

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

Zdroje elektrické energie v ČR se zaměřením na využívání biomasy

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

TOMÁŠ VACEK

BRNO 2008

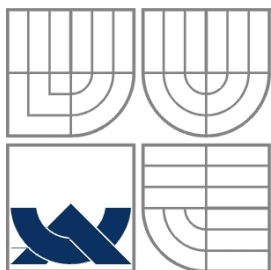
Bibliografická citace práce:

VACEK, T. *Zdroje elektrické energie v ČR se zaměřením na využívání biomasy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2008. 55s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Špaček.

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

Zároveň bych na tomto místě chtěl poděkovat vedoucímu diplomové práce Ing. Jaroslavu Špačkovi za cenné rady a připomínky k mé práci, poskytnutou náměty a svým rodičům za podporu během celé doby mého studia.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



**Fakulta elektrotechniky a komunikačních
technologií**

Ústav elektroenergetiky

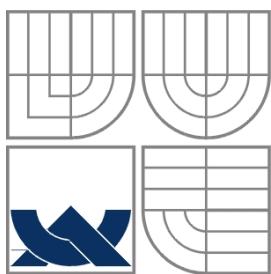
Bakalářská práce

Zdroje elektrické energie v ČR se zaměřením na využívání biomasy

Tomáš Vacek

vedoucí: Ing. Jaroslav Špaček

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2007



Brno

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Faculty of Electrical Engineering and
Communication**

Department of Electrical Power Engineering

BACHELOR'S THESIS

Power sources in the Czech republic concentrated on using biomass

by

Tomáš Vacek

Supervisor:

Brno University of Technology, 2007

Brno

ABSTRAKT

Cílem této práce je seznámení s jednotlivými druhy zdrojů elektrické energie v České republice, jejich výkonovou a výrobní bilanci, dále pak se stupni regulace od zdroje (v našem případě elektrárnou) až po spotřebič.

Tato práce se zabývá rozdělení elektráren, jejich výkony a množstvím elektrické energie dodané do sítě. Jako v celém světě, tak i na našem území jsou stále jako palivo do elektráren nejčastěji používány neobnovitelné fosilní paliva (uhlí, ropa, zemní plyn), jejichž zásoby se neudržetelně ztenčují. Zároveň jsou zdrojem oxidu uhličitého, který škodí atmosféře a dochází ke globálnímu oteplování. Daleko šetrnější k životnímu prostředí je jaderná elektrárna, která nevypouští škodlivé látky do ovzduší a je schopna vyprodukovat velké množství elektrické energie. Avšak problém nastává s vyhořelým palivem a jeho uložením. Jaderná energetika má společnou vlastnost s obnovitelnými zdroji energie - obě jsou vůči životnímu prostředí maximálně ohleduplné. Jaderné elektrárny však navíc disponují dostatečnou energetickou kapacitou a s nástupem reaktorů čtvrté generace budou schopny vyrábět elektřinu z již použitého jaderného paliva.

Stále více je kladen důraz na obnovitelné zdroje energie, které jsou daleko šetrnější k životnímu prostředí. Výhledově společnost ČEZ, jakožto největší producent elektrické energie počítá s větším využitím Vodní energie, která se již dnes hojně využívá pro přehradní popřípadě přečerpávací elektrárny. Další energie považovaná za ekologickou formu je energie geotermální a solární (fotovoltaická). Další ekologické formy v naší zeměpisné poloze nemají natolik silný potenciál, abychom jsme se mohli na tyto zdroje spoléhat. Geotermální energie je nejvíce využívána například na Islandu, kde je dostatek vyvěrajících pramenů o vysoké teplotě.

Dnes nejvíce diskutovaná energie jako zdroj elektrické energie, je energie biomasy. Jedná se o využití dřevní hmoty, například odpadky z lesní činnosti, z dřevovýroby, nebo spalování odpadů z předešlé lidské produkce či odpadů rostlinného a živočišného původu. Tato biomasa je vhodná jako palivo do tepelných elektráren.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Fosilní paliva; Jaderná energetika; Obnovitelné zdroje energie; Vodní energie; Energie geotermální; Solární energie; Energie biomasy; Tepelné elektrárny

ABSTRACT

This article introduces independent sources of electric energy in the Czech Republic, the different types of power plants, their productivity and the quantity of electric energy delivered to the main distributor.

In our country, as well as around the world, commonly used fuels are fossil fuels- coal, crude oil, and gas. As the demand for energy grows, those supplies are slowly running out. Not to mention that those fuels have a negative environmental impact. They are a source of carbon, which causes damage to the atmosphere and leads to global warming. Power plants which do not produce carbon are much safer for the environment, and much more productive. However, the residue of this energy is challenging to dispose of. Nuclear energy has common attributes with renewing the sources of energies that are extremely friendly to our environment. Nuclear power plants also produce enough energy and with the usage of Fourth generation reactors, they will be able to recycle the nuclear fuels.

Today, more importance is put on renewing sources which are more gentle for the environment. In the near future, CEZ Company, the largest producer of electric energy is planning to use water energy. Water energy comes from water plants or dams. Other ecological forms of energy include geothermal and solar energies. These two types of energy are not as applicable for our geographical position. Geothermal energy is commonly used on islands where there is an abundance of natural hot springs.

The most discussed source of energy is bioenergy. It uses natural wood sources, recycled wood products, and applies bioenergy as a main source for thermal power plants.

KEY WORDS:

Fossil fuels; Nuclear energy; Renewable resources energy; Water energy; Geothermal energy; Solar energy; Bioenergy; Thermal power station

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	11
SEZNAM TABULEK	12
1 ÚVOD	13
2 ELEKTRICKÁ ENERGIE ZÍSKANÁ SPALOVÁNÍM FOSILNÍCH PALIV	14
2.1 ZÁSObY FOSILNÍCH PALIV V ČR.....	14
2.2 ELEKTRÁRNY OBECNĚ.....	14
2.3 UHELNÉ ELEKTRÁRNY.....	15
2.4 TEPLÁRNY	17
2.5 JADERNÉ ELEKTRÁRNY	18
2.5.1 SKLADOVÁNÍ POUŽITÉHO RADIOAKTIVNÍHO PALIVA	19
2.5.2 BEZPEČNOST JADERNÝCH ELEKTRÁREN	19
2.5.3 VLIV JADERNÝCH ELEKTRÁREN NA OKOLNÍ OBYVATELE	20
3 ELEKTRICKÁ ENERGIE Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ	21
3.1 VODNÍ ENERGIE.....	21
3.1.1 PRINCIP VODNÍ ELEKTRÁRNY	22
3.1.2 TYPY VODNÍCH ELEKTRÁREN	23
3.1.3 VODNÍ ELEKTRÁRNY V ČR.....	24
3.2 VĚTRNÁ ENERGIE.....	25
3.2.1 PRINCIP VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	26
3.2.2 PODMÍNKY PRO VYBUDOVÁNÍ VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY	27
3.2.3 VLIV VĚTRNÉ ELEKTRÁRNY NA OKOLÍ	28
3.2.4 MOŽNOSTI A PERSPEKTIVA VĚTRNÝCH ELEKTRÁREN.....	29
3.3 SOLÁRNÍ ENERGIE.....	29
3.3.1 PRINCIP VYUŽITÍ SOLÁRNÍ ENERGIE	29
3.3.2 PODMÍNKY PRO SLUNEČNÍ ELEKTRÁRNY V ČR	30
3.3.3 SLUNEČNÍ ELEKTRÁRNY V ČR.....	31
3.4 ENERGIE BIOMASY	31
3.4.1 SPALOVÁNÍ BIOMASY	32
3.4.2 VÝHŘEVNOST BIOMASY.....	32
3.4.3 SPALOVÁNÍ BIOMASY V ELEKTRÁRNÁCH ČR.....	33
3.5 GEOTERMÁLNÍ ENERGIE	33
4 PRINCIP REGULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE	35
4.1 PRIMÁRNÍ	35
4.2 SEKUNDÁRNÍ	35
4.3 TERCIÁLNÍ.....	35
5 ENERGETICKÁ BILANCE V ČR.....	36
6 SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ UPLATNĚNÍ OZE V UPLYNULÝCH LETECH A ANALÝZA MEZIROČNÍCH ZMĚN.....	37
6.1 BIOMASA.....	40

6.1.1 VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE Z BIOMASY V ROCE 2006	41
6.2 VODNÍ ENERGIE.....	42
6.2.1 VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE Z ENERGIE VODY V ROCE 2006.....	42
6.3 VĚTRNÁ ENERGIE.....	43
6.3.1 VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE Z ENERGIE VĚTRNÉ V ROCE 2006	43
6.4 BIOPLYN	44
6.4.1 VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE Z BIOPLYNU V ROCE 2006.....	44
6.5 SLUNEČNÍ ENERGIE.....	46
6.5.1 VÝROBA ELEKTRICKÉ ENERGIE Z ENERGIE SLUNEČNÍ	46
6.6 TUHÉ KOMUNÁLNÍ ODPADY (BRKO)	47
7 POTŘEBNÉ PŘÍRŮSTKY VÝROBY Z OZE, NUTNÉ K NAPLNĚNÍ CÍLE STANOVENÉHO EU	47
7.1 ORIENTAČNÍ NÁKLADY NA SPLNĚNÍ INDIKATIVNÍHO CÍLE	49
7.2 PRAVDĚPODOBNOST NAPLNĚNÍ INDIKATIVNÍHO CÍLE DANÉHO EU.....	50
8 PODROBNĚJŠÍ PRŮZKUM SOUČASNÝCH ZDROJŮ NA BIOMASU.....	51
8.1 APLIKACE BIOMASY V ELEKTROENERGETICE.....	51
8.1.1 VÝROBA ELEKTRINY Z BIOMASY PODLE KRAJŮ	52
8.1.2 SPALOVÁNÍ BIOMASY	52
9 ZÁVĚR.....	53
POUŽITÁ LITERATURA	55

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 2-1: Schéma kogenerační jednotky spalující plyn	13
Obr. 2-2: Blokové schéma jaderné elektrárny.....	15
Obr. 3-1: Oběžná kola vodních turbín.....	17
Obr. 3-2: Přečerpávací elektrárna.....	18
Obr. 3-3: Akumulační vodní elektrárna.....	19
Obr. 3-4: Popis větrné elektrárny.....	22
Obr. 3-5: Větrný atlas České Republiky.....	23
Obr. 3-6: Princip činnosti solárního článku.....	25
Obr. 3-7: Blokové schéma Slunečné elektrárny.....	26
Obr. 3-8: Zjednodušený princip tvoření elektrické energie z geotermálních pramenu.....	29
Obr. 5-1: Výroba elektřiny v ČR podle zdrojů v roce 2006.....	31
Obr. 6-2: Výroba elektřiny v ČR podle zdrojů 1993 – 2006 s výhledem do roku 2010.....	31
Obr. 6-1: Podíl jednotlivých OZE na výrobě elektřiny v ČR v roce 2006.....	33
Obr. 6-2: Nárůst výroby od roku 2005 podle kategorie zdrojů.....	35
Obr. 6-3: Podíl jednotlivých druhů biomasy na výrobě elektřiny.....	36
Obr. 6-4: Podíl výkonových kategorií VE na výrobě elektřiny.....	38
Obr. 6-5: Výroba elektřiny v letech 2003 až 2006 podle kategorií bioplynu.....	40
Obr. 6-6: Podíl jednotlivých kategorií bioplynu na výrobě elektřiny.....	40
Obr. 7-1: Předpoklad podílu jednotlivých OZE plnění indikativního cíle.....	44

SEZNAM TABULEK

Tab. 2-1: Přehled uhelných elektráren skupiny ČEZ.....	13
Tab. 3-1: Vodní elektrárny provozované skupinou ČEZ.....	20,21
Tab. 6-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2006.....	34
Tab. 6-2: Časová řada vývoje hrubé výroby elektřiny z OZE v roce 2006.....	35
Tab. 6-3: Trend vývoje výroby elektřiny z biomasy.....	38
Tab. 6-4: Trend výroby elektřiny ve vodních elektrárnách.....	39
Tab. 6-5: Trend výroby elektřiny z energie větru.....	40
Tab. 6-6: Trend výroby elektřiny z bioplynu.....	41
Tab. 6-7: Trend instalovaného výkonu fotovoltaických panelů.....	43
Tab. 6-8: Trend výroby elektřiny z tuhých komunálních odpadů.....	44
Tab. 7-1: Skladba nově instalovaného výkonu zdrojů pro využití OZE.....	47
Tab. 7-2: Podíl elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v ČR v roce 2006.....	47
Tab. 8-1: Přehled elektráren, které spoluspalují biomasu.....	48
Tab. 8-2: Přehled největších autoproducentů.....	48

1 ÚVOD

Výrobu elektřiny v ČR zajišťuje především akciová společnost ČEZ (asi 70 %) a dalších více než 100 nezávislých výrobců. Kromě tepelných elektráren na fosilní paliva pracují na území ČR JE Temelín, JE Dukovany, vodní elektrárny, větrné elektrárny, solární elektrárny i elektrárny spalující biomasu.

Elektřina se získává přeměnou jiné formy energie. Základem pro výrobu elektrické energie jsou přírodní zdroje, zejména uhlí, ropa, plyn, uran, voda, ale také sluneční záření a vítr. V mnoha případech se elektrická energie z jiných zdrojů získává několikasupňovou přeměnou. Například v tepelných spalovacích elektrárnách se mění chemická energie paliva. Nejdříve na energii mechanickou, z níž se pak pomocí generátorů vyrábí elektřina. Zařízení pro výrobu, přenos, rozvod a spotřebu elektrické energie tvoří soubor, nazývaný elektrizační soustavou. Ještě na počátku 20. století představovala rozvodná elektrická síť na území dnešní České republiky pouze několik desítek menších zdrojů elektrické energie a několik málo kilometrů elektrických rozvodů. S postupem času se začaly stavět výkonnější elektrárny a propojovat se elektrickými vedeními do spolupracujících soustav nejen v rámci regionu, ale i mezi jednotlivými státy.

2 ELEKTRICKÁ ENERGIE ZÍSKANÁ SPALOVÁNÍM FOSILNÍCH PALIV

2.1 Zásoby fosilních paliv v ČR

Ve světě jsou zásoby uhlí ze všech fosilních paliv nejvíce a počítá se s ním jako s důležitým zdrojem energie i v tomto století. Česká republika je však na primární energetické zdroje poměrně chudá. V minulých desetiletích byl značný podíl hnědého uhlí na našem území vytěžen. I nadále jsme však co se týče těžby a spalování hnědého a černého uhlí soběstační. Těžební oblasti se nacházejí na Ostravsku a v Podkrušnohoří. Ostravsko – karvinský revír patří k nejvýznamnějším na našem území. Hlubinou těžbou se zde těží koksovatelné černé uhlí. V Podkrušnohorské oblasti se povrchovou těžbou získává uhlí hnědé. Hnědé uhlí je hlavním palivem pro tepelné elektrárny.

Dalším z druhů fosilních paliv je ropa. Vlastní těžba ropy zajišťuje asi 4% celkové spotřeby. Drtivou většinu této suroviny pro tuzemské potřeby dovážíme, především dálkovými ropovody. Využití kapalných paliv je v elektroenergetice minimální.

Vedle ropy se v nalezištích často objevuje zemní plyn, který taktéž dovážíme. Vlastní těžba tvoří asi 1% celkové tuzemské spotřeby. Zemní plyn se využívá především jako palivo do tepláren, kde se pomocí kogenerační jednotky získává tepelná a elektrická energie. [1][4]

2.2 Elektrárny obecně

Elektrárny jako takové můžeme rozdělit na elektrárny kondenzační a teplárny. Kondenzační elektrárny se využívají pouze k výrobě elektrické energie. To znamená, že všechna pára po odevzdání energie odchází do kondenzátorů, kde se pára přemění na vodu a pokračuje v uzavřeném oběhu. Oproti tomu teplárny kromě elektrické energie dodávají i tepelnou energii na vytápění, ohřev vody a podobně. Pára odváděná s turbíny neodchází do kondenzátorů, ale k tepelným spotřebičům. Tím máme zaručenou vyšší využitelnost při jednom spalování. Nevýhodou je však to, že tyto teplárny musí být situovány v místech s větší spotřebou tepla. Například městská sídliště, kde je parní potrubí využíváno pro ohřev vody a vytápění panelových domů. Další nevýhoda je závislost elektrického výkonu na odběru tepla. Výroba dvou forem energie z jednoho primárního zdroje paliva je spíše prostředkem k dosažení úspor. Jako zdroj paliva totiž může využívat nejen uhlí či zemní plyn, ale i další domácí produkty. Těmi to produkty rozumíme například odpad dřevěné hmoty z lesní činnosti, odpady z dřevovýroby ať už v podobě pilin, štěpek popřípadě hoblovaček a pelet, nebo jiné typy biomasy. To vše můžeme spalovat jak ve větších zdrojích, tak v jednotkách lokálního významu. Dnes je v provozu na našem území několik desítek kotlů s výkonem nad 50 MW. Jedná se však o již zastaralé roštové kotle. Nové řešení by přinesly kogenerační systémy s fluidním spalováním. Tato rekonstrukce je finančně velice nákladná na pořizovací náklady, avšak výsledkem by bylo zvýšení účinnosti a snížení spalin. [1][3][4]

2.3 Uhelné elektrárny

Uhelné elektrárny jsou založeny na principu spalování uhlí. Vzniklá tepelná energie se mění na energii mechanickou, která koná práci a přeměňuje se na energii elektrickou. Tento princip využívají i elektrárny spalující mazut či zemní plyn. Elektrárna se skládá z několika tzv. výrobních bloků. Elektrárenský výrobní blok znamená samostatnou jednotku skládající se z kotle, navazující turbíny a příslušenství, z generátoru, odlučovačů popílku a blokového transformátoru, v novější době také z odsiřovacího zařízení. Společná je celé elektrárně správní budova, tzv. uhelné a vodní hospodářství (přiváděče, čerpadla, chemická úprava vody), komín, chladicí věže, pomocná zařízení k odběru popílku a odsiřování, elektrická síť za blokovými transformátory.

