

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**Vliv využívání regulační energie z tepelných elektráren na
ekonomiku jejich provozu**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jana CHOTĚTICKÁ**
Osobní číslo: **E11N0187P**
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektroenergetika**
Název tématu: **Vliv využívání regulační energie z tepelných elektráren na ekonomiku jejich provozu**
Zadávající katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

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

1. Popište tepelné oběhy jednotlivých typů tepelných elektráren.
2. Posuďte jejich regulační rozsahy.
3. Vyhodnoťte možnosti využití regulačních rozsahů tepelných elektráren pro dodávku regulační energie.
4. Proveďte ekonomickou analýzu využití tepelných elektráren zapojených do podpůrných služeb elektrizační soustavy.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

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

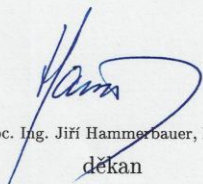
Vedoucí diplomové práce:

Doc. Ing. Pavla Hejtmánková, Ph.D.


Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **15. října 2012**

Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2013**



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



Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 15. října 2012

Anotace

Předkládaná diplomová práce je zaměřena na vliv využívání regulační energie z tepelných elektráren. V úvodní kapitole se práce věnuje principu činnosti tepelné elektrárny. Dále se práce věnuje systémovým, podpůrným službám a regulační odchylce tepelných elektráren pro dodávku regulační energie. Na závěr pojednává ekonomickou analýzu využití tepelných elektráren zapojených do podpůrných služeb elektrizační soustavy.

Klíčová slova

Tepelná elektrárna, silová energie, regulační energie, elektrizační soustava, systémové služby, podpůrné služby, přenosová soustava, regulační odchylka.

Abstract

This diploma thesis is focused on the influence of the use of regulating energy from thermal power plants. The first chapter is devoted to the principle of thermal power plants operation. In the next chapters, the work deals with the system services, ancillary services and control deviation of thermal power plants for balancing energy supply. The conclusion discusses the economic analysis of the use of thermal power plants connected to the electricity system ancillary services.

Key words

Thermal power plant, power energy, balancing energy, electricity system, system services, ancillary services, transmission system, control deviation

Prohlášení

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

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 5.5.2013

Jana Chotětická

.....

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Pavle Hejtmánkové, Ph.D. a konzultantovi diplomové práce Doc. Ing. Emilu Dvorskému, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále děkuji všem, kteří mi pomáhali a podporovali mě při vypracování diplomové práce.

Obsah

OBSAH.....	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	9
ÚVOD.....	10
1 POPIS TEPELNÝCH OBĚHŮ JEDNOTLIVÝCH TYPŮ TEPELNÝCH ELEKTRÁREN	11
1.1 TEPELNÁ ELEKTRÁRNA.....	11
1.2 PRINCIP TEPELNÉ ELEKTRÁRNÝ	11
1.2.1 Parní elektrárny.....	11
1.2.2 Plynové elektrárny	13
1.3 DRUHY ELEKTRÁREN.....	14
1.3.1 Uhelná elektrárna	14
1.3.2 Jaderné elektrárny	16
1.3.3 Biomasa.....	18
2 POSOUZENÍ REGULAČNÍHO ROZSAHU	19
2.1 REGULAČNÍ ENERGIE	19
2.2 SYSTÉMOVÉ (SYS) A PODPŮRNÉ (PPS) SLUŽBY	21
2.2.1 Systémové služby.....	21
2.2.2 Podpůrné služby (PpS)	26
2.3 ZMĚNY DO BUDOUCNA	29
2.3.1 Změny od roku 2013.....	29
3 VYHODNOCENÍ MOŽNOSTÍ VYUŽITÍ REGULAČNÍCH ROZSAHŮ TEPELNÝCH ELEKTRÁREN PRO DODÁVKU REGULAČNÍ ENERGIE	30
3.1 ROLE PŘI DODÁVCE ELEKTŘINY	30
3.1.1 Dvoustranné obchody.....	31
3.1.2 Řízení rovnováhy.....	32
3.2 VELKOOBCHODNÍ A MALOOBCHODNÍ TRH A ODPOVĚDNOST ZA ODCHYLKU	33
3.2.1 Velkoobchodní a maloobchodní trh.....	33
3.2.2 Odpovědnost za odchylku	34
3.3 DLOUHODOBÉ, KRÁTKODOBÉ TRHY A TRHY S REGULAČNÍ ENERGIÍ	34
3.3.1 Dlouhodobé trhy	34
3.3.2 Krátkodobé trhy	34
3.3.3 Krátkodobé trhy se silovou energií.....	35
3.3.4 Krátkodobé trhy s regulační energií.....	36
3.3.5 Regulační energie.....	38
4 PROVEDENÍ EKONOMICKÉ ANALÝZY VYUŽITÍ TEPELNÝCH ELEKTRÁREN ZAPOJENÝCH DO PODPŮRNÝCH SLUŽEB ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY	41
4.1 ROČNÍ POROVNÁNÍ CEN SILOVÉ A REGULAČNÍ ENERGIE	41
4.1.1 Regulační energie za rok 2012.....	41
4.1.2 Silová energie za rok 2012.....	44
4.1.3 Porovnání silové a regulační energie za rok 2012	45
4.1.4 Roční přehled silové energie.....	47
4.2 DENNÍ POROVNÁNÍ CEN REGULAČNÍ ENERGIE ZE DNE 10.1.2013 A 10.2.2013	47
4.2.1 Regulační energie dne 10.1.2013.....	47
4.2.2 Regulační energie dne 10.2.2013.....	48
4.3 PŘÍKLAD VÝPOČTU CENY 1kWh VYROBENÉ V ELEKTRÁRNĚ.....	49
ZÁVĚR.....	52
POUŽITÁ LITERATURA	54

Seznam symbolů a zkratk

- ACE - Odchylka regulační oblasti (Area Control Error)
- ARN - Automatický regulátor napětí
- ASRU - Automatická sekundární regulace napětí
- Cena prum - Průměrná cena za energii
- ČEPS, a.s. – Česká energetická přenosová soustava
- DDZ - Denní diagram zatížení
- DT – Denní trh
- DZ_t – Dispečerská záloha s najetím t-minut
- ES – Elektrizační soustava
- f - Frekvence
- MC_P - Marginální cena za výkon
- MZt – Minutová záloha s najetím t-minut
- OTE – Operátor trhu
- P – Činný výkon
- P_nak prum - Průměrný nakoupený výkon v daném měsíci
- PpS – Podpůrné služby
- PS – Přenosová soustava
- PVE – Přečerpávací vodní elektrárny
- Q – Jalový výkon
- QS – Rychlý start (quick start)
- RE – Regulační energie
- RGCE – Kontinentální Evropa
- SR – Sekundární regulace
- SUM P_akc - celkový akceptovaný výkon
- SyS – Systémové služby
- TR – Terciární regulace
- TSO – Provozovatel přenosové soustavy (Transmission system operator)
- U - Napětí
- UCTE - integrovaná evropská elektrizační soustava
- vvn – Velmi vysoké napětí
- Výkon prum - průměrný výkon podpůrné služby

Úvod

Překládaná práce je zaměřena na vliv využívání regulační energie z tepelných elektráren na ekonomiku jejich provozu. Text je rozdělen do 4 částí, kde první část se zabývá popisem tepelných oběhů jednotlivých typů tepelných elektráren. Ve druhé a třetí části se zabývá možnostmi využití regulačních rozsahů tepelných elektráren pro dodávku regulační energie. A popisuje služby pro vyrovnání odchylky v elektrizační soustavě. Poslední část zkoumá ekonomickou analýzu využití tepelných elektráren zapojených do podpůrných služeb elektrizační soustavy.

1 Popis tepelných oběhů jednotlivých typů tepelných elektráren

1.1 Tepelná elektrárna

Jedná se o technologický celek, který vyrábí elektrickou energii přeměnou z chemické energie vázané v palivu (či jiného vhodného zdroje energie) prostřednictvím tepelné energie. Podle pracovní látky se tepelné elektrárny dělí na parní a plynové. Parní se dále dělí na uhelné, jaderné elektrárny a na biomasu. Na principu tepelné elektrárny pracují i další typy elektráren, které využívají principu změny tepelné energie na elektrickou (např. geotermální elektrárny). [10]

Tepelná elektrárna je kondenzační parní elektrárna, která získává energii spalováním fosilních paliv (nejčastěji uhlí) nebo biomasy. Vzniklým teplem je ohřívána voda na páru, která pohání parní turbínu turbogenerátoru. Efektivnějším využitím jsou teplárny. A pára z parní turbíny je dále rozváděna k odběratelům pro účely vytápění, ohřevu teplé vody a k technologickým účelům.

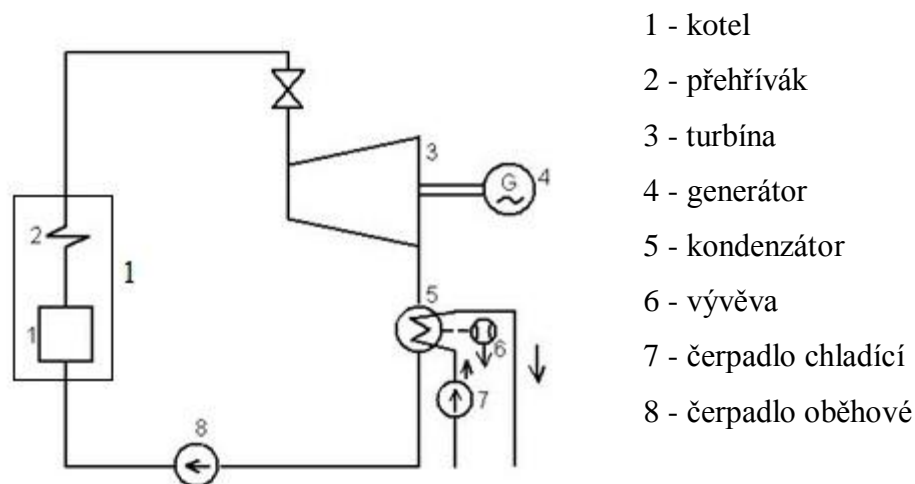
Mezi tepelné elektrárny se zařazují i elektrárny plynové, které jsou vybaveny plynovou turbínou nebo spalovacím motorem. Z ekologického hlediska jsou problematické tepelné elektrárny, které spalují fosilní paliva, neboť produkují velký objem škodlivých emisí například oxidy dusíku (NO_x), oxid siřičitý, prachové částice nebo polycyklické aromatické uhlovodíky. Jsou také významným zdrojem oxidu uhličitého (CO_2), který se podílí na vzniku tzv. skleníkového efektu. Jako palivo se v ČR nejčastěji používá hnědé uhlí, jehož spalováním vzniká množství strusky a popela. Uhelné tepelné elektrárny jsou povinně vybaveny odlučovači popílku a odsiřovacími jednotkami, které snižují množství emisí vypouštěných do ovzduší.

1.2 Princip tepelné elektrárny

Základní princip tepelné elektrárny je založen na přeměně tepelné energie (např. ze spalování uhlí nebo zemního plynu) na mechanickou energii. A mechanická energie pohání turbínu a vyrábí elektrickou energii.

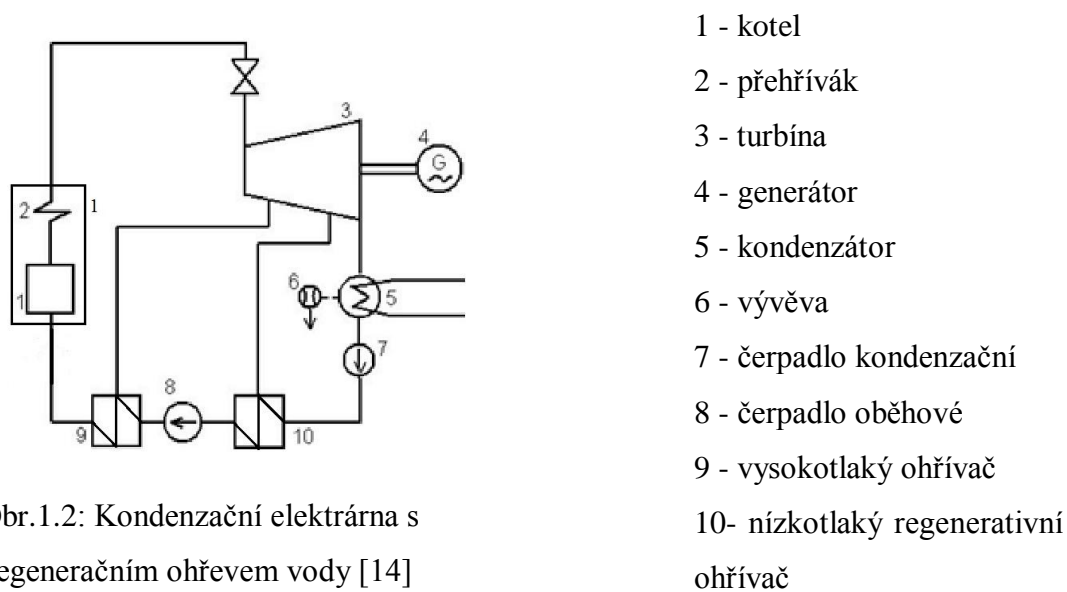
1.2.1 Parní elektrárny

Produktem kondenzačních elektráren je pouze elektrická energie. Účinnost kondenzačních elektráren je pouze 30 až 40%. Teplárny vyrábějí elektrickou energii a teplo (ve formě páry nebo horké vody). Teplárny mají oproti kondenzačním tepelným elektrárnám větší celkovou účinnost (61 až 75%).



Obr.1.1: Kondenzační elektrárna [14]

Pára vyrobená v kotli 1 z napájecí vody se přehřívá na vyšší teplotu v přehříváku 2 a tím se získá přehřátá pára. Ta pohání turbínu 3, která je spojena s rotorem generátoru 4. Pára, která vykonala práci v turbíně, vstupuje do kondenzátoru 5, ve kterém je velmi nízký tlak. Obtéká chladicí trubky, ve kterých teče chladicí voda. Pára zde kondenzuje na vodu. Udrží se nízký tlak v kondenzátoru a čerpadlo 8 dopravuje zkondenzovanou vodu zpět do kotle. V kondenzátoru vzniká velká ztráta tepelné energie. Teplo odevzdané chladicí vodě představuje 45 až 60% celkové tepelné energie paliva. Při chlazení vodou se spotřebuje až 60kg vody na 1kg páry. Při cirkulačním chlazení v chladicích věžích se 3-4% chladicí vody odpaří, a proto se musí cirkulující chladicí voda doplňovat.



Obr.1.2: Kondenzační elektrárna s regeneračním ohřevem vody [14]

Aby se zvětšila účinnost výroby, používá se odběrová pára z turbíny na ohřev napájecí vody před vstupem do kotle. Na obrázku jsou znázorněny dva regenerační ohřevy vody - vysokotlaký ohřivač 9 a nízkotlaký ohřivač 10. Ostatní části jsou stejné jako u předešlé elektrárny.

1.2.2 Plynové elektrárny

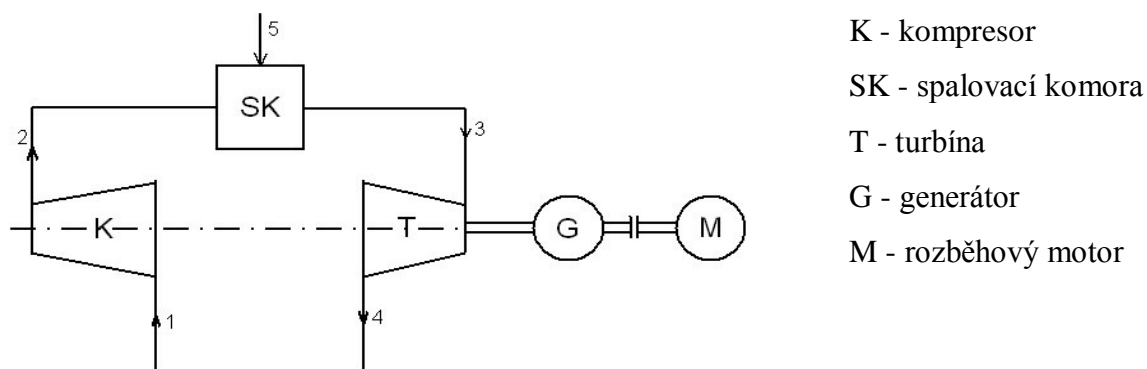
Používají pro pohon elektrických generátorů plynové turbíny.

