

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

**VLIV VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE
A TEPLA NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

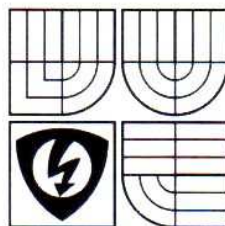
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JIŘÍ ŽÁK

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Jiří Žák

Ročník: 3

ID: 106896

Akademický rok: 2009/10

NÁZEV TÉMATU:

Vliv výroby elektrické energie a tepla na životní prostředí

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Skladba energetických zařízení ČR
2. Stanovení vlivu různých druhů energetických zařízení na životní prostředí
3. Výpočet emisí jednotlivých typů elektráren
4. Předpokládaný rozvoj zdrojů s ohledem na životní prostředí

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 8.2.2010

Termín odevzdání: 31.5.2010

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

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Čestmír Ondrůšek, CSc.

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:

ŽÁK, J. *Vliv výroby elektrické energie a tepla na životní prostředí* . Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2010. 58 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Antonín Matoušek, CSc.

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci na téma Vliv výroby elektrické energie a tepla na životní prostředí, jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářského projektu a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu zdrojů na konci práce.

Jako autor uvedeného bakalářského projektu dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením tohoto projektu jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních, a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne 29. 5. 2010

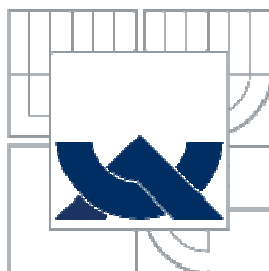
Podpis autora

Poděkování

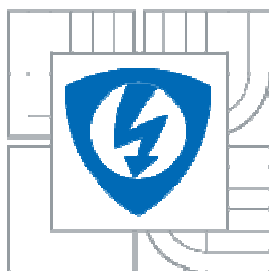
Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. A. Matouškovi CSc. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat své rodině a známým za podporu v průběhu studia.

V Brně dne 29. 5. 2010

Podpis autora



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

VLIV VÝROBY ELEKTRICKÉ ENERGIE A TEPLA NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

INFLUENCE OF ELECTRICITY GENERATION ON THE ENVIRONMENT

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JIŘÍ ŽÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ANTONÍN MATOUŠEK, CSc.

BRNO 2010

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá současnou skladbou zdrojů elektrické energie v České republice a jejich vlivem na životní prostředí. Je zde zmapován současný stav energetiky, popsána struktura zdrojů, spotřeby a instalovaný výkon v ES ČR. V práci je ukázán vývoj bilance elektřiny od roku 1988 a netto výroba elektřiny v ČR. Také je zde popsán export a import elektřiny v roce 2008 a stanovení vlivu různých energetických zařízení na životní prostředí. V praktické části se práce zabývá emisemi jednotlivých typů elektráren, jejich zpracováním, výpočtem a možnostmi snížení emisí oxidu uhličitého z výroby elektrické energie. V dalším bodě se zabývá předpokládaným rozvojem zdrojů s ohledem na životní prostředí. V závěru práce je celkové zhodnocení dosažených poznatků a výsledků s ohledem na životní prostředí.

KLÍČOVÁ SLOVA: životní prostředí; emise; oxid uhličitý; jaderný odpad; výroba elektrické energie; energetická zařízení

ABSTRACT

The concern of this Bachelor Thesis is current structure of electric energy sources in Czech Republic and their influence on the environment. The theoretical part maps the current state of energetics, structure of sources, consumption and installable output in ES CR. In the thesis, there is shown evolution of balance of electricity since 1988 and netto production of electricity in CR. There is also described export and import of electricity in the year 2008 and determination of the influence of different energetic equipments on the environment. The practical part deals with the emission of individual types of power stations, their manufacturing, calculation and possibilities of decreasing amount of carbon dioxide emission from the electric energy manufactories. Next point considers predicted development of equipments in relation to the environment. In the end, there is the overall evaluation of achieved information and results with influence on the environment.

KEY WORDS: environment; emission; carbon dioxide; nuclear waste; production of electric energy; electric radiation

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK	10
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	11
1 ÚVOD	12
2 CÍLE PRÁCE	13
3 SKLADBA ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ ČR.....	13
3.1 Struktura zdrojů a spotřeby v ES ČR 2008	14
3.2 Vývoj bilance elektřiny od roku 1988.....	15
3.3 Vývoj a skladba netto výroby elektřiny v ČR	17
3.4 Struktura výroby elektřiny brutto a instalovaný výkon v ES ČR.....	18
3.5 Výroba elektřiny brutto v ČR [GWh]	19
3.6 Instalovaný výkon při výrobě elektřiny v ES ČR[MWe].....	19
3.7 Export a import elektřiny v roce 2008[GWh]	20
4 STANOVENÍ VLIVU RŮZNÝCH DRUHŮ ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	21
4.1 Parní a paroplynové elektrárny	21
4.1.1 Vliv parních elektráren na životní prostředí.....	22
4.2 Elektrárny na biomasu.....	22
4.2.1 Vliv elektráren spalujících biomasu na životní prostředí.....	23
4.3 Jaderné elektrárny	24
4.3.1 Jaderná elektrárna Temelín	24
4.3.2 Jaderná elektrárna Dukovany	25
4.3.3 Otázka bezpečnosti provozu jaderných elektráren	26
4.3.4 Vliv jaderných elektráren na životní prostředí.....	27
4.3.5 Nejaderné vlivy jaderných elektráren na okolí jsou nevýznamné.....	27
4.3.6 Emise oxidu uhličitého	28
4.4 Vodní elektrárny.....	29
4.4.1 Podíl výroby ve vodních elektrárnách ČR	29
4.4.2 Vodní elektrárny jsou šetrné vůči životnímu prostředí	29
4.5 Větrné elektrárny	29
4.5.1 Výstavba větrných elektráren ve vztahu ke krajině	30
4.5.2 Hluk emitovaný větrnými elektrárnami	30
4.5.3 Vliv větrných elektráren na ptactvo	32
4.5.4 Větrné elektrárny a šíření radiového a televizního signálu	32
4.5.5 Estetické hledisko.....	32
4.5.6 Větrné elektrárny a životní prostředí.....	33
4.6 Solární elektrárny - Fotovoltaické solární kolektory (panely)	33
4.6.1 Ostrovní fotovoltaický solární systém.....	34
4.6.2 Solární systémy zapojené do sítě	34

4.6.3 Solární elektrárny a životní prostředí	34
4.7 Plynové a spalovací elektrárny	35
4.7.1 Výhody plynových elektráren	36
4.7.2 Vliv na životní prostředí.....	37
5 VÝPOČET EMISÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ ELEKTRÁREN	38
5.1 Pevné odpady parních elektráren a jejich zneškodňování.....	38
5.1.1 Odstranění popílku ze spalín a jeho využití	38
5.1.2 Využití energosádrovce	39
5.1.3 Využití odpadů z polosuché metody odsíření	39
5.2 Plyné odpady z parních elektráren a jejich zneškodnění.....	39
5.2.1 Odsíření	39
5.2.2 Denitrifikace	40
5.2.3 Odstranění oxidu uhelnatého.....	40
5.3 Kapalně odpady z parních elektráren a jejich zneškodňování	40
5.4 Radioaktivní odpady z Jaderných elektráren	40
5.4.1 Odpovědnost za ukládání jaderných odpadů v ČR	41
5.4.2 Bezpečnost úložiště a ukládání jaderných odpadů	41
5.4.3 Úložiště jaderných odpadů v JE Dukovany	42
5.4.5 Hlubinné úložiště.....	42
5.4.6 Záložní řešení: Skalka	42
5.5 Výpočet emisí oxidu uhličitého CO ₂	43
5.5.1 Emisní faktory oxidu uhličitého CO ₂	43
5.5.2 Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ v PE, PPE + PSE za rok 2005	44
5.5.3 Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ v PE, PPE + PSE za rok 2006.....	44
5.5.4 Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ v PE, PPE + PSE za rok 2007.....	45
5.5.5 Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ v PE, PPE + PSE za rok 2008.....	45
5.5.6 Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ v PE, PPE + PSE za rok 2009	46
5.5.7 Emise oxidu uhličitého z PE	46
5.5.8 Emise oxidu uhličitého z PPE+PSE	47
5.6 Možnosti snížení emisí oxidu uhličitého z výroby elektrické energie	47
6 PŘEDPOKLÁDANÝ ROZVOJ ZDROJŮ S OHLEDEM NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	50
6.1 Podíly na výrobě elektřiny a spotřebě energetických zdrojů	50
6.2 Jaderná energetika	52
6.3 Těžba hnědého uhlí	52
6.4 Obnovitelné zdroje	53
6.4.1 Vodní energetika	54
6.4.2 Větrná energetika	54
6.4.3 Biomasa	54
6.4.4 Sluneční elektrárny a geotermální energetika	54
7 ZÁVĚR.....	55
POUŽITÉ ZDROJE.....	57

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 - Struktura zdrojů a spotřeby v ES ČR 2008 [2]	14
Obr. 2 - Vývoj a skladba netto výroby elektřiny [2]	17
Obr. 3 - Výroba elektřiny brutto v ČR [GWh] [3]	19
Obr. 4 - Instalovaný výkon při výrobě elektřiny v ES ČR [MWe] [3]	19
Obr. 5 - Export a import elektřiny v roce 2008 [GWh] [2]	20
Obr. 6 - Zdroje PE, PPE a biomasa ČR [2]	22
Obr. 7 - Jaderná elektrárna Temelín [3]	24
Obr. 8 - Jaderná elektrárna Dukovany [3]	25
Obr. 9 - Jaderné a vodní elektrárny ES ČR [2]	28
Obr. 10 - Zdroje VTE a fotovoltaické v ES ČR [2]	33
Obr. 11 - Zdroje PSE a bioplyn ES ČR [2]	35
Obr. 12 – Emisní faktor CO ₂ v závislosti na typu pliva [20]	43
Obr. 13 – Emise oxidu uhličitého při různých účinnostech PE	46
Obr. 14 – Emise oxidu uhličitého při různých účinnostech PPE+PSE	47
Obr. 15- Podíly na spotřebě energetických zdrojů [19]	51
Obr. 16 - Předpokládaná těžba hnědého uhlí včetně využití části zásob za územními ekologickými limity. Zdroj: SEK - MPO, 2009 [16]	53
Obr. 17 - Podíl obnovitelných zdrojů energie na tuzemské spotřebě PEZ podle různých scénářů [15]	53

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 - Vývoj a bilance elektřiny od roku 1988 – 1. část [2]	15
Tab. 2 – Vývoj a bilance elektřiny od roku 1988 - 2. část [2]	15
Tab. 3 - Vývoj a bilance elektřiny od roku 1988 - 3. část [2]	16
Tab. 4 - Struktura výroby elektřiny brutto a instalovaný výkon v ES ČR [2]	18
Tab. 5 - Tabulka hladin hluku [6]	31
Tab. 6 - Emisní faktory oxidu uhličitého [14]	43
Tab. 7 - Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ z PE, PPE + PSE za rok 2005	44
Tab. 8 - Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ z PE, PPE + PSE za rok 2006	44
Tab. 9 - Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ z PE, PPE + PSE za rok 2007	45
Tab. 10 - Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ PE, PPE + PSE za rok 2008	45
Tab. 11 - Výroba elektřiny brutto a emise CO ₂ z PE, PPE + PSE za rok 2009	46
Tab. 12 - Podíl na výrobě elektřiny [15]	50
Tab. 13 - Struktura spotřeby primárních zdrojů energie [15]	50

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

ČEZ	České energetické závody
ČR	Česká republika
ČSVE	Česká společnost pro větrnou energii
ČOV	čistička odpadních vod
ČU	černé uhlí
ES	elektrizační soustava
EU	Evropská unie
FV	fotovoltaické
HU	hnědé uhlí
JE	jaderná elektrárna
JETE	jaderná elektrárna Temelín
LTO	lehký topný olej
MVE	malá vodní elektrárna
MO	maloodběr(atel) elektřiny
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
OZE	obnovitelné zdroje energie
PE	parní elektrárna
PPE	paroplynová elektrárna
PSE	plynová, spalovací elektrárna
PVE	přečerpávací vodní elektrárna
RaO	radioaktivní odpady
SEK	státní energetická koncepce
SLE	solární elektrárna
SÚJB	Státního úřadu pro jadernou bezpečnost
SÚRAO	Správa úložišť radioaktivních odpadů
ÚRAO	úložiště radioaktivních odpadů
VE	vodní elektrárna
VO	velkoodběr(atel) elektřiny
VTE	větrná elektrárna
VVER	vodo-vodní energetický reaktor
ZNOK	zprávy Nezávislé odborné komise
ZP	zemní plyn

1 ÚVOD

Co to vůbec energie je? Energie je jednou ze základních fyzikálních veličin. Energie a její přeměny stojí za každým přírodním jevem na Zemi i ve vesmíru. Slavný vzorec speciální teorie relativity $E = mc^2$ je geniálně jednoduchým vyjádřením vztahu energie, hmoty a rychlosti. Každý pohyb je ve skutečnosti procesem přeměny jedné formy energie v jinou, většinou využitelné formy v nevyužitelnou. Nejen "práce", hmatatelná, mechanická (tj. kterou vidíme - přemísťování, rozrušování materiálu apod.), ale i procesy skryté, okem neviditelné, jsou podmíněny existencí využitelné energie. Na konci procesu zůstává minimum "původní", přeměnitelné, energie a dokončený proces. Původní energie se jakoby spotřebovala.

Z fyziky víme, že v uzavřeném systému je celkové množství energie konstantní. To je první termodynamická věta neboli zákon zachování energie. Druhá věta termodynamiky říká, že teplo nemůže samovolně přecházet z chladnějšího tělesa na teplejší. To znamená, že přeměna jiných forem energie na teplo je snadná a možná až do 100% účinnosti, ale naopak je to podstatně složitější. Známá je relativně malá účinnost spalovacích motorů, tepelných elektráren a dalších tepelných strojů. Lidstvo se v průběhu svého vývoje dostalo do fáze, kdy nutně potřebuje využívat a spotřebovávat energii v nejrůznějších podobách. A hlavně: potřebuje ji konzervovat a přemísťovat! Naši předkové v době kamenné mohli počítat jediné s energií, kterou "vyrobili" ve svalech, tj. z biologických zdrojů. Dokázali využít jen nepatrný díl z energie, kterou ostatní organismy získávaly ze Slunce, a to v potravě. Z procesů na Slunci, které nazýváme termojaderné a které spočívají ve slučování jader vodíku na helium a další těžší prvky, se trvale uvolňuje do okolního prostoru energie. Její část trvale dopadá na Zemi. Většina z onoho kvanta energie, již každodenně Slunce obdaruje Zemi, byla jednak vyzářena zpět do kosmu, jednak se ukládala - akumulovala - po miliony let v podobě, ve které ji nyní těžíme: fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn). I obyčejné dřevo je vlastně konzerva energie, nastrádané ze Slunce pomocí fotosyntézy za dobu života rostliny.

Energie ze Slunce je jednoznačně nejčistší. Lidé se ji odedávna pokoušejí využívat - ale stále s relativně malou účinností. Zařízení na využití sluneční energie mají společnou bolest: malou plošnou hustotu slunečního záření. Sluneční kolektory dokážou přeměnit sluneční energii na teplo až z 50%, ovšem jde o nízkopotenciální energii. Fotovoltaické články dosahují běžně účinnosti asi 14%. Uvážíme-li ztráty při dalších přeměnách, přenosu atd., náklady na instalaci příslušných dostatečně efektivních zařízení. Je nám jasnější i to, proč zatím tento způsob získávání energie nehraje v celkové energetické bilanci lidstva příliš velkou roli.

Další energií je energie vody a větru. Zařízení na přeměnu těchto energií sice lidé používají již dlouho, ale jejich účinnost má také své limity. Až dosud je nejrozšířenějším způsobem přeměny energetických "konzerv" v pohotovou energii spalování biomasy, plynu a fosilních paliv. Jedná se opět o uvolnění energie, kterou uložily rostliny prostřednictvím fotosyntézy do biomasy. U fosilních paliv jde o biomasu přeměněnou na uhlí, ropu, zemní plyn.

Prakticky do třicátých let minulého století byla tepelná energie získána z fosilních paliv jedinou, která pomáhala lidem přejít od energeticky nenáročného způsobu života k energeticky marnotratnému. Až objev rozpadu jader uranu ve třicátých letech dal pokroku další dimenzi a technice nový zdroj energie. Trvalo už jen tři desítky let, než energie z jádra začala hrát roli důstojného partnera energií z fosilních zdrojů. Poprvé od okamžiku, kdy civilizace začala spotřebovávat více energie, než se mohlo přirozenou cestou obnovit, lze hovořit o možnosti návratu k rovnováze. Alespoň k relativní, dynamické rovnováze, návratu k přátelskému přístupu k přírodě. [1]

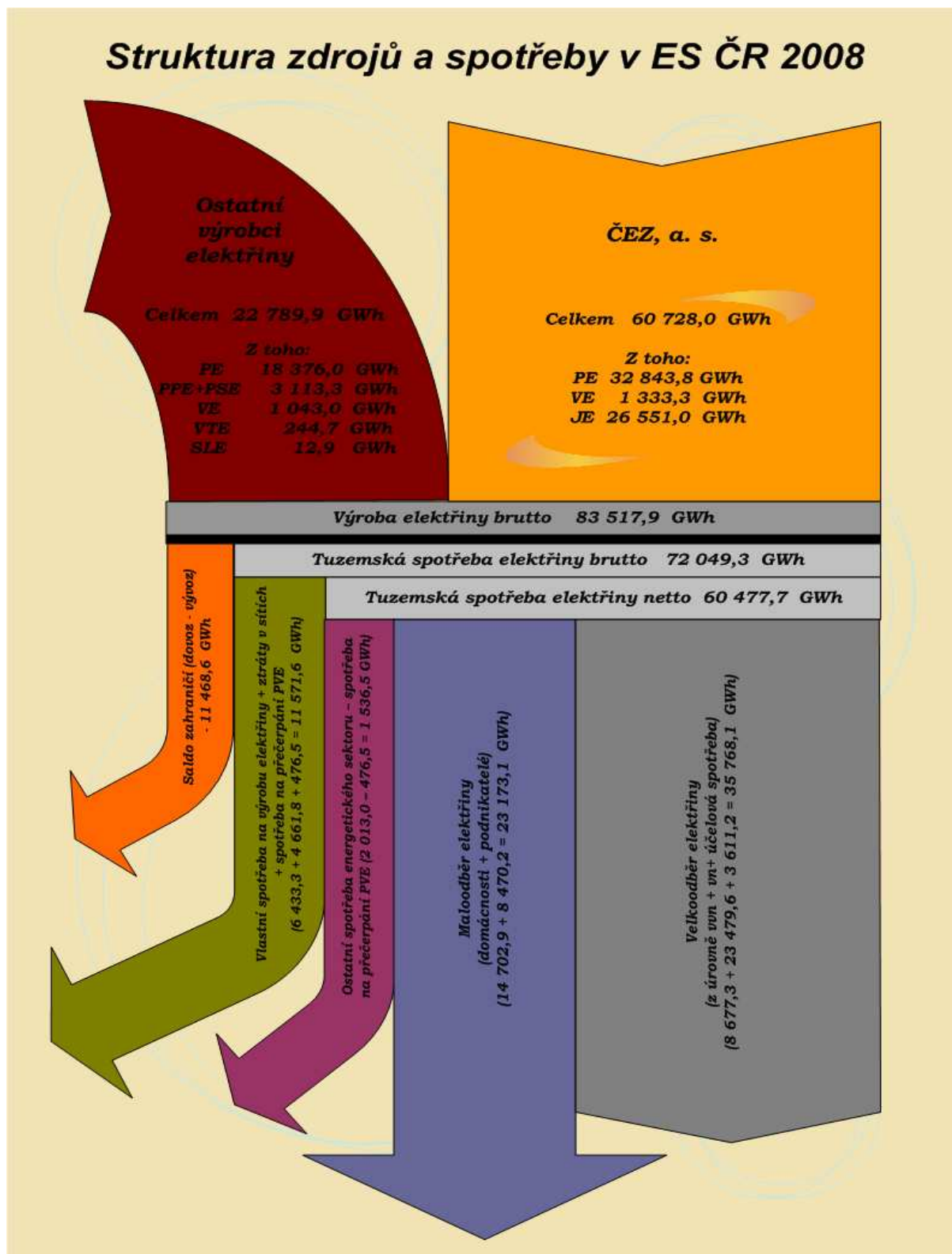
2 CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je zmapovat skladbu energetických zařízení ČR, emise jednotlivých typů elektráren, jejich zpracování, výpočet a možnosti snížení emisí oxidu uhličitého z výroby elektrické energie a stanovit vliv jednotlivých typů energetických zařízení na životní prostředí.

3 SKLADBA ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ ČR

V poslední době energetická problematika stala velmi aktuálním tematickým okruhem. Důvodů existuje více. Patří k nim zejména nerovnováhy mezi nabídkou a poptávkou po energiích, ostrý nárůst cen energetických zdrojů, rostoucí zátěž životního prostředí emisemi, růst obav ze skleníkového efektu a geopolitické problémy spjaté s rostoucí závislostí zemí na dovozu prvotních energetických surovin.

