



Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Výzkumné energetické centrum

17. listopadu 15/2172

708 33 Ostrava – Poruba

Zpráva č. 34/14

Výpočet emisních faktorů znečišťujících látek pro léta 2001 až 2012 a tři varianty pro rok 2022 na základě experimentálních a statistických dat

Zákazník: Český hydrometeorologický ústav,
Oddělení emisí a zdrojů

Adresa: Na Šabatce 2050/17, 143 06, Praha 412 – Komořany

Vedoucí úkolu: Ing. Jiří Horák, Ph.D.

Vypracoval: Ing. František Hopan, Ph.D.
Ing. Jiří Horák, Ph.D.

Datum vypracování: 5.5.2014

Listů: 13

Rozdělovník: 1 ks archiv VEC
2 ks ČHMÚ

Obsah

1. Úvod	3
2. Vstupní data pro rok 2001	3
3. Srovnání roku 2001 a 2011	7
4. Aproximace podílů uhlí a biomasy spotřebované v různých konstrukcích spalovacích zařízení pro roky 2001 až 2012 a 3 modelové varianty v roce 2022.....	8
5. Přepočet měrných emisí znečišťujících látek na emisní faktory znečišťujících látek	8
6. Použitá literatura.....	13

Seznam tabulek

tab. č. 1 Počty domácností vytápěné tuhými palivy a procentuální zastoupení pro rok 2001	4
tab. č. 2 Odhad počtu provozovaných spalovacích zařízení v ČR v roce 2001	4
tab. č. 3 Odhad typu paliva používaného pro danou konstrukci zařízení v roce 2001 ...	5
tab. č. 4 Odhady počtů domácností v členění na podle typu paliva a typu domácnosti v roce 2001	5
tab. č. 5 Roční spotřeba paliv průměrných domácností, reálně dosahované účinnosti spalovacích zařízení v roce 2001	6
tab. č. 6 Odhad zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy pro rok 2001	6
tab. č. 7 Odhad průměrné účinnosti kotlů pro uhlí a biomasy v roce 2001	7
tab. č. 8 Porovnání odhadů výsledného zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy a průměrná účinnost kotlů pro rok 2001 a rok 2011.....	7
tab. č. 9 Odhad zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy pro léta 2001 až 2012 a 3 modelové varianty v roce 2022	8
tab. č. 10 Sady vypočtených emisních faktorů pro hnědé uhlí pro roky 2001 až 2012 a 3 modelové varianty pro rok 2022.....	10
tab. č. 11 Sady vypočtených emisních faktorů pro černé uhlí pro roky 2001 až 2012 a 3 modelové varianty pro rok 2022.....	11
tab. č. 12 Sady vypočtených emisních faktorů pro biomasu pro roky 2001 až 2012 a 3 modelové varianty pro rok 2022.....	12

1. Úvod

Tato zpráva navazuje na „Metodiku stanovení „váhy“ typu paliva a typu spalovacího zařízení pro výpočet emisních faktorů znečišťujících látek měrných emisí znečišťujících látek“ (dále jen metodika). Tato metodika popisuje způsob přepočtu experimentálně stanovených měrných emisí znečišťujících látek (ME) na emisní faktory znečišťujících látek (EF) pro vytápění českých domácností tuhými palivy pomocí metody váženého průměrování zastoupení využití různých konstrukcí kotlů pro uhlí a dřevo. Metodika prezentuje postup přepočtu ME na EF na příkladu roku 2011. Dále je v metodice představen odhad situace v roce 2022 pomocí tří možných scénářů (variant).

Varianta 1 – „optimalistická“ – předpokládá cca 30ti %ní snížení celkového počtu spalovacích zařízení na tuhá paliva, podstatné snížení počtu provozovaných odhořivacích a prohořivacích kotlů a také předpokládá určité navýšení počtu automatických a zplyňovacích kotlů.

