP využívané k terénním úpravám nespĺňují v některých případech požadavky stanovené pro využívání odpadů na povrchu terénu. To znamená, že stavební výrobky z ZPSU uváděné na trh jako bezpečné, znečišťují životní prostředí více, než ke stejnému účelu využívané odpady. Místa jejich umístění mohou být nebo jsou místa, o nichž je možné hovořit jako o potenciálních místech podezřelých z ekologické újmy[8], [13].



Obr. 2 Množství odpadu z energetiky v letech 2002 až 2011 [1]

Na druhé straně jsou specifickým případem materiálů s možnou praktickou využitelností v široké řadě oblastí. Uhlí je obecně považováno za produkt přírody s výrazně proměnlivým složením i vlastnostmi včetně nebezpečných. Uhlí vstupující do spalovacího procesu jako základní látkový vstup není standardním „výrobkem“. Proto je také celá tato oblast materiálových toků provázejících výrobu elektrické energie z uhlí ve všech vyspělých zemích důrazně sledována z hlediska ochrany lidského zdraví a životního prostředí, od něhož je odvozována přiměřená aplikace příslušných právních i dalších normativních regulativů včetně hodnocení zdravotních a ekologických rizik. V poslední době byly ne zcela jasně převedeny popílky z režimu odpadů do stavebních výrobků, jak je možno vidět z grafu na obr. č. 2.

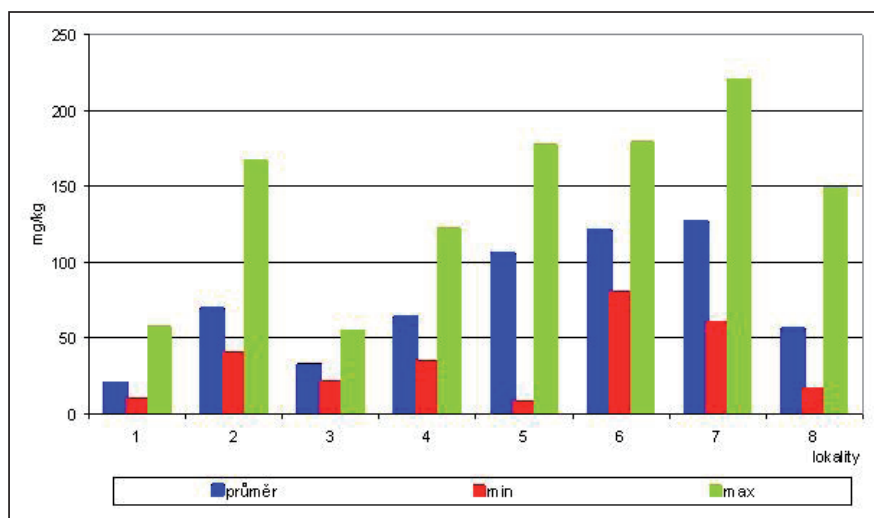
Za poslední roky poklesla produkce odpadů ze spalování uhlí v ČR o cca 90 %. Předpokládá se, že tento podíl je uvolňován do životního prostředí v podobě výrobků. ZPSU představují důležitý zdroj nepřirodních surovin, které mohou, po více či méně komplikovaném procesu zpracování, vstoupit jako plnohodnotné stavební materiály na trh. Vlastnosti ZPSU však mohou představovat rizika pro znečištění životního prostředí a následně zdraví lidí, pokud nebudou stanovena bezpečná ekologická a zdravotní kritéria pro jejich používání. Je pravděpodobné, že při jejich nevhodném používání mohou vznikat nové ekologické zátěže, které budou zdrojem rizika pro zdraví obyvatel, protože mohou způsobit znečištění podzemních a povrchových vod, kontaminanty z nich mohou prostřednictvím půdy vstupovat do potravních řetězců, do ovzduší a v některých případech mohou také bránit dalšímu využití dotčených lokalit.

