

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY**

**FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING**

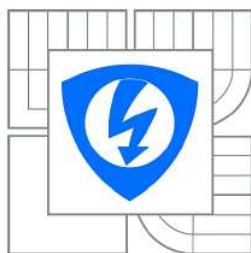
EKOLOGICKÉ PROBLÉMY ENERGETIKY ČR

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS**

**AUTOR PRÁCE
AUTHOR**

VLASTIMIL MAHDAL

BRNO 2011



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Vlastimil Mahdal

ID: 120604

Ročník: 3

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Ekologické problémy energetiky ČR

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Popište současný stav elektroenergetiky ČR.
2. Vliv stávajících elektroenergetických zařízení na životní prostředí.
3. Výpočet produkce emisí elektráren.
4. Možnosti snížení CO₂ v souladu s požadavky směrnic EU.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 26.5.2011

Vedoucí práce: doc. Ing. Antonín Matoušek, CSc.

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Bibliografická citace práce:

MAHDAL, V. *Ekologické problémy energetiky ČR*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 82 stran. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Antonín Matoušek, CSc.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW) uvedené v příloženém seznamu.

V Brně dne

.....

Děkuji vedoucímu bakalářského projektu doc. Ing. Antonínu Matouškovi, CSc. Za metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc, a další cenné rady při zpracování mého bakalářského projektu. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, přítelkyni a kamarádům za podporu v průběhu studia.

V Brně dne

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky



Bakalářská práce

Ekologické problémy energetiky ČR

Vlastimil Mahdal

vedoucí: doc. Ing. Antonín Matoušek, CSc.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2010

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Electrical Power Engineering**

Semestral Thesis

Ecological problems energetics CR

by

Vlastimil Mahdal

Supervisor: doc. Ing. Antonín Matoušek, CSc.

Brno University of Technology, 2010

Brno

ABSTRAKT

Tato práce se zabývá současným stavem elektroenergetiky, zdrojů elektrické energie v České republice a vlivem těchto zdrojů na životní prostředí. První kapitola popisuje charakter energetiky České republiky a struktura primárních zdrojů energie, další kapitola se pak zabývá dosavadním stavem elektroenergetiky, je zde mimo jiné popsána struktura instalovaného výkonu, spotřeba a výroba elektrické energie. V následující kapitole je popsán vliv výroben elektrické energie na životní prostředí a jejich současný stav v České republice. Praktická část uvádí informační výpočet emisí pomocí emisních faktorů u elektráren ČEZ a.s. a informace o ukládání jaderného odpadu. Poslední kapitola se věnuje snižování emisí oxidu uhličitého v Evropské unii a uvádí opatření České republiky pro snížení těchto emisí.

KLÍČOVÁ SLOVA:

biomasa; ekologie; emise; energetika; jaderný odpad; obnovitelné zdroje energie; oxid uhličitý; solární elektrárny; uhelné elektrárny; větrné elektrárny; vodní elektrárny

ABSTRACT

This project presents the current state of power engineering, power resources in the Czech Republic and the impact of power resources on the environment. The first chapter describes the nature of the power engineering of the Czech Republic and the structure of primary energy sources, the next chapter present the current state of electricity, there is also described the structure of instaled capacity, consumption and production of electrical energy. The following section describes the impact of the power stations on the environment and their current status in the Czech Republic. The practical part provides information of calculating emissions using emission factors for power stations of company ČEZ, a.s. and about the storage of nuclear waste. The last chapter is dedicated to reducing carbon dioxide emissions in the European Union and describes measures in the Czech Republic for reducing these emissions.

KEY WORDS:

biomass; ecology; emission; energetics; nuclear waste; renewable energy sources; carbon dioxide; solar power station; thermal power station; wind power station; hydro power station

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	10
SEZNAM TABULEK	11
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	12
1 ÚVOD	14
2 SOUČASNÝ STAV ENERGETIKY ČR	15
2.1 PRIMÁRNÍ ZDROJE	15
2.2 UHELNÁ ENERGETIKA	15
2.3 ZEMNÍ PLYN.....	18
3 SOUČASNÝ STAV ELEKTROENERGETIKY ČR.....	20
3.1 VÝHLEDY DO BUDOUCNA.....	22
3.2 REGIONÁLNÍ DISTRIBUČNÍ SPOLEČNOSTI	22
3.3 PROVOZOVATEL PŘENOSOVÉ SOUSTAVY ČR	23
3.4 VÝROBA A SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ ENERGIE	24
4 JEDNOTLIVÉ TYPY ELEKTRÁREN A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ.....	28
4.1 TEPELNÉ ELEKTRÁRNY	28
4.1.1 SKLENÍKOVÉ PLYNY	28
4.1.2 EMISE	30
4.2 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	34
4.2.1 VODNÍ ELEKTRÁRNY	35
4.2.2 VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	36
4.2.3 SOLÁRNÍ ELEKTRÁRNY	39
4.2.4 ENERGIE BIOMASY	42
4.2.5 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	43
5 VÝPOČET PRODUKCE EMISÍ ELEKTRÁREN.....	45
5.1 EMISE UHELNÝCH ELEKTRÁREN.....	45
5.1.1 ZÁKLADNÍ POJMY	45
5.1.2 VÝPOČET EMISÍ (TZL, SO ₂ , NO _x , CO, ΣC).....	46
5.2 EMISE JADERNÝCH ELEKTRÁREN.....	53
5.2.1 ÚLOŽIŠTĚ JADERNÝCH ODPADŮ V ČR.....	54
5.2.2 JE TEMELÍN.....	55
5.2.3 JE DUKOVANY	56
6 MOŽNOSTI SNÍŽENÍ CO₂ V SOULADU SMĚRNIC EU.....	57
6.1 PLÁNOVANÁ OPATŘENÍ A KONKRÉTNÍ PROJEKTY.....	59
6.1.1 OBNOVITELNÉ ZDROJE ENERGIE	59
6.1.2 SNIŽOVÁNÍ INTENZITY EMISÍ	60
7 ZÁVĚR.....	62

POUŽITÁ LITERATURA	65
PŘÍLOHA A - PŘEHLED VODNÍCH ELEKTRÁREN ČEZ, A. S. (K 31.12.2009)	69
PŘÍLOHA B - PŘEHLED VODNÍCH ELEKTRÁREN ČEZ, A. S. (K 31.12.2009) - POKRAČOVÁNÍ.....	70
PŘÍLOHA C - PŘEHLED TEPELNÝCH ELEKTRÁREN ČEZ, A. S.	71
PŘÍLOHA D - PŘEHLED TEPELNÝCH ELEKTRÁREN ČEZ, A. S. (POKRAČOVÁNÍ)	72
PŘÍLOHA E - PŘEHLED TEPELNÝCH ELEKTRÁREN ČEZ, A. S. (POKRAČOVÁNÍ)	73
PŘÍLOHA F - PŘEHLED TEPELNÝCH ELEKTRÁREN ČEZ, A. S. (POKRAČOVÁNÍ).....	74
PŘÍLOHA G - EMISE TEPELNÝCH ELEKTRÁREN ČEZ A.S. (V LETECH 2006 – 2009) [35] 75	
PŘÍLOHA H - VÝVOJ MNOŽSTVÍ EMISÍ PM₁₀ ELEKTRÁREN ČEZ A.S. V LETECH 2005 AŽ 2009 [35].....	76
PŘÍLOHA I - VÝVOJ MNOŽSTVÍ EMISÍ NO_x A SO₂ ELEKTRÁREN ČEZ A.S. V LETECH 2004 AŽ 2009 [35].....	77
PŘÍLOHA J - VÝVOJ MNOŽSTVÍ EMISÍ CO₂ ELEKTRÁREN ČEZ A.S. V LETECH 2004 AŽ 2009 [35] 78	
PŘÍLOHA K - UKÁZKA VÝPOČTU EMISÍ CO₂ U VYBRANÝCH ELEKTRÁREN ČEZ A.S. V LETECH 2004 – 2009	79

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 2-1: Působnost těžební společnosti OKD [3]</i>	<i>16</i>
<i>Obrázek 2-2: Těžební lokality v severočeské pánvi [4]</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 2-3: Výhled spotřeby zemního plynu v letech 2010 až 2017 [5].....</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 3-1: Mezinárodní srovnání energetické náročnosti ekonomiky [kgoe.1000 EUR⁻¹], 2000-2008 [29].....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 3-2: Územní působnost distribučních společností [7]</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 3-3: Struktura instalovaného výkonu v roce 2009 a 2010 [7].....</i>	<i>25</i>
<i>Obrázek 3-4: Vývoj a struktura netto výroby elektřiny v ČR v letech 2000-2010 [7]</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 3-5: Vývoj a skladba spotřeby elektrické energie v letech 2000 až 2010 [7].....</i>	<i>27</i>
<i>Obrázek 4-1: Podíl skleníkových plynů v roce 2008 [11].....</i>	<i>29</i>
<i>Obrázek 4-2: Emise skleníkových plynů v sektorovém členění v ČR (Gg CO₂ ekv.) [11]</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 4-3: Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů energie v ČR v letech 2003 - 2009 [14] ..</i>	<i>35</i>
<i>Obrázek 4-4: Výsledné pole průměrné rychlosti větru v m/s ve výšce 100 m [27]</i>	<i>37</i>
<i>Obrázek 4-5: Vývoj instalovaného výkonu, hrubé výroby a počtu provozoven FVE [7].....</i>	<i>39</i>
<i>Obrázek 4-6: Celkové roční sluneční záření na území České republiky (kWh/m²) [22]</i>	<i>40</i>
<i>Obrázek 5-1: Manipulace s RAO na úložišti Dukovany [36]</i>	<i>54</i>
<i>Obrázek 6-1: Závazné cíle podílu energie z OZE v roce 2020 a stav jejich plnění [45]</i>	<i>58</i>
<i>Obrázek 0-1: Výroba vybraných hnědouhelných elektráren a jejich emise CO₂ v porovnání s údaji IRZ v letech 2004 až 2009.....</i>	<i>82</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 2.1-1: Primární zdroje energie ČR [1]</i>	15
<i>Tabulka 2.2-1: Zásoby černého uhlí [3]</i>	17
<i>Tabulka 2.2-2: Producenti hnědého uhlí [5]</i>	17
<i>Tabulka 4.1-1: Emise vybraných znečišťujících látek ze spalování paliv ve stacionárních zdrojích energetiky [12]</i>	30
<i>Tabulka 4.2-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2009 [14]</i>	34
<i>Tabulka 4.2-2: Výroba větrných elektráren v ČR v letech 2009 a 2010 [26]</i>	37
<i>Tabulka 4.2-3: Výkupní ceny a zelené bonusy pro větrné elektrárny [24]</i>	38
<i>Tabulka 4.2-4: Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření [24]</i>	41
<i>Tabulka 4.2-5: Celková bilance energeticky využitě biomasy za rok 2009 [15]</i>	42
<i>Tabulka 4.2-6: Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím geotermální energie [24]</i>	44
<i>Tabulka 5.1-1: Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem při spalování tuhých paliv [33]</i>	47
<i>Tabulka 5.1-2: Kvalitativní parametry uhlí spalovaného elektrárnami ČEZ a.s a další potřebné údaje [46]</i>	48
<i>Tabulka 5.1-3: Vypočtené konečné hodnoty emisí elektráren ČEZ a.s.</i>	51
<i>Tabulka 5.1-4: Konečné hodnoty emisních faktorů elektráren ČEZ a.s.</i>	52
<i>Tabulka 5.2-1: Množství uložených RAO z JE v roce 2009 v Úložišti Dukovany [36]</i>	55
<i>Tabulka 5.2-2: Jaderné elektrárny ČR [7]</i>	55
<i>Tabulka 5.2-1: Emise skleníkových plynů v členění po plynech v roce 2008 s odpočtem LULUCF v tis. t [11]</i>	58
<i>Tabulka 6.1-1: Parametry bloků při jmenovitém provozu po dokončení KO ETU II [49]</i>	61
<i>Tabulka 6.1-1: Vypočtené množství spotřebovaného paliva u vybraných elektráren ČEZ, a.s. spalujících hnědé uhlí</i>	79
<i>Tabulka 6.1-2: Konečné vypočtené množství emisí CO₂ v letech 2004 - 2006</i>	80
<i>Tabulka 6.1-3: Konečné vypočtené množství emisí CO₂ v letech 2007 - 2009</i>	81

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

BAT	Best Available Technology - nejlepší dostupná technologie
CCS	Carbon Capture and Storage - systém jímání a ukládání oxidu uhličitého
CO ₂	oxid uhličitý
ČEPS	provozovatel přenosové soustavy elektřiny
ČEZ	energetická společnost
ČU	černé uhlí
CZT	centralizované zásobování teplem - výroba, rozvod a dodávka tepla do míst jeho spotřeby tepelnými sítěmi
ČR	Česká republika
EDU	Jaderná elektrárna Dukovany
EF	emisní faktor
EIA	posuzování vlivu na životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb.
EON	energetická společnost
ERÚ	Energetický regulační úřad
ETE	Jaderná elektrárna Temelín
EU ETS	European Union Emission Trading Scheme - Evropské schéma obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů.
EU	Evropská unie
GWP	Potenciál globálního ohřevu (Global Warming Potential) nebo též poměr radiační účinnosti libovolného plynu k účinnosti CO ₂ .
HU	hnědé uhlí
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change (Mezivládní panel pro klimatickou změnu).
IRZ	integrovaný registr znečišťování
JE	jaderná elektrárna
JORC	Joint Ore Reserves Committee
LULUCF	Land use, land use change and forestry - Využití krajiny, změny ve využití krajiny a lesnictví
ME	množství emisí
MO	maloodběr(atel) elektřiny
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MSVP	mezisklad vyhořelého paliva

MZP	Ministerstvo životního prostředí
NEK	nezávislá energetická komise
NO _x	oxidy dusíku
NWR	New Word Resources – Nizozemská průmyslová skupina
OZE	obnovitelné zdroje energie
PE	parní elektrárna
PEZ	primární energetické zdroje
PM ₁₀	frakce pevných částic znečišťujících látek v μm
PPE	paroplynová elektrárna
PSE	plynová spalovací elektrárna
PVE	přečerpávající vodní elektrárna
REZZO	registr emisí zdrojů znečišťujících ovzduší
SLE	sluneční elektrárna
SO ₂	oxid siřičitý
SÚJB	Státní úřad jaderné bezpečnosti
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
SVP	sklad vyhořelého paliva
TZL	tuhé znečišťující látky
VE	vodní elektrárna
VO	velkoodběr(atel) elektřiny
VTE	větrné elektrárny

1 ÚVOD

Elektrická energie se díky snadnému přenosu na velké vzdálenosti a snadné přeměně na jiné formy energie stala jednou z nejdůležitějších a nejuniverzálnějších forem energie. Má však i svůj poměrně velký nedostatek. Je jím návaznost její výroby na spotřebu a tedy nemožnost skladování. Elektřinu získáváme přeměnou z jiných forem energie. Základem výroby elektřiny jsou přírodní zdroje, jako je například uhlí, ropa, plyn, voda, uran. Využitelnou elektrickou energii pak získáme po několikastupňové přeměně.

Výroba elektřiny souvisí s rozvojem lidské společnosti. V současnosti si svůj život bez elektrické energie nedokážeme představit, jelikož životy lidí jsou prakticky závislé na existenci elektřiny. Absence elektřiny znamená absenci počítačů, mobilů, televize ale také světla a tepla. Výroba elektrické energie má však také negativní dopad na život člověka a to především díky tomu, že energetika velmi negativně ovlivňuje stav životního prostředí. Ve 20. století si lidé uvědomili stále zmenšující se zásoby fosilních paliv a škodlivé vlivy energetiky a vznikla tak myšlenka trvale udržitelného rozvoje. Trvale udržitelný rozvoj však znamená pro vyspělé státy přijmout určitá omezení.

Tak jako všude jinde, tak i v energetice platí, že všechno má své pro i proti. Každý ze zdrojů elektrické energie lze hodnotit z mnoha hledisek. Pro objektivní porovnání je však důležité, aby se různá hodnocení nesoustředila jen na některé přednosti nebo, jak to často bývá, na některé nevýhody. Jak víme, žádná elektrárna není ideální. Životní prostředí je ovlivňováno všemi většími zdroji i spotřebiči elektrické energie. Připomínky můžeme mít jak vůči spalovacím technologiím a to např. vzhledem k emisím skleníkových plynů, tak vůči zdrojům energie jaderné z hlediska bezpečnosti a skladování jaderného odpadu, ale také proti zdrojům energie obnovitelné z důvodu plošného záběru nebo krajinné estetiky.

Je nutné hledat náhradní zdroje energie, za u nás dnes nejrozšířenější, parní elektrárny, z důvodu neúměrně velké spotřeby fosilních paliv, které dříve nebo později budou vyčerpány, ale také z důvodu poměrně velkých emisí a devastace okolní krajiny. Možným řešením, které řeší emise skleníkový plynů je jaderná energetika, která však zatěžuje životní prostředí jiným způsobem, například skladování radioaktivního odpadu a vyhořelého paliva.

Jelikož energii lidstvo potřebuje ke každodennímu životu a není bez ní schopno prakticky existovat, bude nutné zvážit výhody a nevýhody a hledat v řadě případů kompromisy, při kterých je hlavní snahou, aby prospěch ze zařízení mnohokrát převýšil některá z rizik v sobě skýtajících. Pro životní prostředí jsou důležité všechny negativní efekty spojené s použitým palivem a to od těžby, dopravy až po odpady. Celkový pohled se tedy netýká pouze hodnocení jedné elektrárny, ale všech škod plynoucích z využití paliva pro výrobu konečného produktu, tedy elektrické energie.

2 SOUČASNÝ STAV ENERGETIKY ČR

2.1 Primární zdroje

Primární energetické zdroje jsou jedním ze základních ukazatelů energetické statistiky a energetické bilance. Primární energetické zdroje ČR ukazuje Tabulka 2.1-1: Primární zdroje energie ČR [1]. (Poznámka: Prvotním teplem se rozumí teplo vyrobené v jaderných reaktorech, prvotní elektřina je elektřina vyrobená ve vodních elektrárnách plus saldo dovozu a vývozu elektřiny¹. Primární energetické zdroje jsou souhrnem tuzemských a dovezených zdrojů.) [1]

Tabulka 2.1-1: Primární zdroje energie ČR [1]

Přírodní zdroj	2001		2002		2003		2004	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%
tuhá paliva	894,9	53,6	859,8	49,5	867,9	47,4	876,4	47,4
kapalná paliva	316,6	19,1	316,5	18,2	343,0	18,7	346,4	18,7
plynná paliva	338,8	19,5	331,9	19,1	333,9	18,2	326,4	17,6
prvotní teplo	148,3	9,3	204,1	11,8	280,6	15,3	284,4	15,4
prvotní elektřina	-26,9	-1,5	-32,0	-1,8	-53,4	-2,9	-49,3	-2,7
OZE (bez vody)	52,6	3,1	55,4	3,2	58,4	3,2	65,2	3,5
Celkem	1 724,20	100	1 735,80	100	1 830,40	100	1 849,60	100
Přírodní zdroj	2005		2006		2007		2008	
	PJ	%	PJ	%	PJ	%	PJ	%
tuhá paliva	891,4	46,6	846,6	44,5	851,2	44,8	813,1	43,1
kapalná paliva	389,8	20,4	380,0	20,0	401,2	21,1	401,2	21,3
plynná paliva	334,6	17,5	354,6	18,6	331,0	17,4	332,7	17,6
prvotní teplo	268,8	14,0	284,1	14,9	285,5	15,0	289,6	15,3
prvotní elektřina	-36,8	-1,9	-36,1	-1,9	-50,2	-2,6	-31,8	-1,7
OZE (bez vody)	67,0	3,5	72,6	3,8	83,2	4,4	82,9	4,4
Celkem	1 914,8	100	1 901,8	100	1902,0	100	1 887,7	100

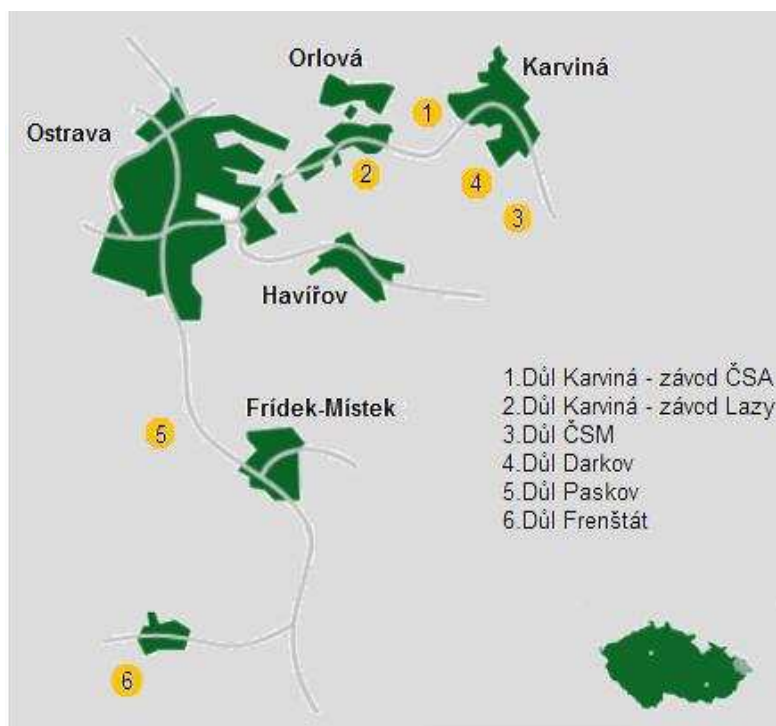
2.2 Uhelná energetika

Uhlí v ČR představuje hlavní energetický zdroj, viz Tabulka 2.1-1: Primární zdroje energie ČR [1]. Velký podíl uhlí u nás byl vlivem hospodaření minulých let vyčerpán. I přesto patří ČR v zásobách uhlí mezi země soběstačné. Zásoby uhlí v České republice se odhadují přibližně na 10 mld. tun, z toho asi polovina je ekonomicky těžitelných. Strukturu zásob tvoří černé uhlí z 37%, hnědé uhlí 60%, lignit 3%. [2]

Černé uhlí se u nás těží pouze hlubinně a vyskytuje se hojně převážně v kladenském a ostravsko-karvinském revíru. Těžba v současnosti probíhá pouze na Karvinsku, kde těžbu zajišťuje společnost OKD patřící pod NWR. Společnost OKD je jediným producentem **černého uhlí** v České republice. Těží jej v hlubinných dolech v jižní části Hornoslezské uhelné pánve - v Ostravsko-karvinském revíru, viz Obrázek 2-1: Působnost těžební společnosti OKD [3]. OKD uvádí roční produkci černého uhlí cca 11 mil. tun. Společnost OKD má v činnosti 5 dolů (Důl Karviná, Důl ČSM, Důl Darkov, Důl Paskov a Důl Frenštát). [3]

¹ Saldo dovozu a vývozu elektřiny = import – export.

V roce 2006 byla celková **domácí spotřeba** černého uhlí asi 9 mil. tun. Prakticky všechno koksovateľné uhlí¹ končí v ocelárnách, 2/3 energetického černého uhlí byly využity pro výrobu elektrické energie a tepla a 1/3 v průmyslových podnicích. Téměř celá domácí spotřeba uhlí a lignitu slouží k výrobě elektřiny a tepla. Výše exportu v roce 2006 činila 6,518 mil. tun a u koksu to bylo 0,985 mil. tun. Množství exportovaného hnědého uhlí bylo 1,302 mil. tun. V roce 2006 bylo importováno do ČR asi 1,238 mil. tun černého uhlí a 1,857 mil. tun hnědého uhlí jakož i 0,507 mil. tun koksu. Většina černého uhlí byla dovezena z Polska, hnědé uhlí potom z Německa a Rakouska. [3]



Obrázek 2-1: Působnost těžební společnosti OKD [3]

Podle platné metodiky hodnocení geologických zásob černého uhlí je v dobývacích prostorách (dále jen „DP“) spravovaných OKD celkem 4 001 552 kt zásob bilančních² a nebilančních³. V činných DP to je 2 412 912 kt geologických zásob, v konzervaci 1 526 075 kt geologických zásob a v utlumených DP 62 565 kt geologických zásob. Zásoby černého uhlí v jednotlivých dolech dle mezinárodní klasifikace JORC určené nezávislou expertízou k 1.1.2010 ukazuje Tabulka 2.2-1: Zásoby černého uhlí [3].

Geologicky mladší než černé uhlí je uhlí hnědé. V ČR se hnědé uhlí těží v podhůří Krušných hor - v sokolovské a chomutovsko-mostecké pánvi. Severočeský hnědouhelný revír (roční těžba okolo 38 milionů tun hnědého uhlí a lignitu) a Sokolovský hnědouhelný revír (roční těžba okolo 7 milionů tun hnědého uhlí a lignitu). Těžba hnědého uhlí se provádí povrchoým způsobem. Další těžba hnědého uhlí v perspektivě desítek let narazí na ekologické limity. Hnědé uhlí je

¹ Jako koksovateľné uhlí je definováno černé uhlí s kvalitou, která umožňuje výrobu koksu pro vysokopecní výrobu surového železa případně k otopovým účelům. Ostatní druhy černého uhlí je označováno jako uhlí energetické, které slouží pro výrobu elektrické energie.

² Bilanční zásoby (ekonomické) jsou zásoby, které splňují podmínku využitelnosti suroviny v současnosti.

³ Nebilanční zásoby (neekonomické) představují zásoby, o nichž se předpokládá, že budou využitelné v budoucnosti.

hlavním palivem českých tepelných elektráren, které představují asi 60% instalovaného výkonu české elektroenergetiky. Skupina ČEZ provozuje na území Čech a Moravy 15 uhelných elektráren. Většina z nich spaluje severočeské hnědé uhlí a je z praktických důvodů situována do bezprostřední blízkosti těchto dolů v severních a v severozápadních Čechách.

Tabulka 2.2-1: Zásoby černého uhlí [3]

Důl	Zásoby (kt) JORC
Darkov	44207
ČSM	50137
Karviná	97069
Paskov	26085
Dukla	0
Frenštát	0
Celkem	217498

Mezi producenty hnědé uhlí v ČR patří Severočeské doly a. s. Chomutov, Skupina Czech Coal (dříve Mostecká uhelná společnost a. s.), Sokolovská uhelná společnost právní nástupce a. s., Lignit s. r. o. Hodonín. Jejich podíl na trhu ukazuje Tabulka 2.2-2: Producenti hnědé uhlí [5].

Tabulka 2.2-2: Producenti hnědé uhlí [5]

Těžební společnost	celkem v kt	podíl na trhu v %	Důl	Životnost	
				let	do roku
SD a. s. Chomutov	22272	46,87	Libouš	31	2038
			Bílina	25	2032
MUS a. s. Most	15098	31,70	ČSA	14	2021
			Vršany	47	2054
SU a. s. práv. nást. Sokolov	9732	20,48	Jiří	16	2023
			Družba(+Marie)	36	2043
Lignit s. r. o. Hodonín	416	0,88	Mír	5	2012
Hnědé uhlí v ČR celkem	47518	100,00			

Severočeské doly a. s. Chomutov těží trvale okolo 22 milionů tun hnědé uhlí ročně. Dodávka uhlí v roce 2008 do ČEZ činila 74,80%. Skupina Czech Coal se podílí na celkové produkci hnědé uhlí v ČR téměř z jedné třetiny (32 %). Prodej mosteckého hnědé uhlí prostřednictvím dceřiné obchodní společnosti Czech Coal a.s. je směřován do tří segmentů trhu - do elektroenergetiky, do segmentu tepláren a závodových elektráren a do segmentu domácností a malých kotelen. Z hlediska sortimentní skladby produkce mosteckého hnědé uhlí dominuje výroba a prodej topných a průmyslových směsí s podílem na celkové produkci téměř 83 %. Prodej tříděných druhů v uplynulém období z důvodu teplotně nadprůměrného zimního období poklesl a činí přibližně 4 % celkových prodejů. Tříděné druhy uhlí jsou prodávány převážně malospotřebitelům. Mezi odběratele tříděného, ale i prachového uhlí patří průmyslové a komunální teplárny. Do energetiky směřují průmyslové a topné směsi. [4]

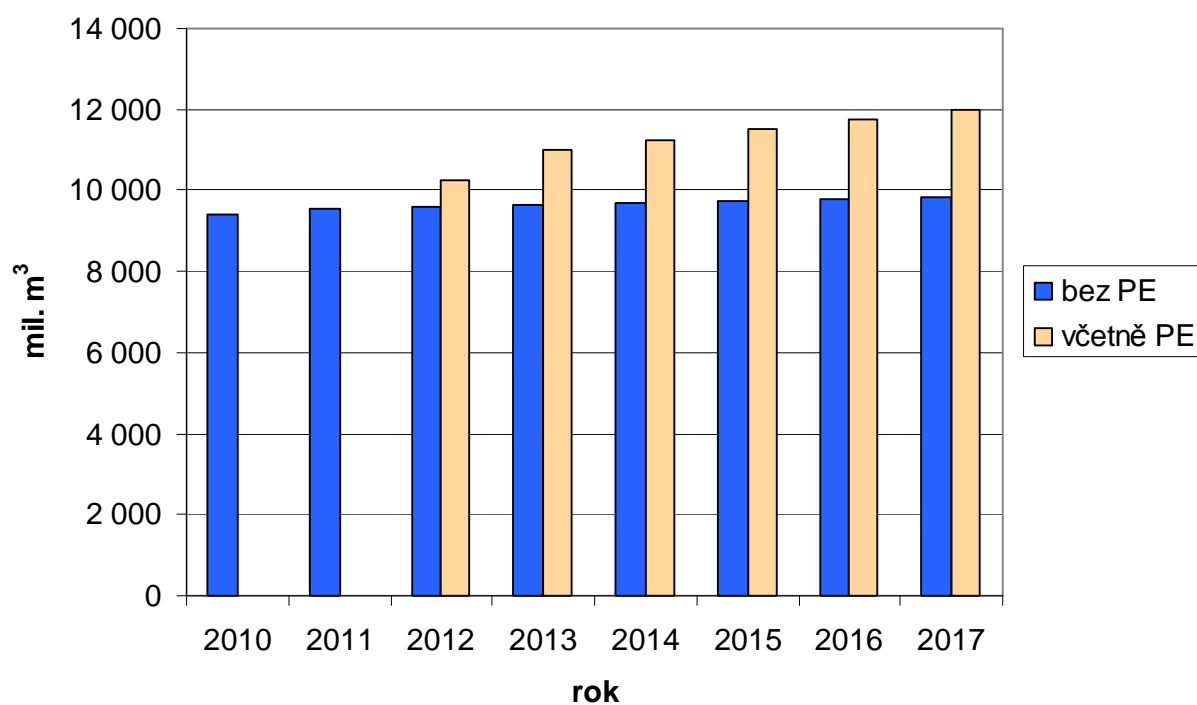


Obrázek 2-2: Těžební lokality v severočeské pánvi [4]

2.3 Zemní plyn

Česká republika je vnitrozemský stát, který je zcela závislý na dovozu zemního plynu z Ruska, Norska a Spolkové republiky Německo. Ruské dodávky kryjí cca 75 % celkové roční spotřeby, jedna čtvrtina spotřeby je pokryta norským plynem. Dodávky německého zemního plynu jsou v současné době pouze pro jednoho zákazníka. Z vlastní těžby je pokryto pouze 1 % roční spotřeby.