Výhody:

- schopnost dosáhnout provozuschopného stavu a připojení do ES do dvou minut.
- malé investiční náklady na výstavbu (menší zastavěné prostory, nejsou potřeba chladicí věže, menší požadavky na chlazení, jednodušší doprava paliva)

Nevýhody:

- vyšší provozní náklady (dražší palivo)



Obr. 1.3: Schéma plynové elektrárny [14]

- 1 - přívod vzduchu, 2 - stlačený vzduch, 3 - zplodiny hoření, 4 - expandované plyny,
 5 - přívod paliva

Vzduch stlačený v kompresoru K vchází do spalovací komory SK, kde se spaluje plynné nebo kapalné palivo. Vzniklé zplodiny hoření (plyny) jsou přiváděny do turbíny T, kde dochází k expanzi plynů a vzniká mechanická energie. Turbína pohání generátor G. Celý agregát se musí roztočit motorem M, který se po rozběhu odpojí spojkou. [14]

1.3 Druhy elektráren

1.3.1 Uhelná elektrárna

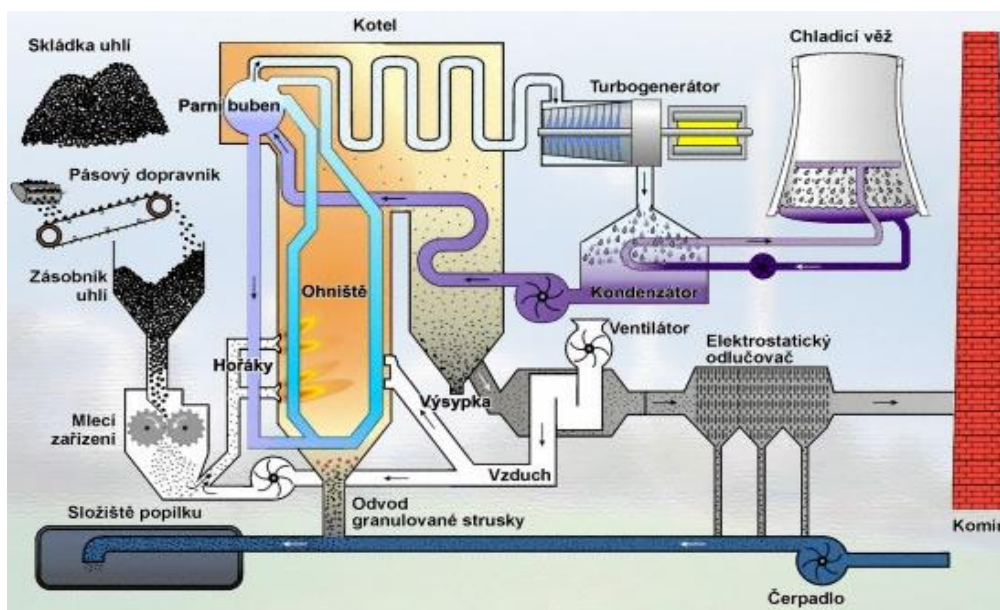
Celý proces začíná tím, že se přepravuje uhlí z vlastní skládky do elektrárny. Uhlí putuje pásovými dopravníky do mlýnů. Nejprve se musí uhlí zbavit železných nečistot, které by mohly poškodit uhelné mlýny. To se provádí magnetickým lapačem. Poté se uhlí drtí v uhelných mlýnech na jemný prášek. Současně se suší a přehřívá horkým vzduchem nasávaným svrchu kotle. Ventilátor s regulací výkonu vhání směs prášku a horkého vzduchu do hořáků a do spalovací komory kotle. Pokud se jako palivo používá zemní plyn, pak se vhání přímo do hořáků bez nutnosti jeho úprav. Plameny o teplotě až 1200°C ošlehávají trubky, kterými proudí voda. Trubky jsou umístěny uvnitř kotle a tím se mění voda v páru o teplotě 530°C - 550°C. Pára se odděluje od vařící vody a v trubkách přehříváku se zahřívá na 560°C. Pod tlakem 18MPa je vedena parovodem do vysokotlakého tělesa turbíny, kde prochází mezi lopatkami rotoru. Lopatkám předá svou pohybovou energii a roztočí ji. Turbína je pevně spojena s generátorem, tím pádem se také roztáčí a přeměňuje mechanickou energii na elektřinu. Elektřina se z generátoru vyvádí přes transformátory do elektrické sítě. Celé soustrojí se otáčí rychlostí 3000 otáček za minutu. Hřídel turbíny je dlouhá až 70 metrů a jsou na ní zamontovány rotory z lopatkových kol, zvláště ve vysokotlaké části a zvláště v nízkotlaké části. Do nízkotlaké části turbíny se dostane pára po opuštění vysokotlaké části a jejím mezipřehřátí, kde předá zbytek své energie a na výstupu z nízkotlaké části turbíny se sráží v kondenzátoru, tj. z plynu se stane opět kapalina. Z kondenzátoru je voda vedena kondenzačním čerpadlem do napájecí nádrže, a pak se natlakuje zpět do kotle, kde celý cyklus začíná znovu. Ke kondenzaci jedné tuny páry je zapotřebí sedmdesátkrát větší množství studené vody. Ta však nebývá k dispozici, proto musí být chladicí systém uzavřený přes chladicí věže. Kde se ohřátá voda rozstříkáním ochlazuje vzduchem a vrací se do kondenzátoru. Část vody se odpaří, a proto musí být neustále doplňována. Spaliny, které vzniknou v kotli, projdou přes rotační ohříváč, který jim odebere část tepla. Poté jsou odsávány přes několikadílné filtry, které zachytí až 98% popílku. [10] [15]

Ze spalin se odstraňují tuhé znečišťující látky (prach, saze, popílek) v odlučovačích. Elektrostatický odlučovač je systémem elektrod, kolem nichž spaliny procházejí. Částice prachu ve spalinách se elektrostaticky nabíjí na nabíjecích elektrodách a přitáhnou se k opačně nabitým sběrným elektrodám. Z nich se mechanicky oklepávají do výsypek. Účinnost elektroodlučovačů je více než 99%. Nejužívanější metodou k odstranění oxidu siřičitého ze spalin je mokrá vápencová vypírka. K tomu slouží odsiřovací zařízení, jehož srdcem je absorbér. Kouřové plyny procházejí několikastupňovou sprchou, která rozstříkuje vápencovou suspenzi-mletý přírodní vápenec smíchaný s vodou. SO₂ chemicky reaguje a na dně absorbéru se hromadí vrstva sádrovce, který se dá dále využít jako druhotná surovina. Tak se odstraní z kouřových plynů až 95 % oxidu siřičitého.

Pára vyrobená v kotli nemusí být využita pouze k výrobě elektřiny, může sloužit i k vytápění přilehlých obcí a měst. [15]

Většina uhelných elektráren je uspořádána do tzv. výrobních bloků. Elektrárenský výrobní blok znamená samostatnou jednotku skládající se z kotle, turbíny a příslušenství, z generátoru, odlučovačů popílku, chladicí věže, blokového transformátoru a v novější době také z odsiřovacího zařízení. Zařízením, které může být společné několika blokům, je zauhlování, vodní hospodářství (přivaděče, čerpadla a chemická úprava vody), komín, pomocná zařízení k odběru popílku a odsiřování.

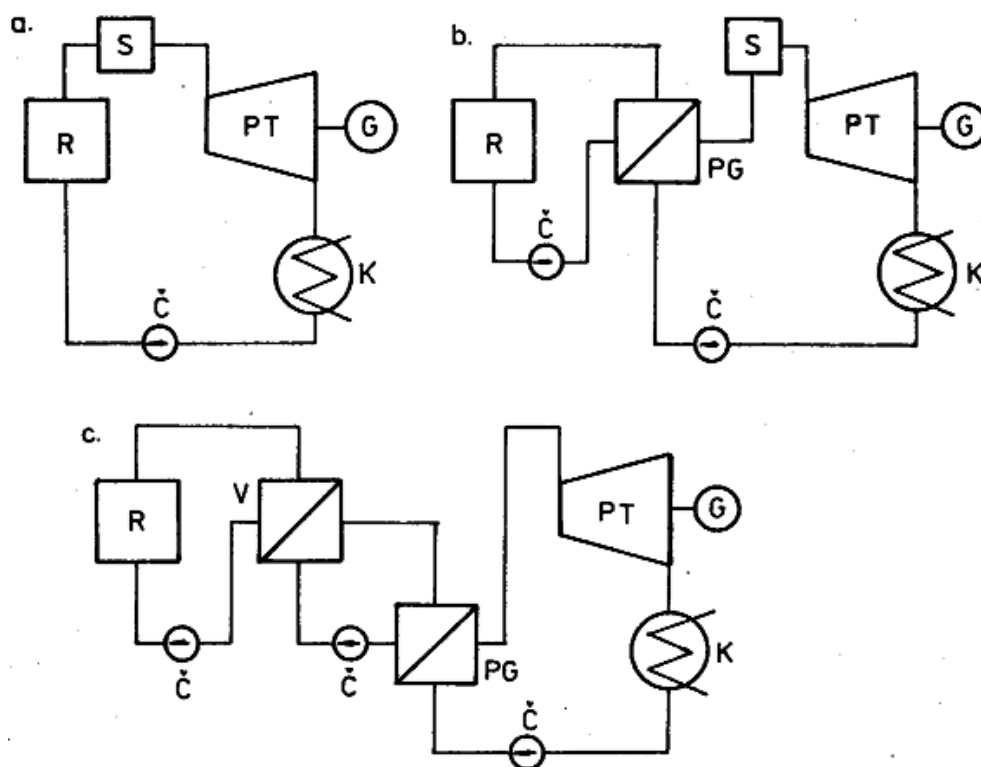
Převážná většina uhelných elektráren má instalovaný výkon jednoho bloku 200 MW (Pruněrov II, Počerady, Tušimice II, Chvaletice a Dětmárovice). Dále do výrobních kapacit řadíme i bloky o instalovaných výkonech 110 MW (Pruněrov I, Ledvice a Tisová). Blok s největším instalovaným výkonem o 500 MW je v elektrárně Mělník resp. Mělník III. Málo užívané bloky jsou o nižším instalovaném výkonu, než je 110 MW. (Nebo: Málo užívané bloky dosahují nižších instalovaných výkonů). [13]



Obr. 1.4: Schéma tepelné elektrárny [17]

1.3.2 Jaderné elektrárny

Jaderná elektrárna je kondenzační parní elektrárna, která používá jako zdroj tepla jaderný reaktor. Jaderný reaktor je zařízení, ve kterém se štěpí jádra těžkých prvků, převážně uranu a plutonia. Druhy jaderných elektráren jsou: jednookruhová, dvouokruhová a tříokruhová. [10]



Obr.1.5: schéma hlavních okruhových jaderných elektráren (a – jednookruhová, b – dvouokruhová, c – tříokruhová) [20]

R - reaktor, V - výměník tepla, S - separátor páry, PT - parní turbína,
C - cirkulační čerpadlo, PG - parný G - generátor, K – kondenzátor
generátor,

[20]

1.3.2.1 Jaderná elektrárna jednookruhová

Je to nejjednodušší schéma jaderné elektrárny. V primárním cyklu společně s reaktorem proudí voda, jejíž teplota je na spodní hranici meze sytosti. Vlivem generovaného tepla uvnitř reaktoru dochází k varu vody, která proudí k turbíně. Zde koná užitečnou práci a po ochlazení v kondenzátorech se vrací zpět do reaktoru. Celý cyklus se stále opakuje. Je to velmi jednoduchý postup, ale má jednu nevýhodu - voda z reaktoru může být radioaktivní, může s sebou nést stopová množství aktivovaných korozních produktů. S touto vodou se dostává do styku velká část strojního vybavení elektrárny, hlavně turbína, kondenzátory a čerpadla. [12]

1.3.2.2 Jaderná elektrárna dvouokruhová

Dvouokruhová elektrárna je nejpoužívanějším typem. V ČR jsou jaderné elektrárny typu VVER. Skládají se ze dvou uzavřených okruhů: primárního (jaderného) a sekundárního (nejaderného). V primárním okruhu koluje voda, která chladí reaktor. Chladicí voda primárního okruhu prochází výměníkem, tzv. parogenerátorem, kde ohřívá vodu sekundárního okruhu. Tepelná energie vznikající v reaktoru se tedy pomocí primární vody předává vodě okruhu sekundárního.

V reaktoru a v celém primárním okruhu je poměrně vysoký tlak, který zabraňuje vodě ve varu a vzniku páry. Ta proto vzniká až v sekundárním okruhu, kde umožňuje přeměnu tepelné energie na energii pohybovou a elektrickou. K tomu slouží turbosoustrojí, tj. turbína poháněna sytou parou a generátor, který využívá pohybovou energii vyvinutou turbínou.

Pára, jejíž tlak i teplota poklesly, je z turbíny odváděna do kondenzátorů, kde se po odvodu tepla sráží (kondenzuje) na vodu, ta je vracena zpět do parogenerátoru, čímž se sekundární okruh uzavírá.

Zbytková energie z kondenzátorů je odváděna terciárním okruhem. V ČR je využíván systém chladících věží, ve kterých se voda z terciárního okruhu ochlazuje. Voda je ve věžích rozstříkována, čímž dojde k separaci jednotlivých kapének. Teplejší kapénky jsou unášeny vzduchem proudícím chladicí věží, chladnější kapénky padají zpět na dno chladicí věže.

Do ovzduší tak uniká pouze čistá vodní pára. Negativní dopad provozu jaderné elektrárny na okolí, např. na kvalitu ovzduší, je tedy prakticky nulový.

Přes 90% všech jaderných elektráren ve světě jsou elektrárny dvoukruhové. U nás se používá jak v jaderné elektrárně Dukovany tak i v jaderné elektrárně Temelín.

1.3.2.3 Jaderná elektrárna tříkruhová

V reaktorech se jako chladivo se používá roztavený sodík. Vzhledem k jeho reaktivitě s vodou by bylo riskantní, aby se v parogenerátoru stýkaly trubky s radioaktivním sodíkem z reaktoru a s vodou. Proto se mezi primární a sekundární okruh zařazuje bezpečnostní mezikruh ve kterém obvykle obíhá neaktivní sodík. [11] [21]

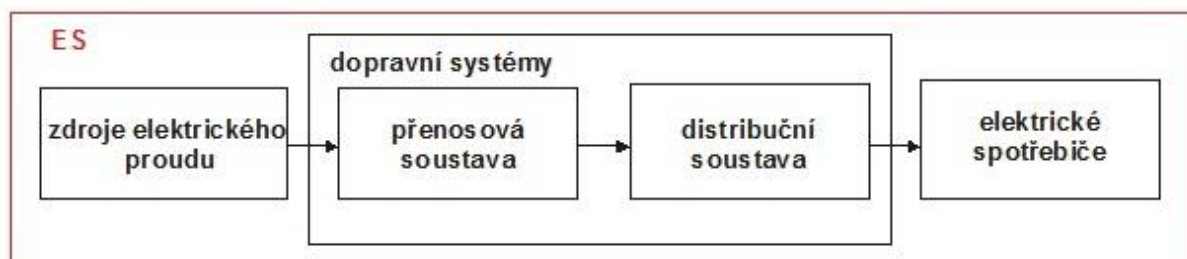
1.3.3 Biomasa

Oproti spalování fosilních paliv má spalování biomasy v podstatě nulovou bilanci CO₂, který patří mezi tzv. skleníkové plyny. Produkce CO₂ ze spalování biomasy je neutrální, protože množství tohoto plynu uvolněné do ovzduší spalováním je přibližně stejné jako to, které je zpětně vázáno do rostlin v zemědělských a lesních porostech nebo na tzv. energetických plantážích. Nízký je rovněž obsah uvolňovaných oxidů síry. Množství vznikajícího NO_x lze kontrolovat např. úpravou teploty spalování.

