

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRONIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Výhled klasické tepelné energetiky v ČR

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2011/2012

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří ŠKRLETA**
Osobní číslo: **E09B0088P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**
Název tématu: **Výhled klasické tepelné energetiky v ČR**
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Charakterizujte klasický tepelný zdroj.
2. Zhodnoťte současný stav klasické tepelné energetiky u nás.
3. Popište předpokládaný vývoj využívání klasických tepelných elektráren s výhledem do roku 2030.
4. Uveďte možné způsoby řešení v případě potřeby nahrazení těchto zdrojů.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 20 - 30 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

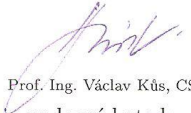
Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Pavla Hejtmánková, Ph.D.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **17. října 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce: **3. června 2012**


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kús, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 17. října 2011

Anotace

Téma: Výhled klasické tepelné energetiky v ČR

Bakalářská práce obsahuje popis klasické elektroenergetiky v ČR. Nejprve je zde charakterizována klasická tepelná elektrárna a její části. Dále je uveden vývoj klasických tepelných elektráren v posledních letech z hlediska technologie a ekologie, zejména jejich odsíření v 90. letech 20. století. Také je zde popsán význam těchto elektráren pro Českou republiku z hlediska vyrobené energie. Následující část je věnována předpokládanému vývoji těchto elektráren do roku 2030. Poslední část je zaměřena na možnosti náhrady těchto elektráren.

Klíčová slova

uhelná elektrárna, elektrická energie, výhled klasické elektroenergetiky, ekologie, možnost náhrady, modernizace elektráren

Annotation

Theme: Perspective of Heat Power Engineering in the Czech Republic

This bachelor thesis includes description of power engineering in the Czech Republic. At first there is characterized heat power plant and its parts. Further there is presented progress of heat power plants in recent years in terms of technology and ecology especially desulphurization in the 90 years of the 20th century. There is also described importance of these power plants for the Czech Republic in the terms of produced energy. The following part is devoted to expected progress of these power plants by 2030. The last part is focused on possibilities of replacement these power plants.

Key words

coal-fired power plant, electric energy, view of power engineering, ecology, possibility of replacement, modernization of power plants

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě bakalářskou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

V Plzni dne 6.6.2012

Jiří Škrleta

.....

Poděkování

Rád bych poděkoval odbornému konzultantovi své bakalářské práce panu Ing. Vratislavu Gavlaszovi i vedoucí své bakalářské práce paní doc. Ing. Pavle Hejtmánkové, Ph.D. za cenné rady a odbornou pomoc, které mi poskytli během zpracování mé bakalářské práce. Velice rád jsem s nimi spolupracoval.

Zároveň bych chtěl poděkovat i své rodině za podporu během celé doby mého studia.

OBSAH

Seznam symbolů a zkratk	10
Úvod	11
1 Výrobní elektřiny a tepla	12
1.1 Elektrárny	12
1.2 Teplárny	13
1.3 Výtopny.....	13
2 Hlavní technologická zařízení elektrárny	13
2.1 Kotle.....	14
2.1.1 Dělení kotlů.....	14
2.2 Přehřívák	15
2.3 Přihřívák.....	15
2.4 Parní turbína	15
2.4.1 Dělení parních turbín	15
2.5 Alternátory	16
2.5.1 Turboalternátory.....	16
2.6 Transformátor.....	17
2.6.1 Transformátor blokový	17
2.6.2 Transformátor vlastní spotřeby	17
2.6.3 Transformátor přenosu	17
2.7 Odlučovače popílku	17
2.7.1 Elektrostatické filtry.....	17
2.7.2 Cyklónové odlučovače	18
2.7.3 Tkaninové filtry.....	18
2.8 Odsiřovací zařízení.....	18
2.9 Chladicí věže.....	18
2.10 Čerpadla napájecí vody	18

2.11 Chemická úpravna vody.....	19
3 Klasická elektroenergetika v České republice	20
3.1 Modernizace elektráren.....	21
3.2 Podíl klasických tepelných elektráren na výrobě elektrické energie	22
3.2.1 Instalovaný výkon	22
3.2.2 Vyrobená energie	23
3.3 Provozovatelé elektráren.....	24
3.3.1 ČEZ a.s.....	24
3.3.2 EPH a.s.....	25
3.3.3 Dalkia Česká republika a.s.....	25
4 Předpokládaný vývoj klasických tepelných elektráren v České republice	26
4.1 Odstávka elektráren.....	26
4.2 Modernizace elektráren.....	26
4.3 Výstavba nového bloku elektrárny Ledvice.....	27
4.4 Shrnutí.....	28
5 Možnosti náhrady klasických tepelných elektráren	29
5.1 Jaderné elektrárny	29
5.1.1 Plánovaná dostavba JE Temelín	30
5.1.2 Zvažovaná dostavba JE Dukovany	30
5.2 Paroplynové elektrárny	31
5.2.1 Výstavba paroplynových elektráren.....	31
5.3 Vodní elektrárny.....	32
5.4 Plynové elektrárny	33
5.5 Fotovoltaické a větrné elektrárny.....	33
5.6 Shrnutí.....	34
Závěr	35
Použité zdroje.....	36

Seznam obrázků	41
Seznam tabulek a grafů	41

Seznam symbolů a zkratk

JE	Jaderná elektrárna
PE.....	Parní elektrárna
VE	Vodní elektrárna
PPE.....	Paroplynová elektrárna
PSE.....	Plynová a spalovací elektrárna
VTE.....	Větrná elektrárna
FVE.....	Fotovoltaická elektrárna
UE	Uhelná elektrárna
VT	Vysokotlaká
ST.....	Střednětlaká
nn	Nízké napětí
vn	Vysoké napětí
vvn	Velmi vysoké napětí
zvn.....	Zvlášť vysoké napětí

Úvod

Tématem mé bakalářské práce je „Výhled klasické tepelné energetiky v ČR“. Oblast elektroenergetiky je v současné době často předmětem diskuzí, a to nejen z důvodu nezbytnosti elektrické energie a její zvyšující se spotřeby, ale i z důvodu vlivu energetiky na ekologii.

Moje bakalářská práce je rozčleněna na čtyři části, ve kterých je nejen popsán klasický tepelný zdroj, ale i nedávný vývoj klasických tepelných elektráren, jejich současný stav a možnosti jejich náhrady.

V první části je podrobně charakterizován klasický tepelný zdroj, obzvláště se zaměřením na jeho hlavní části, jejich význam a možné dělení.

Ve druhé části je popsána klasická elektroenergetika v České republice. Je zde nastíněn její vývoj v posledních letech z hlediska modernizace, zejména s důrazem na ekologii. Následně je charakterizován vývoj instalovaného výkonu klasických tepelných elektráren a jejich podílu na výrobě elektrické energie. V závěru této části jsou uvedeni nejvýznamnější provozovatelé klasických tepelných elektráren v České republice.

Třetí část plynule navazuje na předchozí kapitulu mé bakalářské práce. Jsou zde uvedeny plánované změny v klasické elektroenergetice. Tato část je zejména zaměřena na plánovanou modernizaci a odstávku současných elektráren a možnou výstavbu elektráren nových.

Čtvrtá a rovněž závěrečná část mé bakalářské práce je věnována ostatním typům elektráren. Je zde stručně shrnut současný stav ostatních typů elektráren, včetně popisu jejich výhod a nevýhod ve vztahu ke klasickým tepelným elektrárnám. Rovněž jsou zde uvedeny možné kombinace různých typů elektráren, které by mohly v případě potřeby nahradit klasické tepelné elektrárny.

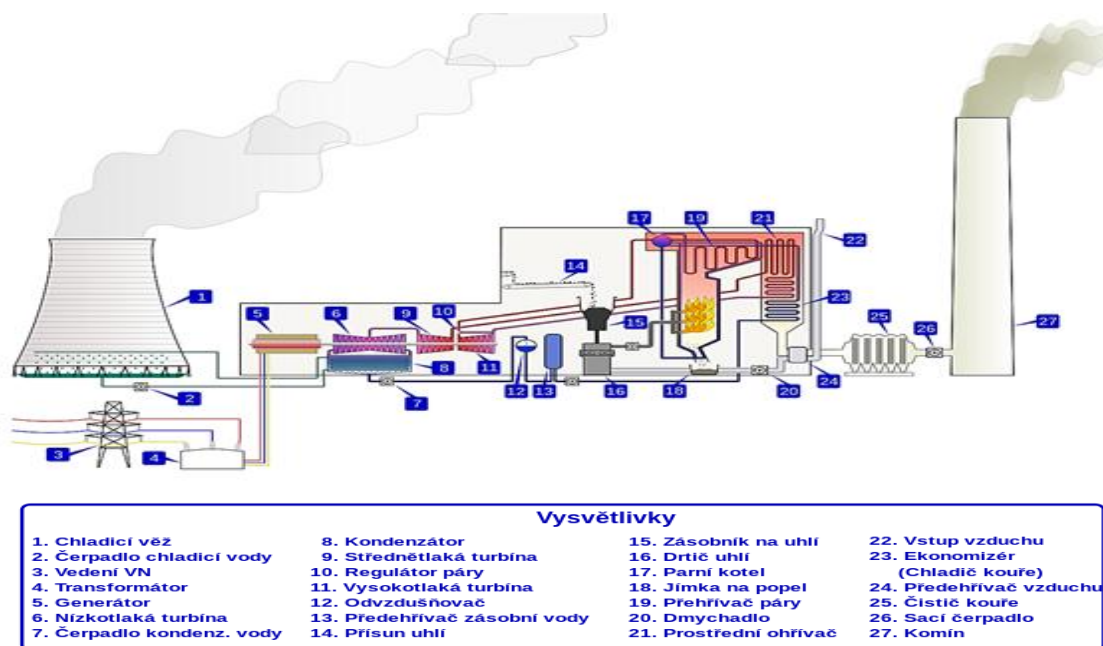
1 Výrobní elektrárny a tepla

1.1 Elektrárny

Elektrárna je technologický celek sloužící k výrobě elektrické energie transformací části dodávané energie (například jaderné, tepelné, vodní, apod.). Dle zadání své bakalářské práce se zaměřím zejména na klasické tepelné elektrárny.