Od roku 1996 se hodnota dovozu zemního plynu pohybuje v rozmezí od 9,2 mld. m³.rok⁻¹ do 9,8 mld. m³.rok⁻¹. Zemní plyn je do ČR dopravován dvěma plynovody - z Ruska a Norska. S oběma dodavateli jsou uzavřeny dlouhodobé kontrakty. V roce 1997 byl s norskými producenty uzavřen kontrakt na období 20 let v celkové výši 53 mld. m³. Roční objem dodávek z Norska se pohybuje na úrovni 3,0 mld. m³. V roce 1998 byl uzavřen dodávkový kontrakt mezi akciovými společnostmi Transgas a Gaseexport na dodávku 8 mld. m³ až 9 mld. m³ ročně a to na období 15 let. Tato smlouva byla prodloužena společností RWE Transgas do roku 2035. Na území ČR je šest podzemních zásobníků zemního plynu s kapacitou téměř 2,3 mld. m³. RWE Transgas rovněž využívá smluvně pronajaté kapacity v podzemních zásobnících na Slovensku a v Německu. Distribuce zemního plynu je v naší republice zajišťována 8 regionálními distribučními společnostmi, z nichž 6 je v majoritním vlastnictví RWE AG. Výhled spotřeby zemního plynu v letech 2010 až 2017 ukazuje Obrázek 2-3: Výhled spotřeby zemního plynu v letech 2010 až 2017 [5].



Obrázek 2-3: Výhled spotřeby zemního plynu v letech 2010 až 2017 [5]

Poznámka: bez PE = bez plynových elektráren. Včetně PE = včetně plynových elektráren.

3 SOUČASNÝ STAV ELEKTROENERGETIKY ČR

Nynější stav energetiky ČR je podrobně popsán v [6]. Energetika ČR je založena na vysokém využití domácích zdrojů primární energie. Domácí zdroje energie se podílí na konečné spotřebě energie 50 %. Velkou míru soběstačnosti vykazuje výroba elektřiny, jelikož čistá výroba elektřiny z domácích zdrojů prakticky plně pokrývá domácí spotřebu (ze zhruba 96 %). Podíl výroby tepla z domácích paliv ve všech zdrojích tepla činí cca 60 %, v centralizovaných zdrojích (teplárnách a výtopnách) je to více než 80 %. Podíl tepla dodaného z kombinované výroby celkem je asi 42 %.

Dle mezinárodního srovnání se zeměmi EU15 i EU27 se Česká republika řadí k zemím které mají průměrnou spotřebou energie přepočtené na jednoho obyvatele (2,44 toe.obyv.⁻¹, oproti 3,11 toe.obyv.⁻¹, resp. 2,35 toe.obyv.⁻¹)¹. Česká republika dosud spotřebovává, vzhledem k výši vytvářeného HDP, více primárních zdrojů energie i elektřiny než je objektivně nutné (spotřebovávaná energie je málo zhodnocována přidanou hodnotou). Přes dosažený pokrok je energetická a elektroenergetická náročnost tvorby HDP v ČR stále vysoká vůči průměru zemí EU viz Obrázek 3-1: Mezinárodní srovnání energetické náročnosti ekonomiky [kgoe.1000 EUR⁻¹], 2000-2008 [29]². Od roku 2004 se situace podstatně zlepšila a energetická náročnost významně klesá. Tuzemská spotřeba energie na jednotku HDP od roku 2004 trvale klesá. V posledních letech dosahoval meziroční pokles energetické náročnosti tvorby HDP v České republice více než 5 %. V roce 2008 se energetická náročnost snížila o 6,4 %, což byl nejvýraznější pokles ve sledovaném období od roku 1997. V roce 2009 však vlivem finanční a hospodářské krize došlo kromě poklesu spotřeby primárních energetických zdrojů i k poklesu HDP, což výrazným způsobem ovlivnilo i energetickou náročnost hospodářství. A tak, přestože spotřeba PEZ poklesla o významných 6,9 %, snížila se energetická náročnost hospodářství jen o 1,8 %. [29]

Trhy s elektřinou zatím fungují odděleně v jednotlivých zemích regionu. Pouze krátkodobé trhy České a Slovenské republiky byly propojeny prostřednictvím implicitních aukcí. Nejsou propojeny národní trhy s regulačními výkony a energií.

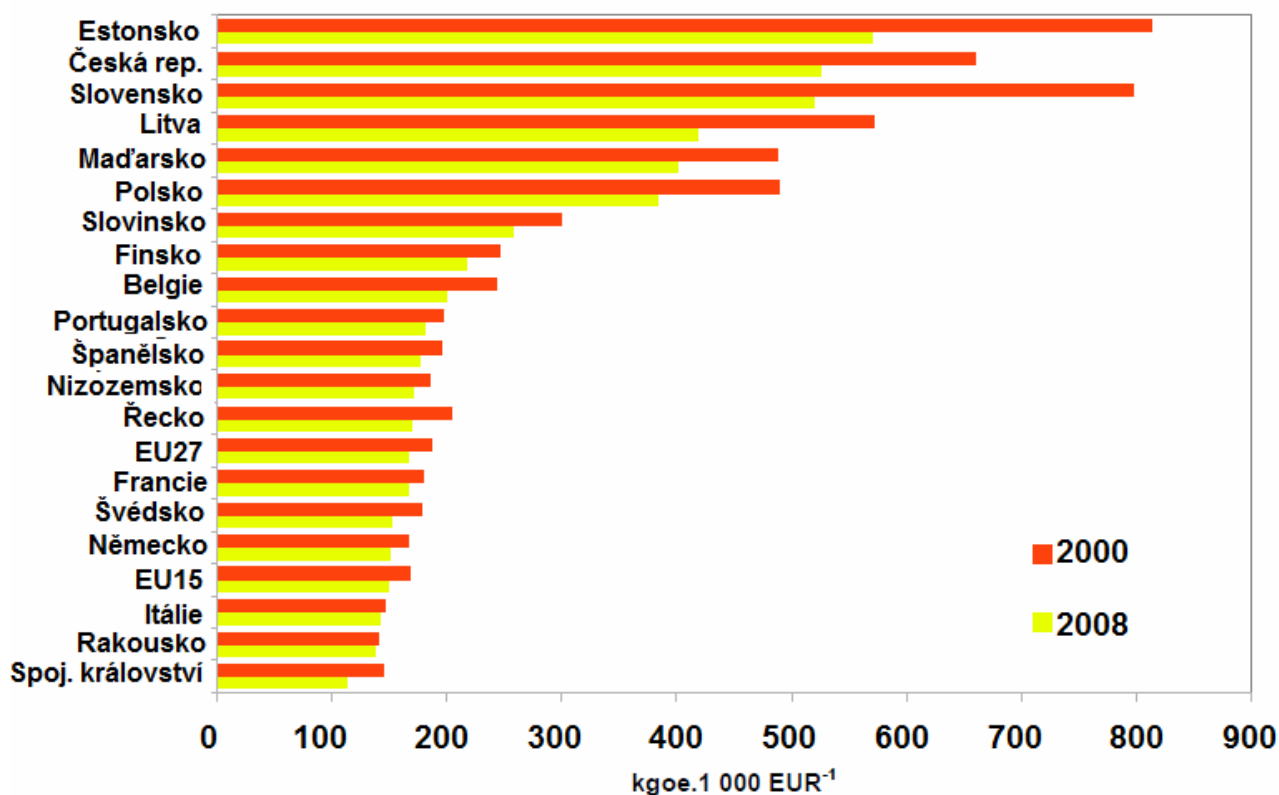
V oblasti plynárenské přepravní soustavy je zajištěno propojení se Spolkovou republikou Německo a Slovenskem. Ve směru východ/západ je dlouhodobě zajišťována mezinárodní přeprava plynu. Podzemní zásobníky zemního plynu na území ČR o celkové roční kapacitě 3,077 mld. m³ jsou využívány převážně pro potřeby tuzemského plynárenství. Poměr stávající roční tuzemské spotřeby plynu a existující kapacity podzemních zásobníků činí cca 35 %, což ČR řadí mezi přední státy EU v uvedeném parametru. V oblasti ropovodů a zpracování ropy je importní kapacita ropovodu Družba, který dopravuje ropu z východu, 9 mil. t/rok a ropovodu IKL, který dopravuje ropu ze západu, 11 mil. t/rok. Skladovací kapacita Centrálního tankoviště ropy, využívaného pro skladování nouzových zásob ropy, činí 1,73 mil. m³ v rámci reálných podmínek.

Podíl elektroenergetiky, plynárenství, teplárenství a těžby surovin na celkové zaměstnanosti v roce 2007 činil cca 2 %, což je asi 100 tisíc pracovníků. Z tohoto počtu jich je 60 % zaměstnáno ve výrobě, rozvodu a distribuci elektřiny, tepla a plynu, zbývajících 40 % v těžbě surovin. V uplynulých letech se celkový počet zaměstnaných v tomto sektoru trvale snižoval a úbytek dosáhl

¹ toe = tuna ropného (olejového) ekvivalentu s výhřevností 41,868 GJ. Ropný ekvivalent je porovnávací parametr pro kapalné fosilní palivo. 1 toe (ton of oil equivalent) = 41,868 GJ = 11,63 MWh.

² kgoe = kg ropného ekvivalentu, jednotka běžně používaná v mezinárodní statistice.

přes cca 27 tisíc osob. Poměrně nepříznivá je věková struktura pracovníků v energetickém sektoru. Věkový průměr je 44 let, zatímco průměr v celé ekonomice 40 let.



Obrázek 3-1: Mezinárodní srovnání energetické náročnosti ekonomiky [kgoe.1000 EUR⁻¹], 2000-2008 [29]

Pro zásobování elektřinou existuje v ČR poměrně robustní přenosová soustava, která má dostatek regulačních výkonů a přiměřená distribuční soustava zajišťující dostatek kapacit pro normální provozní podmínky. Vysoce kapacitní propojení na sousední sítě a přebytkový charakter výkonové bilance zajišťuje její významnou odolnost i v případech rozsáhlé kumulace poruch na výrobních zařízeních. V případech rozpadu evropské sítě je ES ČR jako přebytková soustava schopna bezpečného přechodu do krátkodobého ostrovního provozu a zajištění dodávek.

Energetické hospodářství ČR, díky provedení rozsáhlých a investičně náročných úprav provozovaných energetických zařízení, zejména energetických výrobních zařízení a vedení, výrazně snížilo zatěžování životního prostředí. ČR by vzhledem k současnému vývoji v oblasti energetiky a dopravy měla dodržet objemově stanovené emisní stropy SO₂, NO_x, VOC¹ a NH₃². V roce 2006 byly celkové emise SO₂ ve výši 211 tis. tun, emise NO_x 281 tis. tun, emise VOC ve výši 179 tis. tun, emise NH₃ ve výši 63 tis. tun a emise CO ve výši 483 tis. tun. Do popředí se dostává problematika emisí tuhých znečišťujících látek (TZL), jejichž výše v roce 2006 činila 68 tis. tun.

¹ VOC - těkavé organické látky, jsou to jakékoliv organické sloučeniny nebo směs organických sloučenin s výjimkou metanu.

² NH₃ - amoniak.

3.1 Výhledy do budoucna

- Z dlouhodobého hlediska je cílem zajistit podíl roční výroby elektřiny z domácích primárních zdrojů k hrubé spotřebě elektřiny v ČR minimálně 90 % (za domácí zdroje jsou považovány obnovitelné zdroje, druhotné zdroje a odpady, černé a hnědé uhlí a jaderné palivo za podmínky zajištění dostatečných zásob).
- Podíl výroby CZT z domácích zdrojů minimálně 80 %, podíl tepla z kombinované výroby na celkové spotřebě tepla minimálně 40 %. Podíl výroby energie z OZE na celkové konečné spotřebě minimálně 13 % k roku 2020, cca 17 % do roku 2030 a až cca 23 % do roku 2050, za předpokladu dosažení ekonomické konkurenceschopnosti OZE s ostatními druhy energií a při zachování stability přenosové soustavy.
- Uhlí z domácích zdrojů spotřebovávat jen ve zdrojích s vysokou účinností přeměny. Usilovat o to, aby kolem roku 2020 byla energetická náročnost ČR na úrovni průměru EU-27.
- Zvyšovat tepelně-izolační vlastnosti bytových domů a usilovat o snížení spotřeby energie na jejich vytápění až o 30 % do roku 2030 ve srovnání s rokem 2005.
- Zajistit po roce 2020 výstavbu všech nových budov jako nízkoenergetických. Do r. 2050 zabezpečit rekonstrukci významné části (až 70 %) stávajících budov na nízkoenergetický standard.
- Zvýšit podíl železniční nákladní přepravy na 40 % a železniční osobní přepravy na 30 % do roku 2030 oproti roku 2008.
- Zajistit připravenost přenosové soustavy k připojení nových výrobních kapacit nad 100 MW v termínech dle požadavků investorů a provázat s nástroji investičního plánování.
- Plnit závazné národní emisní stropy pro ČR v rámci EU pro rok 2010 (SO₂ 265 tis. tun, NO_x 286 tis. tun, VOC 220 tis. tun, NH₃ 80 tis. tun) a naplňovat predikované národní emisní stropy pro rok 2020 pro následující vybrané znečišťující látky (SO₂ 159 tis. tun, NO_x 252 tis. tun), pro rok 2030 (SO₂ 107 tis. tun, NO_x 189 tis. tun) a dále pro rok 2050 (SO₂ 78 tis. tun, NO_x 136 tis. tun). [6]

3.2 Regionální distribuční společnosti

ČEZ Distribuce, a. s. je společnost, která ve smyslu energetického zákona 458/ 2000 Sb. představuje provozovatele distribuční soustavy, jenž je držitelem licence na distribuci elektřiny. Společnost působí na území devíti krajů, a to Plzeňského, Karlovarského, Ústeckého, Středočeského, Libereckého, Královéhradeckého, Pardubického, Olomouckého a Moravskoslezského. Hlavním posláním společnosti je distribuce elektřiny fyzickým a právnickým osobám a zvyšování kvality a spolehlivosti dodávky. Cílem společnosti je zajišťovat plně funkční roli výkonného správce aktiv distribuční soustavy v oblasti své působnosti.

E.ON Distribuce, a. s. byla založena jako nástupnická společnost Jihomoravské a Jihočeské energetiky. S platností od 1. 1. 2005 získala společnost E.ON výměnou akcie JČE a JME na základě smlouvy o směně akcií uzavřené v návaznosti na usnesení vlády a od těchto společností pak převzala předmět podnikání distribuce elektrické energie. Nově založená společnost se stala právním nástupcem stávajících společností a přešla na ní všechna práva a závazky související s

převáděnou částí společnosti. Platné tak zůstávají všechny smlouvy. Prodej elektřiny představuje cca přes 90% výnosů společnosti. Majoritním dodavatelem elektřiny je ČEZ, a. s. Zbytek nakupuje od menších nezávislých výrobců, z nichž nejvýznamnější jsou lokální teplárny.

PREdistribuce, a. s. Společnost je členem Skupiny PRE. Tato skupina je se svými cca 720 000 zákazníky třetím největším dodavatelem elektřiny v České republice. Svým zákazníkům dodává ročně cca 6,1 TWh elektřiny. Mezi základní aktivity skupiny patří prodej, obchodování s elektřinou a její distribuce. Kromě toho zajišťuje i jiné doplňkové energetické služby. Posláním PREdistribuce, a.s., je poskytovat spolehlivou distribuci elektřiny a souvisejících služeb při dodržení standardů, daných prováděcími vyhláškami.

Vyznačení územní působnosti distribučních společností ukazuje Obrázek 3-2: Územní působnost distribučních společností [7].



Obrázek 3-2: Územní působnost distribučních společností [7]

3.3 Provozovatel přenosové soustavy ČR

Provozovatelem přenosové soustavy ČR na základě výlučné licence energetického zákona je **ČEPS, a. s.** Hlavním předmětem podnikání ČEPS, a. s. je poskytování přenosových a systémových služeb, dispečerské řízení zařízení přenosové soustavy a systémových zdrojů (elektráren poskytujících podpůrné služby pro zajištění systémových služeb) na území ČR. ČEPS je společnost, jejímž majoritním akcionářem je od 1. 4. 2003 Fond národního majetku. Společnost vznikla 20. 8. 1998 a poskytuje svým zákazníkům kapacitu svých zařízení s cílem zajistit rovnováhu v soustavě při dodržení kvalitní a spolehlivé dodávky elektřiny. Pečuje o údržbu, obnovu a rozvoj přenosové soustavy. Zásady své působnosti zakotvila ČEPS v dokumentu Kodex přenosové soustavy. Společnost ČEPS zajišťuje bezpečný a spolehlivý přenos elektrické energie pro uživatele přenosové soustavy v ČR i v rámci mezinárodní spolupráce. [7]

3.4 Výroba a spotřeba elektrické energie

Výroba elektrické energie od roku 2000 stoupá. Rozhodující podíl na tom má uhlí a stále rostoucí podíl elektřiny vyrobené z jádra. Tyto fakta jsou pozitivní, problém ale nastává s tím, že v rámci EU je uhlí označováno za zdroj přijatelný jen okrajově a chystaná změna ve vydávání emisních povolenek po roce 2012 (jejich počáteční prodej, nikoliv alokace)¹ s velkou pravděpodobností hnědé uhlí významně zdraží.

Celkový instalovaný výkon v ČR k 31.12.2009 činil 18 325,70 MW. Oproti roku 2008, kdy instalovaný výkon dosáhl hodnoty 17 724,19 MW to znamená 3% vzrůst. K 31.12.2010 byl instalovaný výkon ČR 20 072,90 MW (vzrůst o 9,5% oproti roku 2009), z toho instalovaný výkon ČEZ, a.s. byl 11 558,88 MW (57,6%). K tomuto datu byly do sítí připojeny fotovoltaické výrobní se součtovým instalovaným výkonem 1820 MW (licence byly uděleny pro FVE se součtovým instalovaným výkonem 1959,1 MW) ke stejnému datu roku 2009 to bylo 464,58 MW. V roce 2009 klesla výroba netto² elektrické energie o 1,4% oproti roku 2008 na 75 990 GWh. Přičemž výroba elektrické energie poklesla pouze v parních elektrárnách a to o 5,5% (výroba netto činila 43 848,3 GWh), ve spalovacích plynových a paroplynových elektrárnách došlo k vzrůstu o 3,4%, JE zaznamenaly nárůst o 2,6% a vodní až o 26%. Největší růst oproti roku 2008 byl zaznamenán u ostatních zdrojů (VTE, SLE, GOE, AOE) a to o 45% (netto výroba činila 375,3 GWh). V roce 2010 výroba netto vzrostla o 4,3% na hodnotu 79 464,6 GWh. Oproti roku 2009 vzrostla výroba v parních elektrárnách o 3% na 45 225,2 GWh, ve spalovacích plynových a paroplynových elektrárnách o 11,3% (na 3486,6 GWh), v jaderných elektrárnách o 3% (na 26 440,9 GWh), ve vodních o 13% (na 3366 GWh), ostatní zdroje (VTE, SLE, GOE, AOE) zaznamenaly vzrůst o 2,5 násobek na hodnotu 945,8 GWh. [7]

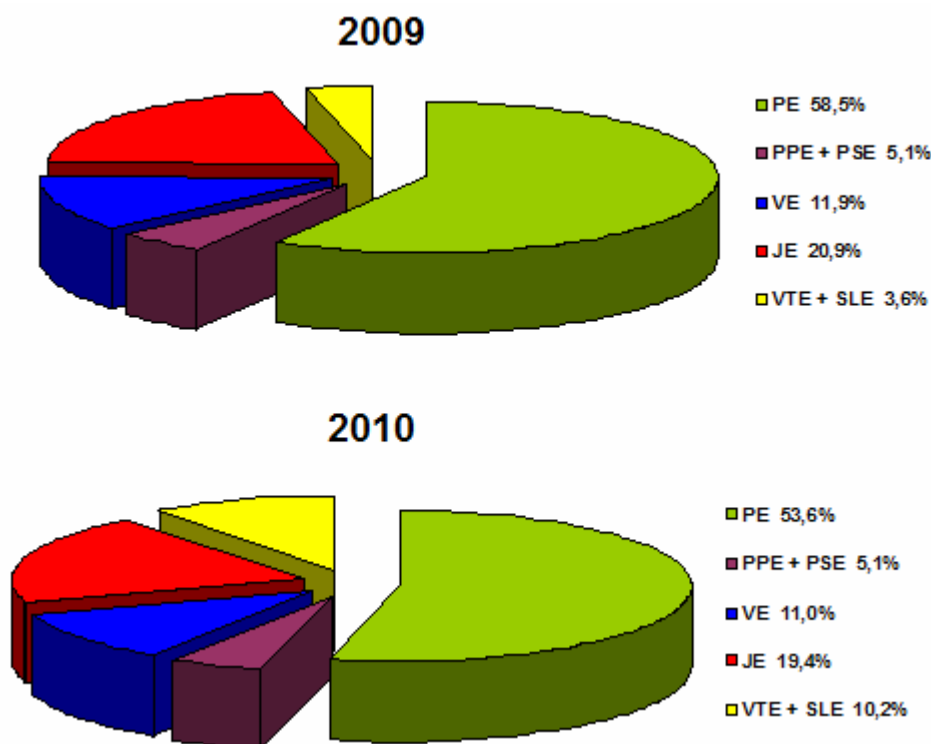
Strukturu instalovaného výkonu ukazuje Obrázek 3-3: Struktura instalovaného výkonu v roce 2009 a 2010 [7]. Z toho 67,1% (v roce 2009) a 57,6% (v roce 2010) instalovaného výkonu patří společnosti ČEZ, a. s. Na grafech vidíme, že dominantní postavení ve skladbě instalovaného výkonu mají **parní elektrárny 58,5% (2009), 57,6% (2010)**. Tato situace je dodnes přežívajícím důsledkem socialistické struktury národního hospodářství, které bylo založeno na významně předimenzovaném, ale současně velmi spolehlivém instalovaném výkonu parních elektráren a tepláren na uhlí. Tyto zdroje jsou sice spolehlivé, avšak dnes již zastaralé a byly až na výjimky pořízeny před 30 až 40 lety, a tedy s parametry a účinnostmi tomuto období odpovídajícími. Česká energetika vykazuje zdánlivou stabilitu. Zásoby uhlí, které je v současné době rozhodujícím energetickým zdrojem, však mohou být během několika desetiletí vyčerpány a je zde také skutečnost, že se bude těžba hnědého i černého energetického uhlí snižovat. ČR je země zcela závislá na dovozu ropy a plynu, tedy dvou surovin zásadních pro budoucnost; to je významné strategické omezení, i když z pohledu dnešní české energetiky platí, že tuzemská výroba elektřiny je na ropě a plynu prakticky nezávislá a výroba tepla pouze částečně na zemním plynu. Další větší procentuální část zaujmají **JE 20,9% (2009), 19,4% (2010)**. ČR má dle [5] příležitost posunout a stabilizovat rozvoj své ekonomiky stabilizací energetických zdrojů. V případě jaderné energetiky to však není možné bez stabilní politické podpory a podpory potřebné infrastruktury včetně výzkumu a vývoje. V horizontu 2020 až 2030 je k tomu zapotřebí:

¹ V novém systému EU ETS dojde k postupnému odstranění bezplatného přidělování emisních povolenek jednotlivým podnikům a budou zavedena jednotná pravidla pro aukce povolenek pro celou EU.

² Netto výroba elektřiny = hrubá výroba elektřiny zmenšená o vlastní spotřebu na výrobu elektřiny. (Brutto výroba elektřiny = celková výroba elektřiny změřená na svorkách hlavních generátorů).

- Prodloužit životnost stávajících jaderných elektráren minimálně na 60 let a postupně odstavované uhelné elektrárny pokrýt výstavbou nových jaderných elektráren. Dosáhnout lze až podílu na výrobě elektrické energie existující již dnes například ve Francii (77 %).
- V maximální míře využít elektrárny v základním zatížení (včetně jaderných) k dodávkám tepla do sítí CZT.
- Zvýšit účast českého průmyslu a inženýrských kapacit na výstavbě jaderných elektráren doma a v zahraničí.
- Realizovat výstavbu nových bloků elektrárenskou společností ČEZ, a. s., s významným majetkovým podílem státu. [5]

Poměrně malý podíl pak vykazují VE v průměru 11,45%, PPE + PSE (5,1%) a ostatní zdroje.



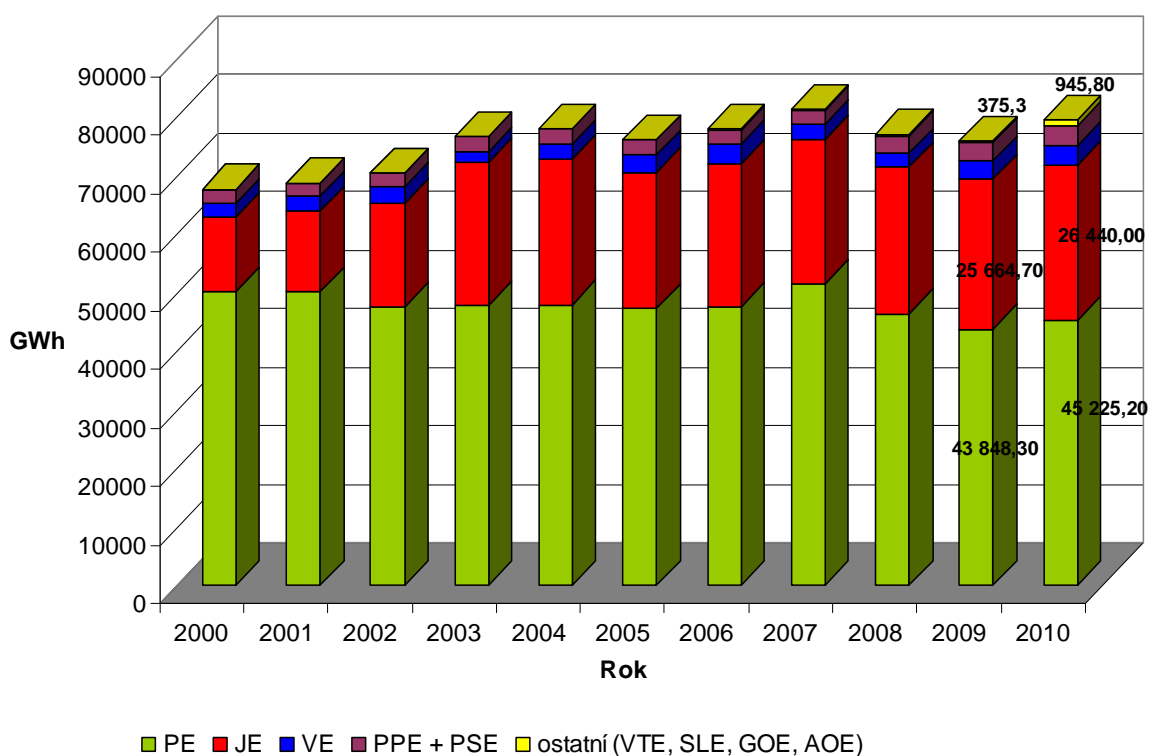
Obrázek 3-3: Struktura instalovaného výkonu v roce 2009 a 2010 [7]

Na Obrázek 3-4: Vývoj a struktura netto výroby elektřiny v ČR v letech 2000-2010 [7] je názorně vidět, jak se od roku 2000 postupně zvyšuje podíl jaderných elektráren na výrobě elektřiny.