Biomasa je velmi složité palivo, protože podíl těkavé hořlaviny je velmi vysoký (u dřeva je 70 %, u slámy 80 %) a vzniklé plyny mají různé spalovací teploty. Proto se stává, že ve skutečnosti hoří pouze část paliva. Podmínkou dokonalého spalování je vysoká teplota, účinné směšování se vzduchem a prostor dostatečný k tomu, aby všechny plyny dobře shořely tam, kde mají a tím se nestávalo, že budou hořet až v komíně. [1]

2 Posouzení regulačního rozsahu

2.1 Regulační energie



Obr.2.1.:Blokové schéma regulační energie [19]

Elektrizační soustava je definována jako vzájemně propojený soubor výrobních, přenosových, distribučních a spotřebních zařízení, přičemž všechna zařízení se vzájemně ovlivňují. Úkolem řízení elektrizační soustavy je dodržet bilanci a kvalitu dodávané elektrické energie. Elektřina musí být vyrobena právě v okamžiku, kdy se spotřebovává. To vyvolává potřebu složitého mechanismu dispečerského řízení, které zajišťuje v každém okamžiku rovnováhu mezi výrobou a spotřebou. Z této skutečnosti vyplývá řada komplikací.

Jednou z nich je to, že při nerovnováze by nastalo prudké zhoršení její kvality (frekvence) a posléze kolaps soustavy. Kvalitou elektrické energie rozumíme hlavně kmitočet, napětí a jejich tolerance.

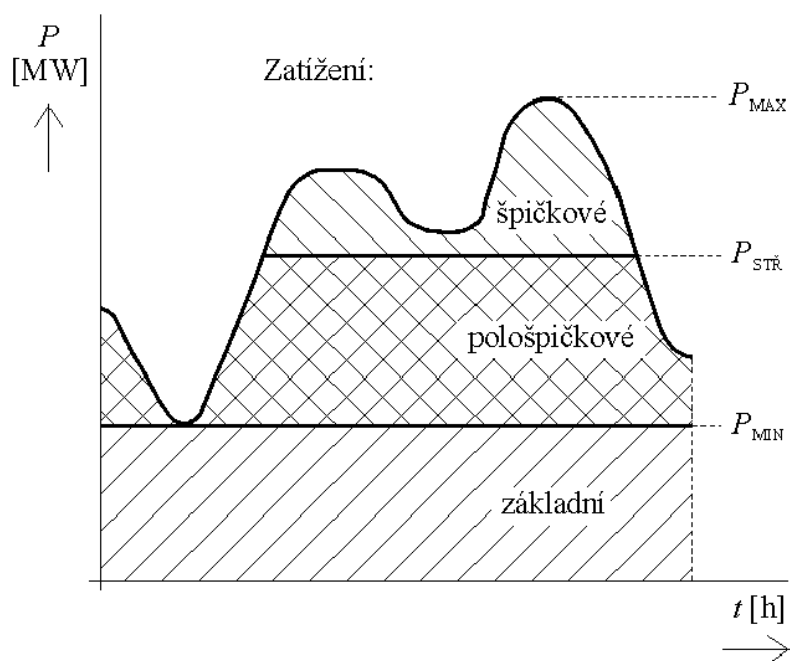
Druhou komplikaci představuje skutečnost, že jakékoliv poruchy se šíří extrémně rychle, takže výpadek elektrárny (či spotřeby) v jednom místě znamená okamžitý nedostatek (či přebytek) elektřiny a zhoršování parametrů pro všechny, a všude v celé síti. Všichni tedy čerpají v zásadě stejnou dodávku a stejnou kvalitu elektřiny.

Regulace kmitočtu na straně odběru elektrické energie není výhodná. Jednak z technických důvodů a jednak proto, že jednou z největších hodnot elektřiny je její okamžitá dostupnost a variabilita dodávky dle potřeb spotřebitele. Také na straně odběratele je nutné udržet kmitočet a napětí v určitých předem stanovených tolerancích. Lze provést tzv. odlehčování jen v případě výpadku velkých zdrojů, případně systémových havárií.

Proto se řízení odehrává převážně na straně výroby a vyžaduje, aby část elektráren měla k dispozici rezervní výkony a na základě povelů z dispečinku zvyšovala či snižovala dodávku elektrické energie k zajištění rovnováhy. Tato řízení se děje v řádu sekund. Čím větší soustava a více spotřebitelů a výrobních zdrojů, tím větší stabilita a relativně menší nároky na řízení rovnováhy a udržování regulačních rezerv – kolísání odběrů a dodávek se částečně vzájemně vyrovnává. Elektřinu zatím nelze ve větším měřítku skladovat.

Další z komplikovaných vlastností elektřiny je, že sítěmi protéká elektricky nejkratší cestou (s ohledem na nejmenší elektrický odpor), která nemusí být i vzdálenostně nejkratší a protéká mezi místem výroby a spotřeby současně všemi dostupnými cestami. Prakticky to znamená, že všichni výrobci a spotřebitelé jsou na sobě v každém okamžiku závislí a výpadek jedné části sítě může způsobit přetížení a výpadek sítě na jiném místě, a to i stovky km vzdáleném a prakticky okamžitě.

Je nutné, aby odběr elektrické energie byl plánován. Vyráběná elektrická energie musí sledovat průběh denního diagramu zatížení (DDZ) elektrizační soustavy. DDZ je nutné znát pro tzv. reálný čas, tj. časové intervaly desítek minut až na dobu 24 hodin. DDZ, pomocí kterého je odběr elektrické energie plánován, zahrnuje zpravidla přípravu hodinových intervalů s přesností 1,5 – 3% maximálního výkonu soustavy. DDZ má tři charakteristické části (základní, pološpičkové a špičkové zatížení). Dolní část diagramu je pokrývána základními tepelnými elektrárnami největších jednotkových výkonů, které se v průběhu 24 hodin zpravidla neodstavují. Pouze v době nočního minima bývá zatížení u některých elektráren na hodnotě tzv. technického minima. Horní část DDZ je pokrývána především vodními elektrárnami při předem provedené přípravě provozu na další den. Střední část DDZ je pokryta tepelnými elektrárnami. [2] [3]



Obr.2.2: Průběh DDZ [18]

2.2 Systémové (SyS) a podpůrné (PpS) služby

2.2.1 Systémové služby

Systémové služby jsou činnosti společnosti ČEPS, a.s. (ČEPS), kterými zajišťuje kvalitu, bezpečnou a spolehlivou dodávku elektřiny na úrovni přenosové soustavy (PS) a plnění mezinárodních závazků a podmínek propojení elektrizační soustavy (ES) ČR. Kvalitou se rozumí zejména parametry frekvence a napětí, definované Kodexem PS. Spolehlivostí dodávky se rozumí nepřerušenosť dodávky v odběrných místech z PS definovaná průměrným počtem a trváním dílčích výpadků dodávky v jednotlivých předacích místech.

Systémové služby jsou:

1) Udržování kvality elektřiny

Služba využívá tyto technicko-organizační prostředky:

- Udržování souhrnné výkonové zálohy pro primární regulaci frekvence
- Sekundární regulaci f a P
- Sekundární regulaci napětí
- Terciární regulaci napětí
- Zajištění kvality sinusové křivky napětí
- Zajištění stability přenosu

2) Udržování výkonové rovnováhy v reálném čase

Služba využívá tyto technicko-organizační prostředky:

- Sekundární regulaci f a P
- Terciární regulaci výkonu
- Využití dispečerské zálohy

3) Obnovení provozu

Jako hlavní prostředek se využívá:

- plán obnovy
- schopnost ostrovního provozu
- start ze tmy

4) Dispečerské řízení

Kromě již výše uvedených prostředků zahrnuje tato služba ještě:

- zajišťování bezpečnosti provozu prostřednictvím plánu obrany a provozních instrukcí
- řízení propustnosti sítě (toků činných výkonů) pomocí zapojení sítě, redispečinku a protiobchodu [16] [5]

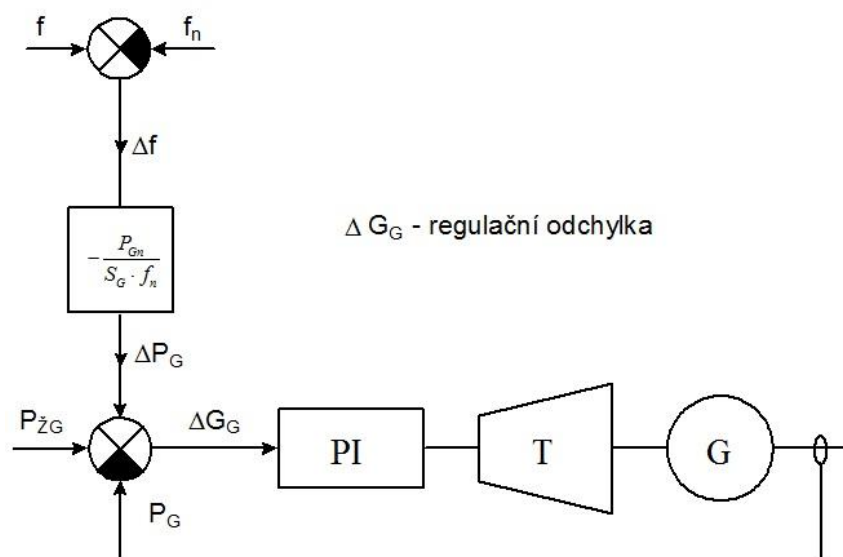
2.2.1.1 Primární regulace frekvence

V propojené ES je primární regulace frekvence založena na tzv. principu solidarity, jejímž cílem je rychle stabilizovat systém po incidentu. To znamená, že při narušení výkonové rovnováhy mezi zatížením a výkonem zdrojů (např. výpadkem většího zdroje nebo výpadkem větší spotřeby) se na obnovení výkonové rovnováhy podílejí všechny zdroje propojené soustavy, které jsou do primární regulace frekvence zapojeny v jednotlivých regulačních oblastech.

Při nefungující, nebo špatně fungující primární regulaci může dojít k výrazným odchylkám frekvence v elektrizační soustavě, jež by mohly ohrozit bezpečnost provozu výroben a provozuschopnost ES jako celku. Je tak zvýšena výroba (v případě poklesu frekvence při výpadku výroby), či snížena výroba (v případě výpadku spotřeby), a tím je zastaven další pokles či růst frekvence a společnými opatřeními stabilizována frekvence (ovšem nikoliv na jmenovité hodnotě). Zastavení poklesu nebo vzrůstu odchylky frekvence probíhá v časovém intervalu několika sekund. Všichni provozovatelé přenosové soustavy se podílejí na tomto společném zásahu, který probíhá automaticky působením lokálních řídicích systémů na generátorech reagujících na frekvenci.

Poskytovatel PpS primární regulace f bloku musí zajistit uvolnění požadované regulační zálohy do 30 sekund od okamžiku vzniku odchylky frekvence. Velikost výkonové zálohy pro primární regulaci frekvence každé z regulačních oblastí se stanoví na základě toho, jak velký výpadek výkonu má být pokryt činností primární regulace frekvence. Celková výše rezervy pro primární regulaci v propojené soustavě UCTE (integrovaná evropská elektrizační soustava) je cca 3000 MW. Rezerva postačuje k pokrytí výpadku dvou největších bloků v celé soustavě. Tato rezerva je plně aktivována při odchylce 200 mHz. Rezerva je rovnoměrně rozdělena po jednotlivých regulačních oblastech, aby nemohlo dojít k přetížení linek. Primární regulace na generátoru v ČR se podílí cca 90 MW, zbylé MW zajišťují ostatní

generátory v celém evropském systému. Na primární regulaci frekvence se podílejí bloky poskytující podpůrnou službu. [3] [16] [6]



Obr.2.3.: Primární regulace frekvence [19]

2.2.1.2 Sekundární regulace f a P

Sekundární regulace je navazujícím krokem primární regulace frekvence, která začíná v desítkách sekund až jednotek minut. Činnost sekundární regulace f a P by měla obnovit zadané hodnoty frekvence a předávaných výkonů do 10-ti minut od okamžiku vzniku výkonové nerovnováhy. Minimální rychlost změny výkonu bloku je 2 MW/min. Minimální certifikovaná velikost na jednom bloku je 20 MW a minimální poskytovaná velikost na jednom bloku je 10 MW. Pro maximální poskytovanou velikost na jednom bloku platí, že žádná z hodnot nepřekročí 70 MW.

Sekundární regulace f a P je zajišťována automaticky sekundárním regulátorem frekvence (soubor přístrojů a příslušných programů) a pomocí předávaných výkonů. Sekundární regulátor frekvence je umístěn v hlavním dispečerském řídicím centru a jeho signál je rozveden na jednotlivé bloky, které jsou zapojeny v sekundární regulaci. Při výpadku výroby nebo spotřeby je aktivována řídicím systémem sekundární regulace tak, aby postupně nahradila výkon, který byl poskytnut na principu solidarity v propojené soustavě. Řídicí systém reaguje na odchylku skutečných hodnot přeshraničních výměn od sjednaných hodnot a v případě neplánovaného importu zajišťuje na zdrojích sekundární regulace dodávku chybějícího množství výkonu (a naopak). Tak, jak zdroje energie postupně nabíhají, vrací se frekvence na stabilizovanou hodnotu, a tím jsou postupně deaktivovány naběhlé rezervy primární regulace. Poté je systém jako celek připraven zvládnout další výpadek.

Na sekundární regulátor jsou připojeny terminály elektráren s bloky poskytujícími sekundární regulace P bloku (PpS) a terminály v hraničních rozvodnách měřící předávaný výkon. Samotný regulátor pracuje podle metody síťových charakteristik, která zajišťuje tzv. princip neintervence, což znamená, že způsobenou výkonovou nerovnováhu, projevující se změnou frekvence a odchylkou předávaných výkonů, vyrovnává pouze postižená regulační oblast, kde výkonová nerovnováha vznikla. Na činnost sekundární regulace f a P navazuje terciární regulace výkonu. [3] [16] [5] [6]

2.2.1.3 Terciární regulace P

Po aktivaci sekundární regulace je systém zpět v normálu. Ale ne tak příslušný stát, který na obnovení již nemá sekundární rezervu.

Terciární regulace výkonu slouží pro nahrazení vyčerpané sekundární regulační zálohy, tedy výkonu, který byl použit v rámci činnosti sekundární regulace f a P. To znamená navrátit točivé stroje doprostřed regulačního pásma a odstavit rychle startující zálohy, aby byly připraveny na další incident. Přesný čas, kdy má proběhnout terciární regulace není stanoven, protože závisí na místních a časových podmínkách a souvislostech. Většinou se však počítá s obnovením rezervy sekundární regulace zhruba do 1 hodiny po incidentu.

Pro zajištění terciární regulace slouží celá škála podpůrných služeb a opatření na straně výroby a spotřeby nebo jejich kombinací. Jedná se o různé typy točivých a netočivých rezerv. U sekundární regulace má velikost rezervy přesná pravidla, ale u terciární regulace je velikost rezervy ponechána na zvážení jednotlivých TSO (Provozovatel přenosové soustavy).[3][16][6]

2.2.1.4 Sekundární regulace napětí (ASRU)

Automatická sekundární regulace napětí (ASRU) má za úkol udržování zadaných napětí, která jsou stanovena terciární regulací napětí v pilotních uzlech. Systém ASRU je realizován pomocí automatického regulátoru napětí (ARN). Regulátor reaguje na odchylku skutečného napětí od napětí zadaného v pilotním uzlu a určí potřebný jalový výkon pro její odregulování. Požadovaná hodnota výkonu je rozesílána na elektrárny, jejichž bloky poskytují sekundární regulace U/Q (PpS).

