

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ  
KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

Trh s elektrickou energií

vedoucí práce: Prof. Ing. Jan Mühlbacher, CSc.

2013

autor: Bc. Martin Škubal

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI  
Fakulta elektrotechnická  
Akademický rok: 2012/2013

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martin ŠKUBAL**  
Osobní číslo: **E10N0048K**  
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**  
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**  
Název tématu: **Trh s elektrickou energií**  
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 princip organizace trhu s elektrickou energií v ČR a zahraničí.
2. Analyzujte diagram zatížení v elektrizační soustavě.
3. Popište, v jakých případech vznikají největší odchylky na diagramu regulační energie.
4. Vyhodnoťte získané poznatky a navrhněte opatření vedoucí k minimalizaci odchylek na diagramu regulační energie.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

1. Chemišinec, I.: Obchod s elektřinou, Praha, 2010
2. Zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření s energií
3. Zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích
4. Vyhláška č. 541/2005 Sb. o pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Jan Mühlbacher, CSc.  
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

**Abstrakt**

Cílem této diplomové práce je přehledně popsat problematiku trhu s elektrickou energií v České republice. Tato práce v první části popisuje princip organizace trhu s elektrickou energií, následně analyzuje diagram zatížení v elektrizační soustavě, v další kapitole popisuje, jakým způsobem vznikají největší odchylky na diagramu regulační energie, a v poslední části navrhuje opatření vedoucí k minimalizaci odchylek na diagramu regulační energie.

**Klíčová slova:** liberalizovaný trh s elektrickou energií, diagram zatížení v elektrizační soustavě, diagram regulační energie, bilance sítě.

**Abstract**

The aim of this thesis is to describe the issues of the electricity market in the Czech Republic. This dissertation, in the first part, describes how the organization principle of the electricity market, then analyzes the load diagram in the electricity grid, in the next chapter describes how the largest imbalances occur in the regulation energy diagram and the last part proposes measures to minimize imbalances in the diagram of regulation energy.

**Key words:** liberalized electricity market, load diagram in the electricity grid, regulation energy diagram, balance grid.

### **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce Prof. Ing. Janu Múhlbacherovi, CSc. za odborné konzultace a vedení při zpracování této práce. Také bych rád poděkoval zástupcům distribučních společností za poskytnutí informací a dat potřebných pro vypracování této práce.

## 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 bakalářské/diplomové práce, je legální.

.....

podpis

V Plzni dne 7.5.2013

Bc. Martin Škubal

## Obsah

1	Seznam použitých zkratk	10
2	Úvod	13
2.1	Cíle diplomové práce	13
2.2	Struktura dokumentu	13
3	Popis principu organizace trhu s elektrickou energií v ČR a zahraničí	14
3.1	Trh s elektrickou energií	14
3.1.1	Elektroenergetický systém	15
3.1.2	Liberalizace elektrizační soustavy	16
3.1.3	Model obchodu s elektřinou	20
3.1.4	Spotová cena	27
3.2	Model trhu s elektřinou	28
3.2.1	Velkoobchod a maloobchod	28
3.2.2	Druhy trhu s elektřinou	28
3.2.3	Neorganizované trhy s elektřinou	29
3.3	Trh s elektrickou energií v zahraničí	29
3.3.1	Slovenský trh s elektrickou energií	30
3.3.2	Německý trh s elektrickou energií	31
3.3.3	Maďarský trh s elektrickou energií	31
3.3.4	Polský trh s elektrickou energií	32
3.3.5	Rakouský trh s elektrickou energií	33
4	Analýza diagramu zatížení	34
4.1	Kmenová data	34
4.2	Analýza diagramu zatížení ČR	37
4.3	Analýza diagramu zatížení regionální společnosti	42
5	Případy vzniku největších odchylek na diagramu regulační energie	47
5.1	Diagram regulační energie	47



5.2	Odchyška vzniklá výpadkem významného výrobce .....	49
5.3	Vliv obnovitelných zdrojů na diagram regulační energie .....	50
5.4	Odchyška způsobené nepřesnou předpovědí počasí .....	51
6	Vyhodnocení získaných poznatků a návržení opatření vedoucích k minimalizaci odchylek na diagramu zatížení .....	52
6.1	Velký výrobní zdroj .....	52
6.2	Obnovitelné zdroje .....	53
6.3	Vliv počasí .....	55
7	Závěr .....	57
7.1	Body řešení .....	57
7.2	Zhodnocení .....	57
8	Citovaná literatura .....	59
9	Seznam obrázků .....	61
10	Seznam tabulek .....	61
11	Seznam grafů .....	61

## 1 Seznam použitých zkratk

A	A – Průběhové měření odečítané a zasílané každý pracovní den na OTE
A11	Skutečné hodnoty - výroby
A12	Skutečné hodnoty - spotřeba
A3A1	Agregovaná skut. hodnota, měření A, výroba před.m.
A3A2	Agregovaná skut. hodnota, měření A, spotř. před.m.
A3B1	Agregovaná skut. hodnota, měření B, výroba před.m.
A3B2	Agregovaná skut. hodnota, měření B, spotř. před.m.
A3C1	Agregovaná skut. hodnota, měření C, výroba před.m.
A3C2	Agregovaná skut. hodnota, měření C, spotř. před.m.
A <sub>s</sub>	Suma spotřebních profilů typu A
ASA1	Agregovaná skut. hodnota, měření A, výroba
ASA2	Agregovaná skut. hodnota, měření A, spotřeba
ASA4	Agregovaná skut. hodnota, měření A, spotř. vyroben
ASB1	Agregovaná skut. hodnota, měření B, výroba
ASB2	Agregovaná skut. hodnota, měření B, spotřeba
ASB4	Agregovaná skut. hodnota, měření B, spotř. vyroben
ASC1	Agregovaná skut. hodnota, měření C, výroba
ASC2	Agregovaná skut. hodnota, měření C, spotřeba
ASC4	Agregovaná skut. hodnota, měření C, spotř. vyroben
A <sub>v</sub>	Suma výrobních profilů typu A
B	B – Průběhové měření odečítané a zasílané po ukončení kalendářního měsíce na OTE
B <sub>s</sub>	Suma spotřebních profilů typu B
B <sub>v</sub>	Suma výrobních profilů typu B
C	C – Neprůběhové měření odečítané a zasílané po ukončení kalendářního měsíce na OTE
CB	Elektrárna vyrábějící z biomasy
CBB	Elektrárna vyrábějící z biomasy - plyn vyráběný z biomasy
CBD	Elektrárna vyrábějící z biomasy - odpadní dřevo
CBL	Elektrárna vyrábějící z biomasy - plyn vznikající z biomasy
CBO	Elektrárna vyrábějící z biomasy - plyn vznikající z odpadů
CBP	Elektrárna vyrábějící z biomasy - odpady
CBR	Elektrárna vyrábějící z biomasy - plyn vznikající z roztlín nebo částí rostlin
CBS	Elektrárna vyrábějící z biomasy - ostatní výroba z biomasy
CFV	Fotovoltaická elektrárna
CGO	Geotermální elektrárna
CJE	Jaderná elektrárna
COS	Ostatní nedefinované elektrárny
CPE	Parní elektrárna
CPP	Paroplynová elektrárna
CPS	Plynová a spalovací elektrárna
CPV	Přečerpávací vodní elektrárna
C <sub>s</sub>	Suma spotřebních profilů typu C
CSL	Solární elektrárna
C <sub>v</sub>	Suma výrobních profilů typu C
CVM	Malá vodní elektrárna

CVT	Větrná elektrárna
CVV	Velká vodní elektrárna
ČEPS	Česká přenosová soustava
D	Denní predikce
DS	Distribuční soustavy
EAN	European Article Number/ číselný kód
ECC	European Commodity Clearing
EDEX	European Energy Derivatives Exchange
EDU	Jaderná elektrárna Dukovany
EEX	European Energy Exchange
ERÚ	Energetický regulační úřad
ES	Elektrizační soustava
EU	Evropská unie
EZ	Energický zákon č.458/2000 Sb.
HUPX	Hungarian Power Exchange
JČE	Jihočeská energetika, a.s.
JME	Jihomoravská energetika, a.s.
MAVIR	Maďarská přenosová soustava
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MVE	Malá vodní elektrárna
NN	Nízké napětí
OPM	Odběrná/předací místo
OS	Odtok ze soustavy
OTC	Over the counter market
OTE	Operátor trhu s elektřinou
OZE	Obnovitelný zdroj energie
$P_C$	Spotřeba elektrického výkonu čerpáním přečpávacími elektrárnami
PDS	Provozovatel distribuční soustavy
$P_{EX}$	Exportovaný výkon
$P_{IM}$	Importovaný výkon
$PM_{-}$	Suma výstupních předacích míst typu A,B a C
$PM_{+}$	Suma vstupních předacích míst typu A,B a C
POLPX	Polish Power Exchange
PPS	Provozovatel přenosové soustavy
$P_{pS}$	Podpůrné služby
$P_R$	Záložní (rezervní) výkon
PRE	Pražská energetika, a.s.
PS	Provozovatel soustavy
$P_S$	Spotřeba elektrického výkonu odběrateli elektrického výkonu,
PV	Povinný výkon
$P_V$	Vyrobený výkon výrobcí elektrické energie
$p_V$	koeficient přepočtu výroby na zatížení
PXE	Power Exchange Central Europe
$P_Z$	Činné ztráty v přenosových a distribučních sítích
$P_{ZA}$	Zatížení soustavy
REAS	Regionální distribuční společnost

---

RÚT	Registrovaný účastník trhu
SČE	Severočeská energetika, a.s.
SEPS	Slovenská energetická přenosová soustava
SG	Smart Grids / inteligentní síť
SME	Severomoravská energetika, a.s.
SPX	Slovak Power Exchange
STE	Středočeská energetická a.s.
TDD	Typový diagram dodávky
VČE	Východočeská energetika, a.s.
VD	Vnitrodenní predikce
VN	Vysoké napětí
VO	Odběratelé připojení na síť VVN nebo VN
VS	Vtok do soustavy
VTE	Větrná elektrárna
VVN	Velmi vysoké napětí
Z	Ztrátový profil za region
ZČE	Západočeská energetika, a.s.

## 2 Úvod

Od roku 2005 je v České republice liberalizovaný/otevřený trh s elektrickou energií a tím vznikla možnost zákazníků si zvolit svého dodavatele silové elektřiny v elektrizační soustavě. Elektrizační soustava je dynamický systém, který musí být stále v rovnováze. Pod pojmem rovnováha je myšleno na trhu s elektřinou vyrovnání nabídky výroby na jedné straně, poptávky a spotřeby na straně druhé. V liberalizovaném tržním prostředí se spotřeba neřídí predikcí v celostátním měřítku, ale je dána předem sjednaným obchodem mezi prodávajícím a kupujícím.

Tato práce popisuje současný trh s elektřinou v České republice. Analyzuje diagram zatížení a odchylky na diagramu regulační energie v elektrizační soustavě. Navrhuje možná technická a legislativní řešení vedoucí k minimalizaci odchylek na diagramu regulační energie.

### 2.1 Cíle diplomové práce

- Popsat princip organizace trhu s elektrickou energií v ČR a zahraničí.
- Analyzovat diagram zatížení v elektrizační soustavě.
- Popsat v jakých případech vznikají největší odchylky na diagramu regulační energie.
- Vyhodnotit získané poznatky a navrhnout opatření vedoucí k minimalizaci odchylek na diagramu regulační energie.

### 2.2 Struktura dokumentu

Celá diplomová práce je koncepčně rozdělena do čtyř navzájem propojených kapitol. První kapitola popisuje samotný princip organizace trhu s elektrickou energií. Objasňuje jednotlivé pojmy spojené s touto problematikou. Druhá část se zabývá analýzou diagramu zatížení a jeho rozkladem na jednotlivé složky. V případě diagramu zatížení České republiky na výrobu a export, na pokrytí diagramu jednotlivými typy výroby a rozpadem diagramu na distribuční společnosti. Diagram zatížení distribuční společnosti se analyzuje pomocí bilance sítě, rozkládá se na výrobu a vtok z nadřazené soustavy a ostatních regionálních distribučních společností. Třetí kapitola čerpá z předchozích dvou bodů zadání. Popisuje jednotlivé odchylky na diagramu regulační energie, vyhodnocuje nasazení podpůrných služeb a analyzuje příčiny těchto odchylek. Závěrečná část je věnována vyhodnocení získaných poznatků z předešlých kapitol a navrhuje možná technická nebo legislativní opatření vedoucí k omezení odchylek na diagramu regulační energie.

### 3 Popis principu organizace trhu s elektrickou energií v ČR a zahraničí.

Tato kapitola je rozdělena do tří částí. První část je věnována přechodu obchodu s elektřinou od vertikálně integrovaného systému po plně liberalizovaný. Dále popisuje model trhu s elektřinou, vymezuje jednotlivé role účastníku trhu a definuje pojem spotová cena. Druhá část kapitoly charakterizuje model trhu, jak z hlediska regulované a neregulované části, tak i z pohledu velkoobchodu a maloobchodu s elektrickou energií, a v závěru přibližuje problematiku organizovaného a neorganizovaného trhu. Poslední část kapitoly popisuje jednotlivé trhy s elektrickou energií v našem okolí.

#### 3.1 Trh s elektrickou energií

Kvalita a spolehlivost dodávky elektrické energie, je jednou z nejdůležitějších kritérií fungování elektrizační soustavy jako celku. Proto jsou této problematice věnovány první odstavce trhu s elektrickou energií.

Dosažení úspěchu na trhu s elektřinou souvisí i s podmínkou nákupu respektivě prodeje elektřiny, dodané odběrateli v požadované kvalitě a čase. Elektrická energie má to specifikum, že nelze skladovat a je tedy potřeba dodat ji v okamžiku, kdy je spotřebována. Pokud tomu tak není, vyvolá to další náklady, spojené jak s náklady vzniklými nedodávkou elektřiny, tak i s náklady, které musí být vynaloženy na zajištění náhradního způsobu zajištění potřebného objemu elektřiny [1].

Pojmem kvalita elektrické energie rozumíme sinusový průběh napětí bez jakýchkoliv projevů rušení, ať již v amplitudě nebo frekvenci. Kvalitu stanovuje Energetický regulační úřad a to vyhláškou č. 540/2005 Sb., o kvalitě dodávek elektřiny a souvisejících služeb. Tato vyhláška stanoví požadovanou kvalitu dodávek a služeb související s regulovanou činností v elektroenergetice, včetně výše náhrad za její nedodržení [1].

Při odběru elektrické energie zákazník vyžaduje, aby dostal elektrickou energii v požadovaném množství a kvalitě. U většiny odběratelů však hlavním rozhodovacím činitelem zůstává cena elektrické energie. Liberalizovaný trh by měl dát odběratelům možnost rozhodovat o ceně, kterou jsou ochotni zaplatit i v závislosti na spolehlivosti dodávky. To může mít za následek rozdělení odběratelů do více skupin podle toho, zda jsou ochotni si připlatit za zajištění vyšší spolehlivosti na straně dodávky, nebo respektují standartní spolehlivost, případně jsou ochotni obětovat na úkor spolehlivosti nižší zabezpečení dodávky elektrické energie. V tomto případě však požadují nižší cenu. I když si zákazník

může vybrat svého dodavatele, je značně omezen spolehlivostí sítě, k níž je připojen. Problém je potom rozlišit, při napájení dané oblasti zákazníky s většími požadavky na spolehlivost [1].

Z hlediska spolehlivosti řízení elektrizační soustavy, a tedy zajištění chodu trhu s elektřinou je potřeba provádět spolehlivostní a bilanční výpočty, protože elektrizační soustava je definována, jako dynamický systém, ve kterém každá okamžitá provozní veličina závisí na okamžitých hodnotách nastavení regulace a stavu systému. Tyto výpočty jsou spojené s predikcí spotřeby elektrické energie a jsou pro chod elektrizační soustavy velmi důležité z hlediska rovnováhy na trhu [1].