3.1 Struktura zdrojů a spotřeby v ES ČR 2008



Obr. 1 - Struktura zdrojů a spotřeby v ES ČR 2008 [2]

Na obr. 1 vidíme strukturu zdrojů a spotřeby v ES ČR 2008. Téměř 73% vyrobené elektrické energie v ČR vlastní ČEZ, a. s. a zbytek jsou ostatní výrobci elektřiny. Dále zde vyčteme, že nejvíce elektřiny se spotřebovává ve velkoodběru.

3.2 Vývoj bilance elektřiny od roku 1988

[GWh]	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Výroba elektřiny brutto	64 335	65 132	62 558	60 528	59 293	58 882	58 705
Výroba elektřiny netto 1)	59 822	60 566	58 112	56 375	55 370	54 976	54 853
Saldo zahr. výměn 2)	-2 817	-2 783	-692	-2 530	-3 036	-2 104	-445
Zdroje celkem 3)	57 005	57 783	57 420	53 845	52 334	52 872	54 408
VO	30 204	30 598	30 104	26 780	25 007	23 809	23 394
MO	14 759	15 307	15 671	16 147	16 418	17 354	19 188
Ostatní 4)	16 555	16 444	16 091	15 071	14 832	15 615	15 678
Brutto spotřeba 5)	61 518	62 349	61 866	57 998	56 257	56 778	58 260
Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny	4 513	4 566	4 446	4 153	3 923	3 906	3 852
Přečerpání v PVE	466	437	400	326	326	314	436
Ztráty v sítích	4 062	4 075	3 996	3 811	3 860	4 793	4 660
Netto spotřeba 6)	52 477	53 271	53 024	49 708	48 148	47 765	49 312

Tab. 1 - Vývoj a bilance elektřiny od roku 1988 – 1. část [2]

[GWh]	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Výroba elektřiny brutto	60 847	64 257	64 598	65 112	64 368	73 466	74 647
Výroba elektřiny netto 1)	56 880	59 899	59 956	60 264	59 474	67 741	68 780
Saldo zahr. výměn 2)	418	-3	-1 188	-2 461	-3 277	-10 017	-9 539
Zdroje celkem 3)	57 298	59 896	58 768	57 803	56 197	57 724	59 241
VO	24 261	24 365	23 532	23 324	20 987	22 062	23 387
MO	21 339	23 000	22 330	21 482	21 462	20 917	21 572
Ostatní 4)	15 665	16 889	17 548	17 845	18 643	20 471	20 149
Brutto spotřeba 5)	61 265	64 254	63 410	62 651	61 092	63 450	65 108
Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny	3 967	4 358	4 642	4 848	4 895	5 725	5 868
Přečerpání v PVE	375	596	517	654	715	749	556
Ztráty v sítích	4 768	5 154	5 088	4 953	4 627	4 683	4 910
Netto spotřeba 6)	52 155	54 146	53 163	52 196	50 855	52 292	53 775

Tab. 2 – Vývoj a bilance elektřiny od roku 1988 - 2. část [2]

[GWh]	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Výroba elektřiny brutto	76 259	83 205	84 333	82 579	84 361	88 198	83 518
Výroba elektřiny netto 1)	70 304	76 633	77 919	76 192	77 884	81 413	77 085
Saldo zahr. výměn 2)	-11 387	-16 213	-15 717	-12 634	-12 631	-16 153	-11 469
Zdroje celkem 3)	58 917	60 420	62 202	63 558	65 253	65 260	65 616
VO	30 036	30 724	32 183	33 435	34 595	35 710	35 768
MO	21 573	22 207	22 452	22 618	23 260	22 564	23 173
Ostatní 4)	13 263	14 061	13 980	13 892	13 875	13 771	13 108
Brutto spotřeba 5)	64 872	66 992	68 616	69 945	71 730	72 045	72 049
Vlastní spotřeba na výrobu elektřiny	5 955	6 572	6 414	6 387	6 477	6 786	6 433
Přečerpání v PVE	479	552	730	867	946	592	477
Ztráty v sítích	4 858	5 087	5 084	5 027	4 885	4 915	4 662
Netto spotřeba 6)	53 581	54 781	56 388	57 664	59 421	59 753	60 478

Tab. 3 - Vývoj a bilance elektřiny od roku 1988 - 3. část [2]

1) výroba elektřiny brutto - vlastní spotřeba na výrobu elektřiny

2) import - export

3) výroba elektřiny netto + saldo

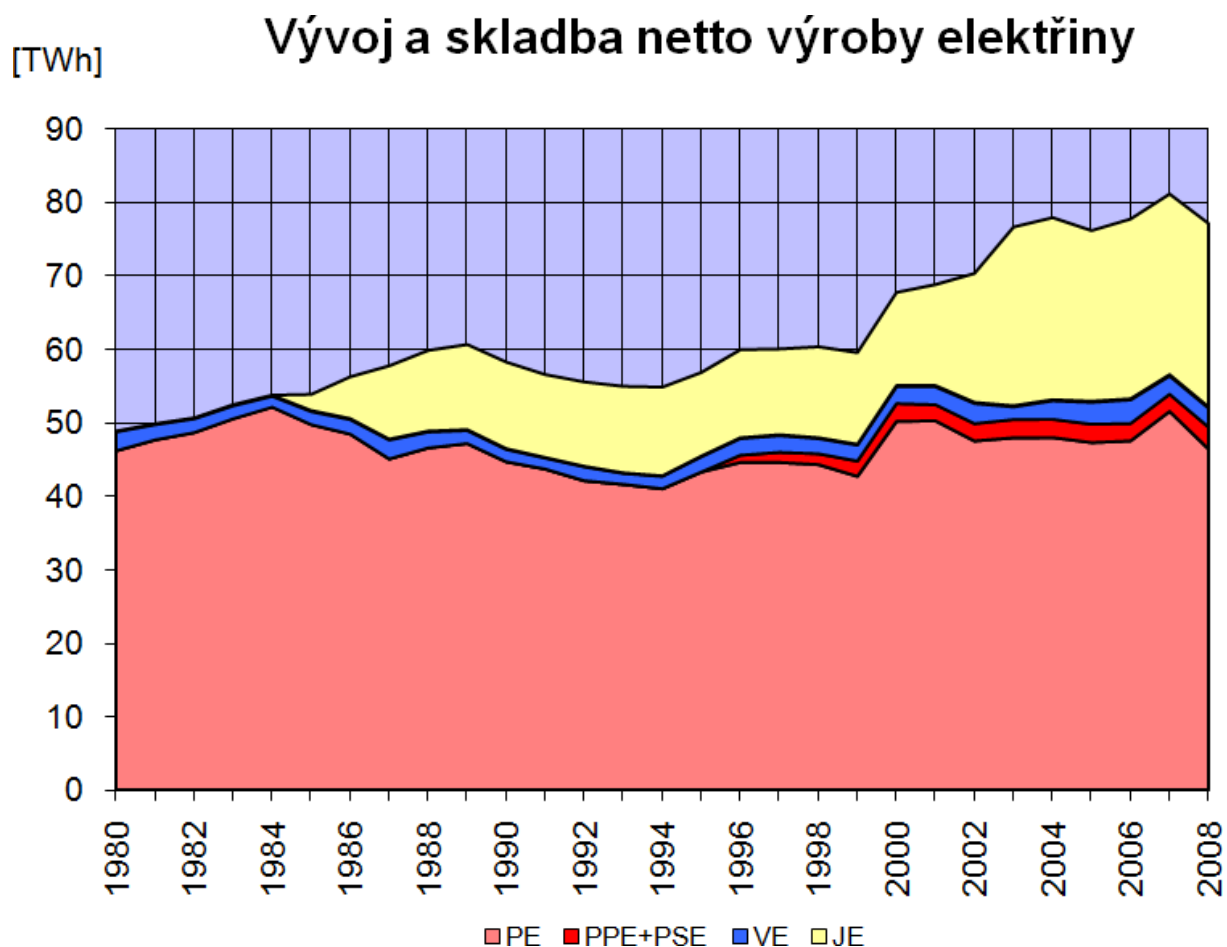
4) brutto spotřeba - VO - MO

5) VO + MO + ostatní

6) brutto spotřeba - vlastní spotřeba na výrobu elektřiny - spotřeba na přečerpání v PVE - ztráty v sítích

Z tab. 1, 2, 3 je patrné, že spotřeba elektrické energie pořád roste a proto musí zvětšovat i její výroba. To vyplývá ze zvyšujícího se počtu obyvatel a modernizace celé civilizace.

3.3 Vývoj a skladba netto výroby elektřiny v ČR



Obr. 2 - Vývoj a skladba netto výroby elektřiny [2]

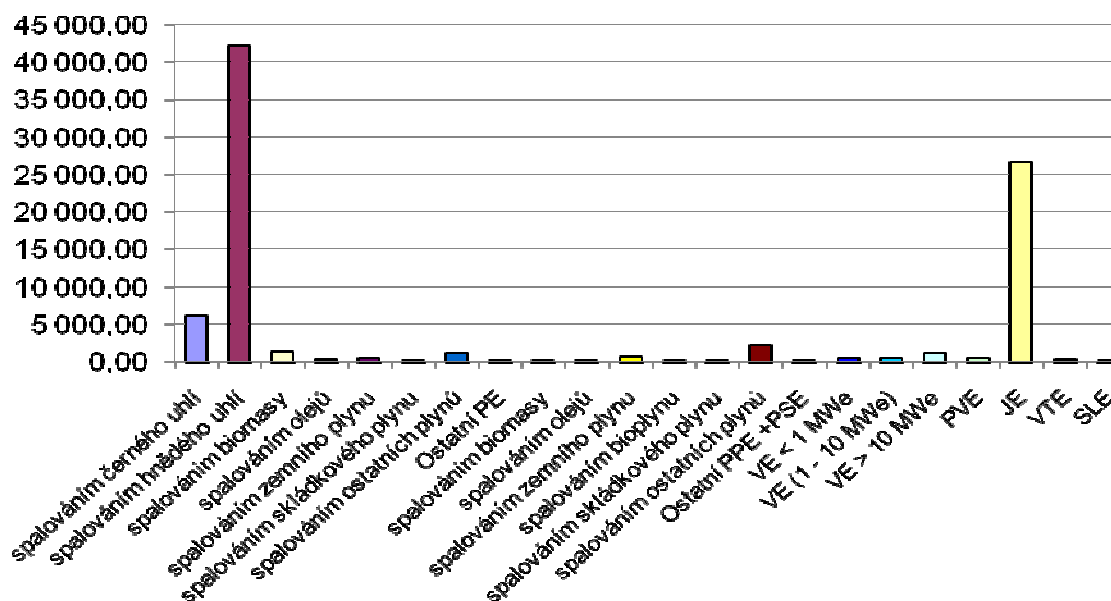
Na tomto grafu vidíme vývoj a skladbu netto výroby elektřiny od roku 1980 až po rok 2008. Je patrné, že výroba z parních a vodních elektráren je během celého období takřka konstantní. Od 1985, kdy byla uvedena do provozu jaderná elektrárna Dukovany a roku 2004 byla do plného provozu uvedena jaderná elektrárna Temelín. Je vidět, že podíl výroby elektrické energie jadernými elektrárnami se zvyšoval. Od roku 1995 mají také malý podíl na výrobě elektrické energie paroplynové a spalovací elektrárny.

3.4 Struktura výroby elektřiny brutto a instalovaný výkon v ES ČR

	Výroba elektřiny brutto [GWh]	Instalovaný výkon [MWe]
PE		
<i>spalováním černého uhlí</i>	6 110,9	
<i>spalováním hnědého uhlí</i>	42 212,0	
<i>spalováním biomasy</i>	1 226,0	
<i>spalováním olejů</i>	187,5	
<i>spalováním zemního plynu</i>	374,5	
<i>spalováním skládkového plynu</i>	1,2	
<i>spalováním ostatních plynů</i>	1 067,2	
<i>Ostatní PE</i>	39,5	
Celkem PE	51 218,8	10 685,2
PPE + PSE		
<i>spalováním biomasy</i>	5,2	
<i>spalováním olejů</i>	0,4	
<i>spalováním zemního plynu</i>	619,4	
<i>spalováním bioplynu</i>	133,2	
<i>spalováním skládkového plynu</i>	80,7	
<i>spalováním ostatních plynů</i>	2 185,0	
<i>Ostatní PPE +PSE</i>	90,2	
Celkem PPE + PSE	3 114,2	897,7
VE		
<i>VE < 1 MWe</i>	492,3	150,8
<i>VE (1 - 10 MWe)</i>	474,6	141,7
<i>VE > 10 MWe</i>	1 057,5	752,8
<i>PVE</i>	352,0	1 146,5
Celkem VE	2 376,3	2 191,8
JE	26 551,0	3 760,0
VTE	244,7	150,0
SLE	12,9	39,5
Celkem	83 517,9	17 724,2

Tab. 4 - Struktura výroby elektřiny brutto a instalovaný výkon v ES ČR [2]

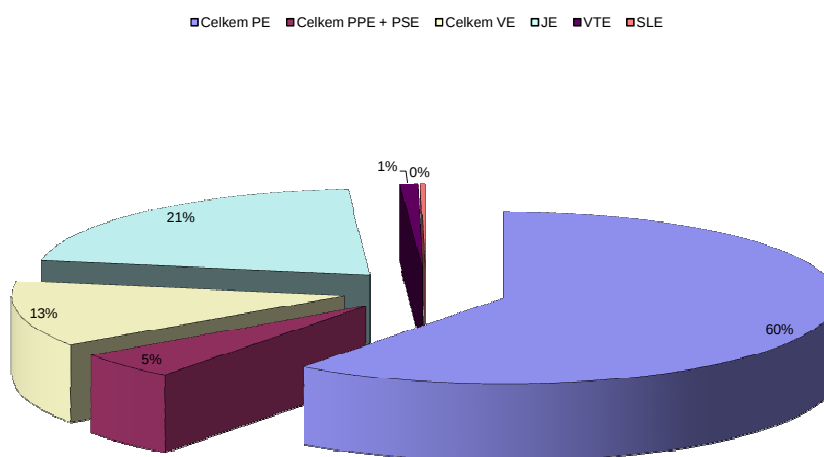
3.5 Výroba elektřiny brutto v ČR [GWh]



Obr. 3 - Výroba elektřiny brutto v ČR [GWh] [3]

Z grafu je patrné, že nejvíce elektrické energie se vyrobí v České republice spalováním hnědého uhlí, v jaderných elektrárnách a spalováním černého uhlí. Další výroby elektrické energie už nemají tak velký podíl na výrobě elektrické energie ČR.

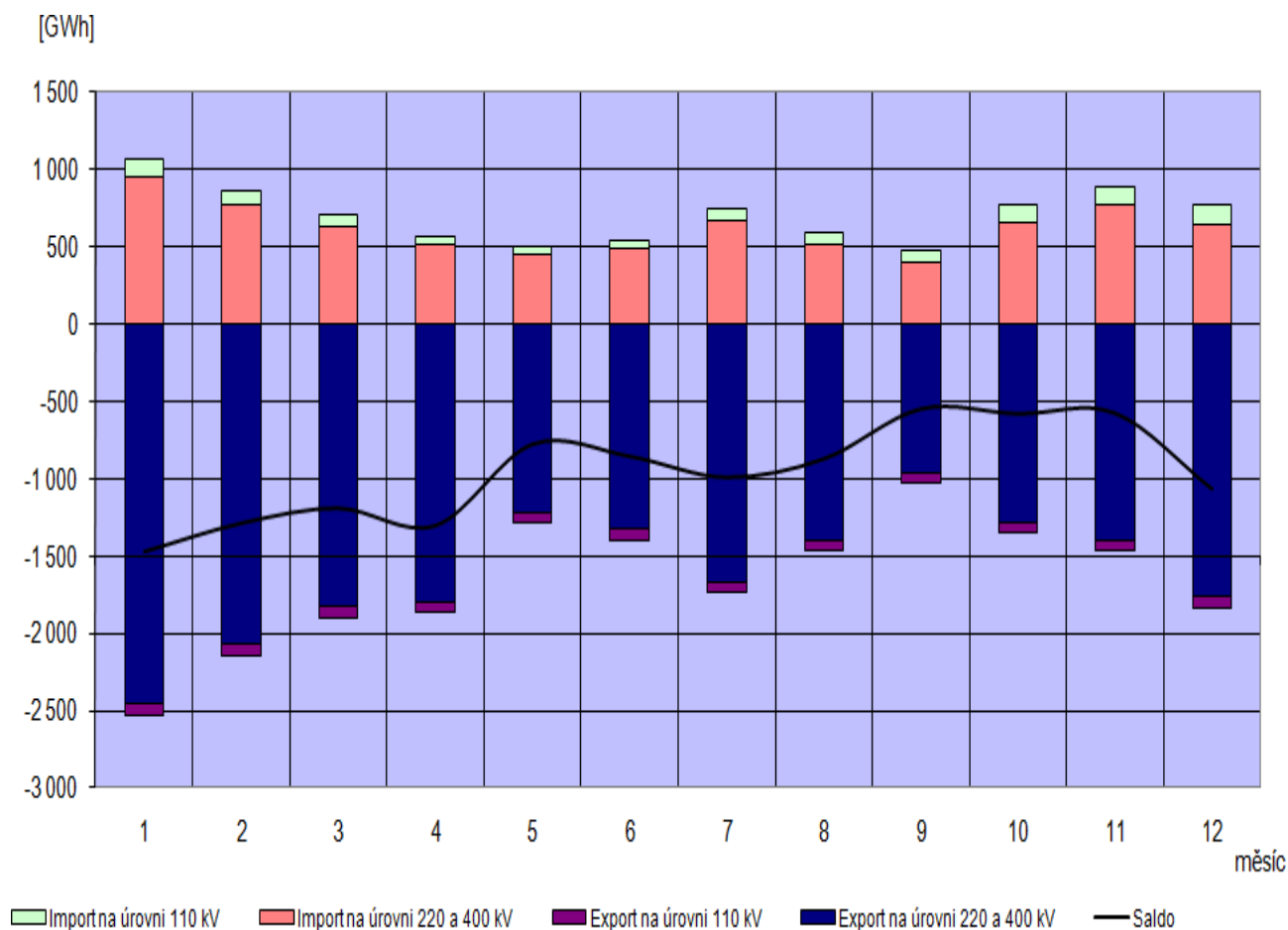
3.6 Instalovaný výkon při výrobě elektřiny v ES ČR [MWe]



Obr. 4 - Instalovaný výkon při výrobě elektřiny v ES ČR [MWe] [3]

Na grafu vidíme, že největší instalovaný výkon při výrobě elektrické energie je v parních elektrárnách - 60%, 21% instalovaného výkonu je v jaderných elektrárnách, 13% je pak instalováno ve vodních elektrárnách, ale tento výkon se u nás kvůli plnému využití vodních toků zvyšovat nebude. 5% výkonu je pak v paroplynových a spalovacích elektrárnách. Jen jedno procento instalovaného výkonu je ve větrných elektrárnách a desetiny procenta v elektrárnách slunečních.

3.7 Export a import elektřiny v roce 2008[GWh]



Obr. 5 - Export a import elektřiny v roce 2008 [GWh] [2]

Saldo dovozu a vývozu elektřiny významně ovlivňuje provoz soustavy. Jde o veličinu velmi neurčitou, a proto těžko stanovitelnou.

S ohledem na výkonové přebytky v ES, potřebu nasazení regulujících bloků do provozu a podnikatelskou strategii ČEZ, a. s. byl v minulých letech realizován značný vývoz elektřiny. Export byl vhodně vytvarován tak, aby nebylo ohroženo zajištění potřebných regulačních služeb.

4 STANOVENÍ VLIVU RŮZNÝCH DRUHŮ ENERGETICKÝCH ZAŘÍZENÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Tento bod bakalářské práce se bude zabývat jednotlivými výrobami elektrické energie a jejich vlivem na životní prostředí. Stručně si popíšeme danou elektrárnu a stanovíme její vlivy na člověka a přírodu.

4.1 Parní a paroplynové elektrárny

Parní elektrárna je výroba elektrické energie využívající k přeměně tepla uvolněného spalováním uhlí v elektrickou energii parní cyklus. Nejrozšířenějším současným typem jsou elektrárny spalující práškové uhlí v granulačním ohništi.

Paroplynový cyklus je jednou z variant kombinovaných oběhů, ve kterých dochází k vícenásobnému využití vstupního tepla. Výhodami kombinovaných oběhů jsou lepší využití vložené energie a nižší emise spalin vztažené na vyrobenou MWh.

Pro účinnost tepelných oběhů platí, že je tím vyšší, čím vyšší je střední teplota přívodu tepla do oběhu, a čím nižší je střední teplota odvodu tepla z oběhu. Vysoké účinnosti kombinovaného tepelného oběhu dosáhneme spojením parního a plynového oběhu s využitím jejich specifických předností, tj. vysoké teploty přívodu tepla ve spalovací turbíně a nízké teploty odvodu tepla v parní turbíně. Samotný výraz "paroplynový cyklus" je vlastně zjednodušený, protože z technického hlediska se jedná o dva oběhy, parní a plynový, vzájemně propojené spalínovým kotlem, kde je zbytková energie spalin vystupujících z plynové turbíny využita při vývinu páry pro parní turbínu.

