

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ ELEKTRO-
NIKY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Podpůrné služby v elektroenergetice v České republice

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2018/2019

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

Jméno a příjmení: **Vojtěch PACKAN**
Osobní číslo: **E16B0041P**
Studijní program: **B2612 Elektrotechnika a informatika**
Studijní obor: **Elektrotechnika a energetika**
Název tématu: **Podpůrné služby v elektroenergetice v České republice**
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

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

1. Zdůvodněte existenci podpůrných služeb v síti.
2. Popište druhy podpůrných služeb v České republice.
3. Proveďte rozbor využití (alokace, rezervace) podpůrných služeb.
4. Analyzujte přeshraniční výpomoci mezi CZ a DE regiony.
5. Navrhněte predikci vývoje trhů s podpůrnými službami vzhledem k využití přeshraničního balancingu.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 30 - 40 stran

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

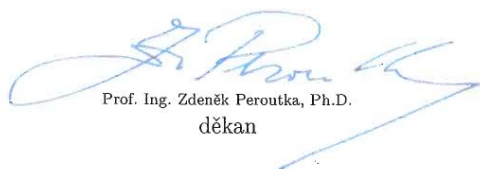
Seznam odborné literatury:

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

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

Datum zadání bakalářské práce: **5. října 2018**

Termín odevzdání bakalářské práce: **13. června 2019**


Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan




Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 5. října 2018

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce se zabývá podpůrnými službami v elektroenergetice. V úvodu je rozebrána problematika výkonové rovnováhy spolu se systémovými službami. Ve stěžejní části práce nalezneme podrobně vysvětleny podpůrné služby, a to jak z technického, tak z tržního hlediska.

Klíčová slova

Podpůrné služby, systémové služby, elektrická energie, elektrizační soustava, regulace výkonu, regulace napětí

Abstract

This bachelor thesis deals with support services in power engineering. In the first part, the issue of power balance together with system services is discussed. The main part explains in detail the support services from both technical and market point of view.

Key words

Support services, system services, electrical energy, electric power system, electric power output regulation, voltage regulation

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou/bakalářskou 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 11.6.2019

Vojtěch Packan

Poděkování

Děkuji všem, kteří mě podporovali po celou dobu mého studia, zvláště pak doc. Ing. Pavle Hejtmánkové, Ph.D. za její cenné rady, připomínky a za čas, který mi věnovala při vedení bakalářské práce.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK	9
ÚVOD	10
1 ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVA ČESKÉ REPUBLIKY.....	11
1.1 CHARAKTERISTIKA ELEKTRIZAČNÍ SOUSTAVY	11
1.2 DENNÍ DIAGRAM ZATÍŽENÍ	12
1.3 PŘENOSOVÁ A DISTRIBUČNÍ SOUSTAVA.....	14
1.4 ENTSO-E	15
1.5 SYSTÉMOVÉ SLUŽBY	16
1.6 TECHNICKO-ORGANIZAČNÍ PROSTŘEDKY PRO ZAJIŠTĚNÍ SYSTÉMOVÝCH SLUŽEB	17
1.6.1 <i>Udržování souhrnné výkonové zálohy pro primární regulaci frekvence</i>	<i>17</i>
1.6.2 <i>Sekundární regulace f a P.....</i>	<i>18</i>
1.6.3 <i>Terciární regulace výkonu</i>	<i>18</i>
1.6.4 <i>Využití dispečerské zálohy.....</i>	<i>19</i>
1.6.5 <i>Sekundární regulace napětí.....</i>	<i>19</i>
1.6.6 <i>Terciární regulace napětí.....</i>	<i>20</i>
1.6.7 <i>Zajištění stability přenosu.....</i>	<i>21</i>
1.6.8 <i>Obnovování provozu po úplném nebo částečném rozpadu soustavy.....</i>	<i>21</i>
1.6.9 <i>Zajištění kvality napěťové sinusovky.....</i>	<i>21</i>
2 PODPŮRNÉ SLUŽBY.....	23
2.1 CHARAKTERISTIKA PODPŮRNÝCH SLUŽEB	23
2.2 FIKTIVNÍ BLOK.....	25
2.3 OBCHODNÍ BLOK.....	25
2.4 DRUHY PODPŮRNÝCH SLUŽEB	26
2.4.1 <i>Primární regulace f bloku</i>	<i>26</i>
2.4.2 <i>Sekundární regulace P bloku.....</i>	<i>27</i>
2.4.3 <i>Snížení výkonu.....</i>	<i>27</i>
2.4.4 <i>Minutová záloha</i>	<i>27</i>
2.4.5 <i>Sekundární regulace U/Q.....</i>	<i>28</i>
2.4.6 <i>Schopnost ostrovního provozu.....</i>	<i>30</i>
2.4.7 <i>Schopnost startu ze tmy.....</i>	<i>32</i>
2.4.8 <i>EregZ.....</i>	<i>33</i>
2.5 VÝKONOVÉ ZÁLOHY ELEKTRÁRENSKÉHO BLOKU PRO POSKYTOVÁNÍ PODPŮRNÝCH SLUŽEB	34
3 ALOKACE PODPŮRNÝCH SLUŽEB.....	35
3.1 ŽADATEL O POSKYTOVÁNÍ PODPŮRNÝCH SLUŽEB.....	35
3.2 TRH S PODPŮRNÝMI SLUŽBAMI	37
3.2.1 <i>Dlouhodobé kontrakty.....</i>	<i>38</i>
3.2.2 <i>Denní trh s podpůrnými službami.....</i>	<i>38</i>
3.2.3 <i>Vyrovňovací trh</i>	<i>38</i>
3.3 SUBJEKTY POSKYTUJÍCÍ PODPŮRNÉ SLUŽBY	39
4 PŘESHRAŇNÍ VÝPOMOCI S NĚMECKÝM REGIONEM	41
4.1 HAVARIJNÍ DODÁVKA REGULAČNÍ ENERGIE	41
4.2 OPERATIVNÍ DODÁVKA ELEKTRINY ZE ZAHRANIČÍ A DO ZAHRANIČÍ	41
4.3 PRODEJ ELEKTRINY PŘES PŘESHRAŇNÍ PROFILY	42
4.4 VÝVOJ TRHU S PODPŮRNÝMI SLUŽBAMI	43
ZÁVĚR.....	45
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ.....	47

Seznam zkratk

aFRP.....	-automaticky ovládaný proces obnovení frekvence a výkonové rovno
.....	váhy
aFRRR.....	-záloha pro regulaci výkonové rovnováhy s automatickou aktivací
EregZ.....	-regulační energie
FCP	-proces automatické regulace frekvence
FCR	-záloha pro automatickou regulaci frekvence
mFRPt	-ručně ovládaný proces obnovení frekvence a výkonové rovnováhy
mFRRt	-zálohy pro regulaci výkonové rovnováhy s manuální aktivací do t minut
MZ _t	-minutová záloha
PR.....	-primární regulace
RRPR	-regulační rozsah primární regulace
RRSR	-regulační rozsah sekundární regulace
RZPR.....	-regulační záloha primární regulace
RZSR ₍₋₎	-regulační záloha sekundární regulace (záporná)
RZSR ₍₊₎	-regulační záloha sekundární regulace (kladná)
SR.....	-sekundární regulace
SV ₃₀	-snížení výkonu

Úvod

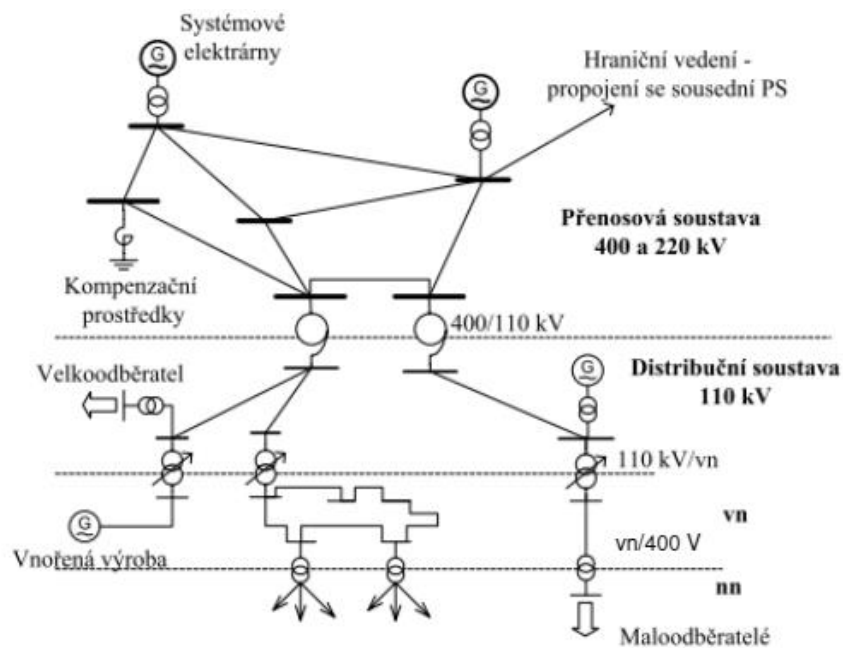
Pro náležitý chod elektrizační soustavy je důležité, aby v každém okamžiku pokryla vyrobená elektrická energie momentální spotřebu a ztráty, které při přenosu a distribuci elektrické energie vznikají. Je tedy důležité sledovat kvalitu elektrické energie a udržovat výkonovou rovnováhu v reálném čase. K tomu slouží tzv. systémové služby (viz kapit. 1.5), za jejichž zajištění odpovídá provozovatel přenosové soustavy ČEPS, a.s. Za tímto účelem vznikly i tzv. podpůrné služby, jejichž hlavním úkolem je zajištění služeb systémových. Díky podpůrným službám dosahujeme správného a spolehlivého fungování elektrizační soustavy v rámci standardů ENTSO-E.

Text je rozdělen do čtyř hlavních částí. V první části se práce zaměřuje na elektrizační soustavu České republiky a definuje systémové služby. V druhé části jsou popsány druhy podpůrných služeb a je zdůvodněna jejich existence. Třetí část je věnována trhu s podpůrnými službami a alokaci podpůrných služeb v České republice. Dále zde nalezneme druhy výpomocí s Německou republikou, což je zmíněné v poslední části této práce.

1 Elektrizáční soustava České republiky

1.1 Charakteristika elektrizační soustavy

Elektrizační soustava, jejíž zjednodušené schéma je možno vidět na Obr. 1.1, je souborem veškerých zařízení potřebných pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektrické energie. Elektrizační soustava je dále tvořena systémy měřicí, ochranné, řídicí, zabezpečovací, informační a telekomunikační techniky. Všechny tyto systémy mezi sebou spolupracují a snaží se tak o zvýšení spolehlivosti elektrizační soustavy, neboť jejím hlavním úkolem je zásobovat spotřebitele elektrickou energií v požadovaném množství, čase, místě, při dodržení požadované kvality a spolehlivosti. Dalšími sledovanými faktory jsou hospodárnost a ekologický ohled na straně výroby, rozvodu a spotřeby. [1]



Obr. 1.1: Zjednodušené schéma elektrizační soustavy. [1]

Pro náležitý chod elektrizační soustavy jsou zapotřebí krátkodobé bilanční výpočty, které jsou založené na predikcích spotřeby elektrické energie v elektrizační soustavě ČR. Za krátkodobé bilanční výpočty jsou považovány roční, měsíční, týdenní bilanční výpočty. Tyto bilanční výpočty provádí provozovatel přenosové soustavy ČEPS, a.s., za účelem zabezpečení náležitého chodu elektrizační soustavy. V podstatě se jedná o vyrovnání strany nabídky a poptávky v určitém časovém intervalu, aniž by docházelo k významnějším fyzikálním disproporcím v jednotlivých částech elektrizační soustavy. Výroba elektrické

energie musí být prováděna v určité míře a pouze v době, kdy se uskutečňuje spotřeba elektrické energie. [2]

