



OCHRANA OVZDUŠÍ

4 / 2010 | 75 Kč |

Z OBSAHU:

- | Seriál Ovzduší v zónách a aglomeracích ČR
15. část — Aglomerace Praha
- | Příčiny a důsledky změn klimatu
- | Příloha: Aktualizovaný seznam ALME

Priorita 4. Snížení emisí těžkých kovů – kadmium, arzen

Snížení emisí kadmia a arzenu je žádoucí zejména s ohledem na skutečnost, že na území Libereckého kraje je lokálně překračován cílový imisní limit stanovený pro kadmium a v minulosti byl překračován také imisní limit stanovený pro arzen.

Opatření k omezování emisí kadmia a arsenu

Hlavním zdrojem emisí kadmia v Libereckém kraji je tradičně sklářský a bižuterní průmysl, neboť pro výrobu barevného skla jsou užívány sloučeniny s obsahem kadmia. Současně je nutno uvést, že v důsledku opatření, která byla realizována v uplynulých letech, došlo u těchto zdrojů ke zcela razantnímu omezení emisí.

Opatření je v rámci Programu rozděleno do dvou podopatření:

- Podpora aplikace koncových zařízení ke snižování emisí kadmia a arsenu
- Podpora změn technologických procesů a surovin za účelem snížení emise kadmia a arsenu

Priorita 5. Snížení emisí amoniaku

Snížování emisí amoniaku bylo stanoveno jako priorita Programu zejména z důvodu potřeby omezování vzniku sekundárních aerosolů, které se významně podílejí na imisní zátěži PM₁₀ (překračován imisní limit) a rovněž z důvodu potřeby

omezování eutrofizace. Ke snížení emisí amoniaku je nutno především uplatňovat nejlepší dostupné techniky v oblasti zemědělství, resp. zásady správné zemědělské praxe. Pro prioritu 5 je formulováno jedno opatření v této oblasti.

Opatření – podpora uplatňování zásad správné zemědělské praxe

- Podpora zavádění zásad správné zemědělské praxe u stávajících provozů
- Uplatňování zásad správné zemědělské praxe při povolování nových zemědělských provozů

Program ke zlepšení kvality ovzduší zpracovala společnost ATEM – Ateliér ekologických modelů s.r.o., Hvoždanská 3/2053, 148 01 Praha 4. Celý Program prošel připomínkovacím procesem, kde byly vyzvány k připomínkování projektu subjekty jako Česká inspekce životního prostředí, OI Liberec, Český hydrometeorologický ústav, Ministerstvo životního prostředí ČR, Krajská hygienická stanice, příslušné odbory krajského úřadu. Program ke zlepšení kvality ovzduší Libereckého kraje byl podkladem pro vydání Nařízení č. 1/2010 Libereckého kraje. Toto nařízení je umístěno na web stránkách Libereckého kraje.

LITERATURA

Integrovaný program ke zlepšení kvality ovzduší Libereckého kraje, aktualizace 2009, července 2009, ATEM – Ateliér ekologických modelů s.r.o., Praha

LOKÁLNÍ TOPENIŠTĚ – SPALOVÁNÍ DŘEVA

¹Jiří Novák, ²Jan Velíšek

¹Český hydrometeorologický ústav

²TESO Praha a.s., velisek@teso.cz

Lektoroval RNDr. Bohumil Kotlík, Ph.D.

ABSTRAKT

Lokální topeniště, tzv. zdroje REZZO 3 se v poslední době dostávají do popředí zájmu institucí zabývajících se kvalitou ovzduší. Po regulaci velkých zdrojů znečišťování, kterou řeší poměrně dobrým způsobem stávající legislativa, se emise z lokálních topenišť (a dopravy) stávají významným původcem imisního zatížení obyvatelstva. Lokální topeniště navíc nepodléhají téměř žádné regulaci. Příspěvek prezentuje výsledky emisního šetření provedeného na malém spalovacím zdroji, při spalování dřeva (měkké/tvrde) pro sledované skupiny znečišťujících látek PM_{2,5}, PM₁₀, PAU, TK a VOC.

Klíčová slova: malé spalovací zdroje, spalování dřeva, emise znečišťujících látek

ÚVOD

Dlouhou dobu (60.–90. léta minulého století) byla věnována z hlediska emisí (a tím i imisí) velká pozornost velkým a středním zdrojům znečišťování (tepelné elektrárny, teplár-

ny). Malá, ne-li vůbec žádná pozornost, byla věnována malým stacionárním zdrojům – lokálním topeništím (spalovací kotle – kamna v rodinných domcích do výkonu 30 kW). U těchto zdrojů je třeba uvést, že palivem bylo převážně hnědé uhlí, doplňované spalováním dřeva (měkké, tvrdé

a mnohdy kdejakým odpadem (oblíbená a hojně užívaná „domácí směs“).