Technologie paroplynových oběhů se začala rozvíjet v návaznosti na vývoj leteckých proudových motorů, který započal koncem 30. let minulého století. Od konce 80. let zaznamenávají paroplynové oběhy rozkvět, podnícený snahou o ekologizaci průmyslové energetiky a rostoucími ověřenými celosvětovými zásobami zemního plynu.

Za posledních 5 let se celosvětová energetická síť rozrostla řádově o stovky nových paroplynových zařízení (včetně těch ve výstavbě) a celkový počet instalovaných jednotek o výkonu nad 400 MWe jde do tisíců.

Vedoucím tandemem v instalaci nových paroplynových zařízení jsou USA a Japonsko, v Evropě jsou průkopníky především Itálie, Španělsko a Velká Británie.

Nejnákladnější částí paroplynových zařízení je spalovací turbína. Dlouhodobě je jedním z hlavních témat zvyšování teploty spalin na vstupu do spalovací turbíny. Očekává se postupné zvyšování na 1500°C během příštích pěti let a tím i zvýšení čisté tepelné účinnosti paroplynového oběhu na 60%. Paroplynové elektrárny jsou dnes dodávány v podstatě „na klíč“, takže cena standardních modelů se pohybuje okolo 500 EUR/kWe. Rozptýl výsledných investičních nákladů je způsoben rozdílnými technickými a ekonomickými podmínkami instalace a uvádění do provozu, takže průměrné výsledné investiční náklady jsou zhruba dvojnásobné.

Díky nejnižším investičním nákladům, krátké době realizace a vysoké tepelné účinnosti jsou paroplynové elektrárny výrazně zvýhodněny oproti ostatním zdrojům na fosilní paliva. Cenou za tyto přednosti je potřeba ušlechtilého a drahého paliva pro provoz spalovací turbíny. Nejčastěji se paroplynové zdroje staví na zemní plyn, méně často na olej. V úvahu přicházejí i jiná plynná paliva, např. plyny po zplyňování uhlí, biomasy nebo z různých technologických procesů, tyto případy jsou však spíše výjimečné. Jistou perspektivu do budoucna nabízejí snad jen paroplynové zdroje s integrovaným zplyňováním uhlí, které patří k tzv. technologiím čistého uhlí. [3]

4.1.1 Vliv parních elektráren na životní prostředí

Hlavním problémem u parních elektráren zůstává negativní vliv na životní prostředí (exhalace popílku, oxidů síry a dusíku). Všechny elektrárny Skupiny ČEZ jsou ale provozovány v souladu s pravidly ochrany životního prostředí. Technologie a parametry pro snížení emisí látek znečišťujících ovzduší, které se používají v ČR, odpovídají úrovni nejlepších dostupných technik doporučovaných Evropskou unií a umožňují plnit požadavky nových právních předpisů pro ochranu ovzduší. V okolí parních elektráren došlo k řadě technických a biologických rekultivací, které mají odstranit následky ukládání zbytku nevyužitých vedlejších energetických produktů a revitalizovat krajinu. Součástí ochrany ovzduší je zjišťování jeho kvality v měřicích imisních stanicích; ty jsou umístěny tak, aby bylo na základě měření možné objektivně posoudit vliv provozu parních elektráren na stav ovzduší. Stanice jsou vybaveny moderním zařízením zejména pro měření imisí oxidu siřičitého a oxidů dusíku. Naměřené hodnoty přejímá Imisní informační systém kvality ovzduší ČR. Ve všech parních elektrárnách probíhá od roku 2005 obnova techniky měření emisí a bylo zahájeno soustavné měření emisí CO₂. [3]

ZDROJE PE, PPE a biomasa ČR - nad 1 MW_e součtového instalovaného výkonu (stav k 31. 12. 2008)



Obr. 6 - Zdroje PE, PPE a biomasa ČR [2]

4.2 Elektrárny na biomasu

Významným obnovitelným zdrojem energeticky využitelné energie je biomasa, v níž je uložena sluneční energie. Pojem biomasa obvykle označuje substanci biologického původu, jako je rostlinná biomasa pěstovaná v půdě nebo ve vodě, živočišná biomasa, vedlejší organické produkty nebo organické odpady. Teoreticky lze k získání energie využít všechny formy biomasy, protože základním stavebním prvkem živé hmoty je uhlík a jeho chemické vazby obsahující energii. Za základní zdroj biomasy se považují rostliny, které jsou pomocí světelné energie Slunce zachycené v zeleném barvivu schopny vytvořit sacharidy a následně bílkoviny. Z hlediska energetického využití jde v podmínkách České republiky většinou o dřevo (či tříděný odpad), slámu a jiné zemědělské zbytky a exkrementy užitkových zvířat, či o

energeticky využitelný tříděný komunální odpad nebo plynné produkty vznikající při provozu čistíren odpadních vod.

Podle dosavadních zkušeností lze očekávat, že největší využití biomasy bude spojeno s decentralizovanými zdroji menších výkonů, zejména s kogeneračními jednotkami, popř. s jednotkami trigeneračními (současná výroba elektřiny, tepla a chladu).

K nejlevnějším způsobům získávání tepla patří spalování dřevního paliva. Ostatní metody energetické konverze biomasy nejsou vzhledem k vyšším nárokům na technologii a tím na investice v podmínkách ČR tak rozšířené, i když je jejich nadějnost nesporná. V každém případě je energetické využití biomasy považováno všeobecně za žádoucí a z hlediska minimalizace ekologické zátěže za vhodné. Svou perspektivu má i v rámci Skupiny ČEZ. Předpokládá se, že postupně dojde k ještě širšímu uplatnění spalování biomasy při výrobě v elektrárnách Hodonín, Poříčí, Dvůr Králové a Tisová. Kromě toho Skupina ČEZ plánuje výstavbu zdrojů určených ke spalování čisté biomasy.

Biomasa je velmi složité palivo, protože podíl těkavé hořlaviny je velmi vysoký (u dřeva je 70 %, u slámy 80 %) a vzniklé plyny mají různé spalovací teploty. Proto se stává, že ve skutečnosti hoří pouze část paliva. Podmínkou dokonalého spalování je vysoká teplota, účinné směřování se vzduchem a prostor dostatečný k tomu, aby všechny plyny dobře shořely tam kde mají a nestávalo se, že budou hořet až v komíně.

Pro energetické použití se dřevo tzv. štěpkuje, piliny se lisují do pelet a briket. Sláma se používá jak obilná, tak z olejnin, např. z řepky, lisuje se či se z ní také vyrábějí brikety a granule. Do seznamu povolených „energetických rostlin“ patří celá řada jednoletých, dvouletých i vytrvalých druhů, jako je např. laskavec, konopí seté, sléz přeslenitý, pupalka dvouletá, komonice bílá, mužák prorostlý, čičorka pestrá nebo z hlediska energetického využití nejperspektivnější šťovík krmný – Uteuša. Využít lze i rychlerostoucí topoly, vrby, olše, akát, platan apod.

Biomasy se v roce 2008 v elektrárnách Skupiny ČEZ v ČR spálilo 347 tisíc tun (vše formou spalování s hnědým uhlím). Skupina ČEZ v roce 2008 vyrobila v domácích elektrárnách z biomasy celkem 327 GWh elektřiny, což znamenalo 31,2% meziroční nárůst. Zmíněná produkce by pokryla roční spotřebu více než 93 tisíc domácností. Co do objemu výroby je jedničkou Skupiny ČEZ elektrárna Hodonín, která loni z biomasy vyprodukovala více než 149 GWh a meziročně zvýšila výrobu o 28,7 %. Největší meziroční nárůst zaznamenala elektrárna Poříčí (o 51,7 % na více než 120 GWh). [3]

4.2.1 Vliv elektráren spalujících biomasu na životní prostředí

Oproti spalování fosilních paliv má spalování biomasy v podstatě nulovou bilanci CO₂, který patří mezi tzv. skleníkové plyny. Produkce CO₂ ze spalování biomasy je neutrální, protože množství tohoto plynu uvolněné do ovzduší spalováním je přibližně stejné jako to, které je zpětně vázáno do rostlin v zemědělských a lesních porostech nebo na tzv. energetických plantážích. Nízký je rovněž obsah uvolňovaných oxidů síry (0 až 0,1 % síry má dřevo nebo sláma oproti hnědému uhlí, které obsahuje někdy i více než 2 %). Množství vznikajícího NO_x lze kontrolovat např. úpravou teploty spalování.

4.3 Jaderné elektrárny

Mírové využití jaderné energie se stalo přirozenou součástí energetického mixu řady vyspělých států naší planety. Výjimkou není ani Česká republika. Bez ohledu na to jaký typ reaktoru bude zvolen lze předpokládat, že jaderné elektrárny budou mít zásadní vliv na rozvoj ekonomiky i v budoucnu. V celosvětovém kontextu zatím neexistuje lepší energetický zdroj, který by současně pokryl rostoucí nároky na energii a přitom nepřispíval ke zhoršování životního prostředí. [3]

4.3.1 Jaderná elektrárna Temelín



Obr. 7 - Jaderná elektrárna Temelín [3]

Jaderná elektrárna Temelín leží přibližně 24 km od Českých Budějovic a 5 km od Týna nad Vltavou. Elektřinu vyrábí ve dvou výrobních blocích s tlakovodními reaktory VVER 1000 typu V 320. Od jara 2003 je temelínská elektrárna s instalovaným elektrickým výkonem 2000 MW největším energetickým zdrojem České republiky. Technologie elektrárny odpovídá moderním světovým parametrům. Od konstrukce kontejnmentu až po optimalizaci využití paliva.

Provozu Jaderné elektrárny Temelín se nevyhnuly ani některé technické problémy. Na 2. bloku musela být během odstávky pro výměnu paliva provedena úprava rotoru vysokotlakého dílu turbogenerátoru, kterou vyvolala nutnost omezit tepelné a mechanické namáhání lopatek oběžných kol. Problémy se vyskytly i s jaderným palivem. Všechny se však podařilo vyřešit. V Temelíně byla realizována i celá řada dalších investičních akcí, jejichž cílem bylo zvyšovat úroveň jaderné bezpečnosti a spolehlivost výroby elektřiny. [3]

4.3.2 Jaderná elektrárna Dukovany



Obr. 8 - Jaderná elektrárna Dukovany [3]

Jaderná elektrárna Dukovany se nachází 30 km jihovýchodně od Třebíče, v trojúhelníku, který je vymezen obcemi Dukovany, Slavětice a Rouchovany. V elektrárně jsou ve dvou dvojblocích instalovány celkem čtyři tlakovodní reaktory typu VVER 440 model V 213. Každý z bloků má původní elektrický výkon 440 MW.

Jaderná elektrárna Dukovany je první provozovanou jadernou elektrárnou v České republice a patří mezi největší, vysoce spolehlivé a ekonomicky výhodné energetické zdroje ČEZ, a. s. Roční výroba elektrické energie se pohybuje okolo 13,5 TWh, což představuje asi 20 % z celkové spotřeby elektřiny v České republice. V porovnání s ostatními významnými výrobci vyrábí elektřinu s nejnižšími měrnými náklady.

24. února 2005 uplynulo 20 let od přífázování první turbíny prvního bloku Jaderné elektrárny Dukovany k síti. Během této doby elektrárna vyrobila 240 292 GWh elektřiny, což je více než například celková výroba elektřiny v České republice v letech 2001 až 2003. Pro výrobu této elektřiny nemuselo být vytěženo přibližně 190 mil. tun hnědého uhlí, které jsme tak ušetřili pro budoucnost, a jehož spálením by bylo emitováno do ovzduší zhruba 240 mil. tun CO₂.

Snaha o neustálé zvyšování spolehlivosti a bezpečnosti se projevila v řadě investičních akcí. V období 1988-1993 šlo o akce projektu Dokompletace, v letech 1994-1996 se rozeběhl rozsáhlý program obnovy zařízení nazývaný Morava. K významným investičním akcím poslední doby se řadí nejrozsáhlejší akce na technologickém zařízení uskutečněné ve dvacátém roce provozu, kdy byly vyměněny rotory nízkotlakých dílů turbín a uskutečnila se komplexní modernizace systému kontroly a řízení na třetím bloku. Modernizace nízkotlakých dílů turbín zvýšila účinnost turbín o 3,46 % a dosažitelný výkon se tak zvýšil o 2 x 8 MW. Ročně tato modernizace přináší zvýšení výroby zhruba o 127 000 MWh.

V roce 1997 se začalo pracovat na záměně systémů měření a regulace. Dnes díky vyhořívajícím absorbérům se zvyšují výkony na jednotlivých blocích elektrárny. Třetí blok má již výkon 500 MW a tento výkon mají mít postupně všechny čtyři bloky. [3]

4.3.3 Otázka bezpečnosti provozu jaderných elektráren

Pokud bychom porovnali počet nehod s instalovaným výkonem u klasických a jaderných elektráren, došli bychom k podobnému poměru, jaký existuje mezi počtem obětí pozemní a letecké dopravy.

Poznání vlastností jednotlivých druhů záření jednoznačně usnadňuje jejich využití i případnou ochranu před negativními účinky. Relativně nejvíce prozkoumaným zářením a vzhledem k obecnému strachu z něj i relativně nejbezpečnějším - je možná trochu paradoxně právě radioaktivita. Zatímco o vlivu terestrického záření se můžeme jen dohadovat, vliv radioaktivity na živé organismy je dostatečně dokumentován. Zjednodušeně řečeno - dnes víme nejen to, že se musíme chránit, ale i to, jak se máme chránit před jeho účinky.

Jistě, riziko existuje. Ostatně havárie v Three Mile Island a poté zejména v černobylské jaderné elektrárně potvrdily, že ani jaderné energetice se nevyhýbají chyby. Stejně jako u ostatních lidských výtvorů i tady jde vlastně vždycky o selhání lidského faktoru. Na rozdíl od ostatní techniky ale v případě jaderných elektráren dochází k fatálním chybám až ve fázi provozu, neboť vysoká rizika nutí k mnohonásobně dokonalejší kontrole všech komponent, které tvoří konstrukční a stavební prvky jaderného zařízení. Kontroly materiálu, kontrolní systémy monitorující každý krok jakékoli manipulace, zdvojení i ztrojení informačních, bezpečnostních a samoregulačních systémů jaderné elektrárny dosáhly v současných technologiích těch nejvyšších parametrů. Mezinárodní spolupráce uvnitř klubu zemí s jadernou energetikou se zvláště po černobylské tragédii zdokonalila do té míry, že rizika jsou podstatně nižší, než je riziko chodce, který přechází frekventovanou velkoměstskou ulici. K ekologické čistotě výroby energie z jádra se tedy dnes váže i vysoká míra bezpečnosti.

Přesto přetrvává dojem, jako by největší hrozbou lidstva byly právě jaderné elektrárny. Částečně působí nepochybně úděsná zkušenost z jaderných pum použitých na konci druhé světové války (nesrovnatelně více lidských životů však zničily klasické zbraně, a to i tehdy, budeme-li se pohybovat jenom v rozmezí našeho století). Svou roli sehrály již zmíněné havárie v USA a SSSR, podstatným vlivem zapůsobily i aktivity různých skupin environmentalistů, zejména Green Peace, ale i dalších občanských hnutí.

Jejich působení mělo ovšem i pozitivní dopad: jestliže před explozí protestu mohlo hrozit nebezpečí "provozní slepoty" obsluh jaderných elektráren, pod vlivem havárií a následných aktivit odpůrců jaderné energie byla všude přijata taková opatření, která prakticky eliminovala nebezpečí selhání. Obsluhy velínu jsou periodicky prověřovány, simulační trenážery umožňují připravit pracovníky v zásadě na jakoukoli eventualitu. Monitorování a soustavné vyhodnocování činnosti personálu těchto zařízení, ale i činnosti automatických systémů vede k tomu, že jakmile je těmito procesy odhaleno slabé místo elektrárny, je průběžně modernizováno. A pokud by i přes všechna popsaná opatření došlo k nehodě, několikanásobné havarijní systémy dokáží bezpečně lokalizovat nebezpečí a zamezit úniku radiace. Stejně pečlivě je řešeno i ukládání radioaktivního odpadu, který - jako jediný z průmyslových odpadů - lze prakticky absolutně oddělit od životního prostředí, navěky pohřbít.

Reaktor s cirkulačními smyčkami, které přivádějí a odvádějí chladicí vodu z aktivní zóny reaktoru a do ní, je umístěn v tzv. hermetických boxech, propojených koridorem s barbotážní věží. Tyto hermetické boxy jsou podtlakovány a jejich těsnost je pravidelně kontrolována. Nejtěžší možná havárie, jaká by mohla nastat, je úplné přerušení některé z cirkulačních smyček. Ze smyčky by okamžitě unikala radioaktivní pára, která by velmi rychle natlakovala hermetické prostory. Destruktivním účinkům tohoto svérázného Papinova hrnce brání propojení hermetických prostor s barbotážní věží koridorem. Pára proudící z natlakovaných hermetických boxů zkondenzuje při průchodu přes barbotážní žlaby, naplněné vodou. Nezkondenzované plyny jsou jímány v zachytných plynojemech.

Automaticky fungující sprchová čerpadla začínají sprchovat prostor hermetických boxů okamžitě po vzniku havárie. Takto navozené ochlazování dále napomáhá kondenzaci páry. Stejně jako voda z barbotážních žlabů, sprchová čerpadla dodávají i chemikálie, které jsou schopny vázat radioaktivní látky. Do 12 minut po havárii je tak v hermetických boxech znovu podtlak, který brání uniku radioaktivních látek do ovzduší.

Chlazení aktivní zóny je zajištěno také automaticky, dvojitým systémem: pasivním a aktivním.

Všechny tři systémy jsou na sobě nezávislé a jednotlivá čerpadla mají 200% zálohu. Všechny pracují bez zásahu operátora reaktoru.

Je třeba se zmínit ještě o jednom tématu, ve kterém někteří ochranáři životního prostředí vidí zbytečného strašáka. Jde o mezisklad vyhořelého paliva, který byl v roce 1995 uveden do provozu. Bylo propočteno, že zvýšení radiačního působení na obyvatelstvo, ke kterému dojde v okolí tohoto meziskladu, odpovídá v dlouhodobé perspektivě hodnotám, o jaké se zvýší působení kosmického záření na každého, kdo se přestěhuje o 1 m výše od povrchu Země! Toto srovnání zní jako žert, ale tím spíše snad dokumentuje malichernost některých argumentů. [3]

4.3.4 Vliv jaderných elektráren na životní prostředí

Provoz jaderné elektrárny, obdobně jako každá jiná lidská činnost, ovlivňuje okolní prostředí. Při objektivním porovnání jaderných elektráren s obdobnými zařízeními z hlediska jejich vlivu na okolní prostředí však vychází jaderné elektrárny jako zařízení, které je k okolnímu prostředí velmi šetrné.

Nejčastěji diskutovaným vlivem jaderné elektrárny je radiační zátěž obyvatelstva a vliv na životní prostředí v jejím okolí. Pro objektivní posouzení vlivu jaderné elektrárny na okolí je třeba si uvědomit, že radioaktivita a ionizující záření není specifikem jaderných elektráren. Radioaktivita je fyzikální jev, který je součástí přírodního prostředí po celou dobu jeho existence. Člověk je, stejně jako všechny ostatní živé organizmy, zasahován ionizujícím zářením po celou dobu svého vývoje. K přírodním zdrojům patří např. kosmické záření, radionuklidy obsažené v zemské kůře (v horninách, v půdě), radionuklidy obsažené ve vodě, v ovzduší, v potravinách.

K umělým zdrojům ionizujícího záření patří např. lékařské využití radionuklidů a ionizujícího záření (rentgeny, nukleární medicína), technické využití ionizujícího záření (např. zdroje ionizujícího záření používané v defektoskopii, průmyslové ozařovače používané např. ke konzervaci potravin, hladinoměry, měřiče tloušťky nebo hustoty materiálů), jaderná energetika využívající energie uvolněné při štěpné řetězové reakci k výrobě elektrické energie nebo vojenské využití jaderné energie (zejména atomová bomba).