Pod pojmem rovnováha na trhu s elektřinou rozumíme vyrovnání strany nabídky a poptávky elektřiny v určitém časovém horizontu, aniž by docházelo k významnějším disproporcím, v kterékoliv části elektrizační soustavy [1].

### 3.1.1 Elektroenergetický systém

Elektroenergetický systém představuje technologický proces zahrnující výrobní zdroje elektrické energie, přenosovou a distribuční soustavou a zařízení pro její konečnou spotřebu [2].

Je součástí nadřazeného systému energetického hospodářství a jeho úkolem je dodávka požadovaného množství elektrické energie směrem k odběratelům v požadované době, v dohodnutém množství a kvalitě, s minimálními dopady na životní prostředí. Nákladové hledisko a optimalizace investičních a provozních nákladů jsou podmínkou úspěšnosti v obchodním prostředí konkurenčních společností [2].

Základní cíle elektroenergetického systému můžeme rozdělit na [2]:

- zajištění dostatečného množství elektrické energie v požadovaném čase
- zajištění kvality elektrické energie
- zajištění spolehlivosti dodávky elektrické energie
- minimalizaci nákladů a vlivu ES na životní prostředí
- zajištění rovnováhy na trhu s elektrickou energií

Pod pojmem „rovnováha na trhu s elektrickou energií“ rozumíme vyrovnání strany nabídky a poptávky v jakémkoliv časovém horizontu, aniž by docházelo k význačnějším fyzikálním disproporcím v jednotlivých částech ES. Výroba musí probíhat v požadované výši a pouze v době, kdy se uskutečňuje spotřeba [2].

Pro každý časový okamžik v ES platí [2]:

$$P_V = P_S + P_Z + P_R \text{ [MW]}$$

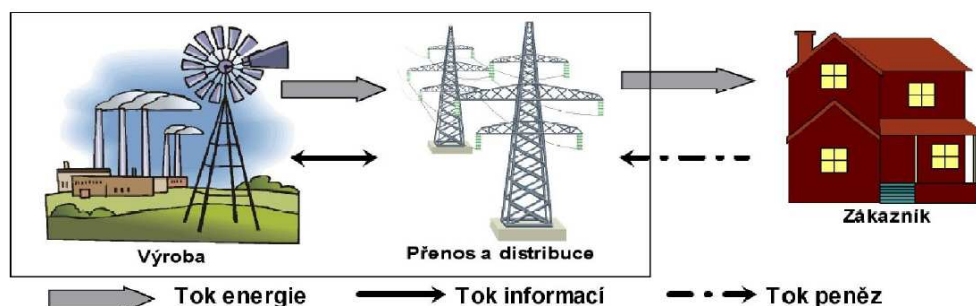
$P_V$  – vyrobený výkon výrobcí elektrické energie,  $P_S$  – spotřeba elektrického výkonu odběrateli elektrického výkonu,  $P_Z$  – činné ztráty v přenosových a distribučních sítích,  $P_R$  – záložní (rezervní) výkon, který je nutné mít k dispozici.

### 3.1.2 Liberalizace elektrizační soustavy

Elektrická energie je základem národního hospodářství každého státu. Díky její nenahraditelnosti v konečném užití její spotřeba neustále roste. Odvětví zabývající se přeměnami energie, jejím transportem, distribucí a užitím elektrické energie se nazývá elektroenergetika [2].

#### Vertikálně integrovaný systém

V celé Evropě, před začátkem liberalizace na počátku 90. let, byly dodávky v dané geografické oblasti zajišťovány jedinou, vertikálně integrovanou společností, zahrnující všechny oblasti elektroenergetiky – od výroby, přes přenos až po distribuci elektrické energie [2].



Obrázek 1 Vertikálně integrovaný systém [2]

Charakteristické znaky ve vertikálně integrované systému je možné shrnout takto [2]:

- centralizace společností zabývajících se technologií přeměn – transportu – distribuce a užití elektrické energie a jejího řízení
- maximalizace technických parametrů
- jeden nebo maximálně dva produkty společnosti
- neexistence konkurence
- jednotná cenová politika



Právní a finanční dohled byl vykonáván státem, který řídil míru výnosnosti vynaložené investice a zabezpečoval investování finančních prostředků do zařízení pro trvalou a spolehlivou dodávku elektrické energie, nejen v daném období, ale i ve výhledu do budoucna [2].

Pro zákazníka to sice znamenalo větší míru jistoty v zabezpečení dodávek elektrické energie, ale na druhou stranu nesl v ceně elektrické energie investice této společnosti, ať už byly nutné či nikoliv [2].

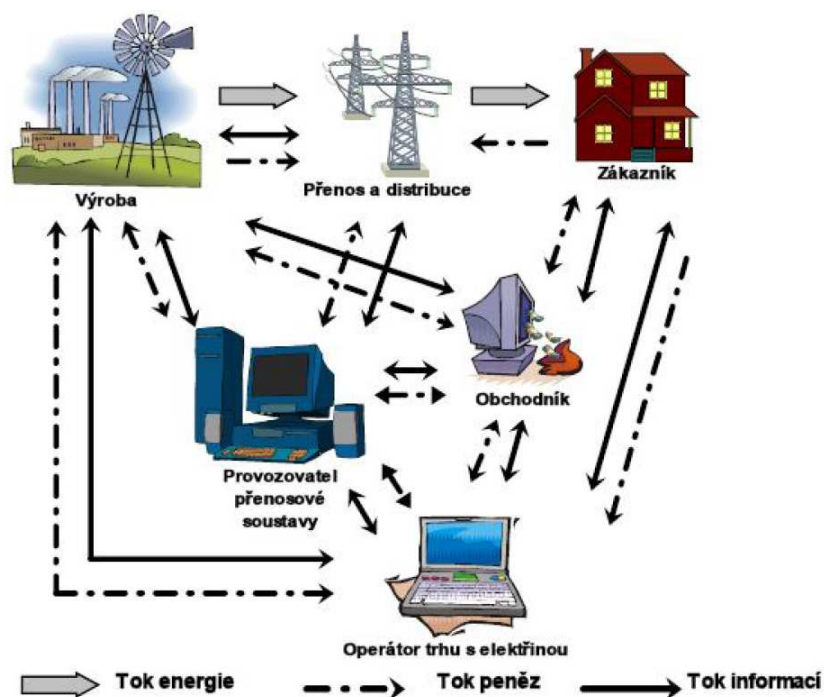
Snahy a požadavky velkých odběratelů, kteří v zájmu využití výhod plynoucích z rozdílu cen usilovali o možnost přístupu také k jiným energetickým podnikům než jen ke svému dodavateli, vedly v průmyslově vyspělých zemích ke změně přístupu od stávajícího, vertikálně – integrovaného modelu elektroenergetiky, směrem k otevření konkurence. K tomu přispěl i vývoj a stavba malých kogeneračních elektráren, bloků s paroplynovým cyklem a dalších moderních zdrojů, umístěných v místě spotřeby a schopných ve výrobě elektřiny konkurovat velkým elektrárnám dodávajících elektřinu do propojené sítě dále od místa spotřeby [2].

### *Liberalizace energetického odvětví*

Charakteristické znaky liberalizovaného energetického odvětví je možné vyjádřit následujícími podmínkami a skutečnostmi [2]:

- existuje legislativa umožňující podnikání v energetice
- uskutečnění privatizace v sektoru energetiky
- vytvoření konkurenčního prostředí, podnikové strategie jsou zaměřeny na strategii odbytu
- existence nových informačních technologií.
- uplatnění marketingu, zákaznické modely chování energetické společnosti
- potřeba průhlednosti trhu energie, průhlednost toku financí

Liberalizace odvětví vedla k rozšíření trhu s elektrickou energií o další subjekty, které si konkurují na trhu s elektrickou energií a zároveň nesou všechna investiční rizika [2].



Obrázek 2 Zjednodušený pohled na liberalizovaný trh s elektrickou energií [2]

V současné době je rozhodující pro konečného zákazníka cena elektrické energie, která je vytvářena na nezávislém velkoobchodním trhu. Cena silové elektřiny na velkoobchodním trhu má obvykle jednoduchou strukturu - peněžní jednotky za MWh [2].

Jak už bylo zmíněno, jedním z cílů liberalizace vertikálně integrované elektroenergetiky, bylo zajistit možnost odběratele elektrické energie, vybrat si takového dodavatele elektřiny, který ho svou nabídkou dokáže nejlépe oslovit. Otevírání trhu s elektřinou v Evropě bylo zahájeno přijetím směrnice Evropského parlamentu a Rady 92/92/ES o společných pravidlech vnitřního trhu s elektřinou, která byla zakomponována do energetického zákona č. 458/2000 Sb. „Zákon o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a změně některých zákonů“ (dále jen EZ). Tento zákon definoval harmonogram otevření trhu elektřinou v několika etapách, a to dle velikosti spotřeby elektrické energie konečných zákazníků. Další posun v oblasti obchodování s elektřinou a plynem byl důsledkem nové směrnice Evropského parlamentu a rady 2003/54/ES o společných pravidlech pro vnitřní trh s elektrickou energií ze dne 26.06.2003, která nahradila původní směrnici 96/92/ES. Důležitým bodem směrnice je povinnost všech zemí EU plně otevřít trh s elektřinou k 01.07.2007. Následná novela EZ 278/2003 Sb. se zaměřila i na tento časový plán a upravila časový harmonogram otevření trhu s elektřinou v ČR. Česká republika časové podmínky EU pro otevření trhu s elektřinou nejenže splnila, ale dokonce národní trh s elektřinou otevřela v předstihu, a to k 01.01.2006 pro všechny konečné zákazníky [2].

Měsíc	Celkem	Podle napěťových hladin				Podle kategorie			
	OPM	VVN	VN	NN	nezadáno	VO	MOP	MOO	ostatní
leden	99 708	35	7 156	91 881	636	9 746	30 640	58 687	635
únor	32 032	1	123	31 902	6	350	4 562	27 115	5
březen	32 538	3	115	32 397	23	295	5 397	26 839	7
duben	36 931	0	73	36 849	9	715	6 484	29 731	1
květen	30 810	0	62	30 722	26	552	2 565	27 686	6
červen	35 225	4	68	35 132	21	465	2 477	32 279	4
červenec	30 726	1	89	30 557	79	703	3 380	26 640	3
srpen	25 147	1	74	25 061	11	879	2 217	22 042	4
září	28 736	0	58	28 673	5	861	2 149	25 674	52
říjen	29 769	0	86	29 667	16	1 077	2 813	25 872	7
listopad	52 287	1	131	52 148	7	1 841	2 967	47 451	27
prosinec	39 219	5	435	38 763	16	4 726	2 011	32 338	137
Celkem rok	473 128	51	8 470	463 752	855	22 210	67 662	382 354	888

**Tabulka 1 Počet změn dodavatele elektřiny na odběrných a OPM za rok 2012 [3]**

Ve výše uvedené tabulce 1 jsou uvedeny změny dodavatele elektrické energie na trhu s elektřinou v České republice registrované v systému OTE za rok 2012. Tabulka je členěná podle napěťové hladiny a podle kategorie odběru.

Každá změna dodavatele je v systému OTE registrována a potvrzována. Poté je vztažena k odběrnému předávacímu místu (OPM), tj. k měřenému místu, kde dochází k předání a převzetí elektřiny mezi dvěma účastníky trhu, resp. k odběru elektrické energie [2].

### **Ekonomika řízení výroby elektřiny**

Ekonomika řízení výroby elektřiny je na trhu velkou měrou zajišťována dispečerským řízením už na úrovni jednotlivých výrobců v rámci jejich výrobního portfolia. Na systémové úrovni pak dochází dispečerským řízením PPS a PDS k zajištění spolehlivého provozu celé ES, resp. přenosové a dále distribuční soustavy. Z časového hlediska je dispečerské řízení na úrovni výrobce i systému realizováno [2]:

- v krátkodobé přípravě provozu (týdenní příprava provozu, denní příprava provozu), a to částech pro energetické zdroje, sítě a zahraniční spolupráci
- v operativním řízení provozu (ve stejném členění jako v krátkodobé přípravě provozu, s doplněním opatření v případě výpadků)
- v technickém hodnocení provozu

Pro tyto účely jsou k dispozici výpočtové programy a simulační software, který umožňuje dispečerskému personálu hledat řešení v jejich rozhodovacích činnostech, zejména za účelem dosažení ekonomické výroby elektřiny. Základním úkolem této operace je pokrytí prodaného výkonu (zatížení) daného výrobce výkony jednotlivých jednotek tak, aby celkové náklady výroby v daném časovém úseku byly minimální [2].

### 3.1.3 Model obchodu s elektřinou

Následující podkapitola popisuje model obchodu s elektřinou, vztahů mezi výrobou a spotřebou, toku elektrické energie a financí. Dále objasňuje činnosti jednotlivých účastníků trhu od výrobců až po konečné zákazníky.

#### *Vztahy mezi výrobou a spotřebou*

Rozhodující část výroby je soustředěna v nevelkém počtu velkých zdrojů. Musí být zajištěna doprava elektřiny do míst spotřeby. Spotřeba elektřiny se naopak vyznačuje velkým rozptýlením po celém území. Obchod s elektřinou se může uskutečnit pouze mezi dvěma subjekty (jedna z možností obchodu), ale realizace tohoto obchodu může být ovlivněna jinými obchody s elektřinou, stejně jako stavem elektrizační soustavy jako celku. Uzavřený obchod může zároveň ovlivnit realizovatelnost jiných transakcí. Při obchodování je třeba respektovat technologické problémy elektrizační soustavy. Technologická omezení elektrizační soustavy mohou mít své, velmi významné dopady i v základním parametru obchodu s elektřinou, jímž je cena. Zvláštnosti obchodu s elektřinou jsou oproti jiným komoditám dány především její neskladovatelností. To znamená, že elektrizační soustavy musí mít vyrovnanou technologickou i obchodní bilanci v každém okamžiku [4].

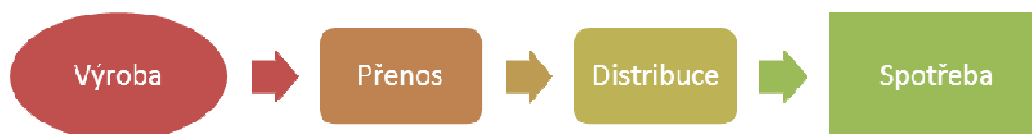
Pro identifikaci všech objektů připojených k elektrizační soustavě je potřeba označit místo, kde zákazník odebírá elektřinu i místo kde výrobce, případně dodavatel dodává elektřinu do elektrizační soustavy. V souladu s legislativou se rozumí [4]:

- odběrným místem – odběrné elektrické zařízení jednoho odběratele, včetně měřících transformátorů, jehož odběr je měřen jedním měřícím zařízením nebo jiným způsobem na základě dohody
- předávacím místem – místo předání a převzetí elektřiny mezi dvěma účastníky trhu s elektřinou

Z hlediska obchodu, zvláště pak v systému operátora trhu, se hovoří o tzv. OPM (odběrná a předávací místa). OPM zajišťuje informační propojení mezi obchodním prostředím a

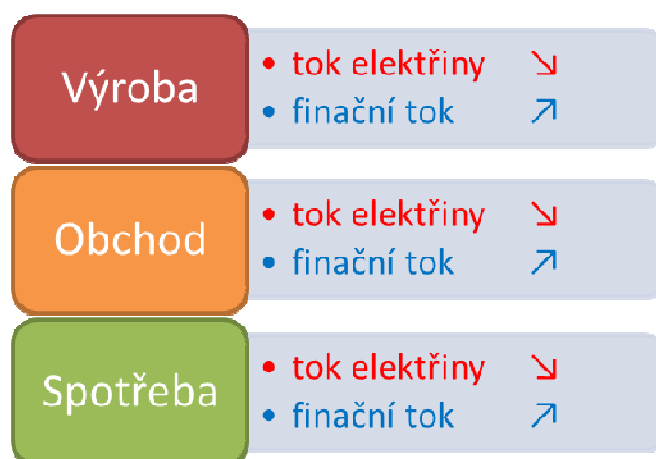
technologií elektrizační soustavy. Informují, o jaký typ místa (uzel elektrizační soustavy) se jedná a kde je umístěn [4].