Tepelná elektrárna je technologický celek, který vyrábí elektrickou energii nepřímou přeměnou z chemické energie vázané v palivu. Základním typem tepelné elektrárny je elektrárna uhelná. Mezi tepelné elektrárny můžeme zařadit i elektrárny jaderné. Další možností je získání primární energie ve formě tepla z přírodního prostředí, např. spalováním biomasy, plynu nebo ropy a jejich derivátů, případně využitím geotermální energie. Do 80. let 20. století byly uhelné elektrárny hlavním zdrojem elektrické energie v ČR. Po otevření JE Dukovany (1985-1987) a JE Temelín (2000) jejich podíl klesl až na současných 53,7% z celkového instalovaného výkonu.

Hlavním typem uhelných elektráren jsou elektrárny kondenzační. Slouží pouze k výrobě elektrické energie a jejich účinnost dosahuje maximálně 42 %. Většina z nich je uspořádána do tzv. výrobních bloků. Elektrárenský výrobní blok je samostatnou jednotkou skládající se z kotle, turbíny s příslušenstvím, generátoru, odlučovače popílku, chladicí věže, blokového transformátoru a odsiřovacího zařízení. Zauhlování, vodní hospodářství (přiváděče, čerpadla, chemická úprava vody), komín a pomocná zařízení k odsiřování a odběru popílku mohou být společná pro více bloků.



Obr. 1 – Schéma kondenzační elektrárny [44]

Většinu výrobních bloků tvoří bloky o instalovaném výkonu 200 MW, méně časté jsou pak bloky o instalovaném výkonu 110 MW a v elektrárně Mělník III se setkáme s blokem o instalovaném výkonu 500 MW. V blízké budoucnosti se největším výrobním blokem stane blok elektrárny Ledvice o jmenovitém výkonu 660 MW.

1.2 Teplárny

Teplárna je technologický celek, který slouží nejen k výrobě elektrické energie, ale i tepla. Od kondenzační elektrárny se liší v okruhu chladicí vody. Horká pára po průchodu turbínou nekondenzuje v kondenzátoru, ale je vedena teplárenskou sítí ke spotřebičům. Výhodou tepláren je vyšší účinnost, která může celkově (výroba elektrické a tepelné energie) dosahovat až 85%. Nevýhodou tepláren je fakt, že elektrický výkon závisí na okamžitém množství páry odebírané tepelnými spotřebiči, neboť hlavním produktem je dodávka tepla a elektřina je pouze vedlejším produktem.

1.3 Výtopy

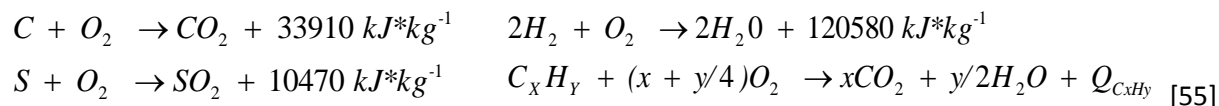
Výtopna je technologický celek sloužící pouze k dodávce tepla ve formě páry, horké nebo teplé vody bez předchozího využití k výrobě elektrické energie. Většina výtopen využívá jako palivo zemní plyn. Z důvodu neekonomičnosti by měla být v budoucnu většina výtopen nahrazena teplárnami.

2 Hlavní technologická zařízení elektrárny

- **Kotel**
- **Přehřívák**
- **Přihřívák**
- **Parní turbíny**
- **Alternátory**
- **Transformátory**
- **Odlučovače popílku – filtry**
- **Odsiřovací zařízení**
- **Chladicí věže**
- **Čerpadlo napájecí vody**
- **Chemická úprava vody**

2.1 Kotle

Parní kotel je zařízení, ve kterém dochází k přeměně chemické energie vázané v palivu na energii tepelnou, která je využita k ohřevu vody a její přeměně na páru. Uvolňování energie probíhá dle následujících chemických reakcí:



Parní kotel se skládá ze spalovacího zařízení a parního generátoru. Do spalovacího zařízení patří ohniště, hořáky, ohříváky vzduchu, ventilátory, zařízení pro odvod zbytků spáleného paliva a pro odvod spalin. V parním generátoru dochází k ohřevu vody a její přeměně na páru. K přenosu tepla ze spalin do vody dochází sáláním a konvekcí. Parogenerátor se skládá z ohříváku vody, výparníku, přehříváku a přihříváku.

2.1.1 Dělení kotlů

Dle tlaku páry:

- Nízkotlaké (do 2,5 MPa)
- Středotlaké (do 6,4 MPa)
- Vysokotlaké (do 22,5 MPa)
- Nadkritické (do 28 MPa)

Dle druhu paliva:

- Tuhá
- Kapalná
- Plynná

Dle druhu ohniště:

- Roštové
- Práškové
- Cyklonové
- Fluidní
- Granulační
- Kombinované

Dle konstrukce výparníku:

- Velkoprostorové (válcové, plamencové, žárotrubné apod.)
- Článekové (sekcionální)
- Strmotrubné s přirozeným či nuceným oběhem
- Průtočné
- Se superponovanou cirkulací

Nejčastěji používaným typem pro velké elektrárenské bloky jsou kotle strmotrubné s přirozeným či nuceným oběhem, průtočné nebo se superponovanou cirkulací.

2.2 Přehřívák

Přehřívák je zařízení umístěné za výparníkem a slouží k ohřevu páry na pracovní teplotu. Zvýšení teploty páry je využíváno ke zvýšení účinnosti.

2.3 Přihřívák

Přihřívák je tepelný výměník, který využívá teplo spalin k opětovnému ohřátí páry vycházející z VT turbíny na pracovní teplotu ST turbíny. Jeho konstrukce je téměř shodná s konstrukcí přehříváku. Přihřívák je využíván pro zvýšení termické účinnosti tepelného oběhu.

2.4 Parní turbíny

Parní turbíny jsou stroje, ve kterých dochází k přeměně tepelné a kinetické energie páry na energii mechanickou. Tato energie je následně využita pro pohon alternátoru, který je připojený na hřídel turbíny. Pro malé výkony mohou být turbíny jednostupňové, ale v běžných elektrárnách se z důvodu zvýšení účinnosti tepelného cyklu setkáme s turbínami víceúrovňovými, které obsahují vysokotlaké, středotlaké a nízkotlaké těleso.

2.4.1 Dělení parních turbín

Parní turbíny můžeme dělit dle 5 hlavních kritérií.

Dle použité páry:

- Turbíny na přehřátou páru – výstupní teplota dosahuje 400 - 600° C, využívají se v PE
- Turbíny na sytou (mokrou) páru – využívají se v JE

Dle tlaku výstupní páry:

- Kondenzační – využívané v elektrárnách, výstupní tlak páry 0,002 – 0,01 MPa
- Protitlaké – využívané v teplárnách, výstupní tlak páry 0,11 – 0,6 MPa

Dle změny tlaku v oběžných kolech:

- Rovnotlaké – používané pro větší výkony, celá změna entalpie se přemění na rychlost média již v rozváděcích kolech
- Přetlakové – používané pro menší výkony, část změny entalpie se přemění na rychlost média až v oběžných kolech

Dle proudění média:

- Axiální – pára proudí rovnoběžně s osou, nejpoužívanější typ
- Radiálně – axiální (centripetální) – používají se pro malé pohonné turbíny
- Radiální – již se neprojektují

Dle regulace odběrů:

- S regulovanými odběry páry – pro tepelné spotřebiče
- S neregulovanými odběry páry – pro regenerativní ohřev

2.5 Alternátory

Alternátor je točivý stroj, který slouží k přeměně mechanické energie turbíny na energii elektrickou. Nejčastěji využívaným typem jsou synchronní alternátory. Tento typ se dále dělí podle rychlosti otáčení rotoru na turboalternátory a hydroalternátory. V tepelných elektrárnách se setkáme pouze s turboalternátory, hydroalternátory jsou využívány u vodních elektráren.

2.5.1 Turboalternátory

Turboalternátory jsou používány v uhelných, plynových a jaderných elektrárnách. K jejich pohonu slouží většinou parní turbína. Jsou to dvoupólové stroje pracující při otáčkách 3000 ot./min na frekvenci 50 Hz. Velmi zřídka se můžeme setkat se čtyřpólovými stroji pracujícími při otáčkách 1500 ot./min na frekvenci 50 Hz. Mají hladký rotor s drážkami pro uložení budícího vinutí. Jejich průměr dosahuje jednoho metru a délka až několik metrů. Výkon těchto strojů může dosahovat až 1000 MW a účinnost dosahuje hodnot téměř 99%.

2.6 Transformátor

Transformátor je netočivý elektrický stroj sloužící k přeměně elektrické energie jednoho napětí na elektrickou energii napětí jiného. Dělíme je na 3 základní typy.

2.6.1 Transformátor blokový

Slouží k přenosu výkonu z alternátoru do přenosové nebo rozvodné soustavy. Je zapojen do série s alternátorem a jeho úkolem je převod napěťové hladiny z nižší na vyšší. Z důvodu použití blokového transformátoru není nutno dimenzovat izolaci alternátorů na napětí v přenosové soustavě.

2.6.2 Transformátory vlastní spotřeby

Přes tyto transformátory jsou napájeny venkovní nebo vnitřní rozvody elektrárny. Jsou to trojfázové transformátory pro převod na hladinu nn nebo vn.

2.6.3 Transformátory přenosu

Slouží k přenosu výkonu mezi napětími přenosové soustavy a z přenosové soustavy do distribuční sítě. Při transformaci mezi hladinami vvn/vn se používají trojfázové transformátory, při spojování soustav zvn/vvn a vvn/vvn mohou být použity trojfázové, jednofázové i autotransformátory. Tyto transformátory obsahují většinou 2 hlavní vinutí a jedno kompenzační.

