

Příloha III

Porovnání spalování paliv v malém stacionárním zdroji

Dle výsledků projektu, který porovnával emise ze spalování hnědého uhlí a jiných typů paliv (Státní projekt VaV SM 9/9/04 Omezování emisí znečišťujících látek do ovzduší, dílčí úkol Monitoring malých spalovacích zdrojů, řešitel dílčí části pro ČHMÚ, 2004-2005) byla týmem pracovníků MŽP vypracována zpráva pod názvem „Řekni mi co pálíš a já ti řeknu...“. Cílem této zprávy je stručné zhodnocení a okomentování výsledků emisního měření spalování různých typů paliv v malém stacionárním zdroji a zejména pak výsledků a porovnání emisí ze spalování hnědého uhlí a ostatních typů paliv, spolu s porovnáním emisí na monitorovaném zdroji a zdroji novém.

Co bylo úkolem projektu

Úkolem uvedeného projektu VaV SM 9/9/04 byl monitoring vytípaného reprezentativního reálného topeniště o výkonu 35 kW, typ EMKA IV – rošt, rok výroby 1974 při spalování běžných tuzemských paliv: hnědé uhlí, dřevo, palivo z obnovitelných zdrojů – štěpkové granule nebo dřevěné brikety, domácí palivová směs stavebního dřeva, prachového uhlí a kuchyňského odpadu.

Výsledky VaV SM 9/9/04 – analýza jednotlivých znečišťujících látek

Analýza PM₁₀ a PM_{2,5}

Palivo: hnědé uhlí

	PM _{2,5}	PM ₁₀	TSP	
Koncentrace prachu jednotlivých frakcí za normálních podmínek (101325 Pa, 0 °C)	60,1	60,3	524,8	mg.m ⁻³
Zastoupení jednotlivých frakcí prachu v TSP	11	11	100	%
Zastoupení frakce PM _{2,5} ve frakci PM ₁₀	100		--	%
Hmotnostní tok	0,009	0,009	0,077	kg.h ⁻¹

Palivo: polenové dřevo

	PM _{2,5}	PM ₁₀	TSP	
Koncentrace prachu jednotlivých frakcí za normálních podmínek (101325 Pa, 0 °C)	29,7	29,8	114,6	mg.m ⁻³
Zastoupení jednotlivých frakcí prachu v TSP	26	26	100	%
Zastoupení frakce PM _{2,5} ve frakci PM ₁₀	100		--	%
Hmotnostní tok	0,004	0,004	0,016	kg.h ⁻¹

Palivo: dřevěné brikety

	PM _{2,5}	PM ₁₀	TSP	
Koncentrace prachu jednotlivých frakcí za normálních podmínek (101325 Pa, 0 °C)	12,1	12,3	68,5	mg.m ⁻³
Zastoupení jednotlivých frakcí prachu v TSP	18	18	100	%
Zastoupení frakce PM _{2,5} ve frakci PM ₁₀	98		--	%
Hmotnostní tok	0,002	0,002	0,010	kg.h ⁻¹

Palivo: směs paliv + odpad

	PM _{2,5}	PM ₁₀	TSP	
Koncentrace prachu jednotlivých frakcí za normálních podmínek (101325 Pa, 0 °C)	34,6	39,9	153,5	mg.m ⁻³
Zastoupení jednotlivých frakcí prachu v TSP	23	26	100	%
Zastoupení frakce PM _{2,5} ve frakci PM ₁₀	87		--	%
Hmotnostní tok	0,005	0,005	0,021	kg.h ⁻¹

Analýza SO₂, NO₂ (NO_x), CO a TOC

Hnědě uhlí, 29.11.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_N [mg.m ⁻³]	Střední koncentrace c_{TSN} [mg.m ⁻³]	$V_N = 146 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$		
			Hmotnostní tok M [kg.h ⁻¹]	Výrobní emise E [kg.t ⁻¹]	Výrobní emise E [kg.GJ ⁻¹]
SO ₂	473 ± 149	1050 ± 331	0,069 ± 0,024	12,05	0,549
NO _x	265 ± 30	588 ± 66	0,039 ± 0,007	6,76	0,308
CO	2278 ± 71	5058 ± 158	0,333 ± 0,051	58,09	2,646
TOC	1865 ± 60	4140 ± 134	0,272 ± 0,042	47,54	2,166

