

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta Elektrotechnická
Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd



Bakalářská práce

**Analýza metodik zúčtování systémové odchylky
v evropských státech**

Kateřina Vieweghová

Vedoucí práce: Ing. Štěpán Kratochvíl

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Elektrotechnika a management

22. května 2015

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Vieweghová Kateřina**

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management
Obor: Elektrotechnika a management

Název tématu:

Analýza metodik zúčtování systémové odchylky v evropských státech

Pokyny pro vypracování:

1. Definice systémové odchylky v ČR.
2. Metody stanovení ceny odchylky a protiodchylky v ČR.
3. Principy stanovení ceny zúčtování systémových odchylek v evropských státech.
4. Porovnejte ceny za odchylky v analyzovaných státech.

Seznam odborné literatury:

1. Kolektiv autorů: Trh s elektřinou, 2011.
2. Van der Veen, R. A C; Hakvoort, R.A.: Balance responsibility and imbalance settlement in Northern Europe - An evaluation. Energy Market, EEM 2009.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Štěpán Kratochvíl

Platnost zadání: do konce letního semestru 2015/2016

L.S.

Doc.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

vedoucí katedry

Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.

děkan

V Praze dne 10.2.2015

Poděkování

Tímto bych ráda poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Štěpánu Kratochvílovi za jeho odborné vedení, cenné rady, připomínky a ochotu při zpracování daného tématu.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracovala samostatně a že jsem uvedla veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

V Praze dne 15.04.2015

.....

Abstrakt

Aby byla dodržena kvalita elektřiny v síti je nutné dodržovat rovnováhu mezi spotřebou a výrobou elektřiny. Vzhledem k obtížné predikovatelnosti skutečné potřeby elektřiny v síti vznikají odchylky, které musí být poté vyrovnány za pomoci regulační energie, která sebou nese dodatečné náklady. Proto aby subjekty na trhu s elektřinou co nejpřesněji plánovali svou spotřebu respektive výrobu, používají jednotlivé trhy k penalizaci a motivaci účastníků různé metodiky pro zúčtování odchylek.

Tato bakalářská práce se zabývá systémy vyhodnocování a zúčtování odchylek v České republice, Maďarsku, Švýcarsku, Francii, Velké Británii, Belgii, Německu a na Slovensku.

Klíčová slova

Systémová odchylka, zúčtování odchylek, cena odchylky, cena protiodchylky, protiodchylka, zúčtovací perioda

Abstract

In the electricity transmission system it is necessary to keep balance between consumption and production of electricity to ensure the quality of the network. Due to the difficult predictability of actual electricity requirements, system imbalance arises. System imbalance must be compensated with help of balancing energy, which is costly. Therefore the system imbalance pricing mechanisms are developed to motivate and penalize the balance responsible parties for their imbalances.

This bachelor thesis is focused on individual imbalance pricing mechanisms in the Czech Republic, Switzerland, France, Hungary, Belgium, Germany, Great Britain and Slovakia.

Key words

System imbalance, imbalance settlement, main energy imbalance price, reverse energy imbalance price, reverse energy imbalance, program time unit

Obsah

Úvod	1
1 Systémy zúčtování odchylek v Evropě	2
1.1 Česká republika	3
1.1.1 Definice systémové odchylky	4
1.1.2 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku v České republice	6
1.2 Slovensko	9
1.2.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku na Slovensku	9
1.3 Maďarsko	12
1.3.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku v Maďarsku	12
1.4 Německo	14
1.4.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku v Německu	14
1.5 Francie	18
1.5.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku ve Francii	18
1.6 Velká Británie	19
1.6.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku ve Velké Británii	19
1.7 Švýcarsko	21
1.7.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku ve Švýcarsku	21
1.8 Belgie	22
1.8.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku v Belgii	22
1.9 Souhrnné tabulky	24
2 Praktická část	27
2.1 Zúčtovací cena a systémová odchylka	27
2.1.1 Souhrnné grafy	34
2.2 Zúčtovací cena a spotová cena	38
Závěr	43
Literatura	48

Úvod

Elektrina je komodita se specifickými vlastnostmi. Mezi tyto vlastnosti patří například rychlost s jakou se elektrina šíří v síti a její velice obtížná a ekonomicky neefektivní skladovatelnost.[2] Kvůli rychlosti, kterou se elektrina v síti pohybuje se stejně tak rychle šíří i případné výpadky a poruchy. Lokální výpadek může mít tedy vliv i na ostatní části sítě. Aby byla udržena kvalita elektřiny v síti při přepravě k jejím uživatelům, je nutné, aby v síti panovala rovnováha mezi tím, co se vyrobí, a tím co se spotřebuje. Jakmile je tato rovnováha porušena dochází ke zhoršení některých parametrů sítě, například frekvence, až k destabilizaci celé sítě.

Skutečnou potřebu elektřiny v určitém čase není možné přesně plánovat. Vzniká tak rozdíl mezi skutečností a plánem, jak na straně spotřeby, tak na straně výroby, kde může mít tento rozdíl podobu neočekávaných výpadků. Takto v síti vzniklý přebytek nebo nedostatek se nazývá odchylkou. Aby byla zajištěna kvalita elektřiny v síti pro všechny uživatele je potřeba aktivovat regulační energii (primární, sekundární případně terciální rezervy), jejíž aktivace s sebou nese dodatečné náklady, které musí být uhrazeny. V případě vysokých odchylek může dojít k nedostatku regulační energie (její množství je omezené) a tím k zavedení mimořádných opatření.

Jednotlivé trhy proto mají vyvinut systém vyhodnocování, zúčtování a vypořádání odchylek. Mechanismus stanovení odchylek a následná penalizace účastníků trhu s elektřinou slouží k jejich motivaci, k co nejpřesnější predikci budoucí spotřeby energie a její dodržení. Čím vyšší odchylka, tím větší je i platba za ní.

Hlavním cílem této bakalářské práce je popsat a porovnat mechanismy stanovení a zúčtování systémové odchylky v České republice a dalších vybraných evropských státech, konkrétně v Německu, Francii, Maďarsku, Švýcarsku, Velké Británii, Belgii a na Slovensku.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou celků. První, teoretická část, se zabývá rešerší jednotlivých systémů zúčtování včetně definice systémové odchylky v České republice. Druhá část je analytická a zabývá se porovnáním zúčtovací ceny v jednotlivých zemích. Porovnávány jsou zúčtovací ceny odchylky a protiodchylky při zvyšující se velikosti systémové odchylky ve vybraných státech. Dalším bodem v praktické části je srovnání zúčtovacích cen odchylky a protiodchylky při rostoucí spotové ceně.

Kapitola 1

Systemy zúčtování odchylek v Evropě

V této kapitole se zabývám popisem jednotlivých metodik stanovení zúčtovací ceny za odchylku v následujících osmi zemích:

1. Česká republika
2. Slovensko
3. Maďarsko
4. Německo
5. Francie
6. Velká Británie
7. Švýcarsko
8. Belgie

V dalším textu se hojně objevují následující pojmy. Za prvé se jedná o zúčtovací periodu („program time unit“), která je časovým intervalem, pro který jsou odchylky vyhodnocovány a pro který je stanovena jejich cena.[3]

Pro popis systému se používají pojmy jako kladná/záporná odchylka nebo krátká/dlouhá pozice systému či subjektu zúčtování. Pokud je systém v dlouhé pozici znamená to, že bylo spotřebováno méně nebo vyrobeno více, v systému je přebytek energie a odchylka soustavy je kladná. Jestliže je systém naopak v krátké pozici značí to, že bylo vyrobeno méně nebo spotřebováno více, v systému je tedy nedostatek energie a odchylka soustavy je záporná.[14]

Samotným pojmem systémová odchylka se podle zdroje *Trh s elektřinou* [4] rozumí součet všech odchylek v celé soustavě. Zároveň se setkáváme s pojmem protiodchylka.

