

BILANCE EMISÍ ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK Z MALÝCH ZDROJŮ ZNEČIŠŤOVÁNÍ SE ZAMĚŘENÍM NA SPALOVÁNÍ TUHÝCH PALIV

JIŘÍ HORÁK^a, FRANTIŠEK HOPAN^a, MICHAL ŠYC^b, PAVEL MACHÁLEK^c, KAMIL KRPEC^a, TOMÁŠ OCELKA^d a TOMÁŠ TOMŠEJ^d

^a Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Výzkumné energetické centrum – Inovace pro efektivitu a životní prostředí, 17. listopadu 15/2172, 708 33 Ostrava-Poruba, ^b Akademie věd České republiky, Ústav chemických procesů AV ČR, v.v.i.; Rozvojová 2, 165 02 Praha 6, ^c Český hydrometeorologický ústav, Oddělení emisí a zdrojů, Na Šabatce 2050/17, 143 06 Praha 4, ^d Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, NRL pro analýzu POP, Partyzánské nám. 7, 702 00 Ostrava

jirka.horak@vsb.cz, frantisek.hopan@vsb.cz, machalek@chmi.cz, syc@icpf.cas.cz, kamil.krpec@vsb.cz, tomas.ocelka@zuova.cz, tomas.tomsej@vsb.cz

Došlo 9.12.10, přijato 30.3.11.

Klíčová slova: emisní faktory, malé zdroje, emise, polyaromatické uhlovodíky, dioxiny, furany

Obsah

1. Úvod
2. Podíl malých zdrojů na znečištění ovzduší pro vybrané látky (polyaromatické uhlovodíky (PAU) a prachové částice (PM))
3. Bilancování (odhad) množství emisí znečišťujících látek z malých spalovacích zdrojů pro vytápění domácností
4. V současnosti používané EF z domácích topenišť v ČR
5. Srovnání různých hodnot emisních faktorů (EF) pro PAU a PCDD/F
 - 5.1. Emisní faktory (EF) polyaromatických uhlovodíků (PAU)
 - 5.2. Vliv konstrukce zařízení a typu paliva na měrné emise sumy 4 polyaromatických uhlovodíků (PAU)
 - 5.3. Porovnání různých emisních faktorů sumy 4 polyaromatických uhlovodíků (PAU)
 - 5.4. Polychlorované dibenzo-*p*-dioxiny a dibenzofurany (PCDD/F)
 - 5.5. Vliv konstrukce zařízení a typu paliva na měrné emise PCDD/F
 - 5.6. Porovnání různých emisních faktorů PCDD/F
6. Závěry

1. Úvod

S přicházející topnou sezónou se každoročně mnoho oblastí ČR potýká se zhoršenou kvalitou ovzduší. Důvěryhodná identifikace největších zdrojů emisí znečišťujících látek představuje základní krok k smysluplným úvahám o jejich regulaci. Téměř 20 % českých domácností je vytápěno spalováním tuhých paliv v malých spalovacích zařízeních. Tento příspěvek se věnuje bilanci emisí znečišťujících látek z lokálních topenišť a snaží se popsat základní používanou metodiku a porovnává různé hodnoty emisních faktorů pro PAU a PCDD/F, které zásadně ovlivňují výsledné bilance. V reálném životě lidé spalují různorodá paliva v různých typech spalovacích zařízeních. Právě tato variabilita představuje největší problém pro důvěryhodnost výsledných bilancí. Příspěvek se snaží diskutovat a porovnávat vliv typu spalovacího zařízení a různých druhů paliv na tvorbu PAU a PCDD/F.