Palivové dřevo, 30.11.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_N [mg.m ⁻³]	Střední koncentrace c_{TSN} [mg.m ⁻³]	$V_N = 135 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$		
			Hmotnostní tok M [kg.h ⁻¹]	Výrobní emise E [kg.t ⁻¹]	Výrobní emise E [kg.GJ ⁻¹]
SO ₂	56 ± 53	154 ± 146	0,008 ± 0,007	1,00	0,058
NO _x	61 ± 29	167 ± 79	0,008 ± 0,004	1,08	0,063
CO	2619 ± 81	7174 ± 220	0,354 ± 0,054	46,53	2,716
TOC	1109 ± 37	3036 ± 102	0,150 ± 0,023	19,69	1,150

Dřevěné brikety, 1.12.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_N [mg.m ⁻³]	Střední koncentrace c_{TSN} [mg.m ⁻³]	$V_N = 152 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$		
			Hmotnostní tok M [kg.h ⁻¹]	Výrobní emise E [kg.t ⁻¹]	Výrobní emise E [kg.GJ ⁻¹]
SO ₂	62 ± 54	141 ± 124	0,009 ± 0,008	1,34	0,079
NO _x	73 ± 31	168 ± 71	0,011 ± 0,005	1,59	0,094
CO	1680 ± 53	3855 ± 122	0,255 ± 0,039	36,49	2,159
TOC	274 ± 19	629 ± 44	0,042 ± 0,007	5,96	0,353

Směs paliv + domovní odpad, 2.12.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_N [mg.m ⁻³]	Střední koncentrace c_{TSN} [mg.m ⁻³]	$V_N = 136 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$		
			Hmotnostní tok M [kg.h ⁻¹]	Výrobní emise E [kg.t ⁻¹]	Výrobní emise E [kg.GJ ⁻¹]
SO ₂	99 ± 57	265 ± 153	0,014 ± 0,008	1,88	0,107
NO _x	167 ± 25	445 ± 68	0,023 ± 0,005	3,15	0,180
CO	1985 ± 62	5297 ± 166	0,270 ± 0,041	37,55	2,148
TOC	948 ± 33	2531 ± 88	0,129 ± 0,020	17,94	1,026

Střední hodnoty koncentrací znečišťujících látek jsou vypočteny pro dobu od začátku topného cyklu (zapálení kotle) až do jeho konce. Jako konec topného cyklu byl uvažován stav, kdy byl obsah kyslíku ve spalínách vyšší nežli 19 %.

Analýza PAH

Hnědé uhlí, 29.11.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_s [ng.m ⁻³]	Střední koncentrace $c_{PM_{10}}$ [ng.m ⁻³]	Hmotnostní tok M [mg.h ⁻¹]	Výrobní emise E [mg.t ⁻¹]	Výrobní emise E [mg.GJ ⁻¹]
fluoranthén	73000 ± 29200	158734 ± 63494	10,658 ± 4,394	1796,3	81,84
pyren	66559 ± 26624	144728 ± 57891	9,718 ± 4,007	1637,8	74,61
benzo(a)anthracén	22544 ± 9018	49021 ± 19608	3,291 ± 1,357	554,7	25,27
chrysen	24691 ± 9876	53690 ± 21476	3,605 ± 1,486	607,6	27,68
benzo(b)fluoranthén	13956 ± 5582	30346 ± 12139	2,038 ± 0,840	343,4	15,65
benzo(k)fluoranthén	21471 ± 8588	46687 ± 18675	3,135 ± 1,292	528,3	24,07
benzo(a)pyren	21471 ± 8588	46687 ± 18675	3,135 ± 1,292	528,3	24,07
dibenzo(a,h)anthracén	1718 ± 687	3735 ± 1494	0,251 ± 0,103	42,3	1,93
benzo(g,h,i)perylen	8910 ± 3564	19375 ± 7750	1,301 ± 0,536	219,3	9,99
indeno(1,2,3-cd)pyren	8696 ± 3478	18908 ± 7563	1,270 ± 0,523	214,0	9,75