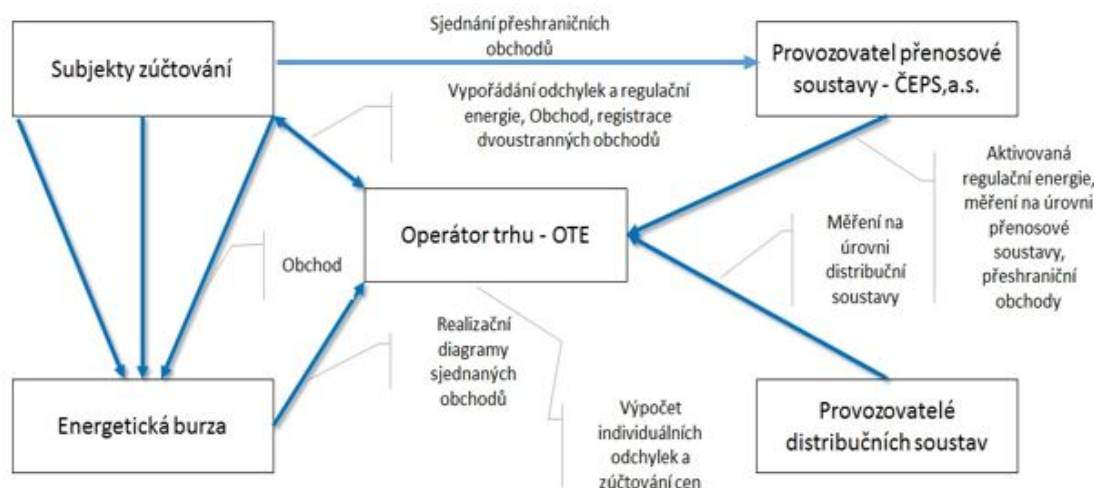
„Protiodchylka je kladná odchylka subjektu zúčtování v případě záporné systémové odchylky nebo záporná odchylka subjektu zúčtování v případě kladné systémové odchylky.“ [32]

Regulační energie je energie, jejíž aktivace umožňuje udržovat v síti rovnováhu mezi spotřebou a výrobou elektřiny. Rozlišujeme kladnou („upward“) regulační energii a zápornou („downward“). Kladná regulační energie umožňuje kompenzovat zápornou odchylku systému. Záporná regulační energie představuje opatření, která zmenšují kladnou systémovou odchylku.

1.1 Česká republika

Hlavními aktéry na trhu s elektřinou v České republice, kterých se týká vyhodnocení, vypořádání a zúčtování odchylek jsou subjekty zúčtování, operátor trhu, provozovatel přenosové soustavy, energetická burza a provozovatelé přenosových soustav. Činnosti a vztahy mezi jednotlivými subjekty na trhu jsou zobrazeny na obrázku 1.1.

Provozovatelem přenosové soustavy je společnost ČEPS,a.s. a operátorem trhu OTE,a.s..



Obrázek 1.1: Schéma systému zúčtování odchylek a regulační energie v České republice, zdroj: autor dle [4]

OTE,a.s. se zabývá výpočtem odchylek a jejich zúčtováním. Zúčtovací periodou je v České republice jedna hodina. Pro tento časový interval jsou odchylky vypočítány v MWh a s přesností na jedno desetinné místo do 14:00 následujícího dne.[4]

U operátora trhu jsou registrováni všichni účastníci trhu, kteří se chtějí zapojit do obchodu s elektřinou. Subjekty zúčtování jsou pak ti účastníci, pro které je vyhodnocována odchylka. Tyto subjekty mají s operátorem uzavřenou smlouvu o zúčtování odchylek. Ostatní účastníci uzavírají smlouvu o přenesení odpovědnosti za odchylku se subjekty zúčtování. Tímto vznikají bilanční skupiny, jejichž odchylka se vyhodnocuje na základě odběru, dodávky a obchodní pozice dané bilanční skupiny. Subjekty zúčtování mají určité povinnosti, mezi které patří například platba odchylky nebo podávat informace o skutečných hodnotách, tak aby bylo možné správné finanční vypořádání odchylek.

Obchodní pozice bilanční skupiny je dána sumou dodávek všech dodavatelů ve skupině MWh, součtem všech odběrů ve skupině v MWh a všemi sjednanými obchodními pozicemi obchodníků ve skupině včetně přeshraničních operací. Součástí obchodní pozice jsou obchody organizované OTE, obchody na PXE¹registrované u operátora trhu a dvoustranné obchody, které jsou registrované u OTE prostřednictvím realizačních diagramů. Dále pak přeshraniční obchody realizované provozovatelem přenosové soustavy pomocí zahraničních realizačních

¹Power Exchange Central Europe, a.s.

diagramů a obchody s regulační energií vyjma vyrovnávacího trhu spravovaného operátorem trhu. Platnost realizačních diagramů musí být potvrzena oběma stranami.

1.1.1 Definice systémové odchylky

Odvození systémové odchylky jsem zpracovala na základě *Zúčtování odchylek a regulační energie* (kapitola 11, zdroj: [4]). Definice systémové odchylky dle *Vyhlášky o Pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona*. [32]:

„Systémovou odchylkou se rozumí součet kladných a záporných odchylek všech subjektů zúčtování v obchodní hodině.“

V matematickém vyjádření lze danou definici zapsat vzorcem 1.1:

$$SyO = \sum_{\forall SZ} O_{SZ} \quad (1.1)$$

Kde SyO je systémová odchylka a O_{SZ} ² je odchylka subjektu zúčtování. Ta je dle 1.2 dána rozdílem mezi skutečně dodanou nebo odebranou energií E_{SZ}^{skut} a předem sjednanou energií E_{SZ}^{sjed} .

$$O_{SZ} = E_{SZ}^{skut} - E_{SZ}^{sjed} \quad (1.2)$$

První část vztahu 1.2 se dá dále rozepsat ve vzorcích 1.3, 1.4 a 1.5 :

$$E_{SZ}^{skut} = E_{dod,SZ}^{skut} - E_{odb,SZ}^{skut} \quad (1.3)$$

$$E_{dod,SZ}^{skut} = \sum_{OPM-D \in SZ} E_{dod,SZ}^{mer} + \sum_{OPM-ZV \in SZ} E_{imp,SZ}^{skut} \quad (1.4)$$

$$E_{odb,SZ}^{skut} = \sum_{OPM-D \in SZ} E_{odb,SZ}^{mer} + \sum_{OPM-ZV \in SZ} E_{exp,SZ}^{skut} + E_{Z,SZ}^{skut} \quad (1.5)$$

Dle vztahu 1.3 je skutečně dodaná/odebraná elektřina E_{SZ}^{skut} vypočtena jako rozdíl mezi skutečně dodanou $E_{dod,SZ}^{skut}$ a skutečně odebranou elektřinou $E_{odb,SZ}^{skut}$.