Na začátku 90. let, ve spolupráci s U.S.EPA, začala být pozornost také zaměřena na lokální topeniště. Velmi podstatným krokem k významu lokálních topenišť z hlediska imisí byl společný projekt ČR a USA [1], který doložil významný podíl lokálních topenišť na podílu PM₁₀ a PM_{2,5} (a také TK, PAU, OC/EC) při aplikaci receptorového modelování CMB 7.2. Např. z výsledků ze severozápadních Čech – město Teplice, leden–únor 1994, byl podíl lokálních topenišť a malých kotlů na celkových emisích PM_{2,5} při dýmovém hoření 31,2 % a při aktivním-dobrého hoření pak 25,9 %, přičemž podíl velkých zdrojů-elektřáren na celkové emisí jemné frakce prachu PM_{2,5} byl pouze 15,2 %!, i když se mnoho let z neznalosti předpokládalo jen význam velkých zdrojů okolo Teplíc (ELNY Bilina, Tušimice I a II, Pruněrov I a II, Počeradý atd.). A jestliže mnohdy nebylo a není prováděno aktivní hoření-spalování, tak se nebylo (a není) možné divit i velkému podílu PAU ve frakci PM_{2,5}. V druhé polovině 90. let, při relativně účinné kampani proti používání hnědého uhlí (ale i cenovým relacím), začalo větší používání dřeva v lokálních topeništích, které dále pokračuje pro filozofii používání paliv z obnovitelných zdrojů-biopáliv od roku 2003–2005. Lokální topeniště, tzv. zdroje REZZO 3, se v poslední době dostávají do popředí zájmu nejen institucí zabývajících se kvalitou ovzduší. Po regulaci velkých zdrojů znečišťování, kterou řeší poměrně dobrým způsobem stávající platná legislativa, se emise z lokálních topenišť společně s emisemi z dopravy stávají významným původcem imisního zatížení obyvatelstva a životního prostředí obecně. Lokální topeniště sloužící pro vytápění obyvatelstva navíc nepodléhají téměř žádné regulaci.

Proto byl pro aplikaci receptorového modelování v současné době aktuální verzi receptorového modelu Chemical Mass Balance 8.2, v rámci projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy 2B08040 – Výzkum původu znečištění, proveden „source signature“ kachlových kamen se spalováním jak měkkého suchého (1 rok), smrk-borovice, tak tvrdého suchého (1,5 roku), dub-buk dřeva, při různých procesech hoření-spalování a výsledky tak mohou přispět i pro další hodnocení emisí při spalování dřeva.

EMISNÍ ŠETŘENÍ – MALÁ TOPENIŠTĚ

Kachlová kamna

Kachlová kamna byla vyrobena v roce 2007 na zakázku podle projektu a umožňují velmi kvalitní spalování-hoření a předávání tepla do obytného prostředí s účinností cca 90 % (sedmicestný systém před a pro odvod spalin do sopouchu. Výrobce uvádí i biologické hoření, tj. i hoření VOC uvolňujících ze dřeva teplem před samotným spalování-hořením „suché“ dřevní hmoty. Pro projekt byla tedy vybrána kachlová kamna s deklarovaným dobrým spalováním.

Procesy spalování – hoření

Jak pro měkké, tak pro tvrdé dřevo byly použity následující procesy spalování-hoření, při kterých byly prováděny odběry

vzorků a které jsou klasické při spalování-hoření jak dřeva, tak uhlí:

- Fáze 1: Zapalování (ne papírem, byl použit pevný podpalovač)
- Fáze 2: Neúplné – dýmové hoření s omezeným přívodem vzduchu
- Fáze 3: Plné hoření s úplným přívodem vzduchu

Je nutné uvést, že po různých procesech spalování měkkého dřeva nenásledovalo ihned spalování tvrdého dřeva, ale až po úplném vychladnutí kamen (2 dny), tedy tak, aby podmínky pro spalování-hoření byly pro oba druhy dřeva stejné.

Odběrový systém

Pro třídění odběr částic obsažených v odpadních plynech měřeného zdroje znečišťování byla použita emisní verze aparatury VAPS (Versatile air pollution sampler) fy URG Co. USA, využívaná k měření emisí těchto látek agenturou US EPA, mimo jiné např. i při řešení projektu PHARE v programech TEPLICE a SILESLIA. Aparatura VAPS (E) pracuje na principu větrně gravitačního třídění částic, který je odvozen od mechanismu třídění, probíhajícího v atmosféře na trase od výstupu částic ze zdroje směrem k příjemci a na simulaci mechanismu průniku částic do dýchacích cest příjemce.