2. Podíl malých zdrojů na znečištění ovzduší pro vybrané látky (polyaromatické uhlovodíky (PAU) a prachové částice (PM))

Výstupy ročních bilancí emisí v posledních letech ukazují, že podíl malých zdrojů na celkovém znečištění ovzduší některými znečišťujícími látkami je výrazný, ne-li dominantní. Zpracované studie^{1,2} hovoří až o 66 % podílu emisí polyaromatických uhlovodíků (PAU) a 35 % podílu primárních částic PM₁₀ vyprodukovaných při vytápění domácností spalováním tuhých paliv. Trvale zvýšené emisní koncentrace prachových částic o velikosti 10 μm (PM₁₀) a 2,5 μm (PM_{2,5}) představují jeden z největších současných problémů v oblasti zhoršené kvality ovzduší v ČR. Tato problematika je také úzce spjata s emisemi perzistentních organických látek (POP), které jsou navázány na jemné primární částice. Trend zvýšeného podílu malých neprůmyslových zdrojů na celkových emisích POP je celoevropský³. Z výsledků emisní bilance polychlorovaných dibenzo-*p*-dioxinů a -furanů (PCDD/F) 17 evropských států vyplývá, že v roce 1985 jen cca 23 % emisí PCDD/F pocházelo z neprůmyslových zdrojů. V roce 2005 již malé neprůmyslové zdroje tvořily⁴ 50 až 60 % celkových emisí PCDD/F. Tato skutečnost je způsobena značným poklesem průmyslových emisí PCDD/F spolu s jen velmi mírným poklesem emisí z neprůmyslových zdrojů. Vliv ovšem může mít i změna metodiky výpočtu emisí z malých zdrojů a jejich rozdílnost.

3. Bilancování (odhad) množství emisí znečišťujících látek z malých spalovacích zdrojů pro vytápění domácností

Malé zdroje znečišťování ovzduší (domácí topeniště) zahrnují stacionární neprůmyslová zařízení ke spalování paliv o tepelném výkonu nižším než 0,2 MW. Základním úskalím stanovení bilance (odhadu) je značné množství nepravidelně rozmístěných zdrojů na sledovaném území a různých konstrukcí spalujících různé typy paliv. Metodické postupy ke stanovení emisí z těchto zdrojů se v průběhu let postupně vyvíjely a zdokonalovaly. Obecně platí, že množství emisí (E) znečišťující látky (p) vzniklé spalováním daného druhu paliva (i) se stanovuje podle vztahu $E_p = \sum_i (A_i \cdot EF_{p,i})$. Stanovení obou vstupních údajů, tj. spotřeby paliva (A) a emisního faktoru (EF), je značně problematické a závisí na vzájemné spolupráci mnoha institucí. Bilance malých spalovacích zdrojů pro vytápění domácností jsou stanovovány pro jednotlivé obce, města a kraje a následně jako souhrn pro celou Českou republiku. Bilance jiných malých spalovacích zdrojů (tzv. nebytového sektoru) představují velmi malý podíl na celkové bilanci a nejsou součástí emisní inventury⁵.

Potřebnou veličinou pro stanovení emisní bilance je emisní faktor (EF) dané znečišťující látky pro dané palivo. EF je empiricky stanovená veličina, která vyjadřuje střední množství sledované škodliviny vztažené na spálené jednotkové množství daného paliva nebo výhřevnost paliva. Emisní faktor pro výpočty emisí znečišťujících látek vznikajících při spalování paliv lze stanovit např. na základě souboru zjištěných či naměřených údajů (měrných emisí), které závisí převážně na těchto základních parametrech:

- konstrukci spalovacího zařízení (konstrukci spalovací komory, rozvodů spalovacích vzduchů, typu spalování/zplyňování, prohořívání, odhořívání, velikosti spalovací komory, teplotním profilem zařízení),
- způsobu dopravy paliva (kontinuálně – automaticky, dávkově – ručně),
- provozních podmínkách spalovacího zařízení (teplotě ve spalovací komoře, regulaci přívodu spalovacích vzduchů, kvalifikovanosti obsluhy) a
- parametrech paliva (druhu, místu původu, vlhkosti, podílu a vlastnostech popelovin, granulometrii).

4. V současnosti používané emisní faktory (EF) z domácích topenišť v ČR

V ČR je pro zpracovávání emisních bilancí (nejen z domácích topenišť) pověřen Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ). K tomuto účelu používá EF hlavních znečišťujících látek (CO , NO_x , TSL , SO_2 , NMVOC) daných prováděcím předpisem v příloze vyhlášky č. 205/2009 Sb., ale také emisní faktory (EF) perzistentních organických polutantů (POP), těžkých kovů (TK) atd., získaných z jiných dostupných zejména zahraničních zdrojů, shrnutých v rámci řešení několika výzkumných projektů.