Pro každý časový okamžik musí v elektrizační soustavě platit tento vztah:

$$P_v = P_s + P_z + P_r \quad (\text{MW, MW, MW, MW}) \quad (1)$$

P_v vyrobený výkon výrobcí elektrické energie

P_s spotřeba elektrického výkonu odběrateli elektrického výkonu

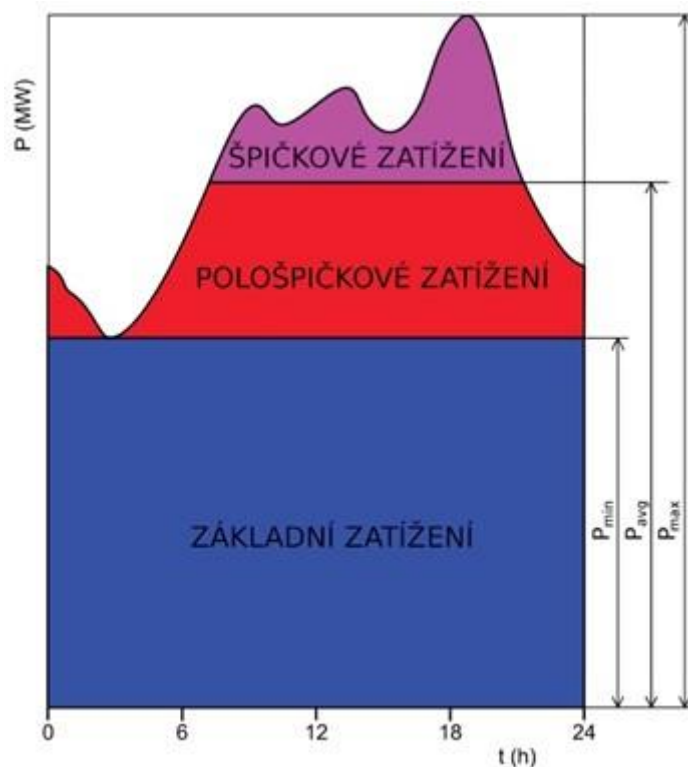
P_z činné ztráty v přenosových a distribučních sítích

P_r záložní (rezervní) výkon, který je nutné mít k dispozici

Ze vztahu je patrné, že se v elektrizační soustavě snažíme docílit výkonové rovnováhy. Dalším důležitým faktorem je zde prozatím omezená možnost skladování elektrické energie. V souvislosti s akumulací elektrické energie probíhá velmi intenzivní výzkum a vývoj v oblasti hledání možných technologií pro skladování energie, přesto nelze v nejbližší době očekávat významnější pokrok, který by byl v rámci přijatelných ekonomických možností. Z tohoto důvodu musí mít elektrizační soustava odpovídající výkon zdrojů pro uspokojení poptávky. Spotřeba elektrické energie je dána především strukturou a úrovní průmyslu. Dalším faktorem, který ovlivňuje spotřebu elektrické energie, je životní úroveň, vybavení a spotřeba domácností. [3]

1.2 Denní diagram zatížení

Jak již bylo zmíněno v předešlé kapitole, kvůli omezeným možnostem skladování elektrické energie jsme nuceni přizpůsobit množství vyrobené elektrické energie její spotřebě. To znamená, že pokud chceme docílit bezporuchového chodu elektrizační soustavy, musí v každém okamžiku výroba krýt spotřebu. Takovéto situace dosáhneme pouze v případě dokonalé spolupráce všech zdrojů, v našem případě elektráren. Tomu napomáhá tzv. diagram zatížení. Tento diagram stanovuje předpokládané množství spotřebované (vyrobené) energie v závislosti na časovém úseku. Můžeme se tedy setkat s denním, týdenním, měsíčním nebo ročním diagramem zatížení. Pokrytí diagramu zatížení výrobou je závislé na schopnosti a ekonomické náročnosti regulace zdrojů. [4]



Obr. 1.2: Denní diagram zatížení. [5]

Z Obr. 1.2 je patrné, že denní diagram sestává ze tří pásem. Jedná se o pásma základního, pološpičkového a špičkového zatížení.

Pásma základního zatížení je vymezené nulovým a minimálním výkonem. Hodnota tohoto zatížení se během dne nemění. Do této oblasti pracují především elektrárny, které se špatně regulují, odstavují a najíždějí, anebo jejichž investiční náklady jsou velké a provoz levný. Z těchto důvodů spadají do pásma základního zatížení jaderné elektrárny, některé klasické tepelné (spalovací) elektrárny a průtočné vodní elektrárny.

Pásma pološpičkového zatížení je oblast mezi základním a špičkovým zatížením. Pološpičkové zatížení kryjí elektrárny s lepší možností regulace, leč příp. dražším provozem. Do tohoto pásma tedy zařazujeme především další klasické (uhelné) tepelné elektrárny a akumulární vodní elektrárny.

Špičkové zatížení je pásmo omezené maximálním výkonem. V tomto pásmu pracují elektrárny s rychlou možností regulace. Řadíme sem například vodní přecherčovací elektrárny a elektrárny paroplynové. [4]

1.3 Přenosová a distribuční soustava

V této kapitole se zaměřím na stručnou charakteristiku distribučních a přenosových soustav. Pro tuto práci je důležité pochopit rozdíl mezi těmito soustavami, neboť každá z nich plní v elektrizační soustavě své specifické úkoly.

Přenosovou soustavou se rozumí vzájemně propojený soubor vedení a zařízení o různých napěťových hladinách. Česká republika disponuje přenosovou soustavou na hladinách 400 kV, 220 kV a z části i 110 kV. Přenosová soustava slouží především k zajištění přenosu elektrické energie po území České republiky a k propojení s elektrizačními soustavami sousedních států. Přenosová soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu. Pro provozování přenosové soustavy je důležitá licence, kterou uděluje regulátor. Tato licence je pro vymezené území pouze jediná. To platí nejen pro Českou republiku, ale pro řadu dalších států. [2]

Přenosová soustava tedy mimo jiné slouží k regulování vyráběného výkonu tak, aby udržovala výkonovou rovnováhu na svém území. Pro dané území přenosová soustava plní tři hlavní úkoly. Prvním úkolem je regulace frekvence sloužící k dorovnání disbalance činných výkonů. Druhým úkolem je udržení stability přenosu, a to i při mimořádných stavech, k čemuž napomáhá fakt, že síť na hladinách 400 kV a 220 kV je konstruována i provozována jako okružní. Třetím a velmi důležitým úkolem je zajištění spolehlivosti přenosu.

Provozovatelem přenosové soustavy na území České republiky je společnost ČEPS, a.s. Ta dispečersky řídí provoz zařízení přenosové soustavy a systémových zdrojů na našem území. [1]

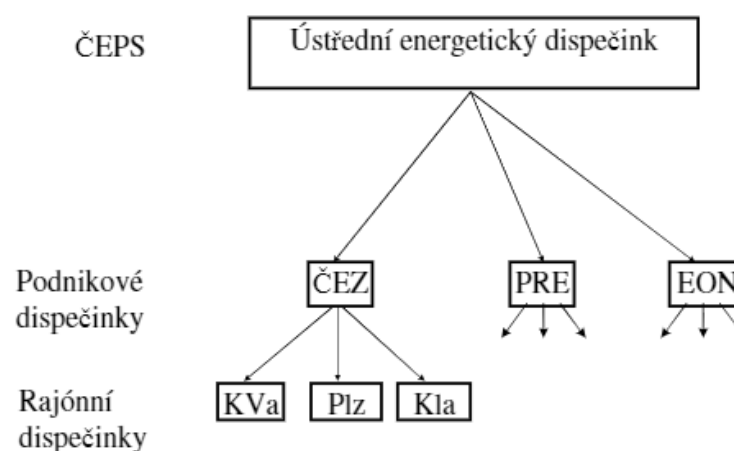
Distribuční síť slouží k dodávce elektrické energie ke konečnému odběrateli. Česká republika disponuje distribučními sítěmi o hladinách 110 kV, 0,4/0,23 kV, 3 kV, 6kV, 10 kV, 22 kV nebo 35 kV. Distribuční soustava je zřizována a provozována ve veřejném zájmu. V České republice jsou distribuční síť rozděleny na regionální distribuční soustavy a lokální distribuční soustavy.

Regionální distribuční soustavy jsou připojeny přímo k přenosové soustavě. Území České republiky je tedy rozděleno na několik regionálních, vzájemně se nepřekrývajících distribučních soustav. Ty jsou provozovány na základě licence. Momentálně jsou v našem území zastoupeny tři regionální distribuční společnosti. První regionální distribuční

společností je skupina ČEZ Distribuce, druhou společností E.ON Distribuce a třetí je PRE-distribuce.

Lokální distribuční soustavy jsou oproti regionálním distribučním soustavám nepřímo připojeny k přenosové soustavě. Jsou provozovány na základě licence. Lokální soustavy jsou především areály velkých průmyslových aglomerací – doly, hutě. [2]

Hlavním úkolem distribuční soustavy je dodávka elektrické energie v požadované kvalitě. Je zde snaha o nepřetržitost dodávky elektrické energie. Do kvality napětí spadá například velikost odchylky napětí, stálost napětí, symetrie napětí. [1]



Obr. 1.3: Struktura dispečerského řízení. [1]

Z Obr. 1.3 je patrné dispečerské rozdělení přenosové a distribuční sítě. Jedná se o tzv. hierarchickou strukturu dispečerského řízení.

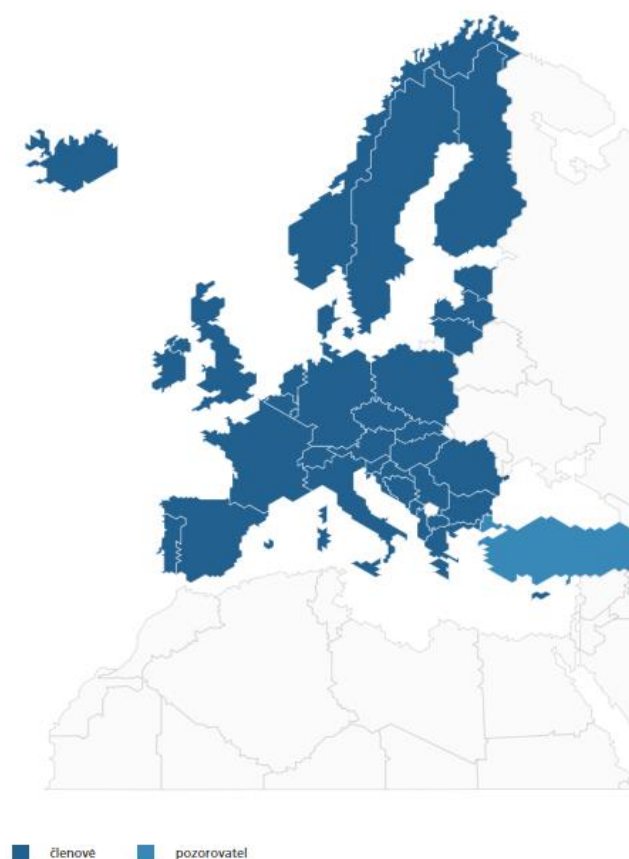
1.4 ENTSO-E

Po rozklíčování zkratky ENTSO-E dostáváme název Evropská síť provozovatelů elektroenergetických přenosových soustav. Pod touto zkratkou je sdruženo 43 asociací evropských provozovatelů přenosových soustav z celkem 36 zemí Evropy. V této organizaci nalezneme jak členské, tak nečlenské státy Evropské unie (viz Obr. 1.4). K hlavním cílům této organizace patří především dotvoření a fungování vnitřního trhu a přeshraničního obchodu s elektrinou. Dalším cílem této organizace je zajištění optimálního řízení a rozvoje evropských elektroenergetických soustav v rámci koordinované spolupráce. Organizace ENTSO-E je řízena Valným shromážděním, činnost asociace koordinuje Řídící výbor ENTSO-E, jehož členem je od června 2015 rovněž člen představenstva ČEPS.

Řešení celoevropských témat provozovatelů přenosových soustav je organizováno v rámci pěti výborů:

- System Development Committee (rozvoj přenosových systémů)
- System Operations Committee (provoz propojených systémů)
- Market Committee (otázky trhu s elektřinou)
- Research & Development (výzkum a vývoj)
- Legal and Regulatory Group (právní a regulační otázky).

Regionální podskupiny se zabývají problematikou provozovatelů přenosových soustav z hlediska synchronních zón. Pokud hovoříme o společnosti ČEPS, jedná se o zónu Kontinentální Evropa [5].