První odsávaná větev se záchytem částic PM_{2,5} byla osazena filtrem Millipore a následně podrobena gravimetrickému vyšetření s následnou analýzou těžkých kovů, druhá větev se záchytem částic PM_{2,5} byla osazena Quartzovým filtrem Whatman, který byl podroben následně analýze PAU a OC/EC, následovaným PUF patronou pro zachyt plyných složek PAU. Třetí odsávaná větev se záchytem částic PM₁₀ byla osazena sklovláknovým filtrem, za tímto filtrem byla následně část odpadního plynu, již zbaveného tuhých znečišťujících částic, prostřednictvím skleněného rozbočovače vedena přes kritickou dýzu do evakuovaného 400 ml kanystru, který byl následně podroben analýze na obsah VOC.

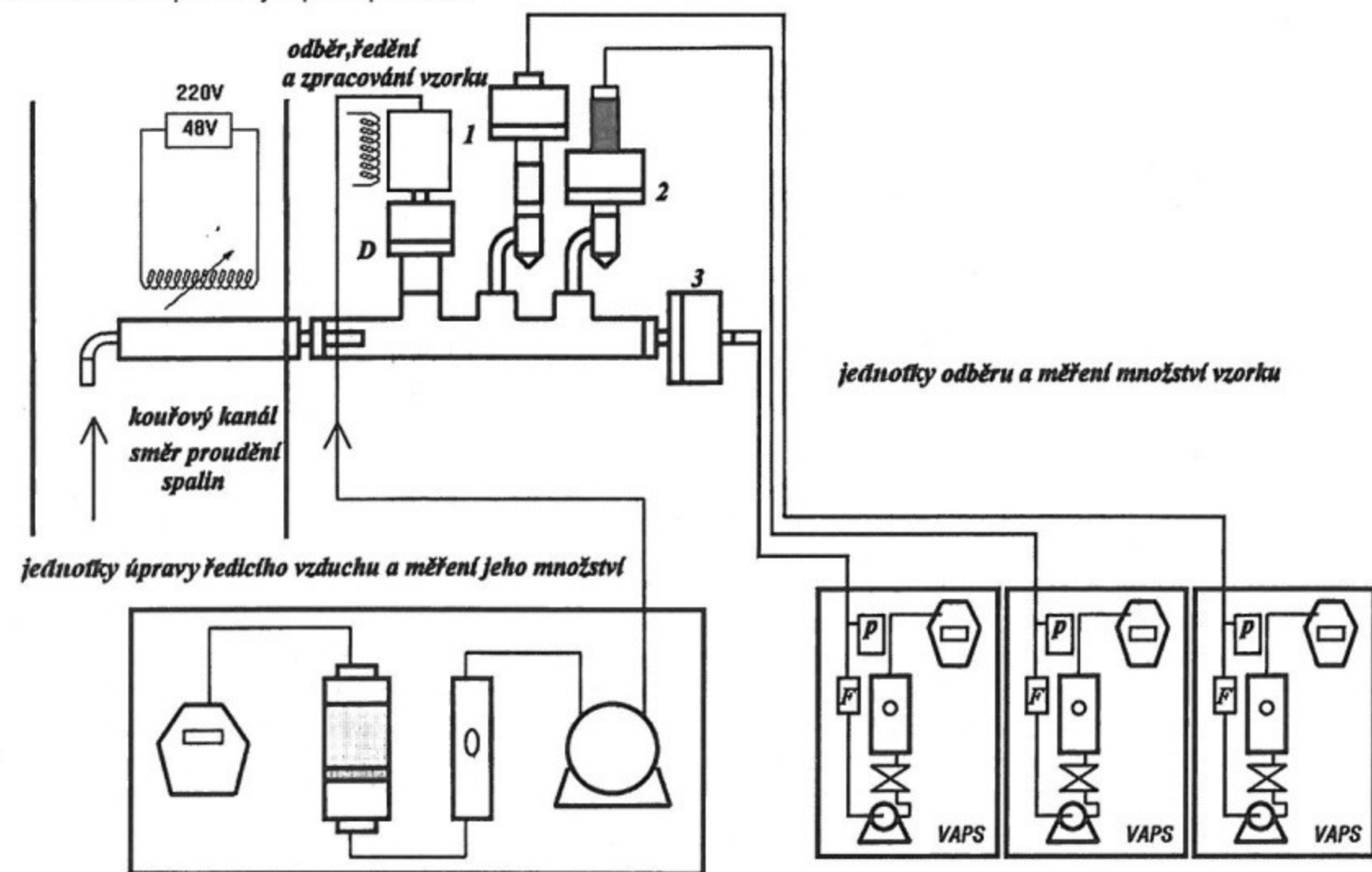
Částice PM₁₀¹

Atmosférický aerosol je všudypřítomnou složkou atmosféry Země. Je definován jako soubor tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti v rozsahu 1 nm–100 μm. Významně se podílí na důležitých atmosférických dějích, jako je vznik srážek a teplotní bilance Země. Z hlediska zdravotního působení atmosférického aerosolu na člověka byly definovány velikostní skupiny aerosolu označované jako PM_x (Particulate Matter), které obsahují částice o velikosti menší než x μm. Běžně se rozlišují PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}.