Varianta 2 – „ideální“ nebo spíše „idealistická“ – předpokládá téměř 50ti %ní snížení celkového počtu spalovacích zařízení na tuhá paliva, vyřazení z provozu všech odhořivacích a prohořivacích kotlů a nárůst počtu automatických a zplyňovacích kotlů.

Varianta 3 – „střízlivá“ – předpokládá setrvalý celkový počet provozovaných spalovacích zařízení na tuhá paliva, při mírném snížení počtu odhořivacích kotlů, podstatném snížení počtu prohořivacích kotlů a nárůstem počtu automatických a zplyňovacích kotlů.

Stejným postupem jsou v této zprávě prezentovány postupy přepočtu ME na EF pro roky 2001 až 2012 a následně jsou prezentovány výsledné EF stanovené na základě dostupných ME a uvedené metodiky pro léta 2001 až 2012 a dále pro všechny tři varianty predikcí pro rok 2022.

2. Vstupní data pro rok 2001

Hlavním vodítkem pro stanovení odhadu byly informace získané Českým statistickým úřadem při Sčítání lidu, domů a bytů. Z těchto dat bylo odvozeno, že v české republice je přibližně 740 000 domácností spalujících tuhá paliva. Dále bylo odvozeno rozdělení těchto domácností na podle bytů v rodinných a bytových domech a také podle hlavního používaného paliva (uhlí, biomasa). Rozdělení je uvedeno v tab. č. 1.

		bytů v rodinných domech		bytů v bytových domech		uhlí celkem	biomasa celkem
		uhlí	biomasa	uhlí	biomasa		
počet	bytů	471 813	149 142	100 923	18 161	572 736	167 303
celkem	bytů	740 039					
uhlí	%	82,4		17,6			
biomasa	%		89,1		10,9		

tab. č. 1 Počty domácností vytápěné tuhými palivy a procentuální zastoupení pro rok 2001

Dalším vodítkem jsou data Asociace podniků topenářské techniky, která vykazuje prodeje spalovacích zařízení v ČR. Tato data jsou členěna na ocelové kotle na tuhá paliva, litinové kotle na tuhá paliva, automatické kotle na uhlí, speciální kotle na dřevo, automatické kotle na pelety. Toto členění plně nekoresponduje s rozčleněním, které je potřeba pro účely této metodiky, kde jsou potřebná data dělená podle konstrukce spalovacího zařízení. Proto je předpokládáno, že většina ocelových kotlů je vyráběna jako odhořivací, většina litinových kotlů je vyráběna jako prohořivací a speciální kotle na dřevo jsou většinou zplyňovací kotle. Podle těchto údajů byly odhadnuty počty spalovacích zařízení v domácnostech v roce 2001. Počty jednotlivých konstrukcí byly upravovány tak, aby jejich celkový počet byl 740 000. Je nutno podotknout, že kategorie litinových kotlů byla navýšena, neboť je předpokládáno, že v roce 2001 bylo v provozu velké množství lokálních topidel, které pracují s prohořivacím způsobem spalování. Výsledný odhad je uveden jako .tab. č. 2.

	počet	zastoupení
	ks	%
ocelové kotle (převážně odhořivací)	480 000	64,9
litinové kotle (převážně prohořivací)	220 000	29,7
automatické kotle na uhlí	0	0,0
speciální kotle na dřevo (zplyňovací)	40 000	5,4
automatické kotle na pelety	0	0,0
celkem	740 000	100,0

tab. č. 2 Odhad počtu provozovaných spalovacích zařízení v ČR v roce 2001

Problematické je, že odhořivací a prohořivací kotle jsou provozovány na uhlí a také na biomasu a neexistují žádná dostupná data, která by dokázala odpovědět na otázku kolik procent odhořivacích kotlů je provozováno na uhlí a kolik na biomasu. Stejně tak u prohořivacích kotlů je nutno odpovědět na stejnou otázku. Z tohoto důvodu bylo toto

rozdělení provedeno odhadem. Výsledné rozdělení je uvedeno v tab. č. 3. Byla provedena citlivostní analýza zvoleného procentuálního rozdělení na výsledné emisní faktory a je možno konstatovat, že při posunutí rozdělení uhlí vs. biomasa o 10 % se výsledné emisní faktory změní jen nepatrně.