Obr. 1.4: Členské státy ENTSO-E. [5]

1.5 Systémové služby

Systémové služby slouží k zajištění bezpečného a spolehlivého provozu přenosové soustavy, kvality přenosu elektrické energie a také k zajištění požadavků provozu elektrizační

soustavy České republiky vyplývajících z mezinárodní spolupráce v rámci ENTSO-E. V České republice odpovídá za zajištění systémových služeb ČEPS, a.s.

Provozovatel přenosové soustavy zajišťuje následující systémové služby:

1. *Udržování kvality elektřiny*

Pro splnění daných parametrů využívá služba těchto technických prostředků:

- Udržování souhrnné výkonové zálohy pro primární regulaci frekvence
- Sekundární regulace f a P
- Sekundární regulaci napětí
- Terciární regulace napětí
- Zajištění kvality napěťové sinusovky
- Zajištění stability přenosu

2. *Udržování výkonové rovnováhy v reálném čase*

Pro splnění daných parametrů využívá služba těchto technických prostředků:

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

3. *Obnovení provozu*

4. *Dispečerské řízení [6]*

1.6 Technicko-organizační prostředky pro zajištění systémových služeb

1.6.1 Udržování souhrnné výkonové zálohy pro primární regulaci frekvence

Při narušení výkonové rovnováhy mezi zatížením a výkonem zdrojů, což může být například poruchový výpadek bloku, se na obnovení výkonové rovnováhy podílejí všechny zdroje propojené soustavy. Primární regulace frekvence je tedy založena na tzv. principu solidarity. Zřejmou podmínkou pro dané zdroje je, že musejí být do primární regulace frekvence zapojeny v jednotlivých regulačních oblastech. Účelem této regulace je zvýšení, popřípadě snížení výkonu, čímž se docílí zastavení poklesu, či vzrůstu odchylky frekvence. Matematicky lze tento druh regulace zapsat:

$$\Delta P = -\lambda \Delta f \text{ (MW, MW/Hz, Hz)} \quad (2)$$

ΔP regulace výkonu

λ výkonové číslo regulační oblasti

Δf odchylka frekvence

Tento typ regulace je podmínkou synchronní spolupráce soustav společností spolupracujících v tomto zapojení. Každá regulační oblast tak udržuje pro ni stanovenou výkonovou zálohu na primární regulaci frekvence. Zajištění této výkonové zálohy je základní povinností provozovatelů přenosových soustav. [7]

1.6.2 Sekundární regulace f a P

Tento typ regulace automaticky udržuje nejen frekvenci na jmenovité hodnotě, ale i výkonovou rovnováhu regulační oblasti. Tato regulace je zajišťována automaticky sekundárním regulátorem frekvence a předávaných výkonů. Sekundární regulátor je umístěn na Dispečinku ČEPS. Na sekundární regulátor jsou připojeny terminály elektráren s bloky poskytujícími Podpůrné služby sekundární regulace P bloku. Samotný regulátor pracuje tak, že způsobenou výkonovou nerovnováhu, která se projeví změnou frekvence a odchylkou předávaných výkonů, vyrovnává pouze postižená regulační oblast, kde tato výkonová nerovnováha vznikla. Regulační odchylku spočítáme ze vztahu:

$$G = \Delta P + K\Delta f \text{ (MW, MW, MW/Hz, Hz)} \quad (3)$$

G regulační odchylka

K nastavený parametr, který by se měl teoreticky rovnat výkonovému číslu λ

Δf odchylka frekvence

Důležitým poznatkem pro tuto regulaci je, že při obnovování výkonové rovnováhy navazuje tento typ regulace na primární regulaci frekvence. A to tak, že postupně nahrazuje výkon, který byl poskytnut na principu solidarity v propojené elektrizační soustavě. Proces tohoto druhu regulace je realizován vysíláním žádané hodnoty výkonu ze sekundárního regulátoru na bloky poskytující Podpůrné služby (SR). Důležitým požadavkem pro tento typ regulace je čas, za který by tato regulace měla obnovit zadané hodnoty frekvence a předávaných výkonů. Pro sekundární regulaci je to 15 minut od započetí výkonové nerovnováhy. Na sekundární regulaci navazuje terciární regulace. [7]

1.6.3 Terciární regulace výkonu

Hlavním úkolem této regulace je udržení potřebné regulační zálohy pro sekundární regulaci. Dalo by se tedy říci, že terciární regulace výkonu slouží pro případ, kdy by došlo

k vyčerpání sekundární regulační zálohy. Tedy za předpokladu, že by byl výkon v rámci činnosti sekundární regulace f a P vyčerpán. Pro tuto regulaci výkonu využíváme točivých záloh, tedy bloky poskytující v rámci Podpůrných služeb terciární regulaci P . Další možností, která se nabízí, je najíždění rychle startujících záloh. [7]

1.6.4 Využití dispečerské zálohy

Dispečerská záloha slouží především pro pokrývání výkonové nerovnováhy. Tato výkonová nerovnováha vzniká mimo jiné tím, že účastníci trhu nejsou schopni dodržet plánované odběrové diagramy. Účelem dispečerské zálohy je tedy pokrytí nedostatku výkonu. To může být způsobeno například výpadkem bloků. Další příčinou tohoto nežádoucího jevu může být právě větší hodnota odebíraného výkonu oproti sjednanému odběrovému diagramu. [7]

1.6.5 Sekundární regulace napětí

Sekundární regulace napětí je též známá jako systém ASRU. Úloha této regulace je udržování zadaných napětí, které jsou stanoveny terciární regulací napětí v pilotních uzlech. Tento typ regulace je v elektrizační soustavě realizován pomocí automatického regulátoru napětí ARN. Úkolem automatického regulátoru ARN je porovnávání odchylek skutečného napětí od napětí zadaného v pilotním uzlu. Po vyhodnocení nerovnosti těchto napětí systém ARN určí potřebnou velikost jalového výkonu pro vyrovnání těchto napětí. Potřebná hodnota jalového výkonu je rozeslána na elektrárny, které zajišťují Podpůrné služby sekundární regulace U/Q .

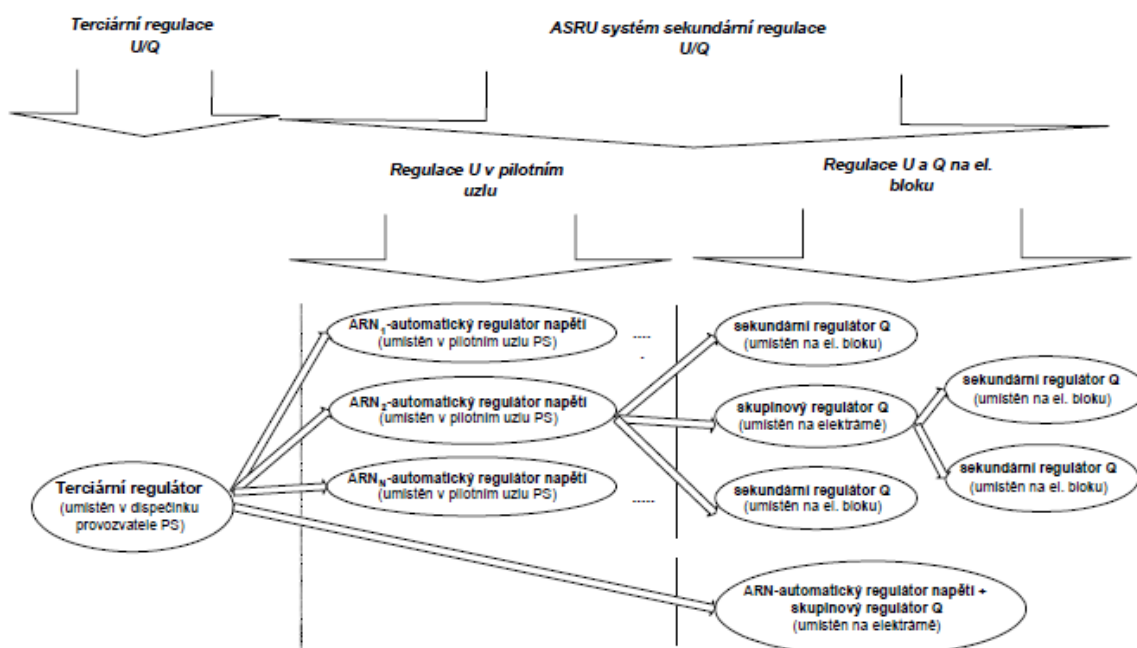
V některých případech jsou elektrárny vybaveny tzv. skupinovým regulátorem jalového výkonu. Tento typ regulátoru je obsažen u elektráren, které mají více než jeden blok. Skupinový regulátor rozdělí požadovaný jalový výkon z ARN na jednotlivé bloky. V elektrizační soustavě se setkáváme s těmito druhy uspořádání:

1. *Automatický regulátor ARN je umístěn na elektrárně.* To je realizováno tak, že je součástí řídicího systému elektrárny. Důležitou součástí ARN regulátoru je skupinový regulátor buzení, díky němuž se řídí jalové výkony jednotlivých bloků.
2. *Automatický regulátor ARN není umístěn na elektrárně.* Bývá umístěn na blízké rozvodně zvláště vysokého napětí nebo na rozvodně velmi vysokého napětí. Sou-

částí ARN regulátoru je skupinový regulátor buzení, díky němuž se řídí jalové výkony jednotlivých bloků.

3. *Automatický regulátor ARN není umístěn na elektrárně.* Bývá umístěn na blízké rozvodně zvláště vysokého napětí nebo na rozvodně velmi vysokého napětí. V tomto případě zasílá informaci o požadované hodnotě jalového výkonu na elektrárnu. Tato informace je vyhodnocena skupinovým regulátorem, kterým je elektrárna vybavena a požadovaná hodnota jalového výkonu je poté rozdělena jednotlivým blokům elektrárny.

Umístění automatického regulátoru napětí závisí na dohodě mezi poskytovatelem Podpůrných služeb a provozovatelem přenosové soustavy. Systém ASRU dále obsahuje kompenzační tlumivky. Tyto tlumivky jsou využívány v případě, že dojde k vyčerpání příslušných regulačních rezerv alternátorů. K regulaci pomocí kompenzačních tlumivek dochází dříve, než jsou vyčerpány příslušné regulační rezervy alternátorů. Na těchto tlumivkách se udržuje stálá rezervní hodnota jalového výkonu pro případ havarijního stavu. [7], [8]



Obr. 1.5: Regulace napětí a jalových výkonů v elektrizační soustavě. [7]

1.6.6 Terciární regulace napětí

Terciární regulace napětí sehrává důležitou roli nejen pro bezpečný, ale i ekonomický chod elektrizační soustavy. Hlavním úkolem této regulace je řízení určených napětí v pilotních uzlech. Terciární regulace je realizována pomocí programu, který je součástí Dispečinku

ČEPS. Z Obr. 1.5 je patrné, že terciární regulace tvoří vrchol v uspořádání řízení napětí a jalových výkonů v elektrizační soustavě. [7]

1.6.7 Zajištění stability přenosu

Pokud hovoříme o zajištění stability přenosu, jedná se především o kontrolní a koordinační činnost směřující k stabilitě přenosu činných výkonů a k tlumení výkonových kyvů v soustavě. Pro provoz propojených přenosových soustav je vyžadována kontrola statické a dynamické stability při přenosech výkonů. Tato kontrola se provádí kontrolními výpočty stability na základě měřených dějů v reálném čase. Všechny tyto poznatky z daných analýz jsou velmi důležité z hlediska nastavení hlídačů meze podbuzení, zesílení regulátorů buzení a nastavení konstant systémových stabilizátorů v regulátorech buzení jednotlivých generátorů. [7]

1.6.8 Obnovování provozu po úplném nebo částečném rozpadu soustavy

Tento proces se skládá z najetí bloků bez podpory napětí ze sítě, hovoříme tedy o tzv. startu ze tmy. Do této kategorie spadá postupná obnova napětí sítě a napájení uživatelů, jejichž pořadí je předem určeno podle priorit. Dále do této kategorie spadá ostrovní provoz částí sítě a postupné sfázování ostrovních provozů.