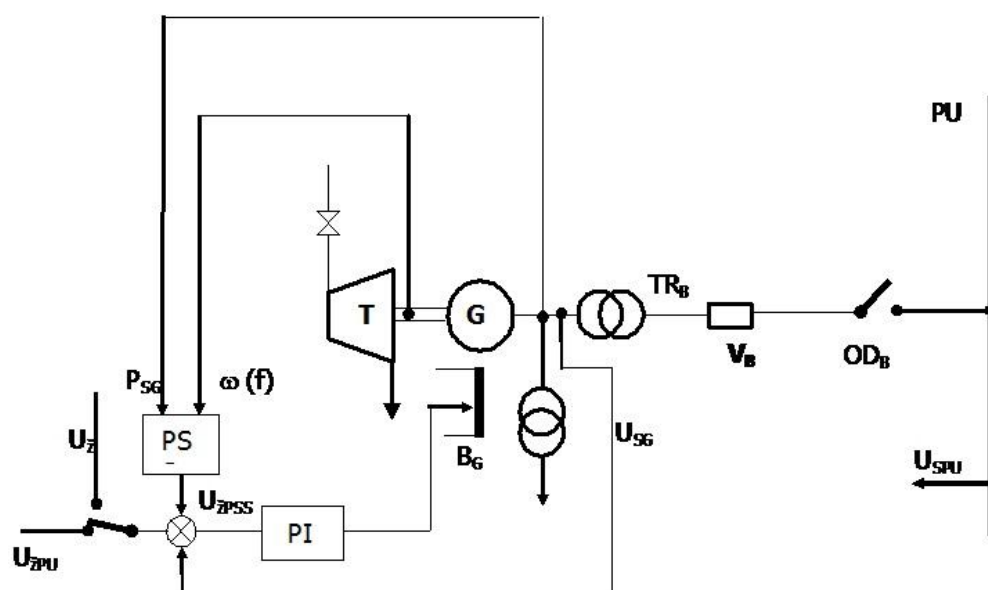
Má-li elektrárna více než jeden blok, musí být vybavena skupinovým regulátorem jalového výkonu. Ten rozdělí požadovaný výkon z ARN na jednotlivé bloky podle zvoleného klíče. Principiálně jsou možná následující uspořádání:

1. ARN je umístěn na elektrárně (je součástí řídicího systému elektrárny). Jeho součástí je potom tzv. skupinový regulátor buzení, který řídí jalové výkony jednotlivých bloků (pulzní nebo analogovou regulací jalového výkonu).

2. ARN není na elektrárně (je umístěn např. na blízké rozvodně zvn a vvn), ale jeho součástí je skupinový regulátor buzení elektrárny, který přímo řídí jalové výkony jednotlivých bloků (pulzní nebo analogovou regulací).

3. ARN není umístěn na elektrárně (je umístěn např. na blízké rozvodně zvn a vvn), ale zasílá na elektrárnu sumární žádanou hodnotu jalového výkonu.

Poskytovatel a provozovatel PS se musí dohodnout na konkrétním uspořádání. Do systému ASRU jsou zařazeny i kompenzační tlumivky, které jsou využívány při vyčerpání příslušných regulačních rezerv alternátorů. Regulace kompenzačních tlumivek by měla nastat dříve, než se zcela vyčerpají technické možnosti alternátorů. Na těch by se měla udržovat stálá rezerva Q pro havarijní situace. Systém regulace zahrnuje i hladinové regulátory transformátorů. ASRU musí umožňovat komunikaci s terciární regulací napětí. [16]



Obr.2.4.: Sekundární regulace napětí [19]

2.2.1.5 Terciární regulace napětí

Terciární regulace napětí koordinuje zadaná napětí v pilotních uzlech pro bezpečný a ekonomický provoz ES jako celku. [16]

2.2.1.6 Zajištění kvality sinusové křivky napětí

Se vzrůstajícím rozvojem polovodičových technologií roste počet zařízení napájených z vyšších napěťových hladin, které mohou způsobovat zkreslení průběhu napětí (pulsy, obsah

tzv. vyšších harmonických apod.), které zpětně negativně ovlivňuje jiné uživatele. Proto by se měl monitorovat a měřit průběh sinusové křivky napětí a identifikovat zdroje poruch a navrhnout opatření. Na danou kontrolu má právo ČEPS. [16]

2.2.1.7 Zajištění stability přenosu

Jedná se o kontrolní a koordinační činnost spočívající v zajištění stability přenosu činných výkonů a tlumení výkonových kyvů v soustavě. Přenosy výkonů v propojených přenosových soustavách vyžadují kontrolu statické a dynamické stability. Tato kontrola se provádí sledováním a vyhodnocováním měřených dějů v reálném čase a s kontrolními výpočty stability. Na základě analýzy se navrhuje opatření v podobě nastavení hlídačů meze podbuzení, zesílení regulátorů buzení a nastavení konstant systémových stabilizátorů v regulátorech buzení jednotlivých generátorů. [16]

2.2.1.8 Obnovování provozu po úplném nebo částečném rozpadu soustavy (ztrátě napájení)

V případě, že dojde k velké systémové poruše, která není zvládnuta běžnými prostředky, může nastat black-out, nebo-li dojít k úplnému nebo částečnému rozpadu soustavy. Když nastane takováto porucha, musí ČEPS zajistit neprodleně obnovení provozu do normálního stavu. K tomu slouží vytvořený Plán obnovy, který je rozpracován do provozních instrukcí dispečinků provozovatelů DS a pravidelně je zkušebně i reálně testován. Příkladem může být start bloků bez dodávky vnějšího napětí a výkonu – start ze tmy a schopnost ostrovního provozu elektrárenských bloků.

Schopnost startu ze tmy je garantovanou schopností bloku najet bez pomoci vnějšího napětí na jmenovité otáčky a dosáhnout jmenovitého napětí. Další schopností je zajistit připojení k síti a schopnost provozu v ostrovním režimu do doby synchronizace ostrova se soustavou.

Schopnost ostrovního provozu je schopností daného bloku pracovat do oddělené části přenosové soustavy při jejím rozpadu a udržet provoz daného ostrova. Podmínkou je schopnost provozu bloku ve velkém rozsahu změny frekvence a s vysokou rychlostí změny. [3][16]

2.2.2 Podpůrné služby (PpS)

Podpůrné služby (PpS) jsou prostředky pro zajištění systémových služeb (SyS). Jsou to činnosti fyzických nebo právnických osob pro zajištění provozování elektrizační soustavy

a pro zajištění kvality a spolehlivosti dodávky elektřiny. Pomocí těchto služeb je možno korigovat rozdíly mezi odběrem a výrobou. To lze korigovat změnami spotřeby či výkonů výroby.

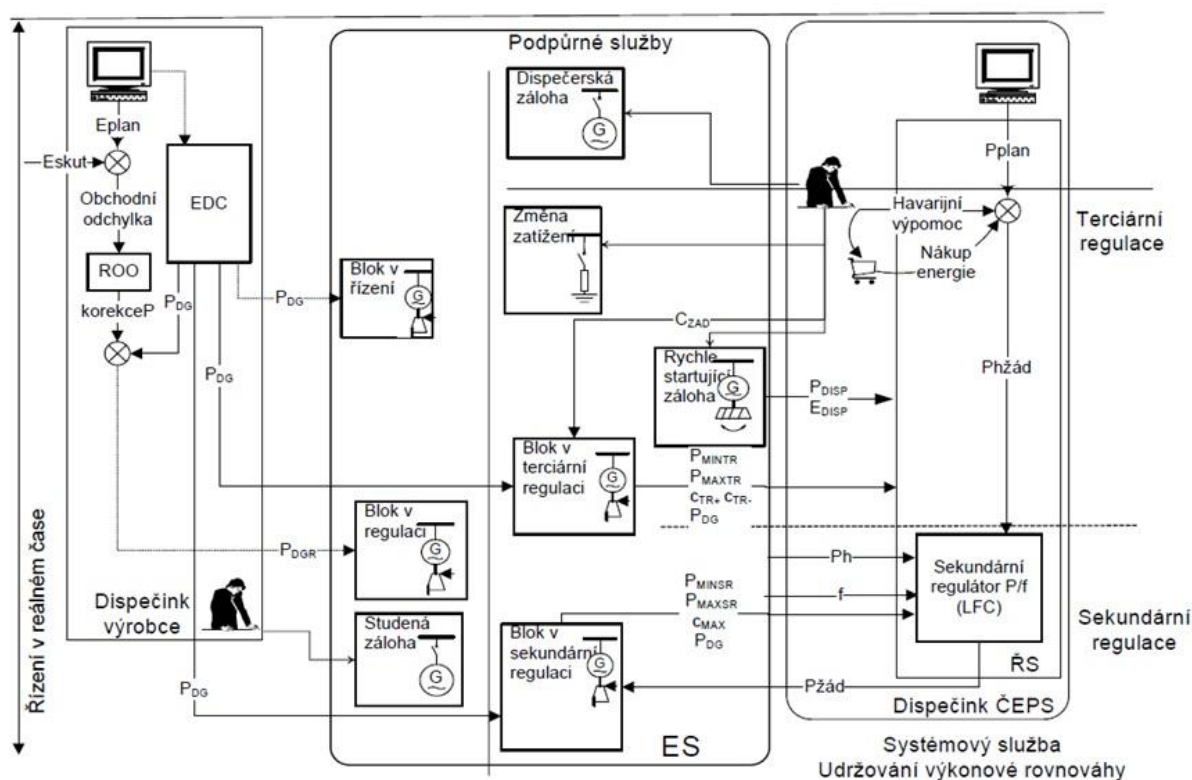
Subjekty připojené do elektrizační soustavy (ES) mají právo, nikoliv však povinnost, při splnění technických a obchodních podmínek stanovených provozovatelem přenosové soustavy (PPS) nabízet PpS. Ceny se vytváří na základě tržního principu. Výběr poskytovatelů PpS probíhá na základě otevřeného a nediskriminačního přístupu vůči všem uživatelům přenosové soustavy (PS).

Podrobná specifikace (PpS) je uvedena v Kodexu PS. [5]

2.2.2.1 Využití dispečerské zálohy

Podpůrnou službu dispečerské zálohy poskytuje poskytovatel na výrobních blocích vyvedených do ES ČR řízených pokyny dispečera ČEPS. Dispečerská záloha slouží pro pokrývání nedostatku výkonu vzniklého výpadkem bloků nebo větším odebíraným výkonem oproti sjednanému odběrovému diagramu, který provozovatelé bloků nebo uživatelé nejsou schopni nebo ochotni nahradit vlastními prostředky (např. nákupem elektřiny na vyrovnávacím trhu).

Poskytovatel je povinen odstavit blok do zálohy do 30-ti minut od povelu dispečinku. Minimální výkon bloku poskytující tuto službu musí být 15 MW. Podmínkou poskytování služby dispečerské zálohy u bloků se jmenovitým výkonem méně než 30 MW je dálkové ovládání z dispečinku ČEPS. Doby najetí jsou v rozmezí 30-ti minut až hodiny. Podpůrnou službu poskytují paroplynové zdroje či plynové turbíny. Dispečerská záloha slouží pouze k pokrytí velkých výpadků v rámci terciární regulace. Dispečerskou zálohu se snažíme využívat velice málo a co nejrychleji nahradit regulační energií obstarávanou na vyrovnávacím trhu. [3] [16]



Obr.2.5.: Systémová služba udržování výkonové zálohy [19]

2.2.2.2 Rychle startující výkonová záloha (QS)

Rychlý start poskytuje poskytovatel na blocích vyvedených do ES v ČR. Aktivace QS se provádí povelům z řídicího systému ČEPS nebo výjimečně pokyny dispečera ČEPS. Jedná se o bloky, které jsou do 10-ti minut od příkazu dispečera ČEPS schopny garantovat přiřazování a najetí na jmenovitý nebo předem sjednaný výkon nebo garantovat odpojení čerpání. Minimální hodnota regulační zálohy na bloku pro QS je 30 MW.

QS₁₀ je služba poskytovaná vodními elektrárnami (zejména přečerpávacími), které jsou schopny najetí během několika minut. Ale mají omezenou dobu provozu dané hydrologickými limity (např. kapacita nádrží, hydrologické limity povodí atd.). Obdobnou službou je QS₁₅, která je určena pro plynové turbíny. Umožňuje najetí do 15-ti minut, ale zato neobsahuje omezení doby dodávky.

QS se využívá velmi málo, protože služba spolu se sekundární regulací slouží pouze k pokrývání velkých výpadků. Spolu s terciární regulací má současně zajistit postupnou obnovu sekundární regulační rezervy. [3]

2.3 Změny do budoucna

2.3.1 Změny od roku 2013

Došlo k velkým změnám v poskytování PpS od 1.1.2013. Stávající stav roku 2012 byl uveden výše. Rok 2013-2014 je přechodné období a finální stav bude v roce 2015, kde budou takové to změny:

- 1) Zkratka UCTE byla nahrazena zkratkou RGCE (Regional Group Continental Europe).
- 2) Dále byly odstraněny definice zkratk souvisejících s podpůrnými službami a doplnění definic zkratk souvisejících s novými podpůrnými službami.
- 3) Rychle startující 15-ti minutová záloha (QS₁₅). Bloky poskytující QS15 nemohou zároveň (ve stejné obchodním intervalu) poskytovat následující podpůrné služby SR, MZt.

Jedná se o blok, který je do 15 minut od příkazu Dispečinku ČEPS schopen poskytnout předem sjednaný výkon. Minimální velikost QS15 musí být 10 MW. Způsob aktivace určuje ČEPS. Maximální velikost poskytované QS15 na jednom bloku nesmí překročit 100 MW.

- 4) Terciární regulace P bloku (TR) došlo k odstranění, neboť tato služba přestává existovat, v důsledku zavádění nových PpS k 1.1.2013. Je nahrazena službou MZ₁₅.
- 5) Rychle startující 10-ti minutová záloha (QS₁₀) došlo k odstranění, neboť tato služba přestává existovat, v důsledku nahrazení službou MZ₅ od 1.1.2013.
- 6) Dispečerská záloha dostupná v čase t minut (DZ_t) došlo k odstranění, neboť tato služba přestává existovat, v důsledku zavádění nových PpS k 1.1.2013. Je nahrazena službou MZ₃₀. [5]

2.3.1.1 Minutová záloha (MZt) (t=5, 15, 30 minut)

Jedná se o zařízení, obvykle elektrárenské bloky, která jsou do t minut od příkazu Dispečinku ČEPS schopna poskytnout sjednanou regulační zálohu MZt±. Minutovou zálohou se rozumí požadovaná změna výkonu, kladná nebo záporná, na svorkách poskytujícího zařízení. Regulační minutová záloha kladná MZt+ může být realizována například: zvýšením výkonu bloku, odpojením čerpání (u PVE), nenajetím programovaného čerpání, odpojením odpovídajícího zatížení od ES ČR. Regulační minutová záloha záporná MZt- může být realizována například: snížením výkonu bloku, připojením odpovídajícího zatížení k ES ČR.

Minimální velikost minutové regulační zálohy MZt pro $t=15$ a $t=30$ jednoho bloku, případně zařízení je 10 MW. Maximální výkon zařízení je 70 MW (pokud není s provozovatelem PS dohodnuto jinak). Doba aktivace služby není omezena. Minimální velikost minutové regulační zálohy MZt pro $t=5$ u jednoho bloku, případně zařízení je 30 MW (pokud není s provozovatelem PS dohodnuto jinak). Maximální výkon zařízení, určuje ČEPS, a.s. Minimální doba, po kterou musí být garantováno poskytování 5-ti minutové regulační zálohy MZ₅, jsou 4 hodiny a to i v případě aktivace této služby na konci intervalu její rezervace. [5]

3 Vyhodnocení možností využití regulačních rozsahů tepelných elektráren pro dodávku regulační energie

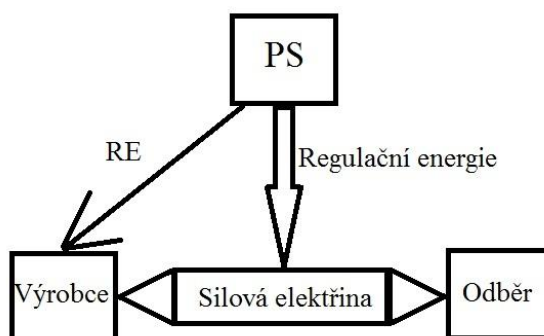
3.1 Role při dodávce elektřiny

Z hlediska fyzické dodávky je elektřina od výrobce přepravována přes přenosovou síť a dále přes distribuční síť do zařízení spotřebitele. Z hlediska obchodních vztahů jsou základními představiteli výrobce a spotřebitel (zákazník). Přímý vztah mezi výrobcem a spotřebitelem má smysl pouze pro dlouhodobé dodávky mezi větším výrobcem a velkým spotřebitelem, ale není příliš obvyklý. Častěji mezi ně vstupuje obchodník s elektřinou, který má za úkol koncentrovat poptávku od množství konečných spotřebitelů a nabídku od množství výrobců. Na tržním místě (burza) se střetává poptávka a nabídka, a probíhají zde organizované obchody. Významnou úlohu hraje operátor trhu, který zajišťuje registraci účastníků trhu a zúčtování odchylek skutečné a sjednané dodávky elektrické energie.