Z umělých zdrojů ozáření mají největší podíl na radiační zátěži člověka lékařské zdroje (zejména rentgenové přístroje). Na celkovém ozáření člověka se podílejí přibližně jednou šestinou. Průmyslové zdroje se na ozáření člověka podílejí přibližně několika setinami, přičemž ozáření způsobené provozem jaderné energetických zařízení představuje přibližně jednu desetitisícinu celkového ozáření. [3]

4.3.5 Nejaderné vlivy jaderných elektráren na okolí jsou nevýznamné

Jaderná elektrárna má na okolní prostředí řadu dalších – „neradiačních“ – vlivů. Jejich účinek je minimální. Mezi tyto vlivy patří například:

- zvýšení teploty okolního prostředí v důsledku rozptylu odpadního tepla – v bezprostředním okolí elektrárny jde o zvýšení průměrné teploty na úrovni desetin stupně Celsia

- stínící účinek oblaků páry vystupujících z chladicích věží – v průměru se pohybuje doba stínícího efektu v blízkém okolí jaderné elektrárny za den okolo několika minut, což odpovídá snížení celkové intenzity slunečního záření asi o 3 až 4%
- vliv chladicích věží na srážkové poměry v okolí – část drobných kapiček stržených proudem vzduchu do vlečky z chladicích věží a kapky vzniklé kondenzací ve vlečce mohou způsobit zvýšení srážkových úhrnů méně než 20 mm za rok, přičemž tyto srážky dosahují svého maxima ve vzdálenosti dvojnásobku až čtyřnásobku výšky chladicích věží (240 až 480 m)
- vliv chladicích věží na zvyšování vlhkosti vzduchu a na tvoření přízemní mlhy – četnost výskytu přízemní mlhy v důsledku páry vystupující z chladicích věží je neprůkazný, protože zvýšení ročního průměru relativní vlhkosti vzduchu u jaderné elektrárny se pohybuje na úrovni pouze okolo 1 %
- vliv odpadních vod na teplotu a chemickou kvalitu vody vodotečí – z hlediska teploty je způsob vypouštění odpadních vod řešen např. vybudováním zdržovacích nádrží; z hlediska obsahu znečišťujících látek musí být dodrženy hodnoty pro jednotlivé ukazatele, které jsou stanoveny vodoprávním rozhodnutím příslušného vodohospodářského orgánu pro konkrétní jadernou elektrárnu

Všechny uvedené „neradiační“ vlivy přitom nejsou specifické pouze pro jaderné elektrárny. Obdobný vliv mají i jiné tepelné elektrárny a teplárny. Jaderná elektrárna však na rozdíl od elektráren a tepláren spalujících fosilní paliva nevypouští žádné produkty spalování, tj. nevypouští oxid siřičitý, oxidy dusíku, oxidy uhlíku, prach a další škodlivé látky vznikající při spalování. [3]

4.3.6 Emise oxidu uhličitého

Zanedbatelný vliv provozu jaderných elektráren na okolní prostředí lze velmi dobře ilustrovat jejich porovnáním s vlivem provozu uhelných elektráren. Jaderné a uhelné elektrárny jsou v principu obdobné elektrárny, které se odlišují pouze zdrojem tepla potřebného pro získání páry. Jaderné elektrárny však nevypouštějí do ovzduší CO₂ (nedochází u nich totiž ke spalování, při němž CO₂ vzniká). Díky tomu jaderná elektrárna – na rozdíl od uhelných či plynových – nepřispívá ke zvyšování koncentrace skleníkových plynů. [3]

JADERNÉ A VODNÍ ELEKTRÁRNY ES ČR - nad 1 MW. součtového instalovaného výkonu (stav k 31. 12. 2008)



Obr. 9 - Jaderné a vodní elektrárny ES ČR [2]

4.4 Vodní elektrárny

Zatímco jaderná energetika je relativně mladým oborem, energie vodních toků patří k nejstarším energetickým zdrojům, které se lidstvo ve své historii naučilo využívat. Vodní kola - zprvu horizontální a později vertikální - se pro nejrůznější účely používala již před tisíci lety.

Vstup ČR do EU vede ke zvýšení řady aktivit navazujících kromě jiného i na směrnici Evropského parlamentu a Rady 2001/77/ES o podpoře výroby elektrické energie v obnovitelných zdrojích. K nejvýznamnějšímu zdroji patří v rámci obnovitelných energetických zdrojů v ČR bezesporu využití energie vodních toků.

Všechny velké vodní elektrárny ČEZ, a.s. (s výjimkou Dalešic a Dlouhých Strání) jsou situovány na toku Vltavy, kde tvoří kaskádový systém - Vltavskou kaskádu. V rámci Skupiny ČEZ se vodní elektrárny soustřeďují převážně i na tocích Labe, Dyje a Moravy.

Podle názoru odborníků by využití veškerého potenciálu ve spádu řek mohlo zvýšit v občasné době zanedbatelný podíl na výrobě elektrické energie nejvýše o 2 %, ovšem s vysokými investičními nároky a s vysokými nároky na plošný zábor půdy. Malé vodní elektrárny lze z celostátního hlediska považovat pouze za doplňkový zdroj elektrické energie. V každém případě výstavba a rekonstrukce všech větších i malých vodních elektráren nemůže být alternativou velkého zdroje elektrické energie, ale jen malým příspěvkem k řešení. [4]

4.4.1 Podíl výroby ve vodních elektrárnách ČR

V ČR nejsou přírodní poměry pro budování vodních energetických děl ideální. Naše toky nemají potřebný spád ani dostatečné množství vody. Proto je podíl výroby elektrické energie ve vodních elektrárnách na celkové výrobě v ČR zejména v porovnání s produkcí uhelných elektráren, JE Dukovany a JE Temelín - poměrně nízký. [4]

4.4.2 Vodní elektrárny jsou šetrné vůči životnímu prostředí

Vodní elektrárny neznečišťují ovzduší, nedevastují krajinu a povrchové či podzemní vody těžbou a dopravou paliv a surovin, jsou bezodpadové, nezávislé na dovozu surovin a vysoce bezpečné. Pružným pokrýváním spotřeby a schopností akumulace energie zvyšují efektivnost elektrizační soustavy. Vysokým stupněm automatizace přispívají k vyrovnávání změn na tocích a vytvářejí nové možnosti pro revitalizaci prostředí (prokysličování vodního toku). [4]

4.5 Větrné elektrárny

Větrné elektrárny v loňském roce na území ČR 245 GWh elektrické energie. Tím se pokryla spotřeba energie přibližně 172 000 lidí. V prvním pololetí roku 2009 se prozatím vyrobilo 142,8 GWh, což znamená 22,5% nárůst oproti minulému roku ve stejném období. Pokud by se tento trend udržel i ve druhé půlce roku, energii z větrných elektráren by mohlo využívat o cca 50 000 lidí více, tedy zhruba 220 000 obyvatel ČR. Pro srovnání by se jednalo o zásobení celé Plzně a Karlových Varů.

Celkový instalovaný výkon větrných elektráren v ČR je nyní přibližně 150 MW. Česká společnost pro větrnou energii (ČSVE) předpokládá, že by se výkon elektráren do roku 2012 mohl dostat na šestnásobek stávající hodnoty a odhadované množství vyrobené energie by se tak vyšplhalo na 2,5 TWh (tato hodnota by pak pokryla spotřebu energie celého Jihomoravského kraje a kraje Vysočina). V ČR je potenciál na výrobu elektřiny z větrných elektráren ještě daleko vyšší, což podle ČSVE znamená, že by větrníky byly schopny vyrobit

asi 6 TWh elektřiny. Tato hodnota by pokryla spotřebu energie nejméně pro čtyři miliony obyvatel. [7]

V České republice se sice plánuje další výstavba větrných elektráren, nicméně to, zda se podaří dosáhnout 13% podílu větrných elektráren na výrobě elektřiny, je zatím nejasné. Větrný park s počtem pěti větrníků o jednotkovém výkonu 2 – 3 MW chce do roku 2012 vystavět společnost ČEZ v obci Rešice u Znojma. ČEZ plánuje také několikamiliardovou investici do dalších nových větrných elektráren do roku 2020. Nejvhodnějšími oblastmi pro výstavbu větrníků jsou západní a severní Čechy nebo jižní a severní Moravy.

Potenciál větrné energie v ČR zatím není vyčerpán. V roce 2008 se větrné elektrárny na výrobě energie podílely ze 4 %. Během dvou let by se tato hodnota ale mohla zdvojnásobit. V roce 2020 by se podle Evropské komise měly větrníky na celkové výrobě elektřiny v ČR podílet z 13 %. [7]

4.5.1 Výstavba větrných elektráren ve vztahu ke krajině

Podle zákona nejsou přípustné stavby v národních parcích, v přírodních rezervacích, v chráněných krajinných oblastech první zóny a v blízkosti národních památek.

Výstavbou větrné elektrárny je staveniště zatíženo minimálně. Úprava terénu pro příjezd těžkých mechanismů, nezbytných pro stavbu základu a pro montáž tubusu i samotné turbíny, je většinou přechodné a po ukončení stavby se terén uvede do původního stavu. Je třeba pouze zajistit uložení asi 80- 100 m³ vytěžené zeminy při stavbě základu.

Větrné elektrárny jsou příkladem pro polyfunkční využití zemědělské půdy. Umožňují využívat zemědělskou půdu po ukončení stavby v téměř původním rozsahu, obdobně jako je tomu u stožárů pro vedení vysokého napětí.

4.5.2 Hluk emitovaný větrnými elektrárnami

Akustické emise větrných elektráren jsou z hlediska vlivu na životní prostředí velmi bedlivě sledovány. Při provozu větrné elektrárny vznikají dva druhy hluku. Mechanický, jehož zdrojem je pohyb mechanických částí strojovny, což je hlavně převodovka, a elektrických částí strojovny, což je generátor včetně jeho ventilátoru, a aerodynamický, který vzniká při obtékání vzduchu kolem listů rotoru. Tento hluk má typický charakter svistu. Aerodynamický hluk zahrnuje široký rozsah kmitočtů a je ovlivněn konstrukčními prvky listů. V zabrzděném stavu (u středních a velkých větrných elektráren to bývá do rychlosti větru 3,5 až 4 m/s) je hluk vyvolán jen obtékáním konstrukčních prvků větrné elektrárny. Aerodynamický hluk, který je u moderních elektráren převládající, je periodický, spojený s přibližováním a vzdalováním jednotlivých listů rotoru vůči naslouchajícímu pozorovateli a s procházením listů kolem věže. Protože je žádoucí, aby listy rotorů turbín ve farmě nebyly ve fázi z důvodu kvality výstupní energie (a sofističtější kontrolní systémy to zajišťují), není ve fázi ani periodický hluk z turbin. Tudíž se intenzita aerodynamických hluků nesčítá, ale vzájemně se vyplňuje v čase a vzniká homogennější hluk s vyšší frekvencí maxim.

Tabulka hladin hluku:

Jak lidské ucho vnímá jednotlivé hladiny hluku

10 dB	práh slyšitelnosti
20 dB	hluboké ticho, zasněžený les, bezvětrí, nahrávací studio
30 dB	místnost v bytě v noci bez hluku, bez tikání budíku
40 dB	ticho, tikot budíku ve vzdálenosti dvou metrů
50 dB	klid, tichá pracovna, obracení stránek novin
60 dB	běžný rozhovor, v parku zpěv kosa ze vzdálenosti tří metrů
70 dB	mírný hluk, běžný poslech televize, školní třída při vyučování
80 dB	vysavač z bezprostřední blízkosti, hluk osobního automobilu
85 dB	hranice, od níž po trvalém vystavení této úrovni hluku existuje možnost poškození sluchu
90 dB	silný hluk, mixér
100 dB	symfonický orchestr - forte, přádelna
110 dB	velmi silný hluk, rockový koncert
120 dB	extrémně silný hluk, start vojenského proudového letounu ze vzdálenosti tři sta metrů
130 dB	práh bolesti, člověk neslyší hluk - vnímá bolest
140 dB	akustické trauma, člověk, který stojí deset metrů vedle startujícího proudového letounu

Tab. 5 - Tabulka hladin hluku [6]

V souvislosti s hlukem se nedoporučuje umísťovat jednotlivé velké větrné elektrárny do vzdálenosti menší než 200 m od obydlí. U větrných farem se doporučuje pás hlukové ochrany zvětšit na 300 – 400 m.

Obraz hlukového pole v okolí větrné elektrárny je v nezanedbatelné míře modifikován technickými vlastnostmi daného typu větrné elektrárny. Nejdůležitější roli hraje hluk strojovny a účinnost protihlukové izolace. Lze předpokládat, že aerodynamický hluk trojlístého rotoru s menším počtem otáček bude nižší než hluk dvojlistého rotoru s větším počtem otáček.

Při stanovení úrovně hluku od bodového zdroje je třeba separovat tento hluk od hluku pozadí. Všeobecně je známo, že hluk vyvolaný vazkým a turbulentním třením vzduchu o drsný zemský povrch dosahuje, zvláště v horských podmínkách, velkých hodnot. Bylo prokázáno, že v 16 měřících bodech v prostoru Dlouhá Louka (zkušební polygon UFA AV ČR) závisí hladina hluku pozadí na okamžité rychlosti větru. Zhruba se může říci, že v této lokalitě hustý les a chatová zástavba, případně další překážky, vyvolávají při rychlostech větru kolem 6 až 7 m/s hluk pozadí v úrovni 40 dB(A) a při rychlostech větru kolem 10 m/s je hluk pozadí již v úrovni mezi 45 až 50 dB(A). Z tohoto měření vyplynulo, že v této lokalitě je předmětné sledovat vliv hluku z větrné elektrárny na okolí v intervalu rychlostí od 3,5 do 8 m/s. Uvedená skutečnost má přesnou platnost pro lokalitu, na níž byla uskutečněna měření, ale v hrubých rysech se dá zobecnit.

Při budování větších farem větrných elektráren musíme počítat i s nárůstem hluku v okolí. Hlukové emise v blízkých obytných stavbách závisí nejen na hluku jednotlivých turbín, ale také na jejich prostorovém uspořádání vůči těmto stavbám.

Vzhledem k rozměrům větrné elektrárny lze jednotlivé turbíny považovat za nezávislé bodové zdroje až od vzdálenosti 1 000 m. V této vzdálenosti však hlukové emise již nebudou

významné. Pro menší vzdálenosti nárůst hluku nebude odpovídat prostému sčítání akustických výkonů zdvojnásobení vyzařovaného výkonu způsobí nárůst hluku o 3 dB) a obecně lze předpokládat, že nárůst imisí bude menší než 3 dB na zdvojnásobení instalovaného výkonu.

Závěrem lze říci, úroveň hluku jako námitka proti větrné energetice nemá ve skutečnosti takový význam, který se mu často připisuje. Dokazují to stavby farem větrných elektráren v zahraničí. Např. na horách se otázka hluku emitovaného větrnými elektrárnami redukuje na situace s rychlostmi větru, kdy není hluk pozadí dominantní. Vytvoření vyhovující normy o ochraně proti hluku větrných elektráren bude vyžadovat výzkum a měření hluku v okolí větrných elektráren a jejich farem v různých lokalitách za meteorologických podmínek výše naznačených. [6]

4.5.3 Vliv větrných elektráren na ptactvo

Někteří ochránci přírody poukazují na nebezpečí otáčejících se listů rotoru pro ptáky. Existují dva problémové okruhy vlivu větrné elektrárny na ptáky. Jednak je to vliv na hnízdící druhy ptáků, kteří hledají v blízkosti elektrárny potravu, jednak vliv na táhnoucí ptáky.

Vliv větrných elektráren na hnízdění ptáků se zdá být zanedbatelný. Kolize ptáků s jednotlivě stojící elektrárnou středního nebo velkého výkonu při počasí s dobrou viditelností je prakticky nulová. Kolize jsou pravděpodobnější v noci a při počasí se špatnou dohledností, ale přesto jsou pouze nahodilé.

Ze sledování 87 000 ptáků v 6 200 hejnech ve vzdálenosti do 200 až 300 m od elektráren uvádí J.E.Winkelman následující závěry. Ve většině případů (97%) se ptáci vyhnuli listům rotoru, pouze 3% zvolila průlet mezi jeho listy. Některé ptáky mezi nimi proletí, někteří se dostávají do kolize s listem (28%). Střet s listem rotoru nekončí vždy smrtí. Řada ptáků po něm pouze sklouzne a pokračuje v letu.

Z uvedených výzkumu vyplývá, že riziko střetů ptáků s větrnými elektrárnami (středního a velkého výkonu) za denního světla při dobré dohlednosti je prakticky nulová. V noci a za počasí se zhoršenou dohledností riziko poněkud stoupá. Nebyl zjištěn prokazatelný vliv větrných elektráren na hnízdící ptactvo a ptactvo přilétající do blízkosti elektráren za potravou. [6]

4.5.4 Větrné elektrárny a šíření radiového a televizního signálu

Principiálně je možné, že větrná elektrárna může působit rušivě na elektromagnetické vlnění v jejím okolí. Může vznikat interference, k níž dochází vlivem odrazu, rozptylu a difrakce elektromagnetického vlnění, což může snížit kvalitu příjmu televizního nebo radiového signálu.

Bylo zjištěno, že v prostoru mezi zdrojem signálu a větrnou elektrárnou je hladina interference značně menší než v prostoru za větrnou elektrárnou z pohledu od vysílače. Jak uvádějí zahraniční prameny, může se vliv interference v prostoru mezi vysílačem a elektrárnou pozorovat v okolí elektrárny do vzdálenosti 100 m, v prostoru za elektrárnou ve vzdálenosti do 1,3 až 2,7 km. Samotná hodnota interference je závislá na technických parametrech větrné elektrárny (rozměry rotoru, konstrukce listů rotoru včetně jejich geometrie, rychlost rotace). V konkrétním případě větrné elektrárny EWT – 315 na Dlouhé Louce bylo měřením zjištěno, že činnost větrné elektrárny kvalitu televizního signálu v jejím okolí neovlivňuje. [6]

4.5.5 Estetické hledisko

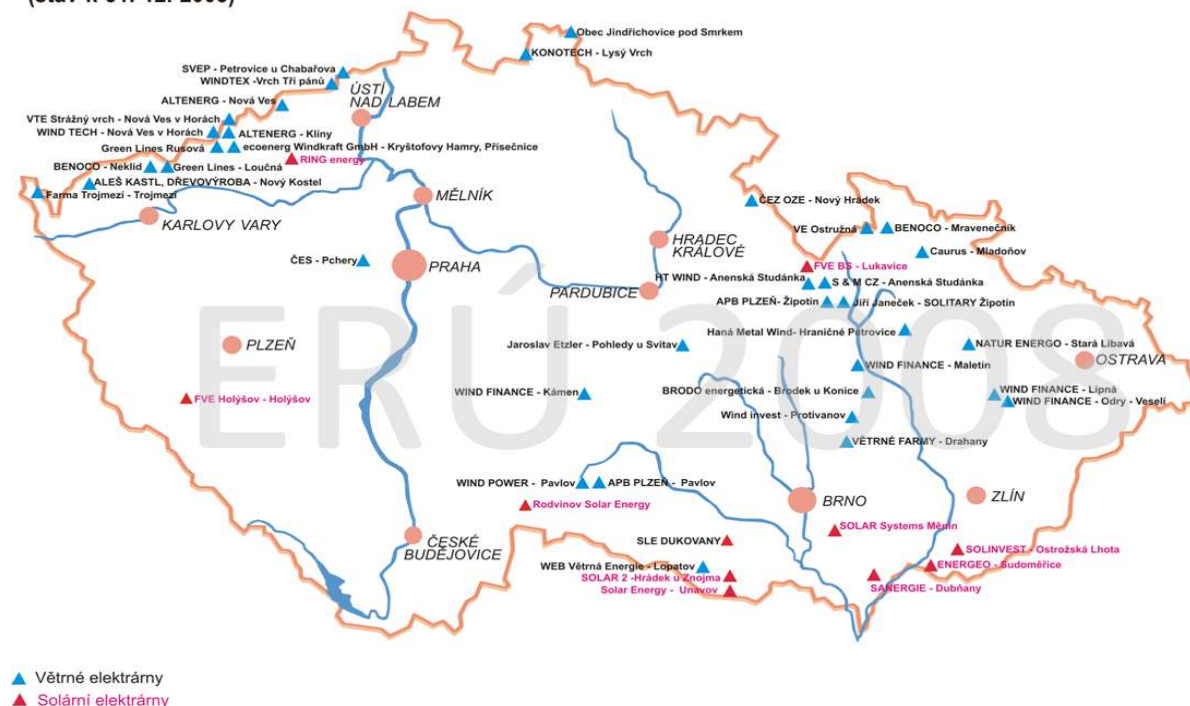
Technická zařízení v krajině bývají po stránce estetické většinou tolerována, menší částí veřejnosti kritizována a mnohými velmi kladně hodnocena. Obdobnou reakci veřejnosti lze očekávat i v případě větrných elektráren, i když po stránce estetické se řadí větrné

elektrárny k velmi přijatelným a vzhledově působivým objektům. Tento celkový dojem vyplývá z kónického tubusu, moderně tvarované kapoty strojovny a působivé dynamiky rotoru. Např. anketa provedená v Hannoveru zjistila, že 56% dotázaných konstatovalo, že větrná elektrárna postavená v blízkosti města v krajině neruší, 42% odpovědělo, že oživuje krajinu a 2% uvedlo, že působí rušivě. Je možno připustit, že větrné farmy čítající desítky turbín naruší vzhled krajiny. Naruší ho však více než narušilo vzhled krajiny v minulosti téměř 880 větrných mlýnů? Naruší ho více než stožáry vysokého napětí a to zvláště v okolí transformačních stanic? Naruší ho více než vesnice a města? [6]

4.5.6 Větrné elektrárny a životní prostředí

Je známo, že žádná technologie výroby elektrické energie není zcela bez záporných ekologických vlivů. Výroba elektrické energie větrnými elektrárnami však vyvolává minimální negativní vlivy na životní prostředí, zvláště při porovnání s využíváním neobnovitelných zdrojů. Větrné elektrárny nezatěžují při svém provozu okolní prostředí žádnými odpady. Neprodukují plynné nebo tuhé atmosférické emise včetně CO₂ nebo jiných skleníkových plynů. Není nutno ukládat popílek, nevyžadují pro svůj provoz vodu, a tudíž ji také neznečišťují, a neprodukují odpadní teplo.