V případě, že by došlo k částečnému nebo úplnému rozpadu soustavy, tedy k black-outu, musí ČEPS zajistit obnovení provozu do normálního stavu. Pro případ, že by došlo k tak velké systémové poruše, je vypracovaný tzv. Plán obnovy. Tento plán je detailněji rozpracován do provozních instrukcí dispečinků provozovatelů distribučních soustav. Hovoříme tedy o jistém sledu činností, které by měly opět zprovoznit elektrizační soustavu. Veškeré instrukce a pokyny jsou pravidelně trénovány a část z nich i reálně testována. Do této kategorie můžeme například zařadit start elektrárenských bloků bez dodávky vnějšího napětí a výkonů. [7]

1.6.9 Zajištění kvality napěťové sinusovky

Tuto funkci dělíme podle jejího charakteru. Pokud hovoříme o pasivním charakteru, jedná se především o funkci monitorovací a kontrolní. Na druhé straně mluvíme o aktivním charakteru, který se vztahuje k vyladění napěťového průběhu pomocí filtrů.

V současnosti je velmi důležité klást důraz na kvalitu přenášeného napětí. S rozvojem polovodičových technologií roste počet zařízení založených na tomto principu,

kteřé jsou napájeny z vyšších napěťových hladin. To u většiny případů vede ke zkreslení průběhů napětí. Přenášené napětí pak může obsahovat pulsy nebo složky vyšších harmonických, které jsou v průběhu napětí nežádoucí. V některých případech může docházet k negativnímu ovlivňování přenášeného signálu, který je určen jiným uživatelům. Z těchto důvodů ČEPS monitoruje a měří kvalitu přenášené sinusovky. Díky poznatkům, které vychází z těchto měření, je poměrně velmi snadné identifikovat zdroje těchto poruch a navrhnout opatření proti těmto nežádoucím jevům. [7]

2 Podpůrné služby

2.1 Charakteristika Podpůrných služeb

Z předešlé kapitoly víme, že systémové služby slouží k zajištění bezpečného a spolehlivého provozu přenosové soustavy. Umožňují řešit nejen kvalitu přenášené elektrické energie, ale i provádět řízení směřující k dorovnání disbalance činných výkonů a udržovat frekvenci v předem stanovených mezích, a dále udržovat rezervní výkony pro případ potřeby provádět kontrolu přenášené elektrické energie, zda splňuje požadovanou kvalitu. Systémové služby tedy zahrnují široké spektrum činností nezbytných pro chod elektrizační soustavy.

Nyní se dostáváme k jedné z hlavních otázek řešeného tématu. Co to jsou podpůrné služby a jaká je jejich úloha v elektrizační soustavě České republiky.

Provozovatel přenosové soustavy využívá podpůrné služby k zajištění systémových služeb. Podpůrné služby nabízí celá řada uživatelů přenosové soustavy. Pro poskytování podpůrných služeb jsou předem stanovené podmínky, které musí budoucí provozovatel těchto služeb splňovat. Díky podpůrným službám dosahujeme správného a spolehlivého fungování elektrizační soustavy v rámci standardů ENTSO-E. V současnosti se vyskytují tyto typy podpůrných služeb:

1. *Primární regulace f bloku (PR)*
2. *Sekundární regulace P bloku (SR)*
3. *Minutová záloha (MZt)*
4. *Snížení výkonu (SV_{30})*
5. *Sekundární regulace U/Q (SRUQ)*
6. *Schopnost ostrovního provozu (OP)*
7. *Schopnost startu ze tmy (BS)*

Od aktualizace kodexu, která vešla v platnost 1. května 2019, došlo k rozdělení podpůrných služeb do dvou kategorií:

- Služby výkonové rovnováhy (SVR) – tyto služby jsou využívány k zajištění rovnováhy mezi výrobou a spotřebou

- Ostatní podpůrné služby (Nefrekvenční) – ty jsou používány k zajištění kvality napětí a z hlediska spolehlivosti provozu přenosové soustavy

Kromě zmíněných podpůrných služeb využívá ČEPS pro systémovou službu: „Udržování výkonové rovnováhy v reálném čase.“ těchto prostředků:

1. *Regulační energii obstaranou na domácím trhu v České republice*
2. *Regulační energii obstaranou na vyrovnávacím trhu*
3. *Regulační energii ze zahraničí ve formě operativní dodávky elektřiny*

Dodávka regulační energie ze zahraničí je realizována na základě smlouvy o operativní dodávce elektřiny ze zahraničí. Jedná se tedy o import nebo export elektrické energie, realizovaný změnou hodnot předávaných výkonů. Tato dodávka elektrické energie musí být odsouhlasena provozovatelem synchronní propojené přenosové soustavy.

Operativní dodávku elektrické energie ze zahraničí dělíme podle jejího charakteru:

1. *Havarijní výpomoc [HV], dodávka negarantované regulační energie [EregZ+ nebo EregZ-]*
2. *Dodávka regulační energie ze zahraničí v rámci spolupráce provozovatelů přenosových soustav [EregZ+ nebo EregZ-]*

Regulační energie může být kladná nebo záporná, značí se znaménkem za zkratkou. [8]

Všechny zmíněné podpůrné služby musí splňovat obecné požadavky. Prvním požadavkem pro provozování těchto služeb je měřitelnost. Provozovatel těchto služeb musí zajistit splnění stanovených kvantitativních parametrů. Jde především o výkon, který je daný blok schopen vydat v určitém časovém intervalu. Dalším požadavkem je garance dostupnosti služeb. Provozovatel se zaváže k dostupnosti služeb během denního, týdenního a ročního cyklu. Posledním a nejdůležitějším požadavkem je certifikovatelnost. Tedy je stanoven způsob prokazování schopnosti poskytnout dané služby pomocí periodických testů. [9]

2.2 Fiktivní blok

Z pohledu plnění podmínek poskytování podpůrných služeb může být vhodné zavedení tzv. fiktivního bloku. Pokud zavedeme u elektrárenského bloku tzv. fiktivní blok, dojde k zjednodušení dálkového řízení tohoto bloku z Dispečinku ČEPS. V podstatě jde o sjednocení několika energetických zařízení do jednoho prvku. Fiktivní blok může být vytvořen buďto všemi zařízeními, nebo rozdělením jednotlivých zařízení elektrárenského bloku do dílčích fiktivních bloků. Tato zařízení, u kterých se vyskytuje technologická vazba mezi jednotlivými soustrojími, jsou vyvedena do jedné rozvodny stejné napěťové úrovně. Minimální napěťová hladina u těchto rozvodn činí 22 kV.

Technologickou vazbou pro vytvoření fiktivního bloku rozumíme:

- Společný parovod
- Společný reaktor
- Soustrojí paroplynové elektrárny tvořící jeden technologický celek
- Společná nádrž u vodní elektrárny a přečerpávací vodní elektrárny
- Kombinace turbogenerátorů a elektrokotle se společným vyvedením tepla
- Společná infrastruktura soustav motorgenerátorů
- Společné vyvedení výkonu kombinace turbogenerátorů a bateriového systému akumulace elektrické energie

V České republice se vyskytuje zvláštní případ fiktivního bloku. Je to Vltavská kaskáda, kde existuje specifický druh vazby mezi dílčími elektrárnami této kaskády.

Blok, který poskytuje podpůrné služby, nesmí poskytovat regulační služby pro jiný subjekt. Z hlediska poskytování podpůrných služeb se vždy hodnotí celý fiktivní blok, který musí být pro danou podpůrnou službu certifikován. Možnost tvorby a členění fiktivního bloku je podmíněné souhlasem provozovatele přenosové soustavy. [10]

2.3 Obchodní blok

Vytvoření obchodního bloku je principiálně obdobné jako vytvoření bloku fiktivního. Obchodní blok se zakládá z důvodu plnění podmínek pro poskytování podpůrných služeb a jeho vytvoření je výhodné z hlediska dálkového řízení tohoto bloku z Dispečinku ČEPS. Na rozdíl od fiktivního bloku může obchodní blok zahrnovat maximálně čtyři energetická zařízení. U těchto zařízení se navíc nevyskytuje technologická vazba.

Obchodní blok je tvořen pouze zařízeními jedné elektrárny vyvedenými do jedné uzlové oblasti. Součet jmenovitých výkonů těchto zařízení nesmí překročit hodnotu 250 MW. Těmito stanovenými výše uvedenými podmínkami se obchodní blok liší od fiktivního. [8]

2.4 Druhy Podpůrných služeb

2.4.1 Primární regulace f bloku

Od aktualizace kodexu, která vešla v platnost 1. května 2019, došlo k přejmenování této podpůrné služby na Proces automatické regulace frekvence (FCP). Primární regulace f bloku je lokální automatická funkce. Tuto regulaci zajišťují obvody primární regulace. Dochází zde k přesně definované změně výkonu elektrárenského bloku v závislosti na odchylce frekvence od zadané hodnoty. Tento princip regulace lze zapsat pomocí následující rovnice:

$$\Delta P = - \frac{100 P_n}{\delta f_n} \Delta f \quad (4)$$

ΔP požadovaná změna výkonu bloku (MW)

P_n jmenovitý výkon bloku (MW)

Δf odchylka frekvence od zadané hodnoty (Hz)

δ statika primární regulace (%)

f_n jmenovitá frekvence 50 Hz

Poskytovatel podpůrné služby primární regulace musí zajistit požadované RZPR (viz níže) do 30 sekund od okamžiku vzniku odchylky frekvence. Pokud se jedná o elektrárenský blok s hodnotou činného výkonu do 300 MW a dojde-li ke změně kmitočtu o 200 mHz od zadané hodnoty, je uvolněna elektrárenským blokem maximální rezervovaná velikost výkonu. Pokud se jedná o elektrárenský blok s hodnotou činného výkonu nad 300 MW a dojde-li ke změně kmitočtu o 100 mHz od zadané hodnoty, je uvažováno o uvolnění maximální velikosti RZPR.

Pro bloky poskytující podpůrnou službu primární regulace je stanovena maximální velikost vykupované RZPR od jednoho bloku na 10 MW. Minimální velikost RZPR je stanovena na 3 MW. Platí zde:

$$RZPR = \frac{1}{2} RRPR$$

RZPR Regulační záloha primární regulace

RRPR Regulační rozsah primární regulace

2.4.2 Sekundární regulace P bloku

Od aktualizace kodexu, která vešla v platnost 1. května 2019, došlo k přejmenování této podpůrné služby na Automaticky ovládaný proces obnovení frekvence a výkonové rovnováhy (aFRP). Jedná se o proces změny hodnoty výkonu regulovaného elektrárenského bloku v závislosti na požadavcích sekundárního regulátoru frekvence. Využití regulační zálohy u sekundární regulace je dáno požadavky sekundárního regulátoru Dispečinku ČEPS.

Pokud je zadán požadavek na $RZSR_{(+)}$ nebo $RZSR_{(-)}$, musí daný elektrárenský blok splnit tento požadavek nejdéle do 10 minut.

Vyskytuje se zde i další omezení, a tím je rychlost změny výkonu bloku. Minimální rychlost pro elektrárenský blok je 2 MW/min.

Minimální certifikovaná velikost RRSR jednoho bloku činí 10 MW. Stejnou minimální hodnotu musí splňovat $RZSR_{(+)}$ nebo $RZSR_{(-)}$.

Maximální poskytovaná velikost RZSR pro jeden blok je zde ošetřena tak, že hodnota $RZSR_{(+)}$ nebo $RZSR_{(-)}$ nepřekročí 70 MW. [8]

2.4.3 Snížení výkonu

Snížení výkonu je označováno též zkratkou SV_{30} . Tuto službu mohou poskytovat bloky, které jsou schopné snížit výkon o předem sjednanou hodnotu, a to do 30 min. od přijetí požadavku. Díky této službě můžeme snížit dodávku elektrické energie do elektrizační soustavy a odregulovat tak výkonovou nerovnováhu, která vznikla nedodržením sjednaných diagramů.

Minimální velikost zálohy, která je vyhovující pro tuto službu, činí 30 MW od jednoho poskytovatele. [10]

Tato podpůrná služba bude využívána do konce roku 2019, poté dojde k jejímu zrušení.

2.4.4 Minutová záloha

Od aktualizace kodexu, která vešla v platnost 1. května 2019, došlo k přejmenování této podpůrné služby na Ručně ovládaný proces obnovení frekvence a výkonové rovnováhy

(mFRPT). V elektrizační soustavě může tuto podpůrnou službu nabízet elektrárenský blok, který je schopen poskytnout sjednanou regulační zálohu RZMZ do t minut od příkazu Dispečinku ČEPS. Sjednanou regulační zálohou se rozumí změna výkonu na svorkách poskytujícího zařízení. Ta může být kladná nebo záporná.