Na trhu s elektřinou si zákazník sjednává dodávku elektřiny s dodavatelem (výrobcem nebo obchodníkem). Dopravu elektřiny jim povinně zajišťuje provozovatel distribuční sítě, ke které je zákazník připojen, a to za tarify stanovené regulátorem (Energetický regulační úřad). Výroba, obchod a dodávka elektřiny jsou plně tržními činnostmi. Cena těchto činností je proměnná a tvoří se na trhu. Jedná se tedy o neregulovanou část trhu. U provozovatelů sítí, kteří jsou vždy monopolními poskytovateli služeb, jsou ceny i podmínky dodávky služeb státem regulovány. Je to regulovaná část trhu (přenosové služby, distribuční služby a systémové služby zajišťující spolehlivost a rovnováhu výroby a spotřeby).

Výrobce a odběratel se domlouvají na základě smluv o dodávce a odběru elektrické energie tedy silové elektřiny. Jedná se o dvoustranné dohody. Pokud, jeden z nich nedodrží množství dodávky/odběru nebo čas dodávky/odběru elektrické energie, tak tím vznikne tzv. odchylka, což je rozdíl mezi plánovanou a skutečnou hodnotou. Tuto odchylku vyrovnává

provozovatel přenosové soustavy, čímž je ČEPS, tím že se snaží jí vyrovnávat regulační energií. Regulační energii získává buď ze zdrojů, nebo na vnitrodenním trhu a poté na vyrovnávacím trhu případně ze zahraničí.



Obr.3.1.: Silová a regulační energie. (PS-Přenosová soustava)

Na základě požadavku Energetického regulačního úřadu se platba za elektřinu rozdělila do několika částí. Jednou z nich je platba za silovou elektřinu, která tvoří neregulovanou složku ceny. Druhou část představuje regulovaná složka ceny. Do regulované složky zahrnujeme především cenu za distribuci elektřiny tedy za její přenos. Také měsíční plat za příkon, cenu systémových služeb, cenu na podporu výkupu elektřiny z obnovitelných zdrojů a cenu za činnost zúčtování Operátora trhu s elektřinou. Silová elektřina tvoří cca 30-40% ceny za elektřinu. Cena, kterou zaplatíme za silovou elektřinu, se pak dále dělí ještě na dvě další části. První část je pevná cena za měsíc, jež je dána podle konkrétní produktové řady domácnosti. Druhou část tvoří cena za každou odebranou megawatthodinu (MWh). U některých tarifů se cena za MWh skládá ze dvou různých částek – za elektřinu odebranou v nízkém a vysokém tarifu (tzv. dvoutarifní produkty). [3] [9]

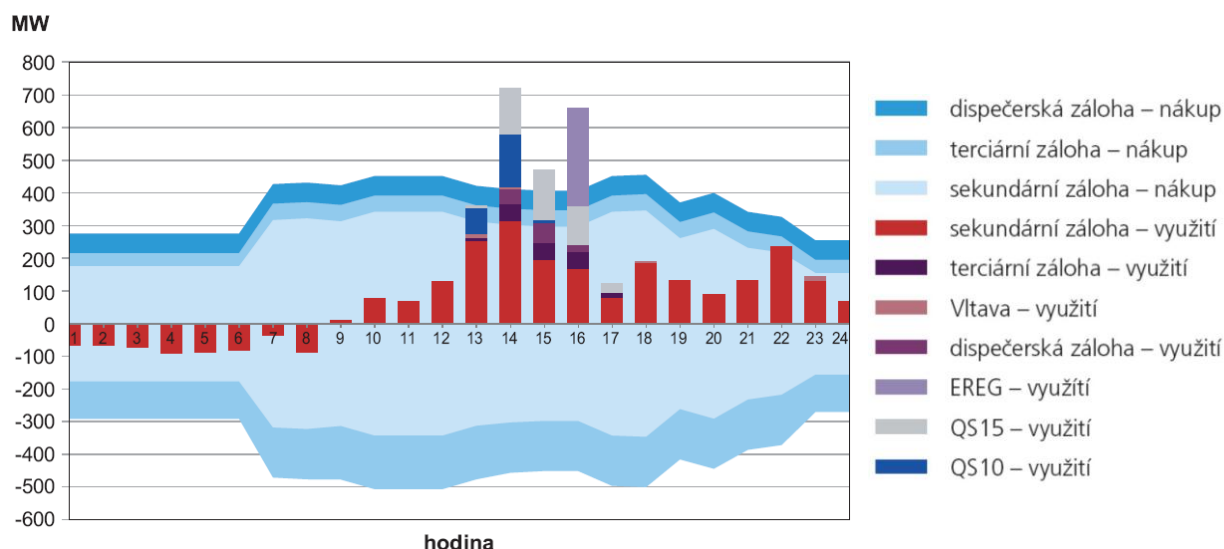
3.1.1 Dvoustranné obchody

Dvoustranné obchody uzavírají mezi sebou smlouvy se silovou elektřinou. Registrování údajů probíhá v souladu s Pravidly trhu a Obchodními podmínkami OTE. Účastníci trhu s elektřinou předkládají operátorovi trhu k registraci údaje o dvoustranných obchodech na dodávku elektřiny nejpozději do 13:30 hodin jeden den před začátkem obchodního dne, kdy má být dodávka elektřiny uskutečněna. Tento čas je i uzavírkou dvoustranného obchodování. Po zaregistrování je každému subjektu zúčtování stanoveno sjednané množství elektřiny pro závazek dodat a odebrat elektřinu do/z elektrizační soustavy v MWh v každé obchodní hodině. [3]

3.1.2 Řízení rovnováhy

Řídicí systém dispečinku zpracovává data z rozveden do okamžité hodnoty salda, kde ji porovnává s plánovanou hodnotou salda. Pro každou sekundu tak identifikuje odchylku regulační oblasti ACE (Area Control Error). Výslednou odchylku pak proporcionálně rozpočítá na bloky zapojené v sekundární regulaci. Pro každý blok pak stanoví žádanou hodnotu, která je souhrnem okamžité hodnoty výkonu bloku. Řídicí systém vyšle hodnotu výkonu na elektrárenský blok zapojený v sekundární regulaci a terminál elektrárny dává povel ke změně výkonu bloku. Tím, jak se mění okamžité hodnoty výroby i spotřeby, se mění v každém intervalu i odchylka a žádaný výkon každého řízeného bloku. Cílem je udržet odchylku v přípustných mezích, a to jak okamžitou odchylku, tak i kumulovanou hodinovou energii odchylky. V případě výpadku většího bloku dojde skokově k velké odchylce, která ovlivní i hodinovou energii. Není přípustné přeregulovat v následujícím období do konce hodiny odchylku tak, aby se v hodinové energii výkyv kompenzoval. Přípustné je v každém okamžiku regulovat na nulovou odchylku.

Pro řízení běžných odchylek je k dispozici v ČR sekundární regulace v rozsahu přibližně ± 300 MW. Dispečer monitoruje okamžitou ACE i hodinový interval od počátku hodiny a současně sleduje rozsah aktivace sekundární regulace. Pokud dojde k čerpání v rozsahu více jak 50% sekundární regulace, aktivuje dispečer terciární regulaci v rozsahu, ve kterém by mělo dojít k návratu do středu pásma sekundární regulace. Výhodnými elektrárnami pro splnění odchylky, jsou tepelné elektrárny, které jsou schopny zajistit dostatečnou velikost dodávky v požadovaném čase. Pokud trvale narůstá odchylka, aktivují se další služby (rychlý start, dispečerská záloha s najetím t-minut) a dispečer ihned nakupuje regulační energii na vyrovnávacím trhu případně ze zahraničí. V případě, že dojde k výpadku většího zdroje, zjišťuje dispečer příčiny a zejména očekávanou dobu výpadku od provozovatele zdroje. Nejde-li o krátkodobý výpadek, aktivuje službu rychlý start, regulační výkon na Vltavě a podle odhadu délky trvání výpadku zajišťuje nákup regulační energie. V případě velmi velkých výpadků nebo v případě vyčerpání rezerv může požádat sousedy o havarijní výpomoc. Ta je převážně aktivována do 15 až 30 minut v rozsahu stovek MW. Poté musí dispečer ihned zajistit nákup regulační energie, která nahradí co nejdříve havarijní výpomoc. V případě, že tyto nástroje jsou již vyčerpány a odchylka není včas odregulovaná, dostává se soustava do stavu předcházení stavu nouze, a může být uplatněno přímé řízení všech zdrojů či omezení spotřeby. [3]



Obr.3.2.: Příklad nasazování jednotlivých záloh RE [19]

3.2 Velkoobchodní a maloobchodní trh a odpovědnost za odchylku

3.2.1 Velkoobchodní a maloobchodní trh

Obchodníci se dělí na ty, kteří dodávají konečným zákazníkům na tzv. maloobchodním trhu (dodavatel) a na čisté obchodníky, kteří pouze obchodují s elektřinou velkoobchodně. Dodavatel spolu s dodávkou elektrické energie přebírá za zákazníka odpovědnost za odchylku, a sám je registrován jako subjekt zúčtování. Subjekt zúčtování je účastník trhu s elektřinou, který má právo přístupu k sítím, a který zodpovídá za odchylky sjednané a naměřené energie v jednotlivých obchodních hodinách obchodního dne.

Velkoobchod, jak už název napovídá, je obchod prováděný ve velkém nebo větším měřítku. A není primárně určen pro koncového spotřebitele. Může jít o obchod mezi výrobcí a dalšími obchodníky nebo o obchod mezi obchodníky samotnými. V tomto obchodě se role prodávajícího a kupujícího může velmi často měnit. Velkoobchodní ceny nejsou regulovány, jsou vždy nižší než ceny maloobchodní, a mění se v reálném čase. Typický velkoobchod je realizován v podobě smlouvy, ve které mají závazky jak dodavatel, tak i odběratel, který se dopředu zavazuje v převzetí a uhrazení určitého množství elektřiny v určitém termínu. Součástí smlouvy o zúčtování není zajištění přenosu, distribuce, systémových služeb a ani přenesení odpovědnosti za odchylku.

Maloobchod je obchod prováděný za účelem zabezpečení spotřeby koncového spotřebitele. Jedná se o obchod mezi výrobcí a koncovými spotřebiteli, obchodníky a koncovými spotřebiteli, nebo mezi dvěma obchodníky, z nichž jeden se zaměřuje na dodávky koncovým spotřebitelům, a navíc přebírá odpovědnost za odchylku. Role

prodávajícího a kupujícího se zpravidla nemění, výjimku tvoří optimalizace odběrového diagramu formou zpětného odkupu a možnost poskytování regulace. V maloobchodě si může dovolit koncový zákazník kdykoliv změnit svého dodavatele. Smlouva obsahuje přenesení odpovědnosti za odchylku. Cena zahrnuje jak neregulované, tak i státem regulované položky a ekologickou daň. Ceny se zpravidla stanovují na období jeden rok. Na jeden rok je stanovena i délka období dodávek. [3]

3.2.2 Odpovědnost za odchylku

Odpovědnost za odchylku se dělí na 2 základní režimy:

- 1) Režim vlastní odpovědnosti za odchylku
- 2) Režim přenesené odpovědnosti za odchylku

Režim odpovědnosti za odchylku rozhoduje, zda jsou realizované obchodní transakce realizovány na velkoobchodním nebo maloobchodním trhu. Pokud by účastník trhu s elektřinou nezvolil žádný režim odpovědnosti za odchylku, je jeho odchylka brána jako neoprávněný odběr/dodávka elektřiny z/do elektrizační soustavy a hrozí mu za to odpovídající postih. Provozovatel přenosové nebo distribuční soustavy zaregistruje na žádost účastníka trhu s elektřinou jeho místo připojení zařízení k přenosové nebo distribuční soustavě, ve které se uskutečňuje dodávka i odběr, jako dvě výrobní předávací místa, zvlášť za dodávku a zvlášť za odběr elektřiny. [3]

3.3 Dlouhodobé, krátkodobé trhy a trhy s regulační energií

Velkoobchodní trh lze rozdělit podle délky a charakteru dodávek na tři základní trhy s energií, a to na trh dlouhodobý, krátkodobý a trh s regulační energií.

3.3.1 Dlouhodobé trhy

Dlouhodobé trhy jsou trhy, kde se realizují obchody s dodávkou elektřiny na období delší než jeden měsíc. S ohledem na velmi obtížné stanovení ceny se obvykle obchoduje na dobu max. dvou let. Počet těchto typů obchodu je nízký. Obchody na trhu s dlouhodobými produkty s elektřinou se uskutečňují na základě smluv mezi subjekty zúčtování. [3]

3.3.2 Krátkodobé trhy

Krátkodobé trhy jsou trhy, kde se realizují obchody s dodávkou elektřiny v rozmezí několika hodin až několika dnů, maximálně však na období jednoho týdne. Veškeré obchody

probíhající na organizovaném krátkodobém trhu s elektřinou jsou vůči sobě anonymní. Místem dodání a odběru obchodované elektřiny na organizovaném krátkodobém trhu s elektřinou je elektrizační soustava ČR nebo zahraniční elektrizační soustava v případě organizování krátkodobého trhu s elektřinou společně pro tržní oblast ČR a okolní tržní oblast.

