

Proč sušit dřevo a učit lidi topit?

Vliv vlhkosti dřeva a obsluhy na emise znečišťujících látek

Datum: 10.3.2014 | Autor: Ing. Jiří Horák, Ph.D., Ing. František Hopan, Ph.D., Ing. Kamil Krpec, Ph.D., Ing. Petr Kubesa, VŠB, TU Ostrava, Výzkumné energetické centrum, Ing. Vendula Drastichová, Ing. Lubomír Martiník, Zdeněk Kysučan, Jiří Kremer, prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD., Žilinská univerzita v Žilině, KET | Recenzent: Ing. Zdeněk Lyčka

Problematika množství emisí produkovaných malými spalovacími zařízeními je neustále velmi živá a diskutovaná napříč celou společností. Malé zdroje znečišťování ovzduší spalující tuhá paliva se v celorepublikovém měřítku významně podílejí na znečišťování ovzduší. V lokálním měřítku může být jejich vliv zanedbatelný, anebo také až dominantní.

Úvod

Problematika množství emisí produkovaných malými spalovacími zařízeními je neustále velmi živá a diskutovaná napříč celou společností. Malé zdroje znečišťování ovzduší spalující tuhá paliva se v celorepublikovém měřítku významně podílejí na znečišťování ovzduší [11]. V lokálním měřítku (jednotlivé vesnice či města) může být jejich vliv zanedbatelný, anebo také až dominantní [12]. Například emise prachu z malých spalovacích zdrojů se podílejí na znečištění ovzduší v ČR z jedné třetiny [5]. Ještě horší je situace v produkci emisí polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) emitovanými malými zdroji, kde se dle bilancí příspěvek na celorepublikových emisích pohybuje v rozmezí 60 až 80 procent [5], [6]. Pro možnost snížení emisí z malých spalovacích zařízení je potřeba si nejprve definovat parametry, které nejvíce ovlivní tvorbu emisí znečišťujících látek [3], [13]:

- Typ spalovacího zařízení
- Palivo, kterým se ve spalovacím zařízení topí
- Kvalita obsluhy spalovacího zařízení, nastavení provozního výkonu
- Kvalita údržby spalovacího zařízení

Pouze pokud všechny tyto čtyři faktory budou správné, je možné docílit vysoké hospodárnosti provozu, vyšší účinnosti a v neposlední řadě nízkých emisí znečišťujících látek. Jde o kámen úhelný dané problematiky, neboť jeden špatný faktor vždy negativně ovlivní celý výsledek. Experimenty prezentované v tomto příspěvku byly zaměřeny na stanovení vlivu vlhkosti dřeva a sníženého výkonu na produkci emisí znečišťujících látek.

Metodika měření emisí

Koncentrace CO je měřena kontinuálním analyzátozem pracujícím na principu absorpce infračerveného (IR) záření. Koncentrace O₂ ve spalínách je stanovována kontinuálním analyzátozem pracujícím na paramagnetickém principu. Koncentrace OGC byly stanovovány kontinuálním analyzátozem pracujícím na plamenoionizačním principu (FID). Pro měření koncentrace prachu byla použita diskontinuální gravimetrická metoda vycházející z normy ISO 9096. Odběr vzorku pro stanovení koncentrace polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU) byl prováděn filtračně kondenzačním vzorkovacím systémem a analýza vzorku byla následně prováděna v akreditovaných externích laboratořích metodou HRGC-HRMS. Odběr vzorku prachu a PAU byl prováděn v ředícím tunelu [2].

Spalovací zařízení použité při zkouškách

Všechny zkoušky byly provedeny na litinovém prohořivacím kotli (tento kotel byl zvolen, protože je v současné době jeden z nejpoužívanějších) o jmenovitém výkonu 20 kW při spalování kusového dřeva. Dle výrobce je kotel určen mimo jiné na spalování dřeva o maximální vlhkosti 20 % a výhřevnosti v rozmezí 14 až 18 MJ/kg. Výrobce uváděný minimální výkon kotle je 6,5 kW.