PROBLEMATIKA ZDRAVOTNÍCH A ENVIRONMENTÁLNÍCH KRITÉRIÍ PRO VYUŽÍVÁNÍ ODPADŮ Z ENERGETICKÉHO PRŮMYSLU

Vzhledem ke skutečnosti, že dosud nejsou stanovena obecně závazná zdravotní a environmentální kritéria pro využívání ZPSU, může docházet a také pravděpodobně dochází k uvolnění škodlivých látek do životního prostředí, v našich podmínkách jde především o As, Cr, Al. Jedním ze základních problémů výše citovaných problémů jsou obsahy toxických prvků. Toxické prvky v popílku jsou zastoupeny v různých hmotnostních podílech, koncentrace se pohybují od méně než 1 mg.kg⁻¹ až do 3500 mg.kg⁻¹. Lze nalézt téměř všechny prvky, významnější např.: Mn, Zn, As, Ba, Be, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Hg, Cr. Výskyt jednotlivých stopových prvků v různých produktech spalování závisí na charakteru zápalu a uhelné hmotě, velikosti částic a geochemickém chování prvků.

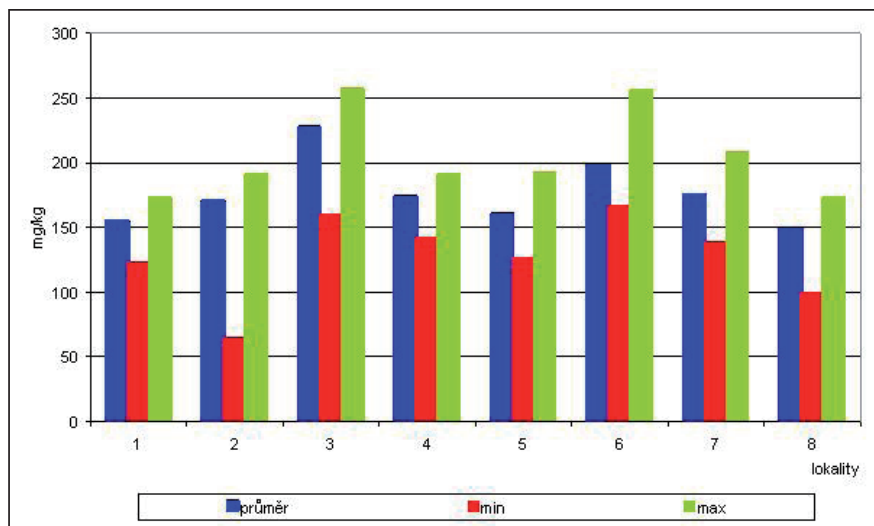
Nejvýznamnějšími faktory ovlivňujícími těkání stopových prvků jsou teplota spalování a tlak par stopových prvků. Po spalování se většina stopových prvků nachází ve formě oxidů. Při ochlazování spalín (130 až 140 °C) může docházet ke kondenzaci těchto oxidů na částicích popílku.

Jako příklad průměrných koncentrací vybraných prvků v popílčích v jednotlivých lokalitách, kde je ukládán popílek, jsou uvedeny koncentrace As a Cr v grafech na obr. 3 a 4. Z grafů jednoznačně vyplývá, že As v popílku při jeho využití v prostředí přispěje nejvíce k navýšení zdravotního rizika, a to u popílků ze všech lokalit a nejvíce u popílku z lokalit 7,6 a 5. Arzen je prokázaný karcinogen, který je v uhlí přítomen zpravidla v podobě arzenopyritu (FeAsS), realgaru(As₂S₂) a auripigmentu (As₂S₃). Obsah arzenu ve ZPSU v ČR se podle různých pramenů pohybuje od 20 do 800 mg.kg⁻¹.



Obr. 3 Koncentrace As mg.kg⁻¹ v popílku ve vybraných lokalitách v letech 1999 až 2008 [12]

V oblasti pH 7 je vyluhovatelnost As relativně nízká. Jeho přítomnost se projevuje ekotoxickou. V návaznosti na tyto skutečnosti a informace o množství ZPSU uvedených na trh v podobě výrobků a obsahu As ve ZPSU je možné vypočítat, že ve výrobcích se do prostředí dostane cca 100 až 4000 tun As za rok [14].