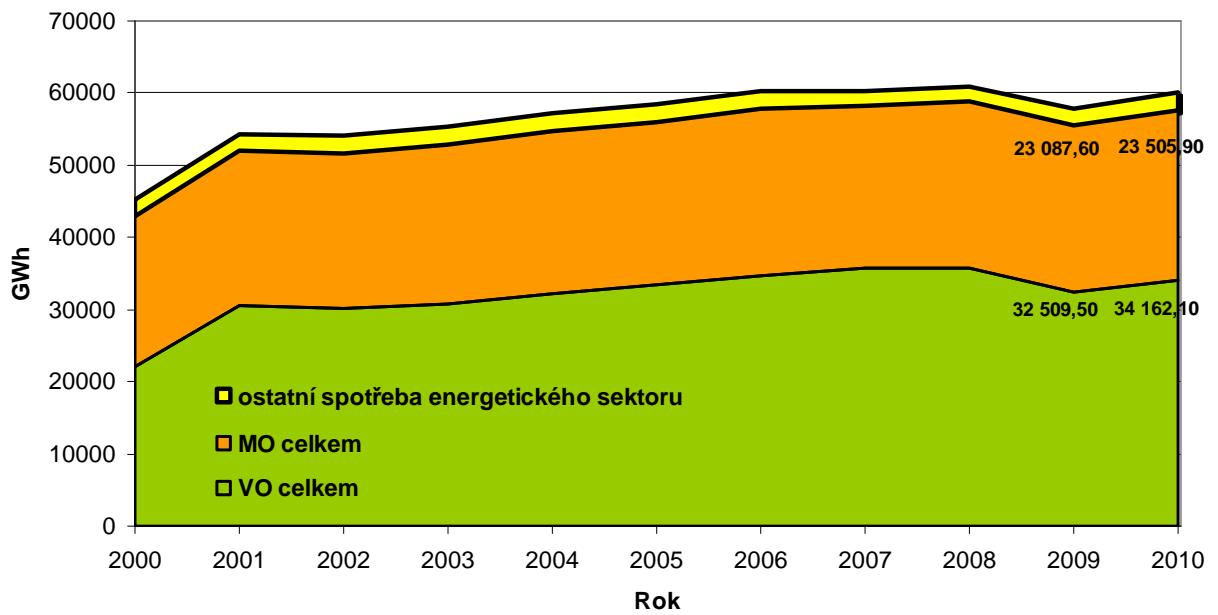
Vývoj a skladbu spotřeby elektrické energie od roku 2000 po rok 2010 nám ukazuje Obrázek 3-5: Vývoj a skladba spotřeby elektrické energie v letech 2000 až 2010 [7]. Spotřeba elektřiny netto¹ v roce 2009 poklesla oproti roku 2008 o 5,5% na hodnotu 57 111,7 GWh. Z této hodnoty byl výraznější pokles spotřeby elektřiny zaznamenán u VO (odběratelé připojení na síť vvn tj. nad 52 kV nebo vn tj. od 1 do 52 kV) a to o 9,11% (na 39 509,5 GWh). U MO (odběratelé

¹ Spotřeba elektřiny netto = (výroba elektřiny + saldo) – (vlastní spotřeba na výrobu elektřiny + ztráty v sítích + čerpání). (Spotřeba elektřiny brutto = výroba elektřiny + saldo).

připojení na síť nn tj. do 1 kV) byl zaznamenán pokles oproti roku 2008 o 0,369% (na 23 087,6 GWh). Ve sféře maloodběratelů byl oproti roku 2008 významnější pokles v části podnikatelské. Ve sféře velkooodběratelů byl pokles způsoben především snížením spotřeby z úrovně vvn. Ostatní spotřeba energetického sektoru (spotřeba elektřiny v zařízení výrobců a distributorů, včetně spotřeby na přečerpání v PVE) vzrostla oproti loňsku o 12%. Rok 2010 z hlediska celkové spotřeby elektřiny netto znamenal vzrůst o 3,8% oproti roku 2009 na hodnotu 59 255,2 GWh. Spotřeba elektřiny VO vzrostla o 1652,6 GWh oproti roku 2009 a rovněž spotřeba MO vzrostla a to o hodnotu 418,3 GWh.



Obrázek 3-4: Vývoj a struktura netto výroby elektřiny v ČR v letech 2000-2010 [7]



Obrázek 3-5: Vývoj a skladba spotřeby elektrické energie v letech 2000 až 2010 [7]

4 JEDNOTLIVÉ TYPY ELEKTRÁREN A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

4.1 Tepelné elektrárny

V současné době se ve světě z uhlí vyrábí více než 44 % veškeré spotřebovávané elektrické energie, v Evropě přibližně jedna třetina. V České republice se uhelné elektrárny Skupiny ČEZ podílejí na výrobě elektrické energie přibližně 60%.

Základní princip fungování uhelné elektrárny je založen na přeměně energie tepelné na mechanickou a mechanické na elektrickou. Tepelná energie se získává spalováním uhlí. Při tomto procesu dochází k zatěžování životního prostředí a to zejména oxidy síry, dusíku a oxidem uhličitým.

V letech 1992–1998 elektrárenská společnost ČEZ realizovala ekologický a rozvojový program, v rámci tohoto programu bylo v uhelných elektrárnách společnosti instalováno celkem 28 odsiřovacích jednotek a 7 fluidních kotlů, došlo k rekonstrukci odlučovačů popílku a modernizaci řídicích systémů elektráren. Celkově bylo odsířeno 6 462 MW instalovaného výkonu. Z této hodnoty připadá 5 930 MW na odsíření pomocí tzv. vypírky kouřových plynů (5 710 MW mokrá vápencová vypírka, 220 MW polosuchá vápenná metoda), 497 MW je odsířeno pomocí náhrady starých kotlů moderními s fluidním spalováním, u 35 MW byla provedena změna paliva. Díky uskutečnění programu odsíření se podařilo oproti úrovni na počátku 90. let snížit emise SO₂ o 92 %, pevných částic popílku o 95 %, emise oxidů dusíku o 50 % a oxidu uhelnatého o 77 %. Od roku 2010 je nutné počítat s postupným dožíváním odsířených uhelných elektráren, neboť jejich technologie má životnost okolo patnácti let a dlouhodobě nevyhoví požadavkům na životní prostředí a ekonomiku. I při neoptimističtější variantě dalšího vývoje, ztratí pravděpodobně uhelné elektrárny v závislosti na dostupnosti českého hnědého uhlí v období 2035-2050 postupně svůj dominantní význam.

Obnova zdrojů ČEZ je kombinací výměny zastaralé technologie za moderní (tzv. retrofit), výstavby nových tepelných hnědouhelných elektráren a řízeného definitivního ukončení provozu některých technicky zastaralých bloků. K první komplexní obnově dojde v Elektrárně Tušimice II (4 x 200 MW). V případě Elektrárny Pruněřov II (5 x 210 MW) se zvolil opakovaný projekt Elektrárny Tušimice II, tj. 4 x 200 MW (s využitím stejných parametrů páry kotle i turbogenerátoru, stejných emisních limitů a stejného paliva). V Elektrárně Počerady uvažuje projekt využít zkušenosti z komplexní obnovy Elektrárny Tušimice II a uskutečnit retrofit tří 200MW bloků (popř. výstavbu nového 660 MW bloku).

Ukončení provozu nastane u 14 bloků. Kromě Elektrárny Tušimice I, odstavené již v roce 1998, hodlá ČEZ na přelomu let 2015 a 2016 zcela ukončit provoz Elektrárny Pruněřov I. Dalším zařízením, které definitivně mezi léty 2015 a 2020 zastaví provoz (především z důvodu nedostatku uhlí), je Elektrárna Mělník III. Podobný osud postihne i Elektrárnu Chvaletice, jejíž životnost je plánována jen do roku 2020. [8]

4.1.1 Skleníkové plyny

Mezi faktory, které působí na klima, patří tzv. skleníkové plyny v atmosféře – mezi nejdůležitější patří:

- vodní pára

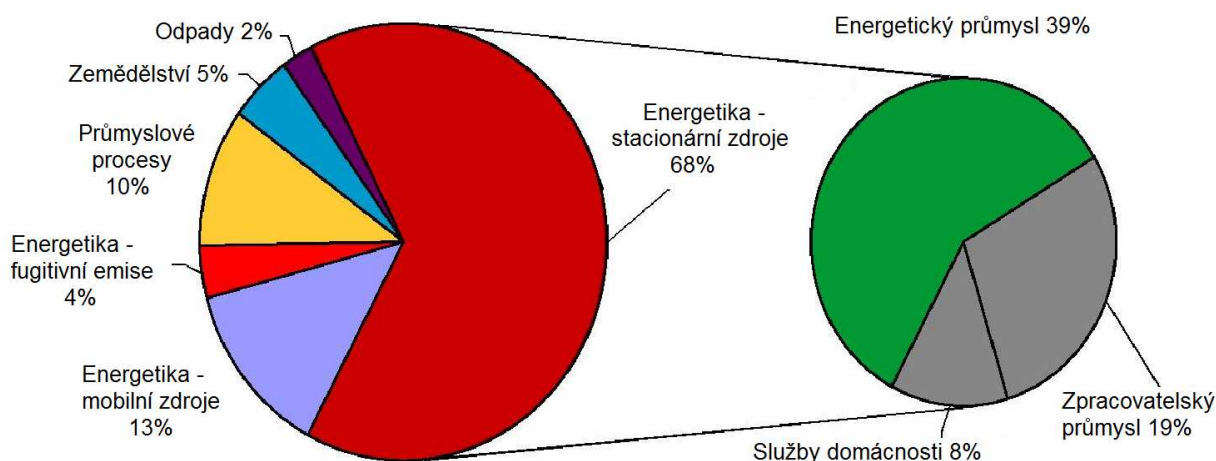
- oxid uhličitý (CO₂)
- metan (CH₄)
- oxid dusný (N₂O)

Tyto plyny se vyskytují v atmosféře zcela přirozeně, avšak od druhé poloviny 18. století výrazně roste koncentrace CO₂, CH₄ a N₂O v důsledku činnosti člověka. To způsobuje globální oteplování s potenciálně hrozivými dopady. Objevují se sice i pohledy, které odmítají vliv člověka, ale většina vědecké komunity se shoduje na opak.

Kjótský protokol ke kontrolnímu období 2008–2012 Česká republika s rezervou plní (pokles mezi roky 1990 a 2007 byl cca 23%). Od roku 2000 však emise prakticky stagnují s náznakem mírného nárůstu v letech 2005–2007. Příčinou je zejména dlouhodobější nárůst emisí z dopravy (v roce 2007 tvořily emise z dopravy více než 13 % celkových emisí, zatímco v roce 1990 nedosahovaly 5 %). Cíl ČR (snižování emisí skleníkových plynů) tak není dle některých názorů plněn. Problémem ČR jsou rovněž vysoké měrné emise skleníkových plynů na obyvatele, které v roce 2007 dosáhly 14,4 t CO₂ ekv. na obyvatele, a jejich trend byl v posledních letech stoupající. [10]

Největším emitentem skleníkových plynů (ale i dalších látek znečišťujících ovzduší) v České republice je spalování fosilních paliv pro energetické účely. Emise skleníkových plynů poklesly v České republice v letech 1990 až 2006 o cca 25 % z původních 190 milionů tun ekvivalentu CO₂ na cca 140 mil. tun CO₂ekv.

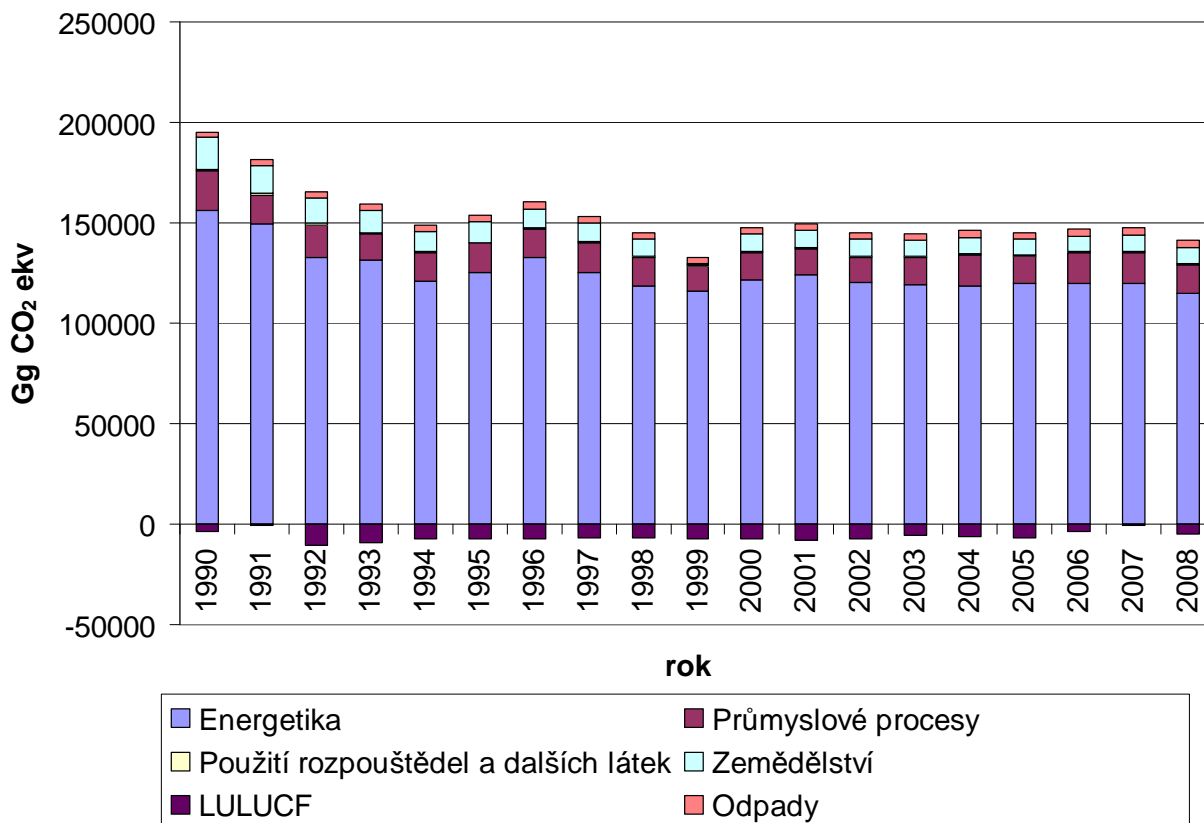
Jak nám ukazuje Obrázek 4-2: Emise skleníkových plynů v sektorovém členění v ČR (Gg CO₂ ekv.) [11]¹ dlouhodobě nepříznivě působí na vývoj emisí skleníkových plynů složení primárních energetických zdrojů s vysokým podílem tuhých paliv a stále vysoká energetická náročnost ekonomiky.



Obrázek 4-1: Podíl skleníkových plynů v roce 2008 [11]

¹ Jednotkou indikátoru jsou Gigagramy (Gg) emitovaných plynů přepočítané na Gg CO₂ ekvivalentu. Ekvivalentní oxid uhličitý (ekv. CO₂) je definován jako množství CO₂, které by způsobilo stejné radiační působení jako emitované množství promíchaného skleníkového plynu nebo směsi promíchaných skleníkových plynů, vynásobené hodnotami svých odpovídajících GWP, aby se zohlednila rozdílná doba, po níž zůstávají v atmosféře.

GWP je potenciál globálního ohřevu nebo též poměr radiační účinnosti libovolného plynu k účinnosti CO₂.



Obrázek 4-2: Emise skleníkových plynů v sektorovém členění v ČR (Gg CO₂ ekv.) [11]

4.1.2 Emise

Uhelné elektrárny zatěžují životní prostředí převážně:

- Oxidy síry
- Oxidy dusíku
- Oxidem uhličitým
- Tuhými znečišťujícími látkami

Tabulka 4.1-1: Emise vybraných znečišťujících látek ze spalování paliv ve stacionárních zdrojích energetiky [12]

rok	1990	1995	2000	2005	2006	2007
SO ₂ [t/rok]	1808,4	1087,7	256,0	215,3	208,9	216,5
NO _x [t/rok]	386,7	217,4	160,0	154,5	149,2	283,2
TZL [t/rok]	606,1	183,9	45,5	27,2	25,4	66,8

4.1.2.1 Oxidy síry (SO_x, SO₂, SO₃)

Do této skupiny látek patří oxid siřičitý (SO₂) a oxid sírový (SO₃). Oxid siřičitý je bezbarvý štiplavý plyn, je nehořlavý a rozpouští se ve vodě za vzniku kyselého roztoku.

Oxid sírový je meziproduktem při výrobě kyseliny sírové a jedná se o tuhou nebo kapalnou látku dobře rozpustnou ve vodě za vzniku kyseliny sírové.

Převážnými zdroji emisí oxidů síry jsou:

- Výroba elektrické energie, výroba tepelné energie, rafinerie ropy, dopravní prostředky nebo zpracování kovů.
- Průmyslová výroba kyseliny sírové.

Životní prostředí je oxidy síry negativně ovlivňováno. Oxidy síry jsou rizikové především pro ovzduší, půdu a vodu. Koncentrace oxidu sírového jsou v ovzduší obvykle podstatně menší než koncentrace oxidu siřičitého. Oxid siřičitý během určité doby v ovzduší přechází reakcí na oxid sírový, který je hydratován vzdušnou vlhkostí na aerosol kyseliny sírové. Rychlost oxidace závisí na povětrnostních podmínkách, teplotě, slunečním svitu, přítomnosti katalyzujících částic atd. Běžně se během jedné hodiny odstraní 0,1 až 2% přítomného SO₂. Kyselina sírová může reagovat s alkalickými částicemi prašného aerosolu za vzniku síranů. Síraný se postupně usazují na zemský povrch nebo jsou z ovzduší vymývány srážkami. Při nedostatku alkalických částic v ovzduší dochází k okyselení srážkových vod až na pH < 4. Tímto způsobem oxidy síry společně s oxidy dusíku tvoří takzvané kyselé deště. Ty pak mohou být větrem transportovány na velké vzdálenosti a způsobit značná poškození lesních porostů i průmyslových plodin, uvolňují z půdy kovové ionty, poškozují mikroorganismy, znehodnocují vodu a mohou způsobit úhyn ryb. Kyselé deště také poškozují stavby tím, že postupně při delších expozicích rozpouštějí některé druhy zdiva. [13]

Zdraví člověka je oxidy síry rovněž velmi negativně ovlivňováno. Při běžných koncentracích kolem 0,1 mg.m⁻³ oxid siřičitý dráždí oči a horní cesty dýchací. Při koncentraci 0,25 mg.m⁻³ dochází ke zvýšení respirační nemocnosti u citlivých dospělých i dětí. Koncentrace 0,5 mg.m⁻³ vede k vzestupu úmrtnosti u starých chronicky nemocných lidí. Významně ohroženou skupinou lidí jsou především astmatici, kteří bývají na působení oxidů síry velmi citliví. Při kontaktu s vyššími koncentracemi oxidu siřičitého (SO₂) dochází u exponované osoby zejména k následujícím konkrétním projevům:

- poškození očí
- poškození dýchacích orgánů (kašlání, ztížení dechu)
- při velmi vysokých koncentracích tvorba tekutiny v plicích (edém).

Opakovaná expozice způsobuje ztrátu čichu, bolesti hlavy, nevolnost a závratě. Účinky oxidu sírového, který se v ovzduší nachází obvykle v menší koncentraci, jsou v podstatě účinky aerosolu kyseliny sírové, jejíž dráždivé účinky na dýchací orgány jsou ještě nepříznivější než u oxidu siřičitého. [13]

4.1.2.2 Oxidy dusíku (NO_x, NO₂)

Tyto látky zahrnují širokou škálu oxidů dusíku. Nejčastěji se vyskytující jsou: oxid dusnatý (NO, bezbarvý plyn bez zápachu) a oxid dusičitý (NO₂, červenohnědý plyn štiplavého zápachu).

Dále sem patří oxid dusitý (N_2O_3), tetraoxid dusíku (N_2O_4) a oxid dusičitý (N_2O_5). Další oxidy dusíku se vyskytují v menších množstvích a nepředstavují významné riziko. Hustotami jsou oba nejvýznamnější oxidy dusíku srovnatelné se vzduchem.

Emise oxidů dusíku jsou spojeny se spalováním ušlechtilých paliv (plyn, nafta) a biomasy a mají stále rostoucí charakter. Primárním zdrojem jsou i přes využívání katalyzátorů motorová vozidla. Při spalování ušlechtilých paliv v motorových vozidlech je dosahováno vysoké teploty hoření, a proto zde dochází k oxidaci vzdušného dusíku (N_2) na takzvané vysokoteplotní NO_x . Mezi další možné zdroje úniků oxidů dusíku je nutné zařadit veškeré chemické procesy, kde jsou tyto oxidy přítomny a kde může k jejich úniku dojít, například výroba kyseliny dusičné.

Pro **životní prostředí** jsou oxidy dusíku ve vyšších koncentracích velmi nepříznivé. Poškozují rostliny a mohou způsobit jejich větší náchylnost k negativním vlivům okolí jako je mráz či plísň. Oxid dusičitý je společně s oxidy síry součástí takzvaných kyselých dešťů, které mají negativní vliv například na vegetaci a stavby a dále okyselují vodní plochy a toky.

Oxid dusičitý (NO_2) společně s kyslíkem a těkavými organickými látkami (VOC) přispívá k tvorbě přízemního ozonu a vzniku tzv. fotochemického smogu. Vysoké koncentrace přízemního ozonu poškozují živé rostliny včetně mnohých zemědělských plodin. Oxid dusnatý (NO) je také jedním ze skleníkových plynů. Kumuluje se v atmosféře a společně s ostatními skleníkovými plyny absorbuje infračervené záření zemského povrchu, které by jinak uniklo do vesmírného prostoru, a přispívá tak ke vzniku tzv. skleníkového efektu a následně ke globálnímu oteplování planety.

Zdraví člověka je negativně ovlivňováno především vyššími koncentracemi oxidů dusíku, které se běžně v ovzduší nevyskytují. Vdechování vysokých koncentrací, nebo dokonce čistých plynů, ovšem vede k závažným zdravotním potížím a může způsobit i smrt. Předpokládá se, že se oxidy dusíku váží na krevní barvivo a zhoršují tak přenos kyslíku z plic do tkání. Některé náznaky ukazují, že oxidy dusíku mají určitou roli i při vzniku nádorových onemocnění. Vdechování vyšších koncentrací oxidů dusíku dráždí dýchací cesty. [13]

4.1.2.3 Oxid uhličitý (CO_2)

Oxid uhličitý je bezbarvý plyn bez zápachu. Při nadýchání ve větším množství působí štiplavě na sliznicích a vytváří kyselou chuť. To je způsobeno jeho rozpouštěním na vlhkých sliznicích a ve slinách za vzniku slabého roztoku kyseliny uhličitě. Jedná se o látku nepříliš reaktivní a nehořlavou. Je konečným stupněm oxidace uhlíku (organických látek) a výsledkem hoření za dostatečného přístupu kyslíku.

Přírodním zdrojem emisí oxidu uhličitého je dýchání aerobních organismů, zatímco procesem vedoucím k jeho přirozenému úbytku je fotosyntéza zelených rostlin a absorpce oceány. Tyto přírodní pochody působí protichůdně a výsledkem by byl v podstatě vyvážený stav.

Koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře je však zásadně ovlivňována spalováním fosilních uhlikatých paliv (zemního plynu, ropných produktů, uhlí, koksů) i spalováním paliv biologického původu (biomasy, dřeva, bionafty a bioplynu).

Dalším zdrojem emisí oxidu uhličitého je velké množství průmyslových provozů, kde se buď využívá spalování či termických procesů, nebo tam, kde oxid uhličitý nachází použití a je využíván různým účelům.

Z hlediska **životního prostředí** oxid uhličitý v atmosféře absorbuje infračervené záření zemského povrchu, které by jinak uniklo do vesmírného prostoru, a přispívá tak ke vzniku tzv. skleníkového efektu a následně ke globálnímu oteplování planety.

Pro **zdraví člověka** nepředstavuje oxid uhličitý přímé riziko (vyjma přímého nadýchání), jelikož koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře je velice nízká. Krátkodobá expozice oxidu uhličitému může ihned nebo jen s krátkou časovou prodlevou způsobit bolest hlavy, závratě, dýchací potíže, třes, zmatenost a zvonění v uších. Vyšší expozice pak může způsobit křeče, kóma a smrt. [13]

4.1.2.4 Tuhé znečišťující látky

Atmosférický aerosol je všudypřítomnou složkou atmosféry Země. Je definován jako soubor tuhých, kapalných nebo směsných částic o velikosti v rozsahu 1 nm – 100 µm. Z hlediska zdravotního působení atmosférického aerosolu na člověka byly definovány velikostní skupiny aerosolu označované jako PM_x (Particulate Matter), které obsahují částice o velikosti menší než x µm. Běžně se rozlišují PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}.

Hlavním přirozeným zdrojem jsou výbuchy sopek, lesní požáry a prach unášený větrem. Nejvýznamnějším antropogenním zdrojem jsou spalovací procesy, hlavně v automobilových motorech, elektrárnách a další vysokoteplotní procesy, jako je tavení rud a kovů nebo svařování.

Aerosol může také vznikat odnosem částic větrem ze stavebních ploch nebo v důsledku odstranění vegetačního pokryvu z půdy. Dalším zdrojem mohou být zemědělské operace, nezpevněné cesty, těžební činnost a jakékoliv procesy, při kterých se vyskytují částice o dané velikosti (např. výroba a použití cementu a vápna).

Z hlediska **životního prostředí** aerosol může působit na organismy mechanicky zaprášením. Zaprášení listů rostlin snižuje jejich aktivní plochu, u živočichů prach vstupuje do dýchacích cest. Dalším problémem je toxické působení látek obsažených v aerosolu. Pevné částice v atmosféře ovlivňují energetickou bilanci Země, protože rozptylují sluneční záření zpět do prostoru. Podnebí ovlivňují tyto částice také svým účinkem na tvorbu oblaků. Jsou-li při tvorbě oblaků přítomny pevné částice ve velkém množství, bude výsledný oblak sestávat z velkého množství menších kapek. Takový oblak bude odrážet sluneční záření mnohem více, než oblak sestávající z částic větších.

Zdraví člověka je ovlivňováno tak, že částice atmosférického aerosolu se usazují v dýchacích cestách. Místo zachytu závisí na jejich velikosti. Větší částice se zachycují na chloupkách v nose a nezpůsobují větší potíže. Částice menší než 10 µm (PM₁₀) se mohou usazovat v průduškách a způsobovat zdravotní problémy. Částice menší než 1 µm mohou vstupovat přímo do plicních sklípků, proto jsou tyto částice nejnebezpečnější. Částice navíc často obsahují absorbované karcinogenní sloučeniny. Inhalace PM₁₀ poškozují hlavně kardiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobá expozice snižuje délku dožití. Může způsobovat chronickou bronchitidu a chronické plicní choroby. V důsledku adsorpce organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky může expozice PM₁₀ způsobovat rakovinu plic. [13]

4.2 Obnovitelné zdroje energie

Důsledkem klimatických změn, rostoucí závislosti na fosilních palivech a rostoucí ceny energií je to, že se dnes dostává do popředí oblast obnovitelných zdrojů energie. Přínos obnovitelných zdrojů energie spočívá především v jejich schopnosti snižovat emise skleníkových plynů a úroveň znečištění, zvyšovat bezpečnost dodávek, podporovat průmyslový rozvoj založený na znalostech, vytvářet pracovní příležitosti a posilovat hospodářský růst. Obnovitelné zdroje energie jsou většinou domácího původu a nespolehnají se na dodávky energie ze zahraničí. OZE představují klíčový prvek budoucí udržitelné energetiky. [15]

V roce 2009 bylo z obnovitelných zdrojů vyrobeno 4,655 GWh elektřiny, což je podíl na hrubé tuzemské spotřebě cca 6,8 %. Národní indikativní cíl tohoto podílu je pro Českou republiku stanoven na 8 % v roce 2010. V roce 2009 činila hrubá výroba elektřiny z OZE celkem 4 655 GWh. V roce 2008 bylo vyrobeno 3 731 GWh. Hrubá výroba elektřiny z OZE tak meziročně vzrostla o 924 GWh.

