



# 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 základem zejména s ohledem na skutečnost, že na území Libereckého kraje je lokálně překračován cizími emisemi limit stanovený pro kadmium a v minulosti byl překračován také imisní limit stanovený pro arzen.

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

Opatření je v rámci Programu rozděleno

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

## Priorita 5. Snižování emisí amoniaku

Snižování emisí amoniaku bylo stanoveno jako prioritní program zejména z důvodu potřeby omezení vzniku sekundárních aerosolů, které se významně podílejí na imisní závažnosti PM<sub>10</sub> (překračování imisní limit) a rovněž z důvodu potřeby

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

Opatření – podpora uplatňování zásad

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

Program ke zlepšení kvality ovzduší zpracovala společnost ATEM – Atelier ekologických modelů s.r.o., Hvozdičská 3/2053, 148 01 Praha 4. Cely 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 odborné úřady krajů. 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, červenec 2009, ATEM – Atelier ekologických modelů s.r.o., Praha

## LOKÁLNÍ TOPENIŠTĚ – SPALOVÁNÍ DŘEVA

Jiří Novák, Jan Vejšek

Český hydrometeorologický ústav  
TESO Praha a.s., vejsek@teso.cz

## 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 sdělovací legislativa, se emise z lokálních topenišť (a dopravy) stávají významným přívodem imisního zatížení obyvatelstva. Lokální topeniště navíc nepodléhají téměř žádné regulaci. Přispěvek prezentuje výhledy emisioního šetření provedeního na malém spalovacím zdroji, při spalování dřeva (měkčké/vrdlé) pro sledované skupiny znečišťujících látek PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, 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 (tepelné elektrárny, teplárny, hučké uhlí, doplňované spalování dřeva (měkčké, tvrdé)

a mnohdy kdejakým odpadem (obilbená 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 došlo významný podíl lokálních topenišť na podílu PM<sub>10</sub> a PM<sub>2.5</sub> (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 z malých kotlů na celkových emisích PM<sub>2.5</sub> při dýmavém hoření 31,2 % a při aktivním-dobřem hoření pak 25,9 %, přičemž podíl velkých zdrojů-ekstrakce na celkové emisí lemné frakce prachu PM<sub>2.5</sub> byl pouze 15,2 %, i když se mnoho let nezmatostně předpokládalo jen u malých velkých zdrojů okolo Teplic (ELNY Bilina, Tušimice I a II, Pruněvov I a II, Počásky atd.). A jestliže mnohdy nebylo a není prováděno aktivní hoření-spalování, tak se nebylo (a není) možné dítví i veškerému podílu PAU ve frakci PM<sub>2.5</sub>. 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-biopaliv 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 sdělovací legislativa, se emise z lokálních topenišť společně s emisemi z dopravy stávají významným přívodem 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 aktualizován 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 měkčkého suchého (1 roč), smrk-borovice, tak tvrdého suchého (1,5 roč), 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 kamma

Kachlová kamma 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 % (sedmistranný systém před a pro odvod spalin do sponouchu. Výrobce uvádí biobioletní hoření, tj. i hoření VOC uvolňujících se dřeva a teplem před samotným spalování-hořením „suché“ dřevní hmoty. Pro projekt byla tedy vybrána kachlová kamma s deklatovaným dobrým spalováním.

## Procesy spalování – hoření

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

\*popis převažá a PRZ ([http://www.izv.cz/obry/podroby\\_pmez\\_01.html](http://www.izv.cz/obry/podroby_pmez_01.html))

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

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

Je nutné uvést, že pro různé procesy spalování měkčkého dřeva nenabídelovo 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 tříděný odběr částic obsažených v odpadních plynech měřicího zdroje znečišťování byla použita emise verze aparatury VAPS (Versatile air pollution sampler) fy URG Co. USA, využívající měření emisí těchto látek-agensurou US EPA, nikoli jiné např. i při řešení projektu PHARE v programech TEPLICE a SILEŠIA. Aparatura VAPS (E) pracuje na principu větří- gravitačního třídění částic, který je ovládaný na měřicímu třídní, probíhajícího v atmosféře na trase od výstupu částic ze zdroje směrem k přijímání a na simulaci mechanismu proudění částic do výhledové cesty přijímání.