Regulační minutová záloha kladná $RZMZ_{t+}$ se realizuje pomocí zvýšení výkonu u daného bloku, který poskytuje tuto podpůrnou službu. Druhý způsob, který se nabízí, je odpojení čerpání u přečerpávacích vodních elektráren. Popřípadě lze odpojit odpovídající zatížení od elektrizační soustavy.

Regulační minutová záloha záporná $RZMZ_{t-}$ se realizuje pomocí snížení výkonu bloku. Popřípadě můžeme připojit odpovídající zatížení k elektrizační soustavě.

U $RZMZ_{15}$ činí minimální požadovaná hodnota výkonu pro jeden blok 10 MW, přičemž maximální výkon zařízení je stanoven na 70 MW.

U $RZMZ_5$ činí minimální požadovaná hodnota výkonu pro jeden blok 30 MW. Maximální výkon není u pěti minutové zálohy stanoven, ale určuje ho provozovatel přenosové soustavy. [8]

2.4.5 Sekundární regulace U/Q

Hlavním úkolem této automatické funkce je využití celého regulačního rozsahu jalového výkonu pro dodržení požadované hodnoty napětí v pilotních uzlech elektrizační soustavy. Další její specifickou činností je přerozdělování jalového výkonu na jednotlivé stroje. [10]

Pro regulaci U/Q se používají tři typy regulace:

Při konstantním $\cos \varphi$ – Při tomto způsobu regulace dochází k regulování jalového výkonu Q tak, aby účinník byl v povoleném rozsahu. Tento typ regulace je používán u většiny zdrojů.

Při konstantním U – Při tomto způsobu regulace dochází k regulování jalového výkonu Q tak, aby napětí v místě připojení bylo konstantní (ASRU), tento typ regulace je využit u vybraných elektráren a nedochází při něm k vyhodnocování účinníku.

Při konstantním Q – Při této regulaci dochází k regulování na konstantní hodnotu jalového výkonu, bývá využívána na popud podnikového (rajónního) dispečinku. Tuto regu-

laci drží velké elektrárny na hladině 110kV, které ještě nespádají do ASRU. Opět se zde nevyhodnocuje účinník. [8]

Pro udržování hodnoty napětí v pilotních uzlech využíváme synchronních strojů. Synchronní stroj může fungovat jako motor, generátor nebo kompenzátor. V našem případě jde o generátor, kdy regulací napětí buzení dokážeme regulovat jalový výkon stroje.

Pokud synchronní generátor podbudíme, dochází k odběru jalového výkonu. Naopak, pokud synchronní stroj přebudíme, generátor začne jalový výkon dodávat.

Druhým strojem, který by připadal v úvahu pro regulaci, je asynchronní stroj. Ovšem asynchronní stroj pouze odebírá jalový výkon pro vytvoření svého magnetického pole. K tomu, aby tento stroj dodržel účinník, musí být vybaven kompenzační kondenzátorovou baterií. Ta dodává jalový výkon pro vytvoření elektromagnetického pole. Proto je tento stroj pro danou regulaci nevhodný.

Umístění zdroje na konec vedení má za následek změnu hladiny napětí podél vedení. Tomuto jevu se musí přizpůsobit nastavení odboček na trafostanicích VN/NN. Tyto změny odboček lze dělat pouze za vypnutého stavu. Pokud je na vedení připojena větrná nebo fotovoltaická elektrárna, k přepínání odboček nedochází. Pokud je zdroj dostatečně velký, mohl by výkon teoreticky tlačit až do přípojnice a pak by se úbytek napětí úplně otočil.

Otázkou však je, jak kompenzovat vliv zdroje na napětí?

Jedinou možností je využití regulace jalového výkonu avšak tak, aby nedocházelo ke změně činného výkonu. Odběrem jalového výkonu dochází k snižování napětí v místě připojení na přijatelnou hodnotu.

Tok jalového výkonu vždy ale zvyšuje ztráty na vedení. Proto je třeba učinit kompromis směřující přijatelným ztrátám i požadovaným změnám napětí. Otázkou zůstává, jestli tak velký zdroj může být připojen příliš daleko od rozvodny.

Na toto téma bylo provedeno několik měření, díky kterým bylo zjištěno, že regulace jalového výkonu na konstantní napětí v místě připojení se jeví jako správná cesta. Tímto způsobem lze „ustát“ trend podpory a rozvoje decentralní výroby elektrické energie. I přesto, že mají obnovitelné zdroje energie značně proměnlivý výkon, výsledky měření prokázaly, že soustavy lze provozovat i s takovými zdroji, pokud regulují Q na konstant-

ní U . V případě umístění zdroje v lokalitě s měkkým napětím dokonce obnovitelné zdroje toto napětí stabilizují.

V současné době jsou oslovováni významní výrobci (nad 1MW) připojení do sítě VN, aby jalový výkon Q svého zdroje regulovali na konstantní U . Tato změna je výhodná jak pro provozovatele zdroje, tak i pro provozovatele distribučních soustav.

Jediná úprava, kterou je nutno provést, je přepnutí automatiky regulace jalového výkonu Q z účinníku na konstantní napětí U . Druhým možným způsobem řešení uvedené situace je doplnit současné řízení Q zdroje o externí řízení. Oba tyto způsoby se jeví jako nejlepší pro regulaci napětí v pilotních uzlech a jsou investičně nenáročné.

Tento regulační proces by měl být aperiodický. Může dojít maximálně k jednomu překmitu a celý regulační proces má být ukončený do 2 minut. [10]

2.4.6 Schopnost ostrovního provozu

Pro předcházení a řešení stavu nouze je nezbytné, aby některé z vyčleněných elektrárenských bloků byly schopny ostrovního provozu. S ostrovním provozem bloku jsou spojeny značné změny systémových veličin. Jedná se především o změny frekvence a napětí. To je spjato s tím, že elektrárenský blok pracuje do izolované části soustavy. Přejít elektrárenského bloku do ostrovního provozu je prováděn automaticky při poklesu frekvence pod 49,8 Hz nebo při vzrůstu frekvence nad 50,2 Hz. Změny zatížení ostrova představují velké nároky na regulaci činného výkonu bloku. Na elektrárenský blok, který je schopen ostrovního provozu, jsou kladeny tyto požadavky:

A. Přejít do ostrovního provozu

Přejít do ostrovního provozu bloku je doprovázen obvykle náhlou změnou frekvence a vznikem bilanční nerovnováhy činného případně jalového výkonu. Při přechodu do ostrovního provozu je nutné zajistit:

1. Změnu režimu regulace bloku na proporcionální regulaci otáček.
2. Odpojení dálkové regulace výkonu.
3. Pokud možno aperiodický a stabilní přechod otáček na novou hodnotu, která je dána frekvencí v ostrovu a nastavenými parametry regulace otáček.
4. Odepnutí bloku od vnější sítě do provozu na vlastní spotřebu. Přejít na otáčky při napájení vlastní spotřeby musí být stabilní.

5. Přepnutí potřebných regulací bloku do režimu vhodného pro ostrovní provoz.

B. Ostrovní provoz

Blokové regulace a technologické zařízení bloku musí zajistit:

1. Stabilní paralelní spolupráci s ostatními bloky zapojenými v ostrovu.
2. Adekvátní odezvu dodávaného činného a jalového výkonu na změny frekvence a napětí. Adekvátní odezvou rozumíme idealizovanou závislost výkonu turbíny na stacionární odchylce frekvence:

$$P_{id} = P_0 - \frac{100 P_n}{\delta f_n} \Delta f \quad (\text{MW, MW, \% , MW/Hz, Hz}) \quad (5)$$

P_{id}	idealizovaná závislost výkonu turbíny
P_0	výkon bloku před přechodem do ostrovního provozu
δ	statika proporcionálního regulátoru otáček, doporučená hodnota je 4 až 8 %
P_n	jmenovitý výkon elektrárenského bloku
f_n	jmenovitá frekvence elektrárenského bloku
Δf	odchylka frekvence

3. Bloky se musí zapojit do dálkového řízení v ostrovním provozu a to na žádost dispečinku ČEPS. Bloky musí měnit základní otevření regulačních ventilů a to buď automaticky, nebo ručně zásahem obsluhy.

C. Opětné připojení ostrova k soustavě

Blok musí být schopen:

1. Pracovat v režimu ostrovního provozu po dobu minimálně 2 hodin.
2. Dle pokynů dispečera musí docházet k dostatečně jemné a plynulé regulaci frekvence, aby mohlo dojít v daném místě k opětnému přifázování ostrova k propojené soustavě.
3. Blok musí být schopen připojení k vnější síti při daném kmitočtu a svorkovém napětí ($92 < u < 108$) % U_n .
4. Pro případ, že se blok fází v rozvodně přenosové soustavy, musí být schopen přivést napětí po příslušném vedení do této rozvodny.

D. Dostupnost služby

Pro kontrolu schopnosti elektrárenského bloku přejít do ostrovního provozu jsou prováděny certifikační testy. Poskytovatel přenosové soustavy má právo požadovat na poskytovateli této podpůrné služby inspekce připravenosti. Tyto inspekce musejí být vy-

konávány způsobem, který nijak neovlivní provoz bloku.

2.4.7 Schopnost startu ze tmy

Tato schopnost vybraných elektrárenských bloků je nezbytná pro obnovení dodávky po úplném nebo částečném rozpadu sítě. Výběr bloků pro uskutečňování této služby je prováděn ČEPS, a.s. Na jednotlivé bloky jsou kladeny tyto požadavky:

A. Dodržení postupu

Následující kroky jsou prováděny na základě obdrženého pokynu k provedení startu ze tmy od ČEPS:

1. Okamžité zahájení postupu najíždění bez použití vnějšího zdroje napětí.
2. Dodání napětí v požadované kvalitě do nadřazené sítě, přičemž blok pracuje v regulačním režimu ostrovního provozu.
3. Obnovení napájení stanovených částí sítě dle pokynů Dispečinku ČEPS.
4. Postupné zatěžování ostrova činným výkonem pomocí předem definovaných změn zatížení.
5. Provoz ve stanovených výkonových mezích s limitem frekvenčních a napětových odchylek.
6. Opětné připojení ostrova k soustavě.
7. Paralelní provoz se soustavou
8. Další provoz podle pokynů ČEPS.

B. Koordinovatelnost postupu

Poskytování této podpůrné služby je v souladu s Plánem obnovy, je kompatibilní s postupy obnovy a s provozními instrukcemi a předpisy dotčených subjektů, kterými jsou výrobci elektrické energie a regionální distribuční podniky.

C. Schopnost ostrovního provozu

Zde je kladen důraz na to, zda je vybraný blok pro start ze tmy schopen pracovat v ostrovním provozu. Dalším požadavkem je platná certifikační zkouška.

D. Dostupnost služby

Pro kontrolu dostupnosti této služby jsou prováděny certifikační testy. ČEPS má právo požadovat na poskytovateli možnost inspekce připravenosti k plnění této podpůrné služby. [8]

2.4.8 EregZ

Pod tímto pojmem se rozumí přeshraniční dodávka elektrické energie. Tato dodávka je uskutečněna na pokyn dispečera, nikoliv automaticky. Jedná se o speciální druh plánované zahraniční výměny.

Pokud hovoříme o přeshraniční dodávce elektrické energie, jedná se o negarantovanou dodávku elektřiny. Elektrická energie není v tomto případě nijak rezervována. O možnosti využití přeshraniční dodávky elektrické energie rozhoduje provozovatel přenosové soustavy a to na základě znalosti momentální situace v elektrizační soustavě. Pro poskytování této služby musí být uzavřena smlouva mezi ČEPS a poskytovatelem EregZ.