Krátkodobé trhy s elektřinou se dělí podle délky a charakteru dodávek na blokový, denní a vnitrodenní trh. Blokový a denní trh obchoduje se silovou elektřinou a vnitrodenní trh obchoduje s regulační energií. [3]

3.3.3 Krátkodobé trhy se silovou energií

3.3.3.1 Blokový trh

Blokový trh je trh, kde se obchodují dodávky s denními krátkodobými kontrakty v tzv. blocích. Minimální obchodovatelná úroveň je 1MWh časového období bloku. Poptávky a nabídky na blokový trh je možno podávat nejdříve 30 dní před obchodním dnem v závislosti na obchodním bloku a sjednání dodávek/odběru elektřiny probíhá spojením nabídky s poptávkou. Ukončení obchodování na blokovém trhu je ve 13:00 hodin den před realizací dodávky. Trh organizuje OTE a obchoduje se o silovou energii. [3]

Den dodávky	BT celkem	Baseload			
	Množství (MWh)	Množství (MWh)	Cena vážený průměr (Kč/MWh)	Min. cena (Kč/MWh)	Max. cena (Kč/MWh)
01.02.2013	120	120	832,00	832,00	832,00
02.02.2013					
03.02.2013					
04.02.2013	84	24	888,00	888,00	888,00
05.02.2013	60				
06.02.2013	240	240	1 115,00	1 115,00	1 115,00
07.02.2013	240	240	1 140,00	1 140,00	1 140,00
08.02.2013					
09.02.2013					
10.02.2013					
11.02.2013	48	48	960,00	960,00	960,00

Tab.1: Výsledky blokového trhu [8]

3.3.3.2 Denní trh

Denní trh je často nazýván jako spotový trh. Je to trh dodávek organizovaný den před realizací dodávky. Denní trh je koncipován jako aukce na základě obdržených nabídek a poptávek elektřiny na 24 obchodních hodin následujícího dne. Denní trh organizuje operátor trhu ve spolupráci s organizátorem denního trhu s elektřinou. [3]

Hodina	Cena (EUR/MWh)	Množství (MWh)	Přeshraniční tok (MWh)	
			ČR=>SR	SR=>ČR
1	20,82	951,9	0,0	444,9
2	18,51	887,6	0,0	404,7
3	17,49	1 041,1	0,0	525,6
4	15,46	1 076,1	0,0	585,6
5	16,43	1 028,9	0,0	531,7
6	27,63	921,3	0,0	147,2
7	37,06	1 444,5	179,8	0,0
8	46,00	1 692,9	324,4	0,0
9	45,00	1 256,8	34,8	0,0
10	46,00	1 246,1	41,0	0,0
11	45,00	1 168,9	13,5	0,0
12	39,17	1 376,7	148,0	0,0
13	40,39	1 361,5	97,3	0,0
14	39,72	1 348,0	186,2	0,0
15	39,37	1 394,4	203,0	0,0
16	39,50	1 364,8	91,1	0,0
17	40,00	1 422,4	113,7	0,0
18	49,00	1 302,8	103,2	0,0
19	54,00	1 624,4	377,8	0,0
20	48,04	1 460,0	280,8	0,0
21	46,77	1 947,3	657,7	0,0
22	37,58	1 830,1	493,0	0,0
23	36,00	1 614,9	472,6	0,0
24	31,97	1 405,3	376,2	0,0

Tab.2: Výsledky denního trhu ČR - 11.02.2013 [8]

3.3.4 Krátkodobé trhy s regulační energií

3.3.4.1 Vnitrodenní trh

Vnitrodenní trh s regulační energií představuje obchodní platformu, prostřednictvím níž mohou obchodníci aktuálně vyrovnávat svou obchodní pozici v době velmi blízké hodině dodávky, řešit svůj přebytek nebo nedostatek elektřiny a přispívat tak k optimalizaci chodu elektrizační soustavy ČR. Vnitrodenní trh organizuje OTE pro jednotlivé hodiny uvnitř

obchodního dne. V 15:00 hodin předcházejícího obchodního dne je otevřen pro všechny hodiny daného obchodního dne a lze na něm zadávat nabídky na dodávku nebo odběr elektřiny. Vnitrodenní trh se uzavírá postupně po jednotlivých hodinách, doba uzavření nabídek na dodávku nebo odběr elektřiny pro jednotlivé obchodní hodiny je 1 hodina před danou obchodní hodinou. Význam vnitrodenního trhu narůstá v souvislosti s instalací a provozem obnovitelných zdrojů energie, jejichž provoz je obtížně predikovatelný a závisí zejména na aktuálních výkyvech počasí. Obchodování na vnitrodenním trhu využívá stále více obchodníků také pro možnost velmi pružné cenotvorby. Uzavírané obchody mohou dosahovat také záporných hodnot. [3]

Hodina	Vážený průměr cen (Kč/MWh)	Zobchodované množství (MWh)
1	950,00	12,0
2	790,00	5,0
3	899,40	4,5
4	657,30	16,0
5	462,50	20,0
6	500,00	10,0
7	1 471,00	0,5
8	1 117,30	31,9
9	1 363,60	21,1
10	1 586,50	32,6
11	1 564,70	31,1
12	1 524,00	31,1
13	1 355,60	201,1
14	1 432,90	176,2
15	1 368,30	116,1
16	1 356,00	71,1
17	1 451,40	170,1
18	1 429,30	91,1
19	1 526,40	83,1
20	1 470,30	76,1
21	1 366,20	4,0
22	965,80	6,1
23	1 161,80	11,1
24	1 217,60	11,1

Tab.3: Výsledky vnitrodenního trhu - 11.02.2013 [8]

3.3.5 Regulační energie

Účelem trhu s regulační energií je bilanční řešení stavů nerovnováhy elektřiny v elektrizační soustavě. Elektřina opatřená provozovatelem přenosové soustavy je buď elektřina nakoupená na vnitrodenním trhu a vyrovnávacím trhu s regulační energií, který organizuje OTE nebo elektřina nakoupená ze zahraničí.

Regulační energie vzniká aktivací podpůrných služeb a může být poskytována pouze na výrobních blocích, které mají certifikaci pro poskytování jednotlivých podpůrných služeb. Při řízení elektrárenského bloku dochází k dodávce energie, která může být odlišná od dodávky odpovídající diagramovému bodu elektrárenského bloku a vycházející ze sjednaných hodnot dodávek elektřiny. Tento rozdíl, pokud byl vyvolán pokyny dispečera ČEPS je označována jako regulační energie. Regulační energie může být kladná, je-li skutečná dodávka elektrárenského bloku vyšší než plánovaná, nebo záporná, je-li nižší. Dodávky elektřiny jako regulační energie zúčtuje operátor trhu poskytovatelům podpůrných služeb na základě smlouvy o dodávce regulační energie.

Ceny za dodanou regulační energii jsou stanoveny zvlášť pro kladnou a zvlášť pro zápornou regulační energii. Konečné ceny za regulační energii jsou vždy zaokrouhleny v Kč/MWh jako celé číslo. Cena regulační energie je pro každý elektrárenský blok nebo fiktivní blok stanovena v režimu nabídkových cen. [3]

3.3.5.1 Vyrovnávací trh

Vyrovnávací trh je trh organizovaný operátorem trhu s elektřinou, kde kupující stranou je ČEPS. ČEPS má zajistit regulační energii potřebnou k vyrovnání systémové odchylky. Provozovatel přenosové soustavy přijatou nabídku na regulační energii vyhodnotí jako regulační energii uskutečněnou a vypořádání obchodů uzavřených na vyrovnávacím trhu zahrnuje operátor trhu do standardního systému vyhodnocování a zúčtování odchylek. Účastníci trhu mohou nabídnout volný výkon 1 hodinu před začátkem každé dodávky, čas uzavření vyrovnávacího trhu je 30 minut před začátkem dodávky v rámci obchodní hodiny. Elektrické energie je v rámci vyrovnávacího trhu obchodována od ukončení vnitrodenního trhu s elektřinou. Primárně je trh určen pro subjekty zúčtování s vlastní odpovědností za odchylku, ale se souhlasem příslušného subjektu zúčtování mají přístup i účastníci trhu s přenesenou odchylkou. Na vyrovnávacím trhu lze nabízet regulační energii kladnou (zvýšení dodávky nebo snížení spotřeby) i zápornou (snížení dodávky či zvýšení spotřeby). Regulační energii mohou nabízet jak výrobci, tak spotřebitelé, protože k jejímu prodeji není třeba žádné speciální zařízení ani měřicí či řídicí systémy. Tento trh je výhodný pro malé

výrobce, jejich zařízení nesplňují technické podmínky poskytování PpS, ale přesto se účastníci mohou podílet na regulaci soustavy. Tito účastníci ale nedostávají stálou platbu za rezervovaný výkon. Regulační energii nakupuje ČEPS, který může mít levnější energii než z regulační energie ze zdrojů PpS. Zejména tak umožňuje šetřit výkon PpS na okamžitou regulaci odchylek, a dlouhodobější odchylky zajišťovat nákupem regulační energie na velkoobchodním trhu. Pro ČEPS je nevýhodou, že nabídka není garantovaná, tudíž v kritickém okamžiku nemusí být k dispozici. [3]

Hodina	Vážený průměr akceptovaných cen RE+ (Kč/MWh)	Vážený průměr akceptovaných cen RE- (Kč/MWh)	Vážený průměr výsledných cen RE+ (Kč/MWh)	Vážený průměr výsledných cen RE- (Kč/MWh)	Množství RE+ (MWh)	Množství RE- (MWh)
1					0	0
2					0	0
3					0	0
4		1,00		-1,00	0	-9
5		6,00		-1,00	0	-1
6		-1,00		-1,00	0	-3
7					0	0
8	2 350,00		2 350,00		5	0
9	2 350,00		2 350,00		20	0
10					0	0
11	2 400,00		2 509,00		5	0
12	2 400,00		2 488,00		12	0
13	2 400,00		2 847,00		30	0
14	2 400,00		2 973,00		10	0
15	2 850,00		3 152,00		20	0
16	2 865,00		3 199,00		15	0
17	2 400,00		2 517,00		45	0
18	2 350,00		2 350,00		32	0
19	2 395,00		2 394,60		46	0
20	2 350,00		2 350,00		60	0
21					0	0
22	2 350,00		2 350,00		20	0
23	2 333,00		2 350,00		9	0
24	2 346,00		2 350,00		25	0

Tab.4: Výsledky vyrovnávacího trhu - 11.02.2013 [8]

Vážený průměr akceptovaných cen regulační energie (RE) vyjadřuje vážený průměr finančního ohodnocení obchodovaného množství v dané hodině. Vážený průměr výsledných cen RE vyjadřuje vážený průměr cen, za které se zúčtovala energie z vyrovnávacího trhu. [8]

3.3.5.2 Regulační energie ze zahraničí

Regulační energii ze zahraničí obstarává provozovatel přenosové soustavy na základě smluv se subjektem zúčtování po předchozí dohodě s příslušným zahraničním provozovatelem přenosové soustavy. Pokud není po opakované poptávce zajištěn dostatek podpůrných služeb, obstará elektřinu sám zahraniční provozovatel přenosové soustavy. U smluvních přenosů elektřiny ze/do zahraničí, který potvrzuje správnost údajů z těchto smluv pro účely vyhodnocování odchylek, a který má odpovědnost za odchylku od smluveného salda zahraničních výměn, je ČEPS. Saldo je záporné, pokud je smluvní doprava elektřiny do zahraničí větší než smluvní doprava elektřiny ze zahraničí. V opačném případě je saldo kladné.

Energie je zajišťována obvykle na dvě a více hodin dopředu. Používá se při rozsáhlejším výpadku v soustavě, který je očekáván na více hodin dopředu. V případě potřeby ČEPS elektronicky rozešle poptávku na smluvní parametry a z došlých nabídek specifikovaných cenou, hodinovou energií a maximální a minimální dobou dodávky vybírá cenově nejvýhodnější, která současně splňuje provozní požadavky dané odchylkou a momentální situací v ES. V konkrétní situaci může být i více dodavatelů z různých sousedních zemí současně.

Havarijní výpomoc je krátkodobá výpomocná dodávka elektřiny používaná v případě velkých skokových výpadků výroby. Musí být co nejdříve nahrazena vlastními zdroji ČEPS či komerční dodávkou. Její výhodou je jednak poměrně značný objem a jednak rychlost najetí a možnost zahájit dovoz již v průběhu hodiny. Cena dodávky je obvykle stanovena jako aktuální cena regulační energie na trhu zdrojové oblasti.

Saldování odchylek je výhodný proces. U soustav je v každém okamžiku zajištěna celková odchylka a její velikost je rozpočtena podle definovaných kritérií na jednotlivé účastníky. Ti pak příslušnou část odregulují. Tento mechanismus napomáhá vyrovnávat odchylku, kdy v jedné soustavě je odchylka kladná a provozovatel zajišťuje zápornou regulační energii, a v sousední soustavě je odchylka záporná a ve stejném okamžiku soused zajišťuje kladnou regulační energii. Mechanismus má jednoznačná pravidla řízení zajišťující, že žádný z účastníků nebude tento solidární systém „zneužívat“. [3]

4 Provedení ekonomické analýzy využití tepelných elektráren zapojených do podpůrných služeb elektrizační soustavy

4.1 Roční porovnání cen silové a regulační energie

4.1.1 Regulační energie za rok 2012

4.1.1.1 Rezervace výkonu pro PpS

Pohled zobrazuje zprůměrované údaje DT PpS za vybraný měsíc.

Měsíce za rok 2012	TR+		TR-		QS15	
	P_nak prum [MWh]	Cena prum [Kč/MWh]	P_nak prum [MWh]	Cena prum [Kč/MWh]	P_nak prum [MWh]	Cena prum [Kč/MWh]
leden	9	255	25	255	4	1282
únor	7	628	26	225	15	867
březen	11	284	32	191	4	1364
duben	7	460	27	399	0	0
květen	6	502	32	531	0	0
červen	4	915	24	603	39	1790
červenec	5	985	15	1033	6	1725
srpen	5	761	16	738	14	830
září	4	598	12	499	16	664
říjen	5	516	12	242	4	1865
listopad	5	497	16	247	0	0
prosinec	4	332	25	634	0	0
za rok 2012	6	561	22	466	9	866

Tab.5: Měsíční průměry DT PpS za rok 2012 [7]

Kde:

P_nak prum je průměrný nakoupený výkon v daném měsíci

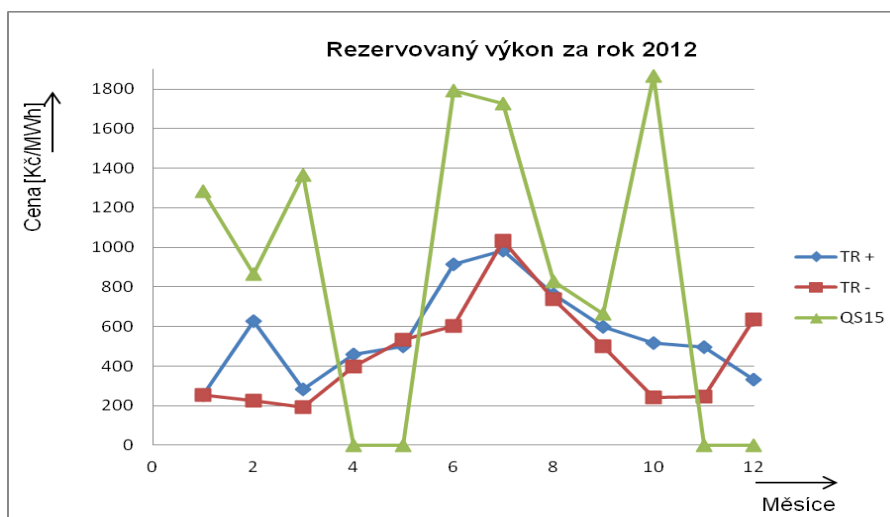
Cena prum je průměrné náklady na 1MW nakoupeného výkonu v daném měsíci a kategorii PpS

TR + je terciární regulace kladná

TR – je terciární regulace záporná

QS15 je rychle startující 15-ti minutová výkonová záloha

Jak se průměry cen za měsíc mění, je znázorněno na grafu. Ceny za terciární regulaci jak kladnou tak zápornou jsou méně odlišné od sebe než rychle startující 15-ti minutová výkonová záloha, která se liší od terciární regulace cenově výrazněji. Ceny u jednotlivých systémů jsou v každém měsíci výrazně jiné.



Obr. 4.1 Průběh rezervovaného výkonu za rok 2012

4.1.1.2 Poskytnutí regulační energie

Výskyt nabídkových cen regulační energie v poslední platné přípravě provozu.