Kotel dle výrobce splňuje emisní třídu 1 dle normy EN 303-5:1999 s těmito požadavky [4]:

- koncentrace CO **25 000** mg/m³ *
- koncentrace OGC (celkový organický uhlík) **2 000** mg/m³ *

- koncentrace prachu (TZL) **200 mg/m³** *
- minimální účinnost pro použité spalovací zařízení je **54,8 %**

* vztaženo na suché spaliny a 0 °C, 101 325 Pa a 10 % O₂

Provoz spalovacího zařízení při jednotlivých zkouškách

Na zkušebně Výzkumného energetického centra proběhla v roce 2013 série pěti spalovacích zkoušek s cílem stanovení vlivu vlhkosti paliva (smrkového dřeva) a stanovení vlivu kvality obsluhy – nastavení provozního výkonu (snížený a jmenovitý) na produkci emisí znečišťujících látek. Dále byly k porovnání přidány výsledky měření se suchým bukovým dřívím, které proběhly již v roce 2008. V tomto příspěvku jsou diskutovány výsledky zkoušek pro suché dřevo (buk, smrk) a pro mokré smrk při různých výkonech kotle. Zkouška č. 1 reprezentuje průměrné hodnoty ze tří naměřených zkoušek. Ostatní zkoušky č. 2 až 6 reprezentují hodnoty z jedné spalovací zkoušky během dvou až tří spalovacích period.

Zkouška č. 1 – Suché bukové dříví, spalovací zařízení bylo provozováno na jmenovitý výkon dle návodu výrobce kotle.

Zkouška č. 2 – Suché smrkové dříví, spalovací zařízení bylo provozováno na jmenovitý výkon dle návodu výrobce kotle.

Zkouška č. 3 – Suché smrkové dříví, spalovací zařízení bylo provozováno na snížený výkon regulací množství spalovacího vzduchu (uzavření komínové klapky, uzavření sekundárního vzduchu, razantní přívření primárního vzduchu). Suché palivo mělo tendenci hořet, ale hoření bylo omezováno sníženým přívodem spalovacího vzduchu.

Zkouška č. 4 – Mokré smrkové dříví, spalovací zařízení bylo provozováno na jmenovitý výkon dle návodu výrobce kotle. Pro tuto zkoušku jsme chtěli použít palivo s vysokým obsahem vody (50 % hm.), avšak po přiložení pouze takto vlhkého paliva do kotle, došlo po několika minutách k uhasnutí plamene v ohništi. Proto byl modifikován průběh zkoušky tak, že byla přiložena jedna třetina suchého smrkového dřeva o vlhkosti 9,6 % hm., kterou jsme nechali po dobu cca 3 minut rozhořet. Následně byly přiloženy zbylé dvě třetiny vlhkého smrkového dřeva o vlhkosti 49,8 % hm. Jmenovitého výkonu se však nepodařilo docílit, neboť mokrá část paliva se velmi špatně rozhořovala a dlouhou dobu trvalo, než se palivo vysušilo a zapálilo.

Zkouška č. 5 – Mokré smrkové dříví, spalovací zařízení bylo provozováno na snížený výkon. Přikládání paliva probíhalo stejně jako u zkoušky č. 4 (třetina suchého paliva), ale navíc byla uzavřena komínová klapka. Uzavření komínové klapky se však téměř neprojevovalo na výkonu kotle, který byl jen o málo nižší než u zkoušky č. 4.

Zkouška č. 6 – Surové smrkové dříví, jednalo se o čerstvě pokácený smrk. Vlhkost čerstvě pokáceného stromu byla 60,4 % hm., spalovací zařízení bylo provozováno na jmenovitý výkon (nastavení kotle bylo shodné s doporučeným nastavením dle návodu k obsluze). Přikládání paliva probíhalo stejně jako u zkoušky č. 4 (třetina suchého paliva), jmenovitého výkonu kotle se však nepodařilo docílit.