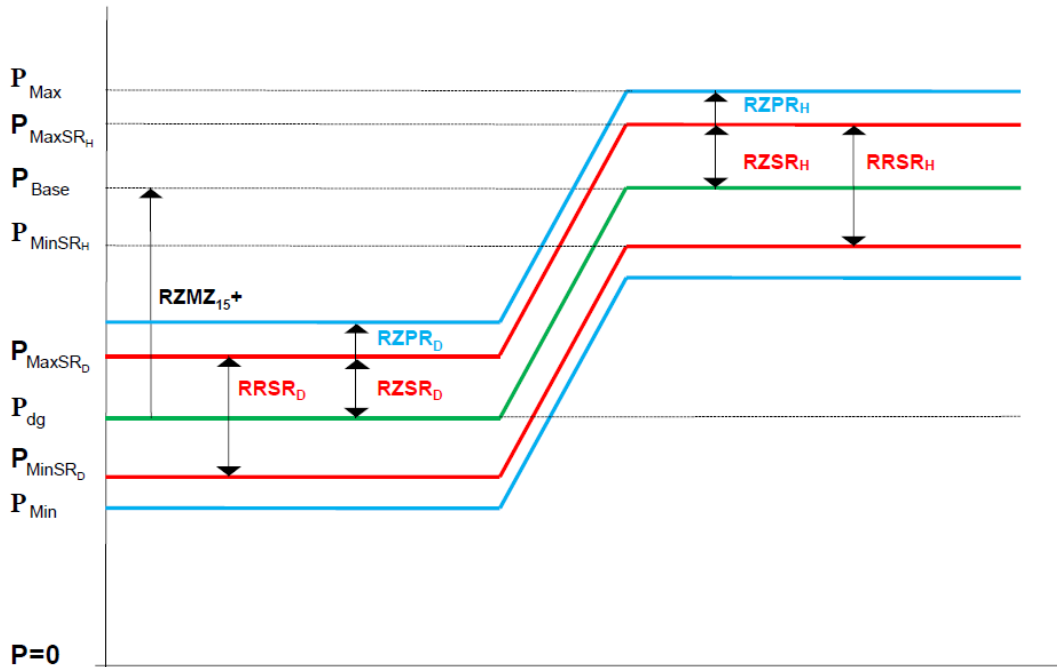
Požadavek na EregZ je adresován smluvnímu poskytovateli. Provozovatel přenosové soustavy zajišťuje přenosovou kapacitu. Součástí nabídky poskytovatele musí být parametry dodávky, jedná se především o velikost výkonu, cenu a časový interval dodávky. Sousední provozovatel přenosové soustavy může přenos povolit nebo zamítnout, což se odvíjí od aktuální situace elektrizační soustavy.

Schvalovací proces, včetně nahlášení změny salda, musí být ukončen nejdéle do 30 minut před plánovanou dodávkou EregZ.

Dodávku EregZ lze ukončit na přelomu obchodního intervalu. V současnosti se tak děje v celou hodinu. [8]

2.5 Výkonové zálohy elektrárenského bloku pro poskytování Podpůrných služeb

V následujícím diagramu (viz Obr. 2.1) je patrné rozložení výkonových záloh na elektrárenském bloku.



Obr. 2.1: Výkonová záloha elektrárenského bloku. [10]

- P_{MinSRH} nejmenší výkon bloku použitelný pro sekundární regulaci P bloku v regulačním rozsahu (RRSR), pro horní pásmo sekundární regulace
- P_{MaxSRD} největší výkon bloku použitelný pro sekundární regulaci P bloku v regulačním rozsahu (RRSR), pro dolní pásmo sekundární regulace
- P_{MinSRD} nejmenší výkon bloku použitelný pro sekundární regulaci P bloku v regulačním rozsahu (RRSR), pro dolní pásmo sekundární regulace
- P_{Max} technické maximum bloku
- P_{Min} technické minimum bloku
- P_{dg} diagramový bod bloku
- P_{Base} výkonová hladina, na kterou je blok poskytující podpůrnou službu nasazen

Skládá se z diagramového bodu a aktivované minutové zálohy. V tomto případě se jedná o RZMZ₁₅₊. [10]

3 Alokace podpůrných služeb

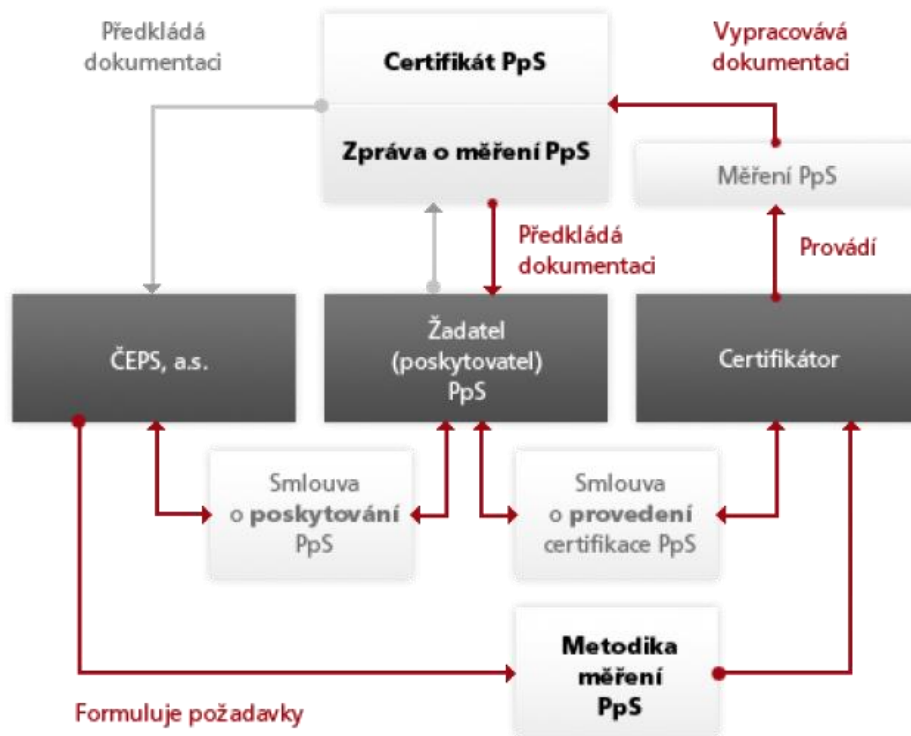
Z ekonomického hlediska je alokace nakládáním s nedostatkovými zdroji, přičemž můžeme také hovořit o jejich přidělování. S pojmem alokace je úzce spjatý pojem alokační rozhodnutí, který poskytuje odpovědi na otázky: Jak zdroje umístit? Kam zdroje přidělit? Komu? Kolik? Ovšem ta nejpodstatnější otázka pro podpůrné služby zní: Komu podpůrné služby přidělit a komu ne? [11]

3.1 Žadatel o poskytování podpůrných služeb

Poskytovatelem může být téměř jakýkoliv účastník trhu s elektřinou. Tento účastník však musí disponovat vyhovujícím energetickým zařízením. V okruhu podpůrných služeb se jedná především o výkony, které musí daný elektrárenský blok snížit, či zvýšit za stanovený časový interval. Podmínky, které musí daný blok splnit, jsou uvedeny v předchozí kapitole.

Nový žadatel musí předat žádost o projednání možnosti poskytování podpůrných služeb. Tuto žádost předává do rukou ČEPS, a.s. Cílem této žádosti je informovat společnost ČEPS o záměru stát se novým poskytovatelem. Po obdržení této žádosti je společnost ČEPS povinna zprostředkovat datum jednání. Při tomto jednání by měl žadatel uvést seznam technických údajů zařízení. Dále by měl být seznámen se základními požadavky, které na něj budou kladeny. Při tomto jednání se stanoví závazný harmonogram kroků (viz Obr. 3.1) nutný k tomu, aby se žadatel mohl stát novým poskytovatelem podpůrných služeb.

Jedním ze závěrečných kroků je předání certifikátu bloku pro nabízenou podpůrnou službu. Certifikát je vydáván certifikační autoritou. Pro jeho udělení je nutné absolvovat certifikační měření, která jsou prováděna podle metodiky měření podpůrných služeb. [12]



Obr. 3.1: Průběh certifikace. [12]

Po úspěšném získání a předání certifikace musí žadatel provést zkoušku „bod-bod“ a funkční testy. V tomto kroku by měl být u elektrárenského bloku vytvořen fiktivní blok (viz kapit. 2.2), což znamená, že nový zdroj je zařazen do řídicího systému. Testuje se především průchodnost komunikačních tras mezi řídicím systémem a zařízením žadatele. V případě úspěšných testů, je vystaven protokol o splnění těchto testů dispečinkem ČEPS.

V dalším kroku jde především o uzavření Rámcové dohody o podmínkách nákupu a poskytování služeb výkonové rovnováhy nebo o uzavření smluv o poskytování služeb SRUQ, OP a BS.

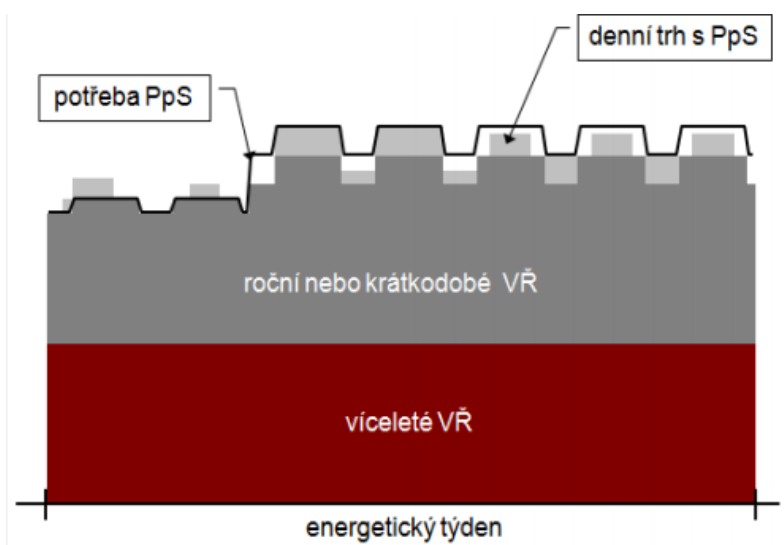
Pro služby aFRP a mFRP musí žadatel uzavřít smlouvu o zúčtování regulační energie s OTE, a.s, což je operátor trhu, který zajišťuje chod energetického trhu. Tato akciová společnost je vlastněna státem. [13]

Posledním krokem tohoto přijímacího řízení je vyřízení přístupu do systému MMS. Jedná se o obchodně-technický systém společnosti ČEPS. Tento systém byl vyvinut především pro obchodní řízení přenosové soustavy. Jeho primárním úkolem je automatizace obchodních a technických procesů v energetické soustavě České republiky. Díky tomuto systému dochází k zjednodušené komunikaci mezi provozovatelem přenosové soustavy

a ostatními účastníky trhu. Do účastníků trhu zařazujeme jak výrobce elektřiny, domácí i zahraniční obchodníky a velkoobchodníky, tak i poskytovatele podpůrných služeb. Systém MMS každodenně zabezpečuje oboustranný přenos dat. Jedná se jak o technická data, tak i obchodní. Následně tato data zpracovává a vyhodnocuje je. [14]

3.2 Trh s podpůrnými službami

Podpůrné služby jsou zprostředkovávány pomocí dvou nástrojů. Drtivá většina veškerých podpůrných služeb je nakupována pomocí dlouhodobých kontraktů. Celkové množství nakupovaných služeb se tak odvíjí od předchozích zkušeností v daných ročních obdobích a dnech. Krátkodobý trh sice při obstarávání služeb nehraje tak významnou roli, ale můžeme díky němu dokupovat regulační energii a regulační zálohy v době, kdy už známe pravděpodobnější vývoj spotřeby pro daný časový interval. Druhým nástrojem pro obstarávání podpůrných služeb je denní trh (viz Obr. 3,2). Díky tomuto trhu můžeme nakupovat regulační zálohy s jednodenním předstihem. [15]



Obr. 3.2: Nákup Podpůrných služeb. [15]

3.2.1 Dlouhodobé kontrakty

Dlouhodobé kontrakty jsou uzavírány na základě výběrových řízení. Výběrová řízení jsou vypisována pro každou podpůrnou službu a to prostřednictvím Modulu výběrových řízení v systému MMS. Principem obchodu skrze dlouhodobý kontrakt je nabídková cena. Poskytovatel podpůrné služby je vyplácen na základě ceny, která je uvedena v uzavřeném kontraktu. Skrze dlouhodobé kontrakty dochází k nákupu kolem 90 % rezervovaných záloh. [16]