Polenové dřevo, 30.11.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_s [ng.m ⁻³]	Střední koncentrace $c_{PM_{10}}$ [ng.m ⁻³]	Hmotnostní tok M [mg.h ⁻¹]	Výrobní emise E [mg.t ⁻¹]	Výrobní emise E [mg.GJ ⁻¹]
fluoranthén	42412 ± 16965	116158 ± 46463	5,726 ± 2,361	753,4	43,98
pyren	49076 ± 19631	134412 ± 53765	6,625 ± 2,732	871,8	50,89
benzo(a)anthracén	7876 ± 3151	21572 ± 8629	1,063 ± 0,438	139,9	8,17
chrysen	12118 ± 4847	33188 ± 13275	1,636 ± 0,674	215,2	12,57
benzo(b)fluoranthén	4786 ± 1915	13109 ± 5244	0,646 ± 0,266	85,0	4,96
benzo(k)fluoranthén	6665 ± 2666	18253 ± 7301	0,900 ± 0,371	118,4	6,91
benzo(a)pyren	9088 ± 3635	24891 ± 9956	1,227 ± 0,506	161,4	9,42
dibenzo(a,h)anthracén	545 ± 218	1493 ± 597	0,074 ± 0,030	9,7	0,57
benzo(g,h,i)perylen	6059 ± 2424	16594 ± 6638	0,818 ± 0,337	107,6	6,28
indeno(1,2,3-cd)pyren	6665 ± 2666	18253 ± 7301	0,900 ± 0,371	118,4	6,91

Dřevěné brikety, 1.12.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_s [ng.m ⁻³]	Střední koncentrace $c_{PM_{10}}$ [ng.m ⁻³]	Hmotnostní tok M [mg.h ⁻¹]	Výrobní emise E [mg.t ⁻¹]	Výrobní emise E [mg.GJ ⁻¹]
fluoranthén	13827 ± 5531	30779 ± 12312	2,102 ± 0,867	283,6	16,78
pyren	12675 ± 5070	28214 ± 11286	1,927 ± 0,794	259,9	15,38
benzo(a)anthracén	2189 ± 876	4873 ± 1949	0,333 ± 0,137	44,9	2,66
chrysen	2881 ± 1152	6412 ± 2565	0,438 ± 0,181	59,1	3,50
benzo(b)fluoranthén	1959 ± 784	4360 ± 1744	0,298 ± 0,123	40,2	2,38
benzo(k)fluoranthén	1844 ± 737	4104 ± 1642	0,280 ± 0,116	37,8	2,24
benzo(a)pyren	2074 ± 830	4617 ± 1847	0,315 ± 0,130	42,5	2,52
dibenzo(a,h)anthracén	173 ± 69	385 ± 154	0,026 ± 0,011	3,5	0,21
benzo(g,h,i)perylen	1383 ± 553	3078 ± 1231	0,210 ± 0,087	28,4	1,68
indeno(1,2,3-cd)pyren	1613 ± 645	3591 ± 1436	0,245 ± 0,101	33,1	1,96

Směs paliv + domovní odpad, 2.12.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_s [ng.m ⁻³]	Střední koncentrace $c_{PM_{10}}$ [ng.m ⁻³]	Hmotnostní tok M [mg.h ⁻¹]	Výrobní emise E [mg.t ⁻¹]	Výrobní emise E [mg.GJ ⁻¹]
fluoranthén	92034 ± 36814	239994 ± 95998	12,517 ± 5,161	1680,1	96,11
pyren	90194 ± 36077	235194 ± 94078	12,266 ± 5,058	1646,5	94,19
benzo(a)anthracén	29451 ± 11780	76798 ± 30719	4,005 ± 1,651	537,6	30,76
chrysen	38654 ± 15462	100797 ± 40319	5,257 ± 2,168	705,6	40,37
benzo(b)fluoranthén	19327 ± 7731	50399 ± 20159	2,628 ± 1,084	352,8	20,18
benzo(k)fluoranthén	18407 ± 7363	47999 ± 19200	2,503 ± 1,032	336,0	19,22
benzo(a)pyren	24849 ± 9940	64798 ± 25919	3,379 ± 1,393	453,6	25,95
dibenzo(a,h)anthracén	2393 ± 957	6240 ± 2496	0,325 ± 0,134	43,7	2,50
benzo(g,h,i)perylen	19327 ± 7731	50399 ± 20159	2,628 ± 1,084	352,8	20,18
indeno(1,2,3-cd)pyren	19327 ± 7731	50399 ± 20159	2,628 ± 1,084	352,8	20,18

Analýza PCDD/PCDF a PCB

Střední hodnoty hmotnostní koncentrace PCDD/F, hmotnostní toky a výrobní emise.