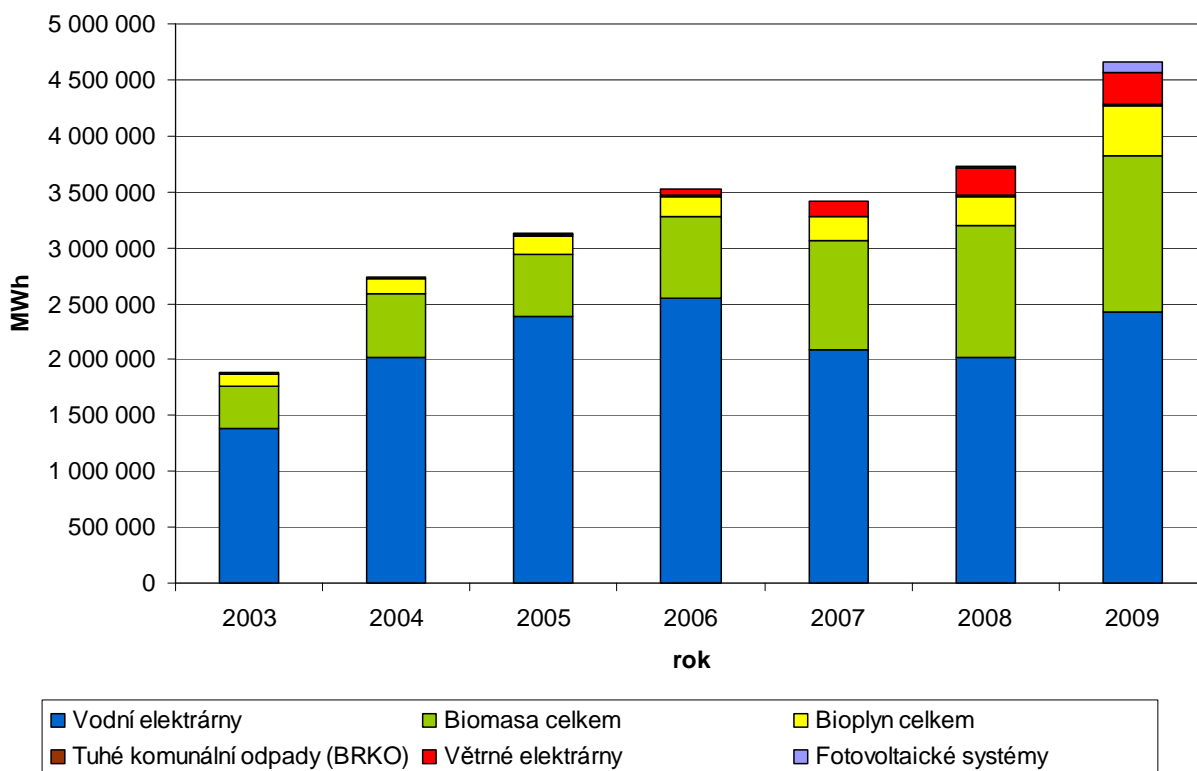
Přehled výroby elektrické energie z OZE v roce 2009 nám uvádí Tabulka 4.2-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2009 [14]. Výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie v ČR v letech 2003 až 2009 shrnuje Obrázek 4-3: Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů energie v ČR v letech 2003 - 2009 [14]. Podíl obnovitelné energie na primárních energetických zdrojích (PEZ) v roce 2009 činil 5,83 %, což je nepatrně více než v roce předešlém, kdy to bylo 5,07 %. [14]

Podíl OZE na spotřebě v ČR je omezen přírodními podmínkami. Největší a zatím rozhodující podíl mají vodní elektrárny a to tak, že v suchém roce mohou snížit produkci elektrické energie z OZE až na polovinu. V budoucnu může mít převažující podíl výroba energie z biomasy, jelikož jako jediný obnovitelný zdroj nezávisí na okamžitých přírodních podmínkách. Z pohledu druhotné energetické náročnosti jejího pěstování a využití tato výhoda není až tak velká. V současné době velmi rozvíjející OZE jsou větrná energie a fotovoltaika a to především na základě systematické výpomoci z veřejných prostředků (zde by byla potřebná spíše podpora na úrovni výzkumných projektů). [5]

Tabulka 4.2-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2009 [14]

	Hrubá výroba elektřiny	Dodávka do sítě - netto výroba	Podíl na zelené elektřině	Podíl na hrubé dom. Spotřebě elektřiny	Podíl na hrubé výrobě elektřiny
	MWh	MWh	%	%	%
Vodní elektrárny	2 429 620,0	2 419 300,0	52,19	3,54	2,95
Malé vodní elektrárny < 1 MW	474 419,0	472 160,0	10,19	0,69	0,58
Malé vodní elektrárny 1 až < 10 MW	480 447,0	474 233,0	10,32	0,70	0,58
Velké vodní elektrárny ≥ 10 MW	1 474 754,0	1 472 907,0	31,68	2,15	1,79
Biomasa celkem	1 396 261,1	768 684,0	30,00	2,04	1,70
Štěpka apod.	650 060,6	537 943,8	13,96	0,95	0,79
Celulózoové výluhy	500 511,2	25 672,7	10,75	0,73	0,61
Rostlinné materiály	72 918,2	64 391,4	1,57	0,11	0,09
Pelety, brikety	164 170,1	132 075,1	3,53	0,24	0,20
Ostatní biomasa	8 601,0	8 601,0	0,18	0,01	0,01

Bioplyn celkem	441 266,1	329 102,1	9,48	0,64	0,54
Komunální ČOV	79 190,9	13 993,3	1,70	0,12	0,10
Průmyslové ČOV	3 615,6	899,0	0,08%	0,01	0,00
Bioplynové stanice	262 622,0	227 374,1	5,64	0,38	0,32
Skládkový plyn	95 837,6	86 835,7	2,06	0,14	0,12
Tuhé komunální odpady (BRKO)	10 937,4	4 897,3	0,23	0,02	0,01
Větrné elektrárny	288 067,0	286 867,0	6,19	0,42	0,35
Fotovoltaické systémy (licenc.)	88 807,0	88 407,0	1,91	0,13	0,11
Kapalná biopaliva	10,0	0,0	0,00	0,00	0,00
Celkem	4 654 968,6	3 897 257,4	100,00	6,79	5,66



Obrázek 4-3: Výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů energie v ČR v letech 2003 - 2009 [14]

4.2.1 Vodní elektrárny

Přehled výroby elektrické energie vodních elektráren ukazuje Tabulka 4.2-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2009 [14]. Přehled jednotlivých vodních elektráren ČEZ, a.s. zobrazuje Příloha A.

Jak již bylo řečeno, vodní elektrárny mají největší podíl na výrobě el. energie z obnovitelných zdrojů energie v ČR. V současnosti vodní elektrárny vyrábí asi 2,4 TWh ročně. Česká republika je však řazena se svými 350 KWh/ha mezi hydro-energeticky chudé země.

Důvodem je, že většina řek nacházejících se na území ČR, zde pramení a tedy značná část energie je rozptýlena v menších tocích. Posláním vodních elektráren v ČR je však sloužit jako doplňkový zdroj výroby elektrické energie a využívat především své schopnosti rychlého najetí na velký výkon a tedy operativního vyrovnání okamžité energetické bilance v elektrizační soustavě ČR. [16], [5]

Vodní elektrárny, na rozdíl od fosilních a jaderných paliv přináší energii „čistší“, nezávislou na dodávkách paliv z méně stabilních zdrojů, bezpečnější. Vodní síla nám dokáže vyrobit elektrický proud téměř zadarmo, je nutné ovšem zdůraznit, že jen tehdy, když náklady na výstavbu elektrárny a především vodního díla, které zaručí pro elektrárnu dostatečný a soustavný přívod vody nejsou příliš vysoké. Investiční náklady u malých vodních elektráren jsou v průměru 155 000 Kč/kWe. V budoucnu bude docházet pravděpodobně k realizaci vodních elektráren na profilech, jejichž hydrotechnické podmínky jsou horší než u elektráren vybudovaných v minulosti a tím lze předpokládat nárůst investičních nákladů. Zejména pak tam, kde se bude budovat vzdouvací zařízení.

Přes nesporný přínos mohou mít vodní elektrárny též negativní dopady na životní prostředí. Vzdouvací zařízení i samotné vodní elektrárny tvoří překážku pro vodní organismy a u nově budovaných vodních děl zase může dojít k záplavě cenných biotopů. Výstavba mohutných údolních přehrad zahrnuje obrovské náklady, velké množství zatopené zemědělské půdy v některých případech i vliv na klima. Tyto aspekty nemůžou někdy vyvážit energetické zisky z takových staveb a tedy získávat vodní energii tímto způsobem má smysl jen tehdy, když podobná vodohospodářská díla mají zároveň i jiné účely - umožňují splavnost řek, chrání před povodněmi, slouží k zavlažování nebo jako rezervoáry pitné či užitkové vody. Ochrana přírody přináší omezení, na které je potřeba myslet již ve fázi plánování a posléze i během vlastního provozu. [17]

4.2.2 Větrné elektrárny

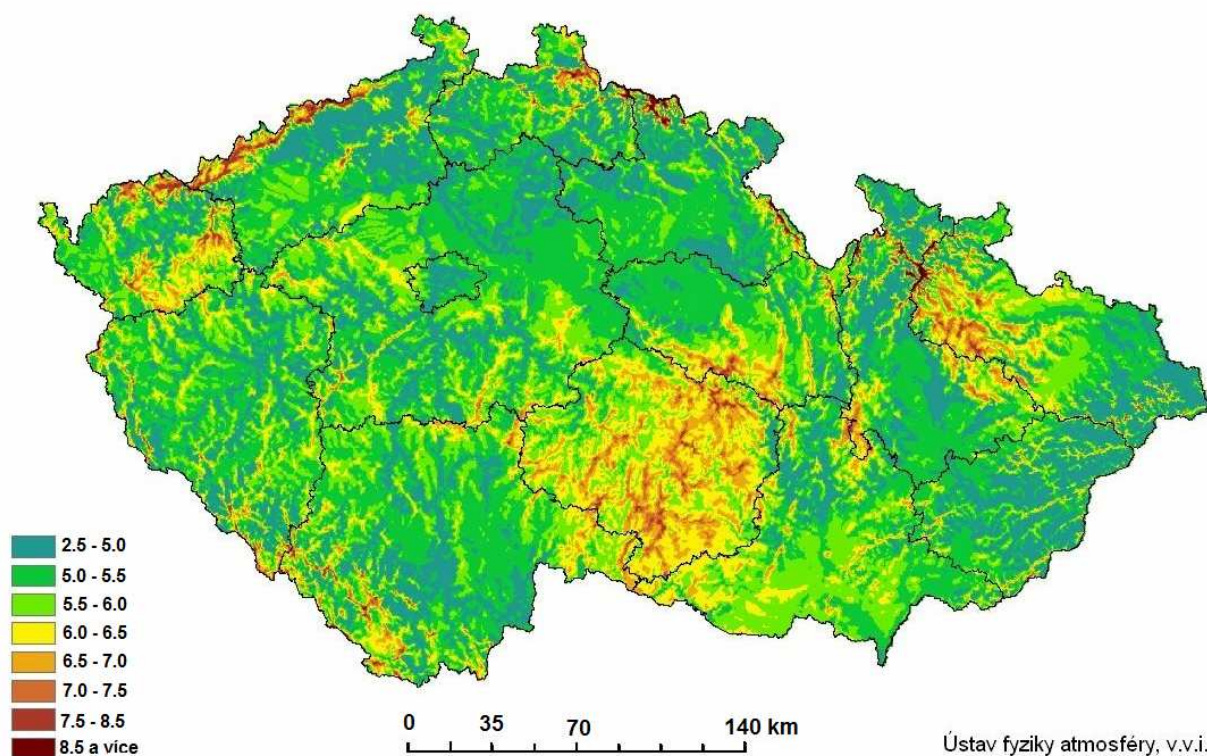
Využívání velkých větrných elektráren (VTE) připojených do elektroenergetické soustavy je poměrně mladou záležitostí. Klíčovou podmínkou pro fungování větrné energetiky je dostatečný větrný potenciál. Ve výšce 100 m nad terénem by měla být roční průměrná rychlost větru alespoň 6 m/s viz Obrázek 4-4: Výsledné pole průměrné rychlosti větru v m/s ve výšce 100 m [27].

V ČR se větrné elektrárny staví od devadesátých let, větší zájem je registrován až v posledních letech. Důvodem je přijetí zákona o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů (v roce 2005), který investorům garantuje ekonomickou návratnost do 15 let. [19]

Na konci roku 2007 bylo na území ČR instalováno 114 MW elektrického výkonu ve větrných elektrárnách, které vyrobily 125,1 GWh hrubé elektrické energie. V roce 2008 činil instalovaný výkon větrných elektráren 150,02 MW s hrubou výrobou 244,6 GWh. Podle informací [7] bylo koncem roku 2009 v ČR instalováno 193,2 MW elektrického výkonu ve větrných elektrárnách, což je o 43,2 MW více než v roce 2008. Hrubá výroba elektrické energie z těchto větrných elektráren činila v roce 2009 celkem 288,1 GWh (v roce předchozím to bylo 244,7 GWh). V roce 2010 bylo z VTE s instalovaným výkonem 217,8 MW vyrobeno 335,5 GWh hrubé elektrické energie. Viz Tabulka 4.2-2: Výroba větrných elektráren v ČR v letech 2009 a 2010 [26] a Tabulka 4.2-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2009 [14].

Tabulka 4.2-2: Výroba větrných elektráren v ČR v letech 2009 a 2010 [26]

Měsíce			
2009	Výroba [MWh]	2010	Výroba [MWh]
Leden	15696	Leden	12454,4
Únor	29182	Únor	23063,2
Březen	35795	Březen	41416,3
Duben	18384	Duben	24058,4
Květen	20601	Květen	30288,7
Červen	24167	Červen	25928,9
Červenec	20397	Červenec	17103,8
Srpen	17110,3	Srpen	26563,5
Září	18698,9	Září	30201,0
Říjen	33938,5	Říjen	34852,9
Listopad	32002,8	Listopad	36506,6
Prosinec	23915,5	Prosinec	33203,4
Suma [MWh]	289888		335641,1



Obrázek 4-4: Výsledné pole průměrné rychlosti větru v m/s ve výšce 100 m [27]

Vůči životnímu prostředí je větrná energetika šetrná. Neprodukuje tuhé či plynné emise, nezatěžuje okolí odpady, ke svému provozu nepotřebuje vodu. Nepředstavuje ani významný zábor zemědělské půdy a nároky na plochu staveniště jsou minimální. [28]

Existují názory, že větrné elektrárny potřebují záložní zdroje, které budou dodávat proud do sítě v době, kdy vítr nefouká. Ve skutečnosti je v ČR z hlediska větrných elektráren současná kapacita záložních zdrojů více než dostatečná. Ke konci roku 2009 činil instalovaný výkon větrných elektráren 193 MW, v roce 2010 pak 218 MW. Instalovaný výkon všech zdrojů v ČR

v roce 2009 je 18 323 MW, v roce 2010 činil instalovaný výkon 20 073 MW tedy téměř stonásobek. Elektrická soustava ČR je schopna zvládnout bez problémů náhodný výpadek 1 000 MW jednoho z bloků jaderné elektrárny Temelín, zvládne tedy jistě stejně dobře nahradit i stejně velký výkon větrných elektráren, které nikdy nevypnou všechny najednou. Povinností každého státu je udržovat v operativní záloze kapacitu odpovídající největšímu zdroji v jeho soustavě. Proto u nás musíme mít navíc 1000 MW rychle reagujících (např. přečerpávacích) elektráren. Tato záloha kryje zároveň i větrné a ostatní elektrárny. [19]

Častým argumentem proti větrným elektrárnám je, že „hyzdí“ krajinu. Pokud ale nebudeme stavět v krajině oplývající významnými krásami a v nedotčené přírodě, určitě tím celkovému stavu životního prostředí neublížíme. Lopatky větrných elektráren bývají také často příčinou usmrčení ptáků. Většinou konfliktů se však dá zabránit při rozumné volbě lokality. Pokud nebudeme větrné elektrárny stavět ve významných hnízdištích a místech odpočinku ptáků a místech migračních tahů ani v mokřinách, nepředstavuje využití větrné energie pro ptactvo velký problém. Pro ochranu netopýrů by se větrné elektrárny neměly stavět na okrajích lesů, a pokud není možné přesněji stanovit stupeň ohrožení, ani v lesích. Pokud porovnáme počty úmrtí na drátech elektrického vedení, silnicích nebo po kolizi s prosklenými plochami staveb nejsou počty úmrtí v důsledku srážky s lopatkami větrné elektrárny nijak dramatické. Při dostatečných vzdálenostech od obytné zástavby nevydávají větrné elektrárny ani obtěžující hluk. Rušení zvěře podle praktických zkušeností většinou nenastává. Existují případy, kdy jsou ovce a krávy, ale i divoká zvěř pasoucí se v těsné blízkosti elektráren. Další negativní vlastnosti větrných elektráren jako jsou pohyblivé stíny, infrazvuk a stroboskopický efekt se dají odstranit správným a důkladným plánováním. Nevýhodou může být, že elektrárna sama o sobě nepřináší obci, v jejímž katastru se nachází, žádný přímý zisk (pokud není obec jejím majitelem).

Tabulka 4.2-3: Výkupní ceny a zelené bonusy pro větrné elektrárny [24]

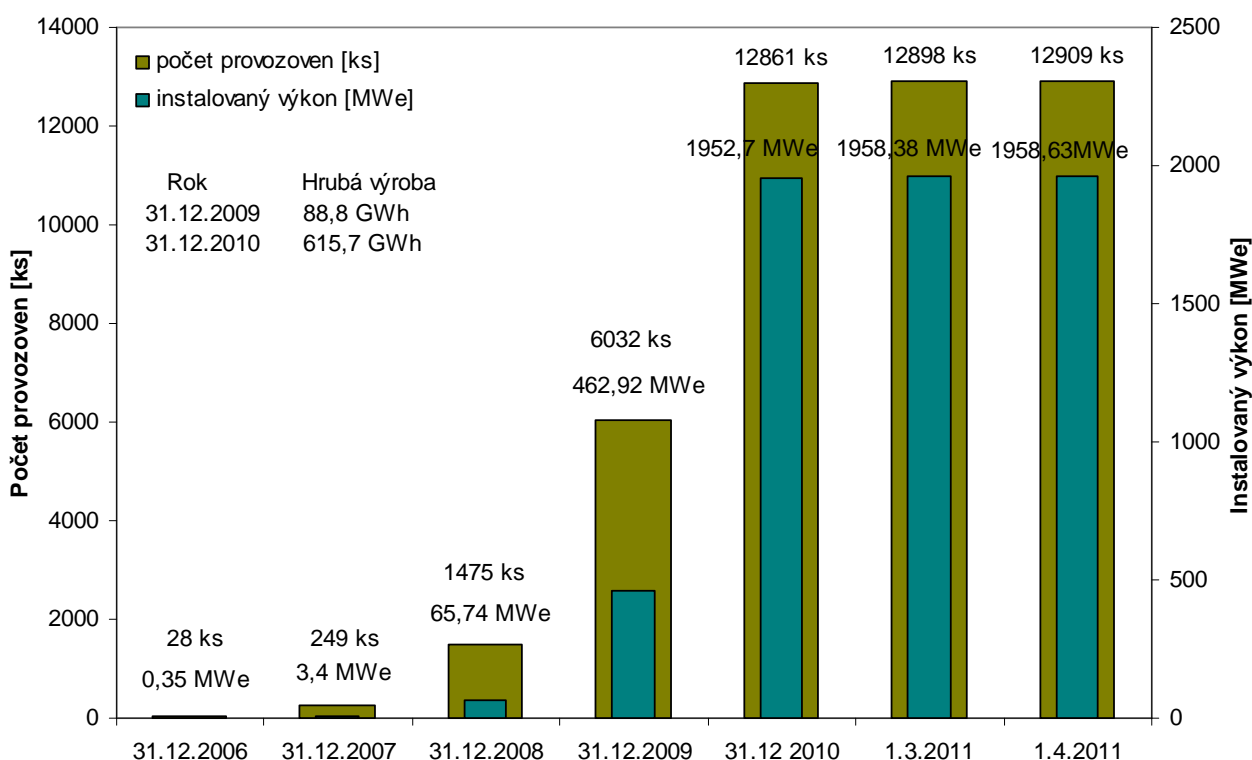
Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	2230	1830
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	2280	1880
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	2440	2040
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2008 do 31. prosince 2008	2670	2270
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2007 do 31. prosince 2007	2740	2340
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2006 do 31. prosince 2006	2790	2390
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2005 do 31. prosince 2005	3050	2650
Větrná elektrárna uvedená do provozu od 1. ledna 2004 do 31. prosince 2004	3210	2810
Větrná elektrárna uvedená do provozu před 1. lednem 2004	3550	3150

4.2.3 Solární elektrárny

Sluneční záření je zdrojem většiny energie, kterou máme k dispozici. Množství energie, které získáváme z celkové energie slunečního záření, je však zanedbatelné. Technologie využívání slunečního záření mají velký růstový potenciál a vyspělé státy s tímto obnovitelným zdrojem do budoucna počítají. Rozvoj v této oblasti je přímo úměrný vývoji stále nových aplikací, jejichž přínosem je především výrazně vyšší energetická účinnost.

Výroba elektřiny ve fotovoltaických systémech je statisticky sledována pouze u provozoven, které obdrželi licenci ERÚ na výrobu elektřiny. Licencované fotovoltaické systémy vykázaly v roce 2009 dle statistiky [7] tyto parametry: instalovaný výkon 464,6 MWe, hrubá výroba 88,807 GWh, výroba el. energie netto 88,407 GWh viz Tabulka 4.2-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2009 [14]. K 31.12.2010 činil instalovaný výkon FVE 1820 MW (licencováno bylo 1952,7 MW), což je vzrůst o 1355 MW a hrubá výroba z fotovoltaických elektráren vzrostla o 529,9 GWh na hodnotu 615,7 GWh. V přehledu vydaných licencí uvádí [7], že k 1.1.2010 bylo licencováno 6032 fotovoltaických elektráren (provozoven) při instalovaném výkonu 462,92 MWe. K 1.11.2011 vzrostl počet licencovaných elektráren na 12861 při instalovaném výkonu 1952,7 MWe. Názorné zobrazení údajů ukazuje Obrázek 4-5: Vývoj instalovaného výkonu, hrubé výroby a počtu provozoven FVE [7].

Na území ČR dopadá 900 až 1 100 kWh/m² sluneční energie za rok viz Obrázek 4-6: Celkové roční sluneční záření na území České republiky (kWh/m²) [22]. Z obrázku můžeme vidět, že nejpříznivější podmínky pro využití sluneční energie u nás jsou na Moravě.



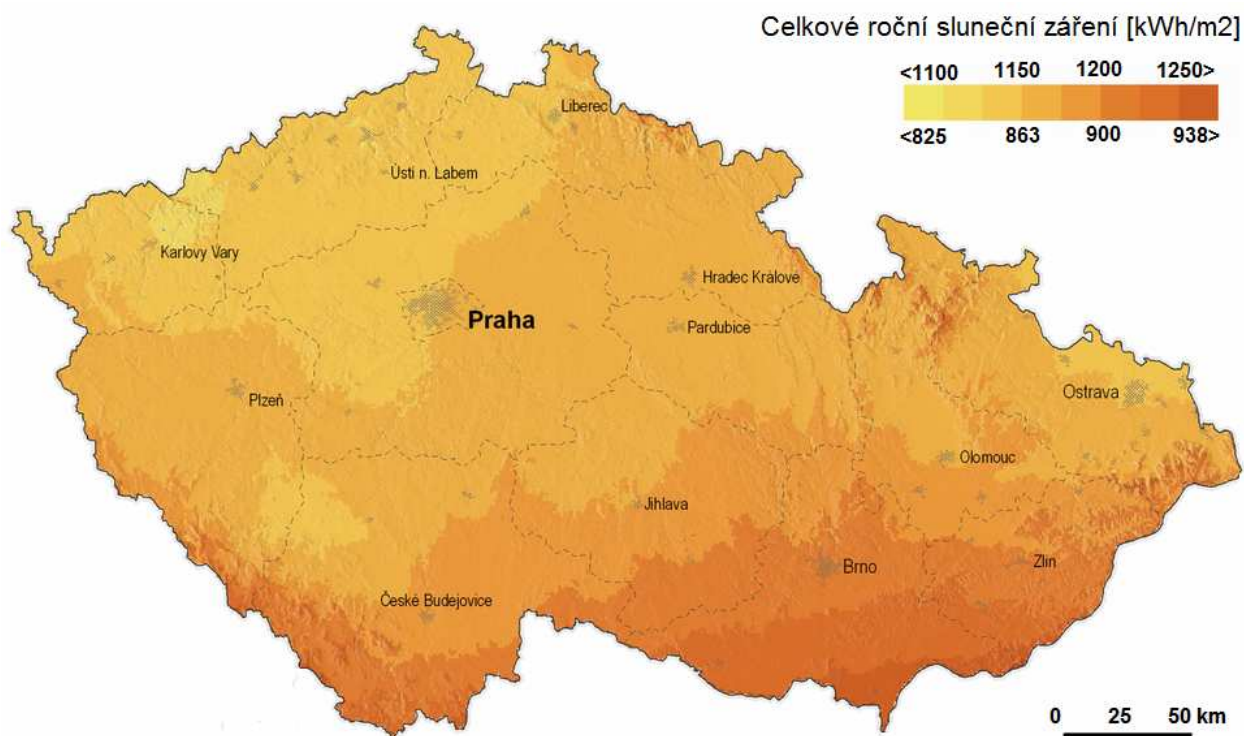
Obrázek 4-5: Vývoj instalovaného výkonu, hrubé výroby a počtu provozoven FVE [7]

Příznivější výkupní cena a zelené bonusy jsou právě ty dvě složky, které učinily z fotovoltaiky v ČR lukrativní záležitost a tak nastal značný rozvoj fotovoltaických elektráren. Zelený bonus a výkupní cena vynahrazují relativně vysoký rozdíl ve výrobní ceně elektřiny z

fosilních paliv či uranu a výrobní ceně při použití fotovoltaik. Cena za klasickou energii distribuovanou do sítě je přibližně 4,- Kč/kWh. Částka vyjadřuje náklady na výrobu elektřiny + marži výrobců a distributorů. Náklady na výrobu zelené energie pomocí fotovoltaiky jsou ale mnohem vyšší. Tento rozdíl vyrovnává stát formou zeleného bonusu nebo výkupní ceny. Zelený bonus může výrobce dostat, pokud se elektřina spotřebuje v domě nebo ji výrobce prodá třetí osobě. Dle cenového rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 2/2010 ze dne 8. listopadu 2010 je výkupní cena pro rok 2010 stanovena ve výši 12,4 Kč/kWh (+ zelený bonus 11,4 Kč/kWh) pro solární elektrárny s instalovaným výkonem nad 30 kW a 12,5 Kč/kWh pro solární elektrárny s instalovaným výkonem do 30 kW (+ zelený bonus 11,5 Kč/kWh). Viz Tabulka 4.2-4: Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření [24]. Zákonem je garantováno, že tato cena se nezmění po dobu 20 let od uvedení do provozu. [20]

Výrobní cena fotovoltaické technologie neustále klesá, jelikož se vyvíjejí nové technologie, které umožní přeměňovat sluneční paprsky na elektřinu levněji. Naproti tomu cena elektřiny ze sítě roste. Předpokládá se, že v roce 2030 bude elektřina z fotovoltaiky stejně drahá jako z konvenčních zdrojů. Energie, kterou vložíme do výroby fotovoltaických panelů se v našich podmínkách získá zpět zhruba za 3-5 let. Předpokládaná životnost je minimálně 20 let. U větších zařízení je nutné zvážit náklady na obsluhu, pojištění a údržbu. U malých systémů se tyto náklady většinou zanedbávají.

Častým napadením solárních elektráren je, že zabírají zemědělskou půdu. To bývá mnohdy oprávněné, protože se staví skutečně doslova na zelené louce. Jedním úhlem pohledu může být dle [19], že v současnosti je v EU dostatek zemědělské půdy a solární elektrárny tak spíše tuto půdu konzervují pro budoucí využití, protože nosná konstrukce panelů se dá poměrně snadno odstranit. Z hlediska krajiny se nedoporučuje umístění na svahy viditelné z dálky.



Obrázek 4-6: Celkové roční sluneční záření na území České republiky (kWh/m²) [22]

Půdu pod panely je třeba udržovat. Vhodné by mohlo být kosení, nebo vypásání ovce, z hlediska přírody zcela nevhodný způsob je položení folie nebo chemická likvidace porostu.

Poměrně velkou výhodou fotovoltaiky je, že ji můžeme začlenit do budov, tím pádem nemusíme zabírat další plochu. Důležitá je však orientace a tvar budovy. Integrace do fasády není příliš vhodná, protože sem dopadá asi o 30% sluneční záření méně než na skloněnou plochu. Při využívání budov je nutná spolupráce architektů a památkářů.

Fotovoltaiku můžeme využít např. tam, kde jsou náklady na vybudování a provoz elektrické přípojky vysoké nebo zřízení přípojky není možné. Lze ji využít k napájení veřejných osvětlení, nouzových telefonních budek u dálnic, výstražné dopravní signalizace nebo parkovacích automatů. Tak nainstalované zařízení lze kdykoli snadno přemístit, bez rozkopávání chodníků kvůli napojení k síti. [19]

Při provozu fotovoltaické elektrárny nejsou žádné přímé emise skleníkových plynů. Postup výroby el. energie je velice čistý a nevznikají při něm toxické odpady, jedovaté plyny ani hluk. Fotovoltaické elektrárny jsou téměř bezúdržbové, esteticky jsou vnímány relativně příznivě. Klimatický dopad je spojen především s životním cyklem elektrárny, který je ze 70% reprezentován energií spotřebovanou na jeho výrobu. Kritika často argumentuje tím, že energie vyrobená fotovoltaickými články nepokryje množství energie, která byla spotřebována na jejich výrobu. Při tomto výpočtu zahrnují do spotřebované energie vše od získání křemíku, výroby skla, dopravy materiálu a mnoho dalších faktorů. Podrobnou analýzu životního cyklu uvádí [25].