2.7 Odlučovače popílku - filtry

Odlučovače popílku slouží k odloučení jemného popílku vzniklého v kotli a unášeného spalinami. Dělíme je na elektrostatické filtry, tkaninové filtry a cyklónové odlučovače.

2.7.1 Elektrostatické filtry

V těchto zařízeních získávají částičky popílku vlivem elektrostatického pole záporný náboj a jsou zachytávány na kladně nabitých deskových elektrodách. Účinnost dosahuje až 99%. Jejich výhodou je velká odlučovací schopnost i pro jemné částice, vhodnost i pro velké objemové průtoky a možnost použití i pro velmi vysoké teploty plynů. Jejich nevýhodou jsou vyšší investiční náklady, vyšší prostorové náklady a náročnost údržby.

2.7.2 Cyklónové odlučovače

Odlučují částice popílku na základě odstředivých sil. Dobře odlučují hrubší částice, ale nejsou vhodné pro odlučování jemné frakce. Účinnost převyšuje 90 %.

2.7.3 Tkaninové filtry

Pracují na podobném principu jako filtr ve vysavači. Jsou vytvořeny ze speciálních vláken odolávajících vysokým teplotám a používají se ve větším počtu paralelně. Mají účinnost přes 99%, ale jejich nevýhodou jsou vyšší energetické náklady na provoz.

2.8 Odsiřovací zařízení

Instaluje se mezi kotel a komín nebo mezi kotel a chladicí věž a jeho úkolem je zachycení SO_2 ze spalin a tím snížení jejich emisí. Podle způsobu zachycování SO_2 dělíme zařízení na 5 druhů.

- Regenerační – aktivní látka se po reakci s SO_2 vrací zpět do procesu, SO_2 se dále zpracovává
- Neregenerační – aktivní látka reaguje s SO_2 , ale do procesu se dále nevrací, výsledný produkt může být dále využíván
- Mokrý – SO_2 se zachycuje ve vodní suspenzi aktivní látky
- Polosuchý – aktivní látka je vstřikovávána do horkých spalin ve formě suspenze, kapalina se odpaří a pevný produkt reakce je zachytáván
- Suchý – SO_2 reaguje s aktivní látkou v pevném stavu

2.9 Chladicí věže

Zařízení sloužící k ochlazení použité vody až na teplotu 23° C. Oteplená voda se nedostává ke kontaktu s okolním vzduchem, je přivedena do tenkostěnných trubek uvnitř chladicí věže, kde je ochlazená a opět odvedena z věže. Pro dosažení maximálního chladicího výkonu a nízkých teplot ochlazené vody je chladicí věž opatřena skrápěcím systémem. Do věže je zároveň ventilátorem nasáván vzduch. Tento způsob umožňuje chladit vodu v trubkách na teplotu nižší než je teplota okolního prostředí.

2.10 Čerpadla napájecí vody

Zajišťují dopravu napájecí vody do parního kotle a její protlačení parogenerátorem. Nejčastěji používaným typem jsou vysokotlaká odstředivá čerpadla pracující s chemicky

upravenou vodou. Parametry napáječek jsou určeny parametry kotle, objemový průtok je určen výkonem kotle a počtem paralelně pracujících napáječek. Elektrárna musí kromě základních napáječek obsahovat ještě záložní, které musí pokrýt alespoň 50 % jmenovitého výkonu pracujících kotlů. Napáječky mohou být poháněny elektrickým motorem, parní turbínou nebo ve výjimečných případech mohou být napojeny na hřídel turbogenerátoru. U běžně používaných 200 MW bloků se používá hlavní napáječka pro pokrytí 100 % výkonu poháněná parní turbínou a 2 záložní o výkonu 2x50 % poháněné asynchronním motorem.

2.11 Chemická úprava vody

V tepelných elektrárnách využívajících Rankin – Clausiův oběh je pracovní látkou voda a vodní pára. Aby voda nezpůsobovala korozi a nevytvářela nánosy na výhřevných plochách a v průtočných průřezích technologických zařízení, musí být podle účelu upravena.

Úprava vody musí být řešena pro ustálený i neustálený provoz, včetně chemických režimů pro spouštění a odstavování, kdy dochází ke zhoršení chemického režimu. Nevhodný chemický režim má vliv zejména na mechanismy poruch kovových materiálů. Z hlediska hospodárnosti se projeví zhoršením prostupu tepla a zhoršením účinnosti.

Voda v provozu elektráren a tepláren se dělí dle účelu takto:

- surová
 - získávaná z povrchových toků
 - je roztokem zředěných solí, plynů, kyselin, zásad
 - v tomto stavu nevhodná pro provoz elektrárny
- přídavná
 - upravená voda, která nahrazuje ztráty vody v okruhu
- napájecí
 - používaná k napájení kotle a doplňování obsahu vody, který se sníží odběrem páry
- kotelní
 - zaplňuje za provozu varný systém kotle
 - vzniká vypařováním napájecí vody a odvodem páry z kotle
- kondenzáty
 - voda vzniklá kondenzací páry po průchodu turbínou nebo výměníkem tepla

- chladicí
 - používá se pro chlazení technologických zařízení
 - většina používaná pro odvod tepla při kondenzaci páry v turbíně
- transportní
 - používá se jako dopravní médium u hydraulického odstruskování a odpopílkování
 - malé nárok na kvalitu
- odpadní
 - voda, která má po použití v technologickém procesu elektrárny změněnou jakost a může ohrozit povrchové nebo podzemní vody



Obr. 2 – Schéma úpravy vody v elektrárnách a teplárnách [2, str. 424]

3 Klasická elektroenergetika v České republice

Uhelné elektrárny jsou v České republice hlavním zdrojem elektrické energie již dlouhou dobu. Většina současných elektráren byla uvedena do provozu v 60. a 70. letech 20. století. Nalezneme zde však i elektrárny starší, např. historie elektrárny Vítkovice sahá až do roku 1912.

„Po druhé světové válce došlo z důvodu technologického vývoje k přechodu od výstavby výrobních jednotek 32 MW k elektrárenským blokům 50 až 55 MW (1. blok 1952), blokům 100 až 110 MW (1960), blokům 200 MW (1967) až k realizaci jednoho bloku 500 MW. Tomuto

vývoji se přizpůsobila i volba vyšších parametrů páry a schéma zapojení, vše s cílem dosažení nízké měrné spotřeby paliva na dodávku elektřiny.

U prvních elektráren s turbínami o výkonu 50 MW bylo řazení kotlů a turbín sběrníkové. V dalším vývoji došlo ke zvýšení výkonu na 55 MW a užití jednoho kotle na turbínu. Dalším vývojovým krokem byly bloky 100 MW, později 110 MW v blokovém zapojení. Tyto bloky byly řešeny s kotli bubnovými i průtočnými. Výraznou charakteristikou těchto bloků, kromě zvýšení parametrů admisivní páry, je použití nového prvku v tepelném oběhu, přehřívání páry v kotli spaliny na 540 °C. Dalším výkonovým stupněm byly elektrárenské bloky 200 MW s vyšším provozním tlakem a teplotou páry, zásadním užitím průtočných kotlů, najížděním se suchým přehřívákem, 8° regenerace, 100% úprava kondenzátu, turbonapáječka na plný výkon a dvě záložní elektronapáječky na poloviční výkon s regulací otáček. Bloky již byly vybavovány progresivní řídicí technikou, informační a řídicí systémy byly realizované počítači.

Jako poslední vývojový typ klasických tepelných elektráren byl realizován blok 500 MW s průtočným kotlem s povzbuzenou cirkulací oběhovými čerpadly. Použité parametry páry a koncepční řešení prakticky v době realizace odpovídaly úrovni vyspělých států. Základním nedostatkem v řešení a provozu těchto bloků však zůstala skutečnost, že nebyl včas zachycen trend zaváděný ve vyspělých státech v 70. a 80. letech, kdy byly legislativně zavedeny limity nejvyšších přípustných emisí škodlivin.“[2, str.15]

3.1 Modernizace elektráren

V roce 1991 byl vydán zákon č. 309/91 Sb. o ochraně životního prostředí, v němž byly stanoveny emisní limity pro tuhé znečišťující látky, oxid siřičitý, oxid uhelnatý a oxidy dusíku. Jako nejzazší termín pro splnění těchto limitů byl určen termín 31. 12. 1998 a byl také úspěšně splněn.

Tento zákon s sebou přinesl nutnost nemalých investic do úpravy současných elektráren. Jen ve skupině elektráren patřících ČEZ a.s. bylo instalováno 28 odsiřovacích jednotek a 7 fluidních kotlů. Dále došlo k rekonstrukci odlučovačů popílku a modernizaci řídicích systémů elektráren. Celkově bylo odsířeno 6 462 MW instalovaného výkonu, většina tzv. vypírkou kouřových plynů a část náhradou starých kotlů moderními s fluidním spalováním. Tento program si vyžádal 46 miliard korun přímých a 65 miliard korun souvisejících investic. Výsledkem bylo snížení emisí SO₂ o 92 %, pevných částic popílku o 95 %, emisí oxidu dusíku o 50 % a oxidu uhelnatého o 77 % oproti počátku 90. let.

Z důvodu vydání zákona o ochraně životního prostředí bylo v průběhu 90. let také odstaveno 2120 MW instalovaného výkonu ve starších elektrárnách.