Zjednodušeně je zobrazen proces technologie přenosu elektřiny mezi výrobcem a spotřebitelem elektřiny na níže uvedeném obrázku 3.



Obrázek 3 Fyzikální řetězec výroba – spotřeba

Na realizaci obchodu s elektřinou se podílí i doprava elektřiny. Z hlediska obchodu s elektřinou je základní vztah prodávající a kupující. Typický obrázek pro prodej elektřiny je obrázek 4. Do vztahu mezi výrobou a spotřebou vstupuje obchod [4].



Obrázek 4 Základní zjednodušené schéma obchodu s elektřinou

Na obrázku 4 je zobrazeno fiktivní předání elektřiny od výroby přes obchodníka ke spotřebiteli. Ve skutečnosti se toky elektřiny elektrizační soustavou řídí fyzikálními zákony. Finanční toky na Obrázek 4 jsou zobrazeny od spotřeby k výrobě. Ve skutečnosti se může jednat o mnohem složitější finanční toky. Obchod s elektřinou je již v současnosti velmi rozvinutý systém, který se vyznačuje velkou různorodostí v jednotlivých částech obchodu s elektřinou [4].

Obchod s elektřinou můžeme rozdělit podle regulace na:

- úplně regulovaný
- regulaci vybraných částí

Úplně regulovaný obchod znamená, že zejména cena, případně i ostatní parametry, jsou stanoveny autoritou (energetický regulační úřad) a jsou závazné pro všechny účastníky obchodu. Při regulaci vybraných částí autorita stanovuje cenu obvykle jen části vstupu, ale další části například investice nikoliv [5].

Dále můžeme obchod s elektřinou dělit podle trhu na:

- organizovaný
- neorganizovaný

Obchod na bázi trhu znamená, že cenu elektřiny určují účastníci tohoto trhu. Ten se dále dělí na organizovaný, kdy zejména cena i zobchodovatelné množství elektřiny jsou stanovovány na základě předem známých pravidel a postupů obecně dostupnou organizací. Pojem neorganizovaný trh se vztahuje k dvoustranným smlouvám [5].

### *Účastníci trhu s elektřinou*

Účastníky trhu s elektřinou dělíme na základní a zvláštní. Mezi základní účastníky patří: výrobci, obchodníci, koneční zákazníci a subjekt zúčtování. Do druhé skupiny patří: provozovatel přenosové soustavy, provozovatel distribučních soustav, operátor trhu a burza. V následujících odstavcích jsou definováni jednotliví účastníci trhu.

### *Výrobce*

Výrobce může na základě licence provozovat zařízení na výrobu elektřiny. Výrobna elektřiny je energetické zařízení pro přeměnu různých forem energie na elektřinu. Výrobce elektřiny je právnická nebo fyzická osoba, která do obchodu s elektřinou vstupuje za účelem jejího prodeje obchodníkům s elektřinou. Právním výrobcem je [4]:

- připojit své zařízení k elektrizační soustavě, pokud je držitelem licence a splňuje podmínky připojení k přenosové soustavě nebo distribučním soustavám
- dodávat elektřinu prostřednictvím přenosové nebo distribuční soustavy

### **Obchodník s elektřinou**

Obchodník s elektřinou je fyzická či právnická osoba vlastníci licenci na obchod s elektřinou a nakupující elektřinu za účelem jejího prodeje. Obchodník je asi nejvolněji definovaný účastník trhu z hlediska technologický vazeb. Obchodník s elektřinou má právo [4]:

- na dopravu dohodnutého množství elektřiny, pokud má uzavřenou smlouvu o přenosu nebo distribuci
- nakupovat elektřinu od držitelů licence na výrobu a od držitelů licence na obchod a prodávat ji ostatním účastníkům trhu s elektřinou

### **Koneční zákazníci**

Konečným zákazníkem je myšlena fyzická či právnická osoba, která odebranou energii pouze spotřebovává. Pojem konečný zákazník je často nahrazován pojmem zákazník. Zákazníci se z hlediska přístupu k elektrizační soustavě dělí na [4]:

- oprávněné zákazníky, což jsou fyzické či právnické osoby, které mají právo k přístupu k přenosové a distribuční soustavě za účelem volby dodavatele elektřiny
- chráněné zákazníky, což jsou fyzické či právnické osoby, které mají právo na připojení k distribuční soustavě a na dodávku elektřiny ve stanovené kvalitě a za regulované ceny

### **Subjekt zúčtování**

Subjekt zúčtování je fyzická nebo právnická osoba, pro kterou operátor trhu na základě smlouvy o zúčtování odchylek provádí vyhodnocení, zúčtování a vypořádání odchylek [6].

Subjekt zúčtování vznikl z vnitřních potřeb trhu s elektřinou. Spojuje závazky a povinnosti dodávky ve vztahu k elektrizační soustavě jako celku. Sleduje, zda tito účastníci jako celek plní své obchodní závazky a povinnosti. Výsledkem je rozdíl mezi závazkem dodávky a skutečnou realizací – odchylkou [4].

### **Přenosová soustava**

Přenosová soustava je vzájemně propojený soubor vedení a zařízení 400 kV, 220 kV a vybraných vedení a zařízení 110 kV. sloužících pro zajištění přenosu elektřiny pro celé území České republiky a propojení s elektrizačními soustavami sousedních států, včetně systémů měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky; přenosová soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu [6].

Provozovatel přenosové soustavy má tyto hlavní úkoly [7]:

- zajišťuje bezpečný, spolehlivý a efektivní provoz, obnovu a rozvoj přenosové soustavy a propojení přenosové soustavy s jinými soustavami, a proto zabezpečuje podpůrné služby a dlouhodobou schopnost přenosové soustavy uspokojovat přiměřenou poptávku po přenosu elektřiny. Spolupracuje s provozovateli propojených přenosových soustav a podílí se na integraci vnitřního evropského trhu s elektřinou
- poskytuje přenos elektřiny na základě uzavřených smluv
- řídí toky elektřiny v přenosové soustavě při respektování přenosů elektřiny mezi propojenými soustavami ostatních států ve spolupráci s provozovateli distribučních soustav v elektrizační soustavě.
- odpovídá za zajištění systémových služeb pro elektrizační soustavu na úrovni přenosové soustavy.
- v případě existujícího či hrozícího nedostatku kapacity přenosové soustavy informuje dotčené účastníky trhu s elektřinou na základě jejich žádosti o důvodech, pro které neuskutečnil přenos elektřiny.

### *Distribuční soustava*

Distribuční soustava je vzájemně propojený soubor vedení a zařízení o napětí 110 kV, s výjimkou vybraných vedení a zařízení o napětí 110 kV, která jsou součástí přenosové soustavy, a vedení a zařízení o napětí 0,4/0,23 kV, 1,5 kV, 3 kV, 6 kV, 10 kV, 22 kV, 25 kV nebo 35 kV sloužící k zajištění distribuce elektřiny na vymezeném území České republiky, včetně systémů měřicích, ochranných, řídicích, zabezpečovacích, informačních a telekomunikačních techniky včetně elektrických přípojek ve vlastnictví provozovatele distribuční soustavy; distribuční soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu [6].

Provozovatelem distribuční soustavy je distribuční společnost. Distribuční společnost má tyto hlavní úkoly [8]:

- zajišťuje spolehlivé provozování, obnovu a rozvoj distribuční soustavy na území vymezeném licencí. Umožňuje distribuci elektřiny na základě uzavřených smluv
- řídí toky elektřiny v distribuční soustavě při respektování přenosů elektřiny mezi ostatními distribučními soustavami a přenosovou soustavou ve spolupráci s provozovateli ostatních distribučních soustav a provozovatelem přenosové soustavy



- nakupovat s nejnižšími náklady podpůrné služby a elektřinu pro krytí ztrát elektřiny v distribuční soustavě a pro vlastní potřebu
- zajišťovat všem účastníkům trhu s elektřinou neznevýhodňující podmínky pro distribuci elektřiny distribuční soustavou
- zajišťovat měření v distribuční soustavě včetně jejich vyhodnocování a předávat operátorovi trhu naměřené a vyhodnocené údaje a další nezbytné informace pro plnění jeho povinností

### *Operátor trhu*

Společnost OTE, a.s., byla založena dne 18.04.2001 jako akciová společnost, jejímž zakladatelem a jediným akcionářem je stát Česká republika. Výkon akcionářských práv provádí z pověření státu Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky. Původní obchodní firma společnosti – Operátor trhu s elektřinou, a.s. – byla ke dni 29.10.2009 změněna na OTE, a.s., a to v souvislosti s novou úlohou v oblasti plynárenství [9].

Hlavní úkoly OTE [9]:

- vyhodnocování, zúčtování a vypořádání odchylek mezi sjednanými a skutečnými dodávkami a odběry elektřiny nebo plynu
- organizování krátkodobého trhu s elektřinou a krátkodobého trhu s plynem a ve spolupráci s provozovatelem přenosové soustavy organizování vyrovnávacího trhu s regulační energií
- zpracovávání měsíční a roční zprávy o trhu s elektřinou a měsíční a roční zprávy o trhu s plynem v České republice
- zpracovávání zprávy o budoucí očekávané spotřebě elektřiny a plynu a o způsobu zabezpečení rovnováhy mezi nabídkou a poptávkou elektřiny a plynu
- zpracovávání podkladů pro návrh Pravidel trhu s elektřinou a Pravidel trhu s plynem
- zajišťování skutečných hodnot dodávek a odběrů elektřiny nebo plynu pro účastníky trhu
- zajišťování zpracování typových diagramů dodávek v součinnosti s provozovateli distribučních soustav
- zpracování obchodních podmínek operátora trhu pro elektroenergetiku a pro plynárenství
- zúčtování a vypořádání regulační energie nebo vyrovnávacího plynu včetně zúčtování při stavech nouze

### **Burza**

Burzy mohou v jednotlivých státech vznikat při respektování obecné legislativy, zejména zákona o burzách, prospektivně o komoditních burzách. Ty pak vydávají hlavně burzovní pravidla a burzovní řady, jimiž se účastníci obchodování na burze musí řídit. V ČR existuje Power Exchange Central Europe, a.s. (PXE) [4].

Power Exchange Central Europe, a.s. byla založena v červenci 2007 a umožňuje obchodování s elektrickou energií s místem dodání v Česku, na Slovensku a v Maďarsku. Burza poskytuje anonymní obchodování se standardizovanými produkty se zajištěným vypořádáním [10].

Základní principy a aspekty obchodování na PXE jsou [10]:

- Obchodování s elektrickou energií v podobě komoditních futures:
  - s fyzickou dodávkou
  - s finančním vypořádáním včetně fyzického plnění
- Měna obchodování: EUR
- Centrální "protistrana"
- Účastník obchodování má smluvní vztah se zúčtovací bankou
- Účastník obchodování musí poskytnout garanci pro zúčtování obchodů (maržové požadavky)
- Garance vypořádání - založená na denním vypořádání M2M a maržových požadavcích
- Alokace rizika - působnost zúčtovacích bank a clearingového fondu
- Vylučně elektronické obchodování - softwarová aplikace Trayport GlobalVision
- Anonymní obchodní systém

### **Energetický regulační úřad**

Energetický regulační úřad (ERÚ) byl zřízen 1. ledna 2001 zákonem č. 458/2000 Sb., ze dne 28. listopadu 2000, o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, jako správní úřad pro výkon regulace v energetice [11].

Úřad sídlí v Jihlavě, dislokované pracoviště je v Praze. Řídí ho předseda, kterého na 5 let jmenuje a odvolává vláda [11].

Hlavní úkoly ERÚ [11]:

- podpora hospodářské soutěže
- podpora využívání obnovitelných a druhotných zdrojů energie
- ochrana zájmů spotřebitelů v těch oblastech energetických odvětví, kde není možná konkurence

Základním úkolem odboru elektroenergetiky ERÚ je stanovování cen za přenos a distribuci elektřiny a souvisejících služeb, stanovení a úprava pravidel, kterými se řídí trh s elektřinou a určení podmínek přístupu k sítím pro zákazníky a výrobce. Zabývá se podporou výroby elektřiny z obnovitelných a dalších ekologických zdrojů. Mezi činnosti odboru patří také zpracování statistiky v elektroenergetice. Odbor elektroenergetiky je organizačně členěn na dvě oddělení - oddělení regulace cen a oddělení regulace zdrojů a sítí [11].

#### 3.1.4 Spotová cena

Otázkou jak tvořit ceny elektřiny byla a je stále řešena. A to jak v rigidně řízené energetice, tak i v prostředí trhu s elektřinou. Základem specifických problémů cenotvorby elektřiny je její neskladovatelnost. To znamená zajištění rovnováhy mezi nabídkou a poptávkou, v reálném čase, ve všech místech elektrizační soustavy. Zajištění rovnováhy v reálném čase vyžaduje i stálou pohotovost dopravních cest. Zdroje i spotřebitelé jsou ovlivňováni činnostmi ostatních zdrojů a spotřebitelů i stavem a provozem dopravních cest (přenosové a distribuční soustavy) [4].

Základní úvahy při formulování pojmu spotová cena zejména jsou [5]:

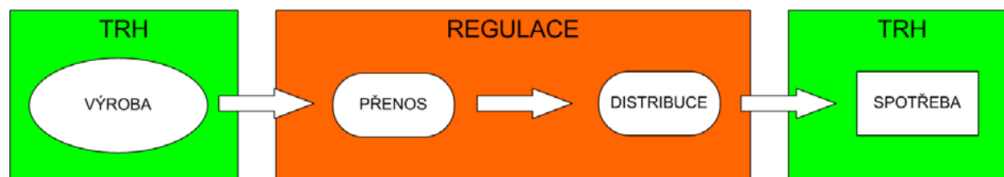
- závislost ceny elektřiny na čase
- závislost ceny elektřiny na umístění dodávky či poptávky v rámci elektrizační sítě
- stochastičnost funkce nabídky a poptávky z hlediska času a místa
- vliv konkrétních konfigurací elektrizační soustavy na cenu elektřiny

Pojmem spotová cena se rozumí cena v daném odběrném místě pro každý časový okamžik. Je to tedy okamžitá cena. Díky stanovení okamžité ceny elektřiny je ovlivňováno chování zákazníka takovým způsobem, že se chová z hlediska maximalizace celkového bohatství optimálním způsobem. Je použit měrně silný vstupní předpoklad, že je poptávka nezávislá na minulých a budoucích cenách [4].

### 3.2 Model trhu s elektřinou

Při úvahách o zavedení trhu s elektřinou do obchodování s elektřinou bylo nejprve třeba vyřešit základní model obchodování. Základní model, který se v současné době používá, je ukázán na obrázku 5. Technologický proces dodávky elektřiny se z hlediska obchodu s elektřinou rozdělil na dvě části [5]:

- doprava elektřiny – předpokládá se existence přirozeného monopolu
- dodávka a obchod – možnost existence trhu s elektřinou



Obrázek 5 Model trhu s elektřinou [5]

Trh s elektřinou se obecně uskutečňuje mezi stranou dodávky a stranou spotřeby. Je samozřejmě a obvyklé, že do celého procesu vstupují obchodníci, což je asi nejdynamičtější prvek celého procesu. Doprava elektřiny se přímo nezúčastňuje trhu s elektřinou. Lze však říci, že ho ovlivňuje, a to i výrazně. Doprava se může projevat na trhu s elektřinou v zásadě dvojnásobem [5]:

- obchodní transakce jsou zpoplatněny cenami za transport
- cena za dopravu je proměnlivá v čase a místě a není předem stanovena

#### 3.2.1 Velkoobchod a maloobchod

Není zatím dána přesná definice velkoobchodu a maloobchodu s elektřinou, platná pro všechny druhy obchodu. S přihlédnutím k praxi v ČR lze prohlásit, že na velkoobchodním trhu nakupují a prodávají elektřinu subjekty zúčtování mezi sebou. Na maloobchodním trhu se pak převážně realizují obchodní vztahy typu – subjekt zúčtování versus účastník trhu, případně účastník trhu versus účastník trhu [5].