$E_{dod,SZ}^{skut}$ je dána sumou naměřených dodávek energie na OPM (vysvětleno níže) a sumou skutečných importů. Písmeno „D“ v indexu pod sumou ve vzorci 1.4 znamená domácí OPM a zkratka „ZV“ ve stejném vztahu virtuální OPM. Obdobné je to ve vzorci 1.5 $E_{odb,SZ}^{skut}$, kde na rozdíl od předchozího vzorce hrají roli měřené odběry, exporty a ztráty v přenosové s distribuční soustavě $E_{Z,SZ}^{skut}$.

Jedním se základních vstupů pro vyhodnocení odchylek jsou měřené hodnoty. Místa, ve kterých probíhá měření skutečného množství spotřebované respektive odebrané elektřiny, se nazývají odběrná a předávací místa (OPM). Exporty a importy jsou měřeny na virtuálních OPM.

$$E_{SZ}^{sjed} = \sum_{RD-D \in SZ} E_{obch,SZ}^{sjed} + \sum_{RD-RE \in SZ} E_{reg,SZ}^{sjed} \quad (1.6)$$

Druhou část vzorce 1.2 tvoří výpočet množství sjednané energie E_{SZ}^{sjed} . E_{SZ}^{sjed} je dáno rovnicí 1.6. Toto množství se spočítá jako součet všech domácích realizačních diagramů subjektu zúčtování

²SZ = subjekt zúčtování

vyjadřujících energii, kterou se subjekt zavázal dodat nebo odebrat $\sum_{RD-D \in SZ} E_{obch,SZ}^{sjed}$ a součet všech realizačních diagramů se sjednanou regulační energií $\sum_{RD-RE \in SZ} E_{reg,SZ}^{sjed}$.

Pro další odvození jsou sjednané importy a exporty pokládány za skutečné. Pokud dáme vztahy 1.1 až 1.6 dohromady dostaneme následující vzorec:

$$\begin{aligned} \sum_{\forall SZ} O_{SZ} = & \sum_{\forall SZ} [(\sum_{OPM-D \in SZ} E_{dod,SZ}^{mer} + \sum_{OPM-ZV \in SZ} E_{imp,SZ}^{skut} - \\ & - (\sum_{OPM-D \in SZ} E_{odb,SZ}^{mer} + \sum_{OPM-ZV \in SZ} E_{exp,SZ}^{skut} + E_{Z,SZ}^{skut})) - \\ & - (\sum_{RD-D \in SZ} E_{obch,SZ}^{sjed} + \sum_{RD-RE \in SZ} E_{reg,SZ}^{sjed})] \end{aligned} \quad (1.7)$$

Vztah 1.8 říká, že energii, kterou jeden subjekt prodá musí jiný subjekt nakoupit. To platí díky potvrzování realizačních diagramů.

$$\sum_{\forall SZ} O_{RD-D \in SZ} E_{obch,SZ}^{sjed} = 0 \quad (1.8)$$

$$S_{zahr}^{skut} = \sum_{\forall SZ} \sum_{OPM-ZV \in SZ} (E_{imp,SZ}^{skut} - E_{exp,SZ}^{skut}) \quad (1.9)$$

Vztah 1.9 se týká importu a exportu elektřiny. Respektive jak PPS³ zabezpečuje shodu mezi skutečnými a sjednanými hodnotami obchodované elektřiny. S_{zahr}^{skut} zde udává skutečné saldo přeshraničních obchodů.

$$S_{zahr}^{mer} = \sum_{\forall OPM-ZM} (E_{imp,OPM-ZM}^{mer} - E_{exp,OPM-ZM}^{mer}) \quad (1.10)$$

Rovnice 1.10 udává sumu rozdílů mezi měřenými importy a exporty. Hodnoty použité pro výpočet tohoto vzorce jsou stanoveny přímo na přeshraničních vedeních (vyjádřeno indexem $\forall OPM-ZM$).

$$S_{zahr}^{skut} = S_{zahr}^{sjed} = S_{zahr}^{mer} + E_{ACE} \quad (1.11)$$

Vztah 1.11 vyjadřuje, že hodnoty sjednaného S_{zahr}^{sjed} , skutečného S_{zahr}^{skut} a měřeného S_{zahr}^{mer} salda se od sebe liší pouze přeshraniční odchylkou E_{ACE} , která se nazývá „Area Control Error“. Tato odchylka dosahuje velice malých hodnot a je tedy pro další odvození zanedbána.

Vztah 1.18 lze pomocí vztahů 1.9, 1.10 a 1.11 upravit. Dostaneme tak rovnici, ze které se po odstranění dvou nulových částí, vytvoří vzorec pro výpočet systémové odchylky jako celkového záporného salda regulační energie. Systémová odchylka je tedy dána vztahem 1.12.

$$\sum_{\forall SZ} O_{SZ} = - \sum_{\forall SZ} (\sum_{RD-D \in SZ} E_{reg,SZ}^{sjed}) \quad (1.12)$$

Systémová odchylka je z dlouhodobého hlediska mírně ovlivněna celkovou spotřebou. Tím se u ní projevuje cyklická složka a to zejména v podobě zvýšené spotřeby během zimního období. Predikce odchylky je velice obtížná a provádí se pouze na hodinu dopředu. I v predikci na hodinu dopředu se objevuje chyba 10-15 % [4].

³PPS = provozovatel přenosové soustavy

1.1.2 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku v České republice

Zúčtovací cena odchylky v České republice se odvíjí od pozice subjektu zúčtování i pozice celého systému. Následující metodika je zpracována podle „Zúčtování odchylek a regulační energie“ (kapitola 11, zdroj: [4]) a podle cenového rozhodnutí ERÚ [9].

V případě, že je subjekt zúčtování v krátké pozici a v systému je nedostatek energie, systémová odchylka je tedy záporná, je zúčtovací cena dána vztahem 1.13. pak

$$ZC^4 = MAX[ZC_{min-}; C_{RE+}] \quad (1.13)$$

Kde ZC_{MIN-} je cena stanovená podle vztahu 1.14 uvedeném v platném cenovém rozhodnutí ERÚ. C_{RE+} je cena sjednané kladné regulační energie uvedené v realizačním diagramu.

$$ZC_{min-} = 2350 + 5,5 * SyO \quad (1.14)$$

Do vztahu 1.14 pro výpočet ZC_{min-} vstupuje přímo velikost odchylky celého systému. Vzorec 1.14 platí i pro nulovou systémovou odchylku.

V případě, že subjekt zúčtování vyrobil více nebo spotřeboval méně než bylo sjednáno a v systému je přebytek energie, vypočítá se podle vzorce 1.15.

$$ZC = MIN[ZC_{min+}; C_{RE-}] \quad (1.15)$$

Kde ZC_{min+} je opět cena stanovená podle cenového rozhodnutí ERÚ, tentokrát vztahem 1.16. C_{RE-} představuje cenu sjednané záporné regulační energie uvedené v realizačním diagramu.

$$ZC_{min+} = 1 + 3,5 * SyO \quad (1.16)$$

„Zúčtovací cena protiodchylky ZC_{proti} je stanovena jako průměrná cena z nabídkových cen regulační energie v obchodní hodině ve směru opačném než je systémová odchylka.“ [4]

Na základě výše uvedené definice je tedy cena za protiodchylku vypočítána podle 1.17.

$$ZC_{proti} = \frac{RE_{SJED} * C_{RE}}{RE_{SJED}} \quad (1.17)$$

Kde RE_{SJED} je sjednané množství regulační energie zaznamenané v realizačním diagramu.

$$Platba_{ODCH,SZ} = OSZ * ZC \quad (1.18)$$

$$Platba_{PROTI,SZ} = OSZ * ZC_{PROTI} \quad (1.19)$$

Ve vzorcích 1.18 a 1.19 je uveden výpočet platby za odchylku a protiodchylku SZ.