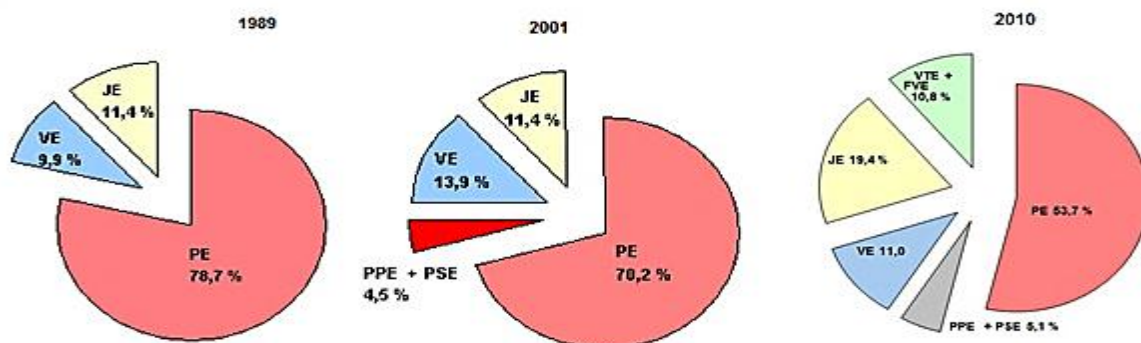
Elektrárna	Celkový odstavený výkon
Hodonín	205 MW
Ledvice	310 MW
Mělník II	220 MW
Počerady	200 MW
Poříčí	55 MW
Pruněřov I	220 MW
Tisová	50 MW
Tisová II	200 MW
Tušimice	110 MW
Tušimice I	550 MW

Tab. 1 – Seznam odstavených elektráren v 90. letech 20. století

3.2 Podíl klasických tepelných elektráren na výrobě elektrické energie

3.2.1 Instalovaný výkon

Uhelné elektrárny dosahovaly maxima v procentuálním pokrytí instalovaného výkonu před rokem 1985, kdy byl jejich instalovaný výkon přibližně 90 % z celkového výkonu. Zbýlých 10 % pokrývaly vodní elektrárny. Po uvedení do provozu JE Dukovany se jejich podíl na instalovaném výkonu snížil a v roce 1989 dosahoval 78,7 % z celkového instalovaného výkonu 14 483 MWe. Přibližně tento podíl si udržely až do roku 1996, kdy nepatrně poklesl z důvodu zavedení několika menších paroplynových a spalovacích elektráren. Klesající trend ve prospěch vodních a paroplynových elektráren pokračoval až do roku 2001, kdy pokrývaly uhelné elektrárny 70,2 %. Zapříčilo ho také odstavení starších elektrárenských bloků při procesu odsiřování. V letech 2002 - 2003 došlo z důvodu uvedení do provozu JE Temelín k dalšímu výraznějšímu poklesu na 65,3 % respektive 61,4 %. Posledním poklesem byly roky 2009 - 2010, kdy výrazněji narostl podíl solárních elektráren až na 10,8 % a uhelné elektrárny pokrývaly 53,7 % z celkového instalovaného výkonu 20 072,9 MWe.

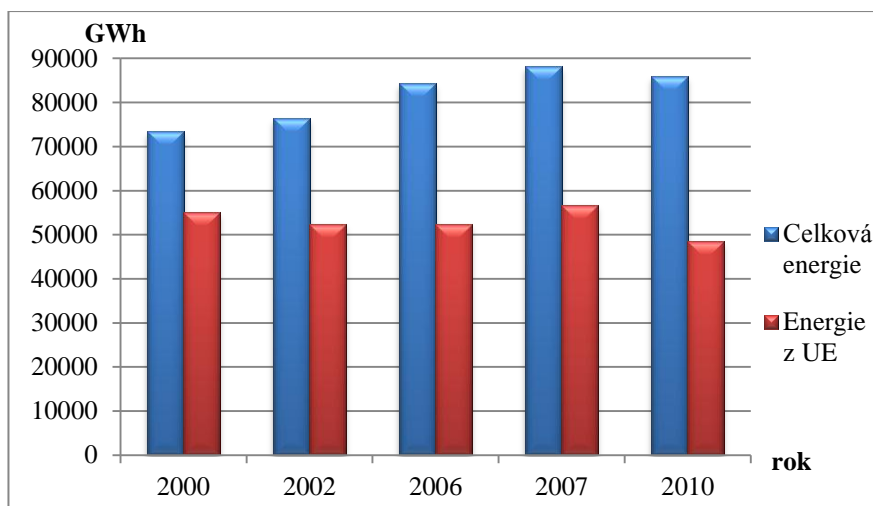


Graf 1 – Vývoj struktury instalovaného výkonu v % [7,16]

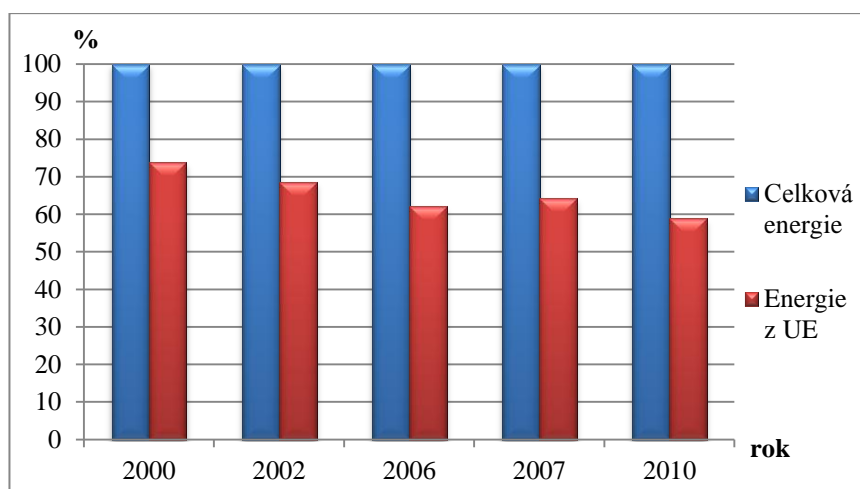
Podle velkého poklesu procentuálního pokrytí výkonu by se mohlo zdát, že klesá i instalovaný výkon uhelných elektráren. Situace je však jiná. V roce 2000 byl instalovaný výkon uhelných elektráren v ČR 10 808,15 MW a v roce 2010 10 768,98 MW. Celkový instalovaný výkon se však z hodnoty 15 323,78 MW v roce 2000 zvýšil na 20 072,9 MW v roce 2010, to představuje nárůst 30 %. Z toho je vidět, že instalovaný výkon uhelných elektráren se drží na stejné úrovni a pokles procentuálního podílu je způsoben celkovým nárůstem instalovaného výkonu elektráren v České republice.

3.2.2 Vyrobená energie

Situace s vyrobenou energií se od instalovaného výkonu nepatrně liší. V roce 2000 uhelné elektrárny vyrobily 54 986,2 GWh z celkové vyrobené energie 73 466,1 GWh, to představovalo podíl 73,8 %. V roce 2002 tyto hodnoty z důvodu uvedení JE Temelín poklesly na 52 409,8 GWh a 68,6 %. Procentuální podíl klesal pravidelně až do roku 2006 na hodnotu 62,1 %, ale vyrobené energie zůstávala v rozpětí několik set GWh kolem hodnoty z roku 2002. V roce 2007 byly vyrobeno doposud nejvíce elektrické energie a uhelné elektrárny se na tom podílely hodnotou 56 728,2 GWh z celkových 88 198,3 GWh, to představovalo podíl 64,3 %. Roky 2008 a 2009 znamenaly pokles celkové vyrobené energie až na 82 250 GWh, to s sebou přineslo i pokles energie vyrobené prostřednictvím uhelných elektráren, a to jak v číslech procentuálních, tak absolutních – konkrétně na 48 457,4 GWh a 58,9 %.



Graf 2 – Vývoj vyrobené elektrické energie v GWh [vlastní zdroj]



Graf 3 - Vývoj vyrobené elektrické energie v % [vlastní zdroj]

3.3 Provozovatelé tepelných elektráren

V České republice je v současnosti celkem 37 klasických tepelných elektráren a tepláren s instalovaným výkonem nad 10 MWe. Nejvýznamnějšími provozovateli jsou společnosti ČEZ a.s, EPH a.s. a Dalkia Česká republika a.s. I přes velký počet provozoven dosahuje instalovaný výkon všech ostatních provozovatelů kromě ČEZ 3038 MWe, což je 46 % instalovaného výkonu uhelných elektráren ČEZ.

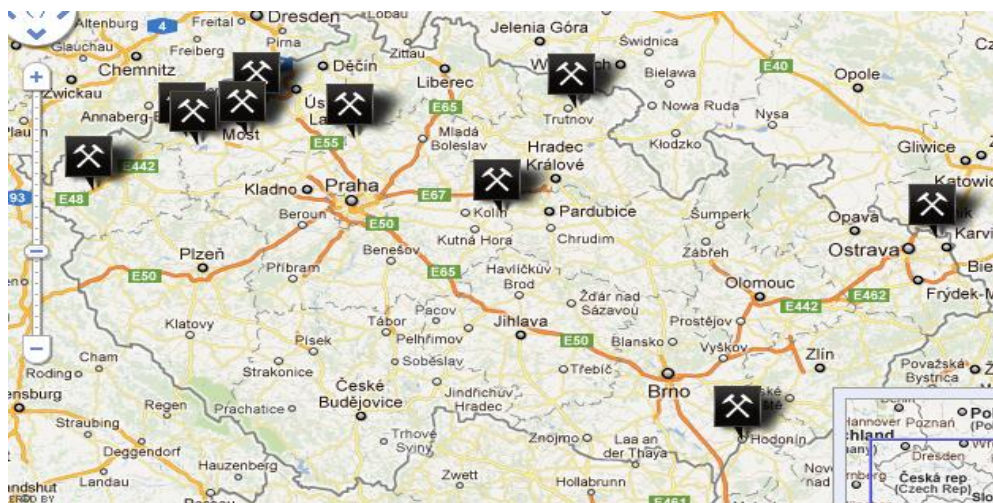
	Instalovaný výkon [MWe]
ČEZ a.s.	6584
EPH a.s.	824
Dalkia Česká republika a.s.	373,037

Tab. 2 – Nejvýznamnější provozovatelé klasických tepelných elektráren v ČR

3.3.1 ČEZ a.s.