Většina těchto výzkumných projektů probíhala na přelomu 20. a 21. století a z dnešního pohledu jsou hodnoty dnes užívaných emisních faktorů stanoveny historicky, zohledňují pouze druh paliva a typem spalovacího zařízení, ve kterém je palivo spáleno, se nezabývají. Je tedy zřejmé, že používání jedné hodnoty emisního faktoru pro jedno palivo představuje značné zjednodušení a výsledky bilance mohou být zatíženy vysokou nejistotou. Proto je třeba jejich hodnoty aktualizovat a podrobit kritické analýze. Stanovení vlivu druhu paliva, typu spalovacích zařízení a provozních podmínek na tvorbu znečišťujících látek je málo probádaná oblast, která si zaslouží hlubší pohled a v českých zákonech nejsou tyto emisní faktory vůbec zakotveny. Je žádoucí tyto vlivy také promítnout do české legislativy.

5. Srovnání emisních faktorů (EF) z různých zdrojů pro polyaromatické uhlovodíky (PAU) a dioxiny (PCDD/F)

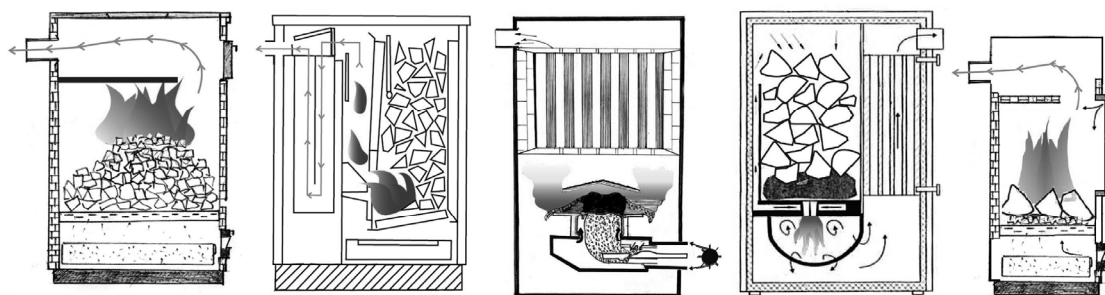
V současnosti používané emisní faktory pro vytápění domácností v ČR (dále značené jako „ČHMÚ“) jsou porovnány a konfrontovány s dalšími hodnotami emisních faktorů. Jako první porovnávací zdroj EF (dále označené jako „EEA“) jsou použity hodnoty⁶ EMEP/EEA. Protože emisní faktory EEA jsou vztaženy na výhřevnost paliva, zatímco EF ČHMÚ jsou vztaženy na hmotnost paliva, je tedy nutné je pro možnost porovnání přepočítat. Pro přepočet jsou použity průměrné výhřevnosti tuhých paliv v ČR v roce 2008 (dle údajů ČHMÚ hnědé uhlí 18,0 MJ/kg; černé uhlí 25,4 MJ/kg; dřevo 14,6 MJ/kg). EEA nestanovuje zvlášť EF pro hnědé a černé uhlí, ale jen EF obecně pro fosilní paliva. To je dáno faktem, že hnědá uhlí jsou v evropském měřítku pouze minoritním palivem. V ČR je však podíl spotřeby hnědého uhlí z celkové spotřeby fosilních paliv pro spalování v malých zdrojích cca 90 %.

Jako poslední porovnávací zdroj EF jsou použity^{7–9} nově stanovené EF zohledňující i vliv spalovacího zařízení (dále označené jako „VEC“). EF VEC jsou založeny na měrných emisích (ME) zohledňujících 5 základních konstrukcí spalovacích zařízení (prohořívací, odhořívací, zplyňovací).

Tabulka I

Odhad zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení v ČR pro využívání fosilních paliv a biomasy v % (podle vyrobeného tepla)

Typ zařízení	Fosilní	Biomasa
Prohořívací kotle	55,1	46,4
Odhořívací kotle	39,5	33,3
Automatické kotle	5,4	1,2
Zplyňovací kotle	–	16,8
Krbová kamna	–	2,3



Obr. 1. Schémata spalovacích zařízení (zleva doprava): prohořivací, odhořivací, automatický a zplyňovací kotel, krbová kamna

ňovací a automatické kotle, krbová kamna) (viz obr. 1) a také v ČR nejčastěji spalovaných tuhých paliv (hnědé uhlí, černé uhlí a dřevo). Na základě těchto ME a odhadu podílu vyrobeného tepla z jednotlivých konstrukcí spalovacích zařízení (tab. I) jsou stanoveny obecné EF pro ČR. Tento způsob stanovení EF má výhodu v tom, že je možné přizpůsobovat EF sledovanému území v závislosti na změnách zastoupení jednotlivých spalovacích zařízení (pokud jsou tyto informace dostupné).