Obr. 4 Koncentrace Cr mg.kg⁻¹ v popílku ve vybraných lokalitách v letech 1999 až 2008 [12]

Při použití elektrárenských popílků na povrch terénu tedy vzniká předpoklad navýšení kontaminace prostředí půdy, vody a ovzduší toxickými kovy a tím i vznik potenciálního zdravotního a ekologického rizika.

Hodnocení zdravotních rizik

Pro nepřímé posouzení negativního vlivu prvků obsažených v popílku na lidské zdraví je možno použít metodu hodnocení zdravotních rizik dle US EPA [5], [6].

Pro hodnocení zdravotních rizik byly vybrány dvě metody – deterministická a pravděpodobnostní. Analýzy, hodnocení a stanovení zdravotních rizik byly provedeny podle současně platné metodiky US EPA [7] a Metodického pokynu MŽP [4]. Určení a zdůvodnění prioritních kontaminantů použitých pro modelový výpočet zdravotních rizik bylo stanoveno s ohledem na charakter, míru a rozsah jejich výskytu ve zbytcích po spalování uhlí, možné kontaminace prostředí, jejich toxicity a možné expozice populace. Dalším krokem v procesu hodnocení zdravotních rizik byl výběr expozičních scénářů, stanovení chronického denního příjmu a celoživotního denního průměrného příjmu. Výběr populace jako příjemce zdravotního rizika byl proveden s ohledem na předpokládaný

zvýšený kontakt s kontaminantem. Po upřesnění nejdůležitějších transportních cest byly stanoveny pro výpočet rizika relevantní scénáře expozice potenciálně ohrožených příjemců vybraných skupin populace a to obyvatel, kteří mohou být ovlivněni ukládáním popílků do prostředí. Důležitá expoziční cesta pro obyvatele je prosakování výluhu z popílků do podzemní vody a do povrchové vody.

Pro výpočet zdravotního rizika bylo zvoleno 20 prvků (Sb, As, Ba, Be, B, Al, Cr, Cd, Co, Mn, Cu, Mo, Ni, Pb, Hg, Se, Ag, Tl, V a Zn) obsažených ve ZPSU. Dále byly vybrány čtyři reálné expoziční scénáře pro obyvatelstvo (dospělí i děti) na základě výběrové analýzy: ingesce vody při pití vody, dermální kontakt s vodou při koupání a sprchování, dermální kontakt s vodou při plavání a náhodná ingesce vody při plavání.

Nekarcinogenní riziko při orální expozici bylo prokázáno pro téměř všechny hodnocené prvky obsažené ve ZPSU. Limitní hodnota HI = 1 byla překročena u řady prvků (Sb, As, Ba, Be, B, Al, Cr, Cd, Mn, Cu, Mo, Pb, Hg, Se, Tl a V). Nekarcinogenní riziko při dermální expozici bylo prokázáno pouze pro arsen a vanad. Nekarcinogenní riziko při orální i dermální expozici povrchovou vodou nebylo výpočty prokázáno.

Riziko vzniku nádorových onemocnění bylo vypočteno pro všechny hodnocené expoziční cesty i skupiny populace. U orální expozice podzemní vodou byla hodnota tohoto rizika překročena o více než tři řády u As i Be a to při průměrných i maximálních koncentracích As a Be ve ZPSU. Při orální či dermální expozici povrchové vody bylo prokázáno riziko pouze při maximálních koncentracích As a Be ve ZPSU. V Grafu na obr. 5 je znázorněno srovnání ILCR (individuální celoživotní riziko rakoviny) pro As a Be v pitné vodě v závislosti na sledovaných lokalitách.