Uhlí je do elektrárny dopravováno pásovými dopravníky. V případě hnědého uhlí většinou z povrchových dolů přímo v sousedství elektrárny, popřípadě po železnici. Uhlí je po rozemletí na jemný prášek a vysušení vháněno spolu se vzduchem do hořáků kotle. Spotřeba uhlí závisí na jeho kvalitě, neboli výhřevnosti. Na jednu MWh se přibližně spálí jedna tuna uhlí. Dříve používané kotle využívaly roštových a práškových ohnišť. Moderní kotle, jsou takzvané fluidní, různých typů. Fluidní kotle sníží odvod spalín a tuhých látek, a to i při zvýšení objemu uhlí spotřebovávaného v novém moderním zařízení. Moderní kotle se stacionární fluidní vrstvou mohou spalovat i méně kvalitní hnědé uhlí při dodržení přísných emisních limitů. Uhlí je spalováno v oxidační vrstvě hrubozrnného písku. Popílek je zachycen ve tkaninovém filtru a z něho odváděn do sběrného sila. V těchto kotlích je hoření dobře regulovatelné a s vysokou činností spalování až 99 %, tepelná účinnost až 92 %. Po shoření paliva, propadává část popela do spodního prostoru ohniště jako struska, která se poté dopravuje na úložiště odpadu- odkladiště. Druhá část popela je unášena ve spalínách, kde je zachycují elektroodlučovače. Prakticky ve všech českých tepelných elektrárnách spalujících uhlí je instalováno i zařízení, které ze spalín odděluje oxidy síry a oxidu dusného. Při tomto spalovacím procesu je do kotle napájecími čerpadly přivedena předehřátá chemicky upravená voda, ze které jsou odstraněny především minerální látky. Voda se předehřeje v ekonomizéru a vstupuje do výparníku, kde se přeměňuje v sytou páru. Pára však nemá dostatečnou energii na roztočení turbíny. Proto je vedena do přehříváče, kde pomocí spalín získá teplotu dosahující až k 550 °C. Tato tzv. ostrá pára je vedena do vysokotlakého stupně parní turbíny, kde předá svou energii pomocí lopatek na turbíně. Tím dosahujeme přeměny tepelné energie na mechanickou, kterou využíváme k roztočení turbogenerátoru a tím k výrobě elektrické energie. Z vysokotlakého stupně turbíny páru vracíme zpět pro zvýšení účinnosti na mezipřihřátí, díky kterému se opět zvýší teplota. Tuto přihřátou páru přivedeme na středotlaký stupeň turbíny a po dalším mezipřihřátí na nízkotlaký stupeň parní turbíny. Po odevzdání využitelné energie přivedeme páru do kondenzátorů. Zde se přemění na kapalně skupenství, ve kterém ji přivádíme zpět do kotle. Odebrané teplo se ve vnějším okruhu odvádí z elektrárny do řeky či prostřednictvím chladicích věží do ovzduší. Celkově se jedná o uzavřený oběh.

Při zavedení střídavého proudu při výrobě elektrické energie byl dosavadní stejnosměrný generátor (dynamo), nahrazen třífázovým synchronním alternátorem (generátorem). V elektrárenském generátoru rotuje magnet (elektromagnet), vinutí, v němž se indukuje napětí a proud, je umístěno na statoru okolo něj. Hřídel turbíny je pevně spojena s hřídelí generátoru, kterým otáčí. Tyto stroje dohromady tvoří turbosoustrojí, rotující rychlostí 3000 otáček za

minutu. Při těchto otáčkách se na statoru generátoru indukuje třífázové napětí 10-15 kV o frekvenci 50 Hz. V blokovém transformátoru se napětí transformuje na velmi vysoké o velikosti 400 kV a venkovním vedením dále odvedeno do rozvodné sítě. Typický instalovaný výkon uhelných elektráren tvoří bloky o výkonu 200MW (elektrárny Tušimice II, Počerady, Pruněrov II, Chvaletice a Dětmárovice). Do elektrizační sítě přispívají i několik bloků o instalovaném výkonu 110MW (Mělník II, Pruněrov I, Ledvice, Tisová). Největší instalovaný výkon je 500MW v Elektrárně Mělník (Mělník III).

Skupina ČEZ provozuje patnáct uhelných elektráren, které se nacházejí v České Republice a v zahraničí. V České Republice drtivá většina z nich spaluje hnědé uhlí a kvůli úsporám na dovozu paliva do elektrárny jsou proto situovány v oblastech s povrchovou těžbou, tyto oblasti se nacházejí v severních a severozápadních Čechách. Elektrárna Dětmárovice, Energetika Vítkovice a zahraniční elektrárny spalují uhlí černé. V řadě uhelných elektráren Skupiny ČEZ se spolu s uhlím spaluje biomasa, nejdéle se spaluje v Elektrárně Hodonín. Tato funkce spoluspalování je ovšem možná jen u fluidních kotlů a je nepoužitelná pro technologii granulárních kotlů. Do tohoto portfolia patří i tři uhelné elektrárny v zahraničí.

Uhelné elektrárny jsou v energetice považovány za procentuálně největší znečišťovatele ovzduší, kvůli spalovacím procesům a následnému vypouštění škodlivých spalin. Pro splnění ekologických norem byly zavedeny jisté procesy, které snižují tyto škodlivé látky na minimum. V podstatě se jedná o několik základních směrů vedoucích ke snížení emisí oxidu siřičitého a oxidu uhličitého. Základním procesem je příprava uhlí a odstranění síry, která se v něm vyskytuje v pyritické formě (FeS_2). Většina škodlivých látek se zachycuje odsiřováním spalin. České elektrárny používají pro odsiřování spalin převážně mokrou vápencovou vypírku. Nádobou o průměru 15m a výšce 40m nazývané absorbér, procházejí kouřové plyny, které jsou několikanásobně sprchovány. Tyto sprchy rozstříkují rozemletý vápenec ve vodě. Oxid siřičitý se po chemické reakci ve výsledku přemění na takzvaný energosádrovec, který se dá vhodně použít ve stavebnictví, zejména pro výrobu sádky a cementu. Nejmodernější způsoby spalování, při kterých se škodliviny z kouřových plynů odstraňují při spalování, případně vůbec nevznikají. Takovým to způsobem je spalování ve fluidním kotli, ve kterém proti klasickému kouřové plyny obsahují pouze 3% síry a 25% oxidu uhličitého.

Světová výroba elektřiny z uhlí je v současné době přes 44% z veškeré spotřeby elektrické energie. V Evropském měřítku je to přibližně jedna třetina. V České republice se uhelné elektrárny podílejí výrobou elektrické energie více než 50-ti procenty. Předpokladem dalšího rozvoje a využitelnosti je držet krok s vědeckotechnickým pokrokem, týkajícího se v oblasti zvyšování energetické účinnosti. Využitelnost českých uhelných elektráren v dalších letech umožní zejména předpokládaný nárůst spotřeby elektrické energie. Uhelné elektrárny provozované společností ČEZ, splňují přísné ekologické normy pro ochranu životního prostředí. V posledních letech probíhají v okolí elektráren a povrchových dolů rekultivační procesy. Odstraňují následky těžby a následného ukládání nevyužitých produktů po spalování.

Celkový instalovaný výkon uhelných elektráren skupiny ČEZ v České Republice na počátku roku 2006 přesahoval 6500MW. Jak již bylo zmíněno skupina ČEZ provozuje patnáct uhelných elektráren z toho tři v zahraničí. Dvě se nacházejí v Polsku a jedna v Bulharsku.

Tab. 2-1 : Přehled uhelných elektráren skupiny ČEZ [1][3][4]

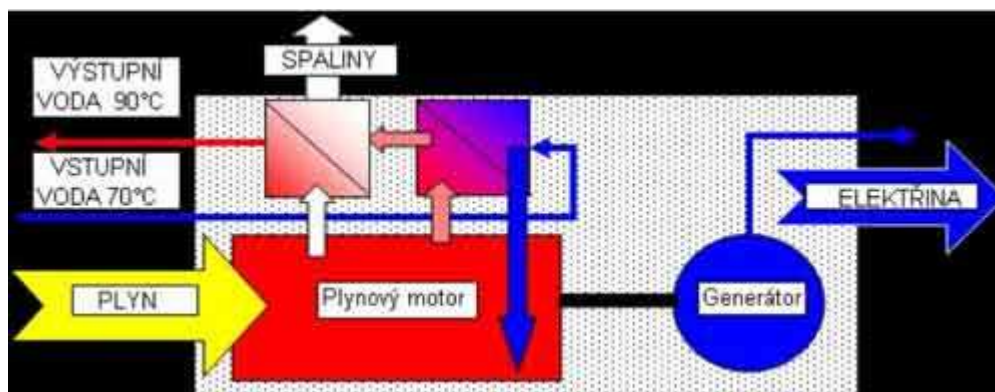
Tuzemské elektrárny	Dětmarovice	1972-1976	800MW
	Hodonín	1951-1957	105MW
	Chvaletice	1973-1979	800MW
	Ledvice	1966-1969	330MW
	Mělník	1971-1981	720MW
	Počerady	1970-1977	1000MW
	Elektrárna poříčí II + Teplárna Dvůr Králové	1957-1958 1955-1963	165MW 18,3MW
	Pruněřov I a II	1967-1982	1490MW
	Tisová I a II	1958-1962	296MW
	Tušimice	1974-1975	800MW
Zahraniční elektrárny	Elcho (PL)	-	220MW
	Skawina (PL)	-	492MW
	Warna (BG)	-	1260MW

2.4 Teplárny

Pro teplárny (kogenerační výroby) byl dříve typický kotel na uhlí s odběrovou či protitlakou turbínou. V tomto spojení se jako palivo užívalo uhlí. Je zde možnost i na spoluspalování biomasy. Po roce 1995 se novými technologiemi začala místo parní turbíny využívat turbína spalovací, případně spalovací motor. Teplárny slouží k výrobě elektrické energie a zároveň k dodávkám tepla, nebo teplé vody.

V dnešní době se využívá takzvaný paroplynový cyklus. Jedná se o formu kogenerační jednotky, která jako palivo používá zemní plyn, propan-butan, bioplyn. Kogenerace, znamená výrobu tepelné a elektrické energie z jednoho produktu. Jednotky se mohou používat například pro vytápění a ohřev teplé vody ve větších rodinných domech. Nejvíce pro ohřev bazénové vody s možností prodeje elektrické energie do distribuční sítě. Dále jsou vhodné do větších provozů, například hotely, nemocnice, průmyslové výroby, zemědělské podniky.

Paroplyn se skládá ze dvou základních strojů. Spalovací motor a synchronní nebo asynchronní generátor. Stroje jsou spojeny a tvoří podobně jako v elektrárnách turbosoustrojí. Do spalovacího motoru je přiváděn plyn, který není nějak omezen hodnotou tlaku. Zde dochází ke spalování, které roztočí motor a zároveň generátor, který vyrábí elektrický proud. Při probíhající spalování plynu, dochází k ohřívání motoru, který je oběžným médiem ochlazován a ve výměníku tepla dochází k předehřívání vnějšího okruhu. Další stupeň ohřevu nastává pomocí spalín vycházejících z motoru.



Obr. 2-1: Schéma kogenerační jednotky spalující plyn

Vzhledem k převažujícímu provozu paroplynu ve špičkách zvláště v rodinných domech je nutné počítat s vodní akumulací tepla v tepelných zásobnících o objemu od 4 m³ [1][4][5]

2.5 Jaderné elektrárny

V dnešní době jsou nastoleny dva hlavní celosvětové problémy v oblasti energetiky. Prvním je přístup ke zdrojům pro výrobu elektrické energie, které se stávají hůře dosažitelné, více nákladné a rapidně ubývají. Druhým neméně závažný problém je negativní dopad emisí na ovzduší a změny klimatu Země. Oba tyto problémy řeší Jaderná energetika, která neprodukuje žádné škodlivé plyny do ovzduší, takzvané skleníkové plyny ba naopak vysoce přispívá k jejich snížení. Zdroje paliva pro jadernou elektrárnu, patří ve světě mezi nejlevnější oproti fosilním palivům. Další výhodou, která podporuje Jaderné elektrárny je dostatečná světová zásoba jaderného paliva, která podle předpokladů vystačí bez recyklace na 85let. Při použití rychlých reaktorů s recyklací by mohly vystačit na 2500 let. Česká republika patří k místům s nalezišti kvalitního smolince, které se nachází v oblasti Dolní Rožínka a Jáchymovska na severu Čech.

Základní princip jaderné elektrárny je shodný s elektrárnou uhelnou. Rozdíl však je v primárním okruhu, kde dochází k ohřívání vody pomocí řízené štěpné reakce probíhající v jaderném reaktoru a ne spalováním fosilních paliv. V České Republice pracují jaderné reaktory typu VVER (tlakovodní), které jsou pro svou vysokou bezpečnost jedny z nejrozšířenější ve světě (asi 57%). Zároveň se používají jako pohony jaderných ponorek. Palivem pro jaderný reaktor je obohacený uran. Jako tablety oxidu uraničitého uspořádaných do palivových tyčí. Výměna paliva probíhá při odstaveném reaktoru zpravidla jednou za jeden až jeden a půl roku (nahradí se jedna třetina vyhořelého paliva). V primárním okruhu, kde se nachází již zmíněný reaktor proudí voda, která odebírá z reaktoru teplo a ochlazuje ho. Teplo

odebrané z reaktoru je potrubím vedeno do výměníku tepla, tzv. parogenerátoru, kde předává teplo sekundárnímu okruhu. V celém primárním okruhu, včetně reaktoru působí vysoký tlak. Tento tlak zabraňuje vodě, aby dosáhla bodu varu a následné přeměně v páru. V sekundárním okruhu už tento tlak není, dochází k přeměně energie tepelné na pohybovou a dále na elektrickou. Z turbíny je pára o nižší teplotě a tlaku vedena do kondenzátorů, kde se sráží na vodu. Voda je vracena zpět do parogenerátoru a tím uzavírá sekundární okruh. Třetí neboli terciární okruh zajišťuje v kondenzátorech odebrání již nevyužitelné energie. Tento okruh se také využívá při dodávkách tepla (teplé vody). V okruhu je zapojen další tepelný výměník. U jaderných elektráren v ČR jsou jeho nejvýznamnější součástí chladicí věže. Při ochlazení páry v potrubí dochází k odvodu tepla do ovzduší, který můžeme pozorovat zdánlivým kouřením z chladících věží. Není to však nic jiného než čistá pára. Negativní dopad na ovzduší je tedy minimální. [1][2][3][6][7]

2.5.1 Skladování použitého radioaktivního paliva

Skladování vyhořelého radioaktivního paliva se v oblasti jaderných elektráren jeví jako největší problém. Tento odpad vyzařuje nebezpečné záření, proti kterému se musíme chránit. Po vyjmutí z reaktoru se vyhořelé palivo uloží do bazénů nedaleko reaktoru a později se přeloží do suchých nadzemních skladů na dobu až 60 let. Poté se již méně nebezpečný odpad za dozoru Státního úřadu pro jadernou bezpečnost a Správy úložišť radioaktivních odpadů převezve v kontejnerech do podzemního úložiště. Dojde v určité hloubce pod povrchem země k zalití kontejneru betonem. Přírodní a inženýrské bariéry zabrání prostupu radioaktivních izotopů do okolního prostředí. Taková forma podzemního úložiště má plánovaný rok zprovoznění v České Republice 2065. V dnešní době se naskytuje otázka, zda budou konečné podzemní úložiště nutná. Moderní věda našla několik způsobů využití vyhořelého paliva. První se objevuje možnost přeměny vyhořelého paliva na palivo nové. Druhá a daleko reálnější se jeví možnost transmutace vyhořelého paliva. Jedná se o přeměnu dlouhodobě radioaktivních izotopů na středně či krátkodobě za současné produkce elektřiny. Třetím řešením by bylo zavedení reaktorů IV. generace, které budou produkovat daleko méně dlouhodobého radioaktivního odpadu. Zavedení těchto reaktorů se plánuje po roce 2030. [6][7]

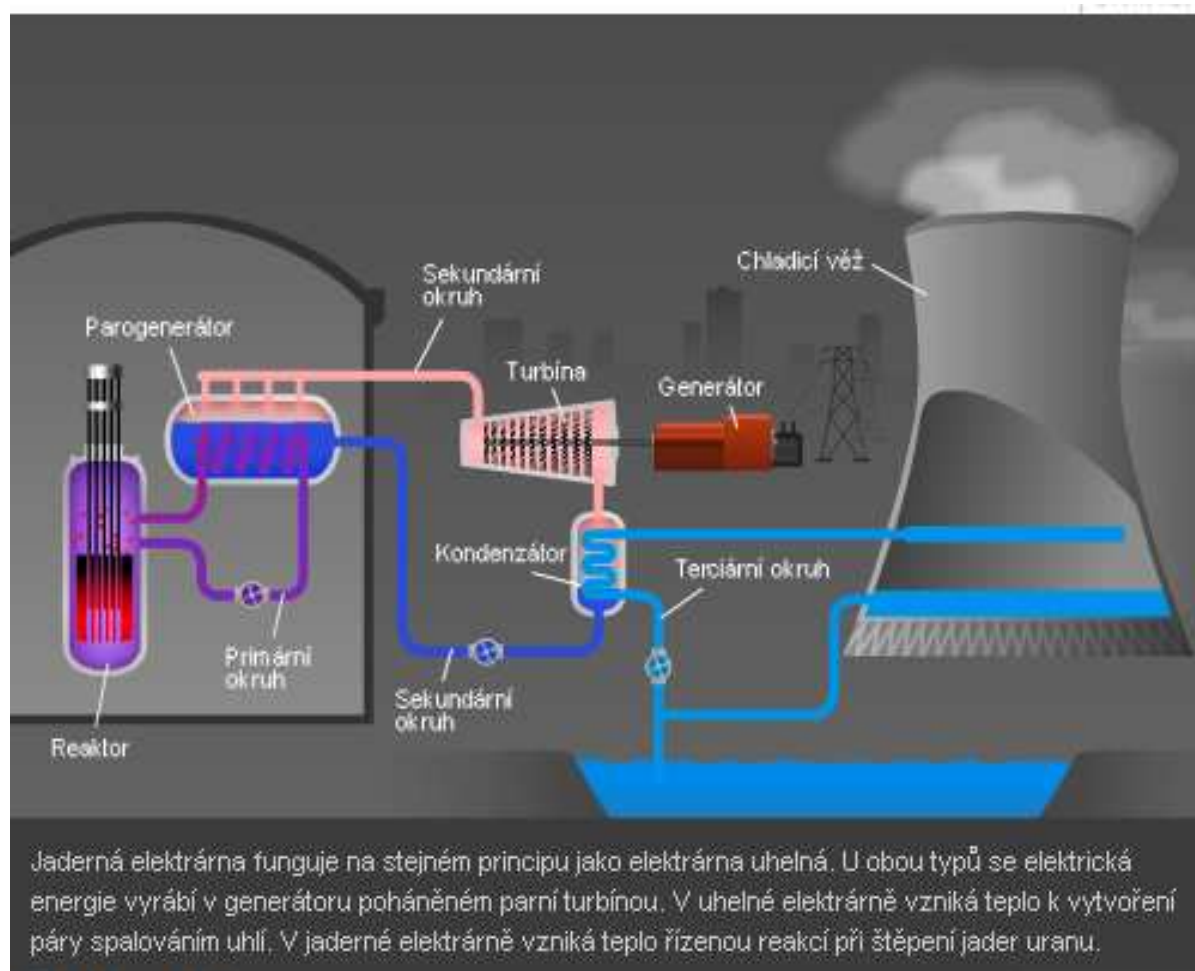
2.5.2 Bezpečnost Jaderných elektráren

Jaderné elektrárny jsou od návrhů, přes výstavbu, až po provoz navrženy tak, aby bez větších poškození vydrželi množství nepředvídatelných událostí. V dnešní době jsou jaderné elektrárny v očích veřejnosti spíše jako potenciální cíl teroristů, nebo jiné záškodnické činnosti. Proti takovýmto případům chrání primární okruh elektrárny a reaktoru železobetonový kontejnment. Tato obálka o síle stěn 1.2 metru je navržena a postavena tak, aby vydržela náraz letadla i zemětřesení o nejsilnějším možném stupni v dané lokalitě. Fyzické ochrany těchto objektů napomáhají nejmodernější bezpečnostní systémy, kontrolující osoby pohybující se v areálu elektrárny. Vzdušný prostor kolem elektráren tohoto typu je takzvaně bezletový. To znamená, že v případě narušení jsou okamžitě proti narušiteli vyslány armádní letadla, která mohou zasáhnout. Atomové elektrárny mohou za normálního provozu potkat nenadálé události, při kterých je třeba zastavit štěpení jader v reaktoru. Automatické odstavení reaktoru je ukazatelem další úrovně bezpečnosti jaderných elektráren. Při překročení provozních hodnot za přípustnou mez, bezpečnostní systém zajistí uvolnění

regulačních kazet, které vlastní vahou zajedou do aktivní zóny reaktoru a během několika vteřin zastaví štěpnou reakci. V případě výpadku proudu jsou instalovány diesellové agregáty, které zabezpečí bezproblémové odstavení a uchlazení reaktoru. Počet těchto agregátů i zásoby paliva pro ně se dimenzují dvakrát až třikrát než je nutné. Systém pro automatické odstavení reaktoru lze také spustit mechanicky s operátorové dozory. [1][6][7]