Diskuse výsledků měření

Naměřená data jsou souhrnně uvedena v tab. č. 1. Pro srovnání jsou použity emise těchto znečišťujících látek oxid uhelnatý (CO), celkový organický uhlík (OGC), tuhé znečišťující látky (TZL) a jeden zástupce PAU benzo(a)pyren (B(a)P).

Pro srovnání naměřených průměrných koncentrací byly jako porovnávací měřítko zvoleny požadavky normy EN 303-5:1999 emisní třída 1 (štítek kotle). Koncentrace emisí CO (25 000 mg/m³ při 0 °C, 101 325 Pa a 10 % O₂) nebyly překročeny pro žádnou z uvedených spalovacích zkoušek. Koncentrace emisí OGC (2 000 mg/m³ při 0 °C, 101 325 Pa a 10 % O₂) byly překročeny při zkouškách č. 1, 4, 5 a 6. Koncentrace TZL (200 mg/m³ při 0 °C, 101 325 Pa a 10 % O₂) byly překročeny u všech spalovacích zkoušek. Požadované účinnosti kotle ve výši 55 % bylo dosaženo u všech spalovacích zkoušek (pohybovala se od 64 do 77 %). Emisní třída 1 je zastaralá a od roku 2014 bude možné v ČR prodávat pouze kotle splňující minimálně emisní třídu 3 (hodnoty v tab. č. 1). Hodnoty emisní třídy 3 jsou pro prohořivací kotle v reálném provozu nedosažitelné.

Dřevo je v ČR významným palivem [9], [10], které je používáno pro vytápění domácností (dřevo 53 %, hnědé uhlí 46 % celkové spotřeby tuhých paliv) a je velmi pravděpodobné, že jeho podstatná část je spálena v prohořivacích kotlích, které tvoří cca polovinu ze všech provozovaných zařízení [1]. Ze srovnání experimentálně stanovených měrných emisí a emisního faktoru (EF) pro CO vyplývá, že námi stanovené měrné emise CO jsou mnohonásobně vyšší (75 až 137krát) než dosud užívaný EF pro dřevo. Podobná je situace také u OGC (naměřené měrné emise OGC jsou 5,6 až 22,7krát vyšší). „Optimističtější“ je situace u TZL, kde ani jedna námi naměřená hodnota měrné emise TZL nedosahuje dnes používanou hodnotu EF TZL pro dřevo. Měrné emise B(a)P byly naměřeny v rozsahu od 1,68 do 15,6 g/t. Spodní hranice těchto hodnot je přibližně na stejné úrovni jako EF používaný Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ).

Tab. č. 1 Výsledky měření koncentrací emisí a měrných emisí na prohořivacím kotli při spalování dřeva