Akciová společnost ČEZ byla založena v roce 1992 Fondem národního majetku ČR a jejím hlavním akcionářem je Česká republika. ČEZ je bezesporu největším výrobcem elektřiny v České republice – jeho elektrárny pokrývaly v roce 2010 61,6 % instalovaného výkonu. Na území České republiky provozuje v současné době kromě jiných i 15 uhelných elektráren. Většina z nich je z praktického hlediska umístěna v severních a severozápadních Čechách v blízkosti uhelných dolů, neboť spalují severočeské hnědé uhlí. Výjimku tvoří elektrárna Dětmorovice a Energetika Vítkovice, které stejně jako zahraniční elektrárny skupiny ČEZ spalují černé uhlí. V řadě elektráren se kromě uhlí spaluje ještě biomasa. Nejdéle ji spaluje elektrárna Hodonín. Největšími uhelnými elektrárnami skupiny ČEZ jsou Pruněšov II (instalovaný výkon 1050 MW) a Počerady (1000 MW). Za zmínku stojí také

elektrárna Mělník III, která jako jediná v České republice využívá blok o výkonu 500 MW. Celkový instalovaný výkon uhelných elektráren skupiny ČEZ je 6584 MWe.



Obr. 3 - Mapa uhelných elektráren ČEZ a.s. [45]

3.3.2 EPH a.s.

Energetický a průmyslový holding zahrnuje přes 20 podniků působících v oblasti těžby uhlí, výroby a distribuce elektřiny a tepla a obchodem s elektřinou a plynem. V oblasti výroby elektrické energie a tepla to jsou Pražská teplárenská a.s., Plzeňská energetika a.s., United Energy a.s. a Elektrárna Opatovice a.s. Celkový instalovaný výkon těchto subjektů je 824 MWe a 4059 MWt. Jak už je částečně patrné z názvů společností, soustředí se na dodávku elektrické energie a tepla v západočeském, východočeském a severočeském regionu a v Praze.

V prosinci roku 2010 se spekulovalo o tom, že ČEZ a.s. prodal EPH a.s. Elektrárnu Chvaletice a odkoupil od ní teplovody v severních Čechách, které chtěl využít pro rekonstruovaný Prunéřov.

3.3.3 Dalkia Česká republika a.s.

Dalkia Česká republika a.s. je z hlediska počtu provozovaných elektráren a tepláren druhým nejvýznamnějším dodavatelem. Je provozovatelem 6 tepláren a 1 uhelné elektrárny s výkonem nad 10 MWe na Moravě a v Kolíně. Jejich celkový instalovaný výkon je 373,037 MWe a 2943,8 MWt. Soustředí se hlavně na dodávky tepla. Odběrateli vyrobené elektrické energie jsou převážně obchodníci s elektřinou v České republice.

4 Předpokládaný vývoj klasických tepelných elektráren v ČR

V současné době probíhá program Obnovy uhelných zdrojů Skupiny ČEZ. Jeho hlavním cílem jsou ekologicko-ekonomické důvody, které souvisejí se zvyšováním účinnosti kotle a celého bloku a tím i s likvidací CO₂. Dalším důvodem je postupné dožívání uhelných elektráren odsířených v 90. letech, neboť jejich technologie má životnost okolo patnácti let a dlouhodobě nevyhoví požadavkům na ekologii a ekonomiku.

Tento program v sobě kombinuje výstavbu nových bloků, výměnu zastaralé technologie za novou (tzv. retrofit) a ukončení provozu některých zastaralých bloků. Při modernizaci elektráren se počítá s prodloužením jejich provozu o 25 let, při výstavbě nových bloků je výhled jejich životnosti 40 – 50 let. Uskutečnění programu představuje celkovou investici okolo 100 miliard korun.

4.1 Odstávka elektráren

Přibližně do roku 2020 se z důvodu nedostatku paliva v dané lokalitě nebo z důvodu neefektivní údržování úrovně ekologických parametrů počítá s odstávkou následujících bloků. Dle původního plánu měla být Elektrárna Prunéřov I odstavena na přelomu let 2015 a 2016, protože by bez zásadní rekonstrukce nevyhověla zpřísněným ekologickým parametrům podle nové legislativy. Navíc by pro ni na Dole Libouš nebyl dostatek uhlí pro danou dobu provozu. V roce 2008 však došlo k aktualizaci plánu odstavování elektráren, podle které se s odstavením Elektrárny Prunéřov I počítá až v roce 2023. Po kompletní obnově Elektrárny Prunéřov II však dojde k omezení využití jmenovitého výkonu Elektrárny Prunéřov I z dosavadních 6650 h/rok na 2800 h/rok. Mezi roky 2015 a 2020 by měly být odstaveny ještě Elektrárna Mělník III (hlavně z důvodu nedostatku paliva a následného nahrazení paroplynovou elektrárnou) a dle původního plánu i Elektrárna Chvaletice, jejíž životnost byla plánována do roku 2020. Tuto elektrárnu se ČEZ snažil v roce 2010 prodat společnosti EPH. Poté, co prodej nevyšel, by měly být první dva bloky vypnuty už v roce 2013 a další dva v roce 2016. Tento plán neustále reaguje na aktuální vývoj, protože musí být zajištěn dostatek zdrojů pro potřeby odběratelů.

4.2 Modernizace elektráren

V současnosti dochází ke komplexní obnově Elektrárny Tušimice II a Prunéřov II. K obnově Prunéřova II mělo dle původního plánu dojít v letech 2011 – 2013 a vybíralo se ze 3 možných variant. V úvahu připadala obnova 3 bloků, instalace 1 nadkritického bloku nebo

ponechání stávající technologie, při které by došlo ke snížení emisí znečišťujících látek. Volba nadkritického bloku by s sebou přinesla větší životnost než obnova 3 stávajících bloků (40 vs. 25 let), nevýhodou by však byla nutnost dovozu paliva ze vzdálených míst, neboť současné palivo by kvalitou nevyhovovalo a v neposlední řadě by také nebyla zajištěna dodávka tepla. Z těchto i dalších důvodů (redukce CO₂, větší snížení emisí znečišťujících látek, atd.) byla nakonec vybrána první varianta – obnova bloků 3,4 a 5 o jmenovitém výkonu 250 MWe. Záměr byl částečně zdržen z ekologických důvodů, nesouhlas ekologických aktivistů s podkritickými bloky vyvolal zdržení při schvalování obnovy Ministerstvem životního prostředí. To bylo nakonec s více než tříměsíčním zpožděním v dubnu 2010 vydáno. V březnu 2011 vydal Stavební úřad v Kadani pro elektrárnu územní rozhodnutí, kterým dostal ČEZ zelenou k umístění stavby. V květnu 2012 ještě obnova nebyla zahájena.

V případě komplexní obnovy Elektrárny Tušimice II byl zvolen projekt 4 bloků 4x200 MW. Do stávajícího prostoru kotelny budou instalovány nové podkritické granulační kotle s parametry páry 18,1 MPa, 575/580°C. Tím dojde ke zvýšení účinnosti na minimálně 89,5 %. Nahrazeny budou také turbogenerátory novějšími o stejném výkonu 200 MW, ale s lepší tepelnou účinností. Obnova byla rozdělena do dvou etap, vždy po dvou blocích.

První etapa byla dokončena v roce 2009. První dva bloky (23 a 24) byly do provozu uvedeny v průběhu června a srpna 2009. V červnu a červenci 2010 byly zkoušky završeny úspěšným garančním měřením a certifikací. Další 2 bloky (21 a 22) měly být dle plánu dokončeny do konce roku 2011. I přes nepatrné časové zdržení byly v dubnu 2012 bloky 2,3 a 4 ve zkušebním provozu a blok 1 procházel posledními komplexními zkouškami. Účinnost elektrárny byla programem obnovy zvýšena z původních 32 % na více než 38 %, tedy dle projektu. Ještě výrazněji než dle projektu se podařilo snížit emise a už nyní lze říci, že Elektrárna Tušimice II splňuje přísné evropské normy platné od roku 2015. Celkové náklady na obnovu elektrárny dosahují 27 miliard korun.

4.3 Výstavba nového bloku elektrárny Ledvice

V Elektrárně Ledvice jsou v současnosti v provozu 3 bloky o jmenovitém výkonu 110 MW. V roce 2007 začala výstavba nového bloku o výkonu 660 MW. Jedná se o nadkritický blok s fluidním spalováním spalující hnědé uhlí s parametry přehřáté páry 600°C a 27,2 MPa a přihřáté páry 610°C a 5,15 MPa. Předpokládaná hrubá účinnost by měla dosahovat až 47%, a to s sebou přináší nejen úsporu paliva, ale hlavně výrazné snížení produkce CO₂ a ostatních emisí. Se spuštěním nového bloku dojde k odstavení současných bloků 2 a 3, prozatím nejnovější 4. blok bude provozován současně s novým blokem.