Vzorek	c_N PCDD/F (TEQ) [ng.m ⁻³]	c_{SN} PCDD/F (TEQ) [ng.m ⁻³]	Hmotnostní tok M [ng.h ⁻¹]	Výrobní emise (TEQ) E [ng.t ⁻¹]	Výrobní emise (TEQ) E [ng.GJ ⁻¹]
29.11.05, hnědý uhlí	0,0162 ± 0,0065	0,0352 ± 0,0141	2,37 ± 0,98	399	18,2
30.11.05, dřevo	0,0081 ± 0,0033	0,0222 ± 0,0090	1,09 ± 0,46	144	8,4
1.12.05, brikety	0,0174 ± 0,007	0,0387 ± 0,0156	2,64 ± 1,10	357	21,1
2.12.05, směs paliv	0,027 ± 0,0108	0,0704 ± 0,0282	3,67 ± 1,51	493	28,2

Střední hodnoty hmotnostní koncentrace PCB, hmotnostní toky a výrobní emise.

Vzorek	c_N PCB (TEQ) [ng.m ⁻³]	c_{SN} PCB (TEQ) [ng.m ⁻³]	Hmotnostní tok M [ng.h ⁻¹]	Výrobní emise (TEQ) E [ng.t ⁻¹]	Výrobní emise (TEQ) E [ng.GJ ⁻¹]
29.11.05, hnědý uhlí	0,0018 ± 0,0008	0,0039 ± 0,0017	0,26 ± 0,12	44	2,02
30.11.05, dřevo	0,0007 ± 0,0003	0,0019 ± 0,0008	0,09 ± 0,04	12	0,73
1.12.05, brikety	0,0013 ± 0,0006	0,0029 ± 0,0013	0,20 ± 0,09	27	1,58
2.12.05, směs paliv	0,0026 ± 0,0011	0,0068 ± 0,0029	0,35 ± 0,15	47	2,72

Analýza těžkých kovů (kromě rtuti)

Hnědé uhlí, 29.11.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace $c_{\text{St}} [\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	Střední koncentrace $c_{\text{PM}_{10}} [\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	Hmotnostní tok $M [\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}]$	Výrobní emise $E [\text{mg}\cdot\text{t}^{-1}]$	Výrobní emise $E [\text{mg}\cdot\text{GJ}^{-1}]$
As	$13,5782 \pm 2,7156$	$30,1430 \pm 6,0286$	$1,98242 \pm 0,44328$	334,116	15,2217
Be	$0,0136 \pm 0,0027$	$0,0301 \pm 0,0060$	$0,00198 \pm 0,00044$	0,334	0,0152
Cd	$(0,0309)$	$(0,0685)$	$(0,00451)$	$(0,759)$	$(0,0346)$
Co	$0,1081 \pm 0,0216$	$0,2400 \pm 0,0480$	$0,01579 \pm 0,00353$	2,661	0,1212
Cr	$0,4197 \pm 0,0839$	$0,9317 \pm 0,1863$	$0,06127 \pm 0,01370$	10,327	0,4705
Cu	$0,3950 \pm 0,0790$	$0,8769 \pm 0,1754$	$0,05767 \pm 0,01290$	9,720	0,4428
Mn	0	0	0	0	0
Ni	$1,4566 \pm 0,2913$	$3,2335 \pm 0,6467$	$0,21266 \pm 0,04755$	35,842	1,6329
Pb	$4,6487 \pm 0,9297$	$10,3199 \pm 2,0640$	$0,67871 \pm 0,15176$	114,389	5,2114
Sb	$0,1852 \pm 0,0370$	$0,4110 \pm 0,0822$	$0,02703 \pm 0,00604$	4,556	0,2076
Se	$0,4938 \pm 0,0988$	$1,0961 \pm 0,2192$	$0,07209 \pm 0,01612$	12,150	0,5535
Sn	$0,1975 \pm 0,0395$	$0,4384 \pm 0,0877$	$0,02884 \pm 0,00645$	4,860	0,2214
Te	$(0,0309)$	$(0,0685)$	$(0,00451)$	$(0,759)$	$(0,0346)$
Tl	$(0,0309)$	$(0,0685)$	$(0,00451)$	$(0,759)$	$(0,0346)$
V	$(0,0123)$	$(0,0274)$	$(0,00180)$	$(0,304)$	$(0,0138)$
Zn	$6,7521 \pm 1,3504$	$14,9893 \pm 2,9979$	$0,98580 \pm 0,22043$	166,147	7,5693