ZNAMÉNKO PLATBY	SMĚR PLATBY
„ + “	OTE → SZ
„ - “	SZ → OTE

Tabulka 1.1: Znaménková konvence při platbě za odchylku v České republice, zdroj: autor dle [4]

⁴ZC = zúčtovací cena

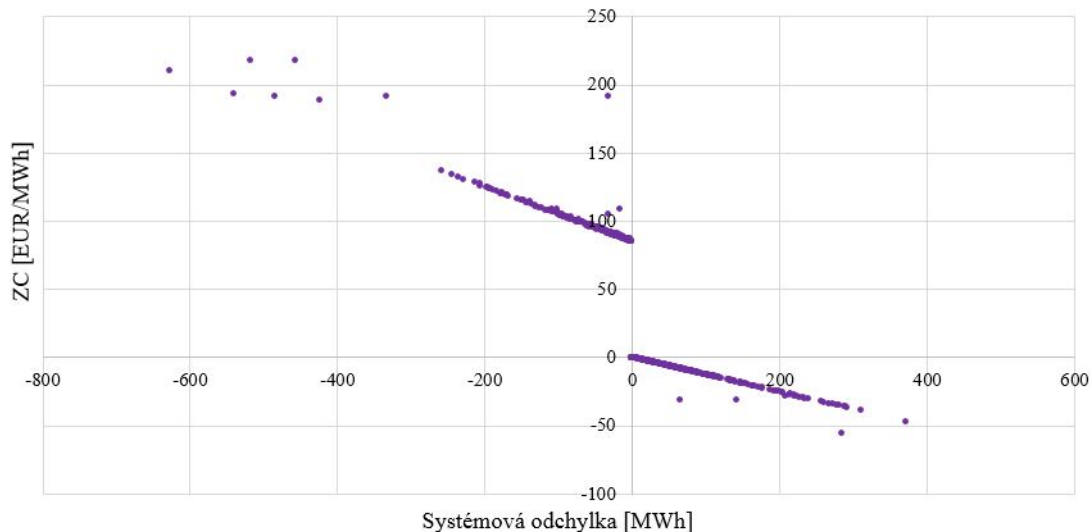
Tabulka 1.1 ukazuje znaménkovou konvenci pro platby za odchylku v České republice. Má-li platba záporné znaménko subjekt platí operátorovi trhu. Je-li platba s kladným znaménkem dostane subjekt zapláceno. Zúčtovací cena za odchylku a protiodchylku při různých stavech systému a při různých pozicích subjektu zúčtování je zobrazena v tabulce 1.2.

SZ/SYSTÉM	KLADNÁ ODCHYLKA	ZÁPORNÁ ODCHYLKA
KLADNÁ ODCHYLKA	$MIN[1 + 3,5 * SyO; MC_{RE-}]$	$\frac{RE_{SJED} * C_{RE}}{RE_{SJED}}$
ZÁPORNÁ ODCHYLKA	$\frac{RE_{SJED} * C_{RE}}{RE_{SJED}}$	$MAX[2350 + 5,5 * SyO; MC_{RE+}]$

Tabulka 1.2: Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky v České republice, zdroj: autor dle [4] a [9]

Odchylky nejsou vyhodnocovány a vypořádávány pouze z národního hlediska. Vznikají i při přenosu elektřiny mezi jednotlivými státy. Za přenos elektřiny přes hranice a s tím spojené odchylky jsou zodpovědní provozovatelé jednotlivých přenosových soustav. Data jsou měřena na přeshraničních vedeních. Odchylky nastávají při použití přeshraniční regulační energie a chybami při přenosu různého charakteru. V kontinentální Evropě jsou nastaveny limitní hodnoty, v jejichž rámci se musí odchylky jednotlivých zemí pohybovat. Vypořádání odchylek je prováděno naturálně, tzn. bez finanční kompenzace. Odchylky jsou vyhodnocovány pro každých 15 minut po dobu celého týdne. Pak následují 3 dny, během kterých mají jednotliví provozovatelé přenosových soustav čas na zajištění potřebného množství elektřiny pro vypořádání odchylky. Kompenzace probíhá během následujících 7 dnů, do kterých je odchylka rozprostřena. [4]

Zúčtovací cena odchylky v České republice v únoru 2015



Obrázek 1.2: Závislost zúčtovací ceny za odchylku a velikosti systémové odchylky v České republice v únoru 2015, zdroj: autor dle [36]

Na obrázku 1.2 je vidět, jak se měnila zúčtovací cena za odchylku v závislosti na systémové odchylce v únoru 2015. Shluk bodů znázorňujících rovné čáry představuje ZC stanovenou podle rovnice pro ZC_{MIN} , body mimo tyto přímky jsou minimálními respektive maximálními cenami sjednané regulační energie.

1.2 Slovensko

Provozovatelem přenosové soustavy na Slovensku je společnost SEPS, a.s. („Slovenská elektrizačná prenosová sústava, a.s.“). Organizací krátkodobého trhu s elektřinou se zde zabývá OKTE, a.s., která je vlastněna SEPS, a.s. [11] a která je zodpovědná za zúčtování odchylek. Regulátorem slovenského trhu s elektřinou je ÚRSO („Úrad pre reguláciu sieťových odvetví“), který vydává například cenová rozhodnutí. Zúčtovací periodou na Slovensku je na rozdíl od ČR 15 minut.

1.2.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku na Slovensku

Podle *Prevádzkového poriadku organizátora krátkodobého trhu s elektřinou OKTE, a.s.* [11] je platba subjektu zúčtování za odchylku tvořena samotnou platbou za odchylku, platbou za zúčtování odchylek, dále pak platbou za přístup do systému zúčtování a platbou za podíl na regulační energii.

První z jmenovaných, platba za zúčtování, vyhodnocení a vypořádání odchylek je podle rozhodnutí ÚRSO [31] stanovena na 0,0129 EUR/MWh.

Platbu za přístup do systému zúčtování odchylek platí SZ jednou ročně formou fixní platby v hodnotě 14683,0273 EUR [31].

Platba za podíl na regulační energii se bere v úvahu pouze při odběru respektive dodání do OPM, které nedisponují měřením typu A nebo B a vypočítá se následovně:

$$pN_{RE} = \frac{N_{RE}}{CO} \quad (1.20)$$

$$PRE_{SZi} = pN_{RE} * (COC_{SZi} + CDC_{SZi}) \quad (1.21)$$

Rovnice (1.20) popisuje výpočet podílu nákladů na regulační energii pN_{RE} , kde v čitateli jsou celkové náklady na regulační energii a ve jmenovateli objem celkově odebrané elektřiny. Platba SZ za podíl na regulační energii udává (1.21). COC_{SZi} je celková odebraná elektřina z OPM a CDC_{SZi} je celková dodaná elektřina do OPM.

$$PRE = \sum_{i=1}^n PRE_{SZi} \quad (1.22)$$

Podle vzorce (1.22) je pak určena celková platba za podíl na regulační energii pro každou zúčtovací periodu.

$$Platba_{Odch_i} = OSZ_i * ZC \quad (1.23)$$

$$Platba_{Prot_i} = OSZ_i * ZC * kzpo \quad (1.24)$$

$$kzpo_k = \frac{(N_{RE} - PRE - Platba_{Odch_i})}{Platba_{Prot_i}} \quad (1.25)$$

Vztahy (1.23) a (1.24) udávají výpočet platby za odchylku a protiodchylku. OSZ_i je odchylka i -tého subjektu zúčtování v MWh a $kzpo$ koeficient pro záporné platby. Kladnou platbu platí SZ společnosti OKTE, a.s. a zápornou platbu (platbu za protiodchylku) platí OKTE, a.s. subjektu zúčtování.