#### 3.2.2 Druhy trhu s elektřinou

Účastník trhu může nakoupit nebo prodat elektřinu na organizovaném i neorganizovaném trhu s elektřinou. V případě účastníka trhu, který realizuje spotřebu nebo výrobu, je velmi pravděpodobné, že nedokáže přesně nakoupit, nebo prodat, a tím vznikne odchylka [5].

### **Krátkodobý a dlouhodobý organizovaný trh**

Z hlediska teorie spotových cen by měly proběhnout obchody s elektřinou těsně před jejich realizací, což je ovšem mimo jiné hlavně z technologických důvodů neproveditelné. Krátkodobé organizované trhy obvykle dělíme na [5]:

- denní trh se elektřinou – ve dni D-1 nebo nejbližším předchozím pracovním dni se obchoduje den D
- vnitrodenní trh s elektřinou – obvykle po skončení denního trhu se otevírá vnitrodenní trh, který končí svou činnost většinou několik desítek minut před termínem realizace

Základním principem krátkodobého obchodování, a to zejména denního, je aukce. Aukce je zvláštní forma obchodního trhu, při níž se soustřeďuje nabídka určitého zboží a poptávka po něm v jednom místě a v daném čase [5].

O dlouhodobých organizovaných trzích s elektřinou se někdy také hovoří jako o finančních trzích s elektřinou. Vychází se z předpokladu, že kontrakty, uzavřené na dlouhodobých organizovaných trzích, mohou být, nebo dokonce musí být, při jejich realizaci finančně vypořádány. A priori se nepředpokládá, na rozdíl od organizovaného krátkodobého trhu, naplnění kontraktů fyzickou dodávkou elektřiny [5].

### **3.2.3 Neorganizované trhy s elektřinou**

O neorganizovaném trhu s elektřinou se obvykle hovoří jako o bilaterálním dvoustranném trhu. Bilaterální obchody mohou účastníci trhu sjednávat až do chvíle uzavření obchodu. Do tohoto okamžiku musí být všechny relevantní obchody v podmínkách ČR registrovány v systému operátora trhu. Obchody uzavřené od tohoto termínu se již nedostanou do systému a mohou být zdrojem vzniku odchylek. Téměř absolutní volnost na bilaterálním trhu s elektřinou má i své stinné stránky, k nim patří [5]:

- potřeba nalezení protistrany
- uzavření smluv na jednotlivé transakce je časově i odborně náročné
- absence cenových signálů omezuje efektivnost rozhodování

## **3.3 Trh s elektrickou energií v zahraničí**

Poslední část první kapitoly je zaměřena na trhy s elektrickou energií v našem blízkém okolí. Popisuje trhy s elektřinou u našich sousedů na Slovensku, Polsku, Německu, Rakousku a vzdálenějším Maďarsku. Každý z těchto trhů je přizpůsoben svým potřebám jak legislativním

tak i ekonomickým a technickým. V poslední době se jednotlivé trhy navzájem propojují, příkladem může být propojení našeho trhu s elektřinou se Slovenskem a Maďarskem.

### 3.3.1 Slovenský trh s elektrickou energií

Trh započal založením společnosti Slovak Power Exchange (SPX) v lednu roku 2005 pouze pro velkooběratele. Domácnostem bylo umožněno zvolit si dodavatele elektřiny od července 2007. Společnost SPX je poskytovatelem informací a zprostředkovatelem služeb při obchodování s elektrickou energií prostřednictvím obchodní platformy SPX. Účastníci obchodování jsou zastoupeni 34 subjekty z řady tradičních a alternativních dodavatelů elektřiny. SPX umožňuje účastníkům nákup a prodej elektřiny z dodacích míst SEPS, ČEPS a MAVIR. Dále nabízí možnost anonymního a neanonymního obchodování. Obchodování zde můžeme rozdělit do několika sekcí [12]:

- vnitrodenní diagramy
- denní diagramy
- krátkodobý trh (obchodování denních, víkendových a týdenních produktů)
- dlouhodobý trh (měsíční, čtvrtletní a roční)

Roku 2008 vznikla myšlenka market couplingu, tedy propojení spotových trhů s elektrickou energií v České republice a Slovenské republice. Tento nápad vznikl po úvahách, jakým směrem se vydá trh po odstavení jaderné elektrárny v Jaslovských Bohunicích. Primární koordinátoři česko-slovenského trhu ČEPS a SEPS se střídají každý po dobu tří měsíců. Podmínky pro obchodníky, kteří se chtějí stát účastníkem československého denního trhu [12]:

- uzavření smlouvy se SEPS
- uzavření smlouvy o zaúčtování odchylek se SEPS
- složení finanční zálohy

Obchody s elektrickou energií typu futures se nyní sjednávají na PXE, tento způsob obchodování byl zahájen v říjnu roku 2008 a o pět měsíců později začala PXE obchodovat i s maďarskou elektřinou [12].

Futures kontrakt je dohoda dvou stran o nákupu/prodeji standardizovaného množství elektřiny v předem specifikované kvalitě za danou cenu, k danému budoucímu datu. Futures kontrakty se obchodují na burzách, které stanovují pravidla obchodování. Kupující kontraktu se

zavazuje, že ve stanovené době odebere dané množství elektřiny za určenou cenu a neplatí plnou hodnotu odpovídající ceně elektřiny. Celková částka se vyrovná při expiraci (skončení) [12].

### 3.3.2 Německý trh s elektrickou energií

Tento trh je jedním z největších v Evropě. Na domácím trhu se spotřebovalo kolem 555 TWh. Dominují zde čtyři integrované společnosti: E.ON, RWE, Vattenfall a EnBW, které pokrývají zhruba 50% poptávky po elektrické energii. Dále na trhu figurují regionální a obecní dodavatelé energie, kteří mohou distribuovat a prodávat aktiva. V roce 1998 byl plně otevřen trh s elektřinou a plynem. Otevření trhu, vedlo k začátku velké hospodářské soutěže, což umožnilo vstup i zahraničních klientů a snížení ceny pro koncové spotřebitele. Vznikl regulátor trhu BNA, který se pustil do zavádění opatření pro podporu hospodářské soutěže. Dalším důležitým krokem k liberalizaci trhu bylo zavedení jednotného připojovacího procesu pro všechny účastníky trhu. To zahrnovalo standardní kroky pro zpracování dat [13]:

ECC je ústav zabývající se zúčtováním a výměrou transakcí s elektrickou energií a souvisejících produktů na OTC trzích. Od jeho založení v roce 2006 se stále rozšiřuje burzovní síť. V současné době poskytuje své účetní služby pro finanční transakce uzavřené na APXENDEX, CEGH, EEX, EPEX spot, HUPX a Powernext [13].

Jeho automatizované a integrované účtování a riziková správa řady trhů a komodit, umožnil ECC standardizaci procesů a nižší požadavky na zajištění. Za každý obchod uzavřený prostřednictvím burzy, přebírá ECC rizika protistrany a garantuje všechny finanční závazky obchodujících stran. Ochrana proti nedodržení povinnosti je zajištěna denním vypořádáním zisků a ztrát a mezinárodně schválené rozpětí systému. Kupujícím i prodávajícím je garantována naprostá anonymita [13].

### 3.3.3 Maďarský trh s elektrickou energií

V roce 1991 dochází v Maďarsku k restrukturalizaci trhu s energiemi. Byla započata privatizace a liberalizace v energetickém sektoru. Nyní je většina státního energetického průmyslu převážně v soukromém vlastnictví. MVM, bývalý státní monopol, má ve vlastnictví přenosové sítě a jedinou jadernou elektrárnu v zemi. Tato společnost zodpovídá za dovoz a vývoz a hraje jedinou roli obchodníka v zemi. V roce 2001 se ceny elektřiny zvedly o 14% a distributoři začali jednat s regulátorem trhu o oprávnění dovážet elektřinu přímo. Úplná liberalizace trhu nastala počínaje rokem 2003 pro zákazníky s roční spotřebou 6,5GWh. Rokem 2004 začaly platit státem regulované ceny pro drobnější spotřebitele [14].

Maďarsko má dva významné trhy s elektřinou MVM a HUPX.

Společnost patří do skupiny řízené MVM Group, je to jedna z nejdůležitějších částí odvětví národního hospodářství a domácí elektroenergetiky. Její aktivity zahrnují oblasti výroby, přenosu, řízení a ochod s elektřinou. Skupinové spojení s dalšími podniky v zemi vytvářejí integrovaný celek, umožňující základ pro vývoj a externí výdaje, které jsou nezbytné pro činnost v elektrizační soustavě. MVM trade s.r.o. je od roku 2008 obyčejným obchodníkem jako každý jiný působící v Maďarsku. Dříve vlastnila velkoobchodní licenci pro prodej elektřiny [15].

Trh HUPX je plně elektronicky organizovaný, nabízí spotový obchod s produkty D-1 na dodávku elektřiny v Maďarsku. Produkty, s kterými může být obchodováno na HUPX, jsou standardními smlouvami pro fyzické dodávky elektřiny. Určitý postup jednotlivých obchodů je dán dokumenty vyplývající z pravidel trhu, kodexu obchodování a provozními předpisy. Pro dodržování pravidel a předpisů, je vytvořen úřad dohlížející na trh, aby zde bylo zajištěno spravedlivé a transparentní obchodování. Provozní pravidla obsahují podrobnější opatření týkající se smluvních a obchodních parametrů. Pravidla trhu upřesňují hlavní rozhodnutí o organizaci a provozu na burze. Provozní řád obsahuje podrobnější opatření o smluvních a obchodních parametrech. Kodex chování obsahuje pravidla, která musí členové HUPX dodržovat, aby se dosáhlo spravedlivého a transparentního chování na trhu [16].

### 3.3.4 Polský trh s elektrickou energií

Distributoři elektrické energie v Polsku umožňovali od roku 1990 uzavírání kupních smluv s dlouhodobým kontraktem na dodávku elektrické energie. Někdy tyto smlouvy platí až do roku 2027. V roce 2007 energetická komise zavedla systém náhrad, které podporují ukončení dlouhodobých smluv na elektrickou energii. V tomto roce představovaly dlouhodobé smlouvy podíl z objemu prodané elektřiny asi 32%, další rok to bylo už pouhých 7% [14].

Trh s elektřinou se zcela otevřel až od června roku 2007. Již v roce 1998 bylo umožněno změnit dodavatele elektřiny, ale pouze odběratelům, kteří měli roční odběr nad 50 GWh. V této době těchto odběratelů nebylo mnoho. Rokem 2005 se hranice odebraného výkonu snížila na 1GWh/rok. Jiného dodavatele si mohlo vybrat kolem 6000 odběratelů (zhruba 52% trhu). V roce 2008 skoro 100% odběratelům zajišťují dodávku elektřiny standardní dodavatelé [17].



POLPX byl založen na konci roku 1999, po šesti měsících od registrace se spustil spotový obchod. Cena produktů stanovená na tomto trhu se stala měřítkem pro dvoustranné kontrakty. V roce 2003 to byla první burza, která získala licenci ke spuštění devizového trhu od Financial Supervision Commission (KNF). Stávající právní předpisy a dohled komise KNF vytvořili záruku pro správnou funkci trhu a transparentnost uzavíraných obchodů. Díky zkušenostem při realizaci řešení state-of-the-art a schopnosti v IT infrastruktuře, byla v roce 2005 burza pověřena sestavením a spravováním certifikačních registrů o původu elektrické energie vyrobené z obnovitelných zdrojů. V roce 2007 byla licence prodloužena a rozšířena o elektrickou energii z kogeneračních jednotek. Registry jsou důležitou částí pro podporu elektřiny z OZE. „Day ahead“ trh byl na polské burze spuštěn jako první a to půl roku od registrace PolPx. Jedním ze základních cílů trhu je stanovení ceny elektrické energie obchodů uzavřených na polském trhu s elektřinou [17].

### 3.3.5 Rakouský trh s elektrickou energií

EXAA se zapojila do obchodování v říjnu 2001, kdy nastala úplná liberalizace trhu s elektřinou. Nyní je burza zaměřena převážně na spotový obchod, dále se burza věnuje prodejem povolenek na emise CO. EXAA vedle zprostředkování obchodů, se zabývá denním vyúčtováním všech finančních obchodů a přebírá rizika všech uzavřených obchodů. Při zahájení provozu burzy EXAA bylo registrováno 12 účastníků. Nyní je to více než 65 z více jak 14 zemí [18].

## 4 Analýza diagramu zatížení

Předchozí kapitola byla věnována popisu trhu s elektrickou energií v České republice a zahraničí. Následující kapitola na tuto problematiku navazuje analýzou diagramu zatížení. Diagram zatížení můžeme rozložit několika způsoby. První možnost je diagram rozdělit po regionálních společnostech. Další z možností je rozpad diagramu podle pokrytí výrobou z jednotlivých zdrojů. Druhá část kapitoly je věnována analýze diagramu zatížení regionální společnosti.

### 4.1 Kmenová data

Před analýzou diagramu zatížení je potřeba se seznámit s kmenovými daty. Kmenová data jsou povinné technické údaje každého OPM registrovaného na OTE. Základním údajem kmenových dat je EAN (European Article Number).

EAN je jednotná mezinárodní osmnáctimístná číselná identifikace zejména spotřebních výrobků a dalších obchodovatelných položek [19].

Operátor trhu obdržel čtyřmístnou část kódu 1824 pro identifikaci subjektů v rámci České republiky. Jedná se o pozice 4 – 7. Na prvních místech je identifikace státu číslo 859, neboli našeho regionu. Dále zavedl jednotný číselník sítí, který definují kódy sítí pro standardní provozovatele distribuční/přenosové soustavy [20].

Číselník sítí je uvedený v následující tabulce 2:

Kód sítě	Název sítě
0011	E.ON Západ - Standardní síť ES ČR
0021	E.ON Východ - Standardní síť ES ČR
0031	PRE - Standardní síť ES ČR
0041	ČEZ – Standardní síť (býv. SČE) ES ČR
0051	ČEZ - Standardní síť (býv. SME) ES ČR
0061	ČEZ - Standardní síť (býv. STE) ES ČR
0071	ČEZ - Standardní síť (býv. VČE) ES ČR
0081	ČEZ - Standardní síť (býv. ZČE) ES ČR
0100	ČEPS ES ČR
0102	Zahraníčí
1000	ES ČR Souhrn

Tabulka 2 Základní definice sítí na OTE [20]

Kódy sítě bez čtvrté číslice odpovídají 8 – 10 pozici v EANu. Například pro síť ZČE je definovaný takto:

**859182400800760567**

Poslední čísla v EANu využívají jednotlivé subjekty k identifikaci svých OPM. V databázi OTE jsou též EANy které neodpovídají posledním dvěma kritériím identifikace, to jsou takzvané fiktivní EANy, na kterých jsou dopočty sítí, nebo zrcadla k jednotlivým EANům pro předací místa pro sousedního distributora.

Dalším významným údajem obsaženým v kmenových datech je druh OPM. Jedná se o kód, který rozděluje jednotlivá OPM na výrobní, spotřební, předací místa a tak dále. Číselník druhů OPM je přiložený v tabulce 3:

Druh OPM	Kód
Výroba	0001
Spotřeba	0002
Předací místo	0003
Zrcadlové předací místo	0003
OM pro RÚT	0004
Dopočet za síť	0005
Skupinové OPM za síť a TDD	0007

**Tabulka 3 Přehled základních druhů OPM [20]**

Kmenová data též obsahují profily naměřených dat výroby/spotřeby pro výrobce, spotřebu zákazníků, import/export s předacími místy, agregované a dopočtené hodnoty jednotlivých sítí, a dále další profily pro obchod s elektrickou energií.