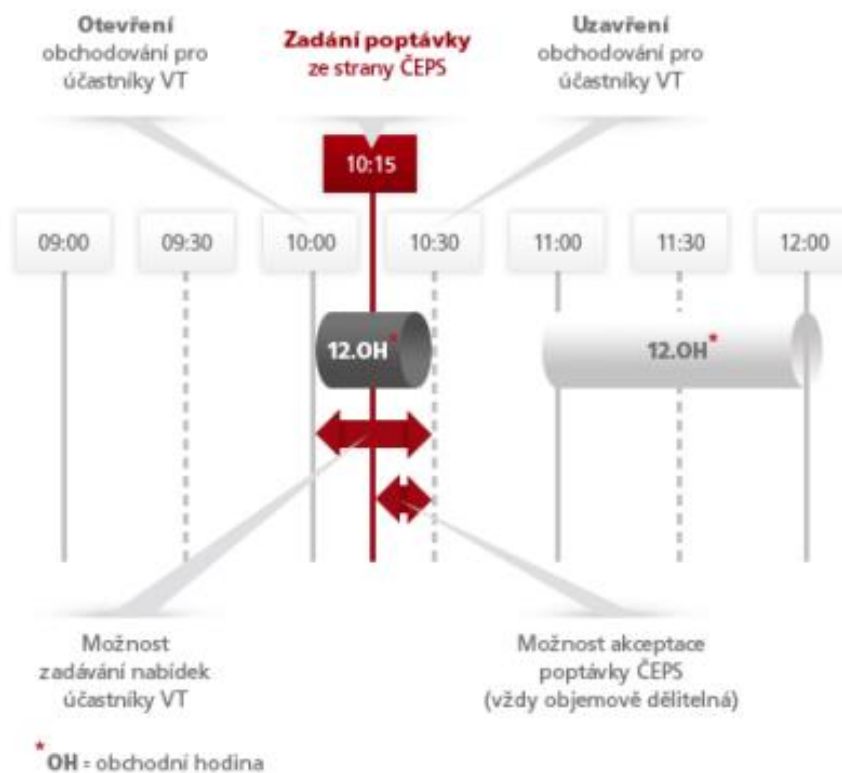
3.2.2 Denní trh s podpůrnými službami

Skrze denní trh je zprostředkován zbytek podpůrných služeb. Denní trh je založen na takovém principu, že pro obchodní hodinu je zde trhem tvořena marginální cena, což je cena nejdražší přijaté nabídky na poskytování podpůrné služby. Prostřednictvím této ceny jsou pak vypláceny všechny odsouhlasené nabídky poskytovatelů, kteří svůj závazek splnili. Obdobně jako u dlouhodobých kontraktů je denní trh s podpůrnými službami uveden v systému MMS. [16]

3.2.3 Vyrovnávací trh

Pro udržení výkonové rovnováhy využívá ČEPS regulační energii opatřenou buďto na domácím trhu, nebo na domácím vyrovnávacím trhu. Za domácí trh je brán obchod s podpůrnými službami skrze technicko-obchodní systém MMS. Díky vyrovnávacímu trhu (viz Obr. 3.3) dochází k přímému nákupu regulační energie. Vyrovnávací trh je provozován operátorem trhu s elektřinou OTE, a.s..

Obchodním intervalem je jedna hodina. Při nákupu je zde specifická cena za MWh. Tento trh funguje nepřetržitě 24 hodin denně. Otevření trhu probíhá 60 minut před stanovenou hodinou dodávky, na kterou je energie obchodována. Uzavření trhu probíhá 30 minut před stanovenou hodinou dodávky. [15]

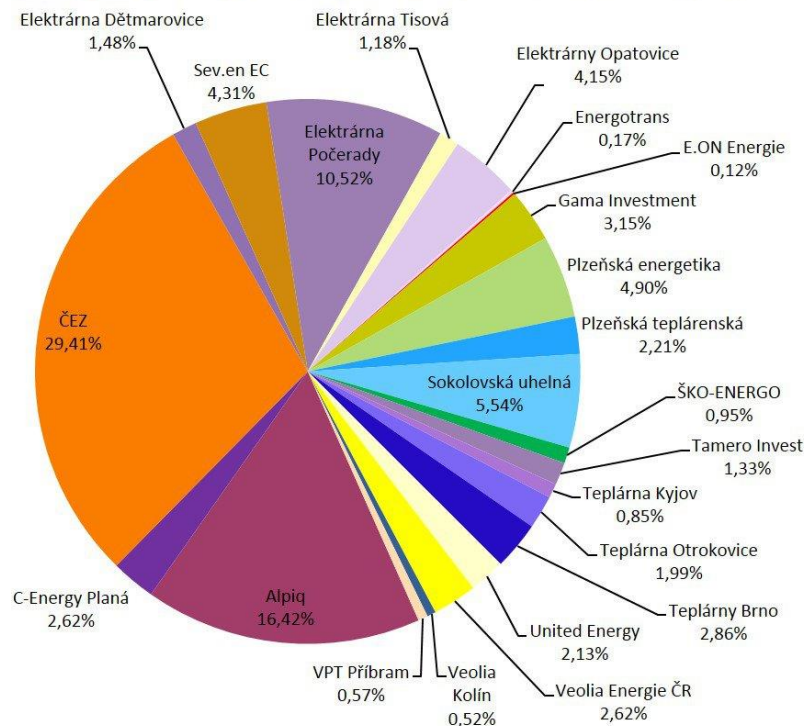


Obr. 3.3: Vyrovňovací trh. [15]

3.3 Subjekty poskytující podpůrné služby

Z předchozích kapitol je zřejmé, k čemu podpůrné služby slouží, jak se zprostředkovávají a jak se stát poskytovatelem podpůrných služeb. Otázkou však je, které subjekty mají plnit konkrétní podpůrné služby. S aktualizací a přepracováním kodexů, které vyšly v platnost od 1. května tohoto roku, se na stránkách ČEPS objevil seznam subjektů, které poskytují podpůrné služby. Z nově zveřejněných grafů (viz Obr. 3.4) je patrné procentuální zastoupení v MWh. Největší zastoupení ve výběrovém řízení pro rok 2019 má skupina ČEZ, a.s. Jak si můžeme všimnout, drží více jak 25 % celkových rezervovaných výkonů. V blízké budoucnosti na trhu s podpůrnými službami jen těžko najdeme takového konkurenta. Otázkou však je, kam se trh s podpůrnými službami bude dál vyvíjet.

Poměrné zastoupení subjektů ve VŘ PR, SR+, SR-, MZ5, MZ15+, MZ15- pro rok 2019 v MWh



Obr. 3.4: Zastoupení subjektů podpůrných služeb v roce 2019.[17]

Prostorová alokace jednotlivých subjektů i s jejich nasmlouvanými službami je tajná. Můžeme jen odhadovat, který subjekt drží dílčí podpůrnou službu. Z technického hlediska je pravděpodobné, že proces automatické regulace frekvence a automaticky ovládaný proces obnovení frekvence a výkonové rovnováhy budou držet především uhelné zdroje.

Který zdroj bude poskytovat ostatní služby, se odvíjí jednak od vzniklých nákladů, ale především od rychlosti najíždění příslušného zdroje. Ručně ovládaný proces obnovení frekvence a výkonové rovnováhy tak připadá vodním a plynovým elektrárnám. V této situaci bude opět rozhodovat rychlost regulace, ale hlavně její cena. Ta je na trhu s podpůrnými službami rozhodující.

Snížení výkonu připadá přečerpávacím elektrárnám. Tyto elektrárny mají nejlepší dobou najetí, ovšem jejich investiční náklady jsou obrovské.

4 Přeshraniční výpomoci s německým regionem

Pokud se budeme zabývat přeshraniční výpomocí mezi Českou republikou (ČEPS) a Německou republikou (50HzT), jde především o havarijní dodávky regulační energie a operativní dodávky elektřiny ze zahraničí a do zahraničí.

4.1 Havarijní dodávka regulační energie

Velmi důležitým úkolem této podpůrné služby je doplnění nedostatečného nebo odstranění přebytečného výkonu v naší elektrizační soustavě. O havarijní dodávku žádáme v neobvyklých situacích jako např. při přetížení mezistátních přenosových vedení, ke kterému může dojít, pokud se momentálně v elektrizační soustavě vyskytuje přebytek nebo nedostatek potřebných výkonů. Žádost o přidělení havarijní dodávky regulační energie můžou podávat pouze provozovatele ze synchronně propojených soustav.

Z hlediska havarijní dodávky hovoříme o dvou případech. Jedná se o dodávku kladné regulační energie, což znamená, že elektrizační soustava požadující aktivaci této služby žádá o import elektrické energie. Druhým případem je dodávka záporné regulační energie, což znamená, že elektrizační soustava požadující aktivaci této služby žádá o export elektrické energie.

Dodávka havarijní regulační energie vzniká na popud dispečinku ČEPS. Dispečink ČEPS se spojí telefonicky s druhou stranou a sdělí velikost požadované dodávky v MW. Zde je nezbytné udat čas, od kdy bude dodávka požadována a jak dlouho bude tato výpomoc trvat.

Regulační energii poskytuje ČEPS a rovněž stanovuje i její cenu. [9]

4.2 Operativní dodávka elektřiny ze zahraničí a do zahraničí

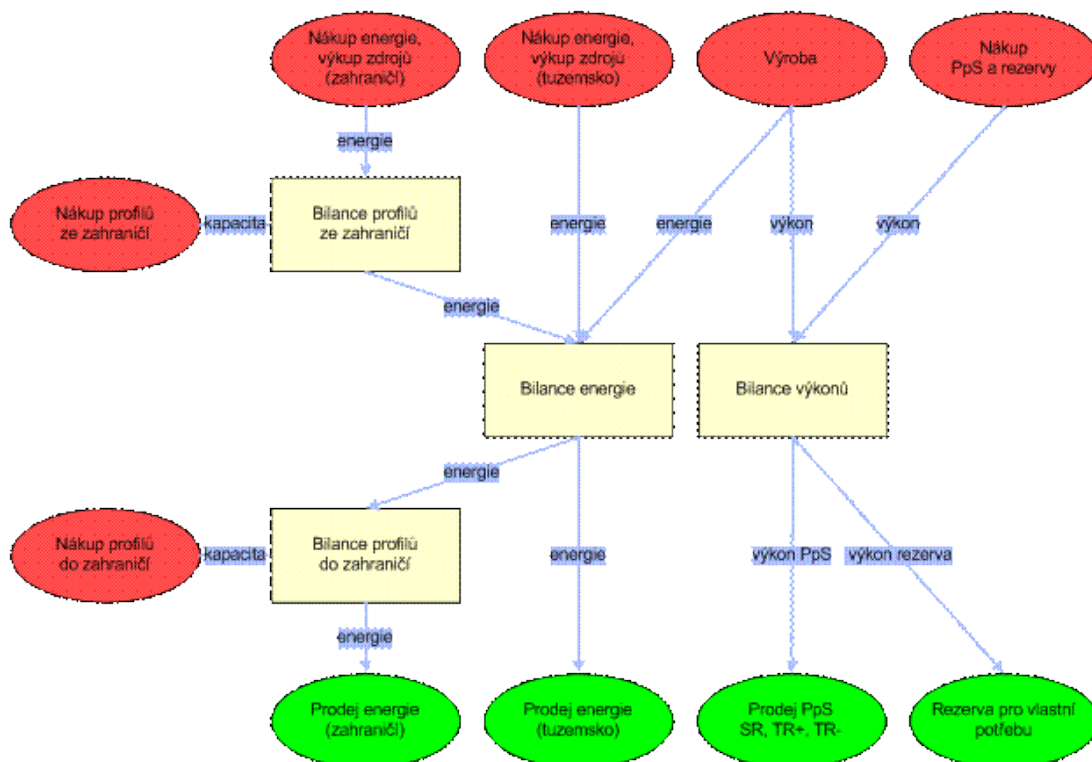
O operativní dodávku této elektrické energie žádáme v obdobných případech jako u havarijní dodávky elektrické energie. Žádost o přidělení operativní dodávky regulační energie může podat pouze provozovatel přenosové soustavy. Provozovatel přenosové soustavy požádá o poskytnutí EregZ, a to od poskytovatele EregZ. Poskytovatel EregZ na základě momentální poptávky stanoví nejvýhodnější nabídku této dodávky, přičemž však musí dodržet kritéria daná pro poskytovatele dle pravidel přenosových soustav.