Tabulka 4.2-4: Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím slunečního záření [24]

Datum uvedení do provozu	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	7500	6500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW do 100 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5900	4900
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 100 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2011 do 31. prosince 2011	5500	4500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12500	11500
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2010 do 31. prosince 2010	12400	11400
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem do 30 kW včetně a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13420	12420
Výroba elektřiny využitím slunečního záření pro zdroj s instalovaným výkonem nad 30 kW a uvedeným do provozu od 1. ledna 2009 do 31. prosince 2009	13320	12320

4.2.4 Energie biomasy

Biomasa, ve které je uložena sluneční energie je významným obnovitelným zdrojem energie. Pod pojmem biomasa obvykle rozumíme substanci biologického původu, např. rostlinná biomasa pěstovaná v půdě nebo ve vodě, živočišná biomasa, vedlejší organické produkty nebo organické odpady. Energetickým využíváním biomasy se rozumí spalování dřevní a rostlinné hmoty, včetně celulóзовých výluhů a to jak samostatně, tak spolu s neobnovitelnými palivy za účelem výroby elektřiny či tepla. Pracovně je biomasa zjednodušeně rozdělována na následující kategorie:

- Palivové dřevo
- Dřevní odpad, piliny, kůra, štěpky, zbytky po lesní těžbě
- Rostlinné materiály
- Brikety a pelety
- Celulóзовé výluhy
- Ostatní biomasa
- Dřevěné uhlí

Teoretický potenciál tohoto primárního zdroje je poměrně velký. Dle [16] je potenciál biomasy pro výrobu elektrické energie odhadovaný ve výši 2 231 GWh/rok. Z toho je zřejmý významný podíl biomasy pro výrobu elektrické energie. Důležité však je nastavit ekonomické podmínky tak, aby motivovaly zemědělce k pěstování plodin pro energetické využití. [19]

[15] V roce 2009 bylo vyrobeno celkem 1,396 TWh elektřiny z biomasy, což je více než v roce 2008 (1 171 GWh) viz Tabulka 4.2-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2009 [14]. Meziročně došlo k výraznému nárůstu objemu spalované biomasy pro výrobu elektrické energie a to především štěpky a dřevního odpadu. Vzrostla rovněž celková spotřeba neaglomerovaných rostlinných materiálů a rostlinných pelet. Spotřeba biomasy k výrobě tepla mimo domácnosti stabilně klesá, méně paliva bylo dodáno do domácností. Poklesl také vývoz. Celkově zůstává objem spotřebované nebo vyvezené energetické biomasy zhruba na úrovni roku 2008. Celková bilance viz Tabulka 4.2-5: Celková bilance energeticky využitě biomasy za rok 2009 [15].

Tabulka 4.2-5: Celková bilance energeticky využitě biomasy za rok 2009 [15]

Palivo	Na výrobu elektřiny [t]	Na výrobu tepla [t]	Celkem [t]
Dřevní odp., štěpka, piliny atd.	664 955	948 261	1 613 216
Palivové dřevo	–	30 861	30 861
Rostlinné materiály	55 815	39 046	94 861
Brikety a pelety	93 774	26 898	120 672
Celulóзовé výluhy	242 229	808 901	1 051 130
Ostatní biomasa	7 135	851	7 986
Celkem	1 063 908	1 854 817	2 918 725
Odhad spotřeby dřeva v domácnostech			3 345 303
Vývoz biomasy vhodné k energetickým účelům			635 299
Celkem energeticky využitá, či vyvezená biomasa			6 899 327

Suchá biomasa je dosti složité palivo, protože z ní vzniklé plyny mají různé spalovací teploty. To je důvodem, že ve skutečnosti hoří jenom část paliva, zejména při pálení dřeva v kotlích na uhlí, v takovém případě je účinnost spalování nízká. Podle typu paliva je třeba konstruovat i topeniště, aby hoření bylo co nejdokonalejší. Kromě vyšší účinnosti to má vliv i na množství emisí (např. špatně seřízený kotel v rodinném domku bývá často velkým zdrojem škodlivin). Pokud bychom chtěli nahradit hnědé uhlí např. cíleně pěstovanými rychle rostoucími dřevinami, získáme z hektaru energetický ekvivalent 6,5 až 9,5 tuny uhlí. Takovéto množství by stačilo pro roční vytápění nezatepleného rodinného domku. Pokud bychom tuto biomasu spálili v konvenční tepelné elektrárně, získáme zhruba 10 tis. kWh, což odpovídá spotřebě asi tří domácností.

Energetické využití biomasy minimalizuje ekologickou zátěž životního prostředí, jelikož nepůsobí zesilování skleníkového efektu a nepřispívá tak ke globálním změnám klimatu. Rostliny při svém růstu pohlcují ze vzduchu CO₂, který se pak při jejich spalování opětovně uvolňuje. Jde tedy o uzavřený cyklus. Spalování bioplynu dokonce skleníkový efekt snižuje, protože metan (který by při neřízeném rozkladu odumřelých rostlin unikl do ovzduší) se spálením přeměňuje na vodu a CO₂, které z hlediska skleníkového efektu nejsou tak nebezpečné. Energie z biomasy může mít i jiné výhody, např. zpracování paliva přináší pracovní příležitosti na venkově a peníze, které by jinak odplynuly do kapes energetických gigantů, zůstanou v regionu. Pro obce může být systém centrálního zásobování teplem z biomasy velmi zajímavou alternativou k plynofikaci. Atraktivní je i díky možnosti získat dotace na výstavbu. Nevýhodou jsou obvykle vyšší náklady, zejména systém rozvodů stavbu prodražuje. Tyto investiční náklady se promítají do konečné ceny tepla, což může vést k odpojování uživatelů. Při nižším než plánovaném odběru tepla se zhoršuje ekonomika vytopy. [19]

4.2.5 Geotermální energie

Geotermální energie je projevem tepelné energie zemského jádra a tedy nemá původ ve sluneční energii, jejími projevy jsou erupce sopek a gejzírů, horké prameny či parní výrony. Tato energie se může využít ve formě tepelné energie (pro vytápění budov nebo zemědělských zařízení, skleníků apod.), či pro výrobu elektrické energie v geotermálních elektrárnách. Geotermální energie se řadí mezi obnovitelné zdroje energie, některé zdroje jsou však vyčerpatelné v horizontu desítek let. [16]

Přímé využívání geotermální tepelné energie není v ČR pravděpodobně prováděno. Projekty na případnou výrobu elektrické energie nepřímo z energie geotermální jsou zatím ve stádiu příprav a úvah. V ČR se připravuje stavba geotermální teplárny v Litoměřicích, kde se pracuje na provedení tří vrtů s hloubkou 4 až 5 km. Instalovaný elektrický výkon bude asi 5 MW, tepelný výkon použitý pro městskou teplotní síť bude 47 MW. Dalšími vhodnými místy k využití geotermální energie jsou Lovosice, Chomutov nebo Frýdlantský výběžek. Specifické je využití termálních vod v lázních a bazénech. V současné době je geotermální energie využívána v 11 hlavních lázeňských centrech. Užití geotermální energie v lázních a bazénech je odhadováno na 90 TJ/rok. Tyto hodnoty však nevstupují do energetické bilance a nejsou ani přímo zahrnuty do statistiky využívání OZE. [14]

Výhodami geotermální energie jsou velmi malé vlivy na životní prostředí (nezanechává po sobě téměř žádnou ekologickou stopu), nezávislost na dodávkách paliva (vydrží v provozu při plném výkonu desítky let), téměř bezobslužný provoz a ve srovnání s jinými obnovitelnými

zdroji i stálost výkonu. Výkupní cena pro rok 2010 činí 4,50 Kč / kWh (režim tzv. zelených bonusů stanovuje 3,53 Kč / kWh) viz Tabulka 4.2-6: Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím geotermální energie [24]. Tato cena je samozřejmě několikanásobně dražší než např. cena elektřiny z elektrárny Temelín.

Nevýhodami jsou nejistoty v geologických podmínkách – zda se skutečně podaří vytvořit dostatečně velký tepelný výměník.

Tabulka 4.2-6: Výkupní ceny a zelené bonusy pro výrobu elektřiny využitím geotermální energie [24]

Druh obnovitelného zdroje	Výkupní ceny elektřiny dodané do sítě v Kč/MWh	Zelené bonusy v Kč/MWh
Výroba elektřiny využitím geotermální energie	4500	3530

5 VÝPOČET PRODUKCE EMISÍ ELEKTRÁREN

Tato kapitola bude zaměřena na orientační zjednodušený výpočet emisí uhelných elektráren pomocí emisního faktoru. Tyto emise byly popsány v kapitole 4.1.2 jako nejvíce znečišťující látky unikající do ovzduší z uhelných elektráren.

Dále budou také zmíněny emise jaderných elektráren, které na rozdíl od uhelných elektráren nezatěžují globální klima emisemi tzv. skleníkových plynů, ale jejich nebezpečí spočívá především v produkci radioaktivních látek.

5.1 Emise uhelných elektráren

Základní informace o uhelných elektrárnách a jejich emisích byly uvedeny v kapitole 4.1 proto v úvodu následující kapitoly budou zmíněny jen základní pojmy týkající se emisí.

5.1.1 Základní pojmy

- **Emise ze spalování** - [31] emise skleníkových plynů pocházející z exotermické reakce paliva s kyslíkem.
- **Emisní faktor** - [31] (měrná výrobní emise) shrnuje všechny parametry, které ovlivňují množství emisí do jedné konstanty. Tato konstanta je shodná pro všechny spalovací nebo výrobní procesy stejného druhu. Emisní faktory se stanovují pro jednotlivé znečišťující látky a vychází obsahu uhlíku v palivech nebo vstupním materiálu, vyjádřené v tCO^2/TJ nebo tCO^2/Nm^3 v případě spalovacích emisí.
- **Kontinuální měření emisí** - [31] soubor činností, které mají za cíl stanovit hodnotu veličiny pomocí pravidelného měření několikrát za hodinu, přičemž se používají buď měření na místě v komíně, nebo extraktivní metody, při nichž je měřicí přístroj umístěn v blízkosti komína, nezahrnují se postupy měření založené na shromažďování jednotlivých vzorků z komína.
- **Palivo** - [30] tuhý, kapalný nebo plyný hořlavý materiál určený ke spalování ve zdrojích znečišťování za účelem získání jeho energetického obsahu splňující požadavky Vyhlášky č. 357/2002 Sb.
- **Spalování** - [30] technologický proces, při kterém je oxidováno palivo za účelem získávání tepla. Ke spalování náleží také technologické operace s ním související, pokud se vykonávají přímo u zdroje znečišťování, v němž spalování probíhá, zejména úprava paliva, zachycování znečišťujících látek, odvod odpadních plynů do ovzduší, měření a regulace.
- **Stacionární zdroje znečištění ovzduší** - [30] zařízení nebo soubor zařízení spalovacích technologických procesů, ve kterém se oxidují paliva za účelem využití uvolněného tepla. V ČR jsou zachyceny v Registru emisí a zdrojů znečišťování ovzduší (REZZO). Registr je rozdělen na čtyři kategorie podle velikosti zdroje znečištění:
 - REZZO 1 - Zvláště velké spalovací zdroje. Jedná se o spalovací zařízení o jmenovitém tepelném příkonu větším než 50 MW bez přihlídnutí k jmenovitému tepelnému výkonu.
 - REZZO 2 - Velké spalovací zdroje o jmenovitém výkonu vyšším než 5 MW do 50 MW nespádající do předchozí skupiny.

- REZZO 3 - Střední spalovací zdroje o jmenovitém výkonu od 0,2 MW do 5 MW včetně.
- REZZO 4 - Malé spalovací zdroje o jmenovitém výkonu nižším než 0,2 MW.

Spalovací zdroje ČEZ a.s. spadají dle zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší [32] z velké části do kategorie REZZO 1, tedy mezi spalovací zdroje zvláště velké. Pro tyto zdroje se stanovuje množství emisí na základě kontinuálních měření emisí, údajů souhrnné provozní evidence a technické vybavenosti jednotlivých zvláště velkých zdrojů. Z toho vyplývá, že nelze ani pro orientační výpočet emisí používat emisní faktory z nařízení vlády č. 352/2002 Sb. [33] a to i proto, že toto nařízení bylo nahrazeno jiným prováděcím právním předpisem NV č. 476/2009 Sb., [34] které tyto emisní faktory již ani neobsahuje. Proto následující uváděné výpočty mají spíše informativní charakter.

5.1.2 Výpočet emisí (TZL, SO₂, NO_x, CO, ΣC)

Výpočet emisí bude soustředěn na elektrárny společnosti ČEZ a.s. spalující fosilní paliva, jelikož tyto elektrárny mají největší podíl na celkové výrobě elektrické energie v ČR. Většinu elektráren spalujících fosilní paliva v ČR vlastní společnost ČEZ a.s. a jejich celkový instalovaný výkon v roce 2009 činí 6603,1 MW a roční výroba elektřiny 31513,5 GWh (bruto). Přehled těchto elektráren je ukazuje Příloha C až Příloha F.

5.1.2.1 Vstupní údaje

- Emisní faktory tuhých paliv

Jak bylo uvedeno výše, emisní faktory shrnují všechny parametry, které ovlivňují množství emisí do jedné konstanty a stanovují se pro jednotlivé znečišťující látky. Tyto emisní faktory jsou uvedeny v příloze č. 5 z nařízení vlády č. 352/2002 Sb. [33] a jsou určeny podle druhu paliva, topeniště a tepelného výkonu kotle. Hodnoty emisních faktorů nám ukazuje Tabulka 5.1-1: Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem při spalování tuhých paliv [33].

V příloze č. 5 nařízení vlády č. 352/2002 Sb. můžeme dále nalézt také emisní faktory při použití kapalného nebo plynného paliva.

Většina elektráren spaluje uhlí v granulačních kotlích, pouze v elektrárnách Hodonín, Tisová, Ledvice a Poříčí jsou instalovány kotle fluidní. Jelikož pro fluidní kotle nebyly dostupné hodnoty emisních faktorů, bude proto počítáno i u těchto elektráren s emisními faktory pro kotle granulační.

- Kvalitativní parametry spalovaného uhlí

Dalším potřebným údajem pro výpočet emisí jsou kvalitativní parametry spalovaného uhlí. Tyto parametry uhlí, které bylo spalováno elektrárnami ČEZ a.s. jsou uvedeny v Tabulka 5.1-2: Kvalitativní parametry uhlí spalovaného elektrárnami ČEZ a.s. a další potřebné údaje [46]. Potřebné informace uvedené v tabulce byly poskytnuty vedoucím práce a z materiálů ČEZ a.s.

Tabulka 5.1-1: Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem při spalování tuhých paliv [33]

Druh paliva	Druh topeniště	Tepelný výkon kotle	Emisní faktor (kg/t spáleného paliva)				
			TZL	SO ₂	NO _x	CO	ΣC ¹
Všechna tuhá mimo černé uhlí a koks	pevný rošt	jakýkoliv	1,0 A _p ²	19,0 S _p ³	3	45	8,9
Černé uhlí a koks	pevný rošt	jakýkoliv	1,0 A _p	19,0 S _p	1,5	45	8,9
Hnědé uhlí, proplástek, lignit, brikety	pásový rošt	≤ 3 MW	1,9 A _p	19,0 S _p	3	5	1,3
		> 3 MW	1,9 A _p	19,0 S _p	3	1	0,4
černé uhlí tříděné a prachové, jiná tuhá paliva	pásový rošt	≤ 3 MW	1,7 A _p	19,0 S _p	3	5	1,3
		> 3 MW	1,7 A _p	19,0 S _p	7,5	1	0,4
Všechna tuhá paliva mimo černé uhlí a koks	pásový rošt s pohazovačem	jakýkoliv	5 A _p	19,0 S _p	3	1	0,4
	pohyblivý rošt		3,5 A _p	19,0 S _p	3	1	0,4
	granulační		8,5 A_p	19,0 S_p	6	0,5	0,1
	výtavné		5,5 A _p	19,0 S _p	15	0,5	0,1
	cyklonové		1,5 A _p	19,0 S _p	27,5	0,5	0,1
Černé uhlí a koks	pásový rošt s pohazovačem	jakýkoliv	5 A _p	19,0 S _p	7,5	1	0,4
	pohyblivý rošt		3,5 A _p	19,0 S _p	7,5	1	0,4
	granulační		8,5 A_p	19,0 S_p	9	0,5	0,1
	tavící		5,5 A _p	19,0 S _p	15	0,5	0,1
	cyklonové		1,5 A _p	19,0 S _p	27,5	0,5	0,1
Dřevo	jakékoliv	≤ 3 MW	12,5	1	3	1	0,9
		> 3 MW	15	15	3	1	0,9

¹ Organické látky vyjádřené jako suma org. C

² Obsah popela v původním vzorku tuhých paliv (% hm.)

³ Obsah síry v původním vzorku tuhých paliv (% hm.)

Tabulka 5.1-2: Kvalitativní parametry uhlí spalovaného elektrárnami ČEZ a.s a další potřebné údaje [46]

Lokalita	Typ paliva ¹	Parametry spalovaného uhlí				Spotřeba paliva [tis. t]
		W _{tr} [%] ²	A _p [%] ³	Q _m [GJ/t] ⁴	S _p [%] ⁵	
Poříčí II	HU	27,22	33,23	18,03	1,20	485,2
	ČU	10,88	11,20	18,37	0,39	19,4
	B	36,63	0,45	10,83	0,01	74,5
Tisová I	HU	37,43	17,02	12,36	0,94	968,5
	B	34,88	1,82	11,04	0,02	42,0
Tisová II	HU	37,43	17,02	12,36	0,94	672,6
Hodonín	HU, lignit	36,62	12,68	13,60	0,97	233,1
	B	38,79	1,42	10,50	0,01	103,1
Mělník II	HU	28,26	27,42	11,29	1,11	1060,8
Mělník III	HU	32,58	19,64	12,58	0,80	2350,8
Prunéřov I	HU	33,27	22,71	11,09	1,64	2761,9
Prunéřov II	HU	33,20	22,60	11,18	1,64	6283,6
Ledvice 2	HU	24,58	27,11	12,60	0,81	1352,3
Ledvice 3	HU	24,58	27,11	12,60	0,81	241,8
Tušimice II	HU	33,78	22,12	11,11	1,64	3656,2
Počerady	HU	27,98	22,35	11,51	0,87	6221,9
Chvaletice	HU	30,68	25,27	11,21	1,35	3732,7
Dětmárovice	ČU	11,58	19,99	22,65	0,49	1689
Dvůr Králové	HU	27,22	11,20	18,03	1,20	1,7
	B	36,63	0,45	10,83	0,01	7,5

¹ HU – hnědé uhlí, ČU – černé uhlí, B - biomasa

² Obsah vody v původním palivu v %

³ Obsah popela v původním palivu v %

⁴ Výhřevnost paliva v GJ/t

⁵ Obsah síry v původním palivu v %

5.1.2.2 Vlastní výpočet

V úvodu této části bude nejprve uveden příklad výpočtu emisních faktorů pro jednotlivé typy používaných paliv. V Tabulka 5.1-4: Konečné hodnoty emisních faktorů elektráren ČEZ a.s. jsou pak uvedeny konečné hodnoty vypočtených emisních faktorů elektráren ČEZ a.s. V další části bude uveden příklad výpočtu celkového množství emisí pro vybraný provoz a konečné hodnoty množství emisí v Tabulka 5.1-4: Konečné hodnoty emisních faktorů elektráren ČEZ a.s.

• Příklad výpočtu EF u elektrárny Tisová I pro HU

Pro výpočet emisního faktoru TZL a SO₂ vyjdeme z Tabulka 5.1-1: Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem při spalování tuhých paliv [33]. Kvalitativní parametry hnědého uhlí pak odečteme z Tabulka 5.1-2: Kvalitativní parametry uhlí spalovaného elektrárnami ČEZ a.s a další potřebné údaje [46]. Hodnoty v závorce udávají velikost emisního faktoru vypočteného dle jednotlivých poznámek (1, 2, 3) uvedených pod Tabulka 5.1-4: Konečné hodnoty emisních faktorů elektráren ČEZ a.s.

$$EF(TZL) = 8,5 \cdot A_p = 8,5 \cdot 17,02 = \underline{\underline{144,67(0,1447)kg/t}} \quad (5.1)$$

$$EF(SO_2) = 19 \cdot S_p = 19 \cdot 0,94 = \underline{\underline{17,86(1,0716)kg/t}} \quad (5.2)$$

$$EF(NO_x) = \underline{\underline{6(2,4)kg/t}} \quad (5.3)$$

$$EF(CO) = \underline{\underline{0,5kg/t}} \quad (5.4)$$

$$EF(\Sigma C) = \underline{\underline{0,1kg/t}} \quad (5.5)$$

Určování emisních faktorů CO₂ u černého a hnědého uhlí výrazně závisí na výhřevnosti použitého paliva. Pro černé a hnědé uhlí byl stanoven výraz, kde podíl 44/12 představuje tzv. stechiometrický koeficient a Q_m je výhřevnost použitého paliva.

$$EF(CO_2) = 10 \cdot \left(2,333 + \frac{5,511}{Q_m} \right) \cdot \frac{44}{12} \quad [t/TJ] \quad (5.6)$$

Emisní faktory CO₂ pro různé druhy paliv jsou přesně definovány ve vyhlášce č. 12/2009 [31]. Pro výpočet je použit vztah (5.6), který zohledňuje různou výhřevnost použitého uhlí.

$$EF(CO_2) = 10 \cdot \left(2,333 + \frac{5,511}{12,36} \right) \cdot \frac{44}{12} = \underline{\underline{101,89t/TJ}} \quad (5.7)$$

• Příklad výpočtu EF u elektrárny Poříčí II pro ČU

Podobně jako v předchozím případě i nyní vycházíme z Tabulka 5.1-1: Hodnoty emisních faktorů pro stanovení množství emisí výpočtem při spalování tuhých paliv [33] a Tabulka 5.1-2: Kvalitativní parametry uhlí spalovaného elektrárnami ČEZ a.s a další potřebné údaje [46]. Hodnoty v závorce udávají velikost emisního faktoru vypočteného dle jednotlivých poznámek (1, 2, 3) uvedených pod Tabulka 5.1-4: Konečné hodnoty emisních faktorů elektráren ČEZ a.s.

$$EF(TZL) = 8,5 \cdot A_p = 8,5 \cdot 11,2 = \underline{\underline{95,2(0,0952)kg/t}} \quad (5.8)$$

$$EF(SO_2) = 19 \cdot S_p = 19 \cdot 0,39 = \underline{\underline{7,41(0,4446)kg/t}} \quad (5.9)$$

$$EF(NO_x) = \underline{\underline{9(3,6)kg/t}} \quad (5.10)$$

$$EF(CO) = \underline{\underline{0,5kg/t}} \quad (5.11)$$

$$EF(\Sigma C) = \underline{\underline{0,1kg/t}} \quad (5.12)$$

Obdobně jako v předchozím případě, použijeme pro výpočet emisního faktoru CO₂ černého uhlí vztah (5.7).

$$EF(CO_2) = 10 \cdot \left(2,333 + \frac{5,511}{Q_m}\right) \cdot \frac{44}{12} = 10 \cdot \left(2,333 + \frac{5,511}{18,37}\right) \cdot \frac{44}{12} = 96,543t/TJ \quad (5.13)$$

• **Příklad výpočtu EF u elektrárny Tisová I pro biomasu**

$$EF(TZL) = 8,5 \cdot A_p = 8,5 \cdot 1,82 = \underline{\underline{15,47(0,0155)kg/t}} \quad (5.14)$$

$$EF(SO_2) = 19 \cdot S_p = 19 \cdot 0,02 = \underline{\underline{0,38(0,0228)kg/t}} \quad (5.15)$$

$$EF(NO_x) = \underline{\underline{6(2,4)kg/t}} \quad (5.16)$$

$$EF(CO) = \underline{\underline{0,5kg/t}} \quad (5.17)$$

$$EF(\Sigma C) = \underline{\underline{0,1kg/t}} \quad (5.18)$$

Při výpočtech emisních faktorů CO₂ u biomasy uvažujeme, že rostlina během svého růstu přijme ze vzduchu tak velké množství CO₂ jaké se uvolní při jejím spalování a tedy emisní faktor biomasy je roven 0.

$$EF(CO_2) = 0 \quad (5.19)$$

Nyní za pomoci vypočtených emisních faktorů a množství spotřebovaného paliva u jednotlivých elektráren vypočteme konečné množství emisí unikajících do ovzduší. Přehled jednotlivých elektráren, jejich výroba a množství spotřebovaného paliva je uveden v - přehled tepelných elektráren ČEZ, a. s.

• **Příklad výpočtu množství emisí u elektrárny Tisová I pro HU**

$$ME(TZL) = EF(TZL) \cdot SP = 0,1447 \cdot 968500 = \underline{\underline{140,142t}} \quad (5.20)$$

$$ME(SO_2) = EF(SO_2) \cdot SP = 1,0716 \cdot 968500 = \underline{\underline{1037,845t}} \quad (5.21)$$

$$ME(NO_x) = EF(NO_x) \cdot SP = 2,40 \cdot 968500 = \underline{\underline{2324,40t}} \quad (5.22)$$

$$ME(CO) = EF(CO) \cdot SP = 0,5 \cdot 968500 = \underline{\underline{484,25t}} \quad (5.23)$$

$$ME(\Sigma C) = EF(\Sigma C) \cdot SP = 0,1 \cdot 968500 = \underline{\underline{96,85t}} \quad (5.24)$$

Obecný výpočet emisí CO₂ ze spalovacích procesů je podle [31] dán vztahem, kdy se násobí energetický obsah použitého paliva emisním faktorem a oxidačním faktorem. Pro každé palivo a činnost se provádí výpočet dle vztahu (5.25).

$$ME(\text{CO}_2) = \text{aktivní údaje} \cdot \text{emisní faktor} \cdot \text{oxidační faktor} \quad [\text{t}; \text{TJ}, \text{t/TJ}, -] \quad (5.25)$$

- Aktivní údaje: jsou vyjádřeny čistým energetickým obsahem paliva v [TJ], které bylo spotřebováno během sledovaného období a vypočtou se jako součin množství spotřebovaného paliva [t] a výhřevnosti paliva Q_m [TJ/t].
- Emisní faktor: viz kapitola 5.1.1.
- Oxidační faktor: používá se v případě, že část uhlíku zůstane nezoxidována (nespálena) a neuvolní se tedy jako CO_2 . Podle pokynů IPCC pro národní inventury skleníkových plynů z roku 2006 se použije oxidační faktor 1,0.

Množství emisí CO_2 je pak podle vztahu (5.25):

$$ME(\text{CO}_2) = AU \cdot EF \cdot OF = 968,5 \cdot 12,36 \cdot 101,8920 \cdot 1 = \underline{\underline{1219714,49t}}$$

Tabulka 5.1-3: Vypočtené konečné hodnoty emisí elektráren ČEZ a.s.

Lokalita	Palivo	Množství emisí					
		TZL	SO ₂	NO _x	CO	ΣC	CO ₂
		[t]					
Poříčí II	Hnědé uhlí	137,05	663,75	1 164,48	242,60	48,52	846 390,79
	Černé uhlí	1,85	8,63	69,84	9,70	1,94	34 405,92
	Biomasa	0,28	0,85	178,80	37,25	7,45	0
Tisová I	Hnědé uhlí	140,11	1 037,84	2 324,40	484,25	96,85	1 219 714,95
	Biomasa	0,65	0,96	100,80	21,00	4,20	0
Tisová II	Hnědé uhlí	97,31	720,76	1 614,24	336,30	67,26	847 062,75
Hodonín	Hnědé uhlí	25,12	257,76	559,44	116,55	23,31	318 288,57
	Biomasa	1,24	1,18	247,44	51,55	10,31	0
Mělník II	Hnědé uhlí	247,24	1 342,34	2 545,92	530,40	106,08	1 238 859,77
Mělník III	Hnědé uhlí	392,44	2 143,93	5 641,92	1 175,40	235,08	3 004 804,63
Pruněřov I	Hnědé uhlí	533,14	5 163,65	6 628,56	1 380,95	276,19	3 178 244,18
Pruněřov II	Hnědé uhlí	1 207,08	11 747,82	15 080,64	3 141,80	628,36	7 279 201,65
Ledvice 2	Hnědé uhlí	311,62	6 243,57	3 245,52	676,15	135,23	1 730 830,41
Ledvice 3	Hnědé uhlí	55,72	1 116,39	580,32	120,90	24,18	309 483,69
Tušimice II	Hnědé uhlí	687,44	6835,63	8 774,88	1 828,10	365,62	4 213 611,21
Počerady	Hnědé uhlí	1 182,01	6 170,88	14 932,56	3 110,95	622,19	7 383 365,51
Chvaletice	Hnědé uhlí	801,77	5 744,63	8 958,48	1 866,35	373,27	4 333 704,89
Dětmarovice	Černé uhlí	286,99	943,48	6 080,40	844,50	168,90	3 613 829,16
Dvůr Králové	Hnědé uhlí	0,16	2,33	4,08	0,85	0,17	2 965,51
	Biomasa	0,03	0,09	18,00	3,75	0,75	0

Tabulka 5.1-4: Konečné hodnoty emisních faktorů elektráren ČEZ a.s.

Lokalita	Palivo	Emisní faktor								
		TZL	TZL ¹	SO ₂	SO ₂ ²	NO _x	NO _x ³	CO	ΣC	CO ₂
		[kg/t]								
Poříčí II	HU	282,46	0,2825	22,80	1,3680	6,00	2,40	0,50	0,10	96,7508
	ČU	95,20	0,0952	7,41	0,4446	9,00	3,60	0,50	0,10	96,5433
	B	3,83	0,0038	0,19	0,0114	6,00	2,40	0,50	0,10	0
Tisová I	HU	144,67	0,1447	17,86	1,0716	6,00	2,40	0,50	0,10	101,8920
	B	15,47	0,0155	0,38	0,0228	6,00	2,40	0,50	0,10	0
Tisová II	HU	144,67	0,1447	17,86	1,0716	6,00	2,40	0,50	0,10	101,8920
Hodonín	HU	107,78	0,1078	18,43	1,1058	6,00	2,40	0,50	0,10	100,4014
	B	12,07	0,0121	0,19	0,0114	6,00	2,40	0,50	0,10	0
Mělník II	HU	233,07	0,2331	21,09	1,2654	6,00	2,40	0,50	0,10	103,4415
Mělník III	HU	166,94	0,1669	15,20	0,9120	6,00	2,40	0,50	0,10	101,6061
Pruněřov I	HU	193,04	0,1930	31,16	1,8696	6,00	2,40	0,50	0,10	103,7643
Pruněřov II	HU	192,10	0,1921	31,16	1,8696	6,00	2,40	0,50	0,10	103,6176
Ledvice 2	HU	230,44	0,2304	15,39	4,6170	6,00	2,40	0,50	0,10	101,5806
Ledvice 3	HU	230,44	0,2304	15,39	4,6170	6,00	2,40	0,50	0,10	101,5806
Tušimice II	HU	188,02	0,1880	31,16	1,8696	6,00	2,40	0,50	0,10	103,7315
Počerady	HU	189,98	0,1900	16,53	0,9918	6,00	2,40	0,50	0,10	103,0994
Chvaletice	HU	214,80	0,2148	25,65	1,5390	6,00	2,40	0,50	0,10	103,5692
Dětmarovice	ČU	169,92	0,1699	9,31	0,5586	9,00	3,60	0,50	0,10	94,4647
Dvůr Králové	HU	95,20	0,0952	22,80	1,3680	6,00	2,40	0,50	0,10	96,7508
	B	3,83	0,0038	0,19	0,0114	6,00	2,40	0,50	0,10	0

¹ Kotle pro spalování se vybavují odlučovači popílku, které mívají účinnost až 99,9%. Hodnoty uvedené v tabulce jsou počítány s touto účinností (99,9%) a jedná se o konečné hodnoty emisních faktorů TZL unikajících do ovzduší.