Atmosférický aerosol může být přirozeného i antropogenního původu. Hlavním přirozeným zdrojem jsou výbuchy sopek, lesní požáry a prach unášený větrem. Nejvýznamnějším antropogenním zdrojem jsou spalovací procesy (hlavně v automobilových motorech a elektrárnách), ale i další vysokoteplotní procesy, jako je tavení rud a kovů nebo svařování. Tyto procesy produkují částice o velikosti kolem 20 nm. Aerosol může také vznikat odnosem částic větrem ze stavebních ploch nebo v důsledku odstranění vegetačního pokryvu z půdy. Dalším zdro-

¹ popis převzat z IRZ (http://www.irz.cz/atky/poletavy_prach)

Obr. 1: Schéma aparatury a princip třídění



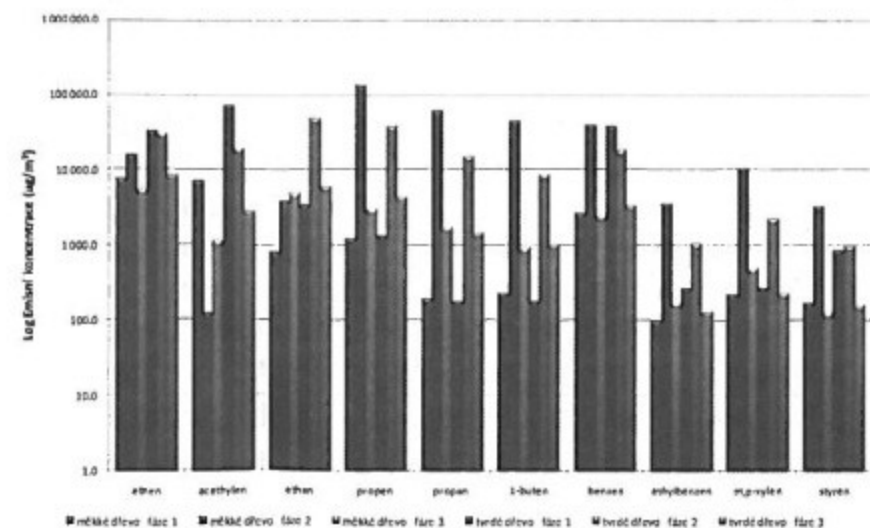
jem mohou být zemědělské operace, nebezpečné cesty, těžební činnost a jakékoliv procesy, při kterých se vyskytují částice o dané velikosti (např. výroba a použití cementu a vápna).

Dopady na zdraví člověka, rizika

Částice atmosférického aerosolu se usazují v dýchacích cestách. Místo záchytu závisí na jejich velikosti. Větší částice se zachycují na chloupkách v nose a nezpůsobují větší potíže. Částice menší než 10 µm (PM₁₀) se mohou usazovat v průduškách a způsobovat zdravotní problémy. Částice menší než 1 µm mohou vstupovat přímo do plicních sklípků, proto jsou tyto částice nejnebezpečnější. Částice navíc často obsahují adsorbované karcinogenní sloučeniny. Inhalace PM₁₀ poškozuje hlavně kardiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobá expozice snižuje délku dožití a zvyšuje kojeneckou úmrtnost. Může způsobovat chronickou bronchi-

Těkavé organické látky VOC

Emisní koncentrace VOC při spalování dřeva v malém topeništi



tidu a chronické plicní choroby. Toxicky působí chemické látky obsažené v aerosolu (sírany, amonné ionty...). V důsledku adsorpce organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky zvyšuje expozice PM₁₀ riziko rakoviny plic.

Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí

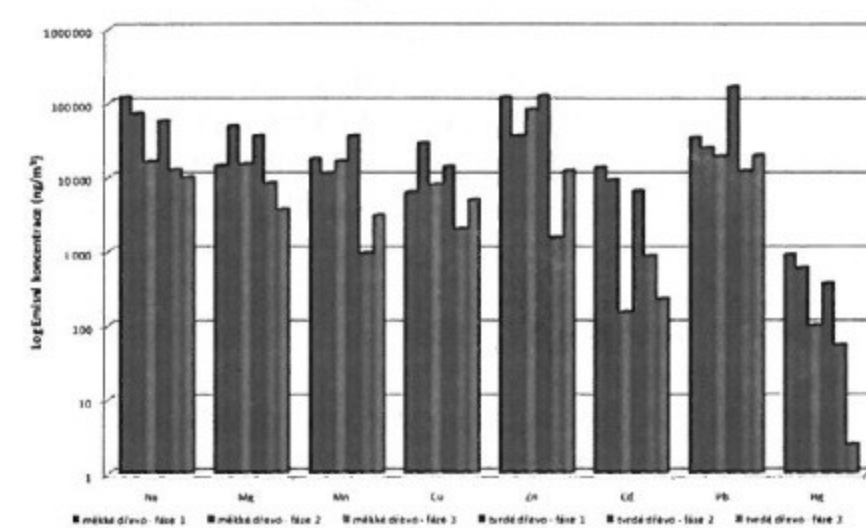
Toxicitu PM₁₀ způsobují hlavně chemické látky obsažené v aerosolu. Některé organické látky mohou být karcinogenní. Prachové částice v ovzduší přinášejí především zdravotní rizika pro člověka a ostatní živé organismy. [2]