2.5.3 Vliv jaderných elektráren na okolní obyvatele

Vliv provozu jaderných elektráren na okolní obyvatelstvo z hlediska ozáření je zcela bezvýznamný. Největší podíl na ozáření člověka mají radionuklidy zemské kůry. Biologicky nejvíce škodlivý zástupce této uranové a thoriové rozpadové řady je plyn radon a dále radioaktivní izotop draslíku. Z uměle vyvolaného záření mají na člověka daleko větší vliv lékařské přístroje využívající rentgenové záření (RTG). Z dlouhodobých testů na území ČR v okolí jaderné elektrárny Dukovany vyplývá, že za celou dobu provozu jaderné elektrárny nebyl zaznamenán vyšší výskyt rakoviny, nebo rakovinotvorných buněk u obyvatel. Největší strach z ozáření se patrně dostal do podvědomí lidí z havárie ukrajinské jaderné elektrárny Černobyl. V této elektrárně však nebyly použity bezpečnostní systémy, které máme instalovány v obou našich zařízeních. Tragédie pomohla ke mnohonásobnému zvýšení bezpečnostních standardů pro provoz jaderných elektráren na celém světě.



Obr. 2-2 : Blokové schéma jaderné elektrárny [1]

3 ELEKTRICKÁ ENERGIE Z OBNOVITELNÝCH ZDROJŮ

Podstata obnovitelných zdrojů spočívá ve využití přírodních energií, které neznečišťují okolí jako neobnovitelné zdroje. To se však nevztahuje na energii biomasy, při jejímž spalování dochází k vypouštění oxidu uhličitého do ovzduší. Potenciály obnovitelných zdrojů energie jsou ohromné, ale momentální technologický rozvoj nedovoluje spoléhat jenom na ně. Využití obnovitelných zdrojů vyžaduje vysoké pořizovací náklady a jejich výkonnostní bilance není vysoce efektivní. Klimatické a přírodní podmínky v ČR řadí mezi nejvýznamnější zdroje energii vody, větru, slunečního záření, biomasy a bioplynu, energie prostředí využívaná tepelnými čerpadly, geotermální energie a energie kapalných biopaliv. Skupina ČEZ, jakožto největší provozovatel elektráren na území ČR, využívá především vodní energetiku jako zdroj energie o největším potenciálu. Z hlediska budoucího využití se také dostává vzrůstajícímu rozvoji spalování biomasy. Dřevní štěpky a další rostlinné produkty lesního a zemědělského původu. Větší uplatnění čeká v rámci rozvojových záměrů Skupiny ČEZ také využití energie větru a slunečního záření. [1]

3.1 Vodní energie

Energie vodních toků patří k nejstarším energetickým zdrojům, které se lidstvo ve své historii naučilo využívat. Obvykle byly malé elektrárny budovány na potocích s vyšší rychlostí vody v horských oblastech. Většinou se stávali součástí mlýnů, hamrů a podobných zařízení, kde již z předešlých procesů měli vypracovány velmi dobré vodní kanály a cesty. Nejstarším zařízením vyrábějící elektrický proud za působení vody na území ČR byla vodní elektrárna v Písku vybudovaná již v roce 1888. Zřízena byla kvůli ohromnému úspěchu Františka Křížíka a jeho propagačního osvětlení centra města 23. června 1887. Písek se tak stal prvním městem v Čechách se stálým elektrickým osvětlením. Dodnes je mnoho prvorepublikových vodních elektráren v provozu. Bohužel všechny jsou v rukou soukromých majitelů. Není ani výjimkou využívání vodní elektrárny pro zásobování elektrickou energií soukromou výrobu nebo továrnu. Zatímco energie získávaná pomocí vodního kola, byla využívána pro nejrůznější lidské činnosti, moderní vodní turbíny jsou uplatňovány jen výhradně pro výrobu elektrické energie. Využitá vodní síla dokáže vyrobit elektrický proud téměř zadarmo. Předpokladem je reálná návratnost pořizovacích nákladů na výstavbu elektrárny a především souvisejícího vodního díla.

Vodní elektrárny, jsou vysoce šetrné k životnímu prostředí. Neznečišťují ovzduší, nedevastují krajinu. 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).

V ČR nejsou ideální podmínky pro budování velkých vodních energetických děl, přesto v rámci obnovitelných zdrojů u nás vodní elektrárny jsou na prvním místě. Pro nedostatečný spád a množství vody v tocích, mají vodní elektrárny poměrně nízký podíl na výrobě elektrické energie. Významným posláním vodních elektráren v ČR je však sloužit jako doplňkový zdroj výroby elektrické energie a využívat především své schopnosti rychlého

najetí na velký výkon a tedy operativního vyrovnání okamžité energetické bilance v elektrizační soustavě ČR. [1] [4] [11]

3.1.1 Princip vodní elektrárny

Ve vodních elektrárnách dochází k roztočení turbíny pomocí proudu vody přitékající vodním kanálem. Turbína je na společné hřídeli s generátorem elektrické energie a dohromady tvoří tzv. turbogenerátor. Mechanická energie proudící vody se tak mění na energii elektrickou, která se transformuje a odvádí do míst spotřeby. Obdobný princip využívá i uhelná nebo jaderná elektrárna.

U těchto typů elektráren je nejdůležitější výběr turbíny, který závisí na účelu a podmínkách celého vodního díla. Nejčastěji se osazují turbíny reakčního typu (Francisova nebo Kaplanova turbína) vyráběny v mnoha modifikacích. V malých vodních elektrárnách (instalovaný výkon do deseti megawatt) se převážně používá malá horizontální turbína Bánkiho spolu s upravenou jednoduchou Francisovou turbínou. Pro vysoké spády (někdy až 500 m) se používá akční Peltonova turbína. Jedná se o vysokotlaký stroj, který má obvodovou rychlost otáčení nižší než je rychlost proudění. Vůbec nejvyšší účinnost pro velké spády vykazuje Dériazova turbína z roku 1951. Jde o diagonální verzi Kaplanovy turbíny. V přečerpávacích vodních elektrárnách se používá reverzní Francisova turbína s přestavitelnými lopatkami, která při zpětném chodu funguje jako čerpadlo. V našich podmínkách je nejčastěji instalovaná Kaplanova turbína. Je to reakční přetlakový stroj, který dosahuje několikanásobně vyšší rychlosti než je rychlost proudění vody. Vhodná je pro velké množství vody a pro menší spády.



Francisova turbína - Kaplanova turbína - Peltonovo kolo

Obr. 3-1 : Oběžná kola vodních turbín

Moderní turbíny se dělí na rovnotlaké a přetlakové. Rovnotlaké turbíny pracují se stále stejným tlakem vody. To znamená, že voda vychází z turbíny pod stejným tlakem, pod jakým do ní vstupuje. U přetlakových turbín vstupuje voda do oběžného kola s určitým přetlakem, který při průtoku klesá. Takto pracuje například Francisova turbína pro střední spády. Pro malé spády (malé výkony) jsou vhodné horizontální turbíny a pro malé spády a velké výkony se stavějí turbíny vertikální. Vodní turbíny jsou technicky nejdokonalejší mechanické motory vůbec - dosahují 95% účinnosti. Umístění vlastní elektrárny může být různé. Liší se podle tvaru terénu, výškových a spádových možností a množství vody. Existují elektrárny

zabudované přímo do tělesa hráze. Jinde je elektrárna vystavěna hluboko v podzemí. Voda se k ní přivádí tlakovým potrubím a odvádí se podzemním kanálem. [1] [4] [11]

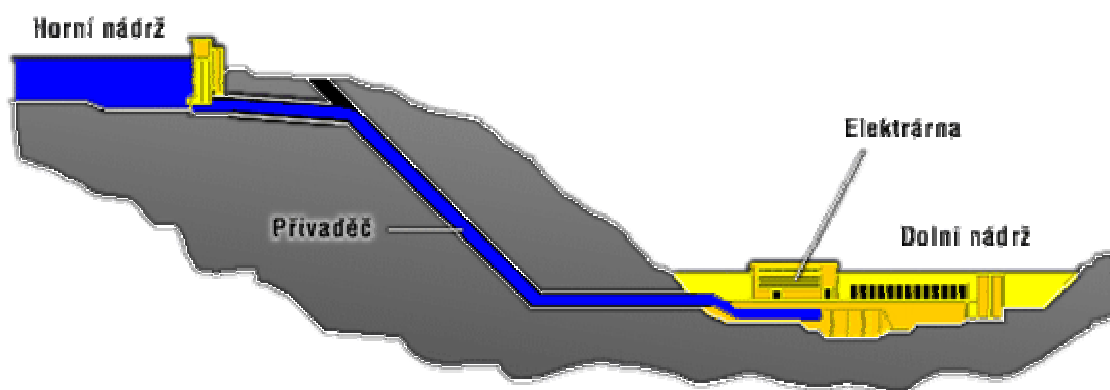
3.1.2 Typy vodních elektráren

Existují tři základní druhy hydroelektráren: průtokový, akumulční a přečerpávací

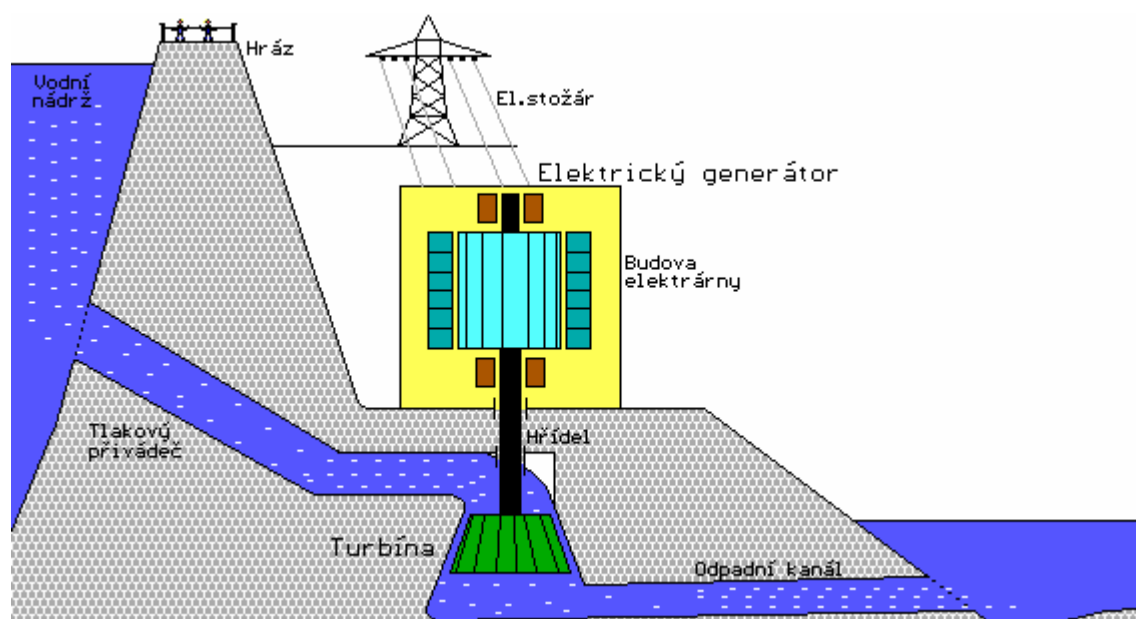
Průtočné vodní elektrárny nemají protiproudovou akumulaci. To znamená že se skoro přímo používá kinetická energie vody pro pohybování turbín. Takové hydroelektrárny je nejjednodušší vystavět, ale jsou závislé na momentálním průtoku vody. Výhoda je, že nepůsobí mnoho na okolí a nezvedá se hladina podzemních vod. Mezi tyto typy se řadí i tzv. malé vodní elektrárny, které se nacházejí na řekách, kde jsou stavěny jezy se zabudovanými elektrárenskými objekty. Průtoky toků, na kterých jsou zřizovány, jsou kolísavé a silně závislé na počasí a ročním období a charakteru vodnosti. Jejich instalovaný výkon nepřesahuje 10MW.

Akumulační elektrárny jsou charakterizovány hrází a jezerem, kde je shromážděna velká zásoba vody. Samotná elektrárna může být zabudována v přehradní hrázi nebo mimo. Je spojena soustavou přetlakových trubek. Vodní díla v sobě spojují více úloh než pouhou výrobu energie. Pod hrází stabilizují průtoky vod říčním korytem, chrání před povodněmi a podporují plavební možnosti toku. Břehy nádrží mohou sloužit jako rekreační oblasti. Mnohdy jsou nádrže také zdrojem pitné, technologické, nebo závlahové vody. Problém těchto elektráren může být hladina spodních vod, která se mění s hladinou vody v nádrži.

Přečerpávací, neboli reverzibilní vodní elektrárny jsou založeny na principu soustavy dvou nádrží. V době vysoké spotřeby elektrické energie (za dne) je vypouštěna voda z horní nádrže a podzemním převaděčem vedena na lopatky turbíny a dále do spodního jezera. V noci, kdy je obvykle spotřeba elektřiny malá, turbíny se přepnou do reverzního chodu a dochází k čerpání vody z dolní nádrže do horní. Velkou předností přečerpávacích vodních elektráren je schopnost přifázování do elektrifikační sítě s plným výkonem v několika minutách. Tato schopnost je ostatně vlastní všem vodním elektrárnám.



Obr. 3-2: Přečerpávací elektrárna



Obr. 3-3 : Akumulační vodní elektrárna [4] [11] [12]

3.1.3 Vodní elektrárny v ČR

Většinu vodních elektráren v ČR vlastní Skupina ČEZ s výjimkou Dalešic, Mohelna ,které se nachází na řece Jihlavě a Dlouhých Strání (přečerpávací el.). Nachází se na toku Vltavy, kde tvoří kaskádový systém – vltavskou kaskádu. Jejich provoz je automatický a je řízen z centrálního dispečinku ve Štěchovicích. V rámci Skupiny ČEZ se vodní elektrárny soustřeďují převážně i na tocích Labe, Dyje a Moravy. V akumulacích a průtočných vodních elektrárnách Skupiny ČEZ se v roce 2006 vyrobilo celkem 2,25 TWh. V porovnání s výrobou v roce 2005 jde o 50% nárůst. Z hlediska všech obnovitelných zdrojů Skupiny ČEZ mají vodní elektrárny na výrobě elektrické energie největší podíl, který se stále zvyšuje. [1]

Akumulační a průtočné vodní elektrárny

Elektrárna	Instalovaný výkon (MW)	Rok uvedení do provozu
Lipno I	120	1959
Orlík	364	1961–1962
Kamík	40	1960
Slapy	144	1954–1955
Štěchovice	22,5	1943–1944
Vrané	13,88	1936
Střekov (SČE)	19,5	1936

Tab. 3-1 :Vodní elektrárny provozované skupinou ČEZ

Některé Malé vodní elektrárny (více viz [1])

Elektrárna	Instalovaný výkon (MW)	Rok uvedení do provozu
Lipno II	1 x 1,5	1957
Hněvkovice	2 x 4,8	1992
Kořensko I	2 x 1,9	1992
Mohelno	1 x 1,2; 1 x 0,56	1977
Dlouhé Stráně II	1 x 0,16	2000
Kořensko II	1 x 0,94	2000
Želina	2 x 0,315	1994

Přečerpávací vodní elektrárny

Elektrárna	Instalovaný výkon (MW)	Rok uvedení do provozu
Štěchovice II	1 x 45	1947 - 1948
Dalešice	4 x 112,5	1978
Dlouhé Stráně I	2 x 325	1996

Tab. 3-1 :Vodní elektrárny provozované skupinou ČEZ [1] [4]

3.2 Větrná energie

V minulosti se větrná energie využívala na území ČR ve větrných mlýnech . Větší zájem o využití větrné energie se projevil na začátku 70. let minulého století. Vyspělé státy se začaly zabývat otázkou náhrady neobnovitelných zdrojů. Období využívání větrných turbín pro pohon vodních čerpadel spadá u nás do prvního dvacetiletí 20. století. Začátek výroby novodobých větrných elektráren se datuje na konec 80. let minulého století. V současné době se větrné elektrárny nacházejí na více než padesáti lokalitách v ČR. Jejich nominální výkon se pohybuje od 0,004 až po 2 MW_e. V roce 2006 vyrobily větrné elektrárny na území ČR téměř 50 GWh elektrické energie. Nejvíce na severozápadě ČR a na střední Moravě. Na celkové výrobě elektřiny v ČR se větrné elektrárny podílely pouze 0,4 %, což je přibližně třetina průměrného podílu v zemích EU. [1] [11]

3.2.1 Princip Větrné elektrárny

Větrné elektrárny využívají síly větru, který vzniká v atmosféře na základě rozdílu atmosférických tlaků. Působením aerodynamických sil na listy rotoru, převádí větrná turbína, umístěná na stožáru, energii větru na rotační energii mechanickou. Ta je poté prostřednictvím generátoru zdrojem elektrické energie (na podobném principu turbogenerátoru pracuje jak uhelná, vodní či jaderná elektrárna). Podél rotorových listů vznikají aerodynamické síly; listy proto musejí mít speciálně tvarovaný profil, velmi podobný profilu křídel letadla. Se vzrůstající rychlostí vzdušného proudu rostou vztahové síly s druhou mocninou rychlosti větru. Energie vyprodukovaná generátorem s třetí mocninou. Je třeba zajistit efektivní a rychle pracující regulaci výkonu rotoru tak, aby se zabránilo mechanickému a elektrickému přetížení větrné elektrárny. Obsluha větrné elektrárny je automatická. Životnost nové větrné elektrárny se udává 20 let od uvedení do provozu.