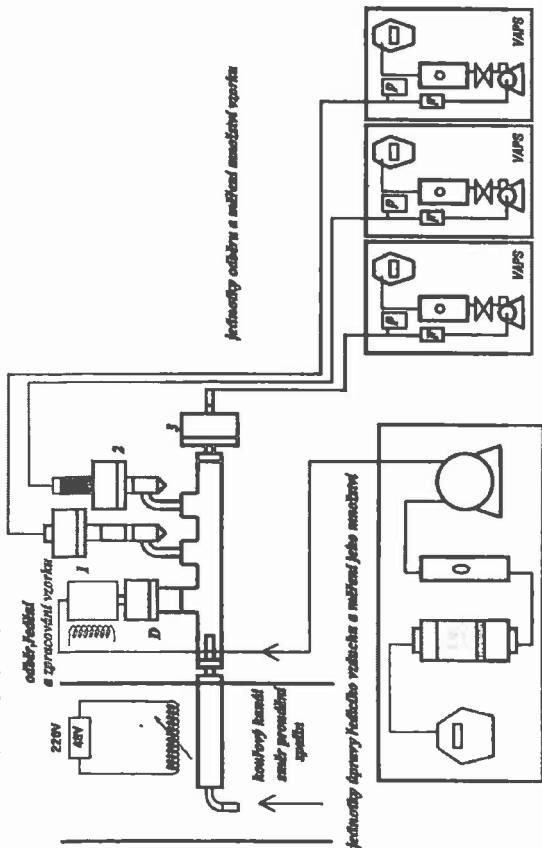
První odsávání větve se zachytem částic PM<sub>10</sub> byla osazena filtrem Millipore a následně podrobena gravimetrickému vyšetření s následnou analýzou těžkých kovů, druhá větve se zachytem částic PM<sub>2.5</sub> byla osazena Quartzovým filtrem Whatman, který byl podroben následně analýze PAU a OC/EC, následovaným PUF patronou pro zachytění plynných složek PAU. Třetí odsávání větve se zachytem částic PM<sub>10</sub> byla osazena vláknovým filtrem. Za tímto filtrem byla následně část odpadního plynu, již zbaveného tuhých znečišťujících částic, prosředníkem skleněného rozbočovače vedena přes kritickou dížku do evakuovaného 400 ml kanystru, který byl následně podroben analýze na obsah VOC.

## Částice PM<sub>10</sub>

Atmosférický aerosol je všubpřítomnou složkou atmosféry Země. Je definován jako soubor tuhých, kapalných nebo směrných 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 velikosti skupiny aerosolu označované jako PM<sub>10</sub> (Particulate Matter), které obsahují částice o velikosti menší než 10 μm. Běžně se rozlišují PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> a PM<sub>1.0</sub>.

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 automobilech, letadlech a elektrárnách), ale i další vysokoteplotní procesy, jako je tavění 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-

Obr. 1: Schéma aparatury a princip třídění



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

**Dopady na zdraví člověka, zvířata**  
 Částice atmosférického aerosolu se usazují v dýchacích cestách. Místo zachytu závisí na jejich velikosti. Větší částice se zachycují na chloupkách v nose a nepůsobují větší potíže. Částice menší než 10 µm (PM<sub>10</sub>) se mohou usazovat v průdušcích 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 PM<sub>10</sub> poškozuje hlavně kardiiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobá expozice snižuje délku dožití a zvyšuje kojenectou úmrtnost. Může způsobovat chronickou bronchitidu a chronické plicní choroby. Toxický působí chemické látky obsažené v aerosolu (šrámy, amonné ionty...). V důsledku adsorpce organických látek a mutagenními a karcinogenními účinky zvyšuje expozice PM<sub>10</sub> riziko rakoviny plic.