ZDROJE VTE a fotovoltaické v ES ČR - nad 1 MW_e součtového instalovaného výkonu (stav k 31. 12. 2008)



Obr. 10 - Zdroje VTE a fotovoltaické v ES ČR [2]

4.6 Solární elektrárny - Fotovoltaické solární kolektory (panely)

Fotovoltaické solární kolektory (panely) slouží k výrobě elektřiny. Jejich schopnost přeměňovat sluneční záření na elektrickou energii je založena na tzv. fotovoltaickém jevu. Základním prvkem každého panelu jsou pak solární (nebo také fotovoltaické) články. Jedná se o plochou polovodičovou součástku, na které při dopadu slunečního záření dochází

k uvolňování elektronů, což produkuje napětí 0,6 - 0,7 V. V polovodiči tedy vznikají volné elektrické náboje, které jsou již jako elektrická energie odváděny ze solárního článku přes regulátor do akumulátoru, ke spotřebiči nebo do rozvodné sítě.

Nejvíce rozšířeny jsou dnes fotovoltaické solární články na bázi křemíku, neboť křemík je nejen hojně zastoupen v zemské kůře (je druhým nejrozšířenějším prvkem vůbec), ale je i nejlépe prozkoumaným polovodičem.

Fotovoltaický sluneční panel je tedy tvořen množstvím článků, které jsou na sebe napojeny letovanými spoji. Články navíc tvoří z vrchu krycí plocha, ze spodu pak pevná deska. Materiál, ze kterého je vyrobena horní krycí plocha, významně ovlivňuje ztráty, především odrazem. Proto je důležité, aby použitý materiál dosahoval vysoké účinnosti pohlcení slunečního svitu a zároveň poskytoval ochranu před nepříznivými přírodními jevy.
[5]

4.6.1 Ostrovní fotovoltaický solární systém

Tento systém je výhodný v oblastech, kde připojení k rozvodné síti není možné, nebo kde by zavedení kabelu bylo finančně náročné (chatové oblasti, obytné automobily, lodě). Nevýhodou ostrovních fotovoltaických systémů je nutnost zapojení baterie, která uchovává vyrobenou energii na dobu, kdy není dostatečné množství slunečního záření. Vzhledem k tomu, že většina baterií dnes obsahuje nezanedbatelné množství olova, ekologičnost získané energie se tím pádem snižuje.

Při konstrukci ostrovního fotovoltaického slunečního systému je třeba mít na paměti nejen průměrné hodnoty slunečního svitu a účinnost fotovoltaického systému, ale především celkovou spotřebou všech používaných zařízení, které budou k systému připojeny. Jejich použitelnost je totiž množstvím vyprodukované energie přímo limitována.[5]

4.6.2 Solární systémy zapojené do sítě

Oproti ostrovním mají sluneční systémy zapojené do veřejné sítě tu výhodu, že v době, kdy vyrábí fotovoltaický systém přebytek energie, může ji dodávat do sítě. Naopak v době nedostatku vlastního výkonu lze energii odebírat z rozvodné sítě.

Dodávka vyrobené energie do rozvodné sítě je pro své majitele finančně výhodná, neboť státní dotace pro rok 2008 slibují výkup energie z fotovoltaických panelů za 13,46 Kč/kWh. Dle většiny výpočtů se jedná o investici s návratností okolo 15 let. Samozřejmě tato doba nelze určit přesně, avšak s ohledem k růstu cen energie lze předpokládat, že by se návratnost investice mohla ještě snížit.

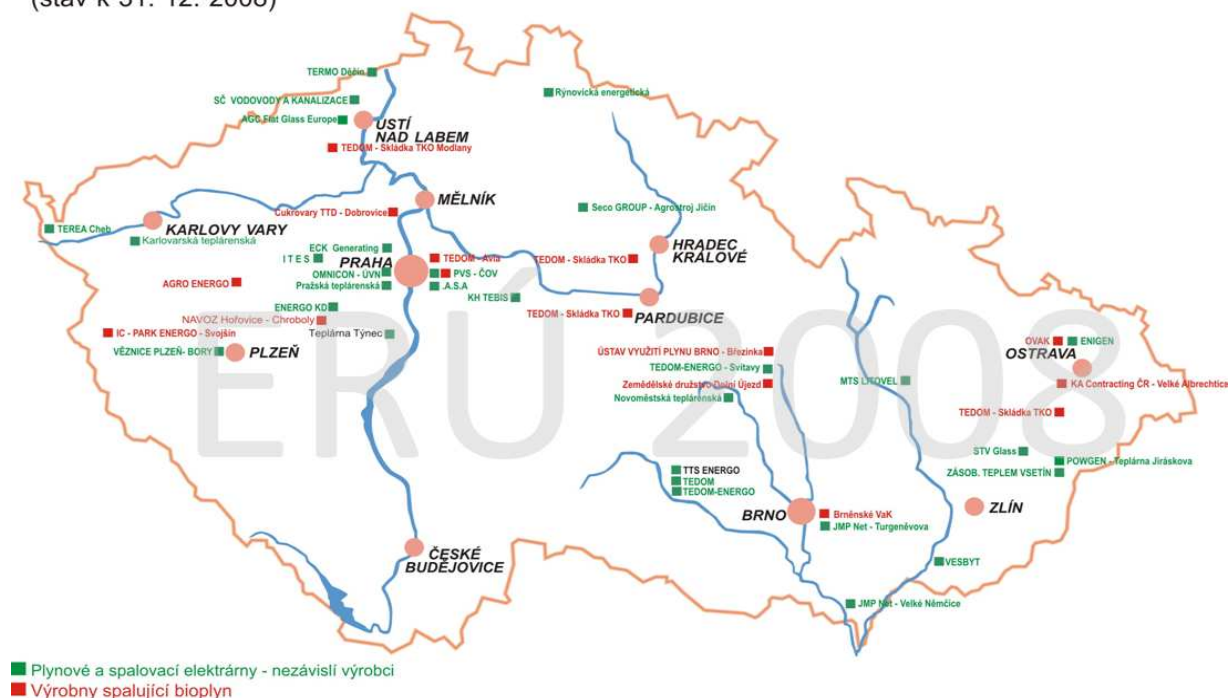
Při dodávání do rozvodné sítě se stejnosměrné napětí, které produkují fotovoltaické panely a kolektory, musí přeměnit na napětí střídavé. Pro tyto účely je nutné zapojit měnič napětí. [5]

4.6.3 Solární elektrárny a životní prostředí

Výroba elektrické energie solárními elektrárnami nevyvolává žádné negativní vlivy na životní prostředí, zvláště při porovnání s využíváním neobnovitelných zdrojů. Solární elektrárny nezatežují při svém provozu okolní prostředí žádnými odpady. Neprodukují plynné nebo tuhé atmosférické emise včetně CO₂ nebo jiných skleníkových plynů. Není nutno ukládat popílek, nevyžadují pro svůj provoz vodu, a tudíž ji také neznečišťují a neprodukují odpadní teplo.

4.7 Plynové a spalovací elektrárny

ZDROJE PSE a bioplyn ES ČR - nad 1 MW_e součtového instalovaného výkonu
(stav k 31. 12. 2008)



Obr. 11 - Zdroje PSE a bioplyn ES ČR [2]

Výroba elektřiny ze zvláštních plynů, zejména bioplynu, v posledních letech vzrůstá. Přispěla k tomu státní podpora, především přijetí zákona o obnovitelných zdrojích energie.

Výroba elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie získala silnou legislativní podporu schválením zákona 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů energie (zákon o OZE). Zákon si klade v zájmu ochrany klimatu a ochrany životního prostředí za cíl podpořit využití obnovitelných zdrojů energie, zajistit trvalé zvyšování podílu obnovitelných zdrojů na spotřebě primárních energetických zdrojů, dále přispět k šetrnému využívání přírodních zdrojů a k trvale udržitelnému rozvoji společnosti, a zejména vytvořit podmínky pro naplnění značně ambiciózního indikativního cíle: v roce 2010 dosáhnout 8% podílu výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v České republice a v dalším období tento podíl dále zvyšovat.

Kombinovaná výroba tepla a elektrické energie je významným opatřením při zvyšování efektivity využití energetického obsahu primárního paliva. V oblasti obnovitelných zdrojů ve smyslu zákona o OZE je významné použití plyných paliv získaných transformací biomasy, nebo přírodního původu.

Zvláštními plyny se pro kogeneraci obvykle rozumí spektrum všech hořlavých plynů, kromě plynu zemního. Zdroje plynů se nacházejí jak v přírodě, tak v mnoha oblastech lidské činnosti. Jedním z kritérií při posuzování vhodnosti plyného paliva pro kogeneraci je výhřevnost. Pro ilustraci lze uvést rozsah použitelných výhřevností. Začíná od plynů z chemické výroby, přes vysokopeční plyn, dřevoplyny a celý sortiment plynů pyrolyzních. Následuje vodík, který má kvůli absenci uhlíkových atomů v molekule výhřevnost značně nízkou. Jednotlivé zdroje se většinou pohybují ve značném rozsahu, podle technologie přípravy plynu a chemického složení. S vyšším počtem uhlíkových atomů v molekule se však výhřevnost prudce zvyšuje. Za standard se považuje výhřevnost metanu - tedy zemního plynu

s výhřevností okolo 34 MJ/Nm^3 anebo přibližně 10 kWh/Nm^3 . Používání kapalných plynů propanu a butanu není pro kogeneraci typické, i když instalace jednotky na propan je na našem území známa.

Bioplyn zaujímá ve spektru hořlavých plynů zvláštní místo. Dílem kvůli četnosti výskytu, dílem kvůli přijatelné výhřevnosti a ostatním fyzikálním parametrům.

Bioplyny jsou směsí metanu a kyslíčnicku uhličitého. Obvykle to bývá 60-70 % metanu CH_4 , 30-40 % kyslíčnicku uhličitého CO_2 a 0,1-1 % dalších plynů jako je vodík H_2 a sirovodík H_2S . V populárních příručkách se uvádí, že 1 normální metr krychlový má energetický obsah jako 0,6 litru topného oleje nebo $0,65 \text{ Nm}^3$ zemního plynu. Jde o produkt kvašení organických substancí za anaerobních podmínek, tedy bez přístupu vzduchu. Jeho výhřevnost se pohybuje okolo $2/3$ výhřevnosti metanu a pohybuje se mezi $22 - 24 \text{ MJ/Nm}^3$. Může být proto náhradou za fosilní paliva. Navíc jde o palivo charakterizované "CO₂ - neutralitou", množství oxidu uhelnatého pohlcené při růstu organické hmoty se rovná množství, které je emitováno ve spalínách.

Zdrojem bioplynu je široké spektrum organických materiálů, které se hodí pro anaerobní kvašení. Například - dobytčí kejda nebo slamnatý hnůj, biologicky rozložitelný odpad ze separovaného komunálního sběru, kaly ze splaškových vod, použité organické tuky, biologické odpady z potravinářských výroben jako jsou pivovary, lihovary, výroba vína, ale i cukrovary a papírny. Pro anaerobní digesti je použitelná i tráva. Naopak - lignin obsažený v dřevní hmotě není vhodnou potravou pro metanogenní bakterie. Dřevo se tedy pro "mokrý procesy" anaerobního kvašení nepoužívá. Hořlavé plyny se z něj lépe získávají procesem rozkladu termického.

Bioplyn vzniká jako produkt metabolismu metanogenních bakterií. Proces může probíhat ve speciálních reaktorech bioplynových stanic, ve vyhnívacích nádržích čistíren odpadních vod, nebo přímo v tělesech skládek komunálního odpadu. Podmínkou průběhu procesu je nepřítomnost kyslíku, konstantní teplota a hodnota pH 6,5 až 7,5. Rozklad může probíhat při třech rozdílných teplotách - 15°C (chladnomilné organismy), 35°C (mezofilní organismy) a 55°C (termofilní organismy). Rozklad substrátu trvá přibližně 10 dnů pro termofilní, 25 - 30 dnů pro mezofilní a 90 - 120 dnů pro chladnomilné. V čistírnách odpadních vod se dlouhou dobu používaly systémy mezofilní. Kvůli hygienizaci vystupujícího kalu a zvýšení produkce bioplynu se v posledních letech stále více objevuje použití procesu termofilního. [8]

4.7.1 Výhody plynových elektráren

Právě pružnost plynových elektráren je jednou z jejich nejpřitažlivějších vlastností. Plynové elektrárny jsou vysoce flexibilním zdrojem, který je schopný stabilizovat elektrizační soustavu. Jejich provozem se vykrývají špičky ve spotřebě elektřiny (elektřinu nelze skladovat – výroba se v každém okamžiku musí rovnat její spotřebě). Tento zdroj může být připojen k síti za několik minut po spuštění a zhruba za čtvrt hodiny může být plynová turbina na plném výkonu. Rychlejší už jsou jen vodní elektrárny.

Také díky nejnižším investičním nákladům, krátké době realizace a vysoké tepelné účinnosti jsou plynové elektrárny výrazně zvýhodněny oproti ostatním zdrojům na fosilní paliva. Cenou za tyto přednosti je potřeba ušlechtilého a drahého paliva pro provoz spalovací turbíny. A samozřejmě také nutnost toto palivo dovážet. [10]

4.7.2 Vliv na životní prostředí

Spalování bioplynu má velmi pozitivní vlivy na životní prostředí, uvedme si nějaké příklady:

- řízená anaerobní fermentace zabezpečí jímání metanu a jeho energetické využití (zamezení úniku do atmosféry). Metan CH_4 (hlavní energetická složka bioplynu) vzniká i v přírodě při samovolném rozkladu organické hmoty. Přitom je velmi významným skleníkovým plynem ($1 \text{ t CH}_4 \approx 21 \text{ t CO}_2$)
- zamezení dalšího rozkladu, odstranění zápachu a hygienických rizik. Při samovolném rozkladu organické hmoty dochází ke značné emisi pachových látek a existují i hygienická rizika (mikroby, hmyz)
- bioplyn je obnovitelné palivo (potenciál se obnovuje přírodními procesy). Energetické využití bioplynu = bilance CO_2 neutrální
- vlastnosti fermentačního zbytku jsou velmi příznivé pro jeho využití v zemědělství - zachování hnojivého účinku, vazba dusíku na organické látky, velmi významná redukce choroboplodných zárodků a klíčivosti semen plevelů, atd.. [9]

5 VÝPOČET EMISÍ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ ELEKTRÁREN

V této praktické části bakalářské práce stanovíme emise z jednotlivých typů elektráren, jejich zneškodňování a výpočet emisí oxidu uhličitého při různých účinnostech elektráren. Dále se budeme zabývat problematikou radioaktivního odpadu a jeho bezpečným uložením.

Emise do ovzduší vypouští všechny elektrárny, ve kterých probíhá spalovací proces jakékoliv látky. Nejvíce odpadních látek vzniká z provozu kondenzačních elektráren. Tento fakt je dán především obrovským množstvím spáleného paliva, se kterým je spojené i velké množství chladicí vody a dalších surovin pro odsíření spalin. Vznikají odpady plynného, kapalného i pevného charakteru. Kvalita a kvantita vznikajících odpadů je závislá na kvalitě paliva. Velice nízké množství odpadů produkuje spalování zemního plynu. Některé topné oleje mají mírně vyšší obsah popelovin. Více popelovin obsahuje mazut a černé uhlí. Nejhuře je na tom v tomto žebříčku lignit a nekvalitní hnědé uhlí.

5.1 Pevné odpady parních elektráren a jejich zneškodňování

Popel ve formě škváry a strusky je odstraňován z prostoru ohniště většinou v aglomerované formě. Ve spalinách se vyskytuje určité množství poléťavého popela (popílku) v závislosti na použité technologii spalování. Z procesu odsíření odpadá velké množství tuhých odpadů, které jsou kvalitativně odlišné podle použité metody odsíření. Z nejběžněji používané mokré metody odpadá energosádovec. [11]

5.1.1 Odstranění popílku ze spalin a jeho využití

Nejčastěji se na odstranění tuhých částic ze spalin používají elektrostatické odlučovače. Alternativou k použití elektrostatických odlučovačů mohou být filtry s keramickými, teflonovými, skleněnými a kombinovanými vložkami nebo mokré odlučovače.

Odseparovaný popílek se dopravuje na odkaliště nebo plaveniště popílku hydraulickou cestou. Na odkališti popílek podléhá chemické přeměně a mění se jeho struktura a dochází k jevu podobnému tuhnutí cementu. Do vznikající struktury se váží těžké kovy a další škodliviny, které jsou takto fixovány do matrice a nedochází k jejich významnému vyluhování do vody. Odkaliště po naplnění své kapacity a odčerpání přebytečné vody mohou být rekultivovány.

Novější metodou je zapracování popílku do *aglomerátu*, *deponátu* či *stabilizátu*. Aglomerát vzniká přimísením asi 25 % vody k popílku a důkladným promícháním. Vzniklá látka je granulovaná, sypká, není prašná a nedochází k významnému vyluhování škodlivin. Deponát je směs vody, popílku příp. strusky a energosádovce. Deponát má opět velice dobrou odolnost proti vyluhování vodou. Světově nejvíce užívaným způsobem přepracování tuhých odpadů je výroba stabilizátu. Popílek, struska a produkt odsíření se promíchává s vodou za přídavku aditiva (nejčastěji vápna či cementu). Voda na výrobu stabilizátu může být i odpadní. Po zatvrdnutí dosahuje stabilizát vysokých pevností a nepodléhá vyluhování vodou. Jeho vlastnosti se přirovnávají k vlastnostem betonu.

Upravený popílek a škvára se mohou ukládat např. ve vyuhlených prostorech (ve kterých bylo vytěženo uhlí) povrchových lomů. Popílek se díky svým poculánovým vlastnostem může používat jako přísada k cementům nebo výrobu betonů. Společně se

škvárou mohou být přidávány do umělých kameniv (př. Lytag, Aardelite). Popílek nalezl uplatnění také jako plnohodnotná náplň filtrů pro čištění odpadních vod.

Stabilizát, deponát i aglomerát mohou být díky svým dobrým vlastnostem použity jako těsnící vrstvy při rekultivacích, zakládání a uzavírání skládek a stavbě méně namáhaných objektů.[11]

5.1.2 Využití energosádrovce

Z provozu mokré vápencové vypírky odpadá energosádrovec s vysokým obsahem síranu vápenatého (80 – 95 %). Pro snazší dopravu se energosádrovec briketuje. Může být využit při výrobě cementu, jako regulátor tuhnutí, na výrobu sádrokartonových desek apod. Energosádrovec, ačkoliv existují možnosti jeho využití jako druhotné suroviny, nemůže být využit v tak velkém měřítku v jakém vzniká. Proto jeho převážná část končí na skládkách, kde je ukládán bez využití jeho vlastností. [11]

5.1.3 Využití odpadů z polosuché metody odsíření

Polosuchá metoda produkuje směs síranu a siřičitanu vápenatého s příměsí nezreagovaného vápenného mléka. Možnost využití spočívá ve vyplnění výkopů, důlních prostor a nenáročných stavebních pracích. [11]

5.2 Plynné odpady z parních elektráren a jejich zneškodnění

Spalováním fosilních paliv se uvolňují především oxid siřičitý, oxidy dusíku a oxid uhelnatý. Produkce jmenovaných škodlivin se týká především spalování uhlí.

Pro odstranění oxidu siřičitého se používají metody odsíření. Odsiřovacích způsobů je několik. Do skupiny suchých metod se řadí aditivní vápencový způsob. K mokrým pak vápencová nebo magnezitová metoda. A v praxi je možno se setkat s polosuchou metodou. Oxidy dusíku se odstraňují v procesu denitrifikace. Emise chloru, fluoru a některých těžkých kovů se většinou odstraňují společně s výše jmenovanými oxidy. [11]

5.2.1 Odsíření

Principem suché metody je dávkování jemně mletého vápence (CaCO_3) ke spalovanému uhlí. V ohništi dochází ke spálení uhlí a reakci přímo s přítomným vápencem. Odsíření proběhne přímo v ohništi. Výhodou tohoto způsobu odstranění oxidu siřičitého jsou nízké investiční náklady, jednoduchost provedení a není třeba snižovat teplotu spalín. Bohužel výhody jsou vykoupeny nízkou účinností. Při použití 1,5 až 2 násobku stechiometrického množství vápence se dosahuje účinnosti 30 - 50 %. Větší účinnosti (85 - 95 %) se dosahuje pouze u fluidních ohnišť. Dávkovaný vápenec není většinou využit více jak z 50 %.