VÝSLEDKY A HODNOCENÍ

Výsledky pro jednotlivé procesy spalování-hoření a druhy dřeva jsou uvedeny v následujících tabulkách a grafech.

Těžké kovy

Emisní koncentrace TK při spalování dřeva v malém topeništi



Tab 1: Emisní koncentrace – vybrané VOC

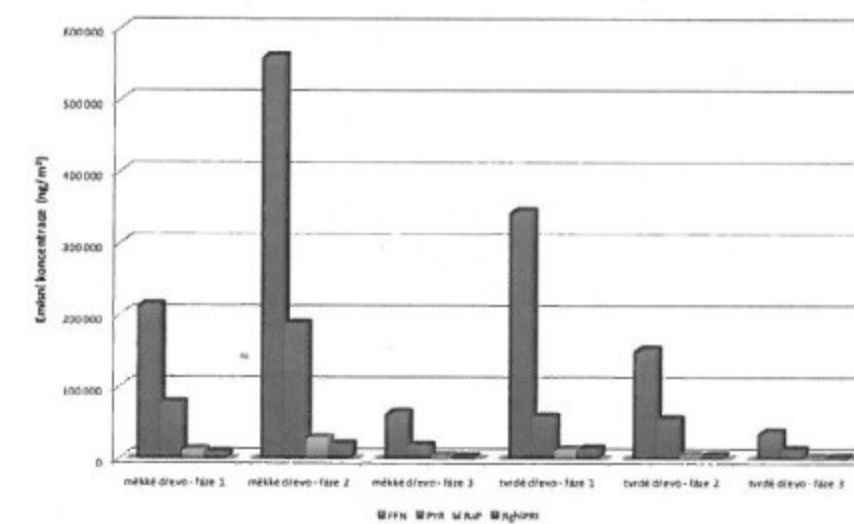
	ethen (µg, m ⁻³)	acetylen (µg, m ⁻³)	ethan (µg, m ⁻³)	propen (µg, m ⁻³)	propan (µg, m ⁻³)	1-buten (µg, m ⁻³)	benzen (µg, m ⁻³)	ethylbenzen (µg, m ⁻³)	m,p-xylen (µg, m ⁻³)	styren (µg, m ⁻³)
měkké dřevo – fáze 1	7616,8	7165,1	824,9	1230,2	196,1	231,8	2632,4	96,3	222,4	168,2
měkké dřevo – fáze 2	15 761,9	119,0	3833,3	131 904,8	61 428,6	44 523,8	39 761,9	3547,6	10 452,4	3284,5
měkké dřevo – fáze 3	5423,3	1159,0	5011,4	3020,6	1721,1	914,6	2517,2	175,1	499,5	126,5
tvrdé dřevo – fáze 1	32 938,5	73 804,1	3439,6	1344,0	177,0	179,0	37 813,2	265,8	272,2	840,3
tvrdé dřevo – fáze 2	30 434,8	19 239,1	48 695,7	37 391,3	14 956,5	8760,9	18 282,6	1043,9	2239,1	972,6
tvrdé dřevo – fáze 3	8490,2	2822,8	6061,3	4354,5	1472,4	1015,8	3392,3	128,0	230,4	159,1

Tab 2: Emisní koncentrace – vybrané TK

	Na (ng/m ³)	Mg (ng/m ³)	Mn (ng/m ³)	Cu (ng/m ³)	Zn (ng/m ³)	Cd (ng/m ³)	Pb (ng/m ³)	Hg (ng/m ³)
měkké dřevo – fáze 1	119 546	14 217	17 541	6273	119 336	13 499	34 201	892
měkké dřevo – fáze 2	72 111	49 215	11 297	28 842	36 319	9093	24 633	593
měkké dřevo – fáze 3	15 981	15 055	16 493	8003	82 592	152	19 326	99
tvrdé dřevo – fáze 1	57 237	35 919	36 027	13 917	124 923	6541	164 407	366
tvrdé dřevo – fáze 2	12 571	8278	951	2020	1553	861	12 117	54
tvrdé dřevo – fáze 3	9896	3646	3042	4982	12 182	227	19 956	2

