



Stanovení

konverzních faktorů CO₂ pro výrobu elektrické energie a tepla

Ing. Vladimír Nežil, CSc.

Lukáš Nežil

KONEKO marketing, spol. s r. o.

Sojovická 2, 197 00 Praha 9 – Kbely

IČ: 44792964

Praha, duben 2022

Obsah	str.
1. ÚVOD	3
2. DISPONIBILNÍ DATA	3
3. VÝSLEDKY VÝPOČTŮ	5
3.1 Konverzní faktory při výrobě elektrické energie	5
3.1.1 Konverzní faktory při hrubá výrobě el. energie	5
3.1.2 Konverzní faktory při čisté výrobě el. energie	6
3.2 Výroba tepla	7
3.2.1 Konverzní faktory při hrubé výrobě tepla	7
3.2.2 Konverzní faktory při čisté výrobě tepla	9

1. Úvod

Skleníkové plyny (GHG) lze měřit zaznamenáváním emisí u zdroje, nepřetržitým monitorováním emisí nebo odhadem množství emitovaného pomocí údajů (jako je množství použitého paliva) a použitím příslušných přepočtových (dnes se častěji používá konverzních) faktorů (např. výhřevnosti, emisních faktorů atd.). Jedná se v podstatě o ukazatel, který býval označen jako měrná výrobní emise určitého polutantu.

Tyto konverzní faktory umožňují vypočítat emise skleníkových plynů z řady údajů charakteristických pro danou činnost nebo technologii, např. ze spotřeby energie, spotřeby vody, množství zpracovaného odpadu, nebo z dopravních dat. Konverzní faktor lze například použít k výpočtu množství skleníkových plynů emitovaných v důsledku spalování určitého množství oleje v topném kotli. Důležité přitom je mít k dispozici takový konverzní faktor, který se vztahuje na zdroje nebo technologie, na nichž se potřebujeme dobrat celkového emitovaného množství za určitou časovou jednotku, nejčastěji za rok.

V tomto konkrétním případě se jedná o měrnou emisi oxidu uhličitého při výrobě elektrické energie a o měrnou emisi téhož plynu při výrobě tepla.

2. Disponibilní data

Pro stanovení konverzních faktorů CO₂ při výrobě elektřiny a tepla jsme vycházeli ze statistických údajů ČSÚ o hrubé a čisté výrobě elektrické energie (Gross/Net electricity production) a z údajů o hrubé a čisté výrobě tepla (Gross/Net heat production). Statistická data dále obsahují tzv. palivový mix použitý pro výrobu uvedených komodit. Pro výpočet emisí CO₂ byly použity emisní faktory pro jednotlivá paliva a to stejné jako při zpracování národní bilance skleníkových plynů. Pro většinu paliv (zejména těch, která jsou v palivovém mixu zastoupena nejvíce) jsou k dispozici tzv. národně specifické emisní faktory, které byly odvozeny ze specifického elementárního složení (obsah uhlíku v palivech) a konkrétní výhřevnosti. To umožňuje pro každý rok stanovit individuální emisní faktor pro většinu použitých paliv.

Statistická data ČSÚ dělí zdroje elektrické energie a tepla na zdroje, které jsou určeny pouze pro výrobu elektrické energie (v národní bilanci skleníkových plynů se jedná o skupinu zdrojů 1A1ai - Electricity generation). Dále je to asi nejvýznamnější skupina zdrojů, kde probíhá kombinovaná výroba elektrické energie a tepla (1A1aii Combined Heat and Power generation) a konečně zdroje s čistou výrobou tepla (1A1aiii Heat Plants). Přitom z dat ČSÚ nelze přesně určit, jak velký podíl paliv je vynaložen na výrobu elektrické energie a jak velký na výrobu dodávkového tepla. V tomto ohledu by bylo vhodnější použít data MPO, která toto rozdělení obsahují, avšak z důvodu zachování hospodářského tajemství nám nejsou zpřístupněna.

Celou záležitost je třeba řešit modelově. Existuje několik metod, ale pro konverzní faktory GHG se používá k rozdělení spotřeby paliva metoda „1/3 : 2/3 DUKES“¹. Vychází se z předpokladu, že v dlouhodobém průměru se poměr mezi palivem na výrobu elektrické energie k palivu použitému na výrobu tepla udržuje na hodnotě 1:2.