Moderní větrné elektrárny mají rozběhovou rychlost větru kolem 4 m/s. Pro zvýšení výroby jsou některé turbíny vybaveny dvěma generátory (nebo jedním generátorem s dvojnásobným vinutím). Při nízké rychlosti větru běží menší generátor, při vyšší rychlosti větru se přepne na větší generátor. Startovací rychlost pro snížený výkon je potom kolem 2,5 m/s.

K zefektivnění provozu a snížení nákladů na projektování a výstavbu se velké elektrárny sdružují do skupin (obvykle 5 až 30 elektráren), tzv. větrných farem.

Typy používaných generátorů pro přeměnu mechanické energie na elektrickou :

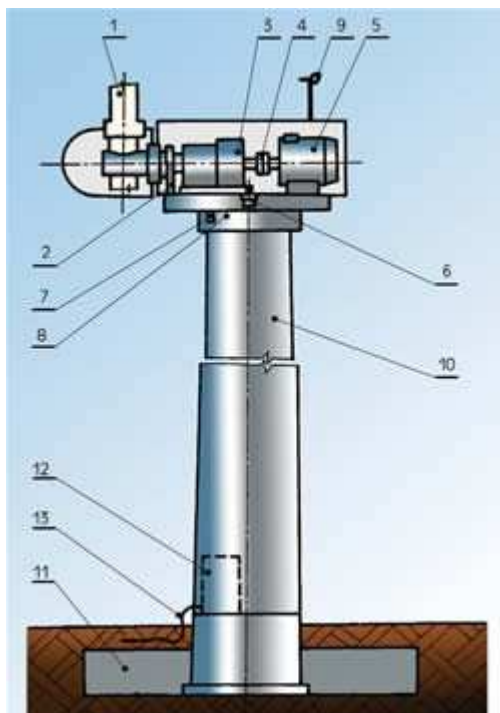
Stejnoseměrné – jsou vhodné pouze pro mikroeletřárny, které produkují stejnosměrné napětí 12 nebo 24 V.

Asynchronní – produkují střídavý proud a napětí => jsou připojitelné k síti. Nevyžadují složitý připojovací systém - pouze se sledují otáčky a rozhoduje o okamžiku připojení k síti.

Synchronní – jsou vhodné pro malé, střední i velké větrné elektrárny - mají velkou účinnost. Mnohápólové generátory jsou schopny pracovat s velkým rozsahem rychlostí větru i bez převodovky. [1] [8] [11] [12]

Základní části zařízení:

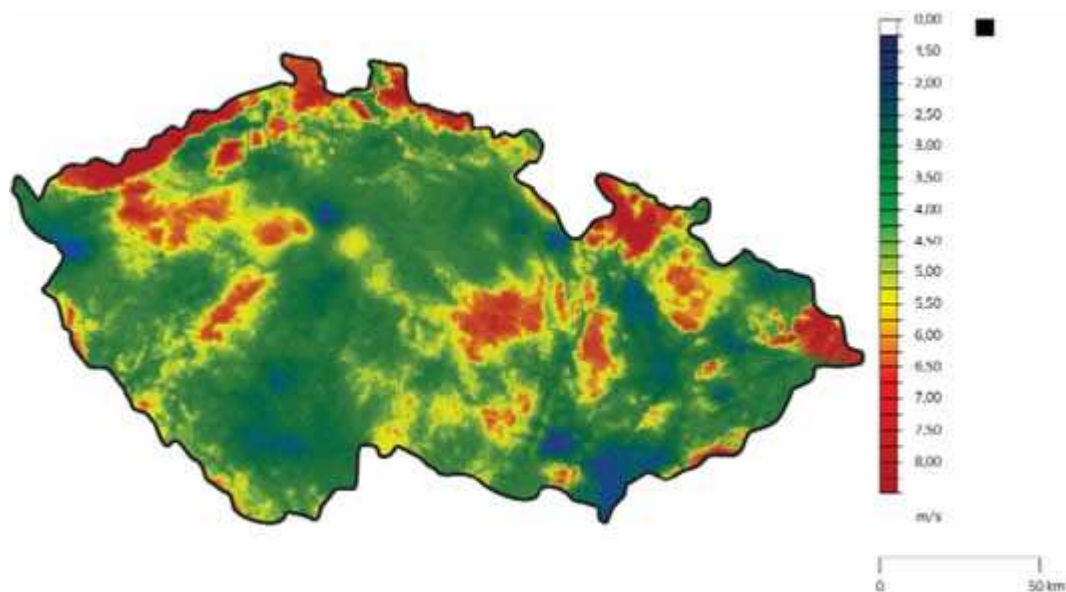
1 - rotor s rotorovou hlavicí, 2 - brzda rotoru, 3 - planetová převodovka, 4 - spojka, 5 - generátor, 6 - servo-pohon natáčení strojovny, 7 - brzda točny strojovny, 8 - ložisko točny strojovny, 9 - čidla rychlosti a směru větru, 10 - několikadílná věž elektrárny, 11 - betonový armovaný základ elektrárny, 12 - elektrorozvaděče silnoprůdého a řídicího obvodu, 13 - elektrická přípojka.



Obr. 3-4 : Popis větrné elektrárny [8]

3.2.2 Podmínky pro vybudování Větrné elektrárny

Pro větrnou elektrárnu je nejdůležitější výběr lokality, která má dostatečný větrný potenciál. Zpravidla se počítá s plochami v nadmořských výškách nad 600 metrů nad mořem. Moderní technologie již umožňují vyrábět elektřinu z větru efektivně i v mimohorských oblastech. V ČR se nacházejí nejvhodnější lokality v pohraničních pásmech Krušných hor a Jeseníků, popř. v oblasti Českomoravské vrchoviny. Místa, kde jsou příznivé větrné podmínky, leží převážně v oblastech, které patří mezi zákonem chráněné oblasti. Z toho důvodu odpadá zhruba 60-70 % vhodných ploch pro výstavbu větrných elektráren. V současné době, kdy výška stožárů dosahuje 100–150 metrů, se otevírá možnost využít i zalesněných ploch.



Obr. 3-5 : Větrný atlas České Republiky [8]

Kromě geografického rozmístění je velmi důležitá i výška věže. Podle větrného atlasu ČR, vytvořeného Ústavem fyziky atmosféry Akademie věd ČR na základě podkladů Českého hydrometeorologického ústavu, je celoroční průměrná rychlost větru přes 4 m/s ve výšce 10 m a přes 5,3 m/s ve výšce 30 m. Roční průměrná rychlost větru v lokalitě výstavby větrné elektrárny ve výšce osy rotoru navrhované elektrárny se předpokládá 6 a více m/s. Větší turbíny budou dávat více energie, ale proto různé průměry žádají vyšší věže, a oni určují větší nebo menší sílu turbíny. [1] [8]

3.2.3 Vliv větrné elektrárny na okolí

Větrné elektrárny jsou symbolem ekologické výroby elektřiny. Přesto jsou jim vytýkána některá negativa. Moderní technologie však minimalizovali nežádoucí vlivy.

Nejvíce vytýkaná je hlučnost. Jde přitom o hluk, jehož zdrojem je strojovna elektrárny, popř. interakce proudícího vzduchu s povrchem listů rotoru a uvolňováním vzduchových vírů za hranou listů. Pomocí moderních technologií se daří tento hluk stále snižovat. Zejména malé rychloběžné větrné elektrárny mohou vykazovat zvýšené hladiny hlučnosti. Hluková studie bývá součástí dokumentace nutné ke stavebnímu povolení.

Stroboskopický efekt, neboli vrhání pohyblivých stínů je-li Slunce nízko nad obzorem, není ve skutečnosti tak závažný problém hlavně z důvodu vzdálenosti elektráren od obydlených částí. Díky matnému nátěru lopatek rotoru, nedochází ani k odrazu slunečních paprsků.

Narušení krajinného rázu je asi nejproblematictější. Jedná se totiž víceméně o subjektivní názor. Někomu se větrné elektrárny líbí jinému ne. V české krajině lze jen s obtížemi najít panorama nerušené stožáry elektrického vedení či vysílači. Paradoxně se zde někdy dostává do konfliktu požadavek státní ochrany přírody na "nenápadnost" elektrárny s požadavkem bezpečnosti leteckého provozu na její dobrou viditelnost (zábleskové zařízení). Trend stavět stále větší stroje vede k tomu, že elektráren může být méně, ale současně budou více vidět. Elektrárny ale mohou také pomoci snížit počet stožárů v krajině. Na stožár elektrárny lze

umístit několik různých telekomunikačních zařízení, které bohužel často mají každý svůj vlastní stožár. Díky umístění ve větší výšce mohou pak vysílače pokrýt větší území. [1] [8]

3.2.4 Možnosti a perspektiva Větrných elektráren

Větrné elektrárny mají do budoucna možnost stát se jedním ze zdrojů, který bude nahrazovat kapacitu z uhelných elektráren. Není tu však možnost úplného nahrazení. Podle předběžných odhadů by bylo možné v Krušných horách postavit 320 až 340 větrných elektráren o jednotkovém výkonu 300 až 500 kW, tj. celkem až 170 MW (výkon 1 bloku starší uhelné elektrárny). Dnes se obvykle staví větrné elektrárny o výkonu 1,5 -2 MW.

Z výsledku společnosti Euroenergy vyplývá, že by v roce 2010 mohl instalovaný výkon ve větrných elektrárnách dosáhnout maximálně 1044 MW. Při 20% využití výkonu by výroba v těchto zdrojích mohla v nízkém scénáři dosáhnout v roce 2010 hranice 1828 GWh. Důkazem o vzrůstající využití větrných elektráren v ČR je také to, že zatímco v roce 2005 představovala roční výroba 21,3 GWh, v roce 2006 to bylo již 49,4 GWh. V roce 2002 představoval výkon instalovaný ve větrných elektrárnách 6 635 kW, koncem roku 2006 to byl již téměř desetinásobek.

Cílem Skupiny ČEZ je vyrábět v roce 2010 celkem 8 % energie z obnovitelných zdrojů. Prvními vhodnými projekty jsou možnosti výstavby větrných parků v lokalitách Dukovany a Dlouhé Pole. Kompletní obnovou projde Nový Hrádek. [1][11]

3.3 Solární energie

Získávání elektrické energie přímo ze slunečního záření je z hlediska životního prostředí nejčistším a nejšetrnějším způsobem její výroby. Jedná se o energetický zdroj, kterého je a bude v přírodě dostatek. Účinnost přeměny slunečního záření na elektřinu umožňuje získat se současnými solárními systémy z jednoho metru aktivní plochy až 110 kWh elektrické energie za rok. V našich podmínkách je ve srovnání se současnými klasickými zdroji elektrická energie ze solárních systémů však stále ještě podstatně dražší. I když současný podíl fotovoltaiky na celkové produkci elektrické energie ve světě představuje pouze asi 0,01%. Technologie slunečních elektráren však má teoreticky neomezený růstový potenciál a je třeba sním počítat. [1] [11]

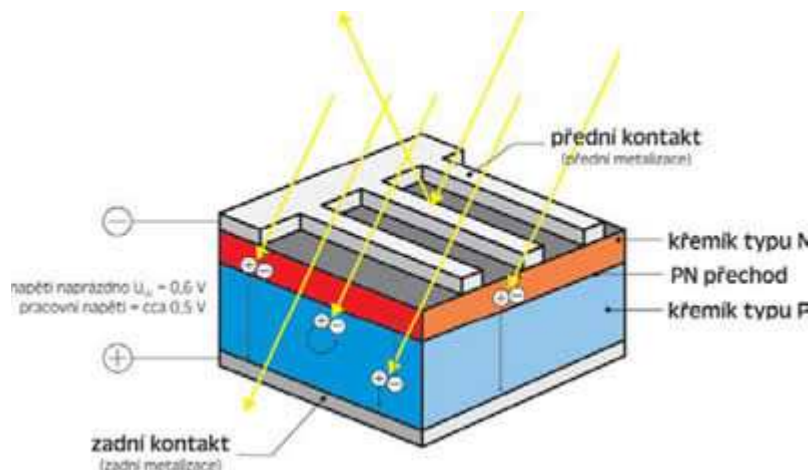
3.3.1 Princip využití Solární energie

Pro získání elektrické energie ze slunečního záření existují dvě možnosti přeměny. Přímo a nepřímo.

Přímá přeměna využívá fotovoltaického jevu. K uskutečnění tohoto jevu se využívají takzvané fotovoltaické články, které jsou vyrobeny z polovodičových materiálů (např. z křemíku, germaniu, selenu, kadmia aj.). Fotovoltaický článek je tvořen nejčastěji tenkou destičkou z monokrystalu křemíku, použít lze i polykrystalický materiál. Destička je z jedné strany obohacena atomy trojmocného prvku (např. bóru), z druhé strany atomy pětimocného prvku (např. arzenu). Jeden čtvereční centimetr dává proud okolo 12 mW (miliwattů). Jeden metr čtvereční slunečních článků může v letní poledne vyrobit až 150 W stejnosměrného proudu. Abychom dosáhli potřebného napětí (na jednom článku je 0,5 V), zapojují se sluneční články za sebou. Větší proud získáme zapojením vedle sebe. Spojením

mnoha článků vedle sebe a za sebou vzniká sluneční panel. Rozměry jednoho článku jsou asi 10×10 cm, spojují se do panelů o výkonech od 10 do 300 W.

Nepřímá přeměna je založena na získání tepla pomocí slunečních sběračů. V ohnisku sběračů umístíme termočlánky, které mění teplo v elektřinu. Termoelektrická přeměna spočívá v tzv. Seebeckově jevu (v obvodu ze dvou různých vodičů vzniká elektrický proud, pokud jejich spoje mají různou teplotu). Jednoduché zařízení ze dvou různých vodičů na koncích spojených vytváří termoelektrický článek. Jeho účinnost závisí na vlastnostech obou kovů, z nichž jsou vodiče vyrobeny, a na rozdílu teplot mezi teplým a studeným spojem. Větší množství termoelektrických článků vhodně spojených se nazývá termoelektrický generátor.



Obr. 3-6 : Princip činnosti solárního článku

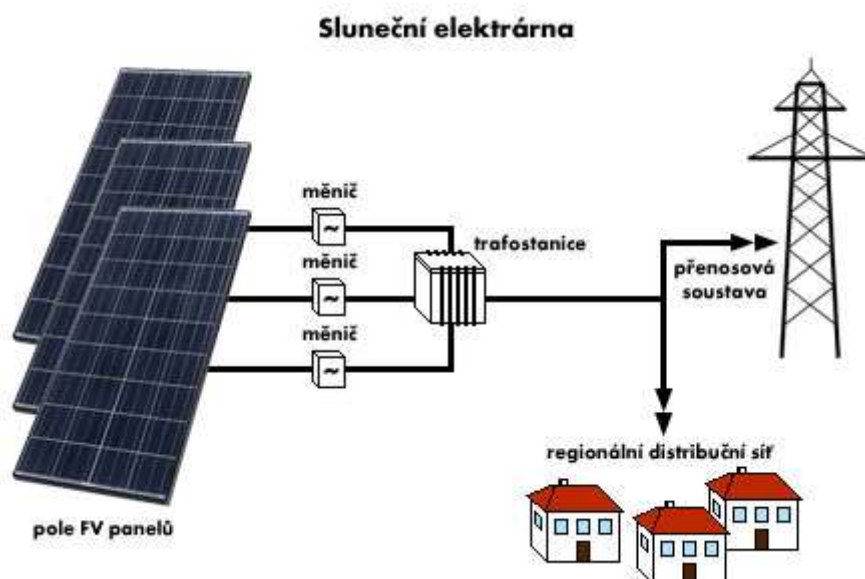
Dalším způsobem získání elektřiny je palivový článek. Tento článek využívá chemické energie tak, že pomocí slunečního záření rozložíme vodu na vodík a kyslík. Tím se původní energie záření uskladní jako energie chemická do obou plynů. Při slučování obou plynů, tj. při okysličování vodíku, vzniká opět voda. Nahromaděná energie se přitom uvolní buď jako teplo (při hoření), nebo v palivovém článku jako elektrický proud. Palivový článek je měnič, ve kterém se energie chemická mění v energii elektrickou. Možnost uskladnění elektrické energie naznačuje možnost budoucího rozvoje. Tyto články budou pravděpodobně důležitým zdrojem elektrické energie, stejně jako jaderné palivo. Účinnost palivových článků je vysoká (až 90 %). Provoz palivových článků je absolutně čistý neboť jejich produktem je voda. Články pracují zcela bezhlučně, jelikož neobsahují žádné pohyblivé části. Pomocí palivových článků lze získávat elektřinu pro domácnost (s výkonem 12 kW). Vyrábějí se však už baterie mnoha palivových článků s výkonem až 13 000 kW (užívají se zejména v astronautice). [1] [11] [12]

3.3.2 Podmínky pro sluneční elektrárny v ČR

Klimatické podmínky v rámci ČR se značně liší dle regionů. Obecně platí, že čím jižněji, tím lépe. Nejvýhodnějším regionem pro fotovoltaické elektrárny je Jižní Morava a Jižní Čechy. Pro sluneční elektrárny dále platí, že čím výše, tím lépe. Ve vyšších končinách je řidší vzduch a menší pravděpodobnost inverzí a mlhy. Klimatické podmínky v ČR dovolují získat přibližně 900 kWh/rok z 1 kWp nominálního výkonu. V Evropě jsou však země, kde je možné dosáhnout zisku až dvojnásobného, například jih Španělska.

