

Ing. Jiří HORÁK, Ph.D.¹⁾
 Ing. František HOPAN, Ph.D.¹⁾
 Ing. Vendula DRASTICHOVÁ²⁾
 Ing. Kamil KRPEC, Ph.D.¹⁾
 Mgr. Šárka TOMŠEJOVÁ, Ph.D.¹⁾
 Ing. Milan DEJ, Ph.D.¹⁾
 Ing. Petr KUBESA¹⁾
 Ing. Lubomír MARTINÍK¹⁾
 Ing. Miloslav MODLÍK³⁾
 Ing. Pavel MACHÁLEK³⁾

¹⁾ VŠB – TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum

²⁾ VŠB – TU Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství

³⁾ Český hydrometeorologický ústav

Recenzent

doc. Ing. Jiří Hemerka, CSc.

Může jedna vesnice vyprodukovat stejné množství B(a)P jako průměrná koksovna?

Can One Village Produce the Same Amount of B(a)P as the Average Coking Plant?

Koksovny jsou vnímány jako dominantní producent karcinogenního B(a)P. Výsledky spalovacích zkoušek, které byly realizovány na zkušebně Výzkumného energetického centra na VŠB-TU Ostrava ukazují, že také malá spalovací zařízení mohou vyprodukovat významné množství emisí PAU, potažmo B(a)P. Na různých typech spalovacích zařízení, která jsou běžně používána pro vytápění domácností, bylo spalováno jak černé a hnědé uhlí, tak také biomasa v různých podobách. Porovnání množství emisí B(a)P z jedné „průměrné české vesnice“, která je vytápěna spalováním pevných (tuhých) paliv, a „průměrné české koksovny“ umožní odpovědět na úvodní otázku.

Klíčová slova: emise B(a)P, výroba koksu, emisní faktor, lokální topeniště

Coke ovens are perceived as the dominant producer of carcinogenic B(a)P. The results of combustion tests, which were performed in testing laboratory of VSB-TUO Energy Research Center show that a small-scale appliances burning solid fuels can produce significant emissions of PAHs hence B(a)P. The hard, brown coal and biomass in various forms were burned in different types of small-scale appliances, which are commonly used for household heating. Comparison of emissions of B(a)P from one “average Czech Village”, which is heated by combustion of solid fuels and “average Czech coking plant” will allow to answer the initial question.

Keywords: B(a)P emissions, coke production, emission coefficient, local furnace

ÚVOD

S příchodem topné sezóny se kvalita ovzduší v mnoha regionech ČR dramaticky horší. Příspěvek se zaměřuje na produkci karcinogenního benzo(a)pyrenu (dále jen B(a)P) patřícího do skupiny polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU). Příčinou výskytu B(a)P v ovzduší je jednak nedokonalé spalování (stacionární i mobilní zdroje), ale také některé technologie, jako např. výroba koksu a železa. Dle oficiální bilance emisí za rok 2012 spalovací zdroje v sektoru lokálního vytápění domácností vyprodukovaly 90 % emisí B(a)P. Mobilní zdroje se na znečišťování ovzduší B(a)P podílely 7 % a ostatní stacionární zdroje 3 %. Podstatně se tento poměr změní z pohledu aglomerace Ostrava/Karviná/Frýdek-Místek, kde podíl emisí B(a)P z vyjmenovaných stacionárních zdrojů uvedených v příloze č. 2 zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší představoval v roce 2012 [1] cca 38 %. Do skupiny vyjmenovaných stacionárních zdrojů, které v Moravskoslezském kraji produkují nejvíce emisí PAU, patří zdroje v sektoru výroby železa, oceli a koksu [2].

Na zkušebně Výzkumného energetického centra se uskutečnily spalovací zkoušky (hnědé, černé uhlí a biomasa) se zaměřením na stanovení emisí znečišťujících látek, které jsou produkovány ze spalovacích zařízení pro vytápění domácností. Na základě výsledků experimentální kampaně byly navrženy nové hodnoty emisních faktorů, které umožnily aktualizaci republikové bilance emisí znečišťujících látek [3] a bilanci na úrovni průměrné (hypotetické) české vesnice.