	uhlí	biomasa	suma
	%	%	%
ocelové kotle (převážně odhořivací)	90	10	100
liti nové kotle (převážně prohořivací)	64	36	100
automatické kotle na uhlí	100	-	100
speciální kotle na dřevo (zplyňovací)	-	100	100
automatické kotle na pelety	-	100	100

tab. č. 3 Odhad typu paliva používaného pro danou konstrukci zařízení v roce 2001

Následně byla z výše uvedených dat vytvořena tab. č. 4, ve které jsou rozpočítány počty domácností podle používané konstrukce spalovacího zařízení, podle používaného paliva a podle typu domácnosti.

typ konstrukce spalovacího zařízení	počty zařízení na		počet bytů v rodinných domech		počet bytů v bytových domech	
	uhlí	biomasa	uhlí	biomasa	uhlí	biomasa
	ks	ks	ks	ks	ks	ks
ocelové kotle (převážně odhořivací)	432 000	48 000	355 876	42 790	76 124	5 210
liti nové kotle (převážně prohořivací)	140 800	79 200	115 989	70 603	24 811	8 597
automatické kotle na uhlí	0	0	0	0	0	0
speciální kotle na dřevo (zplyňovací)	0	40 000	0	35 658	0	4 342
automatické kotle na pelety	0	0	0	0	0	0
celkem	572 800	167 200	471 866	149 050	100 934	18 150
					740 000	

tab. č. 4 Odhady počtů domácností v členění na podle typu paliva a typu domácnosti v roce 2001

V dalším kroku byly spočteny spotřeby paliv jednotlivých typů domácností dle jejich velikosti, používaného paliva a používané konstrukce spalovacího zařízení. Přičemž byly použity údaje tepelné spotřeby průměrného bytu v rodinném domě a bytovém domě, dále pak výhřevnost paliva (uhlí a biomasa). Tyto údaje byly převzaty z doposud používané metodiky ČHMÚ (Metodika provádění emisní bilance malých zdrojů od r. 2001) [1]. Účinnosti spalovacích zařízení byly převzaty z publikace „Malé teplovodní kotle na pevná paliva“ autor Zdeněk Lyčka - strana 90 [2]. Výsledné spotřeby jsou uvedeny v tab. č. 5.

typ konstrukce spalovacího zařízení		bytů v rodinných domech		bytů v bytových domech		účinnost spalovacích zařízení	
		uhlí	biomasa	uhlí	biomasa	uhlí	biomasa
		tun paliva/rok byt				%	
ocelové kotle (převážně odhořivací)		4,1	5,7	2,6	3,5	60	60
litiinové kotle (převážně prohořivací)		4,1	6,2	2,6	3,8	60	55
automatické kotle na uhlí		3,1	4,2	1,9	2,6	80	-
speciální kotle na dřevo (zplyňovací)		3,3	4,5	2,1	2,8	-	75
automatické kotle na pelety		2,9	4,0	1,8	2,5	-	85
tepelná spotřeba jednoho bytu	GJ/byt za rok -->	49,6		30,9			
Výhřevnost paliva	GJ/tunu -->	19,95	14,6	19,95	14,6		

tab. č. 5 Roční spotřeba paliv průměrných domácností, reálně dosahované účinnosti spalovacích zařízení v roce 2001

Na základě tab. č. 4 a tab. č. 5 byly vypočítány celkové spotřeby paliv v roce 2001 viz tab. č. 6. Je nutno podotknout, že hodnoty uvedené v tab. č. 6 se neshodují s údaji v oficiálních bilancích ČHMÚ zejména díky faktu, že byly použity rozdílné účinnosti spalovacích zařízení.