¹ Department for Business, Energy & Industrial Strategy, UK, 2021 Government Greenhouse Gas Conversion Factors for Company Reporting Methodology Paper for Conversion factors Final Report

Při spalování jednotlivých druhů paliv vzniká rovněž určité množství „ostatních“ skleníkových plynů, především se u spalovacích procesů jedná o CH_4 a N_2O . Jejich význam není příliš velký a příspěvky se pohybují na úrovni desetin procenta, přesto byly do výpočtu zahrnuty pro úplnost. Vzhledem k tomu, že chyby vložené do výpočtu ve statistických údajích o spotřebě paliv je třeba odhadnout na úrovni jednotek procent, je zřejmé, že zahrnutí skleníkových plynů typu CH_4 a N_2O , nemá význam a nikterak stanovení výsledného konverzního faktoru nezpřesní.

Na tomto místě je však třeba upozornit na to, že pro výrobu elektrické energie a tepla používáme všechna spalovaná paliva, přičemž emise čistého CO_2 se počítají pouze z fosilních paliv a nikoliv z obnovitelných zdrojů (převážně biopaliva). Ovšem ne tak, při výpočtu $\text{CO}_{2\text{eq}}$ z CH_4 a N_2O . Tyto polutanty vznikají i při spalování biopaliv a nedochází k jejich propadům v přírodě. Proto je správné je do bilance zahrnout, i když nemají valný bilanční význam.

V následujících kapitolách jsou uvedeny výsledky výpočtů. I když jsou k dispozici data od roku 1990 a výpočty byly provedeny v celých časových řadách, máme za to, že až data z posledních let jsou zatížena nejmenšími chybami a nepřesnostmi.

3. Výsledky výpočtů

3.1 Konverzní faktory při výrobě elektrické energie

3.1.1 Konverzní faktory při hrubá výrobě el. energie

Rok	Hrubá výroba elektrické energie [GWh]	Dílčí konverzní faktory			Výsledný konverzní faktor [t CO _{2eq} /MWh]
		CO ₂ z fosilných paliv, jako CO ₂ [t CO ₂ /MWh]	CH ₄ ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /MWh]	N ₂ O ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /MWh]	
1990	41 248	1,004	0,0003	0,0044	1,009
1991	40 251	1,000	0,0003	0,0044	1,004
1992	38 570	0,992	0,0003	0,0044	0,997
1993	38 184	1,070	0,0003	0,0047	1,075
1994	37 711	1,065	0,0003	0,0047	1,070
1995	40 184	1,043	0,0003	0,0046	1,048
1996	41 843	1,038	0,0003	0,0046	1,042
1997	42 566	1,022	0,0003	0,0045	1,026
1998	42 371	1,013	0,0003	0,0045	1,018
1999	41 606	0,947	0,0003	0,0043	0,951
2000	47 479	0,912	0,0003	0,0041	0,917
2001	47 796	0,907	0,0003	0,0041	0,912
2002	45 548	0,915	0,0003	0,0041	0,920
2003	46 465	0,911	0,0003	0,0041	0,916
2004	46 101	0,913	0,0003	0,0042	0,918
2005	45 232	0,899	0,0003	0,0041	0,903
2006	45 255	0,904	0,0003	0,0041	0,908
2007	50 675	0,922	0,0003	0,0042	0,927
2008	45 330	0,908	0,0003	0,0042	0,912
2009	43 343	0,872	0,0003	0,0041	0,877
2010	45 920	0,931	0,0004	0,0043	0,936
2011	46 566	0,918	0,0004	0,0043	0,923
2012	44 225	0,920	0,0004	0,0043	0,925
2013	41 952	0,915	0,0003	0,0041	0,920
2014	41 676	0,915	0,0003	0,0042	0,920
2015	42 427	0,911	0,0003	0,0042	0,915
2016	44 503	0,885	0,0003	0,0040	0,890
2017	44 360	0,879	0,0003	0,0040	0,884
2018	44 147	0,880	0,0003	0,0040	0,885
2019	42 409	0,842	0,0003	0,0038	0,846
2020	36 600	0,806	0,0004	0,0036	0,810