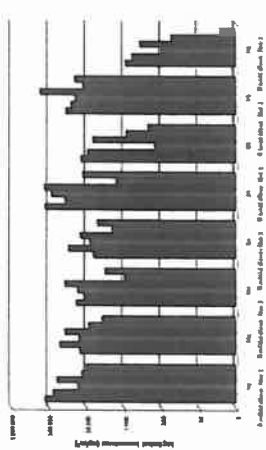
**Celkové zhodnocení nebezpečnosti z hlediska životního prostředí**  
 Toxicitu PM<sub>10</sub> způsobují hlavně chemické látky obsažené v aerosolu. Některé organické látky mohou být karcinogenní. Prachové částice v ovzduší přinášejí především zdravotní rizika pro člověka a ostatní živé organismy. [2]

**VLÁDKY A HODNOCENÍ**

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

**Těžké kovy**

Emission koncentrace TK při spalování dřeva v malém topeništi



Tab 1: Emission koncentrace – vybrané VOC

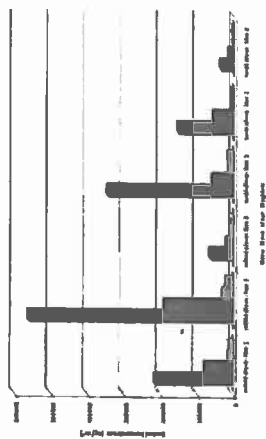
	ethen (µg/m³)	acetylen (µg/m³)	ethan (µg/m³)	propen (µg/m³)	propan (µg/m³)	1-buten (µg/m³)	benzen (µg/m³)	ethylbenzen (µg/m³)	m,p-xylen (µg/m³)	styren (µg/m³)
měkké dřevo – fáze 1	7616,8	7165,1	824,9	1230,2	196,1	231,8	2632,4	96,3	222,4	168,2
měkké dřevo – fáze 2	15761,9	119,0	3833,3	131904,8	61428,6	44523,8	39761,9	3547,6	10452,4	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	32938,5	73804,1	3439,6	1344,0	177,0	179,0	37813,2	265,8	272,2	840,3
tvrdé dřevo – fáze 2	30434,8	19239,1	48695,7	37391,3	14956,5	8760,9	18282,6	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: Emission koncentrace – vybrané TK

	Na (µg/m³)	Mg (µg/m³)	Mn (µg/m³)	Cu (µg/m³)	Zn (µg/m³)	Cd (µg/m³)	Pb (µg/m³)	Hg (µg/m³)
měkké dřevo – fáze 1	119546	14217	17541	6273	119336	13499	34201	892
měkké dřevo – fáze 2	72111	49215	11297	28842	36319	9093	24633	593
měkké dřevo – fáze 3	15981	15055	16493	8003	82592	152	19326	99
tvrdé dřevo – fáze 1	57237	35919	36027	13917	124923	6541	164407	366
tvrdé dřevo – fáze 2	12571	8278	951	2020	1553	861	12117	54
tvrdé dřevo – fáze 3	9896	3646	3042	4982	12182	227	19956	2

**Polycyklické aromatické uhlovodíky**

Emission koncentrace PAH při spalování dřeva v malém topeništi



**Organicky/Elementární uhlík**

Emission koncentrace OC/EC při spalování dřeva v malém topeništi



Tab 3: Emission koncentrace – vybrané PAH

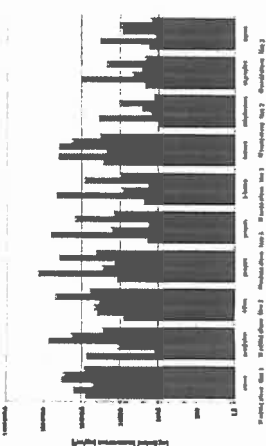
	FEN (µg/m³)	PYR (µg/m³)	BaP (µg/m³)	BghiPRL (µg/m³)
měkké dřevo – fáze 1	215121	78302	12615	9465
měkké dřevo – fáze 2	562376	188490	28998	20012
měkké dřevo – fáze 3	64341	18608	3280	2244
tvrdé dřevo – fáze 1	345482	58655	12744	14081
tvrdé dřevo – fáze 2	152285	55462	4014	3951
tvrdé dřevo – fáze 3	36677	12795	1660	1522

Tab 4: Emission koncentrace – OC/EC

	OC (µg/m³)	EC (µg/m³)
měkké dřevo – fáze 1	65624,8	10977,6
měkké dřevo – fáze 2	1222347,3	11416,1
měkké dřevo – fáze 3	25204,7	0,0
tvrdé dřevo – fáze 1	16886,5	19490,6
tvrdé dřevo – fáze 2	305567,9	8699,8
tvrdé dřevo – fáze 3	26377,3	1600,2