5.1. Emisní faktory (EF) polyaromatických uhlovodíků (PAU)

Emise PAU jsou úzce spjaty s kvalitou spalovacího procesu¹⁰. Základním předpokladem nízkých emisí PAU je dostatečná doba setrvání hořících plynů při vysokých teplotách a dostatečném množství kyslíku.

Pro účely bilancí jsou v současné době sledovány 4 polyaromatické uhlovodíky (PAU) a to: benzo(a)pyren, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten a indeno(1,2,3-c,d)pyren. V dalším textu jsou tedy diskutovány pouze sumy těchto 4 PAU.

5.2. Vliv konstrukce zařízení a typu paliva na měrné emise sumy polyaromatických uhlovodíků (PAU)

Vliv použitého paliva

ME sumy 4 PAU pro typická zařízení používaná v ČR a reprezentativní paliva pro ČR (hnědé uhlí – HU, černé uhlí – CU a dřevo – DREV) jsou sumarizovány v tabulce II. Zjištěné hodnoty měrných emisí (ME) pro jeden typ zařízení při použití různých paliv jsou vždy v rozsahu zhruba jednoho řádu. Konkrétní vliv paliva není možné nalézt. ME jsou spíše dány kombinací vhodnosti spalovaného paliva pro danou konstrukci spalovacího zařízení, jde tedy o nastavení kvality spalovacího procesu. Toto nastavení je u kotlů prohořivacích a odhořivacích problematické.

Vliv konstrukce spalovacího zařízení

Z výsledků uvedených v tab. II je patrný značný vliv spalovacího zařízení na hodnoty ME PAU. ME PAU se např. při srovnání automatického kotle a prohořivacího kotle liší 30 až 1213krát podle spalovaného paliva. Nejvyšší ME jsou uváděny pro staré typy spalovacích zařízení na prohořivacím a odhořivacím typu spalování. ME PAU z moderních automatických či zplyňovacích zařízení jsou nejméně o jeden řád nižší. Podobné závěry je možné učinit i ze srovnání ME dalších produktů nedokonalého spalování, jako jsou CO, nemethanové těkavé organické látky (NMVOC), apod.

Tabulka II

Měrné emise sumy 4 polyaromatických uhlovodíků (PAU) v g t^{-1} – hodnoty dle zdroje VEC

Typ zařízení	HU	CU	DREV
Prohořivací kotel	31,3	22,5	5,14
Odhořivací kotel	6,00	19,3	2,78
Automatický kotel	0,0258	0,0699	0,135 ^a
Zplyňovací kotel	–	–	0,498 ^b
Krbová kamna	–	–	0,151

^a Stanoveno na nestandardním palivu (peletky z kukuřičné slámy), ^b průměrná hodnota z měření na tvrdém dřevu (buku 0,0803 g t^{-1}) a měkkém dřevu (smrku 0,916 g t^{-1})

5.3. Porovnání různých emisních faktorů sumy 4 PAU

V tab. III jsou vzájemně porovnány EF sumy 4 PAU získané ze tří různých zdrojů. Hodnoty EF sumy 4 PAU pro hnědé uhlí používané ČHMÚ jsou ve srovnání s EF EEA i s EF VEC podceněny. Stejná je situace i pro EF černého uhlí. Pro dřevo jsou hodnoty EF EEA podobné jako užívané EF ČHMÚ, ale EF VEC jsou výrazně nižší.

Tabulka III

Porovnání emisních faktorů sumy 4 polyaromatických uhlovodíků (PAU) v g t⁻¹ paliva

Palivo	ČHMÚ	EEA	VEC
HU	3,63	14,4	19,6
CU	6,15	20,4	20,0
DREV	8,58	10,2	3,40

5.4. Polychlorované dibenzo-*p*-dioxiny a dibenzofurany (PCDD/F)

Polychlorované dibenzo-*p*-dioxiny a dibenzofurany vznikají obecně při všech spalovacích procesech v přítomnosti chloru. Stejně jako PAU jsou i PCDD/F řazeny mezi POP látky. Z toxikologického hlediska i z hlediska dalších dopadů na životní prostředí jsou ovšem mnohem významnější. Obsah PCDD/F je vyjadřován pomocí toxického ekvivalentu (TEQ), což je suma součinů množství jednotlivých toxických kongenerů a jejich toxických ekvivalentních faktorů. Toxický ekvivalentní faktor (TEF) je stanoven pro 17 kongenerů PCDD/F a jeho hodnota je relativní toxicita vůči nejtoxikotějšímu kongeneru 2,3,7,8-TCDD (pro něj byl stanoven TEF roven jedné).