3.1.2 Konverzní faktory při čisté výrobě el. energie

Rok	Čistá výroba elektrické energie [GWh]	Dílčí konverzní faktory			Výsledný konverzní faktor [t CO _{2eq} /MWh]
		CO ₂ z fosilných paliv, jako CO ₂ [t CO ₂ /MWh]	CH ₄ ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /MWh]	N ₂ O ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /MWh]	
1990	38 090	1,088	0,0003	0,0048	1,093
1991	37 270	1,080	0,0003	0,0048	1,085
1992	35 828	1,068	0,0003	0,0047	1,073
1993	35 465	1,152	0,0003	0,0051	1,157
1994	35 076	1,145	0,0003	0,0051	1,150
1995	37 387	1,121	0,0003	0,0050	1,126
1996	38 677	1,122	0,0003	0,0050	1,128
1997	39 132	1,111	0,0003	0,0049	1,117
1998	38 789	1,107	0,0003	0,0049	1,112
1999	38 575	1,021	0,0003	0,0046	1,026
2000	43 457	0,997	0,0003	0,0045	1,001
2001	43 732	0,992	0,0003	0,0044	0,996
2002	41 565	1,003	0,0003	0,0045	1,008
2003	42 245	1,002	0,0003	0,0045	1,007
2004	42 019	1,002	0,0003	0,0046	1,007
2005	40 983	0,992	0,0003	0,0045	0,997
2006	41 110	0,995	0,0003	0,0045	1,000
2007	46 085	1,014	0,0003	0,0046	1,019
2008	41 315	0,996	0,0004	0,0046	1,001
2009	39 446	0,959	0,0004	0,0045	0,963
2010	40 720	1,050	0,0004	0,0049	1,055
2011	41 394	1,033	0,0004	0,0048	1,038
2012	39 579	1,028	0,0004	0,0048	1,033
2013	37 354	1,028	0,0004	0,0047	1,033
2014	37 241	1,024	0,0004	0,0047	1,029
2015	37 879	1,020	0,0004	0,0047	1,025
2016	39 965	0,986	0,0004	0,0045	0,991
2017	39 774	0,981	0,0004	0,0045	0,985
2018	39 622	0,981	0,0004	0,0044	0,986
2019	38 129	0,936	0,0004	0,0042	0,941
2020	32 871	0,897	0,0004	0,0040	0,902

3.2 Výroba tepla

3.2.1 Konverzní faktory při hrubé výrobě tepla

Rok	Hrubá výroba tepla [TJ]	Dílčí konverzní faktory			Výsledný konverzní faktor [t CO _{2eq} /TJ]
		CO ₂ z fosilních paliv, jako CO ₂ [t CO ₂ /TJ]	CH ₄ ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /TJ]	N ₂ O ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /TJ]	
1990	110 127	0,113	0,00004	0,0004	0,113
1991	115 033	0,111	0,00004	0,0004	0,112
1992	117 603	0,111	0,00004	0,0004	0,111
1993	121 129	0,103	0,00004	0,0004	0,103
1994	128 380	0,110	0,00004	0,0004	0,110
1995	146 338	0,117	0,00005	0,0005	0,117
1996	160 794	0,106	0,00004	0,0004	0,106
1997	148 378	0,106	0,0001	0,0004	0,107
1998	131 741	0,104	0,0000	0,0004	0,104
1999	115 126	0,117	0,0001	0,0005	0,117
2000	113 415	0,133	0,0001	0,0005	0,133
2001	123 223	0,132	0,0001	0,0005	0,132
2002	116 607	0,132	0,0001	0,0005	0,133
2003	125 741	0,125	0,0001	0,0005	0,126
2004	122 303	0,131	0,0001	0,0006	0,132
2005	114 284	0,140	0,0001	0,0006	0,141
2006	109 830	0,139	0,0001	0,0006	0,140
2007	108 673	0,138	0,0001	0,0006	0,139
2008	109 908	0,139	0,0001	0,0006	0,139
2009	103 030	0,148	0,0001	0,0006	0,148
2010	127 207	0,116	0,0001	0,0005	0,117
2011	117 080	0,120	0,0001	0,0005	0,120
2012	117 057	0,116	0,0001	0,0005	0,116
2013	117 800	0,110	0,0001	0,0005	0,110
2014	100 853	0,114	0,0001	0,0005	0,114
2015	102 132	0,106	0,0001	0,0005	0,107
2016	105 905	0,103	0,0001	0,0005	0,104
2017	104 413	0,100	0,0002	0,0005	0,101
2018	98 743	0,103	0,0002	0,0005	0,104
2019	97 628	0,099	0,0002	0,0005	0,100
2020	95 843	0,100	0,0002	0,0006	0,100

V některých případech se vykazuje tento konverzní faktor ve stejných jednotkách jako konverzní faktor pro elektřinu. Z toho důvodu je předchozí tabulka uvedena ještě jednou, ale hodnoty konverzních faktorů jsou uvedeny v t CO₂ nebo CO_{2eq} /MWh.