Polenové dřevo, 30.11.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace $c_{\text{St}} [\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	Střední koncentrace $c_{\text{PM}_{10}} [\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}]$	Hmotnostní tok $M [\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}]$	Výrobní emise $E [\text{mg}\cdot\text{t}^{-1}]$	Výrobní emise $E [\text{mg}\cdot\text{GJ}^{-1}]$
As	$3,9763 \pm 0,7953$	$10,8903 \pm 2,1781$	$0,53679 \pm 0,12003$	70,631	4,1232
Be	$(0,0018)$	$(0,0050)$	$(0,00025)$	$(0,033)$	$(0,0019)$
Cd	$0,4124 \pm 0,0825$	$1,1294 \pm 0,2259$	$0,05567 \pm 0,01245$	7,325	0,4276
Co	$0,0063 \pm 0,0013$	$0,0173 \pm 0,0035$	$0,00085 \pm 0,00019$	0,112	0,0066
Cr	$0,1988 \pm 0,0398$	$0,5445 \pm 0,1089$	$0,02684 \pm 0,00600$	3,532	0,2062
Cu	$0,8836 \pm 0,1767$	$2,4201 \pm 0,4840$	$0,11929 \pm 0,02667$	15,696	0,9163
Mn	$0,9572 \pm 0,1914$	$2,6217 \pm 0,5243$	$0,12923 \pm 0,02890$	17,004	0,9926
Ni	$1,0898 \pm 0,2180$	$2,9847 \pm 0,5969$	$0,14712 \pm 0,03290$	19,358	1,1301
Pb	$3,4358 \pm 0,6872$	$9,4100 \pm 1,8820$	$0,46383 \pm 0,10372$	61,030	3,5628
Sb	$0,0641 \pm 0,0128$	$0,1755 \pm 0,0351$	$0,00865 \pm 0,00193$	1,138	0,0664
Se	$0,2872 \pm 0,0574$	$0,7865 \pm 0,1573$	$0,03877 \pm 0,00867$	5,101	0,2978
Sn	$(0,0368)$	$(0,1008)$	$(0,00497)$	$(0,654)$	$(0,0382)$
Te	$(0,0184)$	$(0,0504)$	$(0,00249)$	$(0,327)$	$(0,0191)$
Tl	$(0,0184)$	$(0,0504)$	$(0,00249)$	$(0,327)$	$(0,0191)$
V	$(0,0074)$	$(0,0202)$	$(0,00099)$	$(0,131)$	$(0,0076)$
Zn	$6,3841 \pm 1,2768$	$17,4850 \pm 3,4970$	$0,86185 \pm 0,19272$	113,402	6,6201

Hodnoty koncentrací těžkých kovů byly analyzovány v pevné fázi ve frakci tuhých částic PM 2,5.