3.3.3 Sluneční elektrárny v ČR

Využívání sluneční energie je v ČR na počátku rozvoje. V posledních letech došlo k vybudování solárních systémů jako zdroj elektrické energie pro samostatné napájení objektů a zařízení v lokalitách bez připojení na rozvodnou síť. První slunečná elektrárny o výkonu 10 kW byla uvedena do provozu Skupinou ČEZ v roce 1998 na vrcholu hory Mravenečník v Jeseníkách. Elektrárna má celkovou účinnou plochu 75 m² a tvoří ji 200 fotovoltaických panelů. Dnes je umístěna jako demonstrační zařízení v areálu JE Dukovany coby součást informačního centra. V našich podmínkách je solární systém o výkonu 1 kW schopen vyprodukovat 900-1000 kWh elektrické energie za rok. U současně provozovaných slunečních elektráren o instalovaných výkonech od 2,6 kW do 36 kW (sítě solárních systémů na středních odborných školách po 1,2 kW) jde většinou o napájení aplikací bez připojení k rozvodné síti. V souladu s cíli EU by celkový instalovaný výkon solárních systémů v ČR měl do roku 2010 dosáhnout 84 MW a do roku 2020 541 MW.



Obr. 3-7 : Blokové schéma Sluneční elektrárny [1] [13]

3.4 Energie biomasy

Jedná se o obnovitelný zdroj energie biologického původu. Rostlinná biomasa je pěstovaná v půdě nebo ve vodě. Živočišná biomasa je vedlejší organický produkt. Zásadní výhodou je, že biomasa slouží jako akumulátor energie a lze ji poměrně jednoduše a dlouhodobě skladovat. Energetika v ČR využívá dřevo, slámu, zemědělské zbytky, exkrementy užitkových zvířat, nebo využitelný tříděný komunální odpad a plynné produkty vznikající při provozu čistíren odpadních vod.

Základní technologie zpracování se dělí na suché procesy (termochemická přeměna) jako je spalování, zplyňování a pyrolýza. Procesy mokré (biochemická přeměna), které zahrnují anaerobní vyhnívání (metanové kvašení), lihové kvašení a výrobu biovodíku. Zvláštní podskupinu potom tvoří lisování olejů a jejich následná úprava, což je v podstatě mechanicko-chemická přeměna (např. výroba bionafty a přírodních maziv). [1] [11]

3.4.1 Spalování biomasy

Spalování biomasy a její následná transformace v elektrickou energii patří k nejběžnějším průmyslovým použitím v ČR. Biomasa se využívá ke spalování v klasických elektrárnách ve fluidních kotlích s cirkulací spalin spolu s energetickým uhlím. Pro průmyslové aplikace nebo systémy centrálního zásobování teplem se používají kotle nad 100kW spalující dřevní štěpku nebo balíky slámy. Často jsou vybaveny automatickým přikládáním paliva a dokáží spalovat i méně kvalitní a vlhčí biomasu. Někdy tato zařízení využívají kombinovanou výrobu tepla a elektřiny (kogenerace).

Při spalování suché biomasy (nejčastěji ve formě dřevní štěpky), se jedná o téměř nulovou bilanci skleníkového plynu CO₂ oproti spalování fosilních paliv. Množství tohoto plynu uvolňovaného do ovzduší 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 %).

Spalováním suché biomasy při působení vysokých teplot, dochází uvolňování hořlavého plynu tzv. dřevoplynu. Jedná se o prosté spalování, kdy za přítomnosti vzduchu dojde k hoření. Pokud jde o zahřívání bez přístupu vzduchu, odvádí se vzniklý dřevoplyn do spalovacího prostoru, kde se spaluje obdobně jako jiná plynná paliva. Část vzniklého tepla je použita na zplyňování další biomasy. Výhodou je snadná regulace výkonu, nižší emise, vyšší účinnost. Zařízení se zplyňováním biomasy se používají stále více. Na první pohled se neliší od běžných spalovacích zařízení.

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, zejména při pálení dřeva v kotlích na uhlí. Podmínkou dokonalého spalování je vysoká teplota, účinné směšování se vzduchem a prostor dostatečný k tomu, aby všechny plyny dobře shořely, tam kde mají a nestávalo se, že budou hořet až v komíně.

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. 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 spoluspalování biomasy při výrobě v elektrárnách Hodonín, Poříčí, Dvůr Králové, Tisová a Ledvice. [1] [8] [11]

3.4.2 Výhřevnost biomasy

Výhřevnost dřeva a dalších rostlinných paliv závisí na druhu dřeva či rostliny. Důležitým faktorem je množství vlhkosti na kterou jsou tato paliva citlivější. Dřevní hmota při přirozeném provětrávání pod střechem sníží svůj obsah vody na 20 % za jeden rok. Řepková sláma za stejných podmínek na 13 %. Obsah energie v 1 kg dřeva s nulovým obsahem vody je asi 5,2 kWh. V praxi však nelze dřevo vysušit úplně. Zbytkový obsah vody je asi 20 %

hmotnosti suchého dřeva. Při spalovacím procesu se část energie spotřebuje na vypaření této vody. Je nutné počítat s energetickým obsahem 4,3 až 4,5 kWh na 1 kg dřeva. [1] [11]

3.4.3 Spalování biomasy v elektrárnách ČR

Pokusy spalování biomasy začínaly v odstavené elektrárně Tušimice I v letech 1995 a 1996. Jednalo se o spalování biomasy zemědělského a lesního původu ve fluidním kotli. Ovšem tehdejší výkupní ceny elektřiny a nákupní ceny potenciálně dodávané biomasy nebyly příznivé. Proto nedošlo k realizaci celého projektu. O pár let později na základě referencí ze zahraničí, došlo k prvnímu reálnému ověření této technologie „ve velkém“. V elektrárně Hodonín, kde se spolu s jihomoravským lignitem začaly spalovat otruby. V následujících letech proběhly zkoušky s lesní štěpkou a poté i s dalšími produkty ze zpracování dřeva. Zkoušky prokázaly, že je možné spoluspalovat biomasu ve fluidních kotlích přibližně na úrovni 20 % tepelného obsahu směsi. V roštových kotlích ještě při větším podílu. Problémem je určit optimální roční množství biomasy. Je důležité zvážit, aby se vyplatilo dlouhodobě investovat do úprav, dopravy paliva a do dalších opatření pro realizaci kontinuálního spoluspalování. Důležitá je i infrastruktura pro velkokapacitní pěstování, sklizeň, svážení a skladování biomasy pro energetické účely.

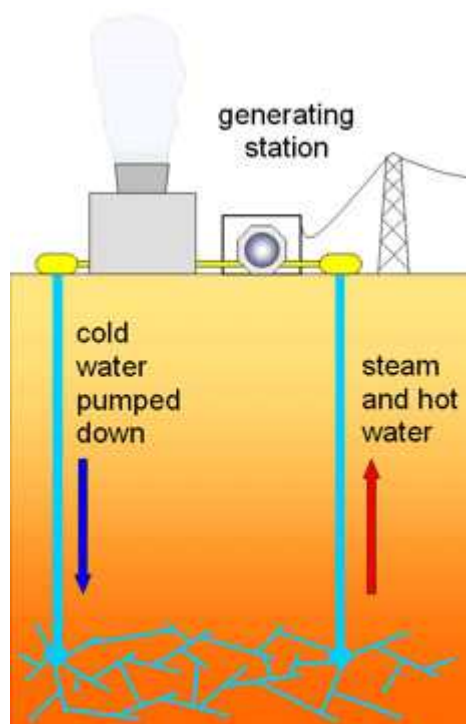
Výroba elektřiny je regionálně vázána především na velké elektrárenské bloky. Z tohoto důvodu dosahuje nejvyšší hodnoty na severu Čech. Biomasy se ve srovnání s rokem 2005 a v roce 2006 spálilo více než dvojnásobek, téměř 227 tisíc tun. Výroba energie z biomasy, tak meziročně stoupla o 94,2%. Projevila se vyšší výkupní cena elektřiny z těchto zdrojů, která umožnila nabídnout vyšší ceny dodavatelům biomasy. [1] [11]

3.5 Geotermální energie

Jedná se o teplo obsažené v zemi (půdě, tzv. geotermální teplo, případně geotermální energie), podzemní nebo povrchové vodě či okolním vzduchu. Je pro svou nízkou teplotu běžným způsobem nevyužitelné. Tzv. nízkopotencionální teplo však může být pomocí tepelného čerpadla převedeno na teplo s teplotou tak vysokou, že se může využít pro vytápění objektů nebo ohřev teplé užitkové nebo bazénové vody.

Jedná se o obrácený princip chladicího zařízení, kdy nízkoteplotní teplo okolního prostředí (např. kolem 2 °C) převedeme na vyšší teplotu (kolem 50 °C), kterou předáme topnému médiu.

Geotermální elektrárny využívají k výrobě elektřiny tepelnou energii z nitra Země. Na některých místech je teplotní spád více než 55 stupňů Celsia na 1 km hloubky. Geotermální elektrárny se staví zejména ve vulkanicky aktivních oblastech, kde využívají k pohonu turbín horkou páru. Pára stoupá pod tlakem z gejzírů, horkých pramenů, nebo teplotnosných médií. V hloubi země se ohřívá a ohřátá jde na povrch.



Obr. 3-8: Zjednodušený princip tvoření elektrické energie z geotermálních pramenu

Vřelá voda a pára se používají pro pohybování turbín generátor, a používaná voda a kondenzovaná pára se vrací zpět do pramenů.

Obecně lze ze zemských vrtů využívat nízkopotenciální i vysokopotenciální teplou vodu. Celkový instalovaný výkon geotermálních elektráren ve světě se odhaduje na 8000 MW. Na rozdíl od většiny jiných typů elektráren, jako je jaderná elektrárna nebo elektrárna spalující fosilní paliva, nepotřebují geotermální elektrárny žádné palivo. Jejich nevýhodou je, že jsou dostupné pouze na některých místech zemského povrchu. Výstavba geotermální elektrárny je zhruba pětikrát dražší než stavba jaderné elektrárny. Podíl těchto elektráren v rámci celé Evropy je minimální. V některých lokalitách je, ale jejich význam značný. Mezi takové oblasti patří Island, kde z geotermálních zdrojů pochází většina elektrické energie a kde jsou tyto zdroje využívány i k vytápění domů, ohřevu vody atd.

V ČR není dostatečný přírodní potenciál k vybudování geotermální elektrárny. Pojem "geotermální energie" je u nás většinou používán pro tepelná čerpadla, která využívají teplo půdy nebo velmi mělkých vrtů k vytápění rodinných domů. Využití geotermální energie tedy nemůže významně zasáhnout do energetické bilance v ČR. [8] [9] [11]

4 PRINCIP REGULACE ELEKTRICKÉ ENERGIE

Jedná se o regulaci činného výkonu a frekvence. V případě zvýšení spotřeby elektrické energie v rozvodné soustavě dojde ke zvýšení činného výkonu a následnému poklesu frekvence.

4.1 Primární

Primární regulace slouží k regulaci frekvence. Jedná se o plně automatickou korekci, která v případě klesání, nebo naopak stoupání frekvence v závislosti na zátěži činným výkonem zabrání dalšímu kolísání frekvence a daný blok se snaží korigovat otáčky turbíny co nejblíže 3000 ot/min což odpovídá kmitočtu 50 Hz. Primární regulace probíhá v řádu vteřin v rámci celé sítě UCTE. Důležitost těchto požadavků vzrůstá v době po propojení elektrického systému České Republiky do evropského systému UCTE (Union pour la Co-ordination et du Transport de l'Electricité). [14]

4.2 Sekundární

Obnovuje rovnovážný stav po zakolísání frekvence. Tato regulace nabíhá do patnácti minut a je řízena z centrálního dispečinku. Jedná se o regulaci, která při zvýšení nebo naopak snížení spotřeby elektrické energie vydá centrálně povel k dorovnání požadovaných výkonů na stávajících generátorech paralelně běžících. Provádí se pouze v té zemi, kde došlo například k výpadku jednoho elektrárenského bloku. V tomto případě dojde v rámci sítě UCTE k toku výkonů do této země.

Podle mezinárodních smluv o energetiku, je povoleno v takovém to případě odebrat maximálně 100 MW nebo 20 MWh během jedné hodiny ze sítě jiné země. U nás se tato regulace provádí většinou na tepelných nebo vodních elektrárnách. [15]

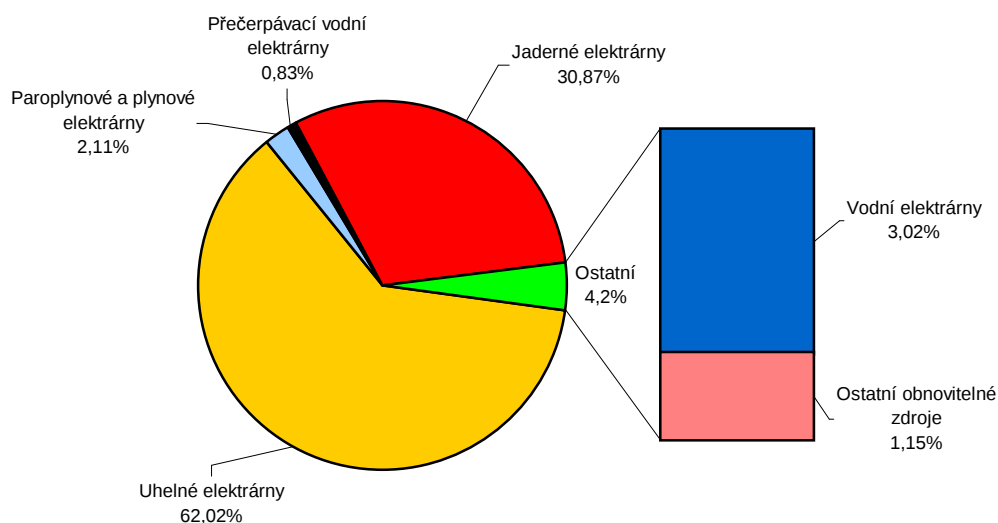
4.3 Terciální

Funkce terciální regulace je nutnou podmínkou optimálního fungování celého regulačního systému. Jedná se o regulaci činného výkonu – frekvence. Tato regulace probíhá v řádu hodin. Obnovuje vyčerpanou sekundární rezervu. Přerozdělí zatížení výrobních bloků na jednotlivé pracovní body.

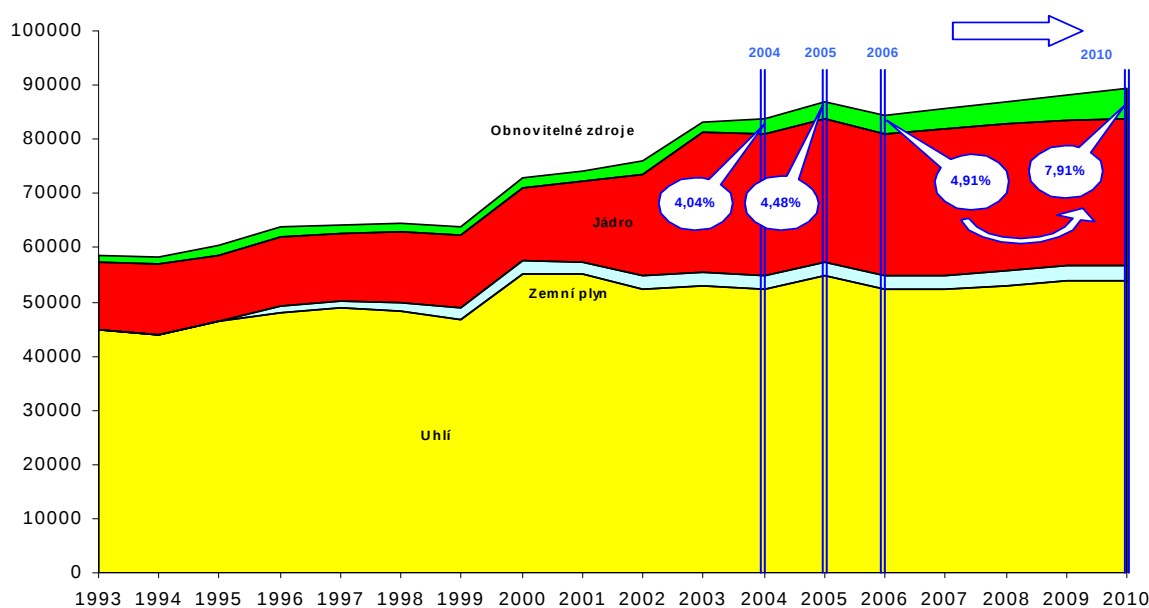
Výkon kladné a záporné terciální regulace se využívá k obnově vyčerpané sekundární regulace. Jde o výkonový rozsah, kterého může blok dosáhnout řádově hodin od vyslání signálu. Rychle startující výkonová záloha představuje výkon na neroztočených strojích, který je dispečerovi k dispozici do 10 min od vyslání pokynu. Ze strany ČEZ je tento výkon poskytován průtočnými a přečerpávacími vodními elektrárnami. Dispečer využívá tento druh záloh ke krytí náhlých změn zatížení v soustavě nebo ke krytí výpadků zdrojů. Jako záloha se můžou použít bloky ve studeném stavu, nebo například u tepelných elektráren navýšení počtu mlýnů na uhlí a následnému přestoupení do vyššího výkonového pásma. [16]

5 ENERGETICKÁ BILANCE V ČR

V roce 2006 bylo v České republice vyrobeno celkem 84 257 000 MWh elektrické energie. 31 % pochází z Jaderných elektráren Dukovany (EDU) a Temelín (ETE). Jejich společný výkon 3760 MW představuje 21,5 % z celkového instalovaného výkonu v ČR. Vyšší podíl těchto zdrojů na celkové výrobě než odpovídá instalovanému výkonu je dán jejich vyšším využitím. To je dáno nižšími proměnnými náklady jaderných zdrojů ve srovnání s ostatními energetickými zdroji.