5.5. Vliv konstrukce zařízení a typu paliva na měrné emise PCDD/F

Vliv paliva

Ze srovnání ME pro jednotlivá spalovací zařízení a paliva reprezentativní pro ČR (tab. IV) vyplývá značný vliv paliva na hodnotu ME TEQ PCDD/F (rozdíly na úrovni několika řádů). Jedním z klíčových faktorů pro vznik PCDD/F je obsah Cl v palivu. Nejvyšší ME jsou uváděny pro černé uhlí s vysokým obsahem Cl (Cl v palivu až 1600 mg kg⁻¹ suchého paliva). ME PCDD/F pro spalování hnědého uhlí a dřeva jsou na podobné úrovni, obsah Cl

Tabulka IV

Měrné emise PCDD/F v µgTEQ/t hodnoty dle zdroje VEC

Typ zařízení	HU	CU	DREV
Prohořivací kotel	1,15	4,4	0,182
Odhořivací kotel	0,322	10,7	0,387
Automatický kotel	0,0740	71,5	12,1 ^a
Zplyňovací kotel	–	–	0,0702 ^b
Krbová kamna	–	–	0,159

^a Stanoveno na nestandardním palivu (peletky z kukuřičné slámy, obsah chloru 1100 mg kg⁻¹ suchého paliva), ^b průměrná hodnota z měření na tvrdém dřevu (buku 0,0582 µg t⁻¹) a měkkém dřevu (smrku 0,0823 µg t⁻¹)

v těchto typech paliv je podobný, a to cca do 100 mg kg⁻¹ suchého paliva. Z výsledků tedy vyplývá, že nízkých ME PCDD/F lze docílit spalováním paliv s nízkým obsahem Cl. Nárůst obsahu chloru v palivu bývá často dán i spalováním domovních odpadů v kotlích, což má za následek několikanásobný nárůst¹¹ ME PCDD/F.

Vliv konstrukce spalovacího zařízení

Z uvedených výsledků ME PCDD/F (tab. IV) je ovšem patrné, že ani vliv spalovacího zařízení není možné zanedbat. Vliv konstrukce spalovacího zařízení je tedy stejně jako vliv paliva podstatný, ale z výsledků nelze zcela jednoznačně určit, která konstrukce spalovacího zařízení produkuje nejnižší množství PCDD/F. ME tedy budou dány souběhem vhodných podmínek (teplotní profil, kvalita spalování apod.) pro vznik PCDD/F daných jak zařízením, tak palivem.

5.6. Porovnání různých emisních faktorů PCDD/F

Z porovnání hodnot EF PCDD/F ze tří různých zdrojů (tab. V) vyplývá, že hodnoty EF ČHMÚ jsou oproti EF EEA nižší. Ze srovnání EF ČHMÚ a EF VEC vyplývá, že pro hnědé uhlí a dřevo je EF PCDD/F zřejmě přeceněn a pro černé uhlí naopak podceněn. K těmto závěrům je však nutné zdůraznit, že množství emisí PCDD/F je především značně závislé na obsahu chloru v palivu.

Tabulka V

Porovnání emisních faktorů PCDD/F v µgTEQ/t

Palivo	ČHMÚ	EEA	VEC
HU	6,00	14,4	0,766
CU	4,00	20,4	10,5
DREV	5,00	10,2	0,368

6. Závěry

Jako hlavní závěry ze srovnání měrných emisí (ME) a emisních faktorů (EF) lze uvést tyto údaje:

- Vliv spalovacího zařízení na emise sledovaných látek je nezanedbatelný, v případě PAU dokonce rozhodující.
- Emise PAU z moderních typů spalovacích zařízení (automatické, zplyňovací) jsou výrazně nižší než emise ze zařízení starších konstrukcí (prohořivací, odhořivací).
- Emise PCDD/F jsou úzce spjaté s obsahem Cl v palivu, nižší emise jsou z paliv s nízkým obsahem chloru, jako jsou hnědé uhlí či nekontaminované dřevo.
- Publikované a užívané hodnoty EF se velmi liší.
- Při uvážení vlivu spalovacího zařízení na emise znečišťujících látek se uváděné EF pro PAU jeví jako

spíše podhodnocené, pro PCDD/F naopak jako nadhodnocené.