Polycyklické aromatické uhlovodíky

Emisní koncentrace PAH při spalování dřeva v malém topeništi

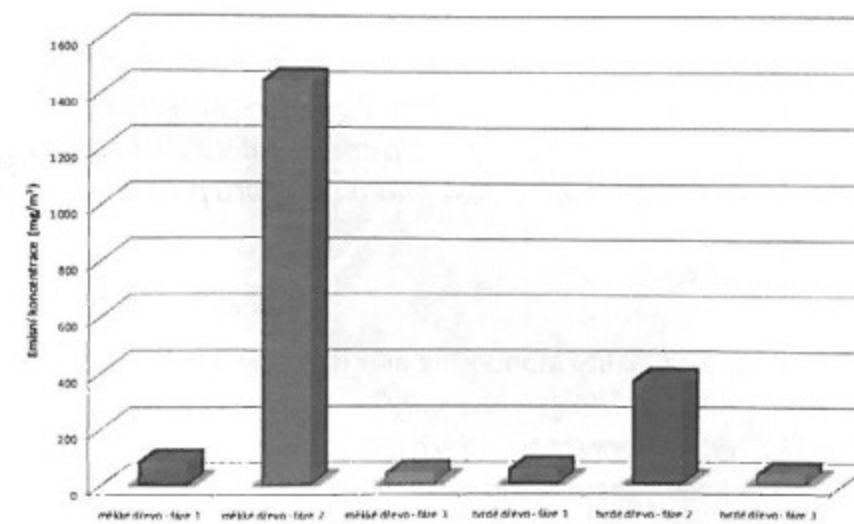


Tab 3: Emisní koncentrace – vybrané PAH

	FEN (ng/m ³)	PYR (ng/m ³)	BaP (ng/m ³)	BghiPRL (ng/m ³)
měkké dřevo – fáze 1	215 121	78 302	12 615	9465
měkké dřevo – fáze 2	562 376	188 490	28 998	20 012
měkké dřevo – fáze 3	64 341	18 608	3280	2244
tvrdé dřevo – fáze 1	345 482	58 655	12 744	14 081
tvrdé dřevo – fáze 2	152 285	55 462	4014	3931
tvrdé dřevo – fáze 3	36 677	12 795	1660	1522

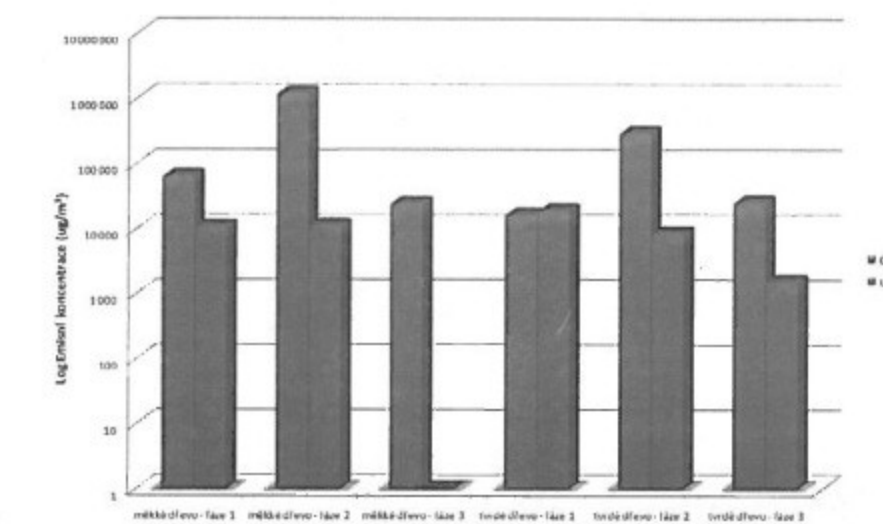
Prachové částice frakce PM_{2,5} a PM₁₀

Emisní koncentrace PM_{2,5} při spalování dřeva v malém topeništi



Organický/Elementární uhlík

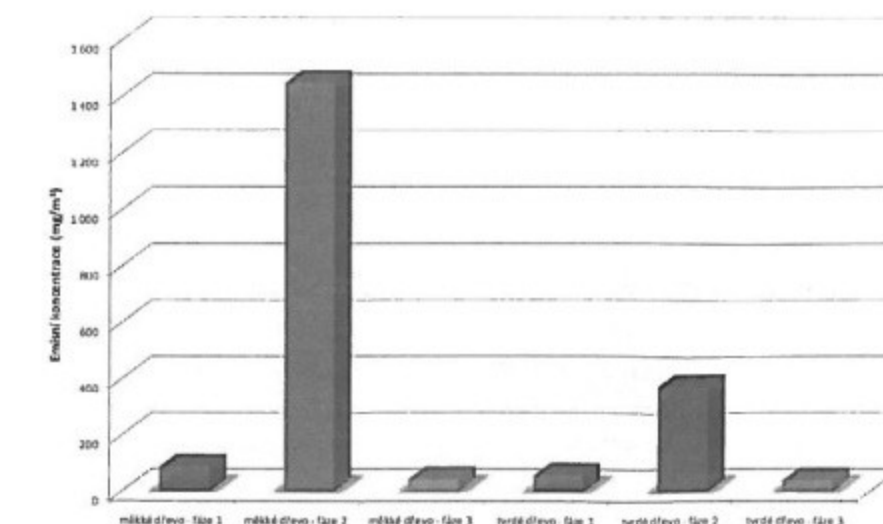
Emisní koncentrace OC/EC při spalování dřeva v malém topeništi