Polosuchý způsob je založen na rozstřikování vápenného mléka do horkých spalín. Rozstřikování vápenného mléka se provádí v absorbéru. Účinnost této metody se pohybuje v rozmezí 70 - 97 %. Dobře se odlučuje i část polétavého popílku (až 50 %) a emise chloru, fluoru a rtuti. Produktem odsíření je směs siřičitanu, síranu, uhličitanu a hydroxidu vápenatého. Nevýhodou je relativně vysoký nadbytek vápenného mléka a jeho vyšší cena oproti vápenci.

Mokré metody využívají buď vápenec nebo vápenné mléko. Metoda využívající vápenec je nejrozšířenějším způsobem odsíření, který se používá ve světě i v ČR. Spaliny jsou

zkrápěny ve sprchovém absorbéru. Hlavním produktem je síran vápenatý (CaSO_4). Účinnost metody se pohybuje v rozmezí 80 - 97 %.

Mokrý magnezitová metoda je regenerační a využívá oxidu hořečnatého. Vzniklý siřičitan hořečnatý je možno termicky rozkládat v redukční atmosféře na oxid siřičitý a hořečnatý. Metoda dosahuje účinnosti cca 90 % a je bezodpadová. Nevýhodou je její energetická náročnost a nutnost vysoké čistoty oxidu hořečnatého. Ve světě nenalezla významného uplatnění. [11]

5.2.2 Denitrifikace

Způsoby ovlivnění koncentrace oxidů dusíku v emisích jsou dvojího charakteru. Účinné jsou technické úpravy spalovacího zařízení. Ty spočívají v úpravě spalovací technologie, tzn. snížení teploty spalování (př. teploty kolem 700 – 800 °C), snížení koncentrace kyslíku, snížení doby zdržení paliva nebo spalování ve více stupních. Jmenované metody mají účinnost pohybující se v rozmezí mezi 40 - 80 %.

Druhou možností je selektivní katalytická redukce amoniakem. Katalyzátor je směsný, nejčastěji vanad a titan. Amoniak způsobuje redukci oxidů dusíku na plynný dusík. Proces dosahuje účinnosti 70 - 85 %. Nevýhodou je zanášení katalyzátoru těžkými kovy a udržení teploty spalin nad 220 °C, aby se neusazovaly amonné soli. [11]

5.2.3 Odstranění oxidu uhelnatého

K nejúčinnějším přístupům, které snižují emise oxidu uhelnatého patří technologická úprava spalování. Tím je myšleno dostatečné množství kyslíku, dostatečná doba zdržení v ohništi a vyšší teplota spalování (cca 850 °C). [11]

5.3 Kapalně odpady z parních elektráren a jejich zneškodňování

Z úpravy napájecí vody odpadají odpadní vody a kaly. Patří sem např. kaly z čiření surové vody a kaly ze srážení železitých a manganatých iontů. Odpadní vody vznikají z regenerace *ionexů* a z provozu chladicího okruhu. A velké množství odpadních kalů vzniká při hydraulické dopravě popílku na odkaliště. Ve strojovně může docházet k únikům mazadel, tuků a ropných látek.

Kyselé a zásadité vody z regenerace *ionexů* se neutralizují a jsou odváděny na ČOV, podobně jako další odpadní vody. Po vyčištění jsou vypouštěny do recipientu. [11]

5.4 Radioaktivní odpady z Jaderných elektráren

Radioaktivní odpady vznikají v jaderné energetice v podstatě v průběhu celého palivového cyklu - od vytěžení uranové rudy až po likvidaci elektrárny na konci její životnosti. Vyhořelé jaderné palivo představuje vysoce aktivní odpad, který je možné uložit nebo přepracovat na nové palivo. Při provozu jaderné elektrárny vznikají i nízkoaktivní a středně aktivní odpady. Principem zneškodnění radioaktivních odpadů (RaO) je jejich oddělení od biosféry takovým způsobem, aby po celou dobu jejich existence nemohlo dojít k ohrožení člověka a životního prostředí. Skladování použitého jaderného paliva je součástí koncové části palivového cyklu.

Účelem skladování je snížení zbytkového tepelného výkonu použitého paliva na míru potřebnou pro jeho další přepracování nebo definitivní uložení jaderného odpadu v hlubinném úložišti. Tomuto účelu odpovídá i požadavek na životnost kontejnerů minimálně 60 let. [12]

5.4.1 Odpovědnost za ukládání jaderných odpadů v ČR

Nakládání s radioaktivními odpady upravuje v ČR zákon č. 18/1997 Sb. ve znění pozdějších předpisů (atomový zákon). Radioaktivní odpad podléhá regulaci a dozoru Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (SÚJB). Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO), zřízená jako státní organizace na základě atomového zákona, je zodpovědná za bezpečné ukládání všech radioaktivních odpadů. Zřízení SÚRAO jsou prakticky realizovány státní garance za bezpečné ukládání radioaktivních odpadů.

Do odpovědnosti původce patří zejména krytí veškerých finančních nákladů spojených s nakládáním s radioaktivními odpady a jejich předání k uložení pouze ve formě, která odpovídá schváleným podmínkám přijatelnosti pro dané úložiště. [12]

5.4.2 Bezpečnost úložiště a ukládání jaderných odpadů

Zásadním požadavkem ve vztahu k životnímu prostředí a ochraně zdraví obyvatelstva je bezpečnost úložiště. Je zabezpečena vlastním řešením konstrukce úložiště a jeho provozováním podle předem stanovených režimů a podmínek. Bezpečnost úložiště je dále prověřována soustavou kontrolních mechanismů.

Rozhodnutím SÚJB o schválení Limitů a podmínek bezpečného provozu je omezena maximální aktivita vyhořelého paliva, které lze do úložiště uložit. Toto omezení má praktický význam pro bezpečnost zejména v daleké budoucnosti, kdy ani náhodné vniknutí do prostor úložiště nezpůsobí vážnější zdravotní újmu. Dnešní bezpečnost je potvrzována výsledky monitorování úložiště, důsledným dodržováním limitů a podmínek provozu, dodržováním podmínek přijatelnosti ze strany původce a jejich důslednou kontrolou při předávání odpadů k uložení Správou úložišť.

Izolace odpadů, jako základ ochrany životního prostředí, je zabezpečena pomocí aplikace multibariérových systémů úložiště radioaktivních odpadů, kde se uplatňují jak přírodní, tak inženýrské (uměle vytvořené) bariéry proti únikům uložených radioaktivních odpadů a šíření kontaminace radionuklidy. [12]

K nakládání s nízko a středně aktivním jaderným odpadem se v ČR využívá technologie lisování a bitumenace.

Technologie bitumenace, použitá na úpravu kapalných odpadů v obou českých jaderných elektrárnách, zaručuje produkt, který je v dlouhodobém horizontu stabilní a odolný účinkům radiace, vyznačuje se nízkou loužitelností a cca 2,5 násobnou redukcí objemu. Pevné radioaktivní odpady (RaO) pocházející z kontrolovaného pásma jaderných elektráren jsou tříděny podle svých charakteristických vlastností (tento způsob nakládání umožňuje průkaznější charakterizaci radionuklidů, kterými jsou odpady kontaminovány).

Odpady jsou skladovány a před konečnou úpravou se lisují do sudů o objemu 200 litrů. Konečná úprava probíhá kampaňovitě, sudy s předlisovaným odpadem jsou slisovány vysokotlakým lisem. Výlisky jsou umístěny do větších sudů (tzv. overpak o objemu 300 až 400 litrů) a takto ukládány do úložiště radioaktivních odpadů (ÚRAO). Výsledná redukce objemu je šestinásobná.

Vytříděná neaktivní část odpadů je zneškodněna konvenčními způsoby, jaké jsou obvykle používány v nakládání s neaktivními odpady.[13]

5.4.3 Úložiště jaderných odpadů v JE Dukovany

Upravené odpady jsou ukládány v ÚRAO v areálu JE Dukovany. Od roku 2002 zde probíhá ukládání jaderného odpadu z obou českých elektráren. Ke konci roku 2004 (po 20 letech provozu JE Dukovany a po čtyřech letech provozu JE Temelín) bylo zaplněno celkem 9 z celkového počtu 112 jímek o celkové kapacitě 55 000 m³.

V ÚRAO budou uloženy veškeré provozní radioaktivní odpady vzniklé za celou dobu provozu JE Dukovany a JE Temelín (v roce 1999 bylo toto úložiště jaderného odpadu předáno státu). V areálu jaderné elektrárny Dukovany je umístěn i sklad použitého paliva o kapacitě 600 t, který byl uveden do trvalého provozu v březnu 1997. V současné době je v této lokalitě připravována stavba dalšího skladu použitého paliva o kapacitě 1340 t. Tím bude zajištěna dostatečná skladovací kapacita pro veškeré použité palivo za 40 let provozu JE Dukovany.

Úložiště v areálu JE Dukovany je svým využitelným objemem 55 000 m³, který je rozdělen do 112 jímek, schopno pojmout radioaktivní odpady jak z provozu obou českých elektráren, tak odpadů vzniklých při jejich vyřazování. Recyklace odpadů, která má v době provozu jaderné elektrárny pouze omezené možnosti (např. kovový odpad z revizí zařízení, PE folie, regenerace odpadních vod uvnitř kontrolovaného pásma), nabude na významu zejména v období vyřazování zařízení z provozu. Materiály dekontaminované a po kontrole uvolněné do životního prostředí bude možné vrátit k jinému využití (kovový šrot, betony apod.). [13]

5.4.5 Hlubinné úložiště

Použité jaderné palivo a vysokoaktivní odpady mají společného jmenovatele - velmi dlouhou dobu, po kterou si uchovávají své nebezpečné vlastnosti. Proto jsou úložiště tohoto druhu jaderného odpadu situována do hlubinných geologických formací v hloubkách několika set metrů. Zahájení provozu hlubinného úložiště v podmínkách ČR se předpokládá okolo roku 2065. Do této doby bude použité jaderné palivo bezpečně skladováno v kontejnerech.

Finanční prostředky, určené ke krytí veškerých nákladů spojených se zneškodněním všech radioaktivních odpadů i použitého jaderného paliva, jsou v souladu s tzv. atomovým zákonem odváděny provozovateli jaderných zařízení na jaderný účet. Z jaderného účtu je financována činnost SÚRAO, které v souladu se svým posláním zabezpečuje ukládání radioaktivních odpadů a zabývá se přípravu výstavby a budoucího provozu úložiště použitého jaderného paliva. [13]

5.4.6 Záložní řešení: Skalka

I když vláda ČR potvrdila doporučení Ministerstva životního prostředí ČR stavět další sklady použitého jaderného paliva přednostně v lokalitách jaderných elektráren, záložní variantou skladování jaderného dopadu je vybudování centrálního skladu v lokalitě Skalka. Areál skladu se nachází v těsné blízkosti železniční tratě Tišnov-Žďár nad Sázavou na pravém břehu říčky Nedvědičky poblíž města Bystřice nad Pernštejnem v okrese Žďár nad Sázavou a zasahuje do katastrálních území obcí Věžná, Střítež a Bor, obec Sejřek. Leží v upravené výškové úrovni 407,0 m n. m. a zaujímá plochu cca 1,5 ha.

Podzemní stavba by měla být vyražena v severní části tektonicky stabilního masivu Pálená. Sklad by byl suchým kontejnerovým podzemním skladem, v jehož horizontálních tunelech by byly skladovány kovové transportně-skladovací kontejnery s použitým jaderným palivem. Projektové řešení skladu předpokládá umístění cca 2900 t paliva. Doprava do skladu by probíhala po železnici speciálním vagónem, vyhořelé palivo by bylo dopravováno v kontejnerech pro tento účel licencovaných SÚJB.[13]

5.5 Výpočet emisí oxidu uhličitého CO₂

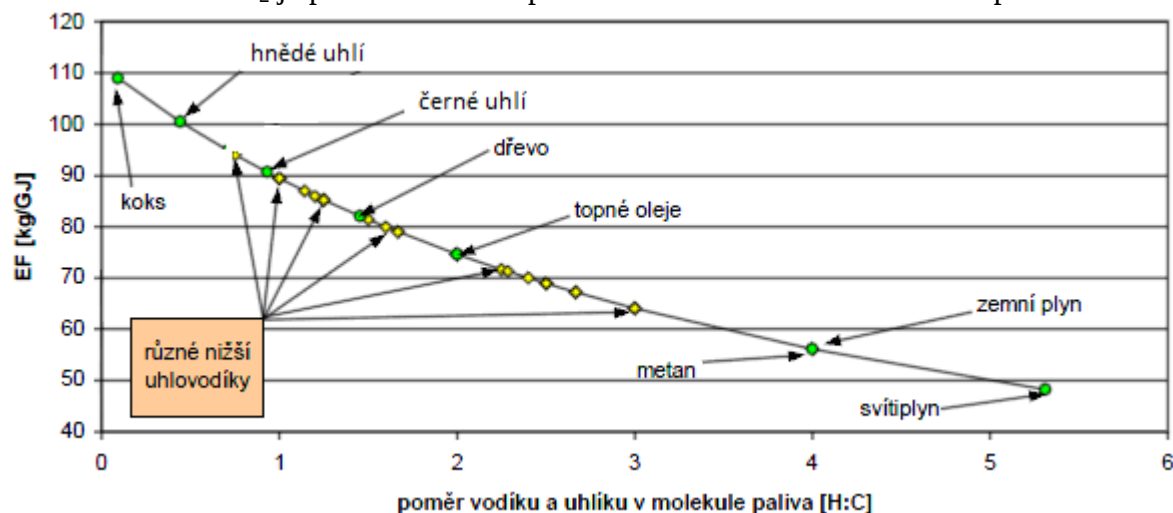
Jedním ze způsobu výpočtu emisí oxidu uhličitého je výpočet pomocí emisních faktorů. Provádíme ho tak, že vyrobenou energii vynásobíme emisním faktorem spalovaného materiálu a přes účinnost elektrárny vypočteme emise oxidu uhličitého. U nespecifikovaných spalovaných materiálů jsme počítali s průměrnou hodnotou ze známých emisních faktorů.

5.5.1 Emisní faktory oxidu uhličitého CO₂

Druh paliva	Emisní faktor
Hnědé uhlí	360 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Černé uhlí	330 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Těžký topný olej	270 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Lehký topný olej	260 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Zemní plyn	200 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Svítiplyn	170 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Pevná paliva	345 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Kapalná paliva	265 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Bez specifikace paliva	265 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Bioplyn	0 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva
Biomasa	0 t CO ₂ /GWh výhřevnosti paliva

Tab. 6 - Emisní faktory oxidu uhličitého [14]

Množství emisí CO₂ je přímo závislé na poměru uhlíku a vodíku v molekule paliva:



Obr. 12 – Emisní faktor CO₂ v závislosti na typu paliva [20]

Z veřejně přístupných materiálů ERÚ jsem sestavil tabulky brutto výroby elektrické energie a emisí oxidu uhličitého CO₂, pro různé účinnosti elektráren, podle spalovaného paliva za roky 2005 – 2009. Tabulky jsme rozdělili na parní elektrárny a paroplynové + plynové a spalovací elektrárny.

Emise oxidu uhličitého z PE jsme počítali pro dvě celkové účinnosti elektrárny 25% (pesimistická volba) a 33% (optimistická volba). Emise oxidu uhličitého z PPE+PSE pro účinnosti 40% a 50%.

5.5.2 Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ v PE, PPE + PSE za rok 2005

Typ elektrárny		Výroba [GWh]	Emise CO ₂ [t] při η=25%	Emise CO ₂ [t] při η=33%
PE		52 137,2	72415010	54854370
	spalováním ČU	6 382,0	8424240	6381362
	spalováním HU	43 480,4	62611776	47428420
	spalováním biomasy	552,3	0	0
	spalováním LTO	236,4	273936	207507
	spalováním ZP	313,1	250480	189739
	spalováním svítiplynu	1 053,9	716652	542864
	spalováním pevných paliv	36,5	50370	38155
	spalováním kapalných paliv	75,0	79500	60221
	bez specifikace paliva	7,6	8056	6102
			Emise CO ₂ [t] při η=40%	Emise CO ₂ [t] při η=50%
PPE + PSE		2 622,5	1159310	927448
	spalováním LTO	0,3	195	156
	spalováním ZP	784,0	392000	313600
	spalováním bioplynu	42,5	0	0
	spalováním svítiplynu	1 779,1	756118	604894
	bez specifikace paliva	16,6	10998	8798

Tab. 7 - Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ z PE, PPE + PSE za rok 2005

5.5.3 Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ v PE, PPE + PSE za rok 2006

Typ elektrárny		Výroba [GWh]	Emise CO ₂ [t] při η=25%	Emise CO ₂ [t] při η=33%
PE		52 395,4	72447176	54878736
	spalováním ČU	6 820,1	9002532	6819418
	spalováním HU	43 134,6	62113824	47051222
	spalováním biomasy	728,5	0	0
	spalováním LTO	211,2	219648	166383
	spalováním ZP	342,2	273760	207373
	spalováním svítiplynu	1 063,0	722840	547551
	spalováním pevných paliv	40,7	56166	42546
	spalováním kapalných paliv	50,1	53106	40228
	bez specifikace paliva	5,0	5300	4015
			Emise CO ₂ [t] při η=40%	Emise CO ₂ [t] při η=50%
PPE + PSE		2 480,0	1114273	891418
	spalováním LTO	3,7	2405	1924
	spalováním ZP	653,4	326700	261360
	spalováním bioplynu	6,8	0	0
	spalováním svítiplynu	1 760,0	748000	598400
	bez specifikace paliva	56,1	37168	29734

Tab. 8 - Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ z PE, PPE + PSE za rok 2006

5.5.4 Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ v PE, PPE + PSE za rok 2007

Typ elektrárny		Výroba [GWh]	Emise CO ₂ [t] při η=25%	Emise CO ₂ [t] při η=33%
PE		56 728,2	83000622	62872971
	spalováním ČU	7 846,3	10357116	7845515
	spalováním HU	46 200,8	66529152	50395833
	spalováním biomasy	985,2	0	0
	spalováním LTO	174,5	181480	137471
	spalováním ZP	338,8	271040	205313
	spalováním svítiplynu	1 119,8	761464	576809
	spalováním pevných paliv	35,3	4871220	3689949
	spalováním kapalných paliv	22,1	23426	17745
	bez specifikace paliva	5,4	5724	4336
			Emise CO ₂ [t] při η=40%	Emise CO ₂ [t] při η=50%
PPE + PSE		2 472,9	1109668	887734
	spalováním LTO	0,8	520	416
	spalováním ZP	637,7	318850	255080
	spalováním bioplynu	6,9	0	0
	spalováním svítiplynu	1 770,2	752335	601868
	bez specifikace paliva	57,3	37963	30370

Tab. 9 - Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ z PE, PPE + PSE za rok 2007

5.5.5 Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ v PE, PPE + PSE za rok 2008

Typ elektrárny		Výroba [GWh]	Emise CO ₂ [t] při η=25%	Emise CO ₂ [t] při η=33%
PE		51 218,8	70124618	53119399
	spalováním ČU	6 110,9	8066388	6110289
	spalováním HU	42 212,0	60785280	46044850
	spalováním biomasy	1226	0	0
	spalováním LTO	187,5	195000	147713
	spalováním ZP	375,7	300560	227674
	spalováním svítiplynu	1 067,2	725696	549715
	spalováním pevných paliv	30,7	42366	32092
	spalováním kapalných paliv	5,4	5724	4336
	bez specifikace paliva	3,4	3604	2730
			Emise CO ₂ [t] při η=40%	Emise CO ₂ [t] při η=50%
PPE +PSE		3 112,7	1338693	1070954
	Spalováním biomasy	5,2	0	0
	spalováním LTO	0,4	260	208
	spalováním ZP	700,1	350050	280040
	spalováním bioplynu	131,7	0	0
	spalováním svítiplynu	2 185,0	928625	742900
	bez specifikace paliva	90,2	59758	47806

Tab. 10 - Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ PE, PPE + PSE za rok 2008