Hodnocení ekologických rizik

Vedle modelového hodnocení zdravotních rizik bylo hodnoceno ekologické riziko na základě obecně používaných ekotoxických testů. Více než 50 % testovaných odebraných vzorků zbytků po spalování uhlí nevyhovovalo limitům pro ekotoxicitu,

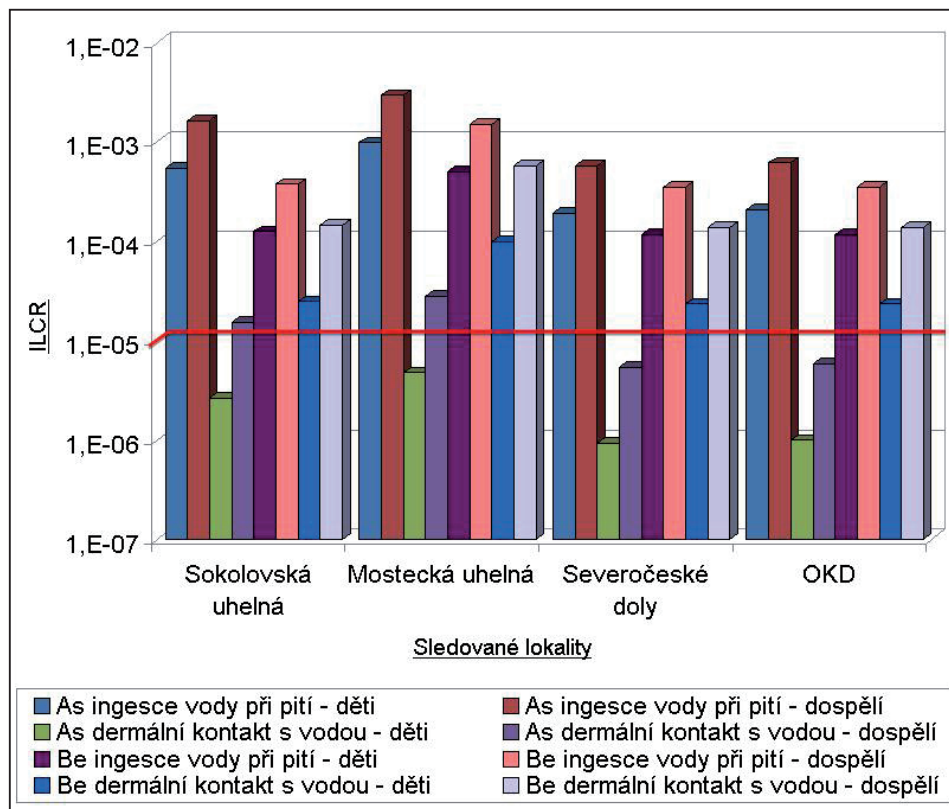
které jsou určeny pro ukládání odpadů na povrch terénu [10]. Kontaktní testy prováděné podle metod vyhlášky 257/2009 Sb., [9] ani v jednom případě, nevykazovaly pozitivitu, viz tab. 2.

Tab. 2 Výsledky aquatických a kontaktních testů zbytků po spalování uhlí

Druh testů	Nevyhovuje		Vyhovuje	
	Počet	%	Počet	%
testy výluhové 2009	2	14,29	12	85,71
testy výluhové 2010	15	78,95	4	21,05
testy kontaktní 2009	1	7,14	13	92,86
testy kontaktní 2010	0	0	9	100

DISKUSE A ZÁVĚR

Základním cílem při využívání ZPSU je stanovení bezpečných postupů tak, aby mohly být ZPSU hmotnostně významným zdrojem možné ná-



Obr. 5 Výpočet karcinogenního rizika (ILCR) pro orální a dermální expozici pitnou vodou kontaminovanou As a Be – obyvatelé (děti a dospělí)

Poznámka: Vodorovná červená linka představuje limitní hodnotu pro odhad karcinogenního rizika

hrady primárních přírodních zdrojů. Současně musí být stanovena taková opatření, aby se minimalizovaly negativní vlivy na zdraví lidí a životní prostředí. Tento princip musí být vždy zachován při jejich uplatnění ve stavebnictví, při zahazování důsledků hornické činnosti a jinou lidskou činností postižených pozemků i při výrobě stavebních výrobků.