V následující Tabulka 4 jsou uvedeny agregace potřebné pro analýzu diagramu zatížení:

Název agregace	Popis agregace
A11	Skutečné hodnoty - výroba
A12	Skutečné hodnoty - spotřeba
A3A1	Agregovaná skut. hodnota, měření A, výroba před.m.
A3A2	Agregovaná skut. hodnota, měření A, spotř. před.m.
A3B1	Agregovaná skut. hodnota, měření B, výroba před.m.
A3B2	Agregovaná skut. hodnota, měření B, spotř. před.m.
A3C1	Agregovaná skut. hodnota, měření C, výroba před.m.
A3C2	Agregovaná skut. hodnota, měření C, spotř. před.m.
ASA1	Agregovaná skut. hodnota, měření A, výroba
ASA2	Agregovaná skut. hodnota, měření A, spotřeba
ASA4	Agregovaná skut. hodnota, měření A, spotř. výroben
ASB1	Agregovaná skut. hodnota, měření B, výroba
ASB2	Agregovaná skut. hodnota, měření B, spotřeba
ASB4	Agregovaná skut. hodnota, měření B, spotř. výroben
ASC1	Agregovaná skut. hodnota, měření C, výroba
ASC2	Agregovaná skut. hodnota, měření C, spotřeba
ASC4	Agregovaná skut. hodnota, měření C, spotř. výroben

Tabulka 4 Seznam profilů podle OTE [21]

Pro rozpad diagramu zatížení je potřeba znát typ výroby. Rozdělení druhů výrobce podle kmenových dat je přiloženo v následující tabulce 5. Tabulka dále obsahuje důležitý údaj, jestli se jedná o obnovitelný zdroj, nebo nikoliv.

Typ zdroje	Popis zdroje	OZE
CBB	bio/plyn vyráběný z biomasy	Ano
CBD	bio/odpadní dřevo	Ano
CBL	bio/plyn vznikající z biomasy	Ano
CBO	bio/odpady	Ano
CBP	bio/plyn z odpadního dřeva	Ano
CBR	bio/rostlin a části rostlin	Ano
CBS	bio/ostatní	Ano
CFV	fotovoltaická	Ano
CJE	jaderná	Ne
COS	ostatní	Ne/Ano
CPE	parní	Ne
CPP	paroplynové	Ne
CPS	plynová a spalovací	Ne
CPV	přečerpávací vodní	Ne
CSL	solární	Ano
CVM	malá vodní	Ano
CVT	větrná	Ano
CVV	velká vodní	Ne

Tabulka 5 Typy výrobních zdrojů [21]

Dále lze z kmenových dat vyčíst například:

- napětovou úroveň – VNN, VN, NN
- instalovaný výkon u výrobců
- typ měření – A, B, C
- dodavatele naměřených dat
- obchodníka
- třídu TDD u neprůběhově měřených zákazníků
- název výrobce
- adresu a tak dále.

Díky kmenovým datům uloženým v systému na OTE, již lze analyzovat jakýkoliv diagram zatížení v přenosové/distribuční soustavě.

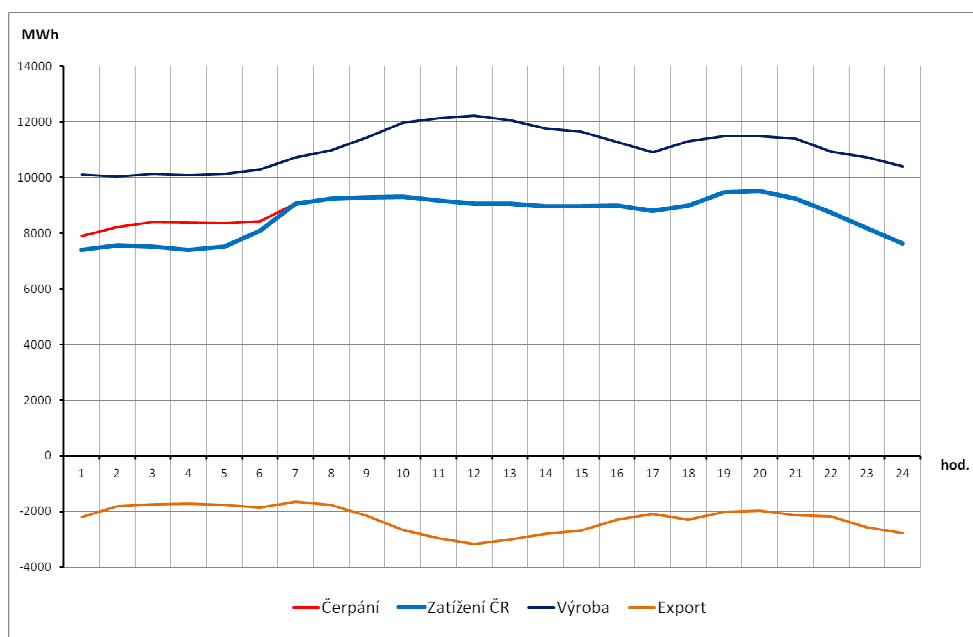
## 4.2 Analýza diagramu zatížení ČR

Diagram zatížení elektrizační soustavy je definovaný jako všechna vyrobená energie v soustavě plus importovaná energie ze zahraničí minus exportovaná energie a minus čerpání přečerpávacích vodních elektráren. Z důvodu zjednodušení zanedbáme vlastní spotřebu elektráren a ztráty v sítích přenosové/distribuční soustavy. Matematicky je diagram zatížení popsán takto:

$$P_Z = P_V + P_{IM} - P_{EX} - P_C [MWh]$$

$P_Z$  – zatížení soustavy,  $P_V$  – výroba,  $P_{IM}$  – import,  $P_{EX}$  – export,  $P_C$  – čerpání

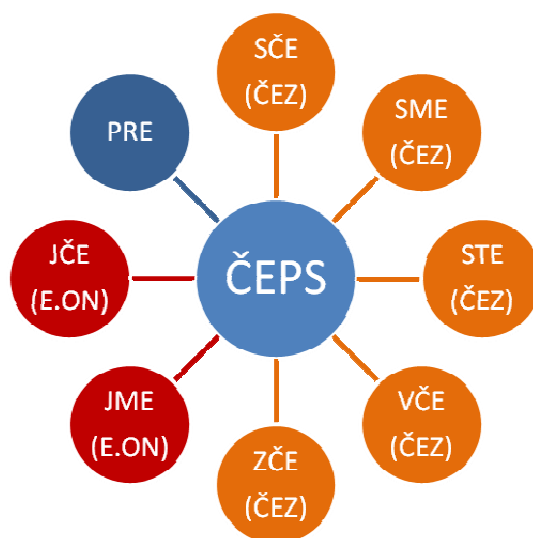
Grafiky lze diagram zatížení zobrazit následovně:



Graf 1 Diagram zatížení

Z grafu 1 je patrné, že v naší soustavě je výroba přebytková, proto jde 1/5 výroby na export a zároveň v nočních hodinách dochází k čerpání vody v přečerpávacích elektrárnách.

V energetice také platí, že všechna vyrobená energie musí být spotřebována, proto diagram zatížení lze rozdělit mezi jednotlivé regionální distribuční společnosti (REAS).



Obrázek 6 Zatížení soustavy rozdělené podle REAS

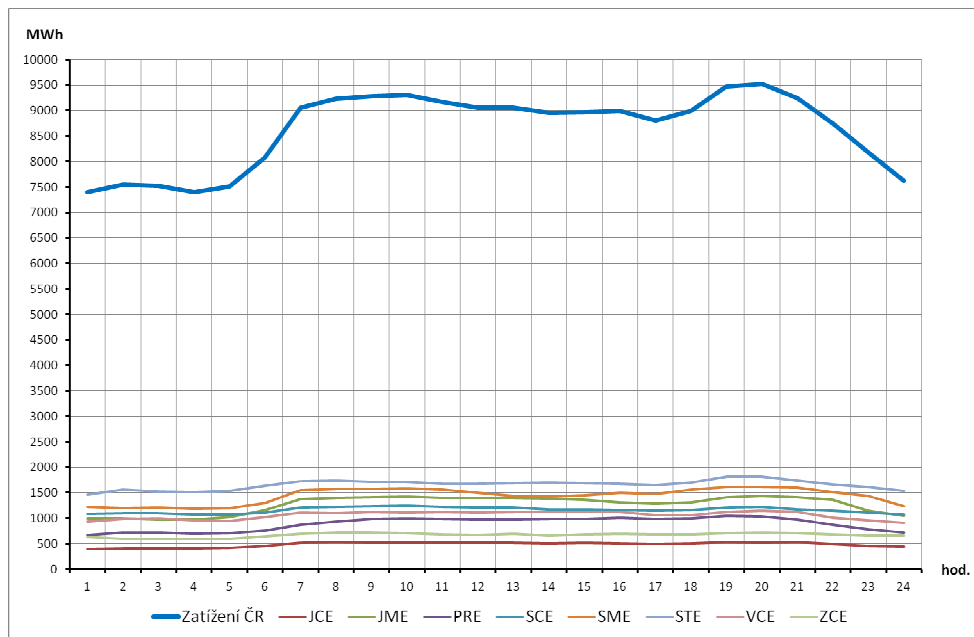
Výše uvedený obrázek 6 graficky znázorňuje rozpad zatížení mezi tři regionální společnosti.

Proto diagram zatížení lze definovat jako:

$$P_Z = P_{CEZ} + P_{PRE} + P_{EON} \text{ [MWh]}$$

$P_Z$  – zatížení soustavy,  $P_{CEZ}$  – ČEZ Distribuce,  $P_{PRE}$  – PRE Distribuce,  $P_{EON}$  – E.ON Distribuce

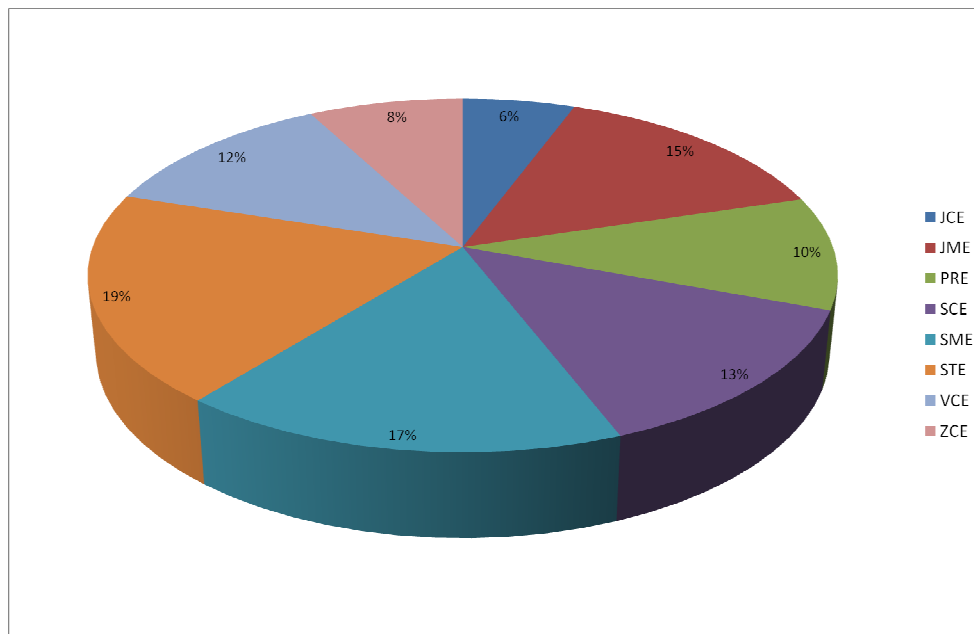
Grafické rozpad zatížení na jednotlivé distribuční společnosti je zachyceno v grafu 2:



Graf 2 Diagram zatížení - REAS

Z grafu je patrné, že největší podíl zatížení má bývalý REAS STE (ČEZ Distribuce, a.s.) z důvodu velkého přetoku energie do soustavy PRE.

Přehledně je rozložení jednotlivých regionů na diagramu zatížení znázorněno v procentech ve výšečovém grafu 3:



Graf 3 Výšečový graf diagramu zatížení - REAS

Možnou další analýzou diagramu zatížení je jeho pokrytí výrobou z různých typů zdrojů. Jelikož v energetice platí fyzikální zákony, nelze přesně určit, kolik elektrické energie od výrobců přispěje do diagramu zatížení a kolik jejich výroby odeče do zahraničí. Je potřeba výrobu poměrově rozdělit mezi diagram zatížení a export. Pro poměrové rozdělení lze využít následující vzorec:

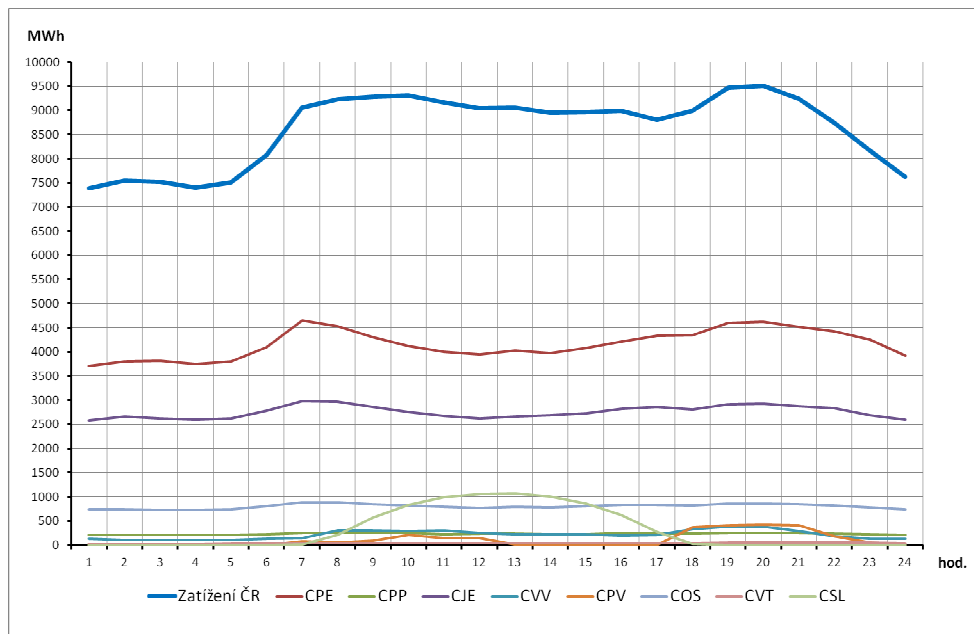
$$p_v = P_z / P_v$$

$P_z$  – zatížení soustavy,  $P_v$  – výroba,  $p_v$  – koeficient přepočtu výroby na zatížení

Koeficient  $p_v$  je nutný spočítat pro každou hodinu diagramu zatížení a následně s ním vynásobit každou MWh vyrobené energie jednotlivých typů zdrojů. Koeficient v průměru vychází 0,8.



Po této úpravě již lze diagram zatížení rozdělit mezi jednotlivé typy výroby, jak je zobrazeno v grafu 4:



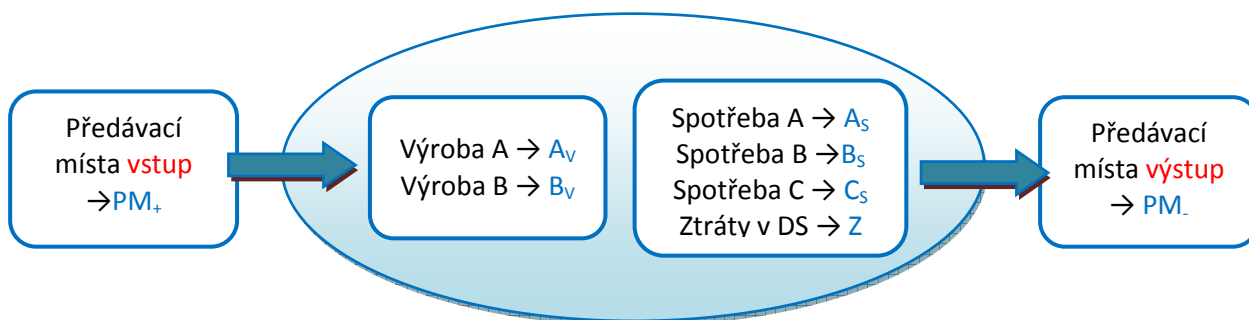
Graf 4 Diagram zatížení - výroba

Výsledný graf je poměrový a tudíž nelze jednotlivé typy zdrojů rozdělit do základního pásma, pološpičkového pásma a špičkového pásma. Obecně lze typy zdrojů rozdělit takto:

- Základní pásmo – CJE, CPE, CBB, CBD, CBL, CBO, CBP, CBR, CBS, CFV, CPS, CSL, CVM a CVT
- Pološpičkové pásmo – CPE a CVV
- Špičkové pásmo – CPV a CPP

### 4.3 Analýza diagramu zatížení regionální společnosti

Před analýzou diagramu zatížení je nejprve potřeba bilančně analyzovat distribuční síť. Distribuční síť je složena z předávacích míst mezi jednotlivými distribučními společnostmi a přenosovou soustavou. Dále jsou do ní připojeni výrobci klasických a obnovitelných zdrojů a spotřebitelé. Mezi spotřebitele patří velkoobdoběratelé, maloobdoběratelé/podnikatelé a domácnosti. Pro větší názornost je v obrázku 7 znázorněna graficky bilance sítě [22].