Koeficient $kzpo$ nabývá od dubna 2014 hodnoty 1 [16]. V jednom měsíci musí být použit vždy

SZ/SYSTÉM	KLADNÁ ODCHYLKA	ZÁPORNÁ ODCHYLKA
KLADNÁ ODCHYLKA	MC_{RE-}	$MC_{RE+} * kzpo$
ZÁPORNÁ ODCHYLKA	$MC_{RE-} * kzpo$	MC_{RE+}

Tabulka 1.3: Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky na Slovensku, zdroj: autor dle [11]

stejný $kzpo$. Dle (1.25) se spočítá koeficient $kzpo_k$ sloužící ke konečnému zúčtování. $kzpo_k$ se stanovuje s přesností na 3 desetinná místa.

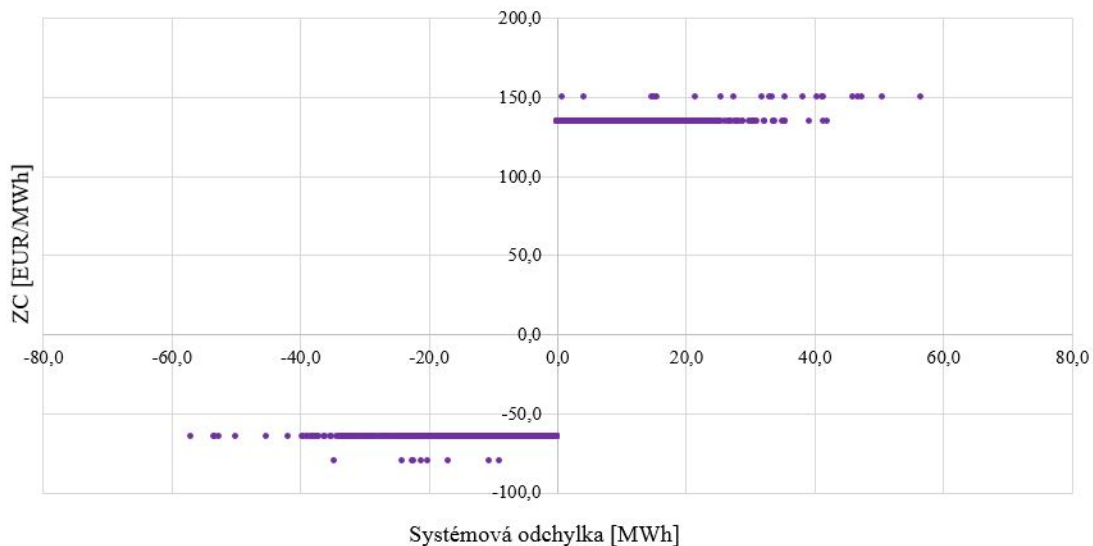
V tabulce číslo 1.3 uvedeny zúčtovací ceny za odchylku a protiodchylku v různých situacích. MC_{RE+} je nejvyšší cena aktivované kladné regulační energie a MC_{RE-} je nejnižší cena aktivované záporné regulační energie.

SITUACE V SOUSTAVĚ	ZÚČTOVACÍ CENA
SyO = 0	MC_{RE+}
nebyla dodaná žádná RE	140 EUR/MWh[31]

Tabulka 1.4: Stanovení zúčtovací ceny ve speciálních případech, zdroj: autor dle [31]

V tabulce 1.4 jsou dva speciální případy. V prvním z nich, kdy se systémová odchylka rovná nule, je ZC nejvyšší cena aktivované kladné regulační energie. Dále pokud nebyla dodaná žádná regulační energie je zúčtovací cena odchylky stanovena na 140 EUR/MWh.

Zúčtovací cena odchylky na Slovensku v únoru 2015



Obrázek 1.3: Závislost zúčtovací ceny za odchylku a velikosti systémové odchylky na Slovensku v únoru 2015, zdroj: autor dle [37]

V únoru roku 2015 dosahovaly ceny za odchylku pouze čtyř hodnot jak je vidět z obrázku 1.3, který zobrazuje závislost zúčtovací ceny odchylky na velikosti systémové odchylky v daném měsíci.

1.3 Maďarsko

Maďarsko vytvořilo v roce 2012 společně s Českou republikou a Slovenskem společný denní trh s elektřinou a od roku 2014 se do tohoto uskupení připojilo i Rumunsko („4 Market Coupling“). Operátorem trhu je v Maďarsku společnost HUPX, a.s., regulátorem je „The Hungarian Energy and Public Utility Regulatory Authority“ se sídlem v Budapešti a provozovatelem přenosové soustavy společnost MAVIR, která vyhodnocuje odchylky.

1.3.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku v Maďarsku

Maďarský systém zúčtování odchylek je dle *Revize metody vypořádání odchylek* [23] odvozen od metodiky používané v Belgii. Pokud je suma regulační energie větší než nula, systém je tedy v krátké pozici, neboli v systému je nedostatek energie. Pak v případě, že je i subjekt zúčtování v krátké pozici se cena odchylky spočítá následovně:

$$ZC = (1 + b) * MAX[C_{RE+}; C_{SPOT}] \quad (1.26)$$

Kde b je tzv. belgická sazba („Belgian charge“), která je dle *Změn v metodice vypořádání odchylek* [24] 12 %. C_{RE+} je vážená cena kladné regulační energie a C_{SPOT} je spotová cena vztahující se k danému časovému okamžiku.

Cena protiodchylky související s výše popsanou pozicí, tzn. SZ je v dlouhé pozici a systém má nedostatek energie, je dána vzorcem:

$$ZC = (1 - b) * (-1) * C_{SPOT} \quad (1.27)$$

V případě, že se systém nachází v dlouhé pozici a odchylka subjektu zúčtování je ve stejném směru je zúčtovací cena stanovena následovně:

$$ZC = (1 - b) * MAX[C_{RE-}; C_{SPOT}] \quad (1.28)$$

Vzorec číslo 1.28 platí pro případ, kdy je vážená cena záporné regulační energie C_{RE-} menší než nula. V situaci, ve které je vážená cena větší než nula platí pro výpočet ZC následující formule:

$$ZC = (1 + b) * MAX[C_{RE-}; (-1) * C_{SPOT}] \quad (1.29)$$

Pokud je systém v dlouhé pozici a subjekt zúčtování má zápornou odchylku je zúčtovací cena protiodchylky určena vzorcem:

$$ZC = (1 + b) * C_{SPOT} \quad (1.30)$$

Aby byla v zúčtovací ceně zohledněna i velikost systémové odchylky jsou zavedeny další dvě doplňující veličiny. Jedná se o toleranci chyb (n , „Margin of error“) a sazbu z rozsahu (s , „Range charge“). Pokud se spotřeba a výroba subjektu zúčtování odchýlí od původního plánu více než o „+/-“ n pak je do výpočtu odchylek zahrnut parametr s . Dle *Změn v metodice vypořádání odchylek* [24] se tolerance chyb pohybuje na 3,5 % a sazba z rozsahu na 25 %.