označení zkoušky		1	2	3	4	5	6		
palivo		buk	smrk	smrk	smrk	smrk	smrk		
požadovaná vlhkost		suchý	suchý	suchý	mokrý	mokrý	surový		
požadovaný výkon		jmenovitý	jmenovitý	snižovaný	jmenovitý	snižovaný	jmenovitý		
vlhkost paliva	%	9,58	11,0	11,0	36,5	37,8	43,9		
výhřevnost paliva	MJ/kg	15,7	16,1	16,1	10,8	10,5	9,24		
výkon kotle	kW	19,3	21,8	14,3	14,8	11,2	12		
teplota spalin za	°C	222	350	215	229	177	217		
koncentrace O ₂ za kotlem	%	10,9	11,1	9,37	14,6	12,6	14,0		
koncentrace emisí ve spalinách (přepočteno na 0 °C, 101325 Pa a 10 % O ₂)								EN 303-5 třída 1	EN 303-5 třída 3
CO	mg/m ³	11 000	12 600	17 500	15 500	18 000	15 900	25 000	5 000
OGC	mg/m ³	2 030	631	n.d.	3 260	3 700	4 170	2 000	150
TZL	mg/m ³	227	280	512	663	775	820	200	150
měrné emise vztahované na hmotnost paliva								EF dle ČHMÚ	
CO	kg/t	75,9	98,9	137	86,7	98,6	78,6	1,00	
OGC	kg/t	14,0	4,94	n.d.	18,2	20,2	20,5	0,890	
TZL	kg/t	1,56	2,19	4,01	3,7	4,24	4,05	5,20	
B(a)P	g/t	2,16	1,68	15,6	2,46	4,50	3,11	2,48	
měrné emise vztahované na výhřevnost paliva									
CO	kg/GJ	4,84	6,14	8,49	8,04	9,38	8,51		
OGC	kg/GJ	0,892	0,307	n.d.	1,69	1,93	2,22		
TZL	kg/GJ	0,0996	0,136	0,249	0,343	0,403	0,438		
B(a)P	mg/GJ	138	104	969	228	428	337		
n.d. - hodnoty nebyly naměřeny z důvodu poruchy analyzátoru (zablokovaná odběrová trasa)									
EF dle ČHMÚ – Emisní faktory pro dřevo používané Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ) pro výpočet emisních bilancí malých spalovacích zdrojů pro ČR									

Jak by se zde prezentované měrné emise promítly do celorepublikových bilancí v případě, že by byly použity jako EF? Nejvíce by se navýšily emise CO a OGC. Podle ČHMÚ byly v roce 2011 emise CO z velkých a středních zdrojů (REZZO 1 a 2) 150 tis. t/rok, emise CO z mobilních zdrojů (REZZO 4) 155 tis. t/rok a emise CO z malých zdrojů (REZZO 3) 55 tis. t/rok. Pokud by se EF CO pro dřevo změnil z dnes užívané hodnoty 1,00 kg/t na hodnotu 75 kg/t (nejnižší námi naměřená hodnota měrné emise z tab. č. 1), tak by se emise CO z malých zdrojů změnilly z 55tis. t/rok na 153 tis. t/rok (cca trojnásobný nárůst) a emise CO z malých zdrojů by tvořily přibližně jednu třetinu celkových emisí CO v ČR (viz graf. č. 1).

S OGC je to podobné. Podle ČHMÚ byly v roce 2011 emise OGC z velkých a středních zdrojů (REZZO 1 a 2) 23,2 tis. t/rok, emise OGC z mobilních zdrojů (REZZO 4) 34,8 tis. t/rok a emise OGC z malých zdrojů (REZZO 3) 11,8 tis. t/rok. Pokud by se EF OGC pro dřevo změnil z dnes užívané hodnoty 0,89 kg/t na hodnotu 4,94 kg/t (nejnižší námi naměřená hodnota měrné emise z tab. č. 1), tak by se emise OGC z malých zdrojů změnilly z 11,8 tis. t/rok na 17,2 tis. t/rok a dosáhly by stejné úrovně jako emise z velkých a středních zdrojů. Na celkových emisích OGC by se malé zdroje podílely z 23 % (viz graf č. 2.).

Pro vzájemné srovnání jednotlivých experimentálních zkoušek mezi sebou není srovnávání měrných emisí vztažených na hmotnost paliva příliš objektivní. Objektivnější je srovnání měrných emisí vztažených na výhřevnost paliva tedy na energii. Toto srovnání je výhodné hlavně díky faktu, že se výhřevnost zkoušených paliv značně liší díky různému obsahu vody ve zkoušených palivech (prvkové složení a tedy i výhřevnost hořlaviny suché dřevní hmoty je téměř konstantní). Měrné emise uvedené v tab. č. 1 vztažené na výhřevnost paliva můžeme srovnávat z několika hledisek:

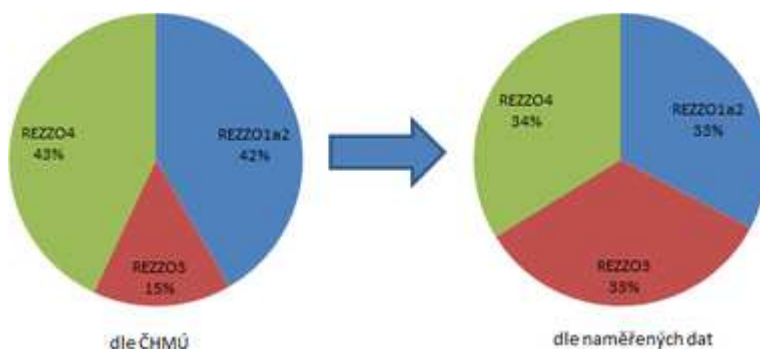
- Srovnání emisí ze spalování **tvrdého a měkkého** dřeva (buk a smrk) při jmenovitém výkonu. Zde je možno konstatovat, že emise všech zde porovnávaných znečišťujících látek **jsou na přibližně podobné úrovni**.
- Srovnání emisí při spalování **mokrého, surového a suchého** smrkového dřeva při jmenovitém výkonu ukazuje, že **spalování vlhkého dřeva vede k tvorbě většího množství emisí** pro všechny uváděné znečišťující látky.
- Srovnání emisí při **sníženém a jmenovitém** výkonu při spalování jak suchého, tak mokrého smrkového dřeva ukazuje, že **při sníženém výkonu dochází k tvorbě většího množství emisí** pro všechny uváděné znečišťující látky.

Prozatím je pro nás nevysvětlitelné větší množství emisí B(a)P stanovené při spalování suchého dřeva při sníženém výkonu ve srovnání s množstvím emisí B(a)P při spalování mokrého dřeva taktéž při sníženém výkonu. Z podstaty by spalování mokrého dřeva při sníženém výkonu mělo být horší než spalování dřeva suchého. Výsledky zkoušek však ukazují, že měrné emise B(a)P jsou u mokrého dřeva při sníženém výkonu (428 mg/GJ) nižší než u suchého dřeva při sníženém výkonu (969 mg/GJ). Vypadá to tak, že vliv nekvalitního spalování na produkci emisí B(a)P je vyšší než vliv vlhkosti paliva. Na tuto oblast bude zaměřena pozornost při naší další experimentální činnosti.

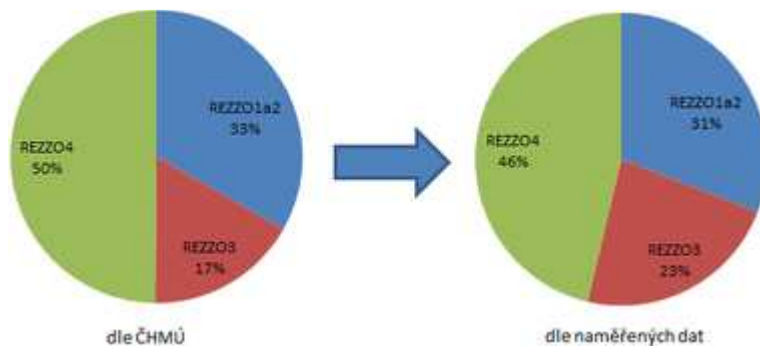
Závěr

V úvodu bylo řečeno, že množství emisí závisí na čtyřech základních faktorech a v tomto příspěvku jsme se zaměřili na dva faktory. Prvním je kvalita paliva (v tomto případě byla zkoumána vlhkost paliva) a druhým je vliv obsluhy spalovacího zařízení – nastavení klapky a tím provoz na jmenovitý či snížený výkon. Z prezentovaných výsledků vyplývá, že jak spalování vlhkého paliva, tak provoz spalovacího zařízení na nižší než jmenovitý výkon vede k tvorbě vyššího množství emisí znečišťujících látek.