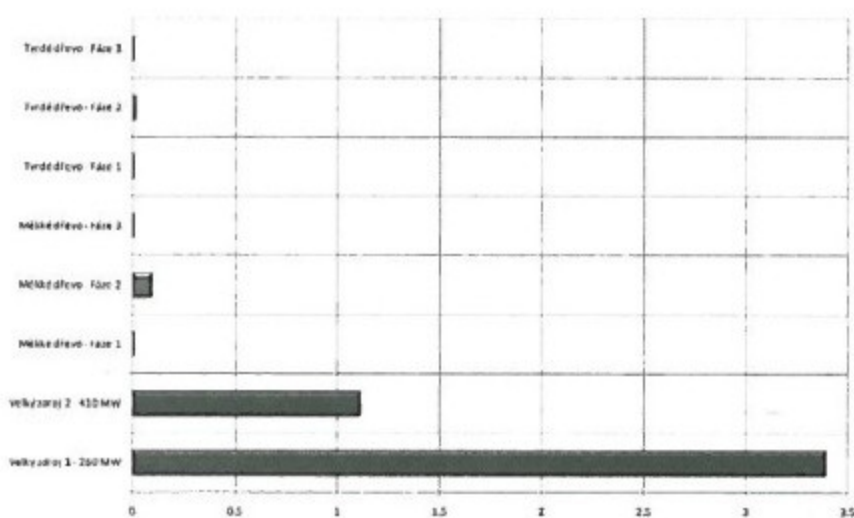


Tab 4: Emisní koncentrace – OC/EC

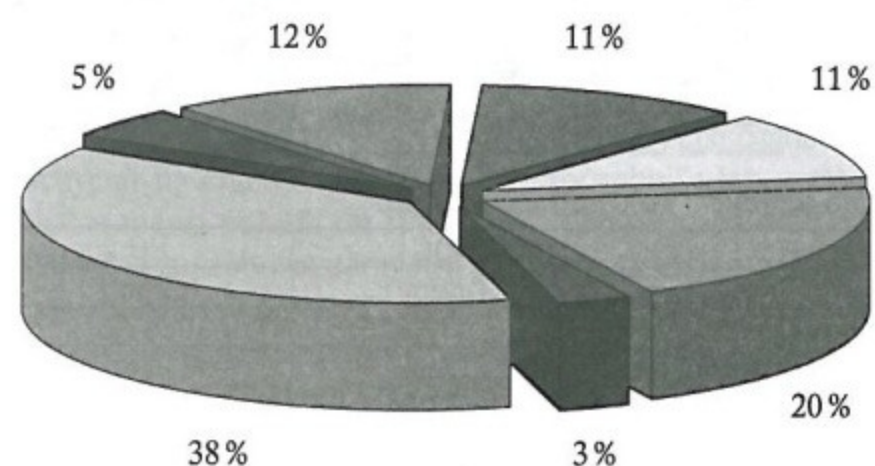
	OC (µg/m ³)	EC (µg/m ³)
měkké dřevo – fáze 1	65 624,8	10 997,6
měkké dřevo – fáze 2	1 222 347,3	11 416,1
měkké dřevo – fáze 3	25 204,7	0,0
tvrdé dřevo – fáze 1	16 886,5	19 490,6
tvrdé dřevo – fáze 2	305 567,9	8699,8
tvrdé dřevo – fáze 3	26 377,3	1600,2

Emisní koncentrace PM₁₀ při spalování dřeva v malém topeništi



Hmotnostní tok PM_{10} (kg/h)Tab. 6: Porovnání hmotnostních toků PM_{10} u MZ a vybraných VZ

Zdroj	Hmotnostní tok (kg/h)	Významnost MZ		Počet MZ	
		k VZ1	k VZ2	do VZ1	do VZ2
Velký zdroj 1 – 260 MW	3,39	–	–	–	–
Velký zdroj 2 – 410 MW	1,113	–	–	–	–
Měkké dřevo – Fáze 1	0,008	0,24 %	0,72 %	424	139
Měkké dřevo – Fáze 2	0,093	2,74 %	8,36 %	36	12
Měkké dřevo – Fáze 3	0,006	0,18 %	0,54 %	565	186
Tvrdé dřevo – Fáze 1	0,006	0,18 %	0,54 %	565	186
Tvrdé dřevo – Fáze 2	0,012	0,35 %	1,08 %	283	93
Tvrdé dřevo – Fáze 3	0,006	0,18 %	0,54 %	565	186