Rok	Hrubá výroba tepla [TJ]	Dílčí konverzní faktory			Výsledný konverzní faktor [t CO _{2eq} /MWh]
		CO ₂ z fosilních paliv, jako CO ₂ [t CO ₂ /MWh]	CH ₄ ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /MWh]	N ₂ O ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /MWh]	
1990	110 127	0,406	0,0001	0,0016	0,407
1991	115 033	0,400	0,0001	0,0015	0,402
1992	117 603	0,400	0,0001	0,0015	0,401
1993	121 129	0,371	0,0001	0,0014	0,372
1994	128 380	0,395	0,0002	0,0016	0,397
1995	146 338	0,420	0,0002	0,0017	0,422
1996	160 794	0,382	0,0002	0,0015	0,383
1997	148 378	0,383	0,0002	0,0015	0,385
1998	131 741	0,374	0,0002	0,0015	0,376
1999	115 126	0,420	0,0002	0,0016	0,422
2000	113 415	0,478	0,0002	0,0019	0,480
2001	123 223	0,474	0,0002	0,0019	0,476
2002	116 607	0,475	0,0002	0,0019	0,477
2003	125 741	0,450	0,0003	0,0020	0,452
2004	122 303	0,473	0,0003	0,0020	0,476
2005	114 284	0,505	0,0002	0,0020	0,507
2006	109 830	0,501	0,0002	0,0020	0,504
2007	108 673	0,497	0,0002	0,0020	0,499
2008	109 908	0,500	0,0002	0,0021	0,502
2009	103 030	0,531	0,0003	0,0023	0,534
2010	127 207	0,419	0,0003	0,0017	0,421
2011	117 080	0,431	0,0003	0,0018	0,433
2012	117 057	0,417	0,0003	0,0018	0,419
2013	117 800	0,395	0,0004	0,0018	0,397
2014	100 853	0,410	0,0005	0,0019	0,412
2015	102 132	0,381	0,0005	0,0019	0,383
2016	105 905	0,371	0,0005	0,0018	0,373
2017	104 413	0,361	0,0006	0,0019	0,364
2018	98 743	0,372	0,0006	0,0019	0,375
2019	97 628	0,358	0,0006	0,0019	0,361
2020	95 843	0,359	0,0007	0,0020	0,361

3.2.2 Konverzní faktory při čisté výrobě tepla

Vzhledem k tomu, že od roku 1990 do roku 2009 jsou údaje ve statistice ČSÚ pro výrobu tepla stejné jako pro hrubou, tak i pro čistou výrobu tepla, byly řádky pro roky 1990 až 2009 ponechány prázdné.

Rok	Čistá výroba tepla [TJ]	Dílčí konverzní faktory			Výsledný konverzní faktor [t CO _{2eq} /TJ]
		CO ₂ z fosilních paliv, jako CO ₂ [t CO ₂ /TJ]	CH ₄ ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /TJ]	N ₂ O ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /TJ]	
1990					
1991					
1992					
1993					
1994					
1995					
1996					
1997					
1998					
1999					
2000					
2001					
2002					
2003					
2004					
2005					
2006					
2007					
2008					
2009					
2010	100 168	0,148	0,0001	0,0006	0,149
2011	90 700	0,155	0,0001	0,0006	0,155
2012	92 346	0,147	0,0001	0,0006	0,147
2013	92 379	0,140	0,0001	0,0006	0,141
2014	79 070	0,145	0,0002	0,0007	0,146
2015	80 794	0,134	0,0002	0,0007	0,135
2016	84 221	0,130	0,0002	0,0006	0,130
2017	84 752	0,124	0,0002	0,0007	0,125
2018	79 648	0,128	0,0002	0,0007	0,129
2019	79 448	0,122	0,0002	0,0007	0,123
2020	78 386	0,122	0,0002	0,0007	0,123

...a ještě přepočít na MWh:

Rok	Čistá výroba tepla [TJ]	Dílčí konverzní faktory			Výsledný konverzní faktor [t CO _{2eq} /MWh]
		CO ₂ z fosilních paliv, jako CO ₂ [t CO ₂ /MWh]	CH ₄ ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /MWh]	N ₂ O ze všech paliv jako CO _{2eq} [t CO ₂ /MWh]	
1990					
1991					
1992					
1993					
1994					
1995					
1996					
1997					
1998					
1999					
2000					
2001					
2002					
2003					
2004					
2005					
2006					
2007					
2008					
2009					
2010	100 168	0,532	0,0003	0,0022	0,535
2011	90 700	0,557	0,0003	0,0023	0,559
2012	92 346	0,528	0,0004	0,0023	0,531
2013	92 379	0,503	0,0005	0,0023	0,506
2014	79 070	0,522	0,0006	0,0025	0,525
2015	80 794	0,482	0,0007	0,0024	0,485
2016	84 221	0,467	0,0007	0,0023	0,469
2017	84 752	0,445	0,0007	0,0024	0,448
2018	79 648	0,461	0,0007	0,0024	0,465
2019	79 448	0,440	0,0008	0,0024	0,443
2020	78 386	0,439	0,0008	0,0024	0,442

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