ROČNÍ PRODUKCE B(a)P Z KOKSOVEN PROVOZOVANÝCH V ČR

Bilancování emisí znečišťujících látek (ZL) z koksárenských provozů je komplikovanější než u jiných technologických zdrojů, neboť jsou produkovány především fugitivní emise ZL. Bilanci těchto fugitivních emisí ZL řeší „Jednotný metodický postup vyčíslování emisí z koksoven České republiky“ (dále jen jednotný postup [4]), který je závazný pro všechny koksárenské provozy v ČR. Princip spočívá v podrobném stanovení úniku emisí na jedné koksovací komoře, kde se stanoví základní emisní

faktor (dále jen EF) pro všechny sledované ZL. Následně během provozu koksovacích baterií jsou vizuálně pozorovány úniky emisí na jednotlivých komorách. Když je pozorován mírný únik, tak se základní EF pro danou komoru zvyšuje dvacetkrát, a když je pozorován větší únik, tak se EF zvyšuje dvěstěkrát.

Provozovatelé koksoven jsou dle platné legislativy [1, 5] povinni do Souhrnné provozní evidence zdrojů znečištění ovzduší (dále jen SPEZZO) vykazovat pouze celkové emise PAU. Informace o podílu jednotlivých PAU (tedy i B(a)P) není ve SPEZZO uvedena a bilancování jednotlivých PAU je problematické. Pro stanovení roční produkce B(a)P z koksoven jsme použili tyto čtyři zjednodušující interpretace (metody):

Metoda č. 1

Používá EF dle Emission Inventory Guidebook 2009 [6] a roční produkci koksu koksoven. EF má hodnotu 750 mg B(a)P na 1 tunu koksu. Jedná se o zastaralý přístup, který od roku 2011 ČHMÚ nepoužívá.

Metoda č. 2

Používá hodnoty celkových PAU ze SPEZZO a podíl B(a)P je stanoven podle již výše uváděného Emission Inventory Guidebooku 2009 [6]. Pro bilance za rok 2011 byl tento podíl pro B(a)P 48 % z celkových PAU vykázaných ve SPEZZO [1, 5].

Metoda č. 3

Stejně jako metoda č. 2 používá hodnoty celkových PAU vykazovaných v databázi SPEZZO a pro výpočet množství B(a)P je použit podíl ve výši 10 % z celkových PAU. Tento podíl vychází z doporučení „Jednotného postupu“ [4].

Metoda č. 4

Využívá výsledky jednotlivých kongenerů PAU (tedy i B(a)P) z protokolů z měření emisí a bilance vychází z „Jednotného postupu“ [4].

Množství emisí B(a)P se podle jednotlivých metod (interpretací) liší v extrémních případech až o více než 2 řády. U metody č. 4 jde o skutečně stanovené množství emisí B(a)P na základě měření a bilancování.

Všechny ostatní metody (č. 1 až 3) se opírají o různá zjednodušující zobecnění, která slouží v podstatě jako náhrada těžce dostupných nebo nedostupných dat. Na druhou stranu je zřejmé, že vlastní měření má svá specifika a omezení včetně specifík provozních.

Dále definujeme pojem „průměrná česká koksovna“ (viz tab. 1). Její výroba je průměrem všech tří koksoven provozovaných v ČR (OKK Koksovny, a.s. – Koksovna Svoboda, ArcelorMittal Ostrava a.s. – závod 10 – Koksovna, TŘINECKÉ ŽELEZÁRNY, a.s. – Koksochemická výroba) a bilance B(a)P je váženým průměrem bilancí, kde jako váha je použita výroba koksu.

Tab. 1 Bilance emisí B(a)P průměrné české koksoveny

	bilance B(a)P kg/rok			
	metoda č. 1	metoda č. 2	metoda č. 3	metoda č. 4
Průměrná česká koksovna	650,1	55,3	11,4	4,0

METODIKA BILANCE EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK Z LOKÁLNÍCH TOPENIŠŤ

Bilance emisí znečišťujících látek vyprodukovaných spalováním pevných (tuhých) paliv pro potřebu vytápění domácností se provádí na základě výpočtů ze statistických dat, klimatologických informací a aktualizovaných emisních faktorů z roku 2014 [7], které Výzkumné energetické centrum poskytlo ČHMÚ na základě rozsáhlé experimentální kampaně zaměřené na reálné spalovací zkoušky. Pro stanovení EF byla použita platná metodika z roku 2013 s názvem „Metodika stanovení „váhy“ typu paliva a typu spalovacího zařízení pro výpočet emisních faktorů znečišťujících látek měřných emisí znečišťujících látek“ [3]. Použité emisní faktory pro bilance emisí B(a)P jsou uvedeny v tab. 2. Tabulka 2 taktéž ukazuje na hodnoty EF, které ČHMÚ používalo před aktualizací EF před rokem 2014.