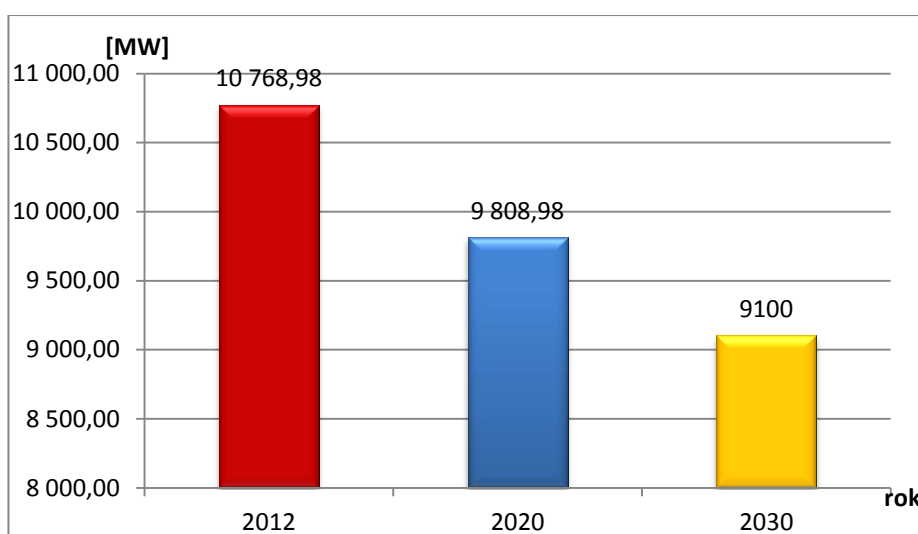
Dokončení, která bylo původně plánováno na konec roku 2012, se pravděpodobně zpozdí až do roku 2014. Výstavba nového bloku představuje investici 30 miliard korun. Po spuštění se bude jednat o nejmodernější elektrárnu nejen v České republice, ale i ve střední Evropě.

4.4 Shrnutí

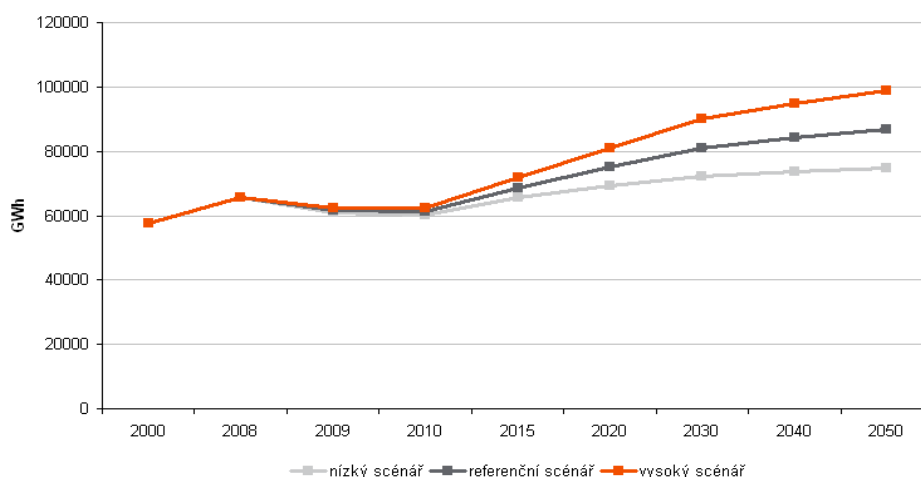
Dle současného plánu dojde do roku 2023 podle výše uvedených částí 4.1 – 4.3 k odstavení 1740 MW instalovaného výkonu, komplexní obnova bude provedena na 1550 MW instalovaného výkonu a nově bude vybudován blok o výkonu 660 MW. Celkový instalovaný výkon uhelných elektráren tak do roku 2023 poklesne o 960 MW.

Po zavedení nových ekologických limitů v roce 2015 lze očekávat podobný scénář jako v 90. letech 20. století. Nejvíce nevyhovující část elektráren, u které by modernizace byla nevýhodná z důvodu velkých investic nebo z důvodu nedostatku paliva, bude odstavena a část modernizována s ohledem na snížení emisí. Podle aktuálních prognóz vývoje spotřeby energie však v roce 2020 nastane deficit elektrické energie v ČR. Z tohoto důvodu nelze předpokládat odstavení velkého množství elektráren.

Aktuálním problémem v oblasti uhelné energetiky je doposud nezajištěná dodávka paliva pro elektrárnu Počerady po roce 2012. Současný dodavatel Czech Coal se stále nedohodl se společností ČEZ na ceně. Pro druhou největší uhelnou elektrárnu v ČR o výkonu 5x200 MW, která ročně spotřebuje přes šest milionů tun uhlí, což představuje přibližně sedminu těžby v celé České republice, by to mohlo v krajním případě znamenat i dočasné odstavení z provozu. To ale ČEZ odmítá.



Graf 4- Předpokládaný vývoj instalovaného výkonu uhelných elektráren v ČR [vlastní zdroj]



Graf 5 - Předpokládaný vývoj spotřeby elektrické energie v ČR [34]

5 Možnosti náhrady klasických tepelných elektráren

5.1 Jaderné elektrárny

V České republice jsou v provozu 2 jaderné elektrárny – Dukovany a Temelín. JE Dukovany byla dokončena v roce 1987 a její instalovaný výkon byl 4x440 MW. Od roku 2005 probíhá postupné zvyšování výkonu bloků na 500 MW. V roce 2010 bylo v provozu používáno 1900 MW, právě z důvodu ještě nedokončené modernizace bloků. Celkový výkon 2000 MW by měla elektrárna dosáhnout v roce 2013. Energie vyrobená v JE Dukovany dosahuje ročně 14 000 GWh. Tato energie by stačila na pokrytí spotřeby všech domácností v ČR.

Druhou jadernou elektrárnou je Temelín. Ten byl dokončen v roce 2002 a jeho instalovaný výkon je 2x1000 MW. I přes to, že instalovaný výkon jaderných elektráren byl v roce 2010 pouze 19,4 % z celkového výkonu, bylo v nich vyrobeno 27 998 GWh elektrické energie, což představuje podíl 32,5 % z celkové energie. Důvodem je to, že jaderné elektrárny jsou na rozdíl od ostatních typů provozovány téměř neustále na maximální možný výkon. Z tohoto důvodu jsou využívány pro pokrytí základního pásma diagramu zatížení.

Mezi hlavní výhody jaderné energetiky ve srovnání s uhelnou patří šetrnost k životnímu prostředí. Jaderné elektrárny neprodukují žádný CO₂, žádné oxidy dusíku a síry, ani prach. Nevýhodou je naopak náročnější nakládání s vyhořelým palivem. To je nejprve uloženo pod vrstvou vody a po určité době odvezeno do skladu použitého paliva. Mezi další „nevýhodu“ můžeme zařadit obavu lidí z možné havárie. Ti se při tom odvolávají na události Černobyly (reaktor RBMK-1000) a Fukušimy (reaktor BWR-5). Dle mého názoru je obava zbytečná, neboť v JE Černobyl došlo dle dostupných informací k selhání lidského faktoru a v dnešní

době je bezpečnost na mnohonásobně vyšší úrovni. Hlavním problémem JE Černobyl však byl použitý typ reaktoru RBMK-1000. Na rozdíl od reaktorů používaných v JE Temelín a Dukovany, které využívají jako moderátor vodu, je v něm moderátorem grafit. V případě přehřátí tak dojde ještě ke zrychlení štěpné reakce. Další reaktory tohoto typu se již nestaví. Situace jako v případě JE Fukušima u nás vzhledem ke geografické poloze nastat nemůže.

Největším problémem dle mého názoru jsou vysoké počáteční investice a jejich návratnost. Například investice do plánované dostavby JE Temelín mají dle odhadů dosáhnout až 200 miliard korun.

5.1.1 Zvažovaná dostavba JE Temelín

Již v únoru 1979 byl schválen investiční záměr, který počítal s výstavbou JE Temelín ve formě 4 bloků 4x1000 MW. Po roce 1989 bylo z ekonomických důvodů rozhodnuto o snížení počtu bloků na polovinu. Základním důvodem zvažované dostavby je zajištění spolehlivé, bezpečné a k životnímu prostředí šetrné dodávky energie.

Dostavba mimo jiné povede ke snížení závislosti České republiky na dovozu ropy a zemního plynu. Pro dostavbu namísto výstavby nové elektrárny hovoří také fakt, že podpůrné systémy byly původně budovány pro čtyři bloky, čímž dojde k výraznému snížení nákladů.

Pro dostavbu byl zvolen tlakovodní reaktor moderovaný lehkou vodou (PWR) III. a III+. generace. 3. 8. 2009 byla vyhlášena veřejná zakázka na dodavatele jaderných bloků. Do jara 2010 probíhala kvalifikace zájemců, z níž se kvalifikovali 3 - 1. sdružení Westinghouse Electric Company LLC a Westinghouse Electric Company Czech Republic, s.r.o.; 2. sdružení ŠKODA JS a.s. a JSC Atomstroyexport a JSC OKB Hidropress a 3. AREVA NP S.A.S. V úvahu připadají 3 typy reaktorů - MIR 1200 o výkonu 1113 MWe od ŠKODA JS a.s. , Areva EPR o výkonu 1650 MWe od AREVA NP S.A.S a Westinghouse AP1000 o výkonu 1117 MWe od Westinghouse Electric Company LLC. V říjnu roku 2011 vyzval ČEZ kvalifikované zájemce k předložení nabídek, termín pro jejich předložení je 2. července 2012. Konečný výběr dodavatele spolu s podpisem smlouvy je plánován na konec roku 2013. V současné době se jedná o možnostech spolufinancování dostavby. Zájem projevily například firmy z Ruska, Číny nebo Koreje. Největší šance je dávana francouzské firmě EDF. Případný partner by měl poskytnout přibližně deset procent financí.

5.1.2 Zvažovaná dostavba JE Dukovany

Z důvodu zvyšující se spotřeby elektrické energie a zmenšujících se zásob hnědého uhlí se uvažuje o dostavbě 5. bloku JE Dukovany. Po řadě průzkumů, které zahrnovaly například

geologické podmínky, kvalitu a dostatek vody v řece Jihlavě a možnosti vyvedení elektrického výkonu do sítě, bylo konstatováno, že výstavba 5. bloku JE Dukovany je možná. Momentálně směřují přípravné práce k možnému termínu spuštění v letech 2030 – 35.

5.2 Paroplynové elektrárny

Paroplynové elektrárny jsou v České republice velmi málo rozšířené. Jejich celkový instalovaný výkon je přibližně 1000 MW a jejich podíl na výrobě elektrické energie je pouze 1,5 %. Největší z nich je elektrárna Vřesová patřící Sokolovské uhelné. Její instalovaný výkon je 380 MW. Prostor pro výstavbu dalších elektráren však je a již byla zahájena příprava jejich výstavby.