Obrázek 7 Bilance distribuční sítě [22]

Matematicky je možné bilanci sítě rozepsat následujícím způsobem. Obecně platí [22]:

$$PM_+ + A_V + B_V = PM_- + A_S + B_S + C_S + Z$$

Jednotlivé poproměnné jsou definovány podle takto:

$PM_+$  – Suma vstupních předávacích míst typu A, B a C (vtok do soustavy), obsahující skutečné naměřené hodnoty.

$A_V$  – Suma výrobních profilů typu A, obsahující skutečné naměřené hodnoty včetně podpůrných služeb Pps.

$B_V$  – Suma výrobních profilů typu B, obsahující skutečné naměřené hodnoty.

$PM_-$  – Suma výstupních předávacích míst typu A, B a C (odtok ze soustavy), obsahující skutečné naměřené hodnoty.

$A_S$  – Suma spotřebních profilů typu A, obsahující skutečné naměřené hodnoty.

$B_S$  – Suma spotřebních profilů typu B, obsahující skutečné naměřené hodnoty.

$C_S$  – Suma spotřebních profilů typu C, obsahující rozpočítané hodinové průběhy

$Z$  – Ztrátový profil za region, obsahující vypočítané ztráty podle ERÚ.

Proměnné A,B,C značí jednotlivé typy měření.

A – Průběhové měření odečítané a zasílané každý pracovní den.

B – Průběhové měření odečítané a zasílané po ukončení kalendářního měsíce.

C – Neprůběhové měření odečítané po ukončení kalendářního měsíce nebo jednou za rok.  
(U spotřebitelů je toto měření nahrazeno typovým diagramem dodávky TDD)

Aby bylo možné rovnici bilance v síti sestavit, je potřeba přiřadit k jednotlivým proměnným jejich agregované sumy z tabulky 2. Pak platí pro předávací místa [22]:

$$PM_+ = A3A1 + A3B1 + A3C1$$

$$PM_- = A3A2 + A3B2 + A3C2$$

Pro jednotlivé typy výroby podle druhu měření:

$$A_V = ASA1$$

$$B_V = ASB1$$

Výroba na profilech ASC1 je rovna nule, jelikož všichni výrobci na území ČEZ Distribuce, a.s., jsou průběhově měřeni (u E.ONu a PRE to není pravidlem – legislativa to nepředepisuje).

Pro jednotlivé typy spotřeby podle druhu měření:

$$A_S = ASA2 + ASA4 - A12$$

Profil ASA2 již obsahuje i ztráty a proto se A12 odečítá.

$$B_S = ASB2 + ASB4$$

$$C_S = ASC2 + ASC4$$

A pro ztrátový profil:

$$Z = A12$$

Po dosazení je možné rovnici vyjádřit pomocí agregačních sum z OTE. Pak pro levou část platí:

$$VS = A3A1 + A3B1 + A3C1 + ASA1 + ASB1$$

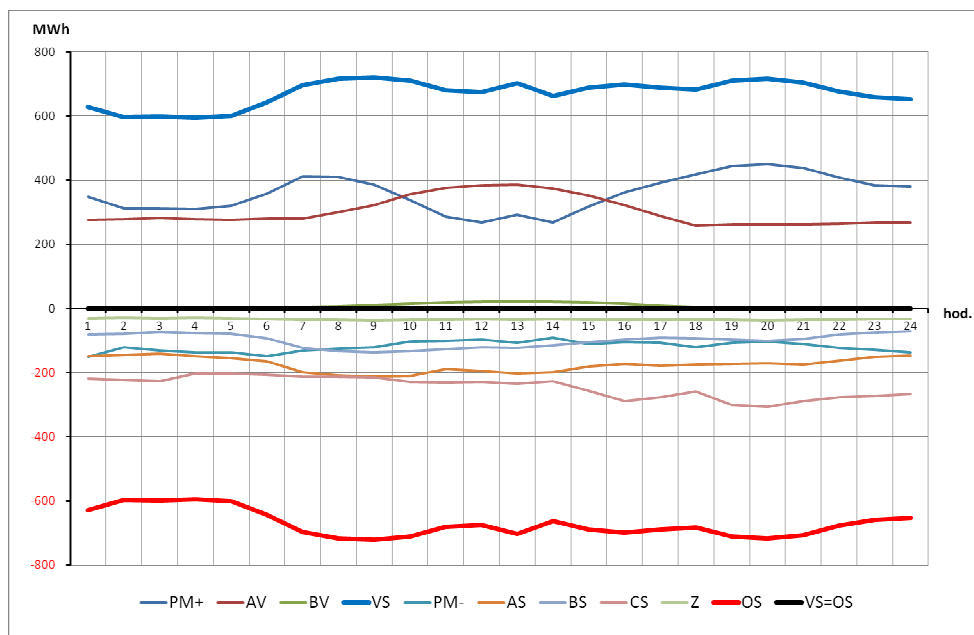
Pro pravou část rovnice platí:

$$OS = A3A2 + A3B2 + A3C2 + ASA2 + ASA4 - A12 + ASB2 + ASB4 + ASC2 + ASC4 + A12$$

Aby byla bilance sítě nulová, musí se vtok do sítě VS rovnat odtoku ze sítě OS

$$VS = OS$$

Bilance sítě je zobrazena v grafu 5:



Graf 5 Bilance sítě

Z grafického rozboru bilance sítě je vidět, že vtok do sítě VS se rovná odtoku ze sítě OS, neboli bilance sítě je spočítaná správně podle dostupných agregací dat z OTE.

Pro diagram zatížení pak platí:

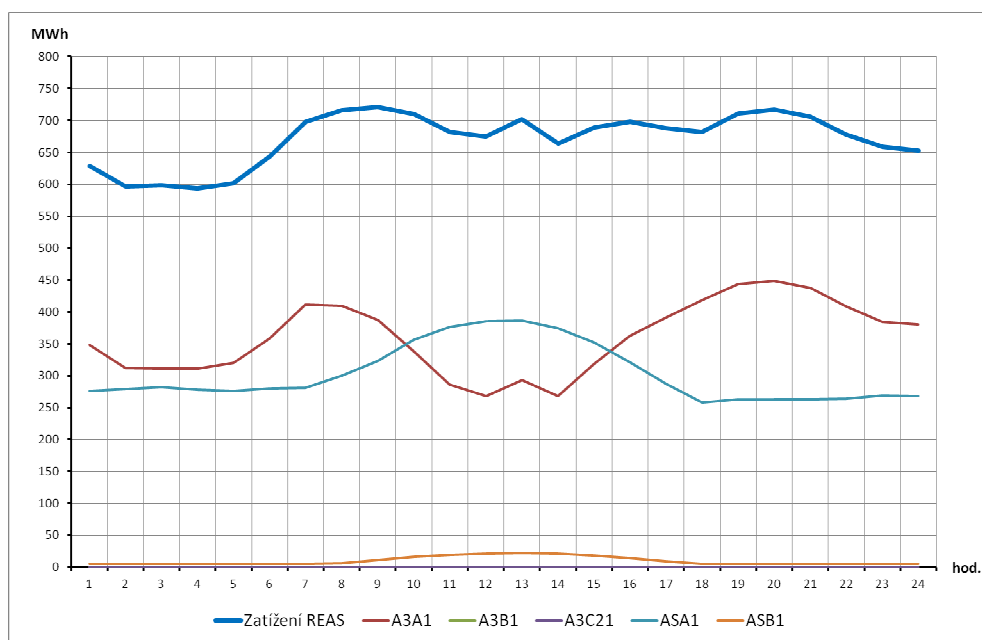
$$P_z = A3A1 + A3B1 + A3C1 + ASA1 + ASB1$$

Neboli:

$$P_z = VS$$

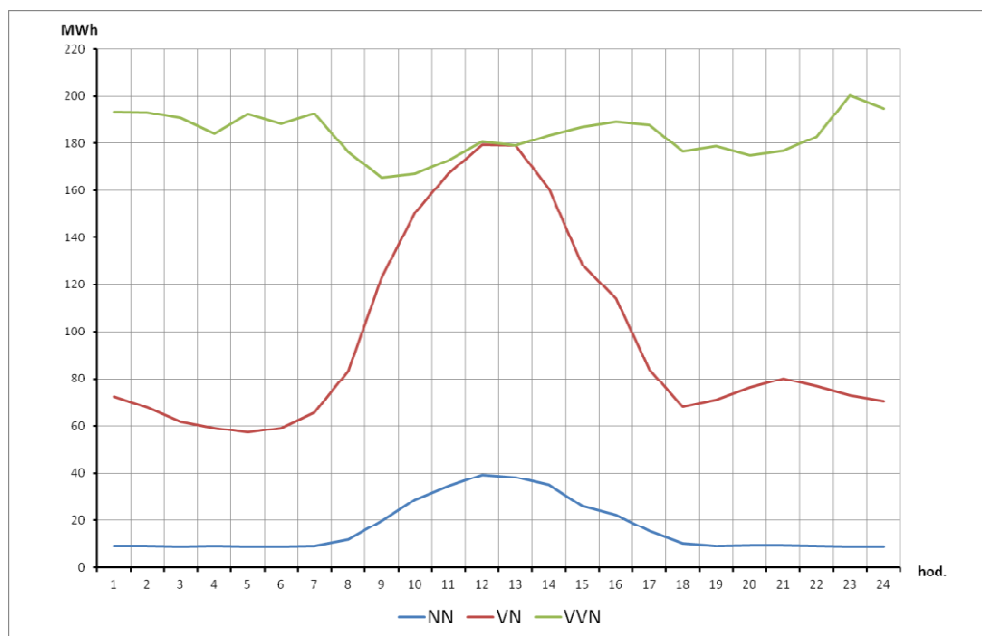
Slovním vyjádřením lze diagram zatížení v distribuční soustavě popsat, jako nateklou elektrickou energii z předacích míst mezi distribučními soustavami a přenosovou soustavou a jednotlivými výrobci připojenými do distribuční soustavy.

Rozložený diagram zatížení je znázorněn v grafu 6:



Graf 6 REAS - diagram zatížení

V grafu je patrný velký vliv vtoku z nadřazené soustavy A3A1 a výroby ASA1. Tyto dvě položky tvoří přibližně 99% diagramu zatížení. Z dostupných kmenových dat je také možné rozdělit výrobu po hladinách VVN, VN a NN.



Graf 7 Výroba po hladinách

Z grafu 7 lze odečíst, že největší výroba je na hladině VVN, je přibližně konstantní a je tvořena výrobou z klasických elektráren. Jako druhá je výroba na hladině VN, která špičkuje díky velkému množství fotovoltaických zdrojů. Následuje výroba na hladině NN.

## 5 Případy vzniku největších odchylek na diagramu regulační energie

Dvě předešlé kapitoly popisují princip trhu s elektřinou a analyzují diagram zatížení v elektrizační soustavě. Tato kapitola je věnována diagramu regulační energie. První část popisuje význam diagramu v návaznosti na podpůrné služby PpS. Druhá polovina kapitoly analyzuje vznik největších odchylek na diagramu. Odchylna na regulačním diagramu může vzniknout třemi nejběžnějšími způsoby:

- výpadkem významného výrobce
- vlivem obnovitelných zdrojů
- nepřesnou předpovědí počasí

### 5.1 Diagram regulační energie

Regulační energie je energie potřebná na pokrytí nerovností mezi výrobou a spotřebou. Tato energie vzniklá aktivací PpS může být kladná nebo záporná. Kladná energie je potřebná k dorovnání nedostatku vyrobené elektrické energie a záporná má uplatnění v případě přebytku dodané energie v soustavě. Diagram regulační energie zobrazuje průměrné hodinové hodnoty regulační energie získané aktivací všech kategorií podpůrných služeb PpS.

Podpůrné služby PpS jsou prostředky sloužící k zajištění systémových služeb přenosové soustavy ČR. Jinými slovy, podpůrné služby jsou služby poskytovatele přenosové soustavy, kterými se tento uživatel podílí na systémových službách zajišťovaných provozovatelem přenosové soustavy. Systémové služby zajišťují okamžitou rovnováhu mezi výrobou a spotřebou při kolísající spotřebě, nebo poruchách na straně výroby [23].

Kategorie podpůrných služeb PpS jsou:

#### *Primární regulace frekvence bloku*

Primární regulace frekvence  $f$  bloku (PR) je lokální automatická funkce zajišťovaná obvody primární regulace, spočívající v přesně definované změně výkonu elektrárenského bloku v závislosti na odchylce frekvence od zadané hodnoty. Velikost požadované změny výkonu bloku v závislosti na odchylce frekvence sítě je určena statikou primární regulace  $f$ . Pro tuto regulaci musí být v rámci výkonového rozsahu bloku trvale vyčleněna primární regulační záloha. Její velikost závisí na technologických vlastnostech bloku a požadavcích PpS. Provozovatel bloku musí zajistit uvolnění požadované regulační zálohy bloku v primární regulaci do 30 sekund od okamžiku vzniku výkonové nerovnováhy [23].

### ***Sekundární regulace výkonu bloku***

Sekundární regulace výkonu P bloku (SR) je proces změny hodnoty výkonu regulovaného elektrárenského bloku, tak jak je požadováno sekundárním regulátorem frekvence a salda předávaných výkonů. Kvalita této podpůrné služby je posuzována podle velikosti nabízeného rozsahu a rychlosti zatěžování. Podpůrná služba SR výkonu bloku je zprostředkována pomocí změny požadované hodnoty regulátoru výkonu bloku. Pro tuto regulaci je v rámci výkonu bloku vyčleněn výkon – sekundární regulační záloha, jejíž velikost závisí na technologických vlastnostech bloku. Celou velikost sekundární regulační zálohy musí být blok schopen realizovat do 10 minut od požadavku. Sekundární regulační záloha je symetrická podle bazového bodu. Principiálně jsou možná tři uspořádání [23]:

- Sekundární regulátor zasílá na regulační blok přímo požadovanou hodnotu činného výkonu.
- Sekundární regulátor zasílá na fiktivní blok sumární požadovanou hodnotu činného výkonu a tam je rozdělena řídicím systémem na jednotlivé bloky (na všechny nebo i na část provozovaných bloků).
- Sekundární regulátor zasílá na skupinu vodních elektráren se vzájemnou hydraulickou vazbou sumární požadovanou hodnotu činného výkonu, a ta ji přes svůj dispečink přerozdělí na jednotlivé bloky.

### ***Minutová záloha pětiminutová***

Jedná se o zařízení, připojená k ES ČR, obvykle elektrárenské bloky, která jsou do 5 minut od příkazu Dispečinku ČEPS schopna poskytnout sjednanou regulační zálohu. Minutovou zálohou se rozumí požadovaná změna výkonu, kladná nebo záporná, na svorkách poskytujícího zařízení [23].

Regulační minutová záloha kladná může být realizována například: zvýšením výkonu bloku, odpojením čerpání (u CPV), nenajetím programovaného čerpání, odpojením odpovídajícího zatížení od ES ČR [23].