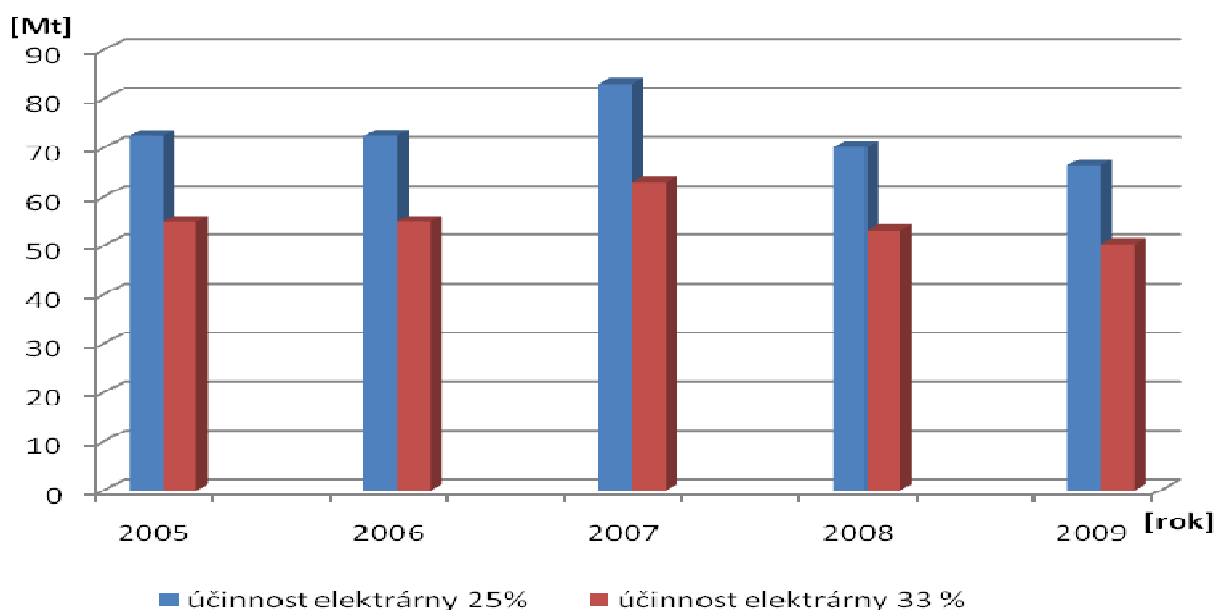
5.5.6 Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ v PE, PPE + PSE za rok 2009

Typ elektrárny		Výroba [GWh]	Emise CO ₂ [t] při η=25%	Emise CO ₂ [t] při η=33%
PE		48 457,4	66392462	50292289
	spalováním ČU	5 310,8	7010256	5310269
	spalováním HU	40 361,6	58120704	44026433
	spalováním biomasy	1429,1	0	0
	spalováním LTO	164,1	170664	129278
	spalováním ZP	359,4	287520	217796
	spalováním bioplynu	0,2	0	0
	spalováním svítiplynu	762,9	518772	392970
	spalováním pevných paliv	164,1	226458	171542
	spalováním kapalných paliv	31,3	33178	25132
	bez specifikace paliva	23,5	24910	18869
			Emise CO ₂ [t] při η=40%	Emise CO ₂ [t] při η=50%
PPE +PSE		3 225,2	1287068	1029654
	spalováním biomasy	7,7	0	0
	Spalováním LTO	0,7	455	364
	spalováním ZP	701,9	350950	280760
	spalováním bioplynu	325,3	0	0
	spalováním svítiplynu	2 168,2	921485	737188
	bez specifikace paliva	21,4	14178	11342

Tab. 11 - Výroba elektřiny brutto a emise CO₂ z PE, PPE + PSE za rok 2009

5.5.7 Emise oxidu uhličitého z PE

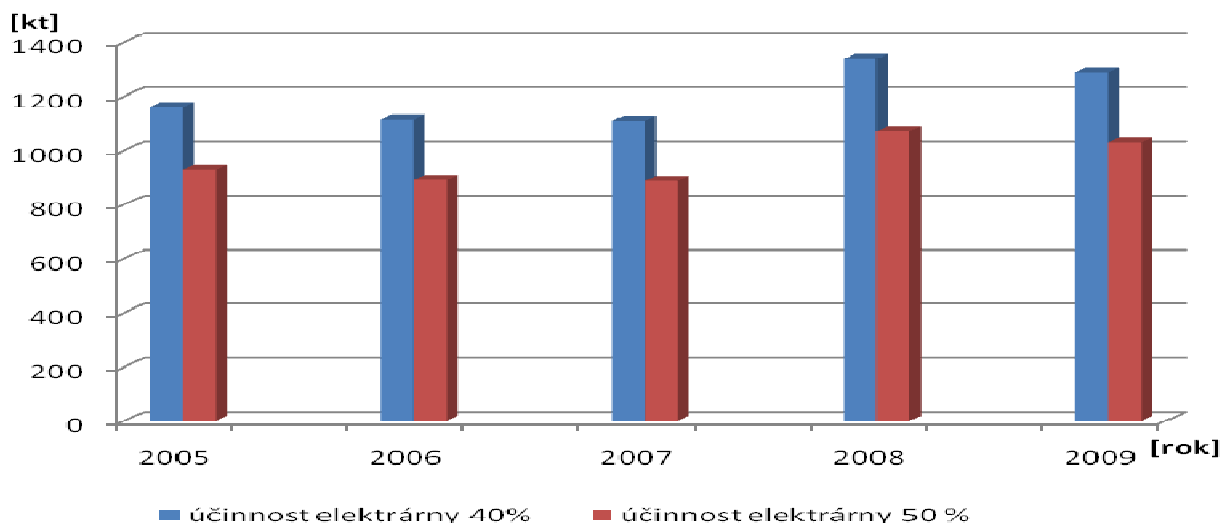
Z grafu je patrné, že množství emisí oxidu uhličitého jsou přímo úměrné výrobě elektrické energie v těchto elektrárnách. Výroba v těchto elektrárnách je spíše stagnující a proto emise oxidu uhličitého z těchto vyroben mírně klesá. Dále vidíme, jak je u elektráren důležitá účinnost přeměny paliva na elektrickou energii. Při účinnosti 25% jsou emise oxidu uhličitého téměř o 20 milionů tun větší než u účinnosti 33%



Obr. 13 – Emise oxidu uhličitého při různých účinnostech PE

5.5.8 Emise oxidu uhličitého z PPE+PSE

Vidíme, že množství emisí oxidu uhličitého vyprodukované těmito elektrárnami je mnohonásobně menší než u PE, je to tím, že se v těchto elektrárnách zdaleka nevyrábí tolik elektrické energie i když se v posledních letech výroba v těchto elektrárnách zvyšuje. To je patrné i z grafu, kde mají emise oxidu uhličitého stoupající tendenci. Dalším faktorem, který má pozitivní vliv na množství emisí je dvakrát lepší účinnost těchto elektráren.



Obr. 14 – Emise oxidu uhličitého při různých účinnostech PPE+PSE

5.6 Možnosti snížení emisí oxidu uhličitého z výroby elektrické energie

Česká republika se v prosinci 2008 v Poznani připojila k závazku Evropské unie aktivně přispět k 30% snížení emisí oxidu uhličitého (CO₂) do roku 2020. Jde o závazek pro rozumně uvažující občany bezesporu vítaný; na druhé straně si všichni uvědomujeme, že jeho plnění nebude zadarmo. Existuje řada cest, jak úmluvu splnit (případně i nesplnit) a nás, občany, jistě budou zajímat právě ty scénáře, které nás budou stát, pokud možno, co nejméně.

Nejpřirozenějším způsobem snižování emisí CO₂ jsou úspory energie. Zde vykazuje nejvyšší potenciál úspor vytápění budov. Dobře zateplená budova poskytuje vyšší komfort bydlení než běžná za podstatně nižších nákladů na vytápění (v případě pasivních domů jde o snížení blížící se 90%). Bohužel povědomí o nízkoenergetickém stavitelství je stále velmi chabé, 90% nově stavěných budov nedosahuje nízkoenergetického standardu a ani pro nově zateplované budovy (např. panelové domy) toto číslo není zatím lepší. Jednoznačně vinu nesou poskytovatelé dotací, kteří vztáhli podmínky přidělení dotace na příliš nízkou úroveň zateplení, a tak dnes máme mnoho budov „polozateplených“, u nichž není další zateplování rentabilní. Značný díl viny na tomto stavu nese i nevhodně standardizovaný postup energetického auditu i samotní energetičtí auditoři, kteří tyto projekty „odborně“ zašitili. Bohužel, zatím nevznikl pilotní projekt pro celkovou rekonstrukci panelového domu, z něhož by mohly další projekty vycházet. Úroveň zateplení budov sice postupně roste, na druhé straně roste i počet budov a jejich vytápěná plocha, a tak se v konečném efektu celková spotřeba energie na vytápění budov nebude příliš snižovat. To stejné platí i o spotřebě elektřiny v budovách. Spotřebiče jsou sice úspornější, ale jejich počet stále roste, takže je v konečném efektu třeba počítat spíše s nárůstem spotřeby elektřiny. Je tedy třeba klást důraz na snižování energetické náročnosti provozu budov, aby alespoň nedocházelo k nárůstu celkové spotřeby energie. Podobná situace jako u budov zřejmě nastane i s energetickými

nároky na dopravu. Jistěže auta budou stále úspornější, ale bude jich na silnicích přibývat. Stejně tak budou i letadla úspornější, ale bude přibývat letů. Opět bude zřejmě úspěchem, pokud celkové množství energie potřebné k zajištění dopravy do roku 2020 nevzroste. A stejný závěr asi budeme moci udělat i o průmyslu. Jestliže shrneme úvahy o úsporách do jediné věty, můžeme konstatovat, že úspory jsou nezbytné pro udržení současné úrovně celkové spotřeby energie a jakékoli její snížení bude úspěchem.

Vážně se uvažuje o technologiích zkapalňování biomasy na motorová biopaliva druhé generace. Podle ZNOK bude na výrobu 1 kg motorového biopaliva druhé generace potřeba asi 5 kg biomasy, takže při výrobě dojde ke značné ztrátě energetického obsahu mezi vstupem a výstupem. Také nelze předpokládat, že technologie na výrobu nových biopaliv bude jednoduchá a těžko lze očekávat hustou síť malých výrobních závodů. Pokud se tato myšlenka z nějakých důvodů přece jen prosadí, bude nutné svázat biomasu z velkých vzdáleností do velkých závodů. Máme-li biomasou šetřit ropu, pak je mnohem výhodnější nahradit biomasou zemní plyn v místních zdrojích tepla a ušetřený zemní plyn použít k pohonu automobilů. Tak nedojde k žádné ztrátě energetického obsahu biomasy, snížení emisí CO₂ bude několikanásobně vyšší a technologie jsou již dnes k dispozici. Pohon automobilů stlačeným zemním plynem se v praxi postupně prosazuje a vytopen na biomasu přibývá. Z tohoto pohledu se jeví zavádění povinného přimíchávání biosložek (ať první či druhé generace) do motorových paliv nesmyslným a neefektivním rozhodnutím, které navíc vede ke zdražení pohonných hmot. Pokud se tedy ustoupí od povinného přimíchávání biosložek do motorových paliv a potenciál biomasy využijeme optimálně, lze docílit potřebného snížení produkce emisí CO₂ ve výši 15 mil. tun, aniž bychom to v peněženice jakkoli pocítili.

Ostatní obnovitelné zdroje energie mají podstatně menší šanci výrazně snížit emise CO₂. Potenciál vodních toků je prakticky vyčerpán, pro užití větrné energie je u nás málo vhodných míst a využití fotovoltaiky brání extrémně vysoká pořizovací cena elektráren. Je zřejmé, že těchto zdrojů bude postupně přibývat. Nemělo by to však být z důvodu získání významného podílu na snižování emisí CO₂, ale z důvodu praktického vyzkoušení výsledků výzkumu a vývoje. O případném masivním nasazení těchto jednotlivých obnovitelných zdrojů by měla rozhodnout jejich efektivita a nikoli politická rozhodnutí. O zatím zcela nepřijatelné ceně fotovoltaických (FV) elektráren svědčí následující příklad. Kdybychom chtěli roční produkci 13 TWh z JE Dukovany nahradit FV elektrárnami, museli bychom při současných cenách povinných výkupů zaplatit v průběhu příštích dvaceti let 3 biliony, tedy 3000 miliard Kč (to je 300 tisíc Kč na hlavu). Pokud bychom tyto FV elektrárny dnes nechali vybudovat za své peníze, přijdou nás na 1,5 bilionu, tedy 1500 miliard Kč. Stavba nové JE velikosti JE Dukovany vyjde na jednu desetinu! Bohužel, jak se zatím zdá, ani potenciál zlevňování FV elektráren není příliš velký. Dnes cena samotných FV článků (křemíkových destiček dávajících při osvětlení elektrický proud) představuje 50 % ceny FV panelů a náklady na FV panely představují 60 % ceny celé FV elektrárny postavené na klíč. FV články, u nichž lze očekávat rychlý pokles ceny díky intenzivnímu výzkumu, tedy představují jen 30 % ceny elektrárny. Lze tedy těžko očekávat, že do roku 2020 klesnou ceny instalací FV elektráren byť jen na polovinu. Podporovat masivní rozvoj FV elektráren povinnými výkupy za astronomické ceny lze tedy považovat za nehorázné plýtvání penězi nás všech a je mu třeba co nejrychleji zamezit.

Existuje ještě řada dalších cenově příznivých opatření, která vedou ke snížení emisí CO₂. Je to třeba nahrazování plynových kotlů kogeneračními jednotkami. Zde je vhodné zmínit také nahrazování centrálních plynových vytopen plynovými kondenzačními kotli umístěnými přímo ve vytápěných budovách. Pak nedochází ke ztrátám tepla v podzemních rozvodech, což je velmi podstatné u dobře zateplených domů. Žádá to provést důkladné analýzy a realizovat několik pilotních projektů, které tyto analýzy prověří. Bohužel se zdá, že

překážkou tomuto trendu, umožňujícimu v řadě případů snížit náklady na topení i emise CO₂ na méně než polovinu, jsou vazby místních zastupitelů s centrálními zásobovateli tepla. Žijeme v době, kdy již nevystačíme pouze s deklarativním přijímáním závazků, ale budeme muset opravdu se snižováním emisí CO₂ začít. Podstatné snížení se, doufejme, podaří docílit dostavbou JETE, zbylou část však musíme dosáhnout úsporami v kombinaci s obnovitelnými zdroji energie. Tady je potřeba rychle přehodnotit nesmyslné systémy podpory FV elektráren a přimíchávání biosložek do motorových paliv. Pokud by se totiž FV elektrárny a biosložky rozmohly ve větším měřítku, vedlo by to k vytahování značných sum z kapes občanů bez významného vlivu na snížení emisí CO₂. To by zřejmě u většiny lidí vyvolalo odpor vůči plnění závazků ke snížení emisí CO₂. Samotný fakt, že takové systémy podpory byly u nás zavedeny, svědčí o tom, že politikové nejsou sami schopni ordinovat efektivní opatření pro snižování emisí CO₂ a tuto úlohu by měly převzít buď jednoduché ekonomické nástroje (jako je zavedení uhlíkové daně zpětně rozdělené lidem) nebo týmy expertů (bohužel ZNOK neobsahuje ekonomická hodnocení možných variant a tím výrazně klesá její použitelnost pro kvalifikovaná politická rozhodnutí). Zatím se toho (kromě stavebnictví) naštěstí příliš nepokazilo a je pořád možnost vydat se správným směrem. Snad stále ještě platí, že naděje umírá poslední. [17]

6 PŘEDPOKLÁDANÝ ROZVOJ ZDROJŮ S OHLEDEM NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Podle statistických údajů Česká republika zatím vyrábí více elektřiny, než spotřebuje. Ne však na dlouho. Z jakých zdrojů budeme v budoucnu vyrábět elektřinu? Státní energetická koncepce počítá s dostavbou jaderných elektráren i prolomením územně ekologických limitů těžby uhlí. A co obnovitelné zdroje energie?

6.1 Podíly na výrobě elektřiny a spotřebě energetických zdrojů

Podíly na výrobě elektřiny	2000	2005	2030
Tuhá paliva:	70,5%	55,5%	36,8%
HU	58,4%	48,9%	31,9%
ČU	12,1%	6,6%	4,9%
Plynná paliva:	6,4%	4,7%	7,2%
Kapalná paliva:	2,2%	1,1%	0,4%
Jaderné palivo:	18,4%	33,3%	38,6%
Obnovitelné zdroje:	2,3%	5,3%	16,9%

Tab. 12 - Podíl na výrobě elektřiny [15]

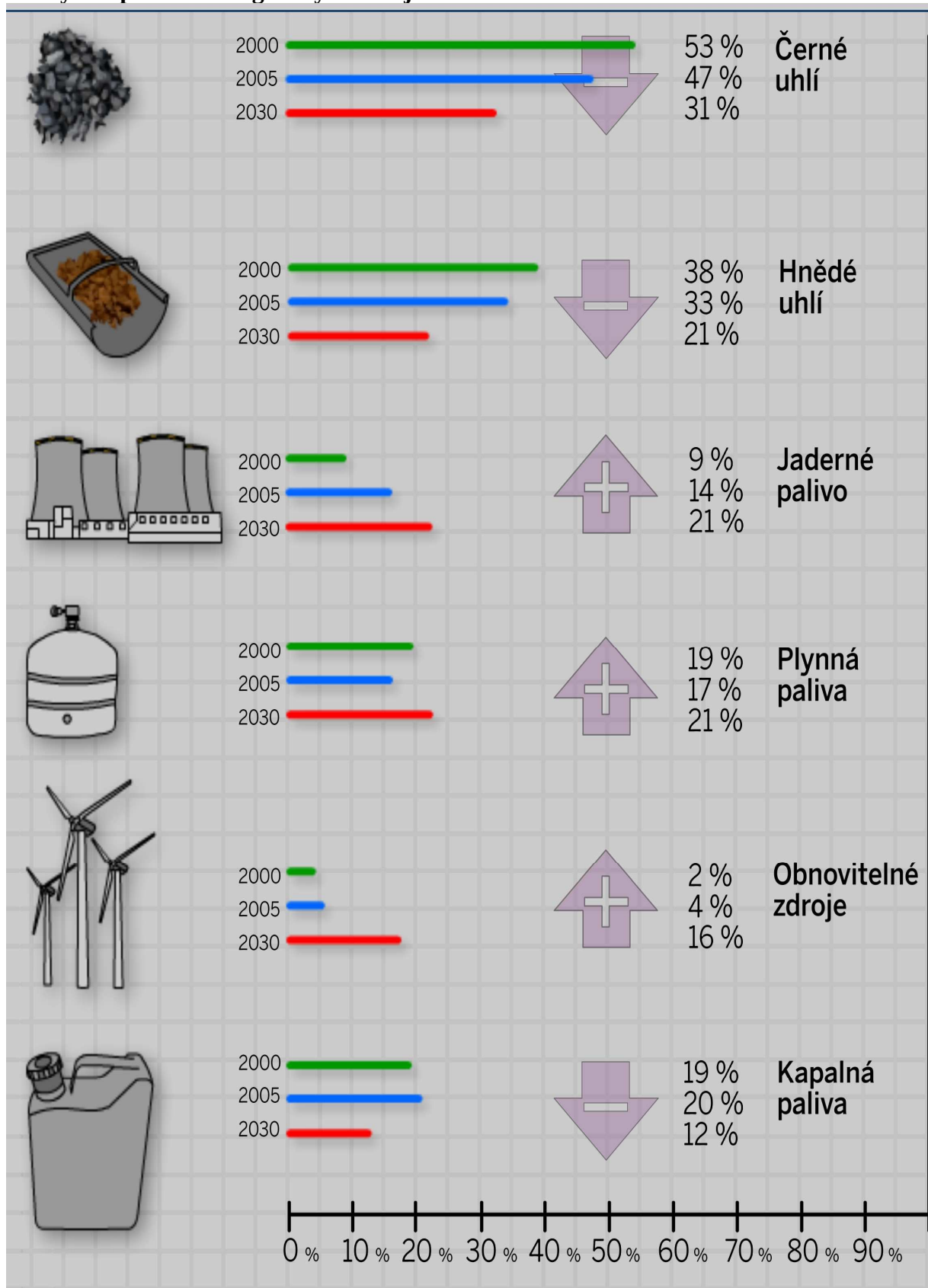
V tabulce vidíme, že v budoucnu by měl klesnout podíl tuhých paliv na výrobě elektřiny na polovinu. Naopak dvakrát by se měl do roku 2030 zvýšit podíl na výrobě elektřiny a velmi by měl narůst podíl obnovitelných zdrojů.

Podíly na spotřebě energetických zdrojů	2000	2005	2030
Tuhá paliva:	52,4%	42,5%	30,5%
HU	36,6%	29,3%	20,8%
ČU	15,8%	13,2%	9,7%
Plynná paliva:	18,9%	21,6%	20,6%
Kapalná paliva:	18,6%	15,7%	11,9%
Jaderné palivo:	8,9%	16,5%	20,9%
Obnovitelné zdroje:	2,6%	5,4%	15,7%

Tab. 13 - Struktura spotřeby primárních zdrojů energie [15]

Z tabulky a následujícího obrázku vidíme, že podíly na spotřebě energetických zdrojů budou i v budoucnu mít největší tuhá paliva i když už ne tak výrazný. Také by se měl podstatně snížit podíl kapalných paliv. Měl by velmi vzrůst podíl jaderného paliva a obnovitelných zdrojů. Podíl plyných paliv by měl být i do budoucna téměř konstantní.