- Spalování českého hnědého uhlí v domácnostech produkuje ve srovnání s černým uhlím významně méně emisí PCDD/F. Dominantnějším problémem při spalování hnědého uhlí je produkce PAU, která je úzce spjata s kvalitou spalování.

Tato práce byla podpořena Ministerstvem životního prostředí České republiky – projekt č. SP/1a2/116/07 „Emise POP a těžkých kovů z malých zdrojů a jejich emisní faktory“ a GA ČR – projekt 101/09/1464 „Termodynamická analýza procesů spalování a zplyňování biopaliv“.

Seznam používaných zkratk

PAU (PAH)	polyaromatické uhlovodíky (polyaromatic hydrocarbons)
PM	prachové částice (Particulate Matter), index uvádí velikost částice v μm
EF	emisní faktor
PCDD/F	polychlorované dibenzo- <i>p</i> -dioxiny a dibenzofurany
POP	perzistentní organické polutanty
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ME	měrné emise
NMVOC	nemethanové těkavé organické látky

LITERATURA

1. Ministerstvo životního prostředí: *Národní program snižování emisí České republiky*. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha 2007.
2. Junninen H., Mønster J., Rey M., Cancelinha J., Douglas K., Duane M., Forcina V., Müller A., Lagler F., Marelli L., Borowiak A., Niedzialek J., Paradiz B., Mira-Salama D., Jimenez J., Hansen U., Astorga C., Stanczyk K., Viana M., Querol X., Duvall R. M., Norris G. A., Tsakovski S., Wählin P., Horák J., Larsen B. R.: *Environ. Sci. Technol.* **43**, 7964 (2009).
3. <http://www.eea.europa.eu/publications/EMEPCORINAIR5/B216v2.pdf>, staženo 4.12.2010.
4. Quass U., Fermann N., Broker G.: *Chemosphere* **54**, 1319 (2004).
5. Machálek P., Machart J.: *Emisní bilance vytápění bytů malými zdroji od roku 2001*. ČHMÚ, Milevsko 2003. http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/metodika_rezzo3.pdf, staženo 5.12.2010.
6. EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009 - Part B - 1. A.4. small combustion. <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-emission-inventory-guidebook-2009/part-b-sectoral-guidance-chapters/1-energy/1-a-combustion/1-a-4-small-combustion-tfeip-endorsed-draft.pdf>, staženo 5.12.2010.
7. Hopan F.: *Dizertační práce*. VŠB TUO, Ostrava 2010.
8. Hopan F., Šyc M., Horák J., Dej M., Krpec K., Ocelka T., Tomšej T., Pekárek V.: *Sborník vědeckých prací VŠB-TU Ostrava, řada strojní* **3**, 81 (2009).
9. Horák J., Hopan F., Krpec K., Dej M., Šyc M., Ocelka T., Tomšej T., Pekárek V.: *Zpravidaj Hnědého uhlí* **4**, 37 (2009).
10. Paradiz B., Dilara P., Horák J., De Santi G., Christoph E. H., Umlauf G.: *Chemosphere* **73** (1 SUPPL.), S94 (2008).
11. Hedman B., Naslund M., Marklund S.: *Environ. Sci. Technol.* **40**, 4968 (2006).

J. Horák^a, F. Hopan^a, M. Šyc^c, P. Machálek^b, K. Krpec^a, T. Ocelka^d, and T. Tomšej^d (^a Energy Research Center, Technical University, Ostrava, ^b Institute of Chemical Process Fundamentals, Academy of Sciences of the Czech Republic, Prague, ^c Emissions and Sources Department, Czech Hydrometeorological Institute, Prague, ^d Department of Hygienic Laboratories, Institute of Public Health, Ostrava): **Estimation of Selected Pollutant Emissions from Solid-Fuel Combustion in Small Heating Appliances**

Solid-fuel combustion in small heating appliances produces notable quantities of pollutants. Emission levels of pollutants are estimated using emission factors and fuel consumption data. Emission factors for small heating appliances depend, among others, on the fuel type, appliance design, fuel loading and operation conditions. At present, it is necessary to confront the used emission factors with the current state of knowledge. A large differences of emission factors is illustrated on examples of polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated dibenzodioxines/dibenzofurans (PCDD/F) obtained from published sources. Different values of emission factors cause a high uncertainty of calculated emission inventories and emissions from particular sources.