typ konstrukce spalovacího zařízení	bytů v rodinných domech		bytů v bytových domech		celkem		uhlí	biomasa
	uhlí	biomasa	uhlí	biomasa	uhlí	biomasa		
	t/rok				t/rok		%	
ocelové kotle (převážně odhořivací)	1 474 642	242 279	196 510	18 379	1 671 152	260 658	75,4	28,8
litiinové kotle (převážně prohořivací)	480 624	436 101	64 048	33 083	544 672	469 184	24,6	51,9
automatické kotle na uhlí	-	-	-	-	-	-	-	-
speciální kotle na dřevo (zplyňovací)	-	161 519	-	12 253	-	173 772	-	19,2
automatické kotle na pelety	-	-	-	-	-	-	-	-
Celkem	1 955 266	839 899	260 557	63 715	2 215 824	903 614	100,0	100,0

tab. č. 6 Odhad zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy pro rok 2001

Výsledkem je tab. č. 7, kde jsou shrnuty odhady průměrné účinnosti kotlů a podíly paliv spotřebovaných v dané konstrukci spalovacího zařízení.

typ konstrukce spalovacího zařízení	účinnost spalovacích zařízení		podíl konstrukce na spotřebě paliva	
	uhlí	biomasa	uhlí	biomasa
	%		%	
ocelové kotle (převážně odhořivací)	60	60	75,4	28,8
litinové kotle (převážně prohořivací)	60	55	24,6	51,9
automatické kotle na uhlí	80	-	-	-
speciální kotle na dřevo (zplyňovací)	-	75	-	19,2
automatické kotle na pelety	-	85	-	-
Průměrná účinnost kotlů	60,0	60,3		

tab. č. 7 Odhad průměrné účinnosti kotlů pro uhlí a biomasy v roce 2001

3. Srovnání roku 2001 a 2011

Postupy výpočtu výsledných dat za rok 2011 je uveden v odkazované metodice a postup výpočtu výsledných dat za rok 2001 je uveden v předchozí kapitole. V tab. č. 8 jsou shrnuty výsledné odhady zastoupení typů konstrukcí zařízení na spotřebě uhlí a biomasy za rok 2001 a rok 2011.

typ konstrukce spalovacího zařízení	podíl konstrukce na spotřebě paliva v roce 2001		podíl konstrukce na spotřebě paliva v roce 2011	
	uhlí	biomasa	uhlí	biomasa
	%		%	
ocelové kotle (převážně odhořivací)	75,4	28,8	83,0	10,8
litinové kotle (převážně prohořivací)	24,6	51,9	14,7	66,7
automatické kotle na uhlí	-	-	2,3	-
speciální kotle na dřevo (zplyňovací)	-	19,2	-	20,3
automatické kotle na pelety	-	-	-	2,2
Průměrná účinnost kotlů	60,0	60,3	60,5	60,3

tab. č. 8 Porovnání odhadů výsledného zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy a průměrná účinnost kotlů pro rok 2001 a rok 2011.

Z uvedeného srovnání je patrné, že se poměrná spotřeba paliv v jednotlivých konstrukcích spalovacích zařízení mírně mění. Je to dáno změnou celkového množství provozovaných spalovacích zařízení, změnou cen paliv, legislativními opatřeními, vstupem moderních spalovacích zařízení na trh topenářské techniky apod. V dalším kroku bylo přistoupeno k aproximaci těchto podílů a byly touto metodou vypočteny podíly pro roky 2002 až 2010.

4. Aproximace podílů uhlí a biomasy spotřebované v různých konstrukcích spalovacích zařízení pro roky 2001 až 2012 a 3 modelové varianty v roce 2022

Z odhadů zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy pro rok 2001 a 2011 byla aproximována data pro léta 2002 až 2010. Pro rok 2012 byly použity stejné hodnoty zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy jako v roce 2011. Výsledné hodnoty jsou uvedeny v tab. č. 9.