U paroplynové elektrárny je využíváno dvou tepelných oběhů, parního a plynového. To zajišťuje výrazně vyšší účinnost než u uhelné elektrárny. Konkrétně u elektrárny v Počeradech se počítá s účinností 57,4 %. V případě spojení výroby elektrické energie s dodávkami tepla by účinnost ještě stoupla. Dalšími výhodami jsou nižší emise (u CO₂ až o 70%), krátká doba výstavby a v neposlední řadě nejnižší náklady na instalovanou megawattu.

5.2.1 Výstavba paroplynových elektráren

V nejpokročilejší fázi je projekt v Počeradech. Tento projekt je prvním svého druhu v České republice. Zdroj o výkonu 840 MWe bude umístěn v areálu uhelné elektrárny Počerady. Bylo zde vybráno řešení s dvěma plynovými turbínami a jednou parní. Stavba byla zahájena 1. dubna 2011 a dokončena by měla být v roce 2013.

Druhou lokalitou vybranou pro stavbu paroplynové elektrárny je areál Elektrárny Mělník. Tato lokalita je velmi výhodná, neboť disponuje veškerou potřebnou infrastrukturou, dokonce s možností připojení na plynovou soustavu. Původně se uvažovalo o zdroji 800 MW, který by nahradil současné uhelné zdroje. Měl by být schopen pracovat ve všech režimech – špičkovém, pološpičkovém i základním zatížení – a také dodávat teplo pro Prahu a Mělník. Vzhledem ke skutečnosti, že se v roce 2011 stal ČEZ a.s. majitelem firmy Energotrans, která je provozovatelem elektrárny Mělník I, dochází v současné době k přepracování původního projektu. Zařazení Energotrans do skupiny ČEZ bylo od koupě zkoumáno Úřadem pro ochranu hospodářské soutěže. Důvodem byla obava, aby ČEZ výrazně neposílil své již tak dost dominantní postavení na trhu. Podle posledních informací by však transakce měla být brzy schválena.

Posledním plánovaným projektem paroplynových elektráren skupiny ČEZ je PPC Úžin. Jedná se o zdroj o instalovaném výkonu 220 MWe umístěný v okolí Ústí nad Labem. Kromě výroby elektrické energie by měl zajišťovat i dodávky tepla. Přesný časový plán výstavby však zatím nebyl schválen.

O výstavbě paroplynové elektrárny v okolí obce Mochov uvažovala i společnost RWE. Mělo se jednat o zdroj o výkonu 1000 MW. Obyvatelé obce však stavbu odmítli a společnost RWE se v září 2011 rozhodla z finančních důvodů projekt odložit. O případné výstavbě nebo zrušení projektu by mělo být rozhodnuto nejpozději do roku 2018.

5.3 Vodní elektrárny

Vodní elektrárny pokrývají v České republice 11 % instalovaného výkonu. I přes to je jejich podíl na výrobě elektrické energie pouze 4 %. Je to způsobeno tím, že většina těchto elektráren není provozována na maximální výkon. Z hlediska výroby elektrické energie jsou nejvýznamnějšími vodními elektrárnami Lipno I, Orlická a Slapy.

Přírodní poměry v České republice nejsou pro vodní elektrárny ideální. Důvodem je nedostatečný spád a malé množství vody. Využitelná místa pro stavbu velkých vodních elektráren již byla vyčerpána.

Hlavní výhodou vodních elektráren je kromě šetrnosti k životnímu prostředí jejich výborná regulovatelnost. Mohou startovat během několika sekund. Přečerpávací vodní elektrárny jsou z tohoto důvodu využívány k pokrývání špiček v odběru energie. Nevýhodou je vysoká počáteční investice do výstavby přehrady a pro někoho i velký zásah do krajiny.



Obr. 4 – Mapa vodních elektráren ČEZ a.s. [47]

5.4 Plynové elektrárny

Plynové elektrárny jsou podobně jako paroplynové v České republice velmi málo rozšířené. Najdeme je například v Kladně, kde společnost Alpiq Generation (CZ) s.r.o. provozuje dva zdroje o instalovaném výkonu 66,9 MW a 50,8 MW. Jejich výhodou je velmi rychlý náběh. Z tohoto důvodu se využívají, obdobně jako přečerpávací vodní elektrárny, k pokrytí špičkového pásma diagramu zatížení.

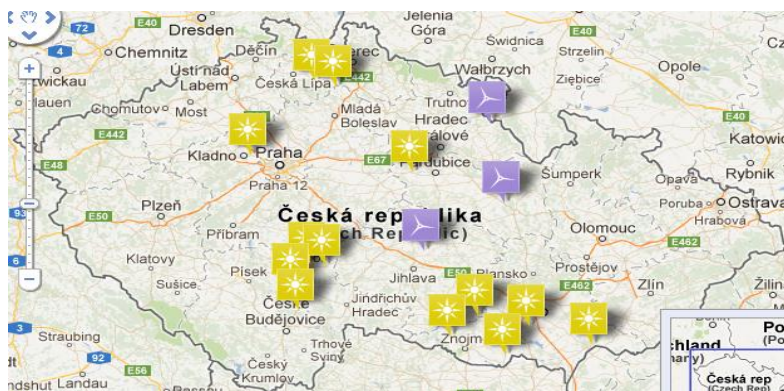
5.5 Fotovoltaické a větrné elektrárny

Fotovoltaické a větrné elektrárny dosahují instalovaného výkonu 2167 MW. I přes to vyrobily v roce 2010 pouze 951,2 GWh energie.

Využití slunečního záření patří k nejšetnějším způsobům zisku elektrické energie. Z jednoho metru aktivní plochy však lze získat maximálně 110 kWh energie za rok. Z tohoto důvodu je výroba elektřiny s využitím slunečního záření příliš drahá. Účinnost v současnosti vyráběných tenkovrstvých článků se pohybuje okolo 10 %, v laboratorních podmínkách však již byl vyroben článek s účinností okolo 40 %.

V oblasti větrných elektráren jsou největšími provozovateli společnosti Enercon (76,5 MW), Vestas (74,6 MW) a REpower (22,2 MW). V roce 2009 bylo nově nainstalováno 44 MW výkonu ve větrných elektrárnách. V roce 2010 tato hodnota klesla na 23 MW a v roce 2011 dokonce na 2 MW. Proti větrným elektrárnám, stejně jako fotovoltaickým, hovoří jejich těžko předvídatelná výroba, která je závislá na větru resp. sluneční aktivitě. Oba typy tak profitují z dotovaných výkupních cen energie.

Předpokladem pro další využití fotovoltaických elektráren je technologický vývoj s cílem zvýšit jejich efektivitu. Pro větrné elektrárny není mnoho vhodných lokalit, proto lze očekávat, že jejich případný rozvoj bude spojen s lokalitami, kde je umístěna většina současných větrných elektráren – Krušné a Orlické hory a Hrubý Jeseník.



Obr. 5 - Mapa větrných a fotovoltaických elektráren ČEZ a.s. [47]



Obr. 6 - Mapa větrných elektráren ČR [55]

5.6 Shrnutí

Podle výše zmíněných výhod a nevýhod je zřejmé, že okamžité nahrazení uhelných elektráren není možné. Dalším důvodem proti okamžitému odstavení je také zvyšující se spotřeba elektrické energie. Jejich postupné nahrazování však vzhledem ke zmenšující se zásobě uhlí a stále se zpřisňujícím ekologickým limitům bude alespoň z části nevyhnutelné.

Za základ jejich náhrady bych osobně, i přes vysoké investiční náklady, zvolil jaderné elektrárny. Část odstavených uhelných elektráren by pokryla plánovaná dostavba JE Temelín a později JE Dukovany. Vzhledem k jejich prakticky nulové rychlé regulační schopnosti bych je využil pro základní a částečně pološpičkové pásmo diagramu zatížení. Pološpičkové pásmo bych doplnil o paroplynové elektrárny, které jsou schopny rychlé změny výkonu a jsou poměrně šetrné k životnímu prostředí. Nevýhodou je zvýšení závislosti ČR na dovozu zemního plynu. Regulování špiček bych poté zajistil stávajícími plynovými a přečerpávacími vodními elektrárnami. Nemožnost výstavby dalších velkých vodních elektráren je dle mého názoru zábranou k nahrazení uhelných elektráren pouze jadernými. Fotovoltaické a větrné elektrárny nepovažuji za vhodnou náhradu uhelných elektráren z důvodu závislosti jejich výkonu na počasí.

Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo podat ucelený pohled na problematiku klasické elektroenergetiky. Zhodnotil jsem její současný i budoucí stav, její důležitost pro Českou republiku a navrhl jsem možnosti její náhrady.

Současný stav klasických tepelných elektráren bych dle svého názoru hodnotil jako uspokojivý. V 90. letech 20. století prošla velká část uhelných elektráren modernizací z důvodu snížení vlivu na životní prostředí. Tento stav však není výhledově trvale udržitelný a především z důvodu snížení produkci CO₂ a dalších emisí bude potřeba modernizaci opět opakovat přibližně po roce 2015.

Ze znalostí stávajícího stavu je zřejmé, že uhelná energetika je aktuálně pro Českou republiku klíčová. Pro její budoucí rozvoj bude nejdůležitější stav uhlí v okolí elektráren, který je závislý na těžebních limitech, které vláda odmítá prolomit a při současné energetické koncepci je pro ni prioritní zajištění dostatku uhlí pro teplárny. V případě prolomení těžebních limitů by byla zajištěna dodávka uhlí pro elektrárny na výrazně delší dobu a předpokládám, že část elektráren, které mají být odstaveny, popřípadě nahrazeny paroplynovými elektrárnami, by zůstala nadále v provozu. I v případě zachování současných limitů předpokládám, že význam uhelných elektráren bude klesat pouze nepatrně, do roku 2020 je očekáván pokles celkového instalovaného výkonu v řádu několika set MW.