### ***Minutová záloha patnáctiminutová***

Jedná se o zařízení, připojená k ES ČR, obvykle elektrárenské bloky, která jsou do 15 minut od příkazu Dispečinku ČEPS schopna poskytnout sjednanou regulační zálohu. Minutovou zálohou se rozumí požadovaná změna výkonu, kladná nebo záporná, na svorkách poskytujícího zařízení [23].



### Minutová záloha třicetiminutová

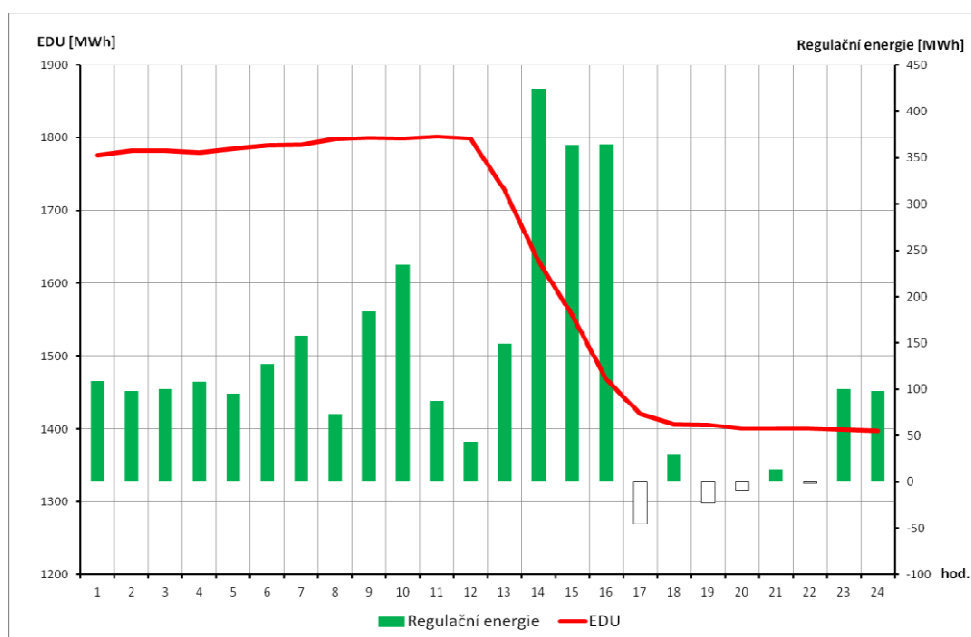
Jedná se o zařízení, připojená k ES ČR, obvykle elektrárenské bloky, která jsou do 30 minut od příkazu Dispečinku ČEPS schopna poskytnout sjednanou regulační zálohu. Minutovou zálohou se rozumí požadovaná změna výkonu, kladná nebo záporná, na svorkách poskytujícího zařízení [23].

### Snížení výkonu

Snížení výkonu je poskytováno na blocích, které jsou do 30 minut od povelu dispečera schopny snížení výkonu o předem sjednanou hodnotu nebo schopny plného odstavení. Služba je využívána pro snížení dodávky do ES a odregulování výkonové nerovnováhy při významné kladné odchylce v soustavě vzniklé nedodržením sjednaných diagramů v rozsahu přesahujícím možnost standardně určených velikostí [23].

## 5.2 Odchylka vzniklá výpadkem významného výrobce

Nejvýznamnější odchylka na diagramu regulační energie vznikne neočekávaným výpadkem výrobního zdroje. Při tak rozsáhlém výpadku jsou aktivovány všechny druhy podpůrných služeb PpS a z ekonomického hlediska je tento výpadek velmi drahý. V níže uvedeném Graf 8 je uvedený příklad nárůstu regulační energie způsobený netěsností sekundárního okruhu jednoho výrobního bloku Jaderné elektrárny Dukovany o instalovaném výkonu 500 MW. Výpadek zdroje byl pozvolný z důvodu méně vážné poruchy, která se obešla bez zastavení reaktoru zasunutím nouzovým tyčí do aktivní zóny.

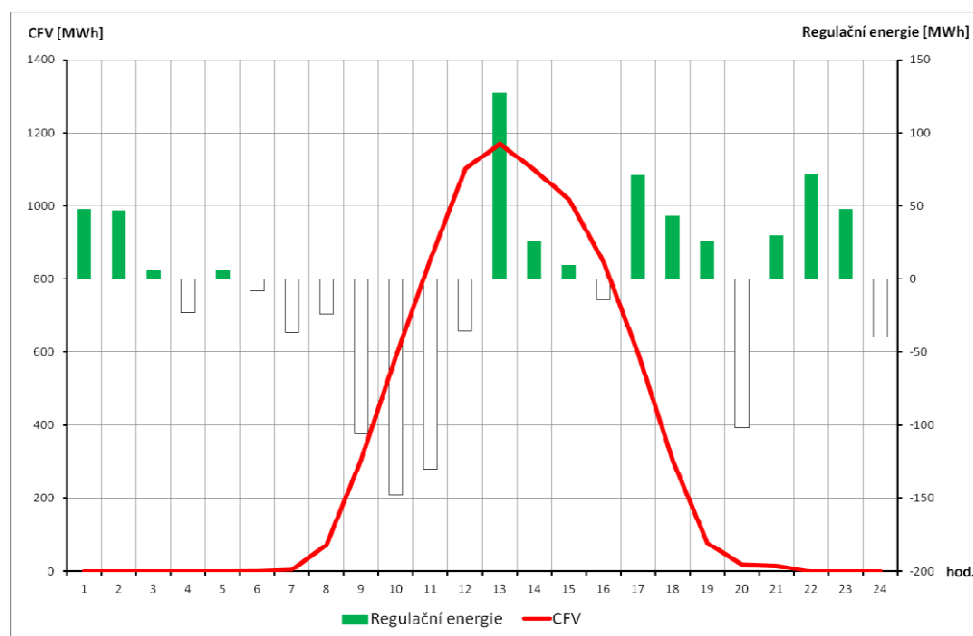


Graf 8 Vliv výpadku zdroje na diagram regulační energie

Jak je vidět z grafu pomalým poklesem výroby třináctou hodinou, začíná nabíhat kladná systémová odchylka regulační energie, neboli najíždí výroba z podpůrných služeb PpS. Přetrvávající situace je i následné tři hodiny, kdy maximum regulační energie je na 420 MWh. Sedmnáctou hodinou nastává opak a vnitrodenní trh reaguje nákupem energie z jiných zdrojů, až dojde k překoupení a graf regulační energie klesne do záporné odchylky.

### 5.3 Vliv obnovitelných zdrojů na diagram regulační energie

Povinnost obchodníků s elektrickou energií vykupovat všechnu elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů způsobuje v síti velké přebytky nebo naopak nedostatky elektřiny. Obchodník predikuje výrobu z obnovitelných zdrojů, se kterými má uzavřenou smlouvu o dodávce, a podle toho nakupuje/prodává elektrickou energii na trhu. Z důvodu nepřesnosti jeho predikcí může dojít ke dvěma situacím. Energie je v síti nedostatek, je potřeba aktivovat kladnou výrobu z podpůrných služeb, nebo naopak energie je přebytek a je nutné snížit výrobu ve zdrojích poskytujících záporné systémové služby.

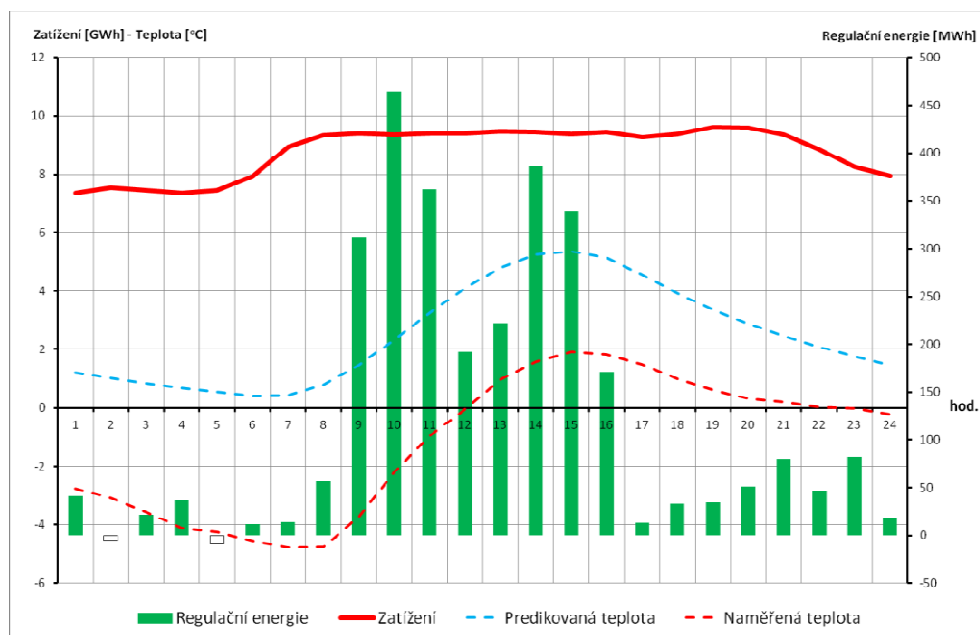


Graf 9 Vliv nárůstu výroby z CFV na diagram regulační energie

Z grafu 9 je patrné, že nepredikovaná výroba z fotovoltaických elektráren způsobila devátou hodinou zápornou odchylku regulační energie. Stejná situace pokračuje i nadále desátou, jedenáctou a dvanáctou hodinou. Celá tato odchylka je pokryta PpS. Třináctou hodinou nastává zvrát a energie je v síti nedostatek. Obchodníci na vnitrodenním trhu prodají více energie, než je vyrobeno. Odchylku na regulačním diagramu je nutno kompenzovat aktivací kladných podpůrných služeb.

## 5.4 Odchylna způsobené nepřesnou předpovědí počasí

Předpověď a skutečná aktuální teplota mají velký vliv na aktuální spotřebu elektrické energie. Jestliže se očekává vyšší teplota než je skutečná, obchodníci nakoupí v den D-1 málo elektrické energie na trhu a to se projeví v den dodávky zvýšenou kladnou odchylkou regulační energie. Kritická teplota, která způsobuje prudký nárůst zatížení elektrizační soustavy, je kolem  $0^{\circ}\text{C}$ . Následující graf 10 zobrazuje výše uvedený případ:



Graf 10 Vliv teploty na diagram regulační energie

Z uvedeného grafu plyne, že predikovaná teplota neodpovídá skutečně naměřené hodnotě. Zatížení soustavy je tudíž větší než očekávané, z tohoto důvodu je v soustavě nedostatek elektrické energie, jak vidět na zeleném sloupcovém grafu regulační energie. Tuto skutečnost je nutné kompenzovat kladnými podpůrnými službami.

## 6 Vyhodnocení získaných poznatků a návržení opatření vedoucích k minimalizaci odchylek na diagramu zatížení

V předchozí kapitole je popsáno, jak a kdy vznikají největší odchylky na diagramu regulační energie. Následující kapitola je věnována vyhodnocení získaných poznatků a návrhu opatření vedoucích k minimalizaci výše popsaných odchylek. Navržená opatření jsou rozdělena v následující kapitole na tři části. První část je zaměřena na výpadek výrobního zdroje, následující podkapitola na obnovitelné zdroje a poslední část na eliminaci odchylky způsobenou vlivem nepřesné předpovědi počasí.

### 6.1 Velký výrobní zdroj

Ze získaných poznatků z předchozí kapitoly plyne, že největší odchylky na diagramu regulační energie způsobují neočekávané výpadky velkých zdrojů. Předejít tímto výpadkům je velmi složité, ale i tak existují řešení, která by mohla vést k minimalizaci odchylky.

Jedno z možných řešení je větší spolehlivost výrobních bloků. Spolehlivost můžeme charakterizovat jakožto vlastnost výrobního bloku splňovat po určitou dobu a za určitých podmínek danou výrobu. Je nutno tuto vlastnost posuzovat též podle ekonomického hlediska. Aplikací výsledku analýzy spolehlivosti lze uplatnit nejen při návrhu zařízení a jeho způsobu provozu na zadané úrovni spolehlivosti, která vyplývá z ekonomických kritérií, ale též při vzájemném porovnávání různých alternativ řešení [24].

Jaderné i tepelné elektrárny jsou jedny z nejsložitějších, ale zároveň také nejspolehlivějších zdrojů elektrické energie vůbec.

Nahrazením bloku elektrárny s instalovaným výkonem řádu stovek megawattů větším počtem zdrojů o menším výkonu by při výpadku jednoho z nich způsobilo menší odchylku na diagramu regulační energie. Toto řešení je zajímavé, ale v důsledku by zapříčinilo zvýšení cen silové elektřiny koncovým zákazníkům.

Další možností je obejít systém podpůrných služeb najetím vlastního zdroje se stejným okamžitým výkonem a tím pádem nezpůsobit odchylku na diagramu regulační energie. Ekonomická výhodnost této myšlenky je velmi zajímavá, ale naráží na technické parametry sítí a blízkosti záložního zdroje. Bohužel toto řešení by si vyžádalo změnu legislativy.

## 6.2 Obnovitelné zdroje

Obnovitelné zdroje, především větrné a fotovoltaické elektrárny, svoji specifičností výroby a povinností obchodníka s elektrickou energií vykupovat jejich elektrickou energii za splněných přípojovacích podmínek, způsobují na diagramu regulační energie velké kladné nebo záporné odchylky. Jak již bylo popsáno v předchozí kapitole, tyto odchylky jsou způsobeny nepřesností predikcí výroby těchto zdrojů a zároveň nevypočítatelnosti počasí.

Východisko z této problematiky by bylo, vyčlenění těchto zdrojů z klasické distribuční sítě a integrací jejich výroby do inteligentních sítí Smart Grids (dále jen SG).

SG jsou modernizací distribučních sítí odpovídající novým požadavkům odběratelů i výrobců elektrické energie. Koncept SG zahrnuje distribuční síť inovovaného pojetí, které dokáže efektivně začlenit působení všech připojených uživatelů – velkých výrobních zdrojů, lokálních výrobních zdrojů (především obnovitelných zdrojů energie a jednotek kombinované výroby elektrické energie a tepla), odběratelů s možností jejich aktivní role a začlenění nových funkcí distribuční sítě, jako jsou např. dobíjecí stanice pro elektromobily [25].

Chytrost spočívá v monitoringu, automatizovaném řízení a adaptaci na aktuální podmínky v síti (např. zatížení, poruchy atd.), v obousměrné komunikaci s odběratelem a v efektivní integraci všech výrobních zdrojů elektrické energie [25].

Jednou ze základních komponentů SG jsou chytrá měřidla (Smart Meters), díky kterým budou mít odběratelé lepší přehled o své spotřebě energie v reálném čase prostřednictvím různých typů komunikačních prostředků. Díky Smart Meters se jim otevírají i možnosti spotřebu více ovlivnit. V budoucnu si odběratelé budou moci vybrat ze širší nabídky tarifů šitých na míru jejich potřebám, podobně jako je tomu nyní u tarifů mobilních operátorů. Na rozdíl od současných systémů hromadného dálkového ovládání (HDO) bude možné pomocí Smart Meters spínat spotřebu podle různých tarifů v různé denní době, resp. podle smluvních podmínek [25].

Koncept SG také využívá prvků automatizace a monitoringu distribuční sítě na úrovni sítí nízkého a vysokého napětí a distribučních trafostanic, které umožní přesměrování toku energie v případě výpadků. Nové funkcionality umožní zmenšit rozsah poruch v sítích nízkého napětí [25].

Dalším komponentem SG je vybudování infrastruktury pro elektromobilitu. Jde především o dobíjecí stanice napájející elektromobily. Akumulátor v elektromobilu může sloužit

k vyrovnávání špiček sítě a tím pomoci k celkové vyváženosti mezi dodávkou a odběrem el. energie v distribuční síti [25].