² Odsiřování spalin probíhá s průměrnou účinností 96 %, tato účinnost je také uvažována ve výpočtech. Ve většině elektráren se provádí odsiřování pomocí mokré vápencové vypírky, zbylé elektrárny jsou pak odsiřovány polosuchou vápennou metodou. Uvedená hodnota SO₂ představuje konečné množství emisí SO₂ vypouštěných do ovzduší.

³ Ve výpočtech je uvažována účinnost snížení oxidů dusíku ze spalin (tzv. denitrifikace) 60%.

V příloze G jsou uvedeny emise, nahlášené do IRZ v roce 2009, v dalších Příloha H až Příloha J jsou pak uvedeny graficky vývoje množství jednotlivých druhů emisí v letech 2004 až 2009. Při porovnání uvedených údajů z IRZ s vypočtenými je vidět značné nesrovnalosti. Důvodem těchto rozdílů je, že každá elektrárna již používá systém tzv. kontinuálního měření a hodnoty nahlášené do IRZ jsou výsledkem právě těchto měření. Dalším neméně významným důvodem je, jak bylo již uvedeno v úvodu, že emisní faktory z nařízení vlády č. 352/2002 Sb. v současnosti nejsou v platnosti a pro uvedené provozování již také mohou být hodnoty emisních faktorů zcela jiné, jelikož také závisí na použitém technologickém zařízení.

U TZL je ve výpočtu uvažována účinnost 99,9%, ta však u jednotlivých provozů může kolísat od 99% do 99,9% v závislosti na stavu filtrů. Hodnoty TZL uvedených v IRZ jsou pro popílek s označením PM₁₀, výpočet však uvažuje i ostatní druhy popílku.

Podobně jako u TZL závisí vypočtené hodnoty SO₂ na jednotlivých účinnostech daných provozů. Výraznou mírou také přispívá rozdílná a kolísavá kvalita spalovaného uhlí.

Důvody uvedené výše také ovlivňují odchylky zjištěné u NO_x. Pro vypočtené hodnoty CO a ŠC nebyly k dispozici údaje pro porovnání vypočtených hodnot.

Vypočtené hodnoty emisí CO₂ jsou ovlivněny výhřevností paliva, která může kolísat a následně pak velikostí emisního faktoru.

5.2 Emise jaderných elektráren

Jaderná energetika neprodukuje prakticky žádné tzv. skleníkové plyny (CO₂). Naopak spíše přispívá ke snížení koncentrace globálních emisí těchto plynů do ovzduší a částečně tak řeší jeden z hlavních energetických problémů, kterým negativní vliv emisí na změnu klimatu bezesporu je. Problémem jaderné energetiky je jaderný odpad, dalším neméně důležitým je pak otázka bezpečnosti jaderného reaktoru.

Palivem českých jaderných elektráren je oxid uraničitý, obohacený o 2 až 4% štěpitelného izotopu 235 uranu. Jaderné palivo je ve formě pelet a je umístěno v palivových prutech, z těch je pak sestaven palivový článek. Palivové články tvoří základní konstrukční prvek aktivní zóny reaktoru, která je největším zdrojem radioaktivního odpadu. V aktivní zóně reaktoru vznikají štěpné produkty a transurany, většina těchto produktů zůstává v palivu a je pak odstraňována společně s vyhořelým jaderným palivem. Vyhořelé jaderné palivo představuje vysoce aktivní odpad, který je možné uložit nebo přepracovat na nové palivo. Při provozu jaderné elektrárny dále vznikají nízko a středně aktivní odpady, podle poločasu rozpadu je pak dělíme na krátkodobé a dlouhodobé. [40]

Krátkodobé nízko a středně aktivní odpady tvoří objemově nejrozsáhlejší třídu odpadů. Vznikají v kapalné či pevné formě při provozu a vyřazování jaderných reaktorů a při nakládání se zdroji ionizujícího záření. Jsou to kapaliny, pomůcky a materiály, které přišly při provozu jaderné elektrárny do kontaktu s radionuklidy. Tyto radioaktivní odpady přestávají být radioaktivními během několika set let, a proto je lze ukládat do stávajících povrchových úložišť v areálu jaderné elektrárny Dukovany.

Konečným zneškodněním vysokoaktivního vyhořelého jaderného paliva se předpokládá jeho uložení v hlubinném úložišti v úplné izolaci od biosféry. Do doby zprovoznění hlubinného úložiště se tyto odpady skladují u jejich původců. [42]

5.2.1 Úložiště jaderných odpadů v ČR

Upravené nízké a středně aktivní jaderné odpady (bitumentace, lisování) z obou českých elektráren se skladují v ÚRAO v areálu JE Dukovany. Úložiště je rozděleno do 112 jímek (4 řady po 28 jímek) a je schopno pojmout 55000 m³ jaderného odpadu. [39] Od začátku roku 2009 se pokračovalo v zaplňování jímky D15, dále D13 a D16. Na konci roku 2009 bylo ze 112 jímek zaplněno a trvale uzavřeno 15 jímek. [36]. Celkové uložené množství radioaktivních odpadů z JE v roce 2009 v Úložišti Dukovany nám ukazuje Tabulka 5.2-1: Množství uložených RAO z JE v roce 2009 v Úložišti Dukovany [36].



a) Úložiště Dukovany



b) Umísťování sudů s odpadem do jímky



c) Vyjímání sudu s RAO z obalu



d) Skládání transportního kontejneru s 35 sudy RAO na úložišti Dukovany

Obrázek 5-1: Manipulace s RAO na úložišti Dukovany [36]

Vyhořelé jaderné palivo nebo jiné vysoce aktivní odpady je však třeba izolovat řádově desetitisíce let. Vyhořelé jaderné palivo je v současné době bezpečně skladováno v tzv. meziskladech (v ČR je to mezisklad v jaderné elektrárně Dukovany a provádí se také výstavba v areálu JE Temelín), zde se VJP skladuje tak dlouho, než dojde k definitivnímu uložení do hlubinného úložiště (lokalita se hledá) nebo se rozhodne o přepracování. Vzhledem k tomu, že vyhořelé palivo obsahuje prvky schopné uvolnit ještě značné množství energie, může se v budoucnu stát cennou surovinou. Do meziskladu se VJP dováží ve speciálních železobetonových kontejnerech CASTOR 440/84 z bazénů vyhořelého paliva (umístěny v reaktorové hale) po více než 5 letech. V meziskladech se VJP skladuje suchým způsobem skladování, který má nižší provozní náklady, žádné nebo malé množství korozních produktů a umožňuje snadnou

manipulaci a rozšíření skladu. Ročně se do meziskladu ukládají 4 kontejnery s vysokoaktivními odpady. [42]

Tabulka 5.2-1: Množství uložených RAO z JE v roce 2009 v Úložišti Dukovany [36]

Odpady uložené v Úložišti Dukovany z JE v roce 2009				
Počet obalových jednotek (200 litrový sud)		JE Dukovany		JE Temelín
		Bitumentovaný RAO	Nezpevněný, kusový RAO	Bitumentovaný RAO
		735 ks	1428 ks	319 ks
Celkem	2482 ks	2163		
Celková hmot. obal. jednotek a kus. odpadu		161,8 t	172,1 t	69,4 t
Celkem	403,3 t	333,9 t		
Celková aktivita		1887 GBq		

V další části budou uvedeny informace o jaderných elektrárnách ČR týkající se VJP a technického provedení aktivní zóny reaktorů VVER 1000 typu V 320 a VVER 440 model V 213. Přehled o JE nám ukazuje Tabulka 5.2-2: Jaderné elektrárny ČR [7].

Tabulka 5.2-2: Jaderné elektrárny ČR [7]

Lokalita	Označení bloku	Instalovaný výkon bloku (k 31.12.2009) [MWe]	Typ reaktoru	Celkový instal. výkon výrobný [MWe]	Uvedení do provozu	Roční výroba bruto/netto v roce 2009
JE Temelín	1	1000	VVER 1000	2000	2002	13252,6/13071,7
	2	1000	VVER 1000			
JE Dukovany	1	440	VVER 440	1830	1985-1988	13252,6/12593,0
	2	440	VVER 440			
	3	510	VVER 440			
	4	440	VVER 440			

5.2.2 JE Temelín

Elektřina v JE Temelín je vyráběna dvěma výrobními bloky s tlakovodními reaktory VVER 1000 typu V320. Aktivní zónu tvoří 163 palivových článků a 61 regulačních tyčí. Palivové články jsou uspořádány v hexagonální mříži. Každý palivový článek sestává z 312 palivových prutů, 18 vodicích trubek a z jedné centrální měřicí trubky. Palivové články dříve dodávala firma Westinghouse. V roce 2009 byl s firmou Wetingshouse ukončen kontrakt a nyní palivo dodává ruská firma TVEL. V roce 2010 byla nahrazena aktivní zóna palivem nového dodavatele na 1.bloku a v roce 2011 na 2.bloku. Vsázka reaktoru činí 92 tun paliva. Při výměně paliva se ročně vyjme z aktivní zóny asi 1/4 palivových článků (41 kusů). [43]

Za rok 2009 bylo v JE Temelín vyprodukováno 178 m³ kapalného RAO a 40,5 t pevných RAO. Po úpravě (bitumentace, lisování) bylo v ÚRAO Dukovany uloženo 63,8 m³ RAO. Bylo uskutečněno 33 transportů upravených RAO z ETE do ÚRAO Dukovany. [37]

Výstavba SVJP Temelín byla zahájena v březnu 2009 a její dokončení bylo plánováno na květen 2010. Dne 9. září 2010 byl do SVJP Temelín umístěn první obalový soubor typu CASTOR 1000/19 zavezený vyhořelým jaderným palivem. Kapacita SVJP Temelín je 152 kusů obalových souborů CASTOR 1000/19. [37]

5.2.3 JE Dukovany

Jaderná elektrárna Dukovany je vybavena čtyřmi tlakovodními reaktory VVER 440 typ V 213. Aktivní zóna reaktoru obsahuje 312 palivových kazet, v každé kazetě je vloženo 126 palivových prutů, a 37 regulačních kazet. Celková vsázka paliva činí 42 tun. Cyklus výměny paliva je po 4 letech s částečným přechodem na 5-ti letý cyklus. EDU používá palivo ruské firmy TVEL, u kterého bylo zvýšeno obohacení na 4,38% U²³⁵, což umožňuje při každoroční výměně paliva nahradit pouze 1/5 VJP z celkové vsázky (72 palivových kazet). [43]

V roce 2009 EDU vyprodukovala 458 m³ kapalného RAO a 219 t pevných RAO. Po úpravě pak vzniklo 432,6 m³ RAO odpadů z JE Dukovany, které byly uloženy v ÚRAO Dukovany.

K 31.12.2009 bylo v MSVP Dukovany skladováno 60 kontejnerů typu CASTOR 440/84, ve kterých je uloženo 5040 palivových článků, což znamená, že kapacita MSVP Dukovany je plně vytížena. Ve skladu VP Dukovany (SVP) je skladováno palivo z reaktorů typu VVER 440 z JE Dukovany v kontejnerech CASTOR 440/84M. K 31.12.2009 bylo ve SVP Dukovany skladováno 11 kontejnerů typu CASTOR 440/84M s celkem 924 palivovými články. Kapacita skladu je 133 kontejnerů typu CASTOR 440/84. [37]

6 MOŽNOSTI SNÍŽENÍ CO₂ V SOULADU SMĚRNIC EU

Velká část emisí CO₂ zemí EU vzniká výrobou elektřiny. Většina států vyrábí elektřinu převážně spalováním fosilních paliv, výjimku tvoří např. Rakousko, které využívá svůj vodní potenciál, nebo Francie, která pokrývá svou spotřebu převážně jadernými elektrárnami.

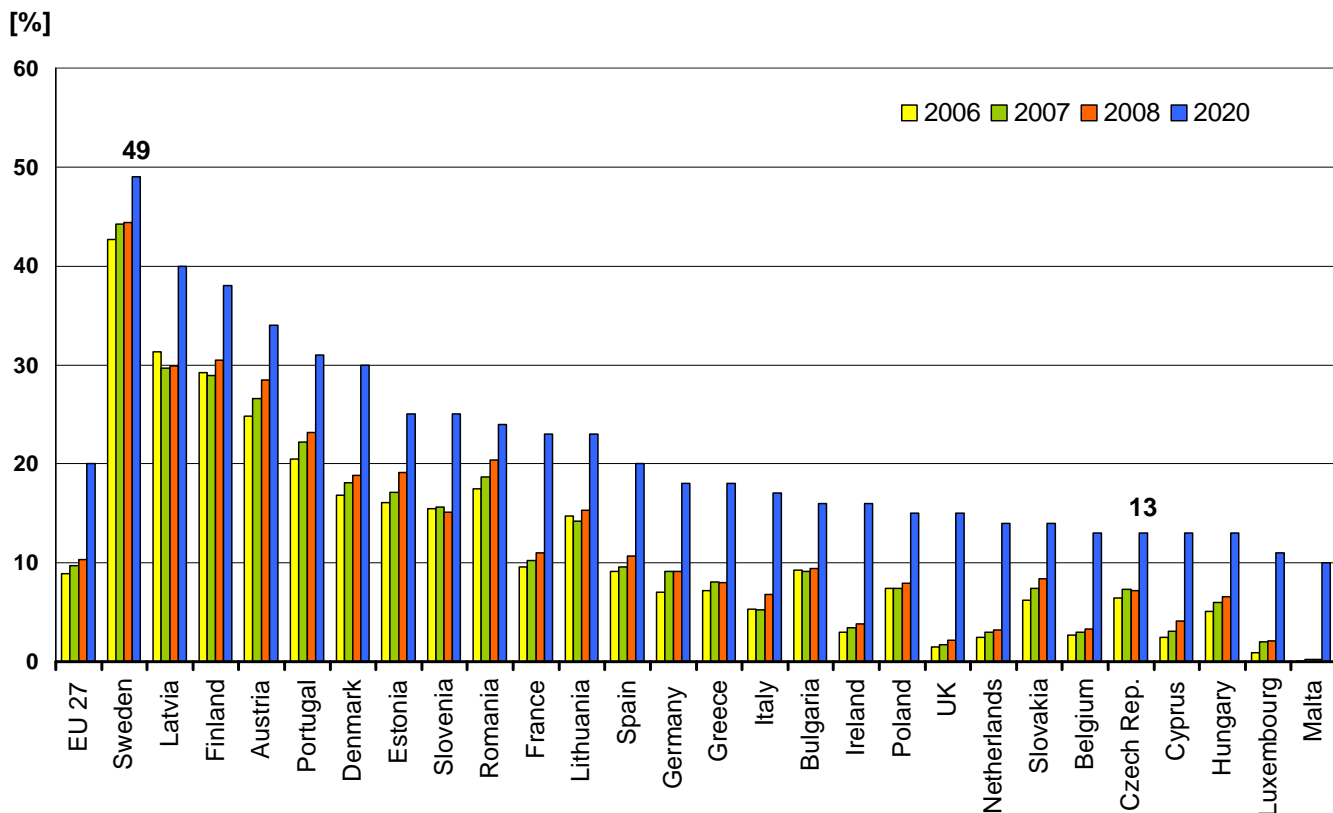
Radikální snížení emisí CO₂ by bylo možné provést na základě dvou krajních fiktivních strategií. Buď nahradit postupně elektrárny spalující fosilní paliva elektrárnami jadernými, nebo zařízeními využívající obnovitelné zdroje energie. Ani jedna z variant není dost dobře realizovatelná, u jaderných elektráren však jistá naděje existuje, pomineme-li obavy společnosti z černobylské katastrofy, nedůvěru k jaderné energetice, ekologické zátěže při těžbě uranu a ne zcela vyřešené problémy s ukládáním nebo přepracováním vyhořelého jaderného paliva. Volba jaderné energie by omezila produkci skleníkových plynů pravděpodobně nejvíce. Naopak u obnovitelných zdrojů problémy s cenou zařízení na výrobu elektřiny ze slunce a větru, s odbytem elektřiny, se zajištěním bezpečnosti dodávek a především problémy s distribucí jasně hovoří o nerealizovatelné variantě. Můžeme očekávat, že pokud bude převládat snaha nahradit elektrárny spalující fosilní paliva zařízeními vyrábějícími elektřinu z energie slunce a větru, dojde v konečném důsledku k menšímu snížení emisí CO₂ za mnohonásobně vyšší cenu než v případě náhrady jadernými elektrárnami. [44]

Snížování emisí skleníkových plynů je základní součástí evropského boje proti změně klimatu. Díky zavedenému monitorovacímu systému Evropská unie pravidelně kontroluje objem emisí. S cílem postupně emise snižovat zřídila Unie rovněž systém obchodování s emisními povolenkami (EU ETS), který se odvíjí od tržních pravidel, a dále specifická pravidla pro fluorované skleníkové plyny. Evropská komise začala nyní pracovat na přípravě klimatických cílů pro období do roku 2030 a 2050. V krátkodobém horizontu (do roku 2020) se unie zavázala, že emise skleníkových plynů sníží o 20% a bude získávat 20% energie z obnovitelných zdrojů.[45]

Indikativní cíle podílu elektřiny z OZE jsou obsaženy ve směrnici 2001/77/EC, která byla nahrazena novou směrnicí 2009/28/EC, která zahrnuje navíc i podporu tepla. ČR se zavázala v roce 2010 dosáhnout 8% podílu OZE na hrubé spotřebě. Přestože padaly názory, že tento cíl není reálný, byl v roce 2010 splněn. Národní cíl ČR pro podíl energie z OZE na hrubé konečné spotřebě energie v roce 2020 je 13%. Stav závazků podílu energie z OZE jednotlivých států EU pro rok 2020 a stav jejich plnění nám ukazuje Obrázek 6-1: Závazné cíle podílu energie z OZE v roce 2020 a stav jejich plnění [45]. Mezi státy se současným podílem OZE nižším než 10% dominují dvě výrazné skupiny. První skupina plánuje přírůstek menší než 100% současného stavu, jsou to například Slovensko, Maďarsko, Polsko a taky Česká republika. Druhá skupina států plánuje několikanásobné zvýšení, jedná se zejména o Velkou Británii, Holandsko, Belgii, Maltu, Kypr a Lucembursko.[45]

Česká republika patří kvůli vysokému podílu neefektivně spalovaného hnědého uhlí v palivovém mixu mezi největší producenty skleníkových plynů v přepočtu na obyvatele.[5] V roce 2009 bylo z OZE dodáno do sítě téměř 3900 GWh což odpovídá podílu 6,8% na hrubé spotřebě elektřiny jak nám ukazuje Tabulka 4.2-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2009 [14]. V roce 2010 se výroba z OZE v období od ledna do srpna zvýšila na 3973 GWh, to je o 23,9%. Podíl OZE na hrubé domácí spotřebě v tomto období byl 8,52%. V roce 2008 elektrárny ČEZ a.s., vyprodukovaly přes 34 milionů tun CO₂ (viz Příloha G), což je 28% z celkového množství

CO₂ v roce 2008 viz Tabulka 5.2-1: Emise skleníkových plynů v členění po plynech v roce 2008 s odpočtem LULUCF v tis. t [11].



Obrázek 6-1: Závazné cíle podílu energie z OZE v roce 2020 a stav jejich plnění [45]

Tabulka 5.2-1: Emise skleníkových plynů v členění po plynech v roce 2008 s odpočtem LULUCF v tis. t [11]

CO ₂	CH ₄ ¹	N ₂ O ²	HFCs ³	PFCs ⁴	SF ₆ ⁵	Celkem CO ₂ _{ekv}
120 741,63	11 686,78	7 811,32	1 262,45	27,48	47,04	141 411,89

Možnosti snížení CO₂ budou zaměřeny na společnost ČEZ a.s., jelikož vlastní většinu elektráren spalujících hnědé uhlí. Nepříznivý stav energetického mixu se ČEZ snaží změnit modernizací a výstavbou nových výroben, resp. kogeneračních jednotek, jde však o dlouhodobý proces. Vedení firmy ČEZ a.s. vydalo v roce 2007 akční plán snižování emisí CO₂ skupiny ČEZ do roku 2020, který se skládá ze čtyř základních bodů [47]:

¹ CH₄ - metan

² N₂O - oxid dusný

³ HFCs – hydrofluoruhlovodíky (halogenové uhlovodíky)

⁴ PFCs - zcela fluorované uhlovodíky

⁵ SF₆ - fluorid sírový

- Zvyšování výroby z obnovitelných zdrojů energie: Z hlediska rozvoje se jedná především o využití energie větru a biomasy. Cílem je znásobit podíl výroby energie z OZE na 5,1 TWh ročně (pro rok 2020).
- Snížování intenzity emisí skupiny ČEZ: V krátkodobém a střednědobém výhledu se jedná o zvyšování účinnosti uhelných elektráren. Dlouhodobě pak rozvoj spalovacích technologií s nízkou produkcí CO₂, jeho separace a ukládání do geologických struktur. Hlavní cíl spočívá ve snížení celkového emisního faktoru na hodnotu 0,47 tCO₂/MWh (pro rok 2020).
- Podpora úspor energie v ČR: Tento bod zahrnuje jak přínosy v oblasti životního prostředí tak i strategické záměry. Snaha je splnit národní cíle ČR a snížit tak energetickou náročnost o 23 TWh ročně do roku 2020.
- Projekty snižování emisí mimo ČR: Cílem je úspora nejméně 30 miliónů tun CO₂ ekvivalentu.

6.1 Plánovaná opatření a konkrétní projekty

6.1.1 Obnovitelné zdroje energie

OZE jsou jedním z klíčových opatření ke snížení emisí skleníkových plynů. Jak bylo řečeno výše z hlediska potenciálu je perspektivní především energie biomasy a větru. V případě energie větru jde o dobře zvládnutou technologii, která umožňuje vyrábět i v mimohorských oblastech ČR, u biomasy je očekáváno největší zvýšení výroby elektřiny avšak je nutné cílené pěstování energetických plodin pro dostatek biomasy pro spalování v průmyslovém měřítku. [47]

6.1.1.1 Větrná energie

Pracuje se na projektech, jejichž návratnost je maximálně 15 let a na projektech s další přidanou hodnotou jako je podpora nezaměstnanosti, rozvoj regionu. Cíl spočívá v dosažení 100 MW instalované kapacity do roku 2012 a 500MW do roku 2020. [47]

- Větrný park Rešice (instalovaný výkon 10MW)
- Blížkovice (5 strojů, 10MW)
- Tavíkovice (11 strojů, 22-33 MW)
- Čermákovice (5 strojů, 10-15 MW)

6.1.1.2 Energie z biomasy

Plánuje se spoluspalování ve stávajících elektrárnách s fluidními kotli (Hodonín, Poříčí, Ledvice, Tisová), jenž má za úkol vytvořit podmínky na trhu pro zajištění stabilní produkce biomasy, která je nutná pro čisté spalování. Rozvoj biomasy je závislý na podpoře státu pro pěstitele. Cílem je tedy výroba z čisté biomasy, ta je však zatížena jistou mírou podnikatelského rizika. Potenciál ČR pro pěstování energetických plodin je asi 300 000 ha. [47]

- Projekty na spalování čisté biomasy (Hodonín, Dvůr Králové)

6.1.1.3 Vodní energie

Potenciál vodní energie pro stavbu velkých vodních děl je v ČR vyčerpán, proto se počítá pouze se zvyšování účinnosti u stávajících zdrojů v řádu cca 3% a u malých vodních elektráren v řádu 5%. [47]

6.1.2 Snižování intenzity emisí

Hlavním domácím zdrojem ČR je nepříliš kvalitní hnědé uhlí. Volba ušlechtilějšího paliva představuje závislost na dovozu a tím pádem zatěžování bilance státu. Fosilní paliva tak budou i v budoucích letech dominantním zdrojem a proto je snaha co nejvíce urychlit přechod na čistší technologie spalování uhlí. S tím souvisí:

- V krátké době (do 10 let) urychlit obnovu zdrojů pomocí BAT¹ technologií.
- Dlouhodobě účast na projektu Near-zero Emission Power² a využití nejmodernějších technologií pro CCS³ (po roce 2020).

Snižování intenzity emisí do roku 2020 zahrnuje výstavbu nových zdrojů u elektrárny Ledvice a komplexní obnovu elektráren Tušimice II a Pruněrov II, použití BAT technologií (snížení emisí NO_x, SO₂ a dalších emisí), prostor pro technologie CCS. Po roce 2020 ukládání CO₂ do podzemních struktur (účast na projektech CCS, vstup do technologie ZEP).

ČEZ také zvažuje stavbu nových paroplynových elektráren, které mají zhruba o polovinu nižší emise CO₂ oproti uhelným, pokud získá dlouhodobý kontrakt na dodávky zemního plynu. [47]

Komplexní obnova elektrárny Tušimice II byla zahájena v roce 2007, ve finále budou vylepšeny parametry všech hlavních technologických celků, účinnost elektrárny bude zvýšena na 38% ze současných 33%, emise CO₂ poklesnou o 15%, SO₂ o 70%, NO_x o 65% a popílků o 40%. Přehled parametrů po dokončení obnovy elektrárny nám ukazuje Tabulka 6.1-1: Parametry bloků při jmenovitém provozu po dokončení KO ETU II [49]. V rámci obnovy jsou instalovány nové granulační kotle s lepšími ekologickými i provozními parametry (účinnost kotle 90,5% oproti 86,5%). [48] Výkon elektrárny 800MW zajišťují 4 bloky (4x200MW), kde staré turbogenerátory jsou nahrazeny moderním turbosoustrojím se stejným výkonem ale lepší tepelnou účinností. Komplexní obnova se sestává ze dvou etap. V rámci první etapy jsou modernizovány bloky 23 a 24, v druhé etapě budou pak obnoveny bloky 21, 22. Na konci roku 2009 byl po dvou letech odstávky připojen do soustavy blok 23 a 24 a 7. listopadu 2009 započala druhá etapa KO ETU II. Koncem roku 2011 se předpokládá dokončení KO ETU II. Životnost elektrárny bude prodloužena o 25 let, což je v souladu s vyuhlením uhelného ložiska dolu Libouš (v horizontu roku 2035), který je zdrojem paliva pro elektrárnu. [49]

V případě elektrárny Ledvice bude provedena výstavba nového zdroje 660MWe, který bude nejmodernějším blokem uhelné elektrárny u nás. Začátkem roku 2008 byly zahájeny práce na chemické úpravě vody, která byla již v červenci 2009 ve zkušebním provozu. Rovněž výstavba

¹ BAT – Best Available Technologies (nejlepší dostupné technologie).

² Skupina ČEZ se účastní na dlouhodobých projektech technologické platformy ZEP (Zero Emission Fuel Power Plants). Předmětem je splnění cíle výstavby demonstračních jednotek tak, aby technologie byly připraveny k využití v horizontu 2020.

³ CCS – Carbon Capture and Storage (systém jímání a ukládání oxidu uhličitého).

nového zauhlování započala v roce 2008 a do března 2009 již bylo zauhlování ve zkušebním provozu. Byla dokončena nosná konstrukce kotle a také montáž vedlejších ocelových konstrukcí, spalínových a vzduchových potrubí, zásobníků surového uhlí a dalších částí. Ve strojovně je již uložen stator generátoru a je namontován i kondenzátor. 30. září 2010 byla ukončena 3. etapa, další 4. etapa obsahuje výstavbu nového zdroje. Hlavní část dalších montážních prací je naplánována na rok 2011. [49]

Tabulka 6.1-1: Parametry bloků při jmenovitém provozu po dokončení KO ETU II [49]

Hlavní parametry při jmenovitém provozu		
Elektrický výkon	200 MW	před obnovou 200 MW
Parní výkon kotle	544 t/h	před obnovou 628 t/h
Účinnost kotle	90,5%	před obnovou 86,5%
Pára turbogenerátoru (přehřátá)	570 °C/17,5 MPa	před obnovou 535 °C/16,2 MPa
Pára turbogenerátoru (přihřátá)	575 °C	před obnovou 535 °C
Čistá účinnost bloku	37,82%	před obnovou 32,7%
Emise škodlivých látek ve spalinách		
Tuhé znečišťující látky	20 mg/Nm ³	původní limit 100 mg/Nm ³
SO ₂	200 mg/Nm ³	původní limit 500 mg/Nm ³
NO _x	200 mg/Nm ³	původní limit 650 mg/Nm ³
CO	250 mg/Nm ³	původní limit 250 mg/Nm ³

7 ZÁVĚR

V této práci je popsán současný stav elektroenergetiky, zdrojů elektrické energie v České republice a vliv výroby elektrické energie jednotlivých zdrojů na životní prostředí. Na základě dostupných informací je uveden výpočet emisí uhelných elektráren ČEZ a.s. pomocí emisních faktorů a srovnání s údaji vykázanými v Integrovaném registru znečištění. Dále jsou uvedeny informace o nakládání s radioaktivním odpadem v ČR a množství vyprodukovaného radioaktivního odpadu v předchozích letech. V poslední části jsou popsány opatření ČR vedoucí ke snížení produkovaných emisí CO₂.