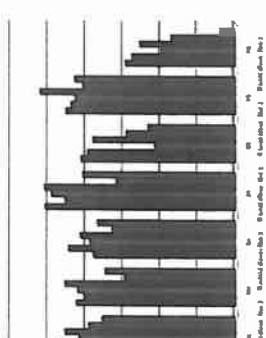
**Těžké organické látky VOC**

Emission koncentrace VOC při spalování dřeva v malém topeništi

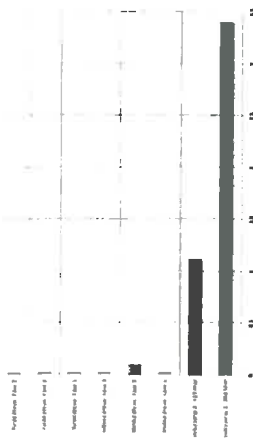


**Prachové částice frakce PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>**

Emission koncentrace PM<sub>10</sub> při spalování dřeva v malém topeništi



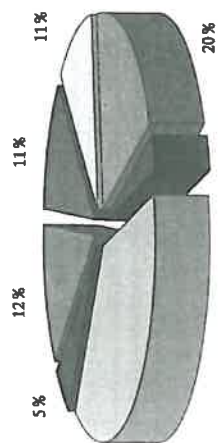
Hmotnostní tok  $PM_{10}$  (kg/h)



Tab. 6: Porovnání hmotnostních toků  $PM_{10}$  u MZ a vybraných VZ

Zdroj	Hmotnostní tok (kg/h)		Významnost MZ	
	Hmotnostní tok (kg/h)	Podíl MZ do VZ1	Podíl MZ do VZ2	Podíl MZ do VZ2
Velký zdroj 1 – 260 MW	3,39	—	—	—
Velký zdroj 2 – 470 MW	1,113	—	—	—
Měkké dřevo – Fáze 1	0,008	0,24 %	0,72 %	139
Měkké dřevo – Fáze 2	0,093	2,74 %	8,36 %	36
Měkké dřevo – Fáze 3	0,006	0,18 %	0,54 %	186
Tvrdé dřevo – Fáze 1	0,006	0,18 %	0,54 %	186
Tvrdé dřevo – Fáze 2	0,012	0,35 %	1,08 %	283
Tvrdé dřevo – Fáze 3	0,006	0,18 %	0,54 %	186

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



- 1.A.1. Větřná 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) Použití paliv v zemědělství-mobilní zdroje nesluitání

**ZÁVĚR A ZHODNOCENÍ**

Provedené emisní šetření ukázalo, díky oddělení jednotlivých fází spalovacího procesu, silnou závislost emisních parametrů malých spalovacích zdrojů na charakteru provozovacího 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 MZP na velkých energetických zdrojích o výkonu v řádu stovek MW. Alarmující jsou zejména zjištění uvedené ve sloupci „Podíl MZ do VZ.“ kde je uveden počet malých spalovacích zdrojů, které se emisně vyrovnají porovnávanému velkému energetickému zdroji. Viditelné je, 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 protěžované 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 neutušený 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 prašných částic  $PM_{10}$  podílí 11 procenty, v případě vytápění domácností je to 38 procenty!

Malé topeniště pro obyvatelstvo navíc v současné době ne-  
podléhají téměř žádné regulaci. V tomto ohledu byla prozatím  
volena cesta předepsání limitních parametrů, které musí spl-  
ňovat výrobci těchto malých spalovacích zařízení při uvádění  
nových typů na trh. Toto opatření, jakkoli užitečné, však ne-  
řeší problematiku stávajících zařízení provozovaných v domá-  
cnostech, rovněž cílové parametry, kterých je zaitzeno povinnou  
dosáhnout, jsou výrobcem garantovány při správném způ-  
sobu užívání zdroje (spalování) a při nesprávné obsluze tyto  
dramaticky rostou (viz prezentované výsledky pro fázi hoření  
2 – nedostatek spalovacího vzduchu).

V této souvislosti je možné čas zrovna otevřít debatu nad mož-  
ností 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, mlá-  
deže 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/fazky/palovary\\_pracki](http://www.irz.cz/fazky/palovary_pracki))
- [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 komin



Obr. 5: Emisní měření malé topeniště



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