Penalizovány jsou pouze ty subjekty zúčtování, které svou činností přispívají ke zvýšení systémové odchylky v daném směru. Jestliže je v systému nedostatek energie, subjekt zúčtování má zápornou odchylku a hodnota jeho odchylky překročila danou hranici je výsledná zúčtovací cena:

$$ZC = (1 + b) * MAX[C_{RE+}; C_{SPOT}] * (1 + s) \quad (1.31)$$

Je-li v systému přebytek energie, SZ je v dlouhé pozici, odchylka subjektu zúčtování větší než „+/-“ n , pak jsou rozlišeny dva případy. První uvedený vzorec č. 1.32 je pro váženou cenu regulační

energie menší než nula, druhý vztah č. 1.33 pro C_{RE-} větší než nula.

$$ZC = (1 - b) * MAX[C_{RE-}; C_{SPOT}] * (1 - s) \quad (1.32)$$

$$ZC = (1 + b) * MAX[C_{RE-}; (-1) * C_{SPOT}] * (1 + s) \quad (1.33)$$

SZ/SYSTÉM	KLADNÁ ODCHYLKA	ZÁPORNÁ ODCHYLKA
KLADNÁ ODCHYLKA	$(1 - b) * MAX[C_{RE-}; C_{SPOT}]$	$(1 - b) * (-1) * C_{SPOT}$
ZÁPORNÁ ODCHYLKA	$(1 + b) * (C_{SPOT})$	$(1 + b) * MAX[C_{RE+}; C_{SPOT}]$

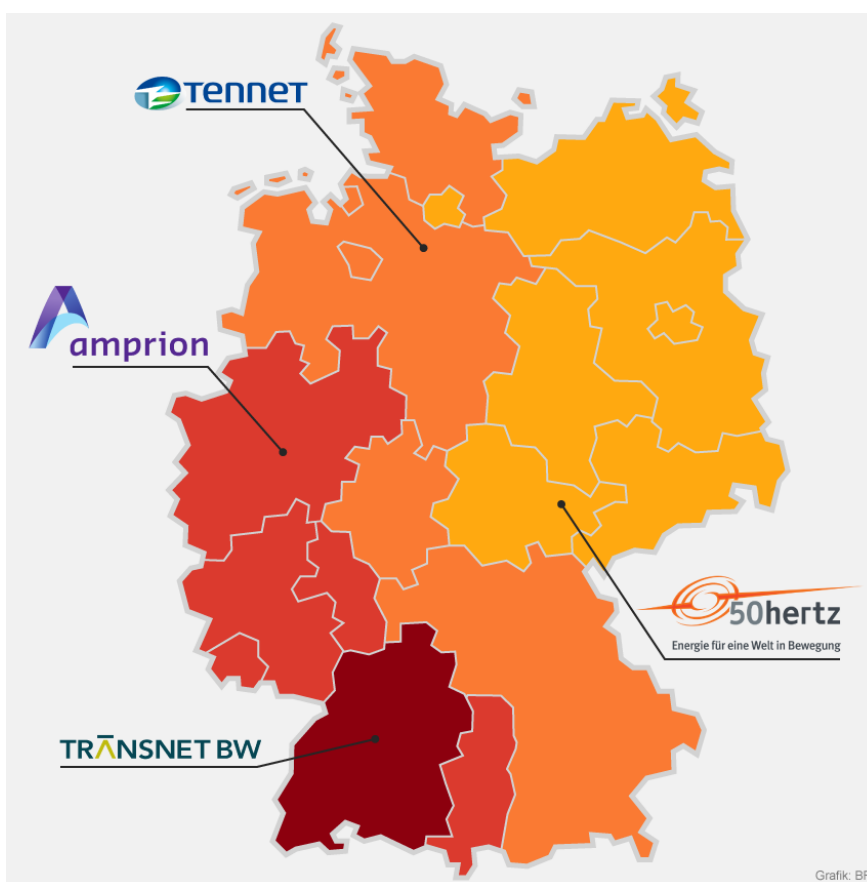
Tabulka 1.5: Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky v Maďarsku, zdroj: autor dle [23]

Tabulka číslo 1.5 zobrazuje jednotlivé výpočty zúčtovací ceny v závislosti na dané pozici systému i subjektu zúčtování. Pro případ kladné odchylky subjektu zúčtování a kladné odchylky systému je uveden pouze vzorec v případě, když je C_{RE-} menší než nula. Zároveň jsou vzorce stanoveny bez vlivu hranice tolerance chyb.

1.4 Německo

Z pohledu energetiky je Německo rozděleno do čtyř oblastí, každá z těchto oblastí je pod kontrolou některého z provozovatelů přenosové soustavy jmenovitě pak : Amprion, Tennet TSO, 50 Hertz Transmission a TransnetBW. Z obrázku číslo 1.4 je patrné, kde jednotlivé společnosti působí. Regulátorem německého trhu s elektřinou (současně i plynu, telekomunikací, pošty a drah) je Spolková síťová agentura („Bundesnetzagentur“). Dalším subjektem, který je úzce spjat s německým trhem, je evropská energetická burza („EPEX-Spot“) sídlící v Paříži, na které je zprostředkován denní a vnitrodenní německý trh s elektřinou.

Německý trh s elektřinou se vyznačuje velkým podílem obnovitelných zdrojů na výrobě elektřiny a s tím související časté vnitřní zatížení sítě („internal congestion“)[7].



Obrázek 1.4: Rozdělení Německa na jednotlivé řídicí oblasti, zdroj:[22]

1.4.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku v Německu

Od června 2010 platí ve všech čtyřech oblastech, tzn. na území celého Německa, jednotný postup při stanovení zúčtovací ceny za odchylku („reBab“) [18]. Odchyly se v Německu vyhodnocují každých 15 minut. Celá metodika je založena na principu stanovení jedné ceny za odchylku „single price mechanism“. Konečné zúčtování odchylek je prováděno v měsíčním intervalu. [6] Samotný postup stanovení ceny za odchylku je dle *Modelu výpočtu jednotné zúčtovací ceny* [10] rozdělen do několika postupných kroků.

V prvním kroku je cena (v Německu se používá pojem „Ausgleichsenergiepreis“) za odchylku obecně stanovena podle vzorce:

$$ZC_1 = \frac{\sum N_i - \sum V_i}{saldo_i} \quad (1.34)$$

Kde ZC_1 je základ ceny za odchylku v EUR/MWh, který se vypočítá jako podíl salda vynaložených peněžních zdrojů (kde $\sum N$ jsou náklady a $\sum V$ výnosy) a salda použité kladné a záporné energie $saldo_i$.