Dodávka této elektrické energie opět vzniká na popud dispečinku ČEPS. ČEPS seznámí se svou situací Poskytovatele EregZ, jedná se opět o potřebném výkonu v MW a také o času této dodávky. Poskytovatele EregZ jsou povinni do určeného času předložit své nabídky. ČEPS si poté volí podle svých potřeb. Pokud by došlo ke shodě nabídek u některých Poskytovatelů EregZ, druhým klíčovým faktorem pro výběr potřebné dodávky je čas jejího doručení.

Z hlediska operativní dodávky hovoříme opět o dvou případech. Jedná se o dodávku kladné regulační energie, což znamená, že elektrizační soustava požadující aktivaci této služby žádá o import elektrické energie. Druhým případem by byla dodávka záporné regulační energie, což znamená, že elektrizační soustava požadující aktivaci této služby žádá o export elektrické energie. [9]

4.3 Prodej elektřiny přes přeshraniční profily

Elektrickou energii lze získat třemi způsoby. Buďto nákupem v zahraničí přes přeshraniční profily, nákupem a výkupem v tuzemsku nebo výrobou na zdrojích elektrické energie. Tento způsob pořizování elektrické energie je patrný z níže uvedeného schématu (viz Obr. 4.1).



Obr. 4.1: Zjednodušený obchod s elektrickou energií. [18]

Výkon se udržuje na vlastních zdrojích nebo se nakupuje skrze podpůrné služby, přičemž však dochází k nákupu kapacity profilů. Otázka zní: Co je to kapacita profilů? [18]

Přeshraniční propojení synchronně pracujících soustav není využíváno pouze na havarijní dodávky elektrické energie. Toto přeshraniční propojení se dále využívá pro mezinárodní obchod a přeshraniční přenos elektrické energie.

Provozovatelé přenosových soustav provádějí výpočty a na základě těchto výpočtu poté dochází k přidělování přeshraničních kapacit pro mezinárodní obchod s elektrickou energií. Musí přitom však brát v úvahu, že jsou zodpovědní za řízení přetížení.

Přenosové kapacity jsou nabízené pro téměř veškerá období, výjimkou může být předcházení stavům nouze. Přidělování práv na využití přenosových kapacit je zprostředkováváno prostřednictvím aukcí.

Sjednávání přenosových kapacit probíhá v systému MMS. [19]

4.4 Vývoj trhu s podpůrnými službami

Podle stavu v současnosti a blízké budoucnosti odhaduji vývoj trhu s podpůrnými službami následovně.

Rakousko nemá jaderné zdroje, v blízké době se chce distancovat i od uhelných zdrojů. Tím se Rakousko oddá „zelené energii“ a bude vysoce závislé na elektrické energii odebírané z okolních států.

Obdobná situace nastává i u Německé republiky. Ta se snaží také upustit od jaderných zdrojů a čím dál tím více se soustředí na obnovitelné zdroje elektrické energie.

U těchto dvou zemí se dá očekávat velký nárůst zdrojů využívajících např. zemní plyn. To je jedna z možností, jak začít vykrývat mezery v diagramu zatížení, které vznikají díky jejich orientaci na „zelenou energii“. Ovšem největším problémem s tím spojeným jsou pro nás přetoky elektrické energie ze severu Německa, kde je koncentrováno obrovské množství větrných zdrojů elektrické energie.

Česká republika, Slovensko i Polsko od jaderné energie upustit neplánuje, ba naopak. V České republice má dojít k dostavbě elektrárny Temelín. Polsko plánuje postavit svou první jadernou elektrárnu. Slovensko rozjelo plán dostavby třetího a čtvrtého bloku elektrárny Mochovce. Základní zatížení pak budou moc pokrývat velké bloky s omezenou regulací.

S pohledu přeshraničního balancingu je jasné, že Německo bude potřebovat odklánět přetoky ze severu. Tady si myslím, že by Česká republika našla mnohem větší potenciál v uplatnění podpůrných služeb. Výstavbou regulačních transformátorů se chráníme, ale je třeba uvážit, zda by se Německu nedalo pomoci lépe a prospěšněji při obchodu s regulační energií.

Situaci s Rakouskem vidím obdobně jako s Německem. Rakousko bude čím dál tím víc závislé na obnovitelných zdrojích, obzvlášť pokud opravdu upustí i od uhelných zdrojů. Tady je opět velký potenciál v uplatnění podpůrných služeb.

V Německu a Rakousku se bude střídát období přetoků a období nedostatků elektrické energie v závislosti na vnějších podmínkách. Zde je třeba rozvinout obchod s podpůrnými službami. Těmto zemím jsme nablízku a výpomoc bude vítána. Z hlediska využití přenosových kapacit by se vyplatilo investovat na hranicích s Německem a Rakouskem do vodičů s vyšší přenosovou kapacitou. Mám na mysli vodiče ACCR, za které lze momentální přezbrojit. Tím by se otevřela cesta k většímu obchodu s elektrickou energií, kterou budou tyto státy potřebovat.

Závěr

Díky podpůrným službám funguje elektrizační soustava České republiky v rámci standardů ENTSO-E. Pomocí podpůrných služeb udržujeme nejen výkonovou stabilitu na našem území, ale i kvalitu přenášeného napětí. Velmi důležitým úkolem je i obnovení provozu po částečném nebo úplném rozpadu sítě, což doufejme, nebude nikdy potřeba. V rámci spolupráce propojených synchronních soustav je velmi důležitá dodávka kladné nebo záporné regulační energie. Regulační energie bude čím dál tím více žádaná, a to kvůli využívání tzv. zelené energie, kterou začíná prosazovat čím dál tím více států.

Pro rozvoj a mezinárodní spolupráci mezi evropskými státy, pro nás zejména pak se státy, které s námi sousedí, tj. Německou republikou, Slovenskou republikou, Polskem, Rakouskem, ale i s ostatními státy Evropské unie, jsou nedílnou součástí vzájemné mezinárodní dohody, smlouvy a nařízení EU.

Nařízením EU ze dne 2. srpna 2017, NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2017/1485, kterým se stanoví rámcový pokyn pro provoz elektroenergetických přenosových soustav, jsou vyhlášena pravidla pro zajištění bezpečnosti dodávek energie, zvýšení konkurenceschopnosti a dále zajištění toho, aby všichni spotřebitelé mohli nakupovat energii za dostupné ceny. K tomu je nezbytný plně funkční a navzájem propojený vnitřní trh s energií [20]. Na základě tohoto nařízení EU jsou daná pravidla pro provozování přenosových soustav a obchodování s elektrickou energií na mezinárodní úrovni.

Každá přenosová soustava musí mít dle NAŘÍZENÍ KOMISE (EU) 2017/1485 vypracovaný kodex přenosových soustav. Cílem tohoto kodexu je informovat účastníky trhu s elektrickou energií a stanovit pravidla, od kterých se odvíjí minimální technické, konstrukční a provozní požadavky pro připojení a užívání přenosové soustavy. Nalezneme zde především podmínky pro poskytování podpůrných služeb. ČEPS, a.s. jako provozovatel přenosové soustavy má vlastní „Kodex PS“.

Dalším z legislativních podpor provozu přenosových soustav jsou tzv. Rámcové smlouvy, které zajišťují obecné podmínky pro přeshraniční obchod s elektrickou energií. Jde především o platné dohody o přeshraničním přenosu a splnění podmínek daných smlouvou, kterými jsou např. přidělený EIC kód, platná a účinná smlouva na zúčtování odchylek s operátorem trhu či rezervace přeshraniční přenosové kapacity.

Pro zajištění kvality a spolehlivosti dodávky elektrické energie jsou nezbytné podpůrné služby, jejichž úkolem je zajištění systémových služeb. Subjekty, které jsou připojené do elektrizační soustavy a splnily jak technické, tak obchodní podmínky, které jsou uvedeny v kodexu provozovatele přenosové soustavy, mohou nabízet podpůrné služby. Žadatel o možnost poskytovat podpůrnou službu musí podat žádost a získat certifikaci pro danou podpůrnou službu od regulátora.

Dohled nad plněním podmínek provozování sítí a obchodu s elektrickou energií v rámci České republiky má Energetický regulační úřad (ERÚ), který rovněž provádí kontrolu nad provozovateli i poskytovateli energetických služeb. Do jeho kompetence spadá regulace cen, výkon dohledu nad trhy v energetických odvětvích, podpora decentralní výroby elektřiny, ochrana oprávněných zájmů držitelů licencí. Regulační úřad provádí kontrolu na základě zákona č. 458/2000 Sb. Tento zákon pojednává o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích.

Při budoucím rozvoji a rozšiřování spolupráce výrobců, provozovatelů a obchodníků s elektrickou energií v rámci Evropské unie je nezbytnou součástí pro stabilní a bezpečný chod propojených elektrizačních soustav dodržování všech uvedených pravidel. Pravidla, která jsou vyžadována nařízením, smlouvami, podmínkami pro obchodování s elektrickou energií na mezinárodní úrovni jsou faktorem, který udržuje rovnováhu mezi výrobou a spotřebou elektrické energie a dostatečně chrání všechny subjekty zainteresované v procesech výroby, přenosu, distribuci a spotřeby elektrické energie. Nemůže tak dojít k jakékoliv diskriminaci na trhu s elektrickou energií v rámci mezinárodních vztahů.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] TESAŘOVÁ, Miloslava. *Elektrizační soustava ČR* [online]. 2017 [vid. 2019-04-14]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/18339524-Elektrizacni-soustava-cr.html>
- [2] CHEMIČINEC IGOR, MARVAN MIROSLAV, NEČESANÝ JAKUB, SÝKORA TOMÁŠ, TŮMA Jiří. Obchod s elektřinou. In: . B.m.: CONTE spol. s r.o., 2010, s. 201. ISBN 978-80-254-6695-7.
- [3] DRÁBOVÁ, DANA, PAČES, Václav. *Perspektivy české energetiky*. B.m.: NOVELA BOHEMICA, 2014. ISBN 978-80-87683-26-2.
- [4] BEŠTA, Martin. *Elektrárny část I.* [online]. [vid. 2019-02-16]. Dostupné z: <http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T2-Zdroje-energie.pdf>
- [5] ČEPS. *ENTSO-E* [online]. [vid. 2019-02-15]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/entso-e>
- [6] ČEPS. *Systémové služby* [online]. [vid. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/systemove-sluzby>
- [7] ČEPS. *KODEX PŘENOSOVÉ SOUSTAVY část I.* [online]. 2018 [vid. 2019-04-05]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/kodex-ps>
- [8] *Kodex II. - Podpůrné služby 2019* [online]. [vid. 2019-05-27]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/kodex-ps>
- [9] ČEPS. *Podpůrné služby* [online]. [vid. 2019-05-14]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/podpurne-sluzby>
- [10] ČEPS. *Kodex II. - Podpůrné služby* [online]. [vid. 2019-03-28]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/kodex-ps>
- [11] *Alokace* [online]. 2018 [vid. 2019-05-08]. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Alokace>
- [12] ČEPS. *Certifikace* [online]. [vid. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/certifikace>
- [13] ČEPS. *Jak se stát poskytovatelem* [online]. [vid. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/jak-se-stat-poskytovatelem>
- [14] ČEPS. *MMS* [online]. [vid. 2019-05-16]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/mms>
- [15] PUDOVÁ, Tereza. *Trh s podpůrnými službami v ČR* [online]. 2014 [vid. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://dspace.cvut.cz/bitstream/handle/10467/24103/F3-BP-2014-Pudova-Tereza-prace.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- [16] ČEPS. *Obstarávání podpůrných služeb* [online]. [vid. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/obstaravani-pps>

- [17] ČEPS. *Statistiky SVR* [online]. [vid. 2019-05-24]. Dostupné z: <https://ceps.cz/cs/statistiky-svr>
- [18] *ALADIN - optimalizace obchodu a výroby* [online]. 2008 [vid. 2019-05-14]. Dostupné z: <http://www.artinel.cz/produkty/aladin/aladin-optimalizace-obchodu-a-vyroby/>
- [19] ČEPS. *Přenosové služby* [online]. [vid. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.ceps.cz/cs/prenosove-sluzby>
- [20] *Narizení* [online]. 2017 [vid. 2019-05-23]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R1485&from=CS>