Metody hodnocení zdravotních a ekologických rizik se ukázaly být vhodné pro hodnocení využití odpadů při jejich aplikaci v prostředí. Z výpočtů a hodnocení míry rizika bylo prokázáno, že zbytky po spalování uhlí jsou, vzhledem k obsahu a mobilitě řady prvků v nich obsažených, možnými nositeli rizik pro zdraví lidí a životní prostředí. Velmi důležitou rolí v intenzitě škodlivého účinku daného prvku na organismus hraje nejen celkové množství přijatého prvku do organismu (po dobu trvání expozice), ale i chemická forma přijatého prvku a způsob vstupu této formy do organismu [2]. Tento článek popisuje vyhodnocení zdravotního rizika pro dětskou a dospělou populaci z řad obyvatelstva. Negativnímu vlivu ze zbytků po spalování uhlí však mohou být vystaveny i další skupiny lidské populace. Jedná se především o pracovníky nakládající s odpadním materiálem ze spalování uhlí.

Obdobné výsledky udává studie EPA [7]. Ta hodnotí ekologická a zdravotní rizika při ukládání zbytků po spalování uhlí do životního prostředí. Výsledky americké studie a i naše výsledky obdobně prokázaly možné riziko vzniku nádorových onemocnění a nekarcinogenní riziko při nezajištěném ukládání zbytků po spalování uhlí do životního prostředí. Vypočtená rizika, která mohou vznikat v důsledku ukládání zbytků po spalování uhlí do životního prostředí v ČR, jsou v některých případech až o řád vyšší. Skutečnost je dána vyššími koncentracemi rizikových prvků, které jsou obsaženy ve ZPSU pocházejících z ČR. Ekologické riziko bylo sledováno pouze na základě platných ekotoxikologických testů pro ukládání odpadů na povrch terénu. Aquatické testy se ukázaly jako velmi citlivé pro tuto komoditu odpadů. Citlivost vodních druhů byla o jeden řád vyšší než ta z terestriálních testů. Autoři zdůraznili užitečnost kompletní skupiny představující jak aquatické, tak půdní organismy

reprezentující různé trofické úrovně [11]. Kontaktní testy s největší pravděpodobností nebyly dostatečně citlivé pro testovaný materiál [3] nebo vybrané metody podle vyhlášky 257/2009 Sb. [9], nejsou pravděpodobně dostatečně vhodné pro zvolenou komoditu a nehodnotí možné negativní účinky na prostředí.

Pro hodnocení ZPSU je možno doporučit použití aquatických testů nejen k větší citlivosti testovacích organismů, ale i vzhledem k expozičním scénářům šíření toxických prvků.

Výsledky projektu by měly přispět k rozhodování o možnostech bezpečného způsobu užitečného nakládání se ZPSU v souladu s požadavky platných právních předpisů a na základě vyhodnocení reálného či potenciálního vlivu zjištěných prioritních kontaminantů na lidské zdraví a životní prostředí.

Kontakt na autora: mzimova@szu.cz

Článek vznikl s podporou Resortního programu výzkumu v působnosti Ministerstva životního prostředí, v rámci projektu SP2f3/118/08 VaV MŽP ČR.