Naměřené emise znečišťujících látek byly srovnávány s požadavky danými normou EN 303 5 pro emisní třídu 1, do které bylo zařazeno spalovací zařízení, na kterém byly prováděny zkoušky. Z tohoto srovnání je patrné, že při certifikaci je certifikované spalovací zařízení provozováno jiným než běžným způsobem a některých požadovaných limitů je dosaženo pouze při certifikaci. Dle dnes platné legislativy [7] se od 1. 1. 2014 tyto kotle již nesmí u nás vůbec prodávat a od září 2022 by se neměly ani provozovat. Je ovšem velkou otázkou, jak bude tento požadavek uveden do reálného života [8].



Graf č. 1 Podílová bilance emisí CO dle kategorií zdrojů



Graf č. 2 Podílová bilance emisí OGC dle kategorií zdrojů

Dále byly naměřené emise srovnávány s emisními faktory pro dřevo používanými v ČHMÚ pro stanovování emisních bilancí z malých zdrojů. Při srovnání například měrných emisí CO docházíme k poznatku, že rozdíl mezi používaným emisním faktorem (1,00 kg CO na tunu dřeva) a reálně naměřených měrných emisí (75 až 137 kg CO na tunu dřeva) je přibližně stonásobný.

Proč tedy sušit dřevo a učit lidi topit? Při sníženém výkonu kotle (uzavření přívodu spalovacího vzduchu) se zhoršuje kvalita spalování. Mokrý dřevo výrazně snižuje výhřevnost paliva, takže není možné dosáhnout jmenovitého výkonu kotle. Voda nehoří, takže se musí nejdříve v ohništi ohřát a vypařit, což odebírá energii z ohniště, což snižuje teplotu v ohništi a snižuje množství uvolněného tepla do okolí a také kvalitu spalování. Chytrý člověk suší dřevo, protože se více zahřeje a méně smrdí (myšleno komín jeho domu, ne on sám :-)).

Poděkování

Tento článek vznikl za podpory TAČR v rámci řešení projektu Centra kompetence TE01020036. Operačním programem Vzdělávání pro konkurenceschopnost a spolufinancovaného Evropským sociálním fondem, státním rozpočtem České republiky v rámci řešení projektu Příležitost pro mladé výzkumníky, reg. č. CZ.1.07/2.3.00/30.0016, v rámci řešení projektu SP2014/125 Měrné emise znečišťujících látek a provozní vlastnosti malých spalovacích zdrojů a v rámci projektu „Rozvoj spolupráce mezi VEC a KET se zaměřením na odborný růst doktorandů a výzkumných pracovníků“, reg. č. 22410320040, který je realizován v rámci OP Přeshraniční spolupráce Slovenská republika – Česká republika a je spolufinancován z Evropského fondu pro regionální rozvoj.



**PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE**
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



**EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA**
SPOLOČNE BEZ HRANÍC

Použitá literatura

- [1] HORÁK, J., HOPAN, F., KRPEC, K., DEJ, M., PEKÁREK, V., ŠYC, M., OCELKA, T., TOMŠEJ, T., Návrh emisních faktorů znečišťujících látek pro spalování tuhých paliv v malých spalovacích zařízeních. Topenářství, instalace, 2012, roč. 2012, č. 1, s. 42–46.
- [2] KRPEC, K., HORÁK, J., HOPAN, F., Měření emisí znečišťujících látek z kotlů malých výkonů. TZB-info, 2012, leden 2012, s. 1–10. dostupné na: <http://vytapani.tzb-info.cz/ochrana-ovzduasi/8200-mereni-emisi-znecestujicich-latek-z-kotlu-malych-vykonu>
- [3] HORÁK, J., KUBESA, P., HOPAN, F., KRPEC, K., KYSUČAN, Z., Co nejvíce ovlivní Tvůj kouř?. TZB-info, 2013, roč. neuveden, č. Leden, s. 1–8. dostupné na: <http://vytapani.tzb-info.cz/zdroje-tepla/9475-co-nejvice-ovlivni-tvuj-kour>
- [4] EN 303-5:1999. Heating boilers – Part 5: Heating boilers for solid fuels, hand and automatically stocked, nominal heat output of up to 300 kW – Terminology, requirements, testing and marking.
- [5] MŽP ČR, Národní program snižování emisí České republiky, 2007, dostupné na: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_s nizovani_emisi/\\$FILE/OOO-NPSE_CR-20120117.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_s nizovani_emisi/$FILE/OOO-NPSE_CR-20120117.pdf)
- [6] European Environmental Agency, Balance emisí pro země EU, <http://www.eea.europa.eu/>
- [7] Sbírka zákonů č. 201/2012 Sb. – o ochraně ovzduší. Zákon ze dne 2. května 2012
- [8] HORÁK, J., KRPEC, K., DVOŘÁK, J., HOPAN, F., Legislativní požadavky na teplovodní kotle na tuhá paliva určené k vytápění domácností. Topenářství – instalace, 2011, č. 5/2011, s. 50–54, ISSN 1211-0906.
- [9] Spotřeba energie v domácnostech ČR v roce 2003, ČSÚ, Praha, 2005.
- [10] BUFKA, A., ROSECKÝ, D., Spotřeba biomasy v domácnostech. MPO, Praha, 2006
- [11] NOSEK R., HOLUBČÍK M.: Measurement of particulate matter during the combustion of phytomass in small heat sources, Power control and optimization, Yangon, Myanmar, 2013. - ISBN 978-983-44483-63.
- [12] JANDAČKA, J., PAPUČÍK, Š., NOSEK, R., HOLUBČÍK, M., KAPJOR, A.: Environmentálne a energetické aspekty spaľovania biomasy, GEORG Žilina, 2011, ISBN 978-80-89401-40-6

- [13] JANDAČKA, J., NOSEK, R., HOLUBČÍK, M.: Analýza vplyvu množstva spaľovacieho vzduchu na emisné a výkonové parametre zdrojov tepla, Vykurovanie 2012, ročník 20, rok 2012, s.99-104, ISBN 978-80-89216-45-1

Komentář recenzenta Ing. Zdeněk Lyčka

Autoři na základě provedených měření velice pěkně popisují problematiku spalování dřeva v litinových prohořivacích kotlích. Jedná se o nejstarší technologii spalování pevných paliv v kotlích ústředního vytápění. První článkové litinové kotle se začaly vyrábět již na konci 19. století. Výsledky experimentů prezentované v článku potvrzují praxí ověřenou skutečnost, že spalování dřeva (ať již suchého, či vlhkého) v těchto kotlích již nesplňuje přísné „požadavky doby“ na ekologický provoz, proto je jejich prodej od 1. 1. 2014 zakázán. Ze současně provozovaných malých zdrojů ústředního vytápění na pevná paliva tato technologie tvoří přibližně jednu třetinu a do roku 2022 by postupně měly být nevyhovující kotle nahrazeny kotli novými.

English Synopsis

Why is important to dry the firewood and teach people the right way of heating? The influence of firewood moisture and operator to emission of pollutants

Small heating appliances are significant sources of air pollution. About 30 % of PM emissions and about 60-80 % of PAHs originate from domestic heating appliances in Czech Republic. Four main parameters affect the amount of emitted pollutants (type of combustion appliance, fuel, operator and condition of combustion appliance). This article tries to clarify the influence of firewood moisture and reduced heating output to emission of pollutants. There are compared results from 6 test runs with respect to emissions of CO, OGC, PM and benzo[a]pyrene.