Dřevěné brikety, 1.12.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_s [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Střední koncentrace $c_{\text{PM}_{10}}$ [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Hmotnostní tok M [$\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}$]	Výrobní emise E [$\text{mg}\cdot\text{t}^{-1}$]	Výrobní emise E [$\text{mg}\cdot\text{GJ}^{-1}$]
As	$0,9793 \pm 0,1959$	$2,2465 \pm 0,4493$	$0,14885 \pm 0,03328$	20,083	1,1884
Be	(0,0038)	(0,0086)	(0,00057)	(0,077)	(0,0046)
Cd	$1,0546 \pm 0,2109$	$2,4193 \pm 0,4839$	$0,16030 \pm 0,03585$	21,628	1,2798
Co	0	0	0	0	0
Cr	$0,1808 \pm 0,0362$	$0,4147 \pm 0,0829$	$0,02748 \pm 0,00614$	3,708	0,2194
Cu	$0,7834 \pm 0,1567$	$1,7972 \pm 0,3594$	$0,11908 \pm 0,02663$	16,067	0,9507
Mn	$0,7533 \pm 0,1507$	$1,7281 \pm 0,3456$	$0,11450 \pm 0,02560$	15,449	0,9141
Ni	$0,2712 \pm 0,0542$	$0,6221 \pm 0,1244$	$0,04122 \pm 0,00922$	5,562	0,3291
Pb	$10,3444 \pm 2,0689$	$23,7303 \pm 4,7461$	$1,57235 \pm 0,35159$	212,143	12,5528
Sb	(0,0377)	(0,0864)	(0,00573)	(0,772)	(0,0457)
Se	$0,1808 \pm 0,0362$	$0,4147 \pm 0,0829$	$0,02748 \pm 0,00614$	3,708	0,2194
Sn	(0,0753)	(0,1728)	(0,01145)	(1,545)	(0,0914)
Te	(0,0377)	(0,0864)	(0,00573)	(0,772)	(0,0457)
Tl	(0,0377)	(0,0864)	(0,00573)	(0,772)	(0,0457)
V	(0,0151)	(0,0346)	(0,00229)	(0,309)	(0,0183)
Zn	$57,5075 \pm 11,5015$	$131,9232 \pm 26,3846$	$8,74115 \pm 1,95458$	1179,361	69,7847

Směs paliv, 2.12.2005

Znečišťující látka	Střední koncentrace c_s [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Střední koncentrace $c_{\text{PM}_{10}}$ [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	Hmotnostní tok M [$\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}$]	Výrobní emise E [$\text{mg}\cdot\text{t}^{-1}$]	Výrobní emise E [$\text{mg}\cdot\text{GJ}^{-1}$]
As	$4,7473 \pm 0,9495$	$12,6680 \pm 2,5336$	$0,64564 \pm 0,14437$	86,663	4,9578
Be	(0,0028)	(0,0075)	(0,00038)	(0,052)	(0,0030)
Cd	$0,8364 \pm 0,1673$	$2,2320 \pm 0,4464$	$0,11375 \pm 0,02544$	15,269	0,8735
Co	$0,0289 \pm 0,0058$	$0,0772 \pm 0,0154$	$0,00394 \pm 0,00088$	0,528	0,0302
Cr	(0,0452)	(0,1206)	(0,00615)	(0,825)	(0,0472)
Cu	(0,0283)	(0,0754)	(0,00384)	(0,516)	(0,0295)
Mn	$1,0173 \pm 0,2035$	$2,7146 \pm 0,5429$	$0,13835 \pm 0,03094$	18,571	1,0624
Ni	$2,0120 \pm 0,4024$	$5,3688 \pm 1,0738$	$0,27363 \pm 0,06118$	36,728	2,1012
Pb	$19,1769 \pm 3,8354$	$51,1726 \pm 10,2345$	$2,60806 \pm 0,58318$	350,076	20,0272
Sb	$0,3278 \pm 0,0656$	$0,8747 \pm 0,1749$	$0,04458 \pm 0,00997$	5,984	0,3423
Se	$0,4182 \pm 0,0836$	$1,1160 \pm 0,2232$	$0,05688 \pm 0,01272$	7,635	0,4368
Sn	$0,7799 \pm 0,1560$	$2,0812 \pm 0,4162$	$0,10607 \pm 0,02372$	14,237	0,8145
Te	(0,0283)	(0,0754)	(0,00384)	(0,516)	(0,0295)
Tl	(0,0283)	(0,0754)	(0,00384)	(0,516)	(0,0295)
V	(0,0113)	(0,0302)	(0,00154)	(0,206)	(0,0118)
Zn	$586,8258 \pm 117,3652$	$1565,912 \pm 313,1823$	$79,80831 \pm 17,84568$	10712,525	612,8447

Hodnoty koncentrací těžkých kovů byly analyzovány v pevné fázi ve frakci tuhých částic PM 2,5.

Analýza rtuti

Střední hodnoty celkové hmotnostní koncentrace rtuti, hmotnostní toky a výrobní emise.