Použité zdroje:

- [1] CENIA ISOH – Informační systém odpadového hospodářství. 2012, cit. prosinec 2012. Dostupné z [www: <isoh.cenia.cz>](http://www.<isoh.cenia.cz>).
- [2] Cidlinová, A., Zimová, M., Melicherčík, J., Wittlingerová, Z. Metody hodnocení ekologických a zdravotních rizik při využívání odpadů. *Waste forum* 1/2012, ISSN: 1804-0195.
- [3] Ferrari, B., Radetski, C. M., Veber, A. M., Ferard, J. F. Ecotoxicological assessment of solid wastes: A combined liquid- and solid-phase testing approach using a battery of bioassays and biomarkers, *Environmental Toxicology and Chemistry*, 1999, 18, 1195-1202.
- [4] MŽP ČR Metodické pokyny MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území, *Věstník MŽP*, ročník XV, částka 9, 2005.
- [5] U.S. EPA Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment). Final version. EPA/540/R/99/005, 2004.
- [6] U.S. EPA Risk-Based Concentration Table, October 2005. Dostupné z [www: <www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/index.htm>](http://www.<www.epa.gov/reg3hwmd/risk/human/index.htm>).
- [7] US EPA Human and Ecological Risk Assessment of Coal Combustion Wastes. *Office of Solid Waste Research*, Triangle Park, NC 27709, 2007.
- [8] Veverková, M., Veverka, Z., Zimová, M. Ekologická a právní rizika v nakládání se stavebními odpady, *Recycling 2010*, Brno 11.-12. března 2010, Sborník konference str.33-39, VUT Brno 2010, ISBN 978-80-214-4061-6.
- [9] Vyhláška č. 257/2009 Sb., o používání sedimentů na zemědělské půdě.
- [10] Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu.
- [11] Wilke, B. M., Riepert, F., Koch, C., and Kühne, T. Ecotoxicological characterization of hazardous wastes, *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2008, 70, str. 283-293.
- [12] Zimová, M., Cidlinová, A., Matějů, L., Melicherčík, J., Ježová, M., Podolská, Z., Štěpánková, M., Garbaczewská, A., Prestová, J. Výzkum skutečných vlastností odpadů považovaných za vhodný zdroj nestandardních surovin

(zejména vedlejších energetických produktů) ve smyslu současných právních požadavků na ochranu zdraví lidí, životní prostředí a vyhodnocení získaných informací pro stanovení bezpečných postupů a požadavků pro jejich používání, *zpráva o řešení projektu MŽP č. VaV SP/2f3/118/08*, Státní zdravotní ústav, Praha, 2010.

- [13] Zimová, M., Podolská, Z., Matějů, L., Veverková, M., Wittlingerová, Z., Ševčíková, P. Existing Approaches to Minimize Health and Environmental risks in the use of Energy By-Products in the Czech Republic, Crete 2010, *2nd International Conference Hazardous and Industrial Waste Management*, 5. - 8. October 2010, Chania-Grete, Greece, sborník konference str. 531 – 532.
- [14] Zimová, M., Podolská, Z., Preslová, J., Melicherčík, J., Veverková, M., Veverka, Z., Wittlingerová, Z., Šotek, M. Aspekty využívání odpadů v oblasti stavebních materiálů z pohledu zákona o ekologické újmě, *Recycling 2010*, Brno 11.-12.března 2010, Sborník konference str.45-49 VUT Brno 2010, ISBN 978-80-214-4061-6.
- [15] Zimová, M., Wittlingerová, Z., Cidlinová, A., Melicherčík, J. Stávající přístupy k minimalizaci zdravotních a ekologických rizik při využívání vedlejších energetických produktů v ČR. *Integrovaná bezpečnost*, Zborník z medzinárodnej vedeckej konferencie, Kočovce, Slovakia, 2010, str. 161-169. ISBN 978-80-8096-133-6. ■

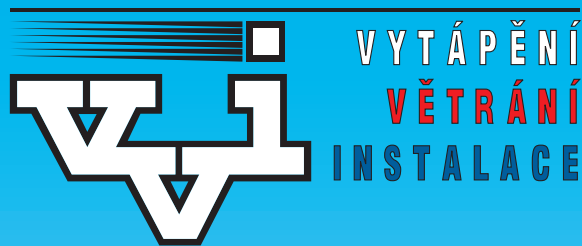
Průsvitné PCM ve skle hřeje a chladí

Prosklené fasády jsou snem architektů svou číroostí a nízkou hmotností. Aspekty jako ochrana proti přehřátí, přeměna a ukládání energie však hovoří spíše pro masivní provedení stavby. Nové průsvitné PCM materiály (Phase Change Materials) však nabízí jak optiku skla a tím větší světllost prostoru, tak tepelné vlastnosti betonu. Výrobce nového průsvitného řešení s PCM je výrobce speciálního skla Schott AG, Mainz.