Jak jsem již uvedl, uhelná energetika je pro Českou republiku velice důležitá. Její okamžité nahrazení proto není možné. Postupné nahrazování však bude pravděpodobně nevyhnutelné. Za možnou náhradu hlavní části považuji kombinaci jaderných a paroplynových elektráren. V plánu je dostavba dvou bloků jaderné elektrárny Temelín a jednoho bloku jaderné elektrárny Dukovany. U paroplynových elektráren se počítá s výstavbou elektrárny v Mělníku a u Ústí nad Labem a v současné době již běží stavba elektrárny Počerady. Špičkové pásmo v diagramu zatížení by poté pokryly současné plynové a vodní elektrárny, u nichž je možná velmi rychlá změna výkonu.

Použité zdroje:

- [1] IBLER, Zbyněk. Elektrárny I. 1. vyd. Plzeň: VŠSE – ediční středisko, 1984, 220 s.
- [2] IBLER, Zbyněk. Technický průvodce energetika. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2002, 615 s. ISBN 80-730-0026-1.
- [3] Výkladový slovník energetiky [online]. [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/h esla/tepel el.html>
- [4] Vodní a tepelné elektrárny: Princip tepelné elektrárny [online]. [cit. 2012-05-13]. Dostupné z: <http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/princip-tepelne-elektrarny.htm>
- [5] Uhelené elektrárny v ČR. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr.html>
- [6] Aktivity a strategie Skupiny ČEZ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/strategie-a-aktivity-cez-v-oblasti-ue.html>
- [7] Roční zpráva o provozu ES ČR 2001 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2001/
- [8] Roční zpráva o provozu ES ČR 2002 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2002/
- [9] Roční zpráva o provozu ES ČR 2003 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2003/
- [10] Roční zpráva o provozu ES ČR 2004 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2004/
- [11] Roční zpráva o provozu ES ČR 2005 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2005/
- [12] Roční zpráva o provozu ES ČR 2006 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2006/

- [13] Roční zpráva o provozu ES ČR 2007 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2007/
- [14] Roční zpráva o provozu ES ČR 2008 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2008/
- [15] Roční zpráva o provozu ES ČR 2009 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2009/
- [16] Roční zpráva o provozu ES ČR 2010 - ERÚ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2010/rz/index.htm
- [17] Roční zpráva o provozu ES 2010: Roční bilance elektřiny. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2010/rz/energie/2.htm
- [18] Informace o uhelných elektrárnách ČEZ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2010/rz/energie/2.htm
- [19] EPH: Základní informace. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.epholding.cz/zakladni-informace>
- [20] EPH: Energetika. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.epholding.cz/vyroba-elekriny-a-tepla>
- [21] iDnes.cz: Ekonomika. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://ekonomika.idnes.cz/cez-prodala-elektrarnu-chvaletice-ziska-rozvody-tepla-na-severu-pxm-/ekoakcie.aspx?c=A101222_140025_ekoakcie_fih
- [22] Mediafax.cz. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.mediafax.cz/ekonomika/3297459-CEZ-chce-uzavrit-elektrarnu-v-Chvaleticich>
- [23] Dalkia: Výroční zpráva 2011. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.dalkia.cz/userfiles/file/vyrocní-zpravy/vz-dcr-2011.pdf>
- [24] Allforpower.cz: Výstavba nového bloku Ledvice. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.allforpower.cz/clanek/materialy-a-ucinnost-noveho-kotle-elektrarny-ledvice/>

- [25] ČEZ a.s.: Elektrárna Tušimice: Komplexní obnova finišuje. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/3777.html>
- [26] ČEZ a.s.: Obnova Pruněřova. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnova-elektrarny-prunerov/proc-obnova-prunerova/posouzeni-tri-variant-postupu.html>
- [27] ČEZ a.s.: Odklady rekonstrukce elektrárny Pruněřov. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/obnova-elektrarny-prunerov/tiskovy-servis/2829.html>
- [28] Greenpeace Česká republika. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.greenpeace.org/czech/cz/press/Prunerov_uzemni_povoleni/
- [29] Allforpower.cz: Technická průvodka kompletní obnovy Elektrárny Tušimice II. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.allforpower.cz/clanek/technicka-pruvodka-kompletni-obnovy-elektrarny-tusimice-ii/>
- [30] Allforpower.cz: Komplexní obnova Elektrárny Tušimice II. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.allforpower.cz/clanek/komplexni-obnova-elektrarny-tusimice-ii-prvni-z-rady-projektu-obnovy-skupiny-cez/>
- [31] Allforpower.cz. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://www.allforpower.cz/UserFiles/files/2009/alstom_ledvice.pdf
- [32] Technický týdeník. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=6123&mark=>
- [33] Allforpower.cz: Výstavba nového superkritického bloku v Elektrárně Ledvice. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.allforpower.cz/clanek/vystavba-noveho-superkritickeho-bloku-v-elektrarne-ledvice/>
- [34] ČEZ a.s.: Předpokládaný vývoj spotřeby elektrické energie v ČR. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/file/energie-a-zivotni-prostredi/dostavba-ete/spotreba-brutto-cr-2050.gif>
- [35] ČEZ a.s.: Důvody pro dostavbu Elektrárny Temelín. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/zvazovana-dostavba-elektrarny-temelin/duvody-dostavby.html>

- [36] Finance.cz. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/349649-cez-se-stale-nedohodl-s-czech-coalem-na-dodavkach-do-pocerad/>
- [37] ČEZ a.s.: Základní informace o dostavbě Temelína. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/zvazovana-dostavba-elektrarny-temelin/zakladni-informace.html>
- [38] ČEZ a.s.: Aktuality. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/zvazovana-dostavba-elektrarny-temelin/aktuality/13.html>
- [39] ČEZ a.s.: Zvažovaná dostavba elektrárny Temelín: Technologie. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/zvazovana-dostavba-elektrarny-temelin/technologie.html>
- [40] ČEZ a.s.: Historie a současnost EDU. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/jaderna-energetika/jaderne-elektrarny-cez/edu/historie-a-soucasnost.html>
- [41] ČEZ a.s.: Tiskové zprávy. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/tiskove-zpravy/3274.html>
- [42] ČEZ a.s.: Připravované projekty paroplynových elektráren ČEZ. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/paroplynove-elektrarny/pripravovane-projekty-paroplynovych-elektren-cez.html>
- [43] E15.cz: ČEZ dostane zelenou ke koupi Energotransu. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/prumysl-a-energetika/cez-dostane-zelenou-ke-koupi-energotransu-768990>
- [44] Wikipedia.org: Schéma tepelné elektrárny. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:PowerStation_cs.svg
- [45] ČEZ a.s.: Mapa uhelných elektráren. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/mapa-uhelnych-elektren.html>

- [46] Vodní a tepelné elektrárny: Vodní elektrárny v ČR. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.vodni-tepelne-elektrarny.cz/vodni-elektrarny-cr.htm>
- [47] ČEZ a.s.: Mapa elektráren. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/mapa-elektraren.html>
- [48] Česká společnost pro větrnou energii: Aktuální instalace. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/clanky/detail/120>
- [49] Česká společnost pro větrnou energii: Statistika. [online]. [cit. 2012-05-24]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/cz/clanky/statistika/281>
- [50] E15.cz: Obnova elektráren ČEZ. [online]. [cit. 2012-05-28]. Dostupné z: <http://zpravy.e15.cz/byznys/obnova-elektraren-cez-se-vyrazne-prodrazuje>
- [51] IHNED.CZ: O spolufinancování Temelína se ucházejí tři firmy. [online]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://byznys.ihned.cz/zpravodajstvi/c1-55836950-o-spolufinancovani-temelina-se-uchazeji-tri-firmy-cinane-predlozili-prvni-nabidku>
- [52] Občanské sdružení naše Čelákovice. [online]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: http://www.celakovice.org/clanky/aktualne_-elektrarna-rwe/aktualni-vyvoj-situace-kolem-paroplynove-elektrarny-u-mochova.html
- [53] Internetové energetické konsultační a informační středisko: Kogenerace. [online]. [cit. 2012-06-01]. Dostupné z: <http://www.i-ekis.cz/?page=kogenerace>
- [54] Výkladový slovník energetiky: Výtopna. [online]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/edee/content/file/static/encyklopedie/vykladovy-slovník-energetiky/hesla/vytopna.html>
- [55] ZČU - EE1: Technologie výroby v elektrárnách. [online]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: http://webs.zcu.cz/fel/kee/+EE1/Cast8-1/Techologie_vyroby_v_elektrarnach_pro_plusEE1.pdf
- [56] Česká společnost pro větrnou energii: Mapa. [online]. [cit. 2012-05-29]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/cz/aktualni-instalace>

Seznam obrázků

Obr. 1	Schéma kondenzační elektrárny	str. 12
Obr. 2	Schéma úpravy vody v elektrárnách a teplárnách	str. 20
Obr. 3	Mapa uhelných elektráren ČEZ a.s.	str. 25
Obr. 4	Mapa vodních elektráren ČEZ a.s.	str. 32
Obr. 5	Mapa větrných a fotovoltaických elektráren ČEZ a.s.	str. 33
Obr. 6	Mapa větrných elektráren ČR	str. 34

Seznam tabulek a grafů

Tab. 1	Seznam odstavených elektráren v 90. letech 20. století	str. 22
Tab. 2	Nejvýznamnější provozovatelé klasických tepelných elektráren v ČR	str. 24
Graf 1	Vývoj struktury instalovaného výkonu v %	str. 22
Graf 2	Vývoj vyrobené elektrické energie v GWh	str. 23
Graf 3	Vývoj vyrobené elektrické energie v %	str. 24
Graf 4	Předpokládaný vývoj instalovaného výkonu uhelných elektráren v ČR	str. 28
Graf 5	Předpokládaný vývoj spotřeby elektrické energie v ČR	str. 29