Obr. 5-1: Výroba elektřiny v ČR podle zdrojů v roce 2006 [17]



Obr. 6-2: Výroba elektřiny v ČR podle zdrojů 1993 – 2006 s výhledem do roku 2010 [17]

Výroba elektřiny v České republice od roku 1993 stále roste, čistý export společnosti ČEZ v posledních letech klesá. Je to dáno především zvyšující se spotřebou elektřiny v ČR. ČEZ v roce 2006 v rámci čistého exportu vyvezl 7,5 mil. MWh, tj. 12 % své celkové produkce. Celkové saldo vyrobené elektrické energie v ČR v roce 2006 činí 12,63 TWh.

Podle plánu investic do modernizace a obnovy energetických zdrojů ČEZ, a. s., bude v následujících letech zvyšovat podíl jaderných elektráren na výrobě elektrické energie v ČR. V elektrárně Dukovany se počítá s navýšením výkonu, díky modernizaci technologického zařízení, o více než 10 %. Jedná se však o jednorázové navýšení instalovaného výkonu. V případě dalšího navýšování spotřeby elektrické energie, bude docházet procentuálně ke snížení výroby elektřiny z jádra, vlivem navýšení výroby v uhelných elektrárnách.

V roce 2020 by měla výroba energie z obnovitelných zdrojů dosáhnout hodnoty až 5,1 TWh. Toto číslo představuje trojnásobnou hodnotu vyrobené elektrické energie oproti roku 2005, kdy společnost vyrobila 1,7 TWh. [1]

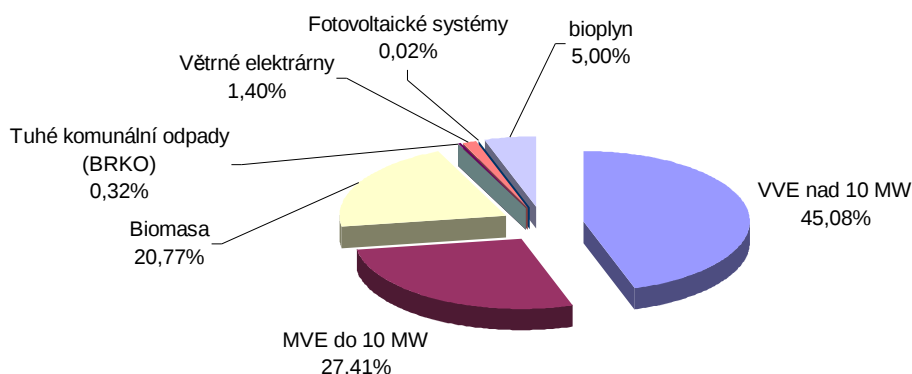
6 SKUTEČNĚ DOSAŽENÉ UPLATNĚNÍ OZE V UPLYNULÝCH LETECH A ANALÝZA MEZIROČNÍCH ZMĚN

Česká republika se jako členský stát Evropské unie zavázala ke zvýšení výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů energie (OZE). Stanovení potenciálu obnovitelných zdrojů, diskuse o reálně dosažitelném podílu, o formách a výši podpory byly v letech 2003 až 2004 významným tématem při projednávání Státní energetické koncepce, novely energetického zákona vyústily v přijetí zákona č. 180/2005 Sb. o podpoře výroby elektřiny z obnovitelných zdrojů.

Zákonem byly vytvořeny stabilní podmínky pro podnikatelské rozhodování tím, že zákon definuje systém podpory formou pevných výkupních cen, případně příplatků k tržním cenám elektřiny. Zároveň garantuje výši výnosů z jednotky vyrobené elektřiny po dobu 15 let. Systém podpory OZE doplněný od roku 2004 o možnost podpory ze strukturálních fondů EU pomáhá ke splnění cíle 8% podílu obnovitelných zdrojů na hrubé domácí spotřebě elektřiny. Na splnění stanoveného podílu obnovitelných zdrojů má velký vliv samostatná hrubá domácí spotřeba.

Hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů (OZE) se v roce 2006 podílela na tuzemské hrubé spotřebě elektřiny 4,91 %. Na celkové tuzemské hrubé výrobě elektřiny se hrubá výroba elektřiny z obnovitelných zdrojů podílela 4,17 %.

Nejvyšší výroba elektřiny z OZE byla v roce 2006 realizována z vodních elektráren 2 551 GWh. Následuje biomasa 731 GWh, kde však významný podíl 350 GWh vyrobené elektřiny je z energetického využívání celulózových výluhů, kdy vyrobená elektřina je spotřebovávána ve vlastních výrobních závodech. Tento objem se ovšem od minulého období výrazně neliší. Za významnější zdroj elektřiny z obnovitelných zdrojů lze ještě považovat využívání bioplynu 176 GWh. Větrné elektrárny 49,4 GWh a spalovny odpadů 11,3 GWh mají jen marginální význam. Výroba elektřiny ve fotovoltaických systémech má stále jen demonstrační charakter 0,54 GWh. [17]



Obr. 6-1: Podíl jednotlivých OZE na výrobě elektřiny v ČR v roce 2006 [17]

Tab. 6-1: Výroba elektřiny z OZE v roce 2006

	Hrubá výroba elektřiny	Dodávka do sítě / netto výroba	Podíl na zelené elektřině	Podíl na hrubé dom. spotřebě	Podíl na hrubé výrobě elektřiny
	MWh	MWh	%	%	%
Vodní elektrárny	2 550 700,0	2 540 100,0	72,49%	3,56%	3,02%
Malé vodní elektrárny do 1 MW	333 000,0	b.d.	9,46%	0,46%	0,39%
Malé vodní elektrárny od 1 do 10 MW	631 400,0	b.d.	17,94%	0,88%	0,75%
Velké vodní elektrárny nad 10 MW	1 586 300,0	b.d.	45,08%	2,21%	1,88%
Biomasa celkem	731 066,4	285 746,4	20,78%	1,02%	0,87%
Štěpka apod.	272 724,5	190 673,1	7,75%	0,38%	0,32%
Celulóзовé výluhy	350 027,7	0,0	9,95%	0,49%	0,41%
Rostlinné materiály	84 464,5	76 040,0	2,40%	0,12%	0,10%
Pelety	23 849,7	19 033,3	0,68%	0,03%	0,03%
Bioplyn celkem	175 837,2	99 755,9	5,00%	0,25%	0,21%
Komunální ČOV	67 661,6	16 126,0	1,92%	0,09%	0,08%
Průmyslové ČOV	2 069,6	407,0	0,06%	0,00%	0,00%
Bioplynové stanice	19 210,5	6 953,3	0,55%	0,03%	0,02%
Skládkový plyn	86 895,5	76 269,6	2,47%	0,12%	0,10%
Tuhé komunální odpady (BRKO)	11 264,4	4 435,6	0,32%	0,02%	0,01%
Větrné elektrárny (nad 100 kW)	49 400,0	49 100,0	1,40%	0,07%	0,06%
Fotovoltaické systémy (odhad)	540,0	200,0	0,02%	0,00%	0,00%
Kapalná biopaliva	22,3	20,7	0,00%	0,00%	0,00%
Celkem	3 518 830,3	2 979 358,6	100,00%	4,91%	4,17%

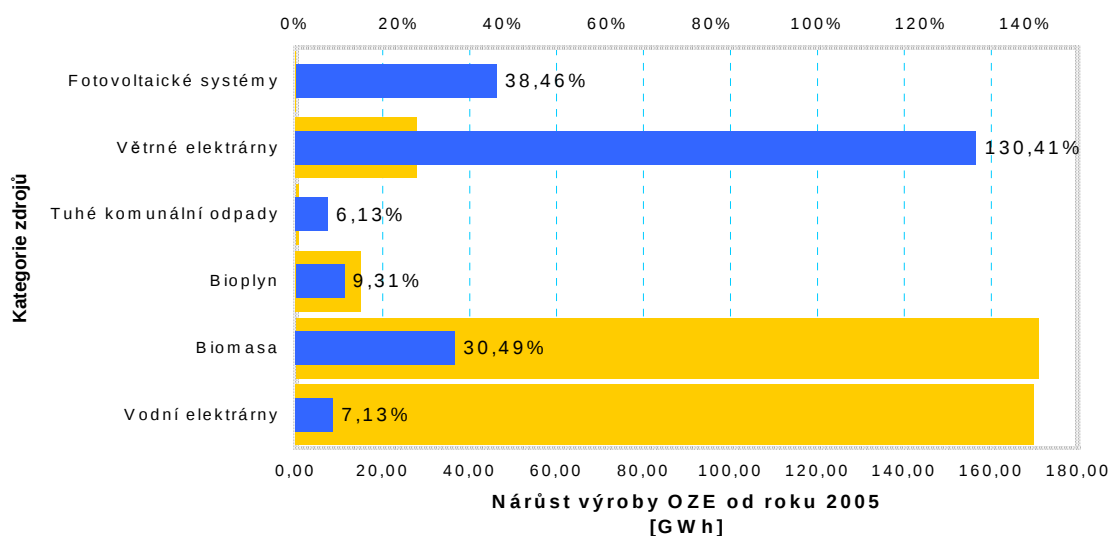
Pozn.: u větrných, vodních a solárních elektráren uvedena netto výroba dle ERÚ.

(Zdroj: MPO, ERÚ)

Tab. 6-2: Časová řada vývoje hrubé výroby elektřiny z OZE v roce 2006

	Hrubá výroba elektřiny						Trend hrubé výroby el. z OZE mezi 2005-2006
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	
Vodní elektrárny	2019,40	2 380,91	2 550,70				7.13
Malé vodní elektrárny do 1 MW	286,10	343,98	333,00				-3.19
Malé vodní elektrárny od 1 do 10 MW	617,40	728,73	631,40				-13.36
Velké vodní elektrárny nad 10 MW	1116,90	1309,20	1 586,30				21.17
Biomasa celkem	564,54	560,25	731,06				30.49
Štěpka apod.	265,27	222,5	272,72				22.57
Celulózní výluhy	272,82	280,58	350,03				24.75
Rostlinné materiály	20,82	53,77	84,46				57.08
Pelety	2,62	4,44	23,85				437.16
Bioplyn celkem	138,79	160,86	175,84				9.31
Komunální ČOV	63,51	71,44	67,66				-5.29
Průmyslové ČOV	2,00	2,87	2,07				-27.87
Zemědělský bioplyn	7,13	8,24	19,21				133.13
Skládkový plyn	66,07	78,29	86,90				11.00
Tuhé komunální odpady (BRKO)	10,03	10,61	11,26				6.13
Větrné elektrárny (nad 100 kW)	9,87	21,44	49,40				130.41
Fotovoltaické systémy	0,08	0,39	0,54				38.46
Kapalná biopaliva	-	-	0,22				-
Celkem	2771,78	3133,46	3 518,83				12.30
Podíl na hrubé spotřebě	4,04%	4,48%	4.91%				0.43%

(zdroj:MPO)



Obr. 6-2 : Nárůst výroby od roku 2005 podle kategorie zdrojů [17]

Meziroční nárůst výroby elektřiny z OZE činí 386 GWh. Tento nárůst je však o 5,6 GWh menší, než za minulé období. Vyšší výroba byla opět dosažena především díky vyšší produkci ve velkých vodních elektrárnách. Naopak v malých vodních elektrárnách byl zaznamenán výrazný pokles výroby o 108 GWh. Nejvyšší dynamiku rozvoje lze zaznamenat u větrné energie, avšak vzhledem k malým celkovým hodnotám se tato dynamika příliš neprojeví na celkovém objemu elektřiny z OZE. Odklon od stagnujícího trendu lze zaznamenat u výroby elektřiny z biomasy. Avšak situace na trhu s odpadní biomasou se od loňského roku výrazně nezměnila. [17]

6.1 Biomasa

Využití biomasy má v podmínkách ČR technicky nejvíce využitelný potenciál z obnovitelných zdrojů pro výrobu elektřiny, tepla, případně kogenerace. Energie získaná z biomasy nemá problémy se stabilitou dodávek, naopak lze jí stále zvyšovat současným využíváním biomasy s fosilními palivy (spoluspalování biomasy). Energetickým využíváním biomasy se rozumí spalování dřevní nebo rostlinné hmoty včetně celulózových výluhů, a to jak samostatně, nebo společně s fosilními palivy za účelem výroby elektřiny a nebo tepla. Pro výrobu elektřiny byly v roce 2006 využívány následující druhy biomasy:

- piliny, kůra, štěpky, dřevní odpad
- rostlinné materiály
- pelety
- celulózové výluhy

6.1.1 Výroba elektrické energie z biomasy v roce 2006

Tab. 6-3 : Trend vývoje výroby elektřiny z biomasy

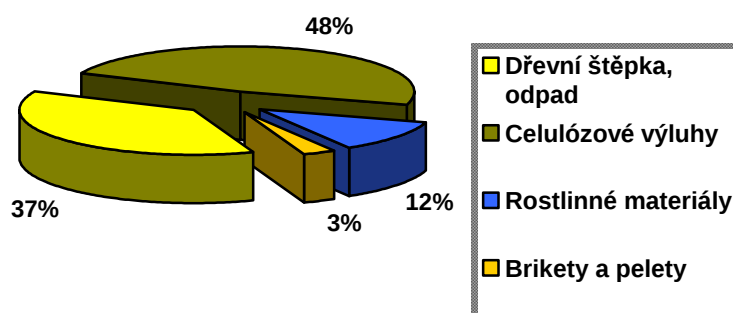
Rok	Hrubá výroba elektřiny MWh	Dodávka do sítě MWh
2003	372 972,4	17 383,3
2004	565 000,0	222 827,3
2005	560 251,9	210 379,2
2006	731 066,3	285 746,4
Rozdíl 2005-2006	170 814,4	75 367,2
	+30,49%	+35,82%

* vč. celkového výkonu zdrojů využívajících spalování biomasy s uhlím

(zdroj:MPO)

V roce 2006 bylo vyrobeno celkem 731 GWh elektřiny z biomasy, což je více než v roce předchozím 560 GWh.

Část vyrobené elektrické energie (39%) byla dodána do sítě, 57 % elektřiny bylo vykázáno jako vlastní spotřeba podniku (vč. ztrát). Pouze 4 % hrubé výroby elektřiny činily přímé dodávky třetím subjektům. Z celkových 731 GWh bylo při spalování s uhlím vyrobeno 349 GWh a dalších 373 GWh bylo vyrobeno ve velkých závodních teplárnách. Nové tzv. bio-teplárny (elektrárny) vyrobily 9 GWh.



Obr. 6-3 : Podíl jednotlivých druhů biomasy na výrobě elektřiny (zdroj:MPO)

Vedle tradičních paliv – dřevního odpadu, pilin a štěpky (250 tisíc tun) a celulózových výluhů (185 tisíc tun) byla v roce 2006 zaznamenána zvýšená spotřeba neaglomerované rostlinné hmoty (62 tisíc tun) i pelet a briket z rostlinných materiálů (16 tisíc tun). V roce 2006 bylo k výrobě elektřiny celkem použito 512 tisíc tun biomasy, což je podstatně více než v roce 2005 (389 tisíc tun). Nárůst byl zaznamenán u dřevního odpadu, pilin a štěpky o 60 tisíc tun. Energie obsažená v biomase spotřebované na výrobu elektřiny činila 5 609 813 GJ.

Celková energie vyprodukovaná z biomasy byla v roce 2006 61,8 PJ. Téměř 60 % z této energie byla vyprodukována v domácnostech. Po odečtení nároků na rozlohu půdy pro

uspokojení potřeby bioplynu a biopaliv zůstává půda na pěstování energetických plodin o rozloze 1 327 433 ha. Tato půda však v praxi není stoprocentně využitelná z důvodu dostupnosti a dopravy. Zkušenosti ukazují, že se maximálně dá využít 75%, tedy 995 575 ha, co dává při průměrné energii obsažené v palivu na úrovni 130 GJ/ha hodnotu 129 PJ.

V roce 2006 došlo ke zvýšené spotřebě energetického materiálu vypěstovaného přímo pro tento účel a využitého pro přímé spalování. Nicméně spoluspalování bude i nadále představovat poměrně jednoduché, rychlé a málo rizikové řešení pro využívání biomasy. [17]

6.2 Vodní energie

V ČR se jedná o nejvýznamnější obnovitelný zdroj pro výrobu elektrické energie. Hlavním důvodem jsou vhodné parametry pro regulaci elektrické soustavy. Hodnota instalovaného výkonu vodních elektráren v ČR je přes 1 GW_e (bez přečerpávacích elektráren), a představuje 8 % celkového instalovaného výkonu zdrojů pro výrobu elektřiny. Na hrubé výrobě elektřiny se v loňském roce podílela z 3,5 %. Podíl na výrobě zelené elektřiny potom tvořil více než 72 %. Převážná část hydropotenciálu ČR je již dlouhou dobu využívána zejména k účelům regulace elektrizační soustavy. Obrovskou nevýhodou tohoto zdroje je závislost na hydrologických podmínkách v hodnoceném období. Vzhledem k vysokému podílu výroby elektřiny ve vodních elektrárnách na zelené elektřině, tato závislost bude nutně vytvářet výkyvy v celkovém objemu vyrobené zelené elektřiny v méně vodnatých letech. [17]

6.2.1 Výroba elektrické energie z energie vody v roce 2006

Hrubá výroba elektřiny ve vodních elektrárnách dosáhla v roce 2006 výše 2551 GWh. Meziročně stoupla o 7,16 %, zejména díky vyšší vodnatosti oproti předcházejícímu období.

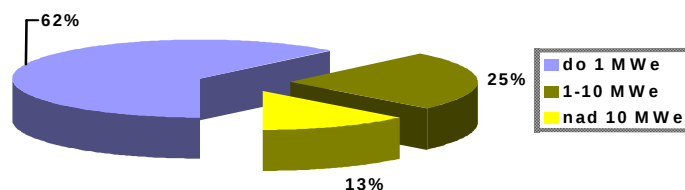
Tab. 6-4: Trend výroby elektřiny ve vodních elektrárnách

		Instalovaný výkon	Hrubá výroba elektřiny	Dodávka do sítě
Rok	Počet VE	kW	MWh	MWh
2003	cca 1330*	1 004 260	1 383 467	1 106 774
2004		1 014 430	2 019 400	1 615 520
2005		1 019 500	2 379 910	2 370 300
2006		1 028 500	2 550 700	2 540 100
Rozdíl 2005-2006			9 000	170 790
	-	0.88%	+7.18%	+7.13%

*) Přesný počet MVE není ve statistice energetiky zjišťován

(Zdroj: ERÚ)

Na výrobě elektřiny z vodní energie se podílí přibližně stejnou měrou jak velké vodní elektrárny (vltavská kaskáda), tak malé vodní elektrárny s instalovaným výkonem do 10 MW (průtočné). Došlo k dalšímu pokračování trendu nárůstu výroby, který byl způsoben především lepšími hydrologickými podmínkami v roce 2006.