Prvky pro vnější fasády se skládají ze čtyřvrstvého izolačního prosklení. Vnější desky obsahují mezi skly tzv. hranolový element; vnitřní desky mají mezi skly materiál PCM. Ten ukládá během dne teplo a vyzařuje je během chladnějších nočních hodin. Vícenásobné prosklení nabízí tepelnou izolaci se součinitelem prostupu tepla pod 0,5 W/m²K. Hranolový element odráží sluneční světlo, dopadající pod úhlem více než 40°, do venkovního prostředí. Pro vnitřní prostory je k dispozici varianta bez hranolového elementu. V kombinaci s klimatizací snižuje PCM potřebný špičkový výkon a šetří energii.

Pramen: CCI 04/2013

(AB)



Vážení přátelé,
Společnost pro techniku prostředí nabízí
2. přepracované vydání

Názvoslovného výkladového slovníku z oboru Technika prostředí

v Č-N-A, A-Č-N, N-Č-A mutacích

Obsahuje terminologii oborů:

Vytápění, Solární technika, Tepelná izolace, Chladicí technika, Tepelná čerpadla, Větrání, Klimatizace, Hluk a otřesy, Průmyslová vzduchotechnika, Pneumatická doprava, Čistota ovzduší, Odprašování, Hygiena, Automatická regulace, Ekonomika investic, Domovní vodovody, Plynovody, Kanalizace.

Slovník je možno zakoupit:

- ☐ v Univerzitním knihkupectví ČVUT, budova NTK, Technická 6, 160 80 Praha 6 nebo si nechat zaslat dobírkou: e-mail: vera.mikulkova@ctn.cvut.cz – tel. 224 355 003;
- ☐ osobně v sekretariátu Společnosti pro techniku prostředí: Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1 nebo
- ☐ v redakci VVI – Fakulta strojní, 8. p., Technická 4, 166 07 Praha 6.

Cena 110 Kč vč DPH

**aqua
THERM**
PRAHA

20.

**JUBILEJNÍ ROČNÍK MEZINÁRODNÍHO
ODBORNÉHO VELETRHU**

vytápěcí, ventilační, klimatizační, měřicí, regulační,
sanitární a ekologické techniky

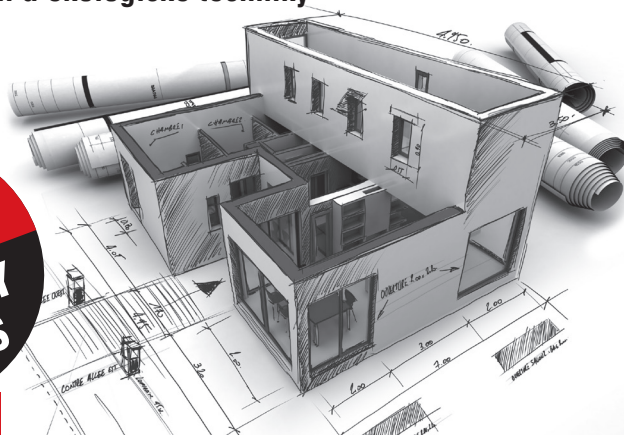
4.–7. března 2014

PVA
EXPO PRAHA

Největší přehlídka TZB v ČR
Seznam vystavovatelů již dnes na:

www.aquatherm-praha.com

**NOVÝ
TERMÍN
DVOULETÝ
CYKLUS**



Hlavní
odborní
partneři:

REHVA
Federace evropských asociací
pro vytápění, ventilace
a klimatizace

tzbinfo
www.tzb-info.cz

SPOLČNOST PRO TECHNIKU PROSTŘEDÍ