Tab. 2 Emisní faktor B(a)P průměrné české vesnice v závislosti na druhu paliva

Druh paliva	Emisní faktor B(a)P	
	mg/t _(paliva)	
	VEC [7]	ČHMÚ (již nepoužívané)
Hnědé uhlí	3 577	845
Černé uhlí	7 118	1 500
Dřevo	1 447	2 480

VEC – Výzkumné energetické centrum, VŠB – TU Ostrava
 ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

ROČNÍ PRODUKCE B(a)P JEDNÉ PRŮMĚRNÉ (HYPOTETICKÉ) ČESKÉ VESNICE

Tab. 3 Parametry průměrné české vesnice

2000 obyvatel	696 domácností	Spotřeba tepla 70 GJ/rok (vytápění)	Účinnost spalovacího zařízení 60,45 % [3]	Spotřeba paliva pro jednu domácnost		Výhřevnost paliva
				t/rok		MJ/kg
				Hnědé uhlí	6,4	18,0
				Černé uhlí	4,6	25,4
Dřevo	7,9	14,6				

Stanovení parametrů průměrné české vesnice pro potřeby bilance vychází z mnoha zjednodušení. Pro tento příspěvek byl pojem „průměrná česká vesnice“ definován podle tab. 3.

Dle výše uvedených předpokladů byla vypočtena spotřeba jednotlivých druhů paliv, která by byla dostačující pro vytápění průměrné české vesnice. V kombinaci s EF uvedenými v tab. 2 byly vypočteny emise B(a)P z průměrné české vesnice. Roční emise B(a)P jsou uvedeny v tab. 4.

Tab. 4 Roční emise B(a)P z vytápění průměrné české vesnice pro jednotlivá paliva

Jedna vesnice	spotřeba paliva	bilance B(a)P
	t/rok	kg/rok
		VEC
Hnědé uhlí	4 454	15,9
Černé uhlí	3 202	22,8
Dřevo	5 498	8,0

VEC – Výzkumné energetické centrum, VŠB – TU Ostrava

Hodnoty v rádcích představují množství B(a)P, které by bylo vypouštěno komíny dané vesnice, pokud by byla vytápěna daným palivem při jmenovitém výkonu. V reálných vesnicích budou jednotlivá paliva a způsob vytápění zastoupeny odlišně dle daných lokalit a také kvalita paliva a provozu bude horší.

ZÁVĚR

Průměrná česká koksovna vyrobila za rok 2011 cca 812 000 tun koksu a přitom vypustila ve formě fugitivních emisí dle jednotlivých metod bilance přibližně:

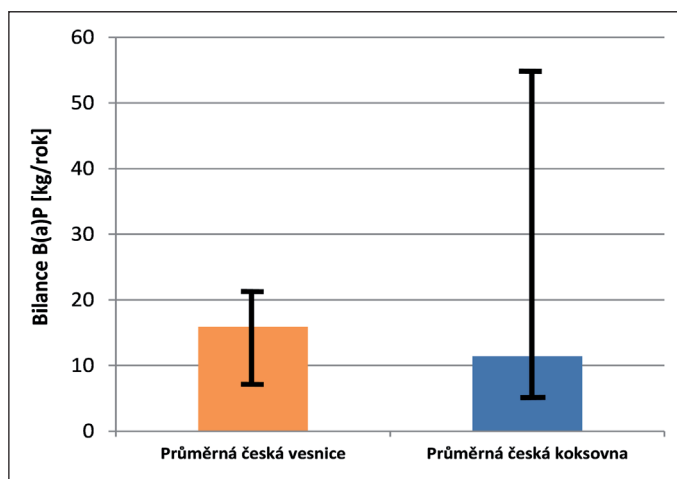
1. 650 kg B(a)P,
2. 55 kg B(a)P,
3. 11 kg B(a)P,
4. 4 kg B(a)P.