Obr. 6-4 : Podíl výkonových kategorií VE na výrobě elektřiny

Vodní energetika patří mezi dlouhodobě využívané zdroje energie, a proto potenciál vody je téměř vyčerpán. Zbývá jen pár lokalit pro malé vodní elektrárny, soustředěných na menších tocích. Tento potenciál tvoří desetinu v současnosti využívaného výkonu. Využití zbývajících potenciálu představuje výstavbu cca 100 MW instalovaného výkonu v malých vodních elektrárnách se spádem 2 až 5m. Výstavba malých vodních děl je závislá především na ekonomických podmínkách a na vstřícnosti správců jednotlivých povodí k realizaci těchto projektů. [17]

6.3 Větrná energie

Větrná energie je v ČR využívána především v výrobě elektřiny určené k dodávkám do rozvodné sítě. Elektrárny s malým instalovaným výkonem slouží též pro vlastní potřebu majitele, jedná se však spíše o ojedinělé instalace.

Do konce roku 2006 bylo na území ČR instalováno 43,5 MW větrných elektráren. Největší nárůst instalovaného výkonu byl mezi léty 2005 až 2006. V tomto období se celkový instalovaný výkon téměř zdvojnásobil. V roce 2006 bylo uvedeno do provozu 45 projektů o celkovém výkonu 18,5 MW. Hrubá výroba z těchto zdrojů činí 49,4 GWh, tj. o 27,9 GWh více než v roce 2005. [17]

6.3.1 Výroba elektrické energie z energie větrné v roce 2006

Tab. 6-5 :Trend výroby elektřiny z energie větru

Rok	Počet zařízení (instalace nad 100kW)	Instalovaný výkon kW	Hrubá výroba elektřiny MWh	Dodávka do sítě MWh
2003	21	9 980	3 900	3 900
2004	30	14 380	9 871	9 743
2005	44	25 095	21 442	21 263
2006	51	43 500	49 400	49 100
Rozdíl 2005-2006	7	18 405	27 958	27 837
		73,34%	130,39%	130,41%

(Zdroj: ERÚ)

Hlavní vliv na razantní nárůst instalovaného výkonu větrných elektráren, má silná státní podpora ve formě dotovaných výkupních cen a investiční podpory.

V ČR existuje již delší dobu řada záměrů na výstavbu větrných elektráren o celkovém výkonu cca 2000 MW, nicméně reálně lze počítat s celkovou výstavbou přibližně 350 větrných elektráren o celkovém instalovaném výkonu max. 650 MW. Z informací o projektech, které jsou ve výstavbě lze odhadnout, že v následujícím roce stoupne celkový instalovaný výkon až o 100 MW. Projekty s největším počtem větrných elektráren jsou lokalizovány do centrální části Krušných hor, a dále např. na Vysočině, jižní Moravě a v Jizerských horách. V podstatě se jedná o oblasti s nejvhodnějšími povětrnostními podmínkami. Z hlediska technické a energetické efektivity jsou větrné elektrárny v kontinentálních podmínkách spíše zdrojem problémů než konkurenceschopným energetickým zdrojem, jejich masivní výstavba vede kromě zvýšené potřeby záložních zdrojů ke vzniku úzkých míst v soustavě a přetěžování vedení, proto lze očekávat, že s postupným růstem jejich celkového instalovaného výkonu bude klesat i jejich podpora tak, aby se zachovala rozumná efektivita jejich provozování (v ČR mezi 600 – 700 MW). [17]

6.4 Bioplyn

Využití bioplynu obecně má v ČR především díky anaerobní fermentaci jako součásti technologie komunálních ČOV. Bioplyn zde vyrobený je především používán pro vlastní potřebu provozu. V posledních letech se ovšem ukazuje jako velice perspektivní využívání skládkových plynů pro výrobu elektřiny v malých zdrojích s pístovými spalovacími motory. Za minulé období stoupla celková výroba z bioplynu téměř o 10%.

K výrobě elektrické energie je využíván především skládkový plyn. Dynamicky se rozvíjí nasazení zdrojů s pístovými motory (částečně i s kogenerací).

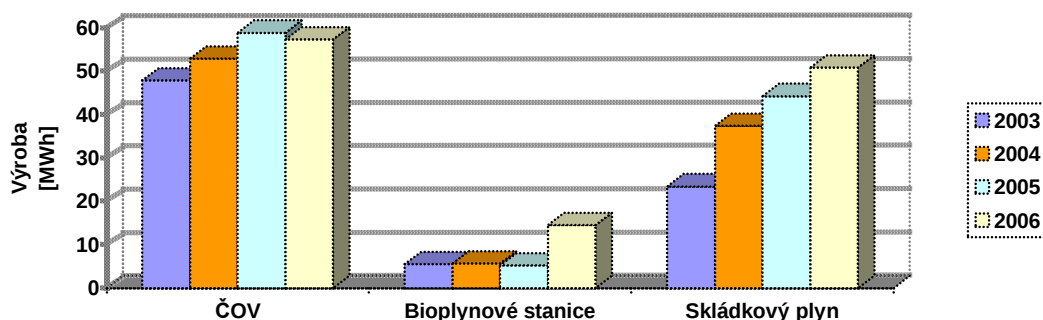
Rovněž je poměrně rozšířeno využití bioplynu z komunálních a průmyslových čistíren odpadních vod, jako produktu anaerobních fermentačních procesů. Tento bioplyn je využíván v kotlích nebo kogeneračních jednotkách s pístovými motory pro výrobu elektřiny a tepla. V ČR je rovněž v provozu několik bioplynových stanic ke zpracování odpadů z živočišné zemědělské výroby. [17]

6.4.1 Výroba elektrické energie z Bioplynu v roce 2006

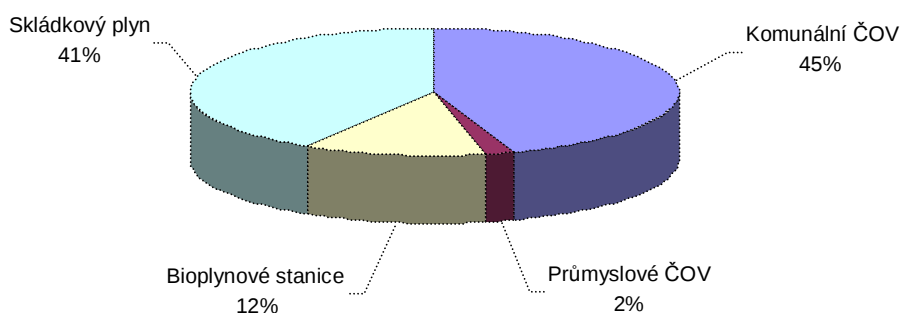
Tab. 6-6 : Trend výroby elektřiny z bioplynu

Rok	Počet zařízení	Instalovaný výkon kW	Hrubá výroba elektřiny MWh	Dodávka do sítě MWh
2003	81	24 985	107 856	11 868
2004	119	32 540	138 793	81 913
2005	135	36 271	160 857	93 413
2006	154	39 964	175 837	99 756
Trend 2005- 2006	19	3 693	14 980	6 343
		+ 10.18%	+ 9.31%	+ 6.79%

(zdroj:MPO)



Obr. 6-5 : Výroba elektřiny v letech 2003 až 2006 podle kategorií bioplynu (MWh)



Obr. 6-6: Podíl jednotlivých kategorií bioplynu na výrobě elektřiny

V roce 2006 bylo k energetickým účelům využito 122 902 tisíc m³ bioplynu, což je o více než 14 % více než v roce loňském (107 761 tisíc m³). Nejvíce se na tomto nárůstu podílelo využívání skládkového plynu, jehož využitý objem vzrostl na 50 925 tisíc m³, což je o téměř 15 % více než v roce 2005 (44 330 tisíc m³). Využití bioplynu z komunálních a z průmyslového ČOV zaznamenalo pokles o 2,7 %, zato využití zemědělského bioplynu zaznamenalo výrazný růst o 179%.

Řada záměrů na využití skládkového plynu je ve stádiu projektových příprav. Rovněž lze počítat s výstavbou dalších bioplynových stanic s výrobou elektrické energie o celkovém instalovaném výkonu cca 20 MW. Potenciál využití bioplynu z komunálních čistíren odpadních vod je již z velké části vyčerpán a nelze očekávat významné změny ani v souvislosti s výstavbou malých čistíren. [17]

6.5 Sluneční energie

Fotovoltaické systémy mají v současné době z hlediska výroby elektřiny stále zanedbatelný přínos. V roce 2006 činila hrubá výroba elektřiny v licencovaných fotovoltaických systémech 200 MWh.

Za sledované období bylo dokončeno několik významných projektů v oblasti fotovoltaiky. Jedná se především o nové instalace Opatov 60 kW, Hrádek n. N. 61 kW, na budově MŽP v Praze 25 kW, Zápy 75 kW a MU Brno 40 kW. [17]

6.5.1 Výroba elektrické energie z energie sluneční

MPO odhaduje celkovou instalovanou kapacitu fotovoltaických systémů na 771 kW v roce 2006 (při meziročním nárůstu nejméně o 241 kW) a výrobu elektřiny v nich celkově na cca 0,54 GWh.

Tab. 6-7 : Trend instalovaného výkonu fotovoltaických panelů

Rok	Instalovaný výkon	Instalovaný výkon	Celkem
	Off-grid kW _p	On-grid kW _p	
2003	130	200	330
2004	147	216	363
2005	178	292	470
2006	194	546	740
Rozdíl 2005- 2006	+ 16	+ 254	+ 270
	+ 8,99%	+ 86,99%	+ 57,45%

Zdroj: Czech RE Agency

S ohledem k technickým možnostem dostupných fotovoltaických technologií, investičním nákladům a solidní podpoře fotovoltaiky ve formě feed-in tarifů a nebo zelených bonusů, lze očekávat další navyšování instalovaného výkonu a výroby elektřiny. Při předpokladu prudkého rozvoje tohoto odvětví a ročního nárůstu instalací o 1 MW, lze v roce 2010 uvažovat o celkovém instalovaném výkonu až 5 MW a roční výrobou těchto zařízení 6 GWh. Celkový potenciál nelze odhadnout, ale i s výrazným rozvojem tohoto odvětví energetiky nelze do roku 2010 uvažovat o významném podílu výroby elektrické energie v těchto zařízeních. Avšak vzhledem k nastavenému systému je komerční využití reálné a lze i počítat s dodávkami elektřiny do sítě. [17]

6.6 Tuhé komunální odpady (BRKO)

Energetickým využitím odpadu se rozumí spalování tuhých komunálních, nemocničních a průmyslových odpadů, a nebo využívání tzv. alternativních paliv, která mají v odpadech svůj původ. Zejména komunální odpad obsahuje 50 – 65 % biologicky rozložitelných složek, které se považují rovněž za obnovitelný zdroj. ČR ve srovnání s jinými zeměmi využívá komunální odpady k výrobě energie pouze minimálně, přičemž většina těchto odpadů je skladována. V ČR jsou v současné době v provozu 3 spalovny komunálních odpadů, elektrická energie se vyrábí ve dvou z nich. [17]

Tab. 6-8 : Trend výroby elektřiny z tuhých komunálních odpadů

Rok	Hrubá výroba elektřiny	Dodávka do sítě
	MWh	MWh
2003	9 588,0	3 265,7
2004	10 031,0	3 421,2
2005	10 612,3	3 825,6
2006	11 264,4	4 435,6
Rozdíl 2005-2006	+ 652,1	+ 610,0
	+ 6,14%	+ 15,95%

(zdroj:MPO)

Do roku 2010 nelze počítat s výrazným zvýšením výroby elektřiny z komunálních odpadů. Avšak podle dostupných informací existuje několik dlouhodobých projektových záměrů na výstavbu zařízení na energetické využití odpadů. V případě realizace těchto záměrů, by se odhadem množství energeticky využitých odpadů mohlo oproti současnému stavu ztrojnásobit s odpovídajícím přínosem i ve výrobě elektřiny. [17]

7 POTŘEBNÉ PŘÍRŮSTKY VÝROBY Z OZE, NUTNÉ K NAPLNĚNÍ CÍLE STANOVENÉHO EU

Splnění 8% indikativního cíle představuje v roce 2010 výrobu 5,9 TWh elektřiny z obnovitelných zdrojů. Tato hodnota výroby elektřiny z OZE vychází z předpokladu růstu spotřeby elektřiny v ČR o cca 1,2 % ročně na úroveň 75,1 TWh v roce 2010. Pokud by hrubá spotřeba elektřiny zůstala zachována na současné úrovni 72 TWh, pro splnění indikativního cíle by stačilo vyrobit 5,7 TWh. Vzhledem k současným hodnotám ekonomického růstu a přibližování úrovni EU15 je stagnace spotřeby elektřiny nepravděpodobná. V tomto případě se musí počítat s nárůstem o 2,42 TWh. Základním předpokladem pro dosažení tohoto stavu je:

- Produkce velkých vodních elektráren na úrovni 1,6 TWh
- Maximalizace využití stávajících kapacit pro spalování biomasy – výroba 0,5 TWh
- Výstavba nových kapacit uvedených do provozu v období 2007-2010

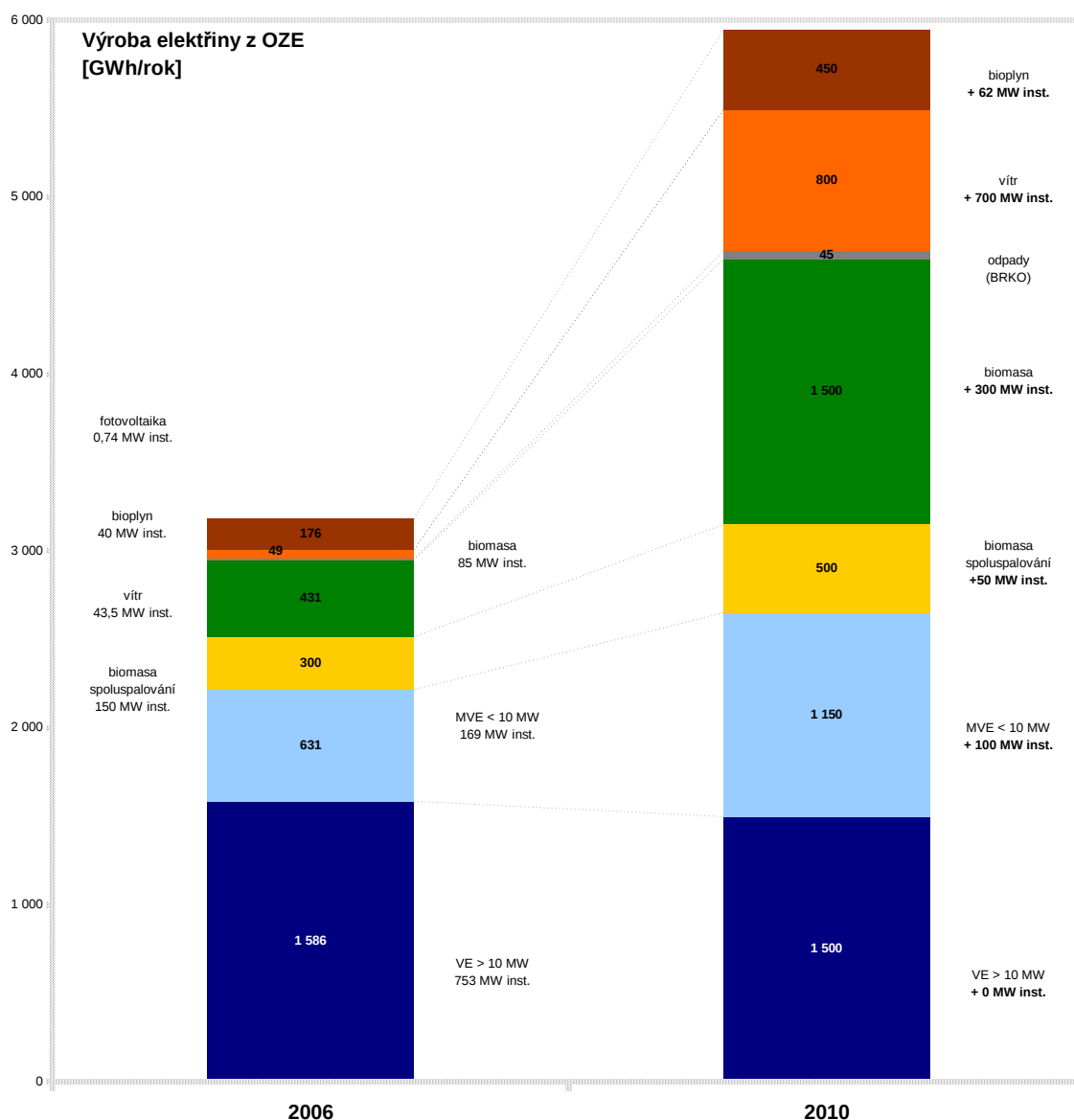
Vzhledem k dostupnosti využitelného energetického potenciálu je pro splnění indikativního cíle klíčová výstavba instalovaných kapacit v biomase (cca 200 MW), malých vodních elektrárnách (cca 100 MW), větru (cca 700 MW) a bioplynu. Ostatní obnovitelné zdroje mají potenciál buď vyčerpán nebo jeho využití je v daném časovém horizontu neproveditelné.