Obr. 2: Průměrný podíl významných sektorů na národních primárních emisích prachových částic PM_{10} [3]

- 1.A.1. Veřejná energetika
- 1.A.3. Doprava
- 1.A.4b. Vytápění domácností
- 2. Průmysl
- 1.A.2. Průmyslová energetika
- 1.A.4a. Vytápění komerčních a veřejných objektů
- 1.A.4c. Vytápění paliv v zemědělství-mobilní zdroje nesilniční

ZÁVĚR A ZHODNOCENÍ

Provedené emisní šetření ukázalo, díky oddělení jednotlivých fází spalovacího procesu, silnou závislost emisních parametrů malých spalovacích zdrojů na charakteru provozování zdroje. Fáze hoření, kdy je zamezeno dostatečnému přístupu kyslíku a která je mezi obyvatelstvem ještě stále velmi rozšířená, je emisně velmi významná. V grafu „Hmotnostní tok PM_{10} “ je uvedeno porovnání zjištěných hmotnostních toků jemné frak-

ce prachu PM_{10} na malém topeništi s hodnotami získanými v rámci předcházejících projektů VaV MŽP na velkých energetických zdrojích o výkonu v řádu stovek MW. Alarmující jsou zejména zjištění uvedené ve sloupci „Počet MZ do VZ“ kde je uveden počet malých spalovacích zdrojů, které se emisně vyrovnají porovnanému velkému energetickému zdroji. Vidíme, že pro fázi hoření 2 (omezený přístup kyslíku) se 12 těchto malých spalovacích zdrojů emisně v případě PM_{10} zcela vyrovná spalovacímu zařízení o výkonu 410 MW!

Na výše prezentované údaje je potřeba se rovněž dívat v souvislosti s faktem, že v malém spalovacím zařízení bylo spalováno v dnešní době tolik protežované biopalivo a nikoli hnědé, či černé uhlí, u kterého se víceméně negativní vliv na ovzduší předpokládá. Je tedy potřeba mít na paměti, že biopaliva, ač v mnohých ohledech prospěšná, nejsou univerzálním nástrojem na zlepšení kvality ovzduší.

Chceme-li zlepšit často neutěšený stav imisní situace z pohledu koncentrací polévatého prachu, je nutné si uvědomit, na které sektory bychom se měli soustředit, aby účinek případné regulace byl z pohledu celkového výsledku co nejefektivnější. Na obrázku 2 si dovoluujeme prezentovat údaje z Národního programu snižování emisí České republiky (Zpracovalo Ministerstvo životního prostředí dne 11. června 2007:

Z předcházejícího grafu je patrné, že zatímco veřejná energetika se na národních primárních emisích prachových částic PM_{10} podílí 11 procenty, v případě vytápění domácností je to 38 procenty!

Malá topeniště pro obyvatelstvo navíc v současné době nepodléhají téměř žádné regulaci. V tomto ohledu byla prozatím volena cesta předepsání limitních parametrů, které musí splňovat výrobci těchto malých spalovacích zařízení při uvádění nových typů na trh. Toto opatření, jakkoli užitečné, však neřeší problematiku starších zařízení provozovaných v domácnostech, rovněž cílové parametry, kterých je zařízení povinno dosáhnout, jsou výrobcem garantovány při správném způsobu užívání zdroje (spalování) a při nesprávné obsluze tyto dramaticky rostou (viz prezentované výsledky pro fázi hoření 2 – nedostatek spalovacího vzduchu).

V této souvislosti je možná čas znovu otevřít debatu nad možnostmi kontroly těchto malých spalovacích zdrojů přímo v místě jejich instalace ...

Poděkování:

Tento příspěvek vznikl jako dílčí výstup etapy II. 2009 projektu vědy a výzkumu 2B08040 s podporou Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy – Výzkum původu znečištění. Řešitel projektu a autoři příspěvku děkují za poskytnutou podporu projektu.

LITERATURA:

- [1] Czech Air Quality Monitoring and Receptor Modeling Study, EPA/600/R-97/084, August 1997
- [2] IRZ (http://www.irz.cz/atky/poletavy_prach)
- [3] Národního programu snižování emisí České republiky, Ministerstvo životního prostředí, červen 2007, s. 14

Obr. 3: Kachlová kamna



Obr. 4: Aparatura VAPS(E) – napojení na komín



Obr. 5: Emisní měření malé topeniště



Obrázky ilustrují článek Lokální topeniště – spalování dřeva (str. 30–34)