Jedna průměrná vesnice s dvěma tisícovkami obyvatel, která by byla vytápěna:

1. hnědým uhlím (4 454 tun/rok), by za topnou sezónu vypustila do ovzduší cca 15,9 kg B(a)P,
2. černým uhlím (3 202 tun/rok), by za topnou sezónu vypustila do ovzduší cca 22,8 kg B(a)P,
3. dřevem (5 498 tun/rok), by za topnou sezónu vypustila do ovzduší cca 8,0 kg B(a)P.

Jedna průměrná vesnice dle použitého paliva může za jednu topnou sezónu vypustit komíny cca 8 až 23 kg B(a)P. Můžeme tedy říci, že má velký potenciál vyprodukovat podobné množství B(a)P jako průměrná koksovna. Je potřeba si také uvědomit, že průměrná česká koksovna je v provozu celoročně a průměrná česká vesnice převážně v období topné sezóny, což je v zimním období cca 4 až 5 měsíců v roce, kdy je zvýšená pravděpodobnost vzniku teplotních inverzí.

Na obr. 1 je zobrazeno porovnání bilance B(a)P. Bilance pro koksovnu je na obrázku prezentována dle metodiky č. 2 až 4. Bilance jedné vesnice byla provedena pro spalování předepsaných paliv při jmenovitém výkonu zařízení, jedná se tedy o „nejméně možné“ množství B(a)P. Pokud budou lidé spalovat nekvalitní palivo (např. mokré dřevo či odpadky) při sníženém výkonu (např. nedostatečný přívod spalovacího vzduchu), bude kvalita spalování výrazně horší, takže také produkce B(a)P se navýší.



Obr. 1 Bilance ročních emisí B(a)P z koksárenských provozů a z malých spalovacích zařízení

V ČR je cca 620 000 domácností vytápěno pevnými (tuhými) palivy ve spalovacích zařízeních, která v roce 2012 vyprodukovala cca 9000 kg B(a)P. To je množství, které je hodno pozornosti, nemyslíte?

Kontakt na autora: jiri.horak2@vsb.cz

Poděkování: Tento článek vznikl v rámci řešení projektu „INEF“ (VaVpI), „INEF-G“ (NPUI), „Příležitost pro mladé vědecké pracovníky“ (OPVK) – CZ.1.07/2.3.00/30.0016, „Měrné emise znečišťujících látek a provozní vlastnosti malých spalovacích zdrojů“ SP2014/125.

Použité zdroje

- [1] ČESKO. Zákon č. 201 ze dne 2. května 2012 o ochraně ovzduší. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2012.
- [2] OSTATNICKÁ, J., VLASÁKOVÁ, L. a kol. Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2013 [online]. ČHMÚ Praha, 2014. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/13groc/gr13cz/Obsah_CZ.html
- [3] HORÁK, J., HOPAN, F. Metodika stanovení „váhy“ typu paliva a typu spalovacího zařízení pro výpočet emisních faktorů znečišťujících látek měrných emisí znečišťujících látek [online]. VŠB – TU Ostrava, metodika VEC, 2013. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/MethodikaStanoveniVahy.pdf>
- [4] AŠER, L., ČECH, B., SURÝ, A. *Jednotný metodický postup vyčíslování emisí z koksoven České republiky*. Ostrava: Hutní Projekt Frýdek – Místek, 2011.
- [5] ČESKO. Vyhláška 205/2009 Sb. o zjišťování emisí ze stacionárních zdrojů a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší ze dne 23. června 2009.
- [6] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook — 2009. *European Environment Agency* [online]. 2009 [cit. 2014-11-5]. Dostupné z: <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009>
- [7] HORÁK, J., HOPAN, F., Výpočet emisních faktorů znečišťujících látek pro léta 2001 až 2012 a tři varianty pro rok 2022 na základě experimentálních a statistických dat [online]. VŠB – TU Ostrava, metodika VEC, 2014. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/VypocetEF.pdf>

Okenní větrací systém DuoTherm

Do nasazovacích žaluzií série Thermo NB firmy DuoTherm Rolladen GmbH, Nettersheim, lze nyní integrovat větrací systém VentoTherm společnosti Schüco International KG, Bielefeld. Ovládá se přes hodnoty vlhkosti, VOC a CO₂ senzory nebo stiskem tlačítka. Jemný prachový filtr třídy 17 zajišťuje bezpylový a bezprašný vzduch. Teplotní faktor činí až 45 %. Systém disponuje i rozhraním LON (Local Operating Network) sítě.