Výstavbu nových zařízení na výrobu elektřiny z obnovitelných zdrojů je limitována především konkurenceschopností produkce na trhu s elektřinou, resp. návratností investic vložených do realizace projektů. Na realizovatelnosti investic se v této oblasti projevují především:

- vysoké měrné investiční náklady na výstavbu zařízení
- nízká tržní cena elektřiny z OZE vlivem nestability dodávek a nemožnosti dodávek z velkých jednotkových výkonů
- nutnost dlouhodobého plánování vzhledem k délce přípravné fáze projektu vč. administrativních bariér (stavební řízení)

Pro zajištění ekonomické výhodnosti investic se předpokládají následující podmínky:

- zachování současné úrovně výkupních cen
- neomezování podpory ekonomicky reálných způsobů využití OZE (zejména spalování)
- investiční podpora na úrovni 20 – 30 % investičních nákladů
- stabilita podpory v sektoru zemědělství [17]



Obr. 7-1 : Předpoklad podílu jednotlivých OZE plnění indikativního cíle

7.1 Orientační náklady na splnění indikativního cíle

Pro splnění plánovaného podílu OZE na výrobě elektřiny je kromě maximalizace využití stávajících dostupných instalovaných kapacit klíčová především výstavba nových zdrojů na využití OZE. V tabulce 7.1 jsou uvedeny orientační investiční náklady na realizaci instalovaných kapacit proti současnému stavu.

Tab. 7-1 : Skladba nově instalovaného výkonu zdrojů pro využití OZE

Zdroj OZE	Instalovaný elektrický výkon (kW)	Investiční náklady (tis. Kč)	Výroba elektřiny (MWh/rok)	Redukce emisí CO ₂ (tun/rok)
Malé vodní elektrárny	100 000	13 000 000	450 000	526 500
Větrné elektrárny	400 000	15 400 000	760 000	889 200
Biomasa	170 000	13 600 000	1 190 000	1 392 300
Biomasa – spoluspalování	0	0	230 000	269 100
Bioplyn	30 000	3 900 000	210 000	245 700
Suma	700 000	45 900 000	2 840 000	3 322 800

(zdroj:MPO)

7.2 Pravděpodobnost naplnění indikativního cíle daného EU

Hrubá výroba elektřiny z OZE mezi roky 2005 - 2006 stoupla o 386 GWh, tj.o 12,3 %. Největší výroba byla zaznamenána u vodních elektráren vzhledem k příznivým hydrologickým podmínkám. Hrubá výroba elektřiny ve vodních elektrárnách meziročně stoupla o 7,13 %. U bioplynu stoupla meziroční výroba o 9,31 %. Oproti roku 2005 se též o 130 % zvýšila výroba elektřiny z větru. Výroba elektřiny z biomasy vzrostla o 30,5 %.

Tabulka 7-2: Podíl elektřiny z obnovitelných zdrojů na hrubé spotřebě elektřiny v ČR v roce 2006

	Hrubá výroba elektřiny	Podíl na hrubé dom. spotřebě	Podíl na hrubé výrobě elektřiny
	MWh	%	%
Vodní elektrárny	2 550 700,0	3,56%	3,02%
Biomasa celkem	731 066,4	1,02%	0,87%
Bioplyn celkem	175 837,2	0,25%	0,21%
Tuhé komunální odpady (BRKO)	11 264,4	0,02%	0,01%
Větrné elektrárny (nad 100 kW)	49 400,0	0,07%	0,06%
Fotovoltaické systémy (odhad)	540,0	0,00%	0,00%
Celkem	3 518 830,3	4,91%	4,17%

Indikativní cíl pro výrobu elektrické energie z OZE pro rok 2010 nebude s vysokou pravděpodobností splněn. Za poslední období výroba elektřiny z OZE stoupá. Avšak vzhledem k tomu, že hlavní podíl na vyšší výrobě mají vodní elektrárny, jejichž instalovaný výkon je za minulá období stejný, mají na tomto trendu hlavní podíl dobré hydrologické podmínky v posledních letech. S tímto trendem však nelze do budoucna počítat. Druhý hlavní důvod je, že při stanovování indikativního cíle byly velké naděje kladeny do rozvoje trhu s biomasou pro energetické účely, jejíž teoretický potenciál je značný. Tento trh se ale stále nerozvinul z důvodu jeho nízké ekonomické atraktivnosti, a tak nedostatek energetické biomasy na trhu brání dalšímu rozvoji instalací, které biomasu využívají. [17]

8 PODROBNĚJŠÍ PRŮZKUM SOUČASNÝCH ZDROJŮ NA BIOMASU.

8.1 Aplikace biomasy v elektroenergetice

Spalování biomasy a její následná transformace v elektrickou energii patří k nejběžnějším průmyslovým použitím biomasy vůbec. Ovšem spalování biomasy si žádá několik odlišností od spalování uhlí. Zejména v systémech dopravy paliva topenišť a systému přívodů spalných vzduchů. To se odráží na ceně která je vyšší, než cena uhelných kotlů. Biomasa jako palivo vykazuje i další nežádoucí vlastnosti jako je obsah některých látek, které rostliny vážou přímo ze země (Pb, Cl, S, N), to je však záležitostí lokality pěstování rostliny, způsobem hnojení atd. I přes tyto kotle v elektrárnách vykazují velmi nízkou účinnost (okolo 26-ti %). Proto se v energetice používá spíše spalování s uhlím, toto použití vykazuje vyšší účinnost a není potřeba speciálních kotlových konstrukcí až do hodnoty 15 % biomasy. Dokonce spalování biomasy a síry má daleko lepší výsledky, než pálení těchto dvou komodit odděleně a to proto, že biomasa má proti uhlí zanedbatelný podíl síry, sodíku a popelu tím klesají emise plynů i pevných částic. Také následovně se zmenšuje množství ztrát způsobené mechanickým nedopalem čímž stoupá i výkon spalovacího procesu. Naopak při spalování na sebe uhlí váže chloridy vznikající při spalování biomasy. Biomasu lze bez větších problémů spalovat v hnědouhelných kotlích které pak dosahují účinnosti okolo 35 %. Jedno úskalí však spalování biomasy a dřevní hmoty přeci jen má a to, že spalovat lze pouze ve fluidních kotlích nikoliv pak v granulačních kotlích. A protože jsou fluidní kotle oblíbeny i mezi autoproducenty (sami si teplo a elektřinu vyrobí a také si je sami spotřebují) tak zde musím poznamenat odloučení od monopolu skupiny ČEZ . Tito autoproducenti velmi významně využívají biomasu a přehled největších z nich je v tabulce 4.2.

Tab. 8-1 : Přehled elektráren, které spalují biomasu [17][18]

Elektrárna	Procentní množství spalované biomasy
Elektrárny Poříčí	0- 25%
Elektrárny Hodonín	0- 100%
Elektrárny Tisová	0- 25%
Elektrárny Ledvice	0- 25%
Teplárna Dvůr Králové nad Labem	0- 100%

Tab. 8-2 : Přehled největších autoproducentů [17][18]

Lokace	Počet kotlů	Výkon kotle
ŠKODA-ENERGO Mladá Boleslav2	2 ks	2×140 t/h
Moravsko-slezské teplárny	1 ks	190 t/h
SEPAP Štětí	1 ks	220 t/h
Energetika Třinec	2 ks	2×160 t/h
ECKG Kladno	2 ks	2×375 t/h
Teplárna Svit Zlín	2 ks	2×150 t/h
Plzeňská teplárenská	1 ks	180 t/h

8.1.1 Výroba elektřiny z biomasy podle krajů

Výroba elektřiny z biomasy je regionálně vázána především na velké elektrárny a teplárny. Z tohoto důvodu dosahuje nejvyšší hodnoty v Ústeckém kraji (290 GWh), následuje kraj Moravskoslezský (190 GWh), ve značném odstupu jsou pak další regiony.

Tab. 8-3 : Výroba elektřiny z biomasy podle krajů za rok 2006 [17]

	Výroba elektřiny (MWh)	Procentní podíl
Hlavní město Praha	0,0	0,0%
Středočeský kraj	2 373,1	0,3%
Jihočeský kraj	9 731,9	1,3%
Plzeňský kraj	42 686,0	5,8%
Karlovarský kraj	31 346,0	4,3%
Ústecký kraj	289 984,2	39,7%
Liberecký kraj	0,0	0,0%
Královéhradecký kraj	59 531,0	8,1%
Pardubický kraj	1 161,0	0,2%
Vysočina	2 839,0	0,4%
Jihomoravský kraj	62 741,4	8,6%
Olomoucký kraj	37 530,0	5,1%
Zlínský kraj	1 299,5	0,2%
Moravskoslezský kraj	189 843,2	26,0%
Celkem	731 066,3	100,0%

8.1.2 Spalování biomasy

Nejjednodušší metodou pro termickou přeměnu paliv (ať už organických či neorganických) je ze dostatku kyslíku spalování. Tato technologie je dnes již velmi pokročile prozkoumána a dá se říct, že člověk je schopen téměř naprosto dokonale ovládat. Získaná tepelná energie se pak používá buď k vytápění objektů to je u malých provozů nebo v elektrárnách jako zdroj energie pro turbínu. Výhodou biomasy je i to, že hoří i když není dokonale suchá, ovšem postup hoření se musí s ohledem na suchost a výhřevnost regulovat. Nedokonale suchá biomasa má větší náchylnost k zanášení kotlů- hrozí zvětšené riziko výskytu oxidu uhelnatého a také větší množství uletujících látek. Dva základní principy spalování jsou roštové a fluidní spalování, přičemž roštové spalování je zastoupeno v teplárně Dvůr Králové nad Labem a fluidní spalování v elektrárně Trutnov- Poříčí. Složitější metodou je termochemická přeměna biomasy, která se odehrává při vyšší teplotě a nedostatku kyslíku. Přitom se za teploty 800 °C až 900 °C a nedostatku kyslíku uvolňuje především plyn- dochází k zplynování. Jestliže se okysličuje kyslíkem, tak plyn nemá příliš vysokou výhřevnost (4- 6 MJ/m³) a obsahuje dehty a pevné částice. Pokud jsou ale teploty okolo 450 °C- 550 °C a surovina v této horké zóně setrvá maximálně 2 vteřiny, tak hovoříme o takzvané rychlé pyrolýze, která se ještě navíc musí rychle zchladit. Pokud tento proces proběhne při optimálních podmínkách tak vzniká velmi kvalitní kapalné palivo s výhřevností 16 až 20 MJ/kg.

9 ZÁVĚR

V ČR je výroba elektrické energie zajišťována především skupinou ČEZ a dalšími nezávislými výrobci- autoproducty, kteří si sami elektrickou energii vyrobí, ale také si ji v drtivé většině i sami spotřebují pro své výrobní procesy. Jedním z největších autoproductů v České republice je Škoda Energo Plzeň. Nejvíce využívané jsou uhelné elektrárny spalující buď výhradně fosilní paliva a nebo využívají spoluspalování fosilních paliv a biomasy. Ovšem spoluspalování biomasy je velmi závislé na typu kotlového ústrojí. Spaluspalovat biomasu lze totiž jen ve fluidních kotlích, nebo v kotlích s roštovou podávkou paliva. Oproti tomu kotle granulační nedovolují spoluspalování biomasy z důvodu problematiky dodávky paliva, které musí být rozmělněno v prach. Teplené elektrárny zajišťují procentuelně největší podíl výroby elektrické energie. Jaderné elektrárny Temelín a Dukovany jsou v pořadí výroby elektrické energie na druhém místě. Podíl jaderných elektráren na výrobě elektrické energie v ČR bude v následujících letech, podle plánu rozvoje a modernizace, vzrůstat. Procento elektrické energie vyrobené jadernou energií bude také stoupat z důvodu postupné odstávky uhelných elektráren. Ty budou odstavovány v závislosti na docházejících zásobách fosilních paliv. Do sítě také dodávají el. energie plynové, paroplynové tzv. kogenerační jednotky, které jsou například na sídlištích nebo ve velkých provozech.

Do budoucna je také potřeba počítat s energií z obnovitelných zdrojů energie. Největší zastoupení v obnovitelných zdrojích energie v ČR má hydroenergie, u které už ovšem nelze počítat s přílišným nárůstem dodávaného výkonu z důvodu nedostatečných vodohospodářských podmínek. Zde můžeme pozorovat vyrovnanou bilanci vyrobené elektrické energie mezi skupinou ČEZ a.s. a soukromým sektorem. Výkyvy ve výrobě jsou dány momentálními hydroenergetickými podmínkami v určitém roce. S větrnou energií se v ČR také nedá příliš počítat z důvodu geografické polohy naší republiky a také členitosti terénu, který je téměř prostý na větrná pole. Avšak jsou ve fázi příprav různé projekty, které počítají se zvýšením výkonů z tohoto zdroje energie. Zejména v oblasti Krušných hor a na Českomoravské vysočině, kde jsou nejprůzračnější podmínky. Solární energie je u nás zastoupena pouze v několika málo pilotních projektech, z nichž největší solární farmou je farma v JE Dukovany. Podivuhodné je to, že právě tento druh energie je státem nejvíce dotován i za stavu, kdy není možné ve skutečnosti využít teoretickou účinnost. Současné zastoupení a využitelnost sluneční energie je při dostupných technologiích mizivá a pro energetiku nevyužitelná.

Pro zvýšení výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů a následné splnění indikativního cíle daného EU, je třeba využít energii biomasy ve které má ČR veliké rezervy. Zvyšování využitelnosti obnovitelných zdrojů v ČR je třeba urychlit z důvodu splnění 8% výroby elektrické energie z OZE. Zejména navýšení spoluspalování biomasy, které se mi jeví jako zdroj energie s velkou budoucností nejen v České republice, ale i v dalších rozvojových zemích světa. Tento zdroj energie má již své počáteční bolesti za sebou a ve všech elektrárnách, které ho používají, je velmi pozitivně hodnocen. Mezi jedny z nesporných výhod patří například nezamrzání dřevní hmoty do jednoho celku, protože dřevní hmota zamrzne pouze na povrchu a pod slabou skořepinou je celoročně ohřátá od „paření se“. Naopak velká

nevýhoda je dovoz dřevní hmoty do areálu samotné elektrárny. Není vhodné používat uhelné vagony, takzvané „sypáky“ z důvodu častého ucpání výsypek. Tento problém naopak odpadá při přepravě dřevní hmoty na kamionech, jež mají návěsy vybaveny dopravníkem fungujícím na principu nářasného dopravníku. V tomto případě se do celého ekologického procesu musí započít i nutná doprava kamionovou dopravou. Dalším pozitivním a ekologickým zdrojem se mi jeví získání energie ze spalování odpadního plynu, jednak ve formě skládkového, tak kalového plynu. Zde je pouze na provozovateli, zda tuto formu energie využije v kogeneračních jednotkách, nebo ji nechá samovolně vypouštět do atmosféry. Ovšem tento druh energie nelze využít masivně, ale pouze v lokálních výrobnách.

Jako za největší omyl bych označil energii biopaliv, ze které je využití jak pro energetiku tak pro masové využití téměř mizivé. Hlavně proto, že k využití tohoto zdroje by ve větším měřítku prakticky nemohlo dojít a ekologický přínos je taktéž mizivý. Naopak podle některých odborníků přispívá k globálnímu oteplování. Naštěstí se instituce jako Evropská unie a OSN rozhodly bojkotovat plány na masivnější rozšíření biopaliv. OSN dokonce označila biopalivo, které se vyrábí z obilovin za možný důsledek novodobého hladomoru z důsledku nedostatku obilovin.

Elektroenergetika je velice složitý systém technologií, které je třeba usměrnit správným směrem. Nelze říci, zda se bude vyrábět energie pouze z obnovitelných, nebo pouze z fosilních zdrojů. Je třeba nalézt správnou vyváženost ve využívání těchto zdrojů z hlediska využití a také šetrnosti k okolnímu prostředí. Jako nutnost řešit tento problém se nám jeví také neustálé navyšování spotřeby elektrické energie.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] STRÁNKY SPOLEČNOSTI ČEZ
ADRESA: www.cez.cz
DATUM AKTUALIZACE: 6. 10. 2007
DATUM CITACE: 14.12. 2007
- [2] KONZULTACE E.ON Jižní Čechy
- [3] STRÁNKY SPOLEČNOSTI E.ON
ADRESA: [WWW.EON.CZ](http://www.eon.cz)
DATUM AKTUALIZACE: 6.10.2007
DATUM CITACE: 14.12.2007
- [4] ENERGETIKA A GEOGRAFIE V ČR
ADRESA: WWW.VODNI-TEPELNE-ELEKTRARNY.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 28.2.2007
DATUM CITACE: 16.12.2007
- [5] KOGENERAČNÍ JEDNOTKY
ADRESA: WWW.INFOENERGIE.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 28.10.2007
DATUM CITACE: 16.12.2007
- [6] JADERNÁ ENERGIE
ADRESA: WWW.JADERNA-ENERGIE.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 28. 2. 2007
DATUM CITACE: 17.12.2007
- [7] EKOLOGIE V JADERNÉ ENERGETICE
ADRESA: WWW.EKOLOGIE-ENERGIE.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 28. ÚNORA 2007
DATUM CITACE: 17.12.2007
- [8] OBNOVITELNÉ ZDROJE
ADRESA: WWW.EKOWATT.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 29.8. 2007
DATUM CITACE: 17.12. 2007
- [9] GEOTERMÁLNÍ ENERGIE
ADRESA: WWW.STRANAOS.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 29.11. 2007
DATUM CITACE: 18.12.2007

- [10] PŘENOS ENERGIE
ADRESA: WWW.CEPS.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 29.11. 2007
DATUM CITACE: 18.12.2007
- [11] ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE
ADRESA: WWW.ALTERNATIVNI-ZDROJE.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 30.11. 2007
DATUM CITACE: 19.12.2007
- [12] ZDROJE ENERGIE
ADRESA: WWW.OUR-ENERGY.COM/CZ/
DATUM AKTUALIZACE: 30.10. 2007
DATUM CITACE: 19.12.2007
- [13] SLUNEČNÍ ENERGIE
ADRESA: WWW.SOLARENVI.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 30.10. 2007
DATUM CITACE: 20.12.2007
- [14] PRIMÁRNÍ REGULACE
ADRESA: WWW.VOLNY.CZ/CASOPIS.ENERGETIKA/E_1001_1.HTML
DATUM AKTUALIZACE: 30.10. 2007
DATUM CITACE: 20.12.2007
- [15] SEKUNDÁRNÍ REGULACE
ADRESA: WWW.UNICONTROLS.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 30.11. 2007
DATUM CITACE: 21.12.2007
- [16] TERCIÁRNÍ REGULACE
ADRESA: WWW.EGU-PRG.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 7. 12.2007
DATUM CITACE: 21.12.2007
- [17] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU
ADRESA: WWW.MPO.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 26.6 .2008
DATUM CITACE: 27.6.2008
- [18] ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD
ADRESA: WWW.ERU.CZ
DATUM AKTUALIZACE: 26.6 .2008
DATUM CITACE: 27.6.2008