rok		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2022 v1	2022 v2	2022 v3	
uhlí	ocelové kotle (převážně odhořivací)	%	75,4	76,4	76,5	76,7	77,6	78,2	78,8	80,0	80,9	81,9	83,0	83,0	42,8	-	67,1
	litinové kotle (převážně prohořivací)	%	24,6	23,4	23,2	22,9	21,8	21,0	20,1	18,7	17,5	16,2	14,7	14,7	9,6	-	4,9
	automatické kotle na uhlí	%	-	0,1	0,3	0,5	0,6	0,8	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,3	47,6	100,0	28,0
	speciální kotle na dřevo (zplyňovací)	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	automatické kotle na pelety	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
biomasa	ocelové kotle (převážně odhořivací)	%	28,8	25,4	23,3	21,4	19,2	17,5	15,9	14,4	13,1	11,9	10,8	10,8	2,4	-	7,9
	litinové kotle (převážně prohořivací)	%	51,9	55,3	56,6	57,8	59,8	61,2	62,4	63,9	64,9	65,8	66,7	66,7	18,7	-	20,1
	automatické kotle na uhlí	%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	speciální kotle na dřevo (zplyňovací)	%	19,2	19,0	19,4	19,8	19,8	19,9	20,1	20,0	20,1	20,2	20,3	20,3	57,7	73,1	44,2
	automatické kotle na pelety	%	-	0,3	0,7	0,9	1,2	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,2	2,2	21,2	26,9	27,8

tab. č. 9 Odhad zastoupení typů konstrukcí spalovacích zařízení na spotřebě uhlí a biomasy pro léta 2001 až 2012 a 3 modelové varianty v roce 2022

Data z tab. č. 9 byla následně aplikována pro vážený přepočít ME na EF a byly vytvořeny sady EF pro léta 2001 až 2012 a 3 modelové varianty v roce 2022 pro hnědé a černé uhlí a pro biomasu. Pro hnědé i pro černé uhlí je předpokládáno stejné zastoupení (viz zastoupení uhlí v tab. č. 9).

5. Přepočít měrných emisí znečišťujících látek na emisní faktory znečišťujících látek

Pro přepočít ME na EF jsou použity experimentálně stanovené ME z měření provedených na Výzkumném energetickém centru v průběhu let 2008 až 2013 a jako „váha“ pro přepočít jsou brány hodnoty uvedené v tab. č. 9. Výsledné sady EF

znečišťujících látek pro roky 2001 až 2012 a 3 modelové varianty v roce 2022 jsou uvedeny v tab. č. 10, tab. č. 11 a tab. č. 12.

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2022 v1	2022 v2	2022 v3	
hnědé uhlí	NOx	kg/t	1,84	1,84	1,85	1,85	1,85	1,86	1,86	1,86	1,87	1,87	1,88	1,88	2,82	3,90	2,40
	TOC	kg/t	10,47	10,08	9,98	9,87	9,50	9,22	8,91	8,41	8,00	7,55	7,02	7,02	4,47	0,26	3,19
	SO2	kg/t	13,6 * Sp (Sp ... obsah síry v původním vzorku paliva v % _{hm.})														
	TZL	kg/t	9,58	9,35	9,29	9,23	9,02	8,86	8,68	8,40	8,17	7,90	7,60	7,60	4,78	0,82	4,69
	CO	kg/t	89,6	89,2	89,0	88,8	88,4	88,0	87,6	86,9	86,4	85,8	85,1	85,1	50,8	10,0	63,6
	Pb	mg/t	446	449	450	452	455	458	460	465	469	473	478	478	649	856	591
	Cd	mg/t	9,3	9,4	9,4	9,4	9,5	9,5	9,5	9,6	9,7	9,7	9,8	9,8	9,6	9,5	10,0
	Hg	mg/t	13,6	13,2	13,1	13,0	12,5	12,2	11,9	11,3	10,9	10,4	9,8	9,8	23,6	37,9	14,3
	As	mg/t	173	174	174	175	175	176	177	178	179	180	181	181	277	389	238
	Cr	mg/t	448	430	426	421	405	393	380	358	340	321	298	298	293	230	188
	Cu	mg/t	123	122	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123	304	510	220
	Ni	mg/t	81,6	81,1	81,1	81,0	80,6	80,3	80,0	79,5	79,1	78,6	78,1	78,1	108,5	141,7	91,7
	Se	mg/t	40,3	40,3	40,4	40,5	40,5	40,6	40,7	40,8	40,9	41,0	41,2	41,2	64,6	91,6	54,3
	Zn	mg/t	1479	1491	1494	1498	1509	1517	1526	1541	1554	1567	1583	1583	1768	2019	1756
	PCDD/F	mg/t	0,000526	0,000517	0,000514	0,000511	0,000502	0,000495	0,000487	0,000474	0,000464	0,000452	0,000439	0,000439	0,000284	0,000074	0,000293
	B(a)P	mg/t	4220	4149	4128	4106	4039	3986	3928	3837	3761	3676	3577	3577	2020	2	2291
	B(b)F	mg/t	1648	1614	1605	1594	1562	1538	1510	1467	1431	1391	1344	1344	776	14	825
	B(k)F	mg/t	1769	1742	1734	1725	1699	1679	1657	1622	1593	1560	1522	1522	856	4	991
	I(1,2,3-cd)P	mg/t	1685	1654	1646	1636	1607	1584	1559	1520	1487	1450	1408	1408	802	7	888
	HCB	mg/t	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02
PCBs	mg/t	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	
CO2	t/t	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,68	1,73	1,65	