Palivo	Střední koncentrace c_s [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$]	Střední koncentrace $c_{\text{PM}_{10}}$ [$\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$]	Hmotnostní tok M [$\text{mg}\cdot\text{h}^{-1}$]	Výrobní emise E [$\text{mg}\cdot\text{t}^{-1}$]	Výrobní emise E [$\text{mg}\cdot\text{GJ}^{-1}$]
Hnědé uhlí	899 ± 360	1997 ± 799	$0,131 \pm 0,054$	22,1	1,008
Palivové dřevo	284 ± 113	777 ± 311	$0,038 \pm 0,016$	5,0	0,294
Dřevěné brikety	784 ± 314	1799 ± 720	$0,119 \pm 0,049$	16,1	0,951
Směs paliv	376 ± 150	1002 ± 401	$0,051 \pm 0,021$	6,9	0,392

Hodnoty koncentrací rtuti byly analyzovány v plynné fázi a v pevné fázi ve frakci tuhých částic PM 10.

Komentář ze zprávy pracovníků MŽP

Zpráva hned na úvod zdůrazňuje, že analýza byla prováděna na kotli z roku 1974, a tudíž by situace v kvalitě ovzduší, při podpoře inovace spalovacích zařízení v domácích kotelnách, mohla být výrazněji lepší třeba i při zachování stávajícího poměru paliv.

Následující tabulka představuje poměr množství znečišťujících látek emitovaných při použití různých paliv v malém stacionárním zdroji, ve vztahu ke spalování hnědého uhlí.

Emisní charakteristiky jednotlivých typů paliv při stejném provozu zdroje – podíl koncentrace ve vlhkém plynu za normálních podmínek jednotlivých paliv vůči hnědému uhlí

Znečišťující látka	Hnědé uhlí	Palivové dřevo	Dřevěné brikety	Směs paliv a odpadu
SO ₂	100 %	12 %	13 %	21 %
NO ₂	100 %	23 %	28 %	63 %
CO	100 %	115 %	74 %	87 %
TOC	100 %	59 %	15 %	51 %
PM _{2,5}	100 %	49 %	20 %	58 %
PM ₁₀	100 %	50 %	20 %	66 %
TZL	100 %	22 %	13 %	29 %
PAH, jen B(a)P	100 %	42 %	10 %	116 %
PCDD/F	100 %	50 %	107 %	167 %
PCB	100 %	39 %	72 %	144 %
As v PM _{2,5}	100 %	29 %	7 %	35 %
Pb v PM _{2,5}	100 %	74 %	223 %	413 %
Zn v PM _{2,5}	100 %	95 %	852 %	8691 %
celková Hg	100 %	32 %	87 %	42 %

Zpráva konstatuje, že se spalováním odpadu (směs paliva a odpadu) to není tak špatné, jak bylo očekáváno. Potvrdilo se zhoršení u perzistentních organických polutantů (POPs) a těžkých kovů. Naopak u všech základních znečišťujících látek a arsenu a rtuti došlo při spalování směsi paliva a odpadu ke zlepšení.

Co se týká spalování obnovitelných zdrojů (palivové dřevo, brikety) došlo ke zlepšení u naprosté většiny znečišťujících látek. Bohužel v nejproblémovější oblasti – emise TZL a POPs nedochází při spalování klasického dřeva k dostačujícím zlepšením.

Analýza prachových částic

Palivo	TSP mg/m ³	PM ₁₀ mg/m ³	PM _{2,5} mg/m ³	TSP %	PM ₁₀ %	PM _{2,5} %	PM _{2,5} /PM ₁₀ %
hnědé uhlí	524,8	60,3	60,3	100	11	11	100
palivové dřevo	114,6	26	26	100	26	26	100
dřevěné brikety	68,5	12,3	12,1	100	18	18	98
směs + odpad	153,5	39,9	34,6	100	26	23	87

Velmi důležitý fakt je, že veškerá použitá paliva emitují hodně TZL a potom až jemnou frakci PM_{2,5} – nevyskytuje se tedy téměř žádná hrubá frakce PM_{2,5}-PM₁₀.

Porovnání emisí z monitorovaného malého zdroje, zdroje nového (typ CARBOROBOT) a emisních limitů pro REZZO 2 (0,5 MW – 5 MW) uvádí následující tabulka.

Porovnání emisí ze spalování hnědého uhlí v tomto a novém zdroji a s emisními limity pro REZZO 2 (v mg/m³)

Typ zdroje	TZL	SO ₂	NO ₂	CO
tento zdroj	524,8	1 050	588	5 058
nový zdroj*	90-210	1 300-2 400	350-620	120-550
REZZO 2	250	2 500	650	650
*Jedná se o kotel typu CARBOROBOT s otáčivým roštem				

Emisní faktory spalovacích zdrojů (dle NV č.352/2002 Sb., Příloha 5)

V následujících tabulkách jsou uvedeny emisní faktory spalovacích zdrojů při spalování tuhých a plyných paliv dle Nařízení vlády č. 352/2002 Sb., Přílohy 5.