Pokud má saldo ve jmenovateli kladné znaménko je v systému nedostatek energie, pokud záporné je v systému naopak přebytek energie. V důsledku znaménkové konvence mohou nastat následující situace:

ZC_1	SZ	Platba	Stav systému
+	-	SZ	nedostatek
+	+	PPS	nedostatek
-	-	PPS	přebytek
-	+	SZ	přebytek

Tabulka 1.6: zdroj: autor podle [10]

Aby bylo možné se vyhnout případným extrémům v ceně odchylky, je stanovena horní a dolní hranice v podobě nejvyšší a nejnižší ceny aktivované regulační energie („highest energy price of all activated bids“). Pokud je ZC_1 větší nebo naopak menší než hraniční hodnoty, jsou jako cena použity právě tyto hraniční hodnoty. Tento proces popisují vzorce 1.35 a 1.36.

je-li $ZC_1 \leq 0$ tak

$$ZC_2 = MIN[|ZC_1|; |MC_{RE_{MAX}}|] \quad (1.35)$$

je-li $ZC_1 > 0$ tak

$$ZC_2 = (-1) * MIN[|ZC_1|; |MC_{RE_{MAX}}|] \quad (1.36)$$

Kde $|MC_{RE_{MAX}}|$ je absolutní hodnota maximální ceny aktivované regulační energie (sekundárních a minutových rezerv). V Německu se pro terciální rezervy používá název minutové [33]. Ve třetí fázi je ZC_2 porovnávána s cenou na evropské energetické burze a to konkrétně s průměrnou váženou vnitrodenní cenou na EPEX-Spot. Jeli $saldo_i$ kladné, tak je pro cenu odchylky dolním limitem průměrná vážená cena na EPEX Spot a naopak.

Je-li $Saldo_i < 0$ tak platí

$$ZC_3 = MIN[C_{VSPOT}; ZC_2] \quad (1.37)$$

Jeli $Saldo_i \geq 0$ tak platí

$$ZC_3 = MAX[C_{VSPOT}; ZC_2] \quad (1.38)$$

V posledním kroku se k ceně ZC_3 připočítávají přírážky nebo odečítají srážky. A to za podmínky, že je použito více jak 80 % smluvené regulační energie („contracted up or down regulating capacity“).

Zde mohou nastat následující tři situace:

1. $saldo_i > 0,8 * RE_+$
2. $saldo_i < -0,8 * RE_-$
3. $-0,8 * RE_- \geq saldo_i \geq 0,8 * RE_+$

kde RE_+ je součet kladné regulační energie (tzn. kladné sekundární regulační energie a minutových rezerv) a RE_- součet záporné regulační energie (tzn. záporné sekundární regulační energie a minutových rezerv).

V prvním případě je výsledná cena odchylky stanovena dle vzorce 1.39 :

$$ZC_4 = ZC_3 + MAX[100 \text{ EUR}/MWh; 0,5 * |ZC_3|] \quad (1.39)$$

K původní ceně ZC_3 je tedy přičtena přírážka v podobě 50% ceny ZC_3 , jejíž minimální hodnota je stanovena na 100 EUR/MWh.

Za druhé je výsledná cena určena následujícím způsobem:

$$ZC_4 = ZC_3 - MAX[100 \text{ EUR}/MWh; 0,5 * |ZC_3|] \quad (1.40)$$

Ve vztahu 1.40 je naopak cena snížena.

V posledním případě se výsledná cena rovná ceně ZC_3 .

$$ZC_4 = ZC_3 \quad (1.41)$$

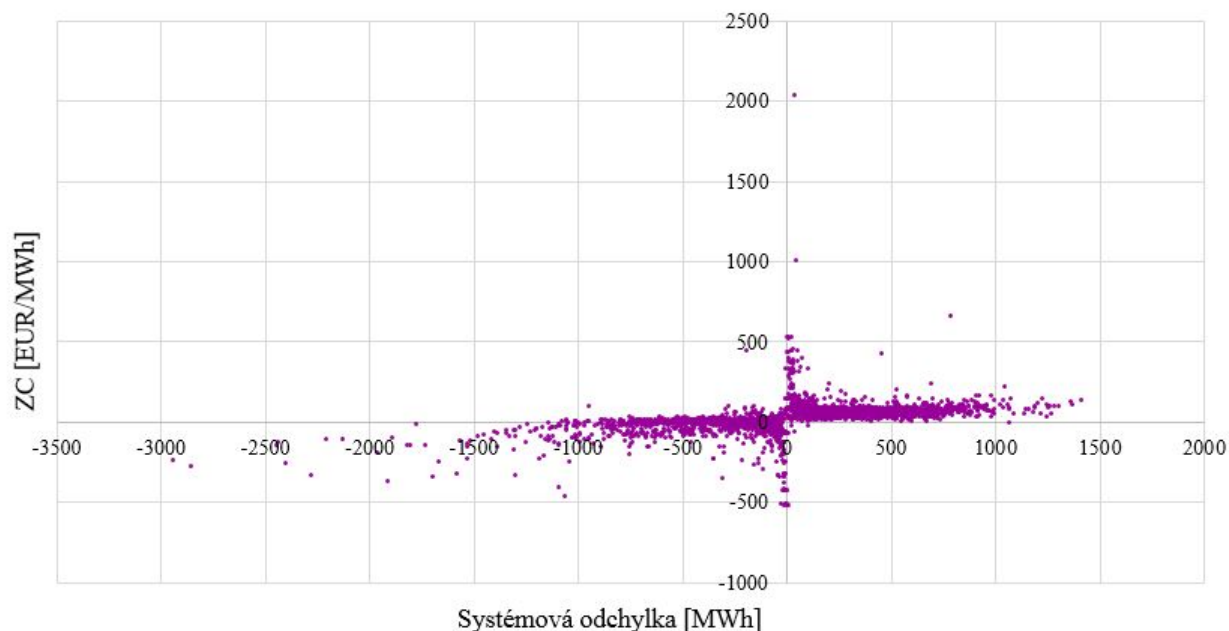
Výsledná cena odchylky je stanovena s přesností na dvě desetinná místa. Dle *Postupu při úpravě cen po zveřejnění zúčtovacích cen* [21] jsou změny vzniklé při korekci cen promítnuty do zúčtování odchylek v dalším měsíci jako fixní část ceny za odchylku. Tato změna je ale omezena na 3 % v daném měsíci vzniklých nákladů na regulační energii. Maximální hodnota fixní části ceny kvůli korekci je 3 EUR/MWh.

	KLADNÁ SYSTÉMOVÁ ODCHYLKA	ZÁPORNÁ SYSTÉMOVÁ ODCHYLKA
SZ +	<ul style="list-style-type: none"> • $ZC_1 = \frac{\sum N_i - \sum V_i}{saldo_i}$ • $ZC_2 = MIN [ZC_1 ; MC_{RE_{MAX}}]$ • $ZC = MAX [C_{VSPOT}; ZC_2]$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $ZC_1 = \frac{\sum N_i - \sum V_i}{saldo_i}$ • $ZC_2 = -MIN [ZC_1 ; MC_{RE_{MAX}}]$ • $ZC = MIN [C_{VSPOT}; ZC_2]$
SZ -	<ul style="list-style-type: none"> • $ZC_1 = \frac{\sum N_i - \sum V_i}{saldo_i}$ • $ZC_2 = MIN [ZC_1 ; MC_{RE_{MAX}}]$ • $ZC = MAX [C_{VSPOT}; ZC_2]$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $ZC_1 = \frac{\sum N_i - \sum V_i}{saldo_i}$ • $ZC_2 = -MIN [ZC_1 ; MC_{RE_{MAX}}]$ • $ZC = MIN [C_{VSPOT}; ZC_2]$

Tabulka 1.7: Zúčtovací cena odchyly a protiodchyly v Německu, zdroj: autor dle [10]

V tabulce č. 1.7 je uveden výpočet zúčtovací ceny odchyly při různých stavech systému. V tabulce nejsou zobrazeny přírážky a srážky, které se připočítávají nebo odečítají od zúčtovací ceny ZC_3 . Na obrázku 1.5 jsou uvedeny zúčtovací ceny odchyly v Německu v únoru 2015.