tab. č. 10 Sady vypočtených emisních faktorů pro hnědé uhlí pro roky 2001 až 2012 a 3 modelové varianty pro rok 2022

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2022 v1	2022 v2	2022 v3	
černé uhlí	NOx	kg/t	4,50	4,50	4,50	4,51	4,51	4,52	4,52	4,53	4,54	4,55	4,56	4,56	5,93	7,52	5,33
	TOC	kg/t	21,45	21,50	21,48	21,47	21,50	21,52	21,53	21,57	21,59	21,61	21,64	21,64	11,58	0,20	16,44
	SO2	kg/t	13,6 * Sp (Sp ... obsah síry v původním vzorku paliva v % _{hm.})														
	TZL	kg/t	8,09	8,07	8,06	8,04	8,02	8,00	7,98	7,94	7,91	7,88	7,84	7,84	5,04	1,75	6,17
	CO	kg/t	114,3	113,9	113,6	113,4	112,9	112,4	111,9	111,3	110,6	109,9	109,1	109,1	62,1	6,5	80,4
	Pb	mg/t	541	536	536	535	531	528	525	519	515	510	505	505	765	1047	617
	Cd	mg/t	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	4,9	4,4	4,8
	Hg	mg/t	23,4	23,4	23,3	23,3	23,2	23,2	23,1	23,0	22,9	22,9	22,7	22,7	21,6	20,0	21,6
	As	mg/t	57	55	54	54	52	51	50	48	46	44	42	42	65	87	44
	Cr	mg/t	261	256	255	254	250	247	243	238	233	228	223	223	156	65	160
	Cu	mg/t	101	100	100	100	99	98	97	96	95	94	93	93	240	404	165
	Ni	mg/t	59,5	58,1	57,9	57,6	56,4	55,5	54,6	52,9	51,6	50,2	48,5	48,5	84,7	121,8	59,8
	Se	mg/t	206,6	205,5	205,2	204,9	203,8	203,1	202,2	200,8	199,6	198,3	196,8	196,8	171,8	139,6	176,6
	Zn	mg/t	614	598	594	590	575	565	552	532	517	499	478	478	582	649	436
	PCDD/F	mg/t	0,009191	0,009348	0,009458	0,009577	0,009756	0,009929	0,010121	0,010368	0,010613	0,010891	0,011209	0,011209	0,039035	0,071478	0,027414
	B(a)P	mg/t	7416	7391	7376	7360	7333	7307	7279	7241	7206	7165	7118	7118	3846	8	5169
	B(b)F	mg/t	4989	4987	4981	4974	4970	4964	4957	4951	4942	4932	4921	4921	2642	22	3664
	B(k)F	mg/t	3215	3206	3200	3193	3183	3174	3163	3149	3135	3120	3102	3102	1677	12	2266
	I(1,2,3-cd)P	mg/t	4483	4456	4444	4432	4404	4381	4355	4318	4284	4247	4203	4203	2301	28	2994
	HCB	mg/t	46,22	45,67	45,49	45,30	44,76	44,34	43,87	43,14	42,53	41,83	41,04	41,04	23,12	0,74	27,81
PCBs	mg/t	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,31	0,52	0,24	
CO2	t/t	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,71	2,72	2,74	2,71	