Nedílnou součástí SG je zapojení lokálních výrobních zdrojů energie blízko míst spotřeby. Lokální zdroje výroby elektrické energie jsou především menší jednotky kombinované výroby tepla a elektrické energie a různé typy obnovitelných zdrojů energie. Právě tyto lokální výrobní zdroje umožňují vytvoření řízeného ostrovního provozu, což je oblast s bilančně vyrovnanou spotřebou a výrobou el. energie. Smyslem ostrovních provozů je možnost napájení ucelené oblasti i v případě výpadku distribuční sítě, což vede k vyšší bezpečnosti jako významného hlediska budoucího rozvoje elektroenergetiky [25].

Druhým možným řešením je akumulace, jejich přebytekové energie a následné využití této energie ve špičkách, v zásobnících. Z obecného pohledu je zásobník zařízení, které v jedné fázi svého cyklu energii ukládá (spotřebovává) a v jiné fázi energii dodává (vyrábí). Principy uchování energie můžeme rozdělit do několika kategorií [26].

Podle formy uchované energie [26]:

- Energie elektrická – kondenzátory, super kondenzátory a SMES (supravodivé technologie)
- Mechanická energie – setrvačníky, vodní přečerpávací elektrárny
- Chemická energie – baterie, palivové články, termochemická reakce
- Tepelná energie – nízkoteplotní systémy, vysokoteplotní zdroje, horká voda, latentní teplo v materiálech měnící skupenství

Podle metody uchování energie [26]:

- Vodní přečerpávací elektrárny
- Chemické baterie
- Stlačený vzduch
- Palivový článek
- Průtokem elektrolytu
- Supravodivý obvod
- Setrvačník
- Kondenzátor
- Tepelný zásobník energie

A z pohledu doby uchování energie [26]:

- Krátkodobé – minuty, hodiny
- Střednědobé – dny
- Dlouhodobé – týdny a měsíce

### 6.3 Vliv počasí

Aktuální počasí má na energetiku a tudíž i na diagram regulační energie nezanedbatelný vliv. Z předešlé kapitoly vychází, že odchylka naměřené teploty od predikované aktivuje nemalou část podpůrných služeb pro vyrovnaní odchylky na diagramu regulační energie. V liberalizovaném trhu s elektřinou je velmi složité predikovat celkovou spotřebu, neboli zatížení soustavy. Proto navrhované řešení, které se již dříve používalo a nazývalo se operativní řízení spotřeby, využívá systému HDO.

HDO je zkratka pro hromadné dálkové ovládání. Jedná se o způsob regulace odběru elektrické energie na dálku. Využívá se v energetice pro regulaci napájení, např. elektrovytápění. Systém HDO používá pro přenos informace silová vedení energetické sítě. Informace ve tvaru impulsního kódu je vysílána s kmitočtem v řádu kilohertz z vysílače HDO a je superponována na základní kmitočet energetické sítě činící v České republice 50 Hz (v zahraničí, např. v USA, frekvence 60 Hz). Signál HDO je vysílán do každé fáze z rozvodu VVN nebo VN do distribuční sítě. Při vhodně zvoleném pracovním kmitočtu se informace spolehlivě šíří do všech částí distribuční sítě a přes transformátor se signál HDO dostává i do sítí nízkého napětí (400/230 V) až k místu odběru (spotřeby) elektrické energie. Informaci HDO je tedy možno identifikovat v libovolném místě této energetické sítě. Po vyslání povelu do rozvodné soustavy dojde k zapnutí, resp. vypnutí všech spotřebičů, které jsou přes stykač připojeny k přijímači HDO reagujícího na vyslanou frekvenci. Přijímač HDO je obvykle umístěn v elektroměrovém rozvaděči u odběratele [27].

Systém HDO využívá hromadný efekt, to znamená, že na vysílání jedné informace reagují v dané energetické síti přijímače, které jsou pro její příjem příslušně nastaveny. Počet přijímačů v energetické síti přitom není omezen výkonem vysílače, závisí pouze na zájmu nebo možnostech odběratelů (druh odběru, tarifní politika, apod.) [27].

Systém HDO má tu výhodu, že je velmi pružný a zároveň se jím dají ovládat velké skupiny spotřeby. V případě regulačního diagramu by aktivní zavedení HDO znamenalo sepnutí nebo odepnutí určité spotřeby a tím by nemuselo docházet k aktivacím podpůrných služeb. Toto

řešení je velmi jednoduše využitelné i pro obnovitelné zdroje, ale bohužel porušující platnou legislativu, která definuje, že změna vysílání HDO musí být odběratelům elektrické energie oznámena nejméně týden dopředu.

Jednotlivé části kapitoly a tím i návrhy na minimalizaci odchylky jsou z různých úhlů pohledu propojené. Některé navrhované opatření lze implementovat v krátké době například využití HDO. Další z navrhovaných řešení jsou technicky náročnější, ale z dlouhodobého hlediska také možná, jako je akumulace elektrické energie v zásobnících. Některé návrhy jsou v rozporu s dnešní legislativou – např. již výše zmíněné HDO. Další z navrhovaných řeší je ekonomicky neobhájitelné, příkladem je záloha druhým velkým zdrojem. V neposlední řadě tu jsou myšlenky, které souvisejí s budoucím směřováním energetiky jako celku a to jsou chytré sítě - Smart Grids.



## 7 Závěr

Hlavními cíli této diplomové práce bylo popsat princip organizovaného trhu s elektrickou energií v ČR a zahraničí, analyzovat diagram zatížení v elektrizační soustavě, popsat v jakých případech vznikají největší odchylky na diagramu regulační energie a vyhodnotit získané poznatky a navrhnout opatření vedoucí k minimalizaci odchylek na diagramu regulační energie. Zodpovědný přístup pro splnění cílů vyžadoval nejprve získání širokého spektra informací nejen o samotném principu trhu s elektřinou, ale i o fungování jednotlivých subjektů zapojených do energetického odvětví.

### 7.1 Body řešení

- Popsán princip trhu s elektřinou v ČR a zahraničí.
- Analyzován diagram zatížení v elektrizační soustavě.
- Popsány odchylky na diagramu regulační energie.
- Navržena opatření vedoucí k minimalizaci odchylek na diagramu regulační energie.

### 7.2 Zhodnocení

Liberalizovaný trh s elektrickou energií má svá specifika. Jedním z nich je omezená skladovatelnost elektrické energie. Z toho plyne, že vždy musí být rovnováha mezi spotřebou na jedné straně a výrobou na straně druhé. Trh s elektřinou není jen o nákupu a prodeji neboli o obchodníkovi s elektřinou a konečným zákazníkem, ale i o přenosu, distribuci, energetickém regulačním úřadu a operátoru trhu. Tito jednotliví účastníci trhu mají svá práva a povinnosti vycházející z legislativy. Trh s elektřinou lze dělit na krátkodobý, dlouhodobý nebo na organizovaný a neorganizovaný.

Při analýze diagramu zatížení, bylo potřeba získat informace o fungování přenosové a distribuční soustavy. Pak bylo možné diagram zatížení České republiky definovat, jako všechnu vyrobenou elektrickou energii v soustavě, saldo příhraničních toků a odečet spotřeby přečerpávacích vodních elektráren v režimu čerpání. Diagram zatížení distribuční soustavy vychází z její bilance a slovně jde popsat, jako nateklá elektrická energie z předacích míst mezi distribučními soustavami, přenosovou soustavou a jednotlivými výrobci připojenými do distribuční soustavy.

Odchylku vzniklou na diagramu regulační energie můžeme rozdělit do tří skupin. Do první skupiny patří neočekávaný výpadek velkého zdroje. Příkladem mohou být jaderné elektrárny Temelín a Dukovany, nebo velké zdroje spalující hnědé uhlí v severních Čechách.

Instalovaný výkon jednotlivých bloků těchto elektráren je v řádech stovek megawattů. Do druhé velké skupiny ovlivňující velikost diagramu patří obnovitelné zdroje energie, především větrné a fotovoltaické farmy s instalovaným výkonem několika megawattů. U těchto zdrojů je problém předpovídat výrobu z důvodu jejich závislosti na počasí. Poslední skupina odchylek je způsobena samotným počasím, jeho náhlými teplotními skoky, které ovlivňují velkou měrou spotřebu zákazníků.

Ze získaných poznatků lze navrhnout několik variant opatření vedoucích k minimalizaci odchylky na diagramu regulační energie. Pro velké energetické zdroje zvýšení jejich spolehlivosti, nebo jejich nahrazením menším počtem decentralizovaných výroben elektrické energie. Obnovitelné zdroje integrovat do chytrých sítí Smart Grids, nebo přebytky jejich výroby akumulovat v zásobnících a využívat jejich elektrickou energii ve špičkách zatížení soustavy. Na odchylky způsobené počasím, obnovitelnými zdroji a výpadky velkých energetických celků aktivně využít systém hromadného dálkového ovládání.

## 8 Citovaná literatura

- [1] *Obchod s elektřinou*. První vydání. Praha: CONTE spol. s.r.o., 2010, Spolehlivost dodávky v podmínkách trhu s elektřinou. ISBN 978-80-254-6697-7.
- [2] *Obchod s elektřinou*. První vydání. Praha: CONTE spol. s.r.o., 2010, Elektroenergetický systém. ISBN 978-80-254-6697-7.
- [3] *Změny dodavatele*. OTE, a.s. [online]. 2013. vyd. 2010 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: [https://www.ote-cr.cz/statistika/mesicni-zprava-elektrina/zmeny-dodavatele/page\\_report\\_59](https://www.ote-cr.cz/statistika/mesicni-zprava-elektrina/zmeny-dodavatele/page_report_59)
- [4] *Obchod s elektřinou*. První vydání. Praha: CONTE spol. s.r.o., 2010, Model obchodu s elektřinou. ISBN 978-80-254-6697-7.
- [5] *Obchod s elektřinou*. První vydání. Praha: CONTE spol. s.r.o., 2010, Model trhu s elektřinou. ISBN 978-80-254-6697-7.
- [6] *Česko. ZÁKON* ze dne 28. listopadu 2000 o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) : Vymezení pojmů. In Sběrka zákonů, Česká republika. 2000, §2, 458, s. 2-5
- [7] *Česko. ZÁKON* ze dne 28. listopadu 2000 o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) : Provozovatel přenosové soustavy. In Sběrka zákonů, Česká republika. 2000, §24, 458, s. 30-34.
- [8] *Česko. ZÁKON* ze dne 28. listopadu 2000 o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) : Provozovatel distribuční soustavy. In Sběrka zákonů, Česká republika. 2000, §25, 458, s. 36-39.
- [9] *OTE, a.s.* [online]. 2008 [cit. 2010-06-28]. Profil společnosti . Dostupné z WWW: <<http://www.ote-cr.cz/o-spolecnosti>>.
- [10] *POWER EXCHANGE CENTRAL EUROPE*. Power Exchange Central Europe, a.s. [online]. 2013. vyd. 2013 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://www.pxe.cz/dokument.aspx?k=Co-Je-PXE>
- [11] *Energetický regulační úřad* [online]. 2009 [cit. 2010-06-28]. Informace o Energetickém regulačním úřadu. Dostupné z WWW: <[http://www.eru.cz/dias-read\\_article.php?articleId=52](http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=52)>.
- [12] *SPX* [online]. 2010 [cit. 2010-11-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.spx.sk/>>.
- [13] *Verivox* [online]. 2010 [cit. 2010-11-05]. The German Energy Market. Dostupné zWWW: <[http://www.verivox.net/about\\_history.asp](http://www.verivox.net/about_history.asp)>.

- [14] *EnerCEE.net*. Österreichische Energieagentur - Austrian Energy Agency [online].c2011 [cit. 2010-11-13]. Dostupné z WWW: <<http://www.energyagency.at/>>.
- [15] *MVM* [online]. c2009 [cit. 2010-11-12]. Activities od MVM. Dostupné z WWW: <<http://english.mvm.hu/engine.aspx?page=tevekenysegunk>>.
- [16] *Hupx.hu* [online]. c2010, 2010-11-15 [cit. 2010-11-15]. Trading. Dostupné z WWW: <<http://www.hupx.hu/product/index.html>>.
- [17] *Dot360.Towarowa Giełda Energii SA* [online]. 2010-12-12 [cit. 2010-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.polpx.pl/en>>.
- [18] *EXAA Energy Exchange Austria* [online]. c2007, 2010-11-19 [cit. 2010-11-19]. About EXAA. Dostupné z WWW: <<http://en.exaa.at/company/exaa/>>
- [19] European Article Number. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/European\\_Article\\_Number](http://cs.wikipedia.org/wiki/European_Article_Number)
- [20] *OTE, a.s. Uživatelský manuál CDS Elektřina*. ECF1854. Praha, 6.2.2013. Dostupné z: <http://www.ote-cr.cz/dokumentace/dokumentace-elektrina>
- [21] *Číselník sítí elektřina . Aktuální číselník sítí* [online]. 2008, č.1, [cit. 2010-06-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.ote-cr.cz/zverejnovani-dat/aktualni-ciselnik-siti>>.
- [22] *ŠKUBAL, Martin. Nákup elektrické energie na ztráty v distribuční soustavě*. Plzeň, 2010. Bakalářská práce. ZČU, FEL, KET. Vedoucí práce Prof. Ing. Jan Mühlbacher, CSc.
- [23] *ČEPS, a.s. Podpůrné služby* [online]. ČEPS, a.s. 2011 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: <http://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Podpurne-sluzby/KategoriePpS/Stranky/PR.aspx>
- [24] *Základy teorie spolehlivosti. In: Základy teorie spolehlivosti* [online]. první. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2010 [cit. 2013-05-07]. Dostupné z: [http://homel.vsb.cz/~bri10/Teaching/Statistika%20II/skriptum/4\\_Teorie\\_spolehlivosti.PDF](http://homel.vsb.cz/~bri10/Teaching/Statistika%20II/skriptum/4_Teorie_spolehlivosti.PDF)
- [25] *SMART GRIDS. Praha : ČEZ, a.s., 2010. SMART GRIDS, NEBOLI CHYTRÉ SÍTĚ*, s. 16.
- [26] *RADIL, Lukáš Současné Možnosti akumulace elektrické energie*. In Systémy akumulace elektrické energie a tepla - atributy pro rozvoj solární a větrné energetiky (OZE). Praha : EGU Praha Engineering, a.s, 2010. s. 35-47.

[27] *HDO*. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, [cit. 2010-06-28]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/HDO>>.

## 9 Seznam obrázků

Obrázek 1 Vertikálně integrovaný systém [2].....	16
Obrázek 2 Zjednodušený pohled na liberalizovaný trh s elektrickou energií [2] .....	18
Obrázek 3 Fyzikální řetězec výroba – spotřeba .....	21
Obrázek 4 Základní zjednodušené schéma obchodu s elektřinou.....	21
Obrázek 5 Model trhu s elektřinou [5] .....	28
Obrázek 6 Zatížení soustavy rozdělené podle REAS.....	38
Obrázek 7 Bilance distribuční sítě [22].....	42

## 10 Seznam tabulek

Tabulka 1 Počet změn dodavatele elektřiny na odběrných a OPM za rok 2012 [3].....	19
Tabulka 2 Základní definice síti na OTE [20].....	34
Tabulka 3 Přehled základních druhů OPM [20].....	35
Tabulka 4 Seznam profilů podle OTE [21] .....	36
Tabulka 5 Typy výrobních zdrojů [21] .....	36

## 11 Seznam grafů

Graf 1 Diagram zatížení .....	38
Graf 2 Diagram zatížení - REAS.....	39
Graf 3 Výšečový graf diagramu zatížení - REAS .....	40
Graf 4 Diagram zatížení - výroba.....	41
Graf 5 Bilance sítě.....	44
Graf 6 REAS - diagram zatížení .....	45
Graf 7 Výroba po hladinách .....	45
Graf 8 Vliv výpadku zdroje na diagram regulační energie .....	49
Graf 9 Vliv nárůstu výroby z CFV na diagram regulační energie .....	50
Graf 10 Vliv teploty na diagram regulační energie.....	51