Podíly na spotřebě energetických zdrojů



Obr. 15- Podíly na spotřebě energetických zdrojů [19]

6.2 Jaderná energetika

Státní energetická koncepce prezentuje jadernou energetiku jako jeden z pilířů výroby elektřiny v ČR. Stanovuje následující cíle:

- vytvořit podmínky pro prodloužení životnosti existujících jaderných bloků na 50 až 60 let,
- podpořit a urychlit proces projednávání výstavby nových jaderných bloků včetně nezbytných kroků mezinárodního projednávání,
- posuzovat výběr použité technologie v nových jaderných zdrojích podle kritéria maximální energetické bezpečnosti a diverzifikace dodávek,
- zajistit dostatečné zásoby jaderného paliva, které umožní bezpečný provoz v případech krizových situací v dodávkách paliva,
- zajistit legislativní a administrativní podmínky pro bezpečný a dlouhodobý provoz úložišť radioaktivního odpadu,
- zvážit možnost vytvoření strategických zásob uranového koncentrátu

Dokument vychází z aktuální situace v oblasti jaderných elektráren v ČR. Zohledňuje zvyšování výkonu stávajících bloků a program prodloužování životnosti elektrárny Dukovany a proces mezinárodního posuzování vlivu na životní prostředí nového jaderného zdroje (Temelín 3 a 4) a rovněž možný následující proces výběru potenciálního dodavatele.

Státní energetická koncepce rovněž reaguje na výtky kritiků jaderného programu ohledně závislosti ČR na nákupu jaderného paliva v zahraničí (zásoby paliva příp. uranového koncentrátu) a stanovuje základní směr řešení problematiky konce palivového cyklu (úložiště radioaktivního odpadu). [16]

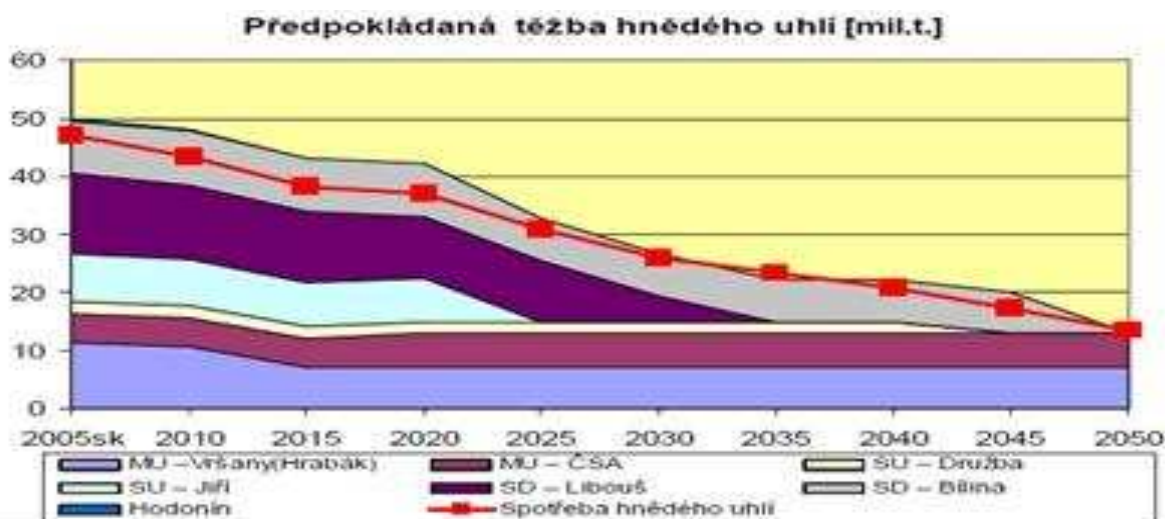
6.3 Těžba hnědého uhlí

Realitu v oblasti centrálního zásobování teplem však nelze vymazat pouhou politickou proklamací. Od vyhlášení limitů v roce 1991 uplynulo necelých dvacet let a kostlivec neřešeného problému českého teplárenství vypadl ze skříně.

Skutečností je, že k náhradě cca 12 mil. tun hnědého uhlí využívaného v teplárnách by bylo třeba cca 17 mil. tun biomasy, což je zhruba jedenáctinásobek stávající produkce, resp. cca 5,2 mld. m³ zemního plynu, které nejsou v současnosti smluvně pokryty. Nehledě na to, že u některých zdrojů by bylo nutné vybudovat nové přípojky zemního plynu na značné vzdálenosti.

Ve Státní energetické koncepci je konstatováno, že k zásadnímu omezení dodávek uhlí pro teplárenství dojde v případě nezměněného postoje k územním limitům těžby již po roce 2012. Neboli předkládaná energetická koncepce doporučuje zachovat těžbu uhlí pro teplárenství i za stávající územně ekologické limity.

Nezbývá než konstatovat, že ruku v ruce s definováním „navždy nepřekročitelných“ územně ekologických limitů těžby hnědého uhlí v ČR musí být předložen realistický návrh řešení problému technicky a ekonomicky dostupného náhradního paliva pro české teplárenství. K tomuto prozatím nedošlo a rok 2012 se nebezpečně blíží. [16]



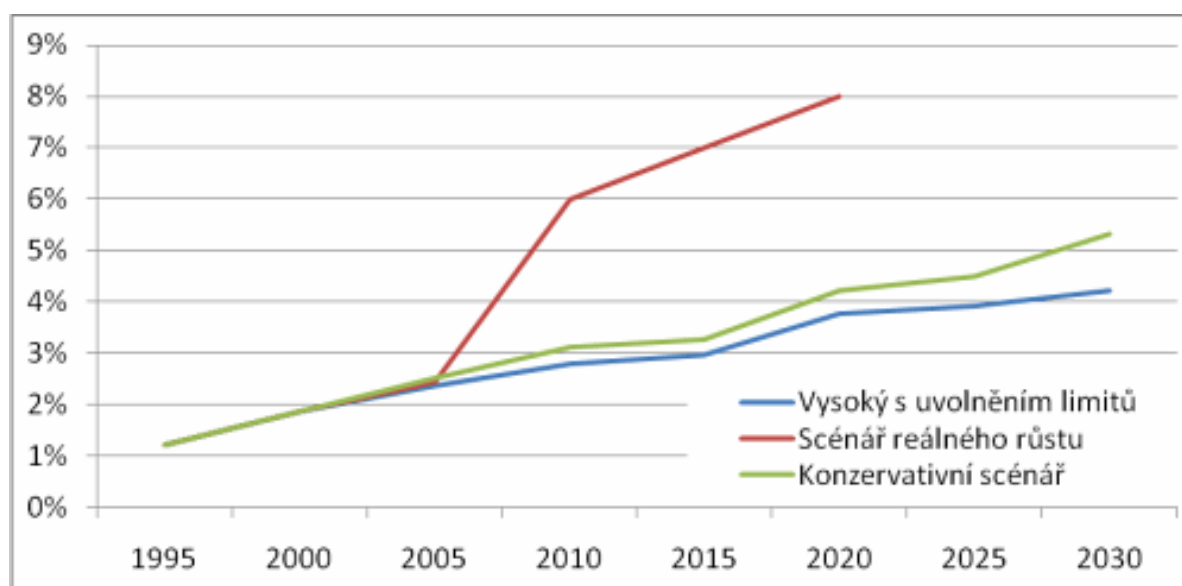
Obr. 16 - Předpokládaná těžba hnědého uhlí včetně využití části zásob za územními ekologickými limity.
Zdroj: SEK - MPO, 2009 [16]

Na obrázku je patrné, že těžba hnědého uhlí by měla v následujících letech značně klesat. To je dobré nejen z hlediska uchování zásob, ale i z hlediska podstatného snížení emisí do životního prostředí.

6.4 Obnovitelné zdroje

Aktuální Státní energetická koncepce (SEK2004) byla schválena vládou v roce 2004; za její vypracování i realizaci odpovídá MPO. V koncepci je potvrzen národní cíl dosáhnout v roce 2010 podílu výroby elektřiny z OZE na její hrubé spotřebě ve výši 8 %, který vyplývá ze směrnice 2001/77/ES. Nicméně již v roce 2006 MPO konstatovalo, že indikativní cíl s vysokou pravděpodobností splněn nebude, což je pravda. [15]

Scénář rozvoje obnovitelných zdrojů ukazuje obr. 14. Je zde znázorněn předpokládaný podíl obnovitelných zdrojů energie ve třech křivkách: konzervativní scénář, scénář reálného růstu a vysoký scénář s uvolněním limitů.



Obr. 17 - Podíl obnovitelných zdrojů energie na tuzemské spotřebě PEZ podle různých scénářů [15]

6.4.1 Vodní energetika

Malé vodní elektrárny v ČR vyrobí ročně v průměru 964 GWh elektřiny, velké, včetně přečerpávacích, 2292 GWh. Výstavba dalších velkých vodních elektráren je nereálná. Celkový instalovaný výkon všech vodních elektráren v ČR představoval v roce 2006 2 175 MW_e. U malých vodních elektráren se v roce 2010 počítá s dosažením 1140 GWh výroby. Současný evropský trend výstavby vodních elektráren oproti předpokladům uvedeným v Bílé knize o obnovitelných zdrojích v EU zaostává. [18]

6.4.2 Větrná energetika

V případě větrné energetiky jsme na počátku jejího rozvoje. I když jsme v první polovině 90. let měli naději patřit mezi perspektivní výrobce, postupně jsme tuto pozici ztratili. V současné době pracují větrné elektrárny na 50 lokalitách, jejich celkový instalovaný výkon představuje 43,5 MW_e. [18]

6.4.3 Biomasa

V biomase je u nás současná výroba elektřiny 223 GWh ročně. U tohoto zdroje se počítá s největším nárůstem (v roce 2010 se má vyrobit 2200 GWh elektřiny). V EU byl u elektřiny předpoklad zvýšení ze současných 22 TWh na 230 TWh, čemuž odpovídá zvýšení podílu z necelého 1 na 8 % očekávané celkové výroby elektřiny v roce 2010.

U biomasy je předpoklad, že objem výroby 2,2 TWh není utopií. Srovnatelná elektrizační soustava, jako je např. finská se současnou výrobou 70 TWh, vyrábí z biomasy 8,6 TWh a nizozemská soustava s celkovou výrobou 89 TWh má již dnes také potenciál 3,2 TWh elektřiny vyrobené z biomasy. [18]

6.4.4 Sluneční elektrárny a geotermální energetika

U fotovoltaiky, která zaznamenává mohutný rozvoj, se v roce 2010 předpokládá výroba 15 GWh elektřiny. V EU se počítalo s nárůstem výkonu z 30 GW na 3000 GW a u výroby z 0,03 TWh na 3 TWh (podíl 0,1 % očekávané celkové výroby elektřiny v roce 2010). Skutečný vývoj je pomalejší, ale nabírá na tempu. Roční výroba v případě slunečních elektráren představuje 0,2 GWh. [18]

7 ZÁVĚR

V současné době se dá říci, že energetika ČR je stabilizovaná a soběstačná. Instalovaný výkon na našem území je přes 17 GW a ve složení instalovaného výkonu dominují dva základní typy elektráren (uhelné a jaderné). Tyto dva typy elektráren mají podíl více než 90% na ročním množství vyrobené energie u nás. Hlavním výrobcem elektrické energie v ČR je společnost ČEZ, která u nás vyrobí téměř 61 000 GWh. Ostatní výrobci elektrické energie vyrobí něco přes 22 000 GWh. Instalovaný výkon při výrobě elektřiny ES ČR je rozložen takto: největší instalovaný výkon při výrobě elektrické energie je v parních elektrárnách - 60%, 21% instalovaného výkonu je v jaderných elektrárnách, 13% je pak instalováno ve vodních elektrárnách, ale tento výkon se u nás kvůli plnému využití vodních toků zvyšovat nemůže. 5% výkonu je pak v paroplynových a spalovacích elektrárnách. Jen jedno procento instalovaného výkonu je ve větrných elektrárnách a desetiny procenta v elektrárnách slunečních. Česká Republika má v posledních letech větší export než import elektřiny. To je způsobeno výkonovými přebytky v ES, potřebu nasazení regulujících bloků do provozu a podnikatelskou strategií ČEZ, a. s.

Nejnepříznivější vliv na životní prostředí a člověka mají parní elektrárny, které při výrobě elektrické energie vylučují nejvíce emisí (pevné, kapalné i plynné odpady). Do budoucna by se měla jejich výroba omezit, ale i tak se bez nich do budoucna neobejdeme. U jaderných elektráren nás nejvíce zajímá bezpečné ukládání radioaktivního odpadu. Jinak jaderné elektrárny neprodukují žádné jiné emise, protože u nich nedochází ke spalovacímu procesu, jak je tomu u parních elektráren. Elektrárny spalující biomasu mají produkci CO_2 neutrální, protože množství tohoto plynu uvolněné do ovzduší spalováním je přibližně stejné jako to, které je zpětně vázáno do rostlin v zemědělských a lesních porostech nebo na tzv. energetických plantážích. Obnovitelné zdroje jsou k životnímu prostředí ze všech vyroben elektrické energie nejšetrnější. Neprodukují plynné nebo tuhé atmosférické emise včetně CO_2 nebo jiných skleníkových plynů. Není nutno ukládat popílek, nevyžadují pro svůj provoz vodu, a tudíž ji také neznečišťují a neprodukují odpadní teplo.

Cílem této bakalářské práce bylo zmapovat skladbu energetických zařízení ČR, emise jednotlivých typů elektráren, jejich zpracování, výpočet a možnosti snížení emisí oxidu uhličitého z výroby elektrické energie a stanovit vliv jednotlivých typů energetických zařízení na životní prostředí.

V praktické části se práce zabývá emisemi jednotlivých typů elektráren, jejich zpracováním, výpočtem a možnostmi snížení emisí oxidu uhličitého z výroby elektrické energie. V dalším bodě předpokládaným rozvojem zdrojů s ohledem na životní prostředí. Hlavním bodem praktické části bakalářské práce byl výpočet emisí oxidu uhličitého CO_2 . Tyto emise jsou produkovány v PE a PPE+PSE. U těchto elektráren jsme spočítali emise oxidu uhličitého za roky 2005 – 2009. Jedním ze způsobů výpočtu emisí oxidu uhličitého je výpočet pomocí emisních faktorů. Provádíme ho tak, že vyrobenou energii vynásobíme emisním faktorem spalovaného materiálu a přes účinnost elektrárny vypočteme emise oxidu uhličitého. U nespecifikovaných spalovaných materiálů jsme počítali s průměrnou hodnotou ze známých emisních faktorů viz tab. 6. Emise CO_2 jsme spočítali pro dvě účinnosti elektráren (pesimistická a optimistická volba). U PE je počítáno účinnostmi 25% a 33% a u PPE+PSE s účinnostmi 40% a 50%. Na grafech, které jsme z výpočtů sestavili je patrné, že emise CO_2 jsou přímo úměrné vyrobené elektrické energii (čím více vyrobené energii, tím více emisí) a nepřímo úměrné účinnosti elektrárny (čím větší účinnost, tím méně emisí). Také je patrné, že emise z PE se mírně snižují, to je způsobené klesající výrobou v těchto elektrárnách. Naopak je tomu u PPE+PSE, kde se výroba spíše zvyšuje a tím i emise CO_2 . Námi dosažené výsledky jsou spíše orientační, protože jsem počítal pro všechny PE a

PPE+PSE buď s pesimistickou (25% a 40%) a optimistickou (33% a 50%) volbou účinnosti. Můžeme tedy říci, že mezi těmito intervaly by se mohly pohybovat skutečné emise CO₂. Za rok 2009 mi emise CO₂ u PE pro účinnost 25% 66 Mt a pro účinnost 33% 50 Mt. U PPE+PSE mi emise oxidu uhličitého pro zvolené účinnosti 40 a 50% vyšli 1,2Mt a 1Mt.

V budoucnosti by se měla na první místo v podílu na výrobě elektrické energie dostat jaderná energetika a obnovitelné zdroje budou mít podstatně větší podíl než je tomu dosud. Podíl tuhých a kapalných paliv bude značně klesat, což je velmi příznivé pro životní prostředí a emise CO₂ by měli být do budoucna podstatně nižší.

POUŽITÉ ZDROJE

- [1] ADAM, J. *Nutnost výroby elektrické energie a její vztah k ekologii* [online]. Poslední úpravy 26. května 2010 [cit 2010 - 3-10]. Dostupné z: <http://envi.upce.cz/pisprace/starsi/adam.html>
- [2] ENERGETICKÝ REGULAČNÝ ÚŘAD. [online]. Poslední úpravy 15. března 2010 [cit 2010- 3-17]. Dostupné z: <http://www.eru.cz/>
- [3] SKUPINA ČEZ. Výroba elektřiny. [online]. Poslední úpravy 2010 [cit 2010- 4 -17]. Dostupné z: <http://www.cez.cz>
- [4] VODNÍ A TEPELNÉ ELEKTRÁRNY. *Uhlí a voda* [online]. Poslední úpravy 20. dubna 2010 [cit 2010- 4-17]. Dostupné z: <http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/>
- [5] SOLÁRNÍ- ENERGIE.INFO. *Solární elektrárna* [online]. Poslední úpravy 15. května 2010 [cit 2010- 5-18]. Dostupné z: <http://www.solarni-energie.info/solarni-elektrarny.php>
- [6] ŠTEKL, J. *Bestweb- Větrné elektrárny: 1. oficiální web shromažďující informace o všech větrných elektrárnách v České republice* [online]. Poslední úpravy 2006 [cit 2010- 5-17]. Dostupné z: http://www.vetneelektrarny.bestweb.cz/info_ve_ziv_pros.html
- [7] SCHUHOVÁ, T. *Větrné elektrárny v ČR zažívají boom. Kolik energie vyrobí?* [online]. Poslední úpravy 4. listopadu 2009 [cit 2010- 2-10]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/vetrna-energie/vetrne-elektrarny-v-cr-zazivaji-boom-kolik-energie-vyrobi.aspx>
- [8] TINTĚRA, L. *Kogenerace - použití zvláštních plynů, obnovitelné zdroje energie a ekonomická motivace (II) ?* [online]. Poslední úpravy 9. ledna 2006 [cit 2010- 3-10]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2986>
- [9] BIOPROFIT. *Vlivy BPS na životní prostředí* [online]. Poslední úpravy leden 2007 [cit 2010- 4-12]. Dostupné z: http://www.bioplyn.cz/bps_zp.htm
- [10] NOVÁKOVÁ, E., BLOGY - ČEZ. *Mají se ještě stavět plynové elektrárny?* [online]. Poslední úpravy 9. ledna 2009 [cit 2010- 3-22]. Dostupné z: http://blog.ihned.cz/c3-32497030-YCEZ00_d-maji-se-jeste-stavet-plynove-elektrarny
- [11] JELÍNKOVÁ, M. *Vliv energetiky na životní prostředí* [online]. Poslední úpravy 12. února 2010 [cit 2010- 3-2]. Dostupné z: http://www.sps-ul.cz/doku.php/zivotni_prostredi
- [12] VÝROBA JADERNÉ ENERGIE. *Vyhořelé palivo a jeho uložení* [online]. [cit 2010- 3-3]. Dostupné z: <http://www.jaderna-energie.cz/vyhorele-palivo-ulozeni.htm>

- [13] VÝROBA JADERNÉ ENERGIE. *Úložiště odpadu v ČR* [online]. [cit 2010- 3-3]. Dostupné z: <http://www.jaderna-energie.cz/uloziste-odpadu.htm>
- [14] DOLEŽEL, J. *Výpočet úspor emisí oxidu uhličitého (CO₂)* [online]. Publikováno 16. února 2006 [cit 2010- 2-2]. Dostupné z: <http://www.mpo.cz/dokument6794.html>
- [15] BECHNÍK, B., SROKA, R. *Obnovitelné zdroje energie - energetický potenciál a jeho vývoj v čase. Prognózy rozvoje se rychle mění* [online]. Publikováno 16. listopadu 2009 [cit 2010- 4-20]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=6056>
- [16] NEJEDLÝ, P. *Budoucnost energetiky v ČR: Bez uhlí a jádra se neobejdeme* [online]. Publikováno 2. listopadu 2009 [cit 2010- 4-20]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/energie/energetika/budoucnost-energetiky-v-cr-bez-uhli-a-jadra-se-neobejdeme.aspx>
- [17] SVOBODA, J., SVOBODOVÁ, J. *Jak snižovat emise oxidu uhličitého a přitom nevykrvácet* [online]. Publikováno 10. ledna 2009 [cit 2010- 3-26]. Dostupné z: <http://www.ekolist.cz/nazor.shtml?x=2141122>
- [18] ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE. *Obnovitelné zdroje- další informace* [online]. [cit 2010- 5-26]. Dostupné z: <http://www.alternativni-zdroje.cz/obnovitelne-zdroje.htm>
- [19] PLAČEK, Š. INFOGRAFIKA: *ČEZ chce opravit elektrárny. Ne všem se ale způsob rekonstrukce líbí* [online]. Publikováno 21. srpna 2009 [cit 2010-5-20]. Dostupné z: <http://www.naseadresa.cz/cz/s347/c908-Zpravodajsky-portal/n11066-INFOGRAFIKA-CEZ-chce-opravit-elektrarny-Ne-vsem-se-ale>
- [20] NEUŽIL, V. *Emise oxidu uhličitého.* [online]. Publikováno červenec 2001 [cit 2010-5-20]. Dostupné z: http://envis.praha-mesto.cz/rocenky/DZ_OO/pril_practexty/BK02/2_CO2Emise.pdf