Energetika ČR je založena na vysokém využití domácích zdrojů primární energie. Na prvním místě mezi primárními zdroji energie v ČR je stále uhlí, struktura uhelných zásob u nás je tvořena z 37% černým uhlím, z 60% hnědým uhlím a 3% představuje lignit. Množství odhadovaných zásob uhlí je přibližně 10 mld. tun, avšak ekonomicky těžitelných je v současnosti asi jen polovina. Těžba černého uhlí probíhá v jižní části Hornoslezské uhelné pánve - v Ostravsko-karvinském revíru. Hnědé uhlí se v ČR těží v podhůří Krušných hor - v sokolovské a chomutovsko-mostecké pánvi. Jelikož další těžba hnědého uhlí narazí v horizontu desítek let na ekologické limity, budou se uhelné elektrárny, které se podílejí na výrobě elektrické energie z 60% potýkat s vyčerpáním zásob paliva. Z těchto důvodů je nutná jednak snaha energetických společností nahrazovat zastaralé technologie uhelných elektráren, která umožní hospodárnější využívání fosilních paliv a také omezí množství produkovaných škodlivých látek, ale také podpora státu ve výzkumu a v nových technologiích, které jsou nezbytně nutné pro budoucí retrofity uhelných elektráren. S tím souvisí také podpora výstavby účinných paroplynových elektráren. Jelikož z vlastní těžby je pokryto pouze 1% spotřeby zemního plynu a ČR je tak zcela závislá na dovozu, je nutné zajistit po těchto nákladných investicích dlouhodobé dodávky zemního plynu. V současnosti 75% spotřeby zemního plynu kryjí dodávky z Ruska, 25% spotřeby pak dodávky z Norska. U energie vyrobené z jádra, je nutné dořešit případné dostavby jaderných elektráren a zajistit podporu ze strany politické i veřejné, které se však i na základě vývoje světových událostí v současnosti nedostává.

Instalovaný výkon na území ČR v roce 2009 činil 18 325 MW, o rok později dosáhl hodnoty 20 072 MW, což představuje nárůst o 9,5% oproti roku 2009, a to především díky velkému rozvoji slunečních elektráren. Hlavním výrobcem elektrické energie je společnost ČEZ, a.s., které patří 57,6% instalovaného výkonu. Ve složení instalovaného výkonu je výrazná dominance parních 10 769 MW (57,6%) a jaderných 3900 MW (19,4%) elektráren. Vodní elektrárny, jejichž potenciál je v podstatě vyčerpán zaujímají 2 202,6 MW (11%) instalovaného výkonu, u těchto zdrojů lze předpokládat navýšení pouze v důsledku jejich modernizace. Paroplynové a spalovací plynové představují 1024,4 MW (5,1%). Obrovský nárůst byl zaznamenán u větrných a slunečních elektráren a to v důsledku výhodných výkupních cen za elektrickou energii. Procentuální část instalovaného výkonu těchto zdrojů dosáhla v roce 2010 hodnoty 2037,8 MW (10,2%), v roce 2009 to bylo 659,7 MW (3,6%).

Celkové množství roční vyrobené elektrické energie netto pro rok 2010 je 79 464,6 GWh oproti roku 2009 se jedná o 4,3% vzrůst, kdy roce 2009 činila netto výroba 75 990 GWh. K navýšení netto výroby elektrické energie došlo u všech typů elektráren. V parních elektrárnách se výroba zvýšila o 1376,9 GWh na hodnotu 45 225,2 GWh, v jaderných elektrárnách o 775,3 GWh na 26 440 GWh, v paroplynových a plynových spalovacích elektrárnách o 353,5 GWh na 3486 GWh, ve vodních elektrárnách o 396,7 GWh na 3366 GWh, největší skok patřil

obnovitelným zdrojům, u kterých došlo k nárůstu o 570,5GWh, tedy o 2,5 násobek a netto výroba v roce 2010 tak činila 945,8 GWh.

Jak je z předchozích údajů patrné, instalovaný výkon obnovitelných zdrojů energie se postupně zvyšuje. Ze všech obnovitelných zdrojů zaznamenala v roce 2010 největší rozvoj výroba ze sluneční energie. V průběhu roku 2010 bylo připojeno na 1357 MW instalovaného výkonu a koncem roku 2010 jejich instalovaný výkon dosáhl 1820 MW. I přes jejich masivní rozvoj je nejvíce elektřiny z obnovitelných zdrojů vyráběno ve vodních elektrárnách, hned za nimi jsou sluneční elektrárny, které v roce 2010 vyrobili 615,7 GWh elektřiny. Tato hodnota bude v dalším roce pravděpodobně vyšší, jelikož velká část slunečních elektráren byla připojena až v druhé polovině roku. Důležité je uvědomit si, že ani vyčerpání potenciálu OZE na území ČR nevyřeší budoucí potřeby energie. Je nutné se zaměřit na OZE ne však na úkor ostatních zdrojů elektrické energie.

Jak bylo řečeno dříve, energetika velmi negativně ovlivňuje životní prostředí. I přes výrazný ekologický a rozvojový program je vliv na životní prostředí stále velký. Energetika v sobě zahrnuje řadu činností, které výrazně přispívají ke vlivu na životní prostředí, jsou jimi především doprava, těžba paliva a úprava a odstraňování odpadů vzniklých při výrobě. Tyto elementy můžeme ovlivnit jen v menší míře, protože k nim bude docházet stále. Co má však ve větší míře ovlivňuje životní prostředí je výroba elektrické energie a její následná produkce emisí. Obnova uhelných elektráren, výměna starých technologií za nové (zvyšování účinnosti spalování), zvyšování podílu spalované biomasy, příprava projektů na výstavbu nových účinných paroplynových elektráren, podpora energie vyrobené z jádra a obnovitelných zdrojů významně snižují množství produkovaných emisí. Protichůdně však působí stále zvyšující se množství vyrobené elektrické energie. Z těchto důvodů je nutná změna chování spotřebitelů. Důležitá je podpora ze strany státu, která umožňuje například získat dotace na výměnu kotle pro spalování biomasy, na solární panely, zateplení atd.

V kapitole emise uhelných elektráren byl ukázán výpočet orientační hodnoty emisí hlavních znečišťujících látek uhelných elektráren (TZL, SO₂, NO_x, CO, CO₂, ΣC) pomocí emisních faktorů. Výpočet byl soustředěn na elektrárny ČEZ, a.s. spalující fosilní paliva z důvodu největšího podílu na výrobě elektrické energie v ČR. K výpočtu jsme použili kvalitativní parametry spalovaného paliva a emisní faktory, které jsou obsahem nařízení vlády č. 352/2002 Sb. Příloha G nám ukazuje hodnoty emisí, které byly nahlášeny do IRZ, po srovnání vypočtených údajů je vidět, že vypočtené údaje nesouhlasí s údaji IRZ. Důvodem je, že elektrárny používají systémy kontinuálního měření a údaje nahlášené v IRZ jsou na základě těchto měření, dalším důvodem také je, že emisní faktory se kterými je počítáno, v současnosti nejsou v platnosti a pro uvedené provozy mohou mít tak zcela jiné hodnoty. U TZL je uvažována účinnost 99,9%, ta to hodnota však může u jednotlivých provozů kolísat. Výpočet slouží pro všechny druhy popílku, v IRZ jsou však uvedeny hodnoty pouze pro popílek s označením PM₁₀. Emise SO₂ ovlivňuje obsah síry v palivu, který není stálý, ale je proměnlivý. Emise NO_x rovněž ovlivňuje rozdílná velikost emisních faktorů a účinnost denaturační metody pro jednotlivé provozy. Vypočtené hodnoty emisí CO₂ ovlivňuje výhřevnost paliva, která může kolísat a ovlivňovat tak také velikost emisního faktoru. Údaje CO a ΣC nebyly v IRZ dostupné a tak nebylo možné porovnání. V přílohách H až J jsou uvedeny vývoje jednotlivých druhů emisí v letech 2004 až 2009 dle údajů IRZ. V příloze K je ukázán výpočet emisí CO₂ u vybraných elektráren spalujících hnědé uhlí v letech 2004 až 2009. U jednotlivých elektráren bylo vypočteno množství spotřebovaného paliva v jednotlivých letech z údajů celkové roční vyrobené energie a průměrné výhřevnosti paliva. Spotřeba paliva a množství emisí byly vypočteny pro dvě různé uvažované účinnosti

elektráren z důvodu názorné ukázky závislosti spotřeby paliva a množství emisí na účinnosti elektrárny. Uvedené vypočtené hodnoty jsou spíše pro názornou ukázkou, jelikož ve skutečnosti se údaje o účinnosti, parametry paliva a emisní faktory jednotlivých provozů liší.

V kapitole emise jaderných elektráren je popsáno nakládání s radioaktivními odpady v ČR. Dle údajů SÚRAO bylo na konci roku 2009 zaplněno a trvale uzavřeno 15 jímek nízké a středně aktivních jaderných odpadů z celkového počtu 112 v ÚRAO v areálu JE Dukovany. Dle údajů SÚRAO se jedná o 2482 ks obalových jednotek (200 litrový sud) o celkové hmotnosti 403,3 t. Vyhořelé jaderné palivo a vysoce aktivní odpady se skladují v meziskladech vyhořelého jaderného paliva v JE Dukovany a Temelín.

Poslední kapitola se věnuje možnostem snížení produkce CO₂. Evropská unie se zavázala ke snížení emisí skleníkových plynů do roku 2020 o 20% a k získávání 20% energie z obnovitelných zdrojů. Národní cíl ČR pro podíl energie z OZE na hrubé konečné spotřebě v roce 2020 je 13%. Snížení produkce emisí CO₂ v ČR zahrnuje zvyšování výroby z obnovitelných zdrojů energie, zvyšování účinnosti uhelných elektráren a rozvoj spalovacích technologií s nízkou produkcí CO₂, podpora úspor energie, projekty snižování emisí mimo ČR.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] MPO. *Primární energetické zdroje* [online]. Poslední úpravy 13.3.2009, [cit. 2010-10-13]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument57026.html> .
- [2] OKD. *Uhlí v České republice* [online]. 2010, [cit. 2010-9-28]. Dostupné z: <http://www.okd.cz/cz/tezime-uhli/soucasnost-u-nas-i-ve-svete/uhli-v-ceske-republice> .
- [3] OKD. *Výroční zpráva 2009* [online]. Poslední úpravy 26.3.2010, [cit. 2010-9-28]. Dostupné z: http://www.okd.cz/dokums_presskit/okd_vz_cz_ok_3687.pdf .
- [4] CZECH COAL. *Hnědé uhlí* [online]. [cit. 2010-9-28]. Dostupné z: <http://www.czechcoal.cz/cs/produkty/uhli/index.html> .
- [5] VLÁDA ČR. *Zpráva Nezávislé odborné komise pro posouzení energetických potřeb České republiky v dlouhodobém časovém horizontu – verze k oponentuře* [online]. Poslední úpravy 22.11.2008, [cit. 2010-10-5]. Dostupné z: <http://www.vlada.cz/cz/pracovni-a-poradni-organy-vlady/nezavisla-energeticka-komise/aktuality/aktualizovana-zprava-nezavisle-energeticke-komise-45697/> .
- [6] MPO. *Státní energetická koncepce České republiky* [online]. Poslední úpravy únor 2010, [cit. 2010-10-19]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument5903.html> .
- [7] ERÚ. *Roční zpráva o provozu ES ČR 2009* [online]. Poslední úpravy 2009, [cit. 2010-10-19]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2009/index.html .
- [8] ČEZ, A. S. *Aktivity a strategie skupiny ČEZ* [online]. Poslední úpravy 2010, [cit. 2010-11-15]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/strategie-a-aktivity-cez-v-oblasti-ue.html> .
- [9] BOLDIŠ, P. Bibliografické citace dokumentu podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690-2 (01 0197): Část 1 – Citace: metodika a obecná pravidla. Verze 3.2. [online]. Poslední úpravy 3. února 2002, [cit. 2010-11-15]. Dostupné z: <http://www.boldis.cz/citace/citace1.pdf> .
- [10] MŽP ČR. *Zpráva o životním prostředí 2008* [online]. [cit. 2010-11-15]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zprava_zp_2008/\\$FILE/OPZPZprava_o_ZP_s_hnuti-20100304.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zprava_zp_2008/$FILE/OPZPZprava_o_ZP_s_hnuti-20100304.pdf) .
- [11] ČHMI. *Národní inventarizační systém* [online]. Poslední úpravy 27. dubna 2010, [cit. 2010-11-15]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/nis_uv_cz.html .
- [12] ISSaR. *Informační systém statistiky a reportingu - on line ročenka* [online]. Poslední úpravy 2010, [cit. 2010-11-15]. Dostupné z: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=486> .
- [13] IRZ. *Informace o látkách ohlašovaných do IRZ* [online]. Poslední úpravy 2008, [cit. 2010-11-15]. Dostupné z: <http://www.irz.cz/obsah/ohlasovane-latky#seznam> .
- [14] MPO. *Obnovitelné zdroje energie v roce 2009* [online]. Poslední úpravy 2009, [cit. 2010-11-17]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/cz/energetika-a-suroviny/statistiky-energetika/#category120> .
- [15] MŽP ČR. *Obnovitelné zdroje energie* [online]. Poslední úpravy 2010, [cit. 2010-11-18]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/obnovitelne_zdroje_energie .
- [16] ČEZ, A. S. *Energie z obnovitelných zdrojů* [online]. Poslední úpravy 2010, [cit. 2010-11-18]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnovitelne-zdroje.html> .

- [17] SIMPOT MULTIMEDIA. *Vodní elektrárny* [online]. [cit. 2010-11-18]. Dostupné z: http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=1&ee_chapter=4.1.3 .
- [18] ČESNEK, V. *Porovnání jednotlivých obnovitelných zdrojů energie ve vztahu k elektrické síti* [online]. Poslední úpravy 7.11. 2007, [cit. 2010-11-18]. Dostupné z: http://www.litovany.ic.cz/index_soubory/down/s4_03.pdf .
- [19] MŽP ČR. *Obnovitelné zdroje – informační podpora* [online]. Poslední úpravy 2010, [cit. 2010-11-18]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/obnovitelne_zdroje_informacni_podpora .
- [20] S-ENERGIE. *Fotovoltaika* [online]. Poslední úpravy 2009, [cit. 2010-11-19]. Dostupné z: <http://www.s-fotovoltaika.cz/fotovoltaika.php> .
- [21] VK SOLAR SYSTÉM, S. R. O. *Fotovoltaika* [online]. [cit. 2010-11-19]. Dostupné z: <http://fotovoltaicke-elektarny.vksolar.cz/co-vas-zajima/fotovoltaika.htm> .
- [22] PVGIS. *Photovoltaic Geographical Information System* [online]. Poslední úpravy 20.11.2008, [cit. 2010-11-19]. Dostupné z: <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/> .
- [23] HOLOVSKÝ, J. *Obnovitelné zdroje energie: Filosofie využití fotovoltaiky* [online]. [cit. 2010-11-19]. Dostupné z: <http://www.setrnebudovy.cz/component/content/article/37> .
- [24] ERÚ. *Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 2/2010* [online]. Poslední úpravy 8. listopadu 2010, [cit. 2010-11-19]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/cenova%20rozhodnuti/CR%20elektro/2_2010_OZE-KVET-DZ%20final.pdf .
- [25] BECHNÍK, B., BAŘINKA, R., ČECH, P. *Analýza životního cyklu fotovoltaických systémů* [online]. Poslední úpravy 2009, [cit. 2010-11-19]. Dostupné z: <http://www.czrea.org/cs/druhy-oze/fotovoltaika/ziv-cyklus> .
- [26] Výroba větrných elektráren v ČR v letech 2009 a 2010. ČSVE: Česká společnost pro větrnou energii [online]. Poslední úpravy 08.10.2010, [cit. 20.11.2010]. Dostupný z: <http://www.csve.cz/cz/clanky/vyroba-vetrnych-elektarn-v-cr-v-letech-2009-a-2010/121> .
- [27] Větrná mapa. ČSVE: Česká společnost pro větrnou energii [online]. 19.03.2009, [cit. 20.11.2010]. Dostupný z WWW: <http://www.csve.cz/clanky/detail/35> .
- [28] ČSVE: Česká společnost pro větrnou energii. *Vše o větrné energii* [online]. 04.05.2009, [cit. 20.11.2010]. Dostupný z WWW: <http://www.csve.cz/cz/clanky/myty-a-fakta-o-vetrnych-elektarnach/69> .
- [29] MŽP ČR. *Zpráva o životním prostředí v roce 2009* [online]. [cit. 2010-12-12]. Dostupné z: [http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/CENMSG2HEG23/\\$FILE/Zprava_o_ZP_CR_2009.pdf](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/CENMSG2HEG23/$FILE/Zprava_o_ZP_CR_2009.pdf) .
- [30] Nařízení vlády č. 352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší.
- [31] Vyhláška 12/2009 o stanovení postupu zjišťování, vykazování a ověřování množství emisí skleníkových plynů.
- [32] MŽP ČR. *Úplné znění zákona č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší) ve znění pozdějších předpisů* [online]. [cit. 2011-02-09]. Dostupné z: <http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/ed2986242760af40c125754b003bb44a?OpenDocument> .
- [33] ENERGETIK. *Nařízení vlády č. 352/2002 Sb., kterým se stanoví emisní limity a další podmínky provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší* [online].

- [cit. 2011-02-09]. Dostupné z:
http://www.energetik.cz/hlavni3.html?m1=/zakony/352_2002.html .
- [34] MŽP ČR. *Nariadení vlády č. 476/2009 Sb., o emisních limitech a dalších podmínkách provozování spalovacích stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší* [online]. [cit. 2011-02-09]. Dostupné z:
<http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/d79c09c54250df0dc1256e8900296e32/362eb9e24eac4fe5c1257313003fcf03?OpenDocument> .
- [35] MŽP ČR. *Integrovaný registr znečišťování* [online]. [cit. 2011-02-16]. Dostupné z:
<http://www.irz.cz> .
- [36] SÚRAO. *Zpráva o činnosti v roce 2009* [online]. Poslední úpravy 2010, [cit. 2011-03-01]. Dostupné z: <http://www.surao.cz/cze/Informacni-koutek/Dokumenty-ke-stazeni/Vyrocnizpravy> .
- [37] SÚJB. *Zpráva o výsledcích činnosti SÚJB při výkonu státního dozoru nad jadernou bezpečností jaderných zařízení a radiační ochranou za rok 2009* [online]. Poslední úpravy 2009, [cit. 2011-03-01]. Dostupné z: http://www.sujb.cz/?c_id=215 .
- [38] JE Temelín a Dukovany. *Úložiště jaderného odpadu* [online]. [cit. 2011-03-01]. Dostupné z: <http://www.je-temelin-dukovany.cz/jaderny-odpad-uloziste.htm> .
- [39] Jaderný odpad. *Vyhořelé jaderné palivo* [online]. [cit. 2011-03-01]. Dostupné z:
<http://www.jaderny-odpad.cz/vyhorele-jaderne-palivo.htm> .
- [40] Výroba jaderné energie. *Úložiště odpadů v ČR* [online]. [cit. 2011-03-01]. Dostupné z:
<http://www.jaderna-energie.cz/uloziste-odpadu.htm> .
- [41] Jaderná energie a ekologie. *Ekologické dopady jaderné elektrárny* [online]. [cit. 2011-03-01]. Dostupné z: <http://www.ekologie-energie.cz/dopady-atomove-elektrarny.htm> .
- [42] EnviWeb. *Logistika radioaktivního odpadu* [online]. Poslední úpravy 2010-01-05, [cit. 2011-03-01]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/clanek/atom/79912/logistika-radioaktivniho-odpadu>.
- [43] ČEZ, A.S. *Jaderné elektrárny v roce 2009* [online]. Poslední úpravy 2010, [cit. 2011-03-02]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/rocni-zprava-je-2009.pdf> .
- [44] EKOLIST.CZ. *Oxid uhličitý - o jak velký problém jde a jak ho (ne)řešit* [online]. Poslední úpravy 2011-03-09, [cit. 2011-03-15]. Dostupné z: <http://ekolist.cz/cz/publicistika/nazory-a-komentare/jiri-svoboda-a-jindriska-svobodova-oxid-uhlicity-o-jak-velky-problem-jde-a-jak-ho-neresit> .
- [45] TZB – info. *Obnovitelné zdroje: cíl 8% v roce 2010 bude splněn* [online]. Poslední úpravy 2010-11-15, [cit. 2011-03-16]. Dostupné z: <http://energie.tzb-info.cz/6931-obnovitelne-zdroje-cil-8-v-roce-2010-bude-splnen> .
- [46] Informační materiály skupiny ČEZ: *Informační publikace*. Praha.
- [47] ČEZ, A. S. *Akční plán snižování emisí CO₂* [online]. Poslední úpravy 2011, [cit. 2011-27-4]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/odpovedna-firma/zivotni-prostredi/programy-snizovani-zateze-zp/akcni-plan-snizovani-emisi-co2.html>.
- [48] KANTA J. *Obnova ČEZ a praktická aplikace BAT* [online]. Poslední úpravy 21. května 2008 [cit. 2011-04-27]. Dostupné z: http://www.aea.cz/?download=4konference/2-blok/retrofity_cez_a_aplikace_bat.pdf .

- [49] All for power. *Komplexní obnova elektrárny Tušimice II* [online]. Poslední úpravy 27.10.2010 [cit. 2011-04-27]. Dostupné z: <http://www.allforpower.cz/clanek/komplexni-obnova-elektrarny-tusimice-ii-generalni-dodavatel-smele-vstoupil-do-ii-etapy/>.

Příloha A - přehled vodních elektráren ČEZ, a. s. (k 31.12.2009)

Lokalita	Instal. výkon	Typ elektrárny	Celkový inst. výkon výrobný	Uvedení do provozu	Vyvedení výkonu		Rozvodna (místo připojení)	Vodní tok	Roční výroba elektriny brutto/ netto
					Rozvodná společnost	Úroveň napětí			
	[MWe]		[MWe]			[kV]			[GWh]
Lipno I	2 x 60,0	akumulační	120,00	1959	E.ON Distribuce část západ	110	Lipno (ČEZ)	Vltava	146,9 / 146,8
Lipno II	1 x 1,5	průtočná	1,50	1957	E.ON Distribuce část západ	22	měničrna ČD Vyšší Brod	Vltava	5,8 / 5,6
Orlík	4 x 91,0	akumulační	364,00	1961-1962	ČEPS	220	Milín	Vltava	474,4 / 474,0
Slapy	3 x 48,0	akumulační	144,00	1954-1955	ČEZ Distribuce region střed	110	Slapy (ČEZ)	Vltava	360,8 / 360,3
Dalešice	450,00	přečerpávací	450,00	1978	ČEPS	400	Slavětice	Jihlava	191,1 / 189,5
Dlouhé Stráně	2 x 325,0	přečerpávací	650,00	1996	ČEPS	400	Krasíkov	Divoká Desná	315,4 / 314,1
Kamýk	4 x 10,0	akumulační	40,00	1961	E.ON Distribuce část západ	110	Kamýk (ČEZ)	Vltava	83,6 / 83,5
Štěchovice I	2 x 11,25	akumulační	22,50	1943- 1944	ČEZ Distribuce reg. střed	110	Štěchovice (ČEZ)	Vltava	98,7 / 98,3
Štěchovice II	1 x 45,0	přečerpávací	45,00	1996	ČEZ Distribuce region střed	110	Štěchovice (ČEZ)	Vltava	46,4 / 46,2
Vrané nad Vltavou	2 x 6,94	akumulační	13,88	1936	ČEZ Distribuce region střed	110	Vrané nad Vltavou (ČEZ)	Vltava	53,5 / 53,3
Hněvkovice	2 x 4,8	akumulační	9,60	1992	E.ON Distribuce část západ	22	Hněvkovice (ČEZ)	Vltava	30,5 / 29,7

Příloha B - přehled vodních elektráren ČEZ, a. s. (k 31.12.2009) - pokračování

Lokalita	Instal. výkon	Typ elektrárny	Celkový inst. výkon výrobný	Uvedení do provozu	Vyvedení výkonu		Rozvodna (místo připojení)	Vodní tok	Roční výroba elektriny brutto/ netto
					Rozvodná společnost	Úroveň napětí			
	[MWe]		[MWe]			[kV]			[GWh]
Kořensko 1	2 x 1,9	průtočná	3,80	1992	E.ON Distribuce část západ	22	Bechyně, Mydlovary	Vltava	9,0 / 8,9
Mohelno	1,2 + 0,56	průtočná	1,76	1999	E.ON Distribuce část východ	22	Dalešice (ČEZ)	Jihlava	6,5 / 6,3
Želina	2 x 0,32	průtočná	0,63	1994	ČEZ Distribuce region sever	22	Kadaň	Ohře	2,2 / 2,1
Kořensko 2	1 x 0,94	průtočná	0,94	2000	E.ON Distribuce část západ	22	přes trafo vl. sp. elny	Vltava	1,7 / 1,7
Dlouhé Stráně 2	0,16	průtočná	0,16	2000	ČEZ Distribuce region Morava	22	přes trafo vl. sp. elny Dl.	Divoká	0,4 / 0,4

Příloha C - přehled tepelných elektráren ČEZ, a. s.