Emisní faktory při spalování tuhých paliv

Druh paliva	Druh topeniště	Tepelný výkon kotle	Emisní faktor (kg/t spáleného paliva)					
			TZL	SO ₂	NO _x	CO	Org. látky (jako ΣC)	
všechna tuhá p. mimo černé uhlí a koks	pevný rošt	jakýkoliv	1,0.A _p	19,0.S _p	3,0	45,0	8,90	
černé uhlí a koks		jakýkoliv	1,0.A _p	19,0.S _p	1,5	45,0	8,90	
hnědé uhlí, proplástek, lignit, brikety	pásový rošt	≤ 3 MW	1,9.A _p	19,0.S _p	3,0	5,0	1,29	
		> 3 MW	1,9.A _p	19,0.S _p	3,0	1,0	0,43	
černé uhlí tříděné a prachové, jiná tuhá paliva		≤ 3 MW	1,7.A _p	19,0.S _p	3,0	5,0	1,29	
		> 3 MW	1,7.A _p	19,0.S _p	7,5	1,0	0,43	
všechna tuhá paliva mimo černé uhlí a koks		pásový rošt s pohazovačem	jakýkoliv	5,0.A _p	19,0.S _p	3,0	1,0	0,40
		pohyblivý rošt		3,5.A _p	19,0.S _p	3,0	1,0	0,40
	granulační	8,5.A _p		19,0.S _p	6,0	0,5	0,14	
	výtavné	5,5.A _p		19,0.S _p	15,0	0,5	0,14	
	cyklonové	1,5.A _p		19,0.S _p	27,5	1,0	0,40	

černé uhlí a koks	pásový rošt s pohazovačem	jakýkoliv	5,0.A _p	19,0.S _p	7,5	1,0	0,42
	pohyblivý rošt		3,5.A _p	19,0.S _p	7,5	1,0	0,40
	granulační		8,5.A _p	19,0.S _p	9,0	0,5	0,14
	tavicí		5,5.A _p	19,0.S _p	15,0	0,5	0,14
	cyklonové		1,5.A _p	19,0.S _p	27,5	0,5	0,40
dřevo	jakékoliv	≤ 3 MW	12,5	1,0	3,0	1,0	0,89
		> 3 MW	15,0	1,5	3,0	1,0	0,89

Pozn: A_p a S_p značí obsah popela a síry v původním palivu (%)

Emisní faktory při spalování plyných paliv – zemní plyn

Druh paliva	Druh topeniště	Tepelný výkon kotle	Emisní faktor (kg/t spáleného paliva)				
			TZL	SO ₂	NO _x	CO	Org. látky (jako ΣC)
zemní plyn	jakékoliv	≤ 0,2 MW	20	2,0.S (9,6)	1600	320	64
		> 0,2 MW až do 5 MW včetně	20	2,0.S (9,6)	1920	320	64
		> 5 MW až do 50 MW včetně	20	2,0.S (9,6)	3300	270	24
		> 50 MW až do 100 MW včetně	20	2,0.S (9,6)	4200	270	24
		> 100 MW	20	2,0.S (9,6)	5000	270	8

Pozn: S značí obsah síry v původním vzorku paliva v (mg.m⁻³). Pokud není znám obsah síry S, používají se hodnoty v závorkách.

Porovnání výrobních emisí při spalování hnědého uhlí v zařízení s pevným roštem a v zařízení s otočným válcovým roštem

Parametr	Výrobní emise (kg.t ⁻¹)		
	Druh topeniště – pevný rošt	Druh topeniště – otočný válcový rošt (výkon 24 kW)*	Druh topeniště – otočný válcový rošt (výkon 600 kW)*
TZL	-	0,73	0,687
SO ₂	12,5	17,8	9,09
NO _x (NO ₂)	6,76	3,82	3,69
CO	58,09	5,09	1,40

* Palivo spalované při měření: hnědé uhlí + dřevěná štěpka (poměr 4:1)