Pramen: CCI 06/2014

(AB)

Větrání podle Pluggit

Mnichovská společnost Pluggit GmbH představila nové stropní větrací zařízení Avent. Model AD 160 je svou plochou skříň zvláště vhodný pro rodinné domky a byty. Jeho jmenovitý výkon je 140 m³/h. Je vybaven stojatým zařízením se ZZT z plastu pro hygienický odvod kondenzátu. Sériově je vybaven funkcí ochrany proti zamrznutí, letním módem a volitelnou možností připojení rozvodů vzduchu zprava nebo zleva. K dispozici má i rozličné dodatečné komponenty, které zahrnují mj. přehledy, senzory VOC nebo vlhkosti, automatickou kalibraci, letní bypass a funkci vytápění. Základní provedení může být vybaveno rozhraním KNX a možností připojení dalších měřicích senzorů.

Pramen: CCI 06/2014

(AB)

Ventilátory pro malé prostory

Společnost Helios Ventilatoren GmbH, Villingen-Schwenningen, uvedla na trh novou řadu ventilátorů M1/150 ze série Minivent pro malé prostory. M1/150 se připojuje na průměr 150 mm a doplňuje velikosti průměrů 100 a 120. Ventilátor má EC pohon a podle výrobce i nízkou hladinu akustického výkonu a nízkou spotřebu energie. Všechny modely mají dva stupně výkonu. Pro bezbariérový automatický provoz je zařízení vybaveno automatickým ovládacím obsahem vlhkosti a prezenčním hlásičem.

Pramen: CCI 06/2014

(AB)

Protipožární prevence granulátem dutého skla

Novodobé hasivo na bázi granulátů z dutého skla PyroBubbles vyvinula vývojová společnost Genius Entwicklungs GmbH z Königs-Wusterhausenu. V případě požáru porézní granulát z křemenného písku o průměru částic mezi 0,5 až 5 mm zabraňuje přístupu kyslíku. Po nasazení lze granulát odsát a opakovaně použít. Materiál snáší teploty i přes 1000 °C a hodí se k hašení kabelových lávek, kabelových vedení a šachet, serverů a obecně zásobovacích kanálů. Hasivo bylo certifikováno MPA Drážďany pro pevné a kapalné látky požárních tříd A, B, D a F.

Pramen: CCI 06/2014

(AB)

Cena Dr. Jaromíra Cihelky 2014 udělena

Šéfredaktor časopisu Topenářství instalace Ing. Josef Hodboď předal Cenu Dr. Jaromíra Cihelky 2014. Tato prestižní cena je udělována za nejhodnotnější autorské dílo se zaměřením na technická zařízení budov s teoretickým i praktickým přínosem pro oblast vytápění, zdravotně-technických instalací, větrání a souvisejících problematik. V 16. ročníku se držitelem ceny stal

doc. Ing. Vladimír Zmrhal, Ph.D.

za publikaci přínosnou pro praxi v oblasti větrání obytných budov:

Větrání rodinných a bytových domů.

Oceněný titul vydala Grada Publishing.

Cenu Dr. Jaromíra Cihelky vyhlašuje každoročně šéfredaktor časopisu Topenářství instalace společně s redakční radou tohoto časopisu s cílem podpořit původní tvorbu literárních děl s uvedeným zaměřením vycházejících v českém jazyce, zveřejněných samostatně, v odborných časopisech, knihách, sbornících článků nebo v elektronické formě. Výběr probíhá dvoukolově, v prvním kole díla hodnotí a doporučují k ocenění odborníci (posuzovatelé). Z pěti nominovaných děl vybírá vítěze ve druhém kole sedmičlenná odborná komise.



Pramen: www.topin.cz