tab. č. 11 Sady vypočtených emisních faktorů pro černé uhlí pro roky 2001 až 2012 a 3 modelové varianty pro rok 2022

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2022 v1	2022 v2	2022 v3	
biomasa	NOx	kg/t	1,01	1,01	1,01	1,01	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,61	1,81	1,70	
	TOC	kg/t	9,39	9,26	9,13	9,02	8,93	8,84	8,76	8,70	8,64	8,58	8,52	8,52	4,57	3,16	4,96
	SO2	kg/t	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TZL	kg/t	1,54	1,56	1,56	1,56	1,57	1,57	1,57	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,04	0,83	1,13
	CO	kg/t	71,1	71,8	71,8	71,9	72,2	72,4	72,5	72,8	72,9	73,0	73,1	73,1	43,4	32,2	44,8
	Pb	mg/t	139	134	133	132	129	127	126	124	123	121	120	120	332	403	381
	Cd	mg/t	16,1	16,2	16,2	16,3	16,4	16,4	16,4	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	21,6	23,3	22,0
	Hg	mg/t	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,4	2,5	2,5	2,6	2,6	2,6	2,6	3,4	3,5	4,3
	As	mg/t	27	29	30	32	33	34	35	36	37	38	38	38	95	110	121
	Cr	mg/t	348	367	375	382	393	401	408	417	423	428	433	433	165	60	173
	Cu	mg/t	107	110	112	114	117	118	120	122	123	124	126	126	126	123	133
	Ni	mg/t	58,6	59,8	60,1	60,3	61,0	61,4	61,8	62,3	62,6	62,9	63,1	63,1	33,1	21,8	33,9
	Se	mg/t	19,4	20,5	21,1	21,6	22,3	22,8	23,2	23,7	24,1	24,5	24,8	24,8	23,0	21,3	27,0
	Zn	mg/t	523	533	546	558	566	574	582	587	593	599	604	604	1468	1750	1623
	PCDD/F	mg/t	0,000387	0,000432	0,000468	0,000501	0,000531	0,000558	0,000582	0,000603	0,000622	0,000641	0,000657	0,000657	0,002720	0,003319	0,003539
	B(a)P	mg/t	1353	1380	1384	1388	1403	1412	1419	1431	1437	1442	1447	1447	538	193	591
	B(b)F	mg/t	937	967	976	984	1001	1012	1022	1035	1043	1050	1057	1057	380	121	411
	B(k)F	mg/t	581	596	599	602	610	615	619	626	629	632	635	635	227	72	251
	I(1,2,3-cd)P	mg/t	932	950	952	954	964	969	974	981	985	988	991	991	362	124	405
	HCB	mg/t	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,16	0,20	0,13
PCBs	mg/t	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,03	
CO2	t/t	1,46	1,46	1,46	1,46	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,44	

tab. č. 12 Sady vypočtených emisních faktorů pro biomasu pro roky 2001 až 2012 a 3 modelové varianty pro rok 2022

6. Použitá literatura

- [1] Machálek, P., Machart, J. *Upravená emisní bilance vytápění bytů malými zdroji od roku 2006*, ČHMÚ 2007. [dostupné na http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/embil/metodika_rezzo3new.pdf]
- [2] Lyčka, Z. *Malé teplovodní kotle na pevná paliva - spalování pevných paliv po roce 2013*, Ling vydavatelství, ISBN 978-80-904914-2-7