Zúčtovací cena odchyly v Německu v lednu 2015



Obrázek 1.5: Závislost zúčtovací ceny za odchyly a velikosti systémové odchyly v Německu v lednu 2015, zdroj: autor dle [40]

1.5 Francie

Provozovatelem přenosové soustavy ve Francii je společnost RTE („Le réseau de l'intelligence électrique“), která se současně stará o vyhodnocování odchylek. Elekřina je obchodována na burze EPEX SPOT sídlící v Paříži. Regulátorem trhu s elekřinou a zemním plynem je společnost CRE („Commission de Régulation de l'Énergie“), která od roku 2006 dohlíží na tento trh [30].

1.5.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku ve Francii

Zúčtovací perioda je ve Francii 30 minut. Cena odchylky, dle webových stránek provozovatele přenosové soustavy RTE [12], záleží na váženém průměru ceny regulační energie v daném časovém úseku a cena protiodchylky na spotové ceně.

Přesné znění vztahů pro výpočet cen je následující: Za prvé, jestliže je odchylka subjektu zúčtování kladná a systémová odchylka má stejný směr je ZC dána vzorcem 1.42 :

$$ZC = \frac{C_{VRE-}}{(1 + K)} \quad (1.42)$$

kde C_{VRE-} je vážený průměr cen záporné regulační energie a K je koeficient, který má v současné době hodnotu 0,08.

V opačném případě, odchylka subjektu zúčtování je záporná a v systému je nedostatek energie, se zúčtovací cena spočítá podle 1.43 :

$$ZC = C_{VRE+} * (1 + K) \quad (1.43)$$

kde C_{VRE+} je vážený průměr ceny kladné regulační energie.

V tabulce 1.8 jsou názorně uvedeny všechny 4 možnosti výpočtu zúčtovací ceny odchylky a protiodchylky ve Francii.

SZ/SYSTÉM	KLADNÁ ODCHYLKA	ZÁPORNÁ ODCHYLKA
KLADNÁ ODCHYLKA	$\frac{C_{VRE-}}{(1 + K)}$	C_{SPOT}
ZÁPORNÁ ODCHYLKA	C_{SPOT}	$C_{VRE+} * (1 + K)$

Tabulka 1.8: Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky ve Francii [12]

Pokud by byl trend aktivované regulační energie nulový, byla by cena odchylky stanovena jako spotová cena [12]. V rámci informací o metodice používané ve Francii jsou na stránkách RTE uvedeny ještě limity pro cenu odchylky, jimiž by v obou případech měla být horní hranicí spotová cena. Dle dostupných dat jsem zjistila, že se tyto limity neuplatňují.

1.6 Velká Británie

Trh s elektřinou ve Velké Británii byl jedním z prvních, které byly deregulovány. Trh byl tak do roku 1990 plně ovládnán vládou a měl podobu monopolu. Po roce 1990 došlo k liberalizaci a vznikl tak England & Wales Electricity pool, který fungoval po dobu osmi let. V roce 2001 začala platit dohoda NETA neboli „New Electricity Trading Arrangements“, která již obsahovala prvky obchodních mechanismů uplatňovaných na trzích jiných komodit.[5]

Operátorem trhu je společnost National Grid Electricity Transmission plc, která je na území Anglie a Walesu i provozovatelem přenosové soustavy. Dalšími PPS jsou Scottish Power Transmission Limited, která působí na jihu Skotska. Dále pak Scottish Hydro Electric Transmission plc provozující přenosovou soustavu na severu Skotska a přilehlých ostrovech [34]. Vyhodnocení odchylek provádí společnost Elexon každých 30 minut. Kromě toho zprostředkovává služby, které jsou nezbytné pro správné a efektivní fungování balančních mechanismů.[35]

1.6.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku ve Velké Británii

Následující metodika vyhodnocení a zúčtování odchylek ve Velké Británii je zpracována podle *Průvodce oceňováním odchylek* [14] a všechny níže uvedené vztahy pro výpočet zúčtovacích cen vycházejí z *Vyrovňovacího kodexu* („Balancing code“) [15].

Cena odchylky vychází z nákladů na regulační energii, které jsou PPS vynaloženy na vyrovnaní systémové odchylky. Cena protiodchylky je závislá na ceně elektřiny, kterou by SZ musel zaplatit za obstarání respektive prodej elektřiny na energetické burze. Pokud je systém v dlouhé pozici a SZ má kladnou odchylku představuje cenu odchylky SSP. SSP je zkratka pro „System Sell Price“, kterou zaplatí SZ v situaci, ve které vyprodukuje více nebo spotřebuje méně než bylo plánováno.

$$SSP_j = \frac{(\sum_i \sum^n \sum^k ((O_{RE-})_{ij}^{kn} * (C_{RE-})_{ij}^n * Z_{ij}) + \sum^m ((O_{MRE-})_j^m * (C_{ORE-})_j^m))}{(\sum_i \sum^n \sum^k ((O_{RE-})_{ij}^{kn} * Z_{ij}) + \sum^m (O_{MRE-})_j^m) + ((C_{KRR-})_j)} \quad (1.44)$$

Kde O_{RE-} je objem všech přijatých nabídek záporné regulační energie v MWh, Z je multiplikátor ztrát během přenosu, O_{MRE-} je objem záporné regulační energie získaný mimo vyrovnávací mechanismus v MWh, C_{ORE-} je cena takto obstarané záporné regulační energie v £ /MWh a C_{KRR-} je cena, která v sobě obsahuje dlouhodobé smlouvy na poskytnutí krátkodobých operativních rezerv v £/MWh.

Pokud je v systému naopak nedostatek elektřiny a subjekt zúčtování má zápornou odchylku, je cenou odchylky SBP neboli „System Buy Price“. Cena SBP je dána vztahem 1.45 .

$$SBP_j = \frac{(\sum_i \sum^n \sum^k ((O_{RE+})_{ij}^{kn} * (C_{RE+})_{ij}^n * Z_{ij}) + \sum^m ((O_{MRE+})_j^m * (C_{ORE+})_j^m))}{(\sum_i \sum^n \sum^k ((O_{RE+})_{ij}^{kn} * Z_{ij}) + \sum^m (O_{MRE+})_j^m) + (C_{KRR+})} \quad (1.45)$$

Kde O_{RE+} je objem všech přijatých nabídek kladné regulační energie v MWh, O_{MRE+} je objem kladné regulační energie získaný mimo vyrovnávací mechanismus v MWh a C_{ORE+} je cena takto obstarané záporné regulační energie v £ /MWh.

$$(C_T)_j = \frac{\sum_S ((C_{KRO})_{Sj} * (O_{KRO})_{Sj})}{\sum_S (O_{KRO})_{Sj}} \quad (1.46)$$

Výše uvedený vztah udává výpočet tržní ceny, která se dle následující tabulky používá pro výpočet protiodchylky. Kde $(C_{KRO})_{Sj}$ je cena vycházející z krátkodobých obchodů na energetických

burzách („Market Index Price“) a $(O_{KRO})_