Měsíce za rok 2012	TR+		TR-		QS15	
	Výkon prum [MWh]	Cena prum [Kč/MWh]	Výkon prum [MWh]	Cena prum [Kč/MWh]	Výkon prum [MWh]	Cena prum [Kč/MWh]
leden	19	3870	19	514	21	4909
únor	17	3608	18	459	19	4860
březen	18	3742	19	438	19	4682
duben	19	3723	20	568	21	4621
květen	17	3424	19	548	21	4720
červen	17	3311	22	499	21	4818
červenec	16	3587	21	795	24	5055
srpen	18	3694	21	629	21	5445
září	17	3670	20	562	23	5799
říjen	19	3847	18	601	24	5345
listopad	19	3888	19	541	20	5713
prosinec	17	3878	20	516	19	5964
za rok 2012	18	3687	20	556	21	5161

Tab.6: Nabídkové ceny regulační energie za rok 2012 [7]

Kde:

Cena prum je průměrná cena za energii pro podpůrnou službu z poslední platné přípravy provozu

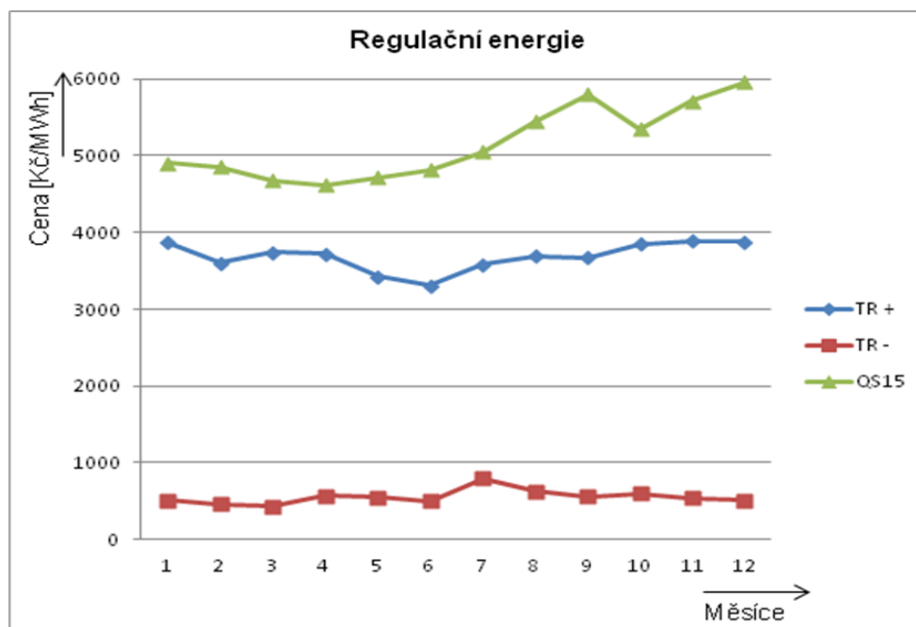
Výkon prum je průměrný výkon podpůrné služby z poslední platné přípravy provozu

TR + je terciární regulace kladná

TR – je terciární regulace záporná

QS15 je rychle startující 15-ti minutová výkonová záloha

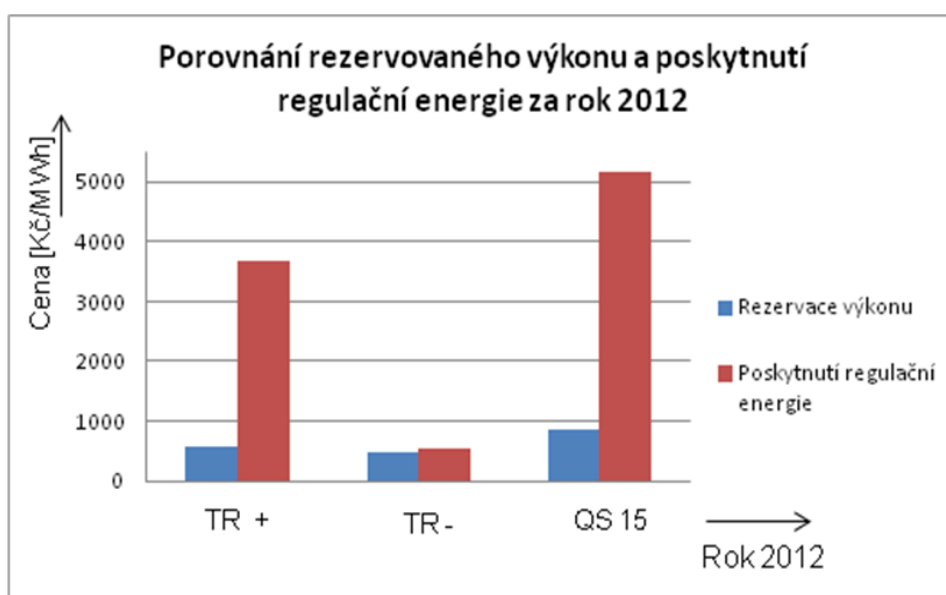
Z grafu je vidět, že ceny za regulační energii jsou u jednotlivých služeb jiné, ale u dané služby se v jednotlivých měsících zpravidla o moc nemění, jako tomu bylo u rezervace výkonu. Dále je vidět velký rozdíl mezi terciární regulací kladnou a zápornou, kdy za zápornou regulaci dostává tepelná elektrárna méně zapláceno než za kladnou terciární regulaci.



Obr. 4.2 Průběh regulační energie za rok 2012

4.1.1.3 Celková regulační energie

V grafu je uvedeno porovnání cen za rezervovaný výkon a za poskytnutí regulační energie za celý rok 2012.



Obr. 4.3 Porovnání rezervovaného výkonu a poskytnutí regulační energie za rok 2012

Z grafu je vidět, že cena u terciární regulace záporné je téměř shodná pro rezervovaný výkon i pro regulační energii. U terciární regulace kladné a rychle startující 15-ti minutové výkonové zálohy je cena u regulační energie výrazně vyšší než u rezervace výkonu. U terciární regulace záporné dostává elektrárna méně zapláceno, protože v té době sjížděla s výkonem na pokyn dispečera přenosové soustavy. Tepelné elektrárny, pokud poskytují regulační energii, dostávají vyšší cenu než za rezervovaný výkon pro PpS a to o 5%.

Výsledná cena za regulační energii za rok 2012 se spočítá jako součet rezervovaného výkonu pro PpS a poskytnutí regulační energie. Průměrná cena v roce 2012 za rezervovaný výkon je 631 Kč/MWh. Průměrná cena v roce 2012 za poskytnutí regulační energie je 3135 Kč/MWh. Výsledná cena za regulační energii je tedy 3766 Kč/MWh.

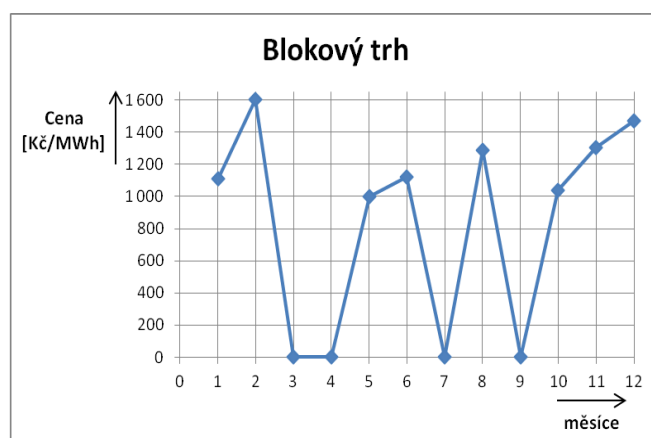
4.1.2 Silová energie za rok 2012

4.1.2.1 Blokovaný trh

Vážený průměr cen silové energie na blokovém trhu pro rok 2012

rok 2012	Zobchodované množství [MWh]	Cena [Kč/MWh]
leden	86	1111
únor	99	1605
březen	0	0
duben	0	0
květen	82	1000
červen	56	1119
červenec	0	0
srpen	137	1288
září	0	0
říjen	336	1041
listopad	933	1302
prosinec	816	1469
průměr	318	1242

Tab.7: Blokovaný trh – Baseload [8]



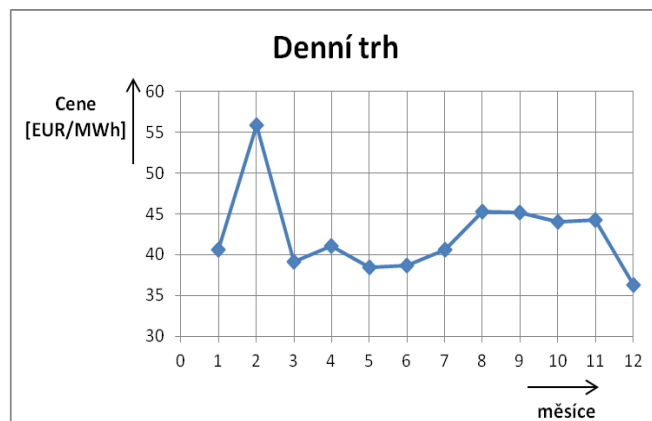
Obr. 4.4 Průběh cen za rok 2012 na blokovém trhu

Z grafu je vidět, že ceny v každém měsíci jsou jiné a v některých měsících nebylo žádné zobchodované množství energie. Blok typu base je dodávka ve všech hodinách dne dodávky.

4.1.2.2 Denní trh

Průměrná cena silové energie na denním trhu pro rok 2012

rok 2012	Cena [EUR/MWh]	Cena [Kč/MWh]
leden	40,57	1040,68
únor	55,86	1432,76
březen	39,12	1003,49
duben	41,06	1053,12
květen	38,45	986,12
červen	38,68	992,17
červenec	40,64	1042,36
srpen	45,28	1161,53
září	45,14	1157,86
říjen	44,05	1129,92
listopad	44,29	1135,93
prosinec	36,3	930,99
průměr	42,45	1088,91



Obr. 4.5 Průběh cen za rok 2012 na denním trhu

Tab.8: Denní trh – Baseload [8]

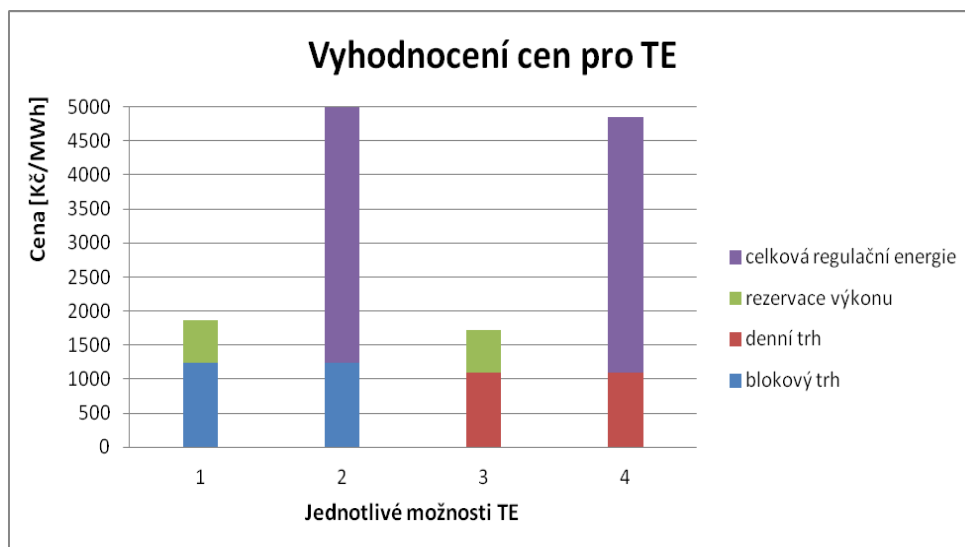
Blok typu base je dodávka ve všech hodinách dne dodávky. Cena pro denní trh je uváděna v EUR/MWh. Přepočítaná cena na Kč/MWh je podle kurzu 1 EUR= 25,65 Kč. Z grafu je vidět, že ceny v některých měsících mají velké rozdíly, ale v některých jsou obdobné.

4.1.3 Porovnání silové a regulační energie za rok 2012

rok 2012	blokový trh	denní trh	rezervace výkonu	poskytování regulační energie	celková regulační energie
Cena [Kč/MWh]	1242	1089	631	3135	3766

Tab.9: Průměrné ceny za celý rok 2012

Cena za celkovou regulační energii je 3x vyšší, než za silovou energii na blokovém trhu. Cena za celkovou regulační energii je 3,5x vyšší, než za silovou energii na denním trhu.

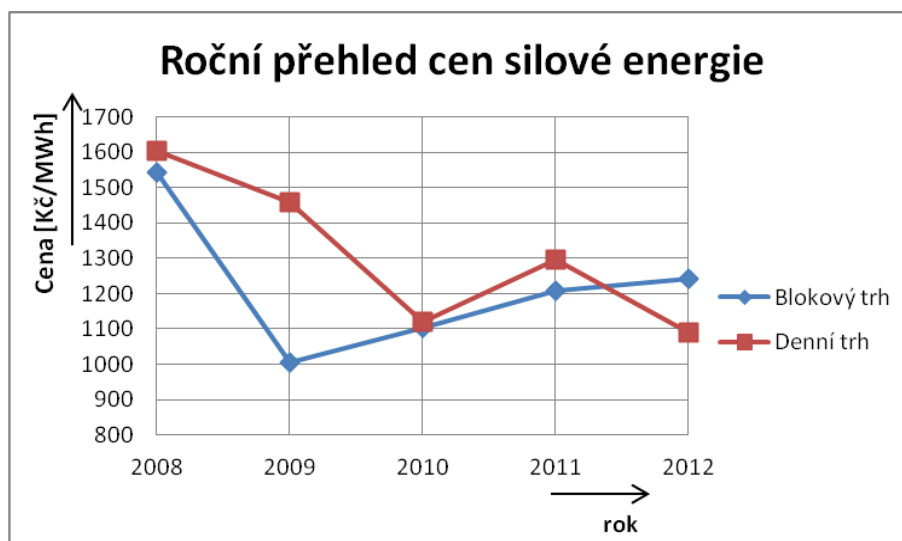


Obr. 4.6 Vyhodnocení cen pro TE za rok 2012

Na grafu jsou uvedeny čtyři možnosti, jak může tepelná elektrárna prodávat elektrickou energii. Tepelné elektrárny mohou prodávat silovou energii na blokovém trhu nebo na denním trhu. První uvedenou možností je prodávat silovou energii na blokovém trhu a poskytovat rezervovaný výkon. Druhou je prodávat silovou energii na blokovém trhu a dodávat regulační energii. Třetí a čtvrtá je totéž, ale silovou energii prodávají tepelné elektrárny na denním trhu. Ve skutečnosti je ale mnohem více kombinací, jak prodávat na trhu elektrickou energii. Průměrné ceny za rok 2012 vyšly větší pro blokový trh než pro denní. Elektrárně by se tento rok vyplatilo prodávat elektrickou energii na blokovém trhu. Dále je výhodné jak poskytovat rezervovaný výkon, tak dodávat regulační energie. Každá elektrárna by si měla spočítat své náklady na výrobu 1 kWh. Příklad, jak se spočítají, je uveden níže (kapitola 4.3). Elektrárny si poté stanovují podle ceny paliva, zda je pro ně výhodné poskytovat regulační energii anebo jen poskytovat rezervovaný výkon. Tedy, pokud je cena paliva vysoká, a tudíž by výroba 1kWh byla vyšší, než co dostane elektrárna za dodávku regulační energie, je pro ni výhodné jen prodávat silovou energii a poskytovat rezervovaný výkon (viz v grafu 1. a 3. možnost). Podle toho si stanovují cenu na trhu s regulační energií. Když jí nechtějí prodávat jako regulační, tak nastaví cenu vysokou např. 10000 Kč/MWh, protože ČEPS si vybírá pro vyrovnání regulační odchylky nejlevnější elektrickou energii. V roce 2012 byla cena za dodávku regulační energie 3,135 Kč/kWh a pokud elektrárna nevyrobí 1 kWh levněji, než za tuto cenu, je pro ni tento rok výhodnější prodávat jen silovou energii a poskytovat rezervovaný výkon. Naopak pokud elektrárna vyrobí 1 kWh méně než za 3,135 Kč/kWh je pro ni výhodné dodávat regulační energii.

4.1.4 Roční přehled silové energie

V grafu je vidět jak se vyvíjela průměrná cena silové energie v průběhu posledních 5-ti let na blokovém a denním trhu.



Obr. 4.7 Roční přehled průměrných cen silové energie.

Z grafu je vidět že cena na denním trhu postupem let klesala, zvýšila se pouze v roce 2011. Cena u blokového trhu naopak průběhem let stoupala, klesla akorát v roce 2009. A v roce 2012 je pořád nižší, než tomu bylo v roce 2008. Cena u denního trhu se držela nad cenami z blokového trhu, jen v posledním roce 2012 klesla pod blokový trh.

4.2 Denní porovnání cen regulační energie ze dne 10.1.2013 a 10.2.2013

4.2.1 Regulační energie dne 10.1.2013

Zobrazení sumárních hodnot nakoupených služeb na DT PpS. Zobrazeny jsou sumy akceptovaného výkonu a marginálních cen pro jednotlivé kategorie PpS.

	SR		MZ15+	
	SUM P_akc [MWh]	MC_P [Kč/MW h]	SUM P_akc [MWh]	MC_P [Kč/MWh]
10.1.2013				
průměr	17	450	8	297

Tab.10: Rezervovaný výkon (10.1.2013) [7]

Primární regulace a 15-ti minutová záloha záporná není uvedena, protože poptávka byla nulová.

Výskyt nabídkových cen regulační energie v denní přípravě provozu.