Lokalita	Označení PG	Instal. výkon	Typ bloku 1)	Celkový inst. výkon výroby	Uvedení do provozu	Vyvedení výkonu		Rozvodna	Palivo 2)	Roční výroba elektřiny 2009		Spotřebované palivo	
						Rozvodná společnost	Úroveň napětí			Výroba bloku	Σ brutto		
		[MWe]		[MWe]									[kV]
Poříčí	1	55,0	KO	165,0	1957	ČEZ Distribuce region východ	110	Poříčí	HU	443,88	536,3	-	
	2	55,0	KO						ČU			-	
	3	55,0	KO						B			100,998	
Tisová I	1	57,0	K	183,8	1959 - 1960	ČEZ Distribuce region západ	110	Vítkov	HU	871,644	917,6	846,26	
	2	57,0	KO						B			45,956	47,265
	3	57,0	KO										
	5	12,8	PT										
Hodonín	3	50,0	KO	105,0	1951 - 1957	E.ON Distribuce region východ	110	Hodonín (ČEZ)	HU	289,852	467,2	255,75	
	4	55,0	KO						B			177,348	208,749
Tisová II	6	112,0	K	112,0	1961	ČEPS	220	Vítkov	HU	745,00	745,0	723,30	
Mělník II	9	110,0	K	220,0	1971	ČEZ Distribuce region střed	110	Mělník (ČEZ)	HU	1027,7	1 027,7	1092,33	
	10	110,0	K										
Pruněřov I	3	110,0	K	440,0	1967 - 1968	ČEZ Distribuce region sever	110	Verněřov	HU	2268,60	2 268,6	2454,75	
	4	110,0	K			ČEZ Distribuce region sever	110	Verněřov					
	5	110,0	K			ČEPS	400	Hradec					
	6	110,0	K			ČEPS	400	Hradec					
Ledvice 2	2	110,0	K	220,0	1967	ČEZ Distribuce region sever	110	Chotějovice	HU	1420	1 420,0	1352,38	
	3	110,0	K										

Příloha D - přehled tepelných elektráren ČEZ, a. s. (pokračování)

Lokalita	Označení PG	Instal. výkon	Typ bloku 1)	Celkový inst. výkon výroby	Uvedení do provozu	Vyvedení výkonu		Rozvodna	Palivo 2)	Roční výroba elektřiny 2009		Spotřebované palivo
						Rozvodná společnost	Úroveň napětí			Výroba bloku	Σ brutto	
		[MWe]										
Ledvice 3	4	110,0	K	110,0	1967	ČEZ Distribuce region	110	Chotějovice	HU	649,50	649,5	618,57
Tušimice II	21	200,0	K	800,0	1974 - 1975	ČEPS	400	Hradec	HU	2968,10	2 968,1	3205,87
	22	200,0	K									
	23	200,0	K									
	24	200,0	K									
Počeradý	2	200,0	K	1 000,0	1970 - 1977	ČEPS	400	Výškov	HU	6655,0	6 655,0	6938,31
	3	200,0	K									
	4	200,0	K									
	5	200,0	K									
	6	200,0	K									
Chvaletice	1	200,0	K	800,0	1977 - 1978	ČEPS	400	Týnec	HU	2640,1	2 640,1	2826,16
	2	200,0	K									
	3	200,0	K									
	4	200,0	K									

Příloha E - přehled tepelných elektráren ČEZ, a. s. (pokračování)

Lokalita	Označení PG	Instal. výkon	Typ bloku 1)	Celkový inst. výkon výroby	Uvedení do provozu	Vyvedení výkonu		Rozvodna	Palivo 2)	Roční výroba elektřiny 2009		Spotřebované palivo
						Rozvodná společnost	Úroveň napětí			Výroba bloku	Σ brutto	
		[MWe]		[MWe]								
		[kV]										
Dětmarovice	1	200,0	K	800,0	1975 - 1976	ČEZ Distribuce region Morava	110	Dětmarovice (ČEZ)	ČU	1967,1	1 967,1	1042,17
	2	200,0	K									
	3	200,0	K									
	4	200,0	K									
Pruněrov II	21	210,0	K	1 050,0	1981 - 1982	ČEPS	400	Hradec	HU	6633,5	6 633,5	7120,04
	22	210,0	K									
	23	210,0	K									
	24	210,0	K									
	25	210,0	K									
Mělník III	11	500,0	K	500,0	1981	ČEPS	400	Babylon	HU	2391,9	2 391,9	2281,62
Teplárna Dvůr Králové	1	6,3	PT	18,3	1955, 1963	ČEZ Distribuce region východ	35	Lipnice	B	11,94	11,94	6,277
	2	12,0	KO									

Příloha F - přehled tepelných elektráren ČEZ, a. s. (pokračování)

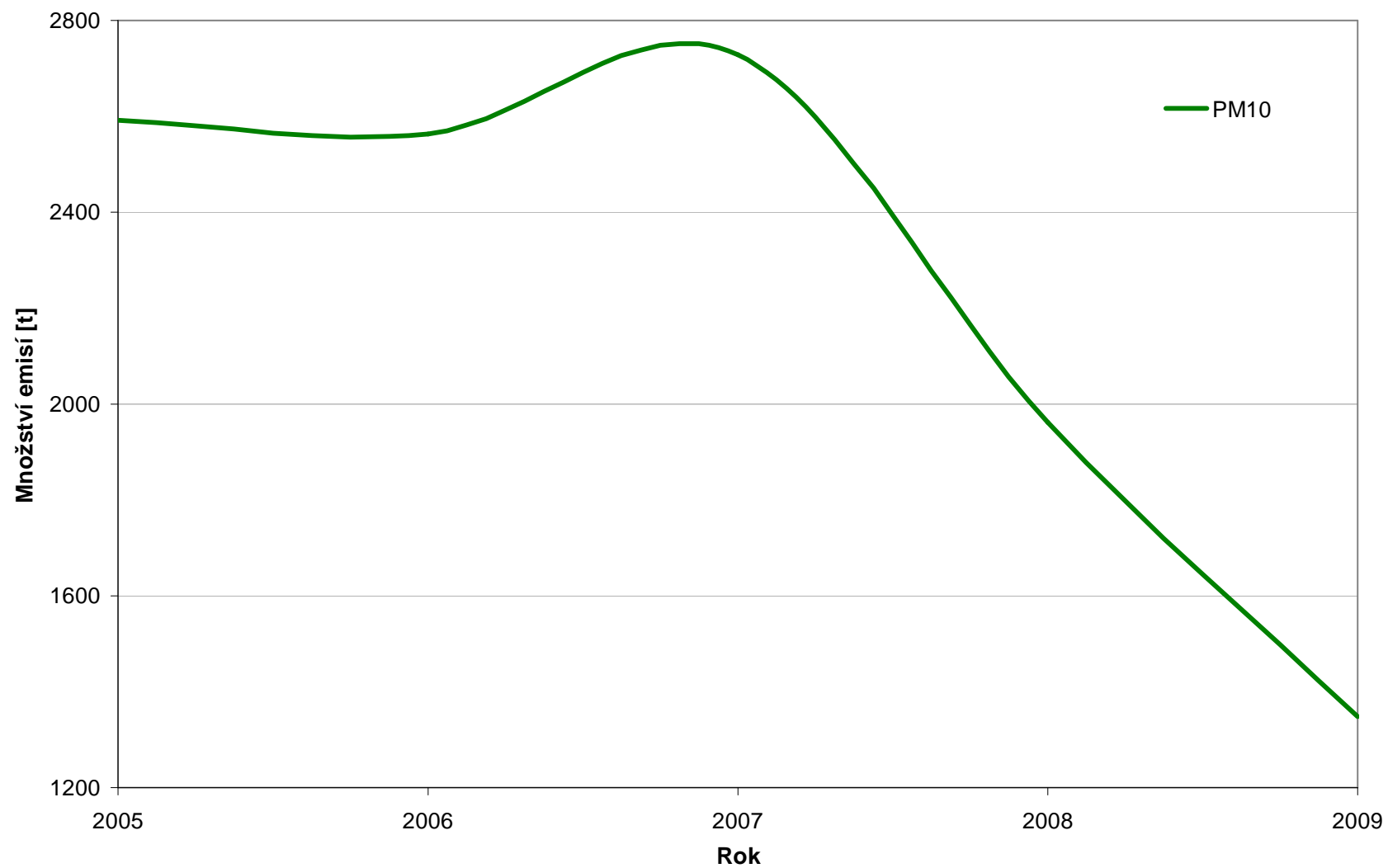
Lokalita	Označení PG	Instalovaný výkon	Typ bloku ¹⁾	Celkový inst. výkon výrobný	Uvedení do provozu	Vyvedení výkonu		Rozvodna	Palivo ²⁾	Roční výroba elektřiny 2009 brutto/ netto
						Rozvodná společnost	Úroveň napětí			
		[MWe]		[MWe]			[kV]			[GWh]
Teplárna - Energetika Vítkovice	7	16,0	KO	79,0	1983	ČEZ Distribuce	110	Vítkovice	ČU	213,4 / 192,0
	8	16,0	KO		1993					
	9	22,0	PT		1995	region Morava				
	10	25,0	PT		1984					

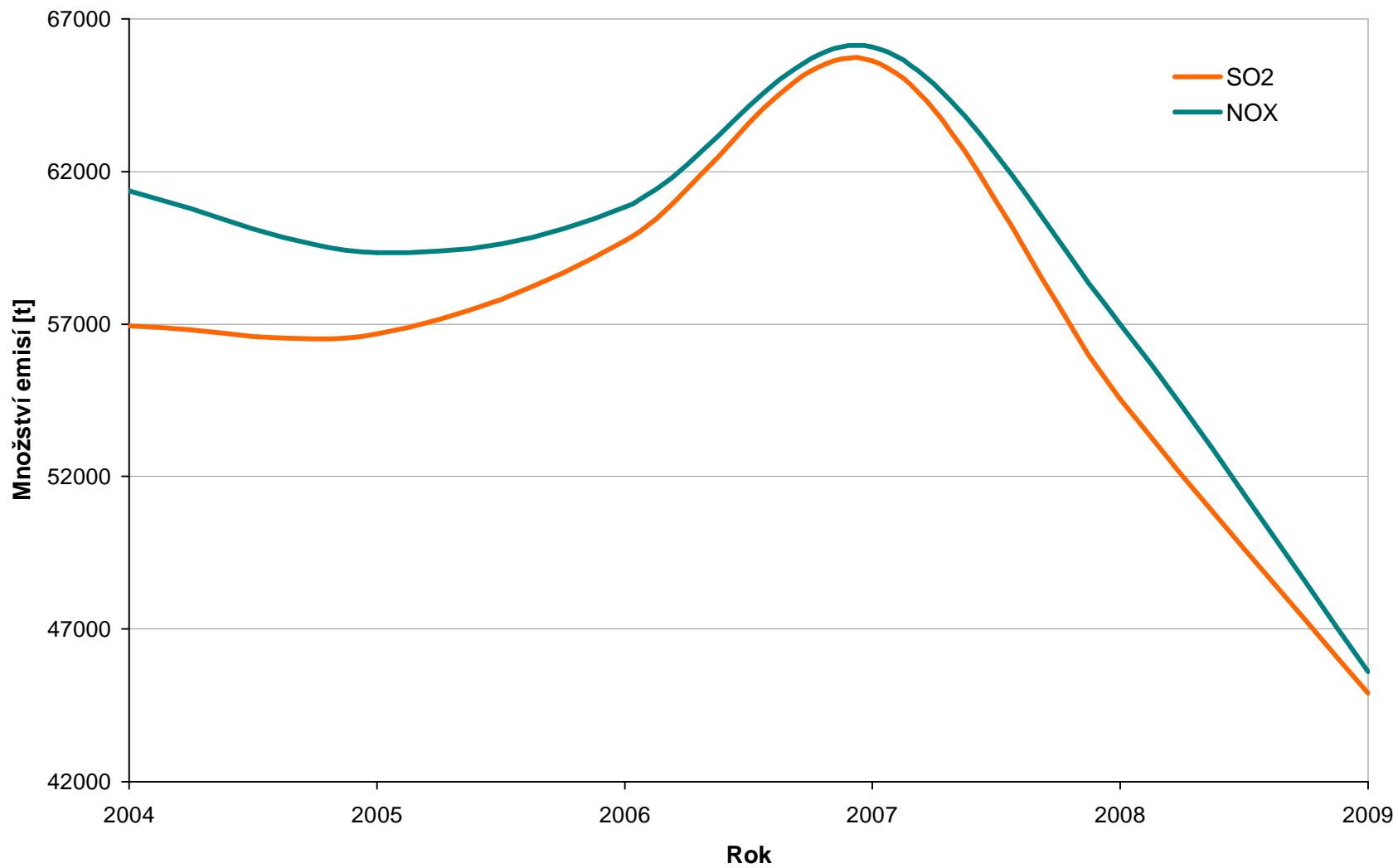
¹⁾ K – kondenzační stroj, KO – kondenzační odběrový stroj, PT – protitlaký stroj

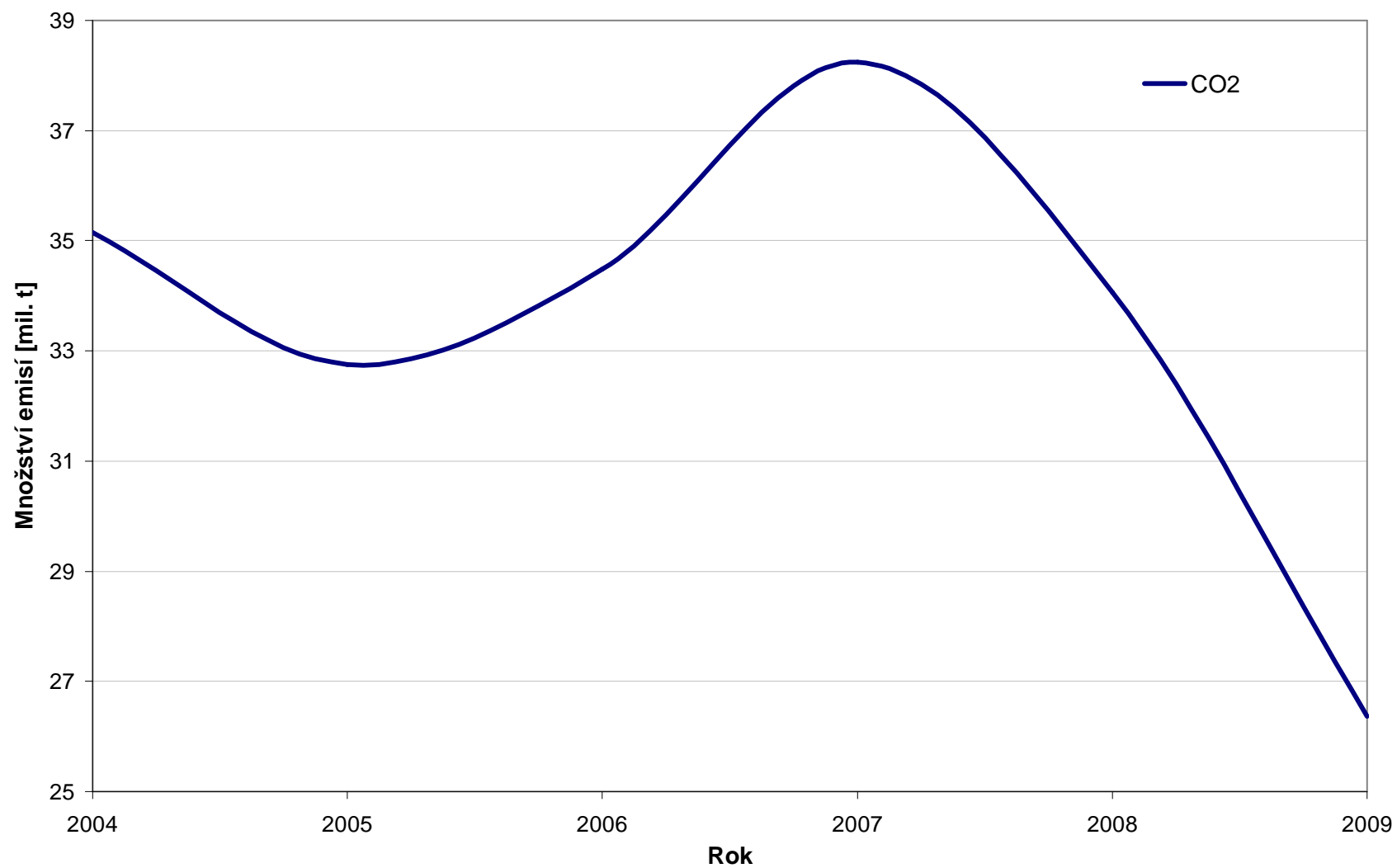
²⁾ HU – hnědé uhlí, ČU – černé uhlí, B - biomasa

Příloha G - Emise tepelných elektráren ČEZ A.S. (v letech 2006 – 2009) [35]

Lokalita	Množství emisí [t]															
	2006				2007				2008				2009			
	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	CO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	CO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	CO ₂	PM ₁₀	SO ₂	NO _x	CO ₂
Dětmarovice	154	1991	4181	2593000	166	3597	4534	3607000	54,4	1444	2693	2067000	–	1276	2382	1798000
Hodonín	54,9	2325	284	538000	–	2359	297	507000	53,1	2053	286	659000	63,6	1980	373	652000
Chvaletice	257	3127	4320	2693000	398	4082	6603	4116000	187	3128	4795	3362000	153	3065	4127	2922000
Ledvice II, III	158	7484	3717	2125000	177	9523	3467	1953000	84,2	9996	3671	2361000	109	9530	3729	2223000
Mělník II, III	340	2668	4515	2811000	405	3159	6912	4036000	360	3120	6402	3893000	–	–	–	–
Počerady	352	8281	14575	6556000	412	8413	15062	6896000	324	5094	13748	6401000	342	6563	14320	6682000
Poříčí II	89,4	2653	630	842000	81,1	2954	615	872000	67,3	2445	745	960000	–	1360	498	677000
Tisová I, II	149	5662	1882	1927000	130	6454	2185	2041000	83,1	4249	2223	1987000	52,1	4214	2114	1957000
Pruněrov II, III	893	14458	16858	8933000	854	16352	18756	10104000	640	15444	16653	9208000	628	15785	17119	9067000
Tušimice II	116	10400	9706	5364000	105	8206	7514	4107000	56,5	5633	4585	2746000	–	–	–	–
Dvůr Králové	–	673	164	106000	–	520	125	–	–	516	123	–	–	–	–	–
Vítkovice	–	–	–	–	–	–	–	–	51,6	1412	1055	420000	–	1127	942	383000
Σ	2563,3	59722	60832	34488000	2728,1	65619	66070	38239000	1961,2	54534	56979	34064000	1347,7	44900	45604	26361000

Příloha H - Vývoj množství emisí PM₁₀ elektráren ČEZ a.s. v letech 2005 až 2009 [35]

Příloha I - Vývoj množství emisí NO_x a SO₂ elektráren ČEZ a.s. v letech 2004 až 2009 [35]

Příloha J - Vývoj množství emisí CO₂ elektráren ČEZ a.s. v letech 2004 až 2009 [35]

Příloha K - Ukázka výpočtu emisí CO₂ u vybraných elektráren ČEZ a.s. v letech 2004 – 2009

V této příloze bude uveden výpočet emisí CO₂ u vybraných elektráren společnosti ČEZ, a.s. spalujících hnědé uhlí. Výpočet bude proveden pomocí emisních faktorů, podobně jako v kapitole 5.1.2. Pro jednotlivé elektrárny bude vypočteno množství spotřebovaného paliva z celkové roční vyrobené energie a výhřevnosti paliva, přičemž budou uvažovány dvě celkové účinnosti elektrárny a to 27% (pesimistická úvaha) a 33% (optimistická úvaha). Pro tyto dvě účinnosti bude tedy vypočteno množství emisí CO₂ a v grafickém znázornění bude zobrazen jejich vývoj od roku 2004 do roku 2009.

Tabulka 6.1-1: Vypočtené množství spotřebovaného paliva u vybraných elektráren ČEZ, a.s. spalujících hnědé uhlí

Lokalita	Výroba [GWh]	Spotřeba paliva [tis. t]		Výroba [GWh]	Spotřeba paliva [tis. t]		Výroba [GWh]	Spotřeba paliva [tis. t]	
		η _{27%}	η _{33%}		η _{27%}	η _{33%}		η _{27%}	η _{33%}
	2004			2005			2006		
Tisová II	624,83	674,03	551,48	424,642	458,08	374,79	665,1	717,48	587,03
Mělník II	1049,681	1239,66	1014,27	1087,77	1284,64	1051,07	912,2	1077,30	881,42
Mělník III	2577,668	2732,03	2235,30	2111,647	2238,10	1831,17	1698	1799,68	1472,47
Pruněrov I	1948,171	2342,26	1916,39	1804,806	2169,89	1775,36	1890,8	2273,28	1859,96
Pruněrov II	5437,992	6485,38	5306,22	5458,778	6510,17	5326,50	5977,1	7128,32	5832,27
Ledvice 2	1257,301	1330,48	1088,57	1196,343	1265,97	1035,79	1288,9	1363,92	1115,93
Ledvice 3	531,618	562,56	460,28	563,565	596,37	487,94	604,5	639,68	523,38
Tušimice II	4405,147	5286,71	4325,49	4674,132	5609,52	4589,61	4758,1	5710,29	4672,06
Počerady	6398,050	7411,58	6064,02	6388,613	7400,65	6055,08	6189,1	7169,53	5865,98
Chvaletice	2812,582	3345,33	2737,08	2409,451	2865,84	2344,77	2387,8	2840,08	2323,70
Σ	27043,04			26119,75			26371,6		
Lokalita	2007			2008			2009		
Tisová II	814,7	878,86	719,06	790,1	852,32	697,35	745	803,67	657,55
Mělník II	1206,7	1425,10	1165,99	1159,2	1369,00	1120,09	1027,7	1213,70	993,03
Mělník III	2995,5	3174,88	2597,63	2829,9	2999,36	2454,03	2391,9	2535,14	2074,20
Pruněrov I	2821,1	3391,76	2775,08	2609,8	3137,72	2567,23	2268,6	2727,50	2231,59
Pruněrov II	7067,3	8428,50	6896,05	6430	7668,46	6274,19	6633,5	7911,15	6472,76
Ledvice 2	1622,7	1717,14	1404,94	1509,5	1597,35	1306,93	1420	1502,65	1229,44
Ledvice 3	290,2	307,09	251,26	770,8	815,66	667,36	649,5	687,30	562,34
Tušimice II	3964,8	4758,24	3893,10	2611,7	3134,35	2564,47	2968,1	3562,08	2914,43
Počerady	7011,9	8122,68	6645,83	6456,7	7479,53	6119,61	6655	7709,24	6307,56
Chvaletice	4033	4796,91	3924,74	3099,2	3686,23	3016,01	2640,1	3140,17	2569,23
Σ	31827,9			28266,9			27399,4		

Tabulka 6.1-1: Vypočtené množství spotřebovaného paliva u vybraných elektráren ČEZ, a.s. spalujících hnědé uhlí nám ukazuje vypočtené množství spotřebovaného paliva u jednotlivých elektráren pro dvě uvažované účinnosti. Množství vyrobené elektrické energie v jednotlivých letech bylo převzato ze statistik ERÚ. Pro jednotlivá množství vyrobené energie bylo vypočteno celkové teplo Q_u [GJ] obsažené v palivu dle vztahu (1).

$$Q_u = \frac{3600 \cdot [GWh]}{\eta_{el.}} \text{ [GJ; GJ, -]} \quad (1)$$

Celkové teplo Q_u [GJ] obsažené v palivu, které je potřebné pro výrobu elektrické energie [GWh] pak vydělíme výhřevností paliva Q_m [GJ/t] podle vztahu (2) a získáme množství spotřebovaného paliva SP [t].

$$SP = \frac{Q_u}{Q_m} \text{ [t; GJ, GJ/t]} \quad (2)$$

Dále bude vypočteno množství emisí CO_2 u jednotlivých elektráren dle vztahu (3). Výpočet bude proveden pomocí emisních faktorů EF [TJ/t] vypočtených dříve a uvedených v Tabulka 5.1-4: Konečné hodnoty emisních faktorů elektráren ČEZ a.s., množství spotřebovaného paliva a jeho výhřevnosti. Množství spotřebovaného paliva nám ukazuje Tabulka 6.1-1: Vypočtené množství spotřebovaného paliva u vybraných elektráren ČEZ, a.s. spalujících hnědé uhlí. Výhřevnosti použitého paliva obsahuje Tabulka 5.1-2: Kvalitativní parametry uhlí spalovaného elektrárnami ČEZ a.s a další potřebné údaje [46].

$$ME(CO_2) = SP \cdot Q_m \cdot EF \text{ [t; tis. t, GJ/t, t/TJ]} \quad (3)$$

Tabulka 6.1-2 a Tabulka 6.1-3 nám ukazuje konečná vypočtená množství emisí CO_2 . Z vypočtených hodnot a grafického znázornění je dobře patrné, že množství emisí oxidu uhličitého je přímo úměrné výrobě elektrické energie ve vybraných elektrárnách. Výroba v letech 2008 a 2009 klesá a proto jsou také emise CO_2 v těchto letech nižší.

Tabulka 6.1-2: Konečné vypočtené množství emisí CO_2 v letech 2004 - 2006

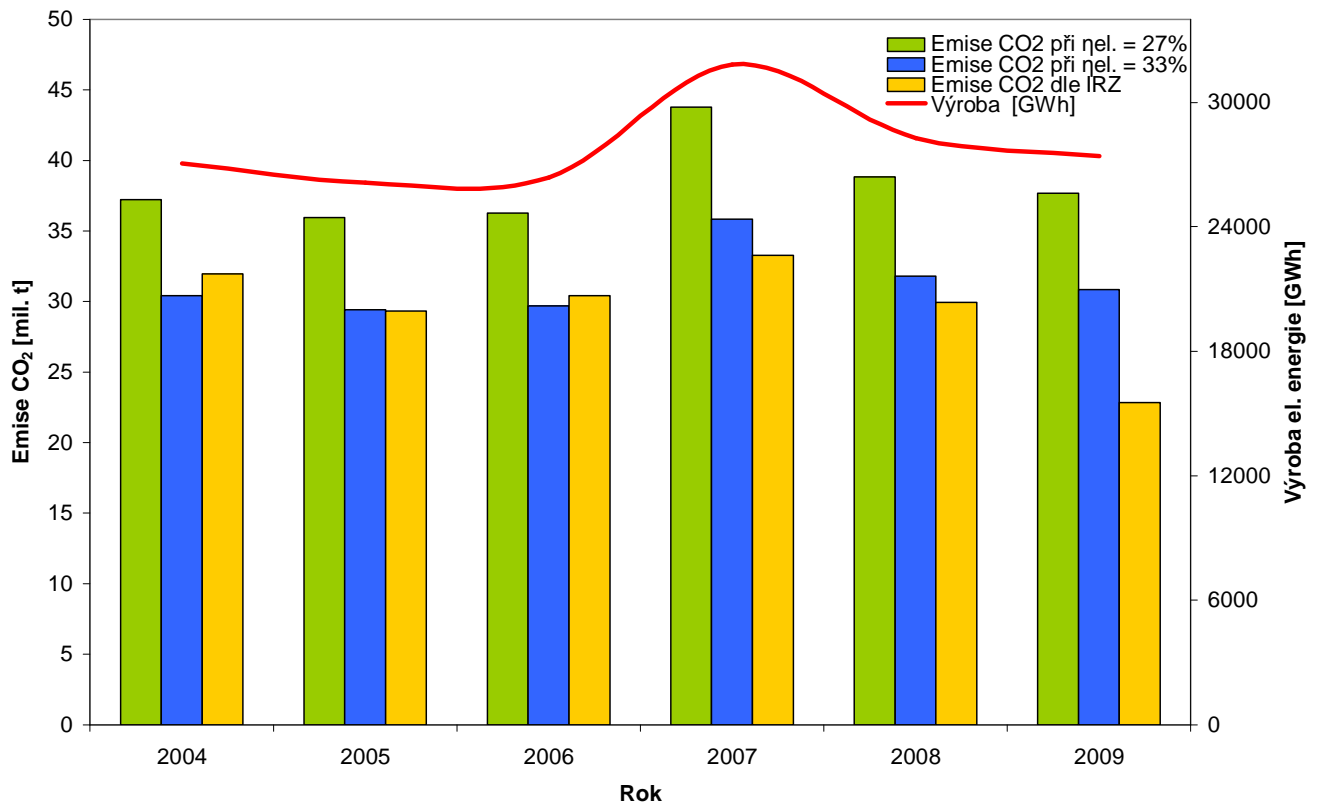
Lokalita	Množství emisí CO_2 [t]					
	2004		2005		2006	
	$\eta_{27\%}$	$\eta_{33\%}$	$\eta_{27\%}$	$\eta_{33\%}$	$\eta_{27\%}$	$\eta_{33\%}$
Tisová II	848869,3683	694529,4832	576901,8554	472010,609	903578,6004	739291,5821
Mělník II	1447740,655	1184515,081	1500273,752	1227496,706	1258124,159	1029374,312
Mělník III	3492091,648	2857165,894	2860750,435	2340613,992	2300362,815	1882115,031
Pruněřov I	2695340,116	2205278,277	2496991,287	2042992,871	2615965,996	2140335,815
Pruněřov II	7512953,777	6146962,181	7541671,042	6170458,125	8257767,945	6756355,591
Ledvice 2	1702899,118	1393281,097	1620337,087	1325730,344	1745697,071	1428297,604
Ledvice 3	720027,9197	589113,7525	763297,2069	624515,8966	818739,9175	669878,1143
Tušimice II	6092697,27	4984934,13	6464726,665	5289321,817	6580861,633	5384341,336
Počerady	8795132,456	7196017,464	8782159,806	7185403,478	8507897,607	6961007,133
Chvaletice	3883958,352	3177784,106	3327265,599	2722308,218	3297367,242	2697845,925
Σ [mil. t]	37,192	30,430	35,934	29,401	36,286	29,689

Tabulka 6.1-3: Konečné vypočtené množství emisí CO₂ v letech 2007 - 2009

Lokalita	Množství emisí CO ₂ [t]					
	2007		2008		2009	
	η _{27%}	η _{33%}	η _{27%}	η _{33%}	η _{27%}	η _{33%}
Tisová II	1106819,25	905579,39	1073398,67	878235,2715	1012127,59	828104,3883
Mělník II	1664304,34	1361703,55	1598791,41	1308102,064	1417424,03	1159710,568
Mělník III	4058148,89	3320303,64	3833802,55	3136747,542	3240422,74	2651254,972
Pruněřov I	3903057,79	3193410,92	3610719,3	2954224,884	3138661,13	2567995,468
Pruněřov II	9763952,99	7988688,81	8883479,93	7268301,76	9164628,94	7498332,772
Ledvice 2	2197798,62	1798198,87	2044479,58	1672756,019	1923260,02	1573576,381
Ledvice 3	393049,337	321585,821	1043978,05	854163,8552	879688,298	719744,9714
Tušimice II	5483659,49	4486630,49	3612205,78	2955441,093	4105137,64	3358748,979
Počerady	9638966,45	7886427,09	8875756,16	7261982,317	9148350,9	7485014,375
Chvaletice	5569261,28	4556668,32	4279755,66	3501618,264	3645774,04	2982906,034
Σ [mil. t]	43,779	35,819	38,856	31,792	37,675	30,825

Obrázek 0-1: Výroba vybraných hnědouhelných elektráren a jejich emise CO₂ v porovnání s údaji IRZ v letech 2004 až 2009 nám ukazuje vývoj výroby elektrické energie vybraných elektráren spalujících hnědé uhlí v období let 2004 až 2009. Je vidět, že množství emisí vzrůstá s vyrobenou elektrickou energií. Dále je vidět, podstatný vliv účinnosti přeměny spalovaného paliva na množství emisí CO₂. Při účinnosti elektrárny 25% je množství emisí CO₂ je téměř o 8 mil. tun větší než při účinnosti 33%. Dalším údajem grafického znázornění je množství emisí oxidu uhličitého, které bylo nahlášeno do IRZ. V porovnání s námi vypočtenými údaji vidíme, že údaje z IRZ jsou blízké s hodnotami vypočtenými při účinnosti elektráren 33%. Výrazná odchylka je vidět v roce 2009, ta je však způsobena tím, že v IRZ dosud nebyly poskytnuty údaje u všech elektráren. Ostatní odchylky jsou způsobeny pravděpodobně jinou účinností elektráren, než je námi uvažovaná účinnost 33%, dále také proměnlivou výhřevností paliva a tedy i jiného emisního faktoru než je námi uvažovaný a také tím, že údaje nahlášené do IRZ jsou pořizovány na základě kontinuálního měření.

Společnost ČEZ, a.s. vykazuje snahu přispívat ke snížení emisí elektráren a to jednak obnovou a zvyšování účinnosti elektráren (Ledvice 2, Tušimice II, Pruněřov), použitím BAT (nejlepší dostupné technologie), zvyšováním podílu spalované biomasy ale také energie vyrobené z jádra. V plánu je také výstavba nových bloků spalujících zemní plyn (paroplynové elektrárny).



Obrázek 0-1: Výroba vybraných hnědouhelných elektráren a jejich emise CO₂ v porovnání s údaji IRZ v letech 2004 až 2009