Den	Anonymní výrobní jednotka	MZ15+	
		průměr	průměr
		Cena [Kč/MWh]	Výkon [MWh]
10.01.13	-1-	3300	16
	-2-	3499	33
	-3-	3533	31
	-4-	3599	10
	-5-	3633	10
	-6-	3883	14
	-7-	4330	28
	-8-	4560	16
	-9-	4701	29
	-10-	4868	20
	-11-	5209	40
	-12-	5281	37
	-13-	5816	19
	-14-	7835	15
	-15-	9803	49
	-16-	10000	52

Kde:

SUM P_akc je celkový akceptovaný výkon

MC_P je marginální cena za výkon

SR je sekundární regulace

MZ15+ je 15-ti minutová záloha kladná

MZ15- je 15-ti minutová záloha záporná

Tab.11: Poskytnutí regulační energie (10.1.2013) [7]

Cena za rezervovaný výkon pro PpS, byla tento den 0,297 Kč/kWh a cena za poskytnutí regulační energii byla nejčastěji v rozmezí mezi 3,3 Kč/kWh až 5,816 Kč/kWh. Poskytování regulační energie je o 11x až 19,6x vyšší, než rezervovaný výkon.

4.2.2 Regulační energie dne 10.2.2013

Zobrazení sumárních hodnot nakoupených služeb na DT PpS. Zobrazeny jsou sumy akceptovaného výkonu a marginálních cen pro jednotlivé kategorie PpS.

	SR		MZ15-	
	SUM P_akc [MWh]	MC_P [Kč/MWh]	SUM P_akc [MWh]	MC_P [Kč/MWh]
10.2.2013				
Průměr	32	557	16	628

Tab.12: Rezervovaný výkon (10.2.2013) [7]

Primární regulace a 15-ti minutová záloha kladná není uvedena, protože poptávka byla nulová.

Výskyt nabídkových cen regulační energie v denní přípravě provozu.

Den	Anonymní výrobní jednotka	MZ15+	
		průměr	průměr
		Cena [Kč/MWh]	Výkon [MWh]
10.02.13	-1-	3450	13
	-2-	3497	10
	-3-	3498	10
	-4-	3499	28
	-5-	3500	35
	-6-	3600	10
	-7-	4000	10
	-8-	4250	34
	-9-	4490	13
	-10-	4700	36
	-11-	4942	10
	-12-	5225	40
	-13-	5250	11
	-14-	5801	33
	-15-	5300	12
	-16-	6850	10
	-17-	10000	40

Tab.13: Poskytnutí regulační energie (10.2.2013) [7]

Kde:

SUM P_akc je celkový akceptovaný výkon

MC_P je marginální cena za výkon

SR je sekundární regulace

MZ15+ je 15-ti minutová záloha kladná

MZ15- je 15-ti minutová záloha záporná

Dne 10.2.2013 byla cena za rezervovaný výkon 0,628 Kč/kWh a cena za poskytnutí regulační energii byla nejčastěji v rozmezí mezi 3,45 Kč/kWh až 5,801 Kč/kWh. Poskytování regulační energie je cca od 5,5x až 9,24x vyšší, než rezervovaný výkon. Cena poskytované regulační energie je proměnná podle dané výrobní jednotky.

4.3 Příklad výpočtu ceny 1kWh vyrobené v elektrárně

Spočítejte, jaká bude cena 1 kWh vyrobené v elektrárně o instalovaném výkonu 4 x 200 MW, jestliže roční doba využití maxima $T_m = 6500h \cdot rok^{-1}$, pohotový výkon $P_{max} = 750MW$, doba životnosti elektrárny $T_z = 25$ let a investiční náklady $N_i = 8miliard$ Kč. Účinnost elektrárny je 30%. V elektrárně se používá uhlí o výhřevnosti $q_{pal} = 12000kJ \cdot kg^{-1}$, jehož cena $c_{pal} = 160Kč \cdot t^{-1}$ a dále se zde za rok spotřebuje množství $M_{mz} = 18000t$ mazutu o ceně $c_{mz} = 1000Kč \cdot t^{-1}$ a množství $M_v = 11 \cdot 10^6 m^3$ technologické vody o ceně $c_v = 0,5Kč \cdot m^{-3}$. Průměrná roční mzda připadající na každého z 800 zde pracujících zaměstnanců je 80 000 Kč. Náklady na opravu a údržbu činí 50% z odpisů ročně.

Řešení:

Celkové množství vyrobené energie za rok:

$$W_c = P_{\max} \cdot T_m = 750 \cdot 6500 = 4,875 \cdot 10^6 \text{ MWh} \quad (4.1)$$

Spotřeba tepla na 1 kWh (1 kWh = 3600 kJ):

$$q_p = \frac{3600}{\eta_t^{el}} = \frac{3600}{0,3} = 12000 \text{ kJ} \cdot \text{kWh}^{-1} \quad (4.2)$$

Spotřeba paliva na výrobu 1 kWh:

$$m_{pal} = \frac{q_p}{q_{pal}} = \frac{12000}{12000} = 1 \text{ kg} \cdot \text{kWh}^{-1} \quad (4.3)$$

Spotřeba uhlí za rok:

$$M_{pal} = m_{pal} \cdot W_c = 1 \cdot 4,875 \cdot 10^9 \text{ kg} = 4,875 \cdot 10^6 \text{ t} \quad (4.4)$$

Výpočet nákladů je proveden pro 1 rok.

a) stálé náklady

Poměrné odpisy:

$$P_o = \frac{1}{T_z} = \frac{1}{25} = 0,04 \quad (4.5)$$

Roční odpisy:

$$N_o = N_i \cdot p_o = 8 \cdot 10^9 \cdot 0,04 = 3,2 \cdot 10^8 \text{ Kč} \quad (4.6)$$

Požizovací cena instalovaného kilowattu:

$$a = \frac{N_i}{P_{\max}} = \frac{8 \cdot 10^9}{800 \cdot 10^3} = 10000 \text{ Kč} \cdot \text{kW}^{-1} \quad (4.7)$$

Pracovní náklady zaměstnanců:

$$N_{pr} = 800 \cdot 80000 = 6,4 \cdot 10^7 \text{ Kč} \quad (4.8)$$

Poměrné stálé pracovní náklady:

$$b = \frac{N_{pr}}{P_{\max}} = \frac{6,4 \cdot 10^7}{800 \cdot 10^3} = 80 \text{ Kč} \cdot \text{kW}^{-1} \quad (4.9)$$

Stálé náklady:

$$N_{st} = N_o + N_{pc} = 3,2 \cdot 10^8 + 6,4 \cdot 10^7 = 3,84 \cdot 10^8 \text{ Kč} \quad (4.10)$$

Poměrné stálé náklady:

$$n_{st} = \frac{N_{st}}{P_{\max}} = p_o \cdot a + b = 0,04 \cdot 10000 + 80 = 480 \text{ Kč} \cdot \text{kW}^{-1} \quad (4.11)$$

b) proměnné náklady

Provozní náklady:

-náklady na uhlí:

$$N_{pal} = c_{pal} \cdot M_{pal} = 4,875 \cdot 10^6 \cdot 160 = 7,8 \cdot 10^8 \text{ Kč} \quad (4.12)$$

-náklady na vodu:

$$N_v = c_v \cdot M_v = 0,5 \cdot 11 \cdot 10^6 = 5,5 \cdot 10^6 \text{ Kč} \quad (4.13)$$

-náklady na mazut:

$$N_{mz} = c_{mz} \cdot M_{mz} = 1000 \cdot 18 \cdot 10^3 = 1,8 \cdot 10^7 \text{ Kč} \quad (4.14)$$

$$N_p = N_u + N_v + N_{mz} = (780 + 5,5 + 18) \cdot 10^6 = 8,035 \cdot 10^8 \text{ Kč} \quad (4.15)$$

Poměrné provozní náklady:

$$c = \frac{N_p}{W_c} = \frac{8,035 \cdot 10^8}{4,876 \cdot 10^9} = 0,165 \text{ Kč} \cdot \text{kWh}^{-1} \quad (4.16)$$

Náklady na obsluhu a údržbu:

$$N_{ou} = 0,5 \cdot N_o = 0,5 \cdot 3,2 \cdot 10^8 = 1,6 \cdot 10^8 \text{ Kč} \quad (4.17)$$

Poměrné náklady na obsluhu a údržbu:

$$d = \frac{N_{ou}}{W_c} = \frac{1,6 \cdot 10^8}{4,875 \cdot 10^9} = 0,033 \text{ Kč} \cdot \text{kWh}^{-1} \quad (4.18)$$

Proměnné náklady:

$$N_{pr} = N_p + N_{ou} = 8,035 \cdot 10^8 + 1,6 \cdot 10^8 = 9,635 \cdot 10^8 \text{ Kč} \quad (4.19)$$

Měrné proměnné náklady:

$$n_{pr} = \frac{N_{pr}}{W_c} = c + d = 0,165 + 0,033 = 0,198 \text{ Kč} \cdot \text{kWh}^{-1} \quad (4.20)$$

Celkové náklady:

$$N_c = N_{st} + N_{pr} = 3,84 \cdot 10^8 + 9,635 \cdot 10^8 = 1,318 \cdot 10^9 \text{ Kč} \quad (4.21)$$

Náklady na 1 kWh vyrobenou v elektrárně:

$$n_c = \frac{N_c}{W_c} = \frac{1,318 \cdot 10^9}{4,875 \cdot 10^9} = 0,27 \text{ Kč} \cdot \text{kWh}^{-1} \quad (4.22)$$

$$n_c = \frac{n_{st} \cdot P_{\max} + n_{pr} \cdot W_c}{W_c} = \frac{n_{st}}{T_m} + n_{pr} = \frac{480}{6500} + 0,198 = 0,272 \text{ Kč} \cdot \text{kWh}^{-1}$$

V této elektrárně bude stát 1 kWh cca 0,27 Kč.

[4]

Závěr

Úkolem řízení elektrizační soustavy je dodržet bilanci a kvalitu dodávané elektrické energie. Elektřina musí být vyrobena právě v okamžiku, kdy se spotřebovává. To vyvolává potřebu složitého mechanismu dispečerského řízení, které zajišťuje v každém okamžiku rovnováhu mezi výrobou a spotřebou.

Výrobce a odběratel se domlouvají na základě smluv o dodávce a odběru elektrické energie tedy silové elektřiny. Jedná se o dvoustranné dohody. Více je popsáno ve 3. kapitole, kde jsou popsány způsoby získávání energií a řízení rovnováhy. Výroba, obchod a dodávka elektřiny jsou plně tržními činnostmi. Cena těchto činností je proměnná a tvoří se na trhu. Jedná se tedy o neregulovanou část trhu.

Jak se mění okamžité hodnoty výroby a spotřeby, mění se také v každém okamžiku i tzv. odchylka, což je rozdíl mezi plánovanou a skutečnou hodnotou, a tím také žádaný výkon každého řízeného výrobního bloku. Tuto odchylku vyrovnává provozovatel přenosové soustavy, v našem státě ČEPS, a.s., tím, že se snaží ji vyrovnávat tzv. regulační energií. Regulační energii získává provozovatel přenosové soustavy buď přímo ze zdrojů, nebo na vnitrodenním trhu a poté na vyrovnávacím trhu, při stálém nedostatku regulační energie je možné požádat o zajištění dodávky elektrické energie zahraniční partnery. Regulační energie může být kladná, je-li skutečná dodávka elektrárenského bloku vyšší než plánovaná, nebo záporná, je-li skutečná dodávka naopak nižší. Regulační energie vzniká aktivací podpůrných služeb a může být poskytována pouze na výrobních blocích, které mají certifikaci pro poskytování jednotlivých podpůrných služeb. Ceny i podmínky dodávky služeb jsou státem regulovány, jedná se tedy o regulovanou část trhu. Ceny za dodanou regulační energii jsou stanoveny zvlášť pro kladnou a zvlášť pro zápornou regulační energii. Konečné ceny za regulační energii jsou vždy zaokrouhleny v Kč/MWh jako celé číslo. Cena regulační energie je pro každý elektrárenský blok nebo fiktivní blok stanovena v režimu nabídkových cen.

Od 1.1.2013 došlo k velkým změnám v poskytování podpůrných služeb. Stávající stav z roku 2012 je uveden ve 2. kapitole, kde jsou uvedeny také změny, které budou provedeny v nejbližší budoucnosti. Roky 2013 a 2014 jsou přechodným obdobím, k ustálení situace dojde v roce 2015.

Výhodnými elektrárnami pro udržení rovnováhy, jsou tepelné elektrárny, které jsou schopny zajistit dostatečnou velikost dodávky elektrické energie v požadovaném čase. Vyhodnocení výhodnosti využití tepelných elektráren v režimu regulovatelných zdrojů je provedeno ve 4. kapitole. Vyhodnocení je provedeno za celý rok 2012. Výsledkem analýzy je

potvrzení skutečnosti, že i tepelné elektrárny je výhodné provozovat jako regulovatelné zdroje, neboť regulační energii prodá elektrárna za výrazně vyšší cenu než silovou energii.

Touto prací jsem zadání diplomové práce splnila.

Použitá literatura

Knižní literatura:

- [1] Beran, M.: *Elektrická zařízení tepelných elektráren*, Ediční středisko VŠSE, Plzeň 1988
- [2] Havlíček, Karel: *Řízení, regulace a měření elektrizačních soustav*, 1.část, Plzeň, 1984
- [3] Šolcová, Z., Fousek, Z., Kanta, J., Němeček, B., Šolc, P.: *Trh s elektřinou, Úvod do liberalizované energetiky*, 2011
- [4] Dvorský, E., Hejtmánková, P., Kocmich M.: *Elektrárny - Základy výroby elektrické energie v tepelných elektrárnách – příklady*, ZČU, Plzeň 1994

Internetové zdroje:

- [5] ČEPS, a.s. Online 25.3.2013
<http://www.ceps.cz/CZE/Stranky/default.aspx>
- [6] Euro Energy Online 20.11.2012
http://www.mpo-efekt.cz/dokument/99_8145.pdf
- [7] Damas Energy Online 6.3.2013
<https://dae.ceps.cz/>
- [8] OTE, a.s. Online 10.2.2013
<https://www.ote-cr.cz/>
- [9] Silová elektřina Online 14.2.2013
<http://www.cenyenergie.cz/silova-elektrina.dic>
- [10] Elektrárny, Tepelná a jaderná elektrárna, Entropie Online 18.4.2011
http://cs.wikipedia.org/wiki/Hlavn%C3%AD_strana
- [11] Jaderné elektrárny Online 15.4.2011
<http://www.jaderna-energie.cz/stepeni-jadra-atomu.htm>
- [12] Reaktor Online 12.11.2012
http://www.energyweb.cz/web/index.php?display_page=2&subitem=1&ee_chapter=3.2.6
- [13] Princip uhelné elektrárny Online 14.7.2010
<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/flash-model-jak-funguje-uhelna-elektrarna.html#kontejner>
- [14] Tepelné elektrárny Online 20.11.2010
<http://maturitanazamku.kvalitne.cz/pdf/ELN05A.pdf>

[15] Video o principu uhelné elektrárny Online 14.7.2010
<http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/uhelne-elektřarny/flash-model-jak-funguje-uhelna-elektřarna.html#kontejner>

[16] Dokument ERÚ Online 20.11.2012
http://www.eru.cz/user_data/files/sdelen%C3%AD_elektro/kodex/stI_10_revFVE_fin4.pdf

Obrázky:

[17] Schéma tepelné elektrárny Online 14.11.2010
http://www.khc.cz/cesky/kondenz_trubky.php

[18] Denní diagram zatížení Online 20.11.2012
http://web.telecom.cz/tyrbach/Zakladni_elektr_pojmy.pdf

[19] Přednášky Doc. Ing. Dvorský, CSc. Online 17.2.2013
<http://home.zcu.cz/~dvorsky/>

[20] Schéma hlavních okruhových jaderných elektráren Online 20.11.2012
http://aladin.elf.stuba.sk/Katedry/KMECH/slovakversion/Predmety/ELEKTRARNE_I/prednasky/prednaska1/prednaska1.htm

Články:

[21] Cvrčková, A., KUKLÍK, P.: *Elektřina s neznámou III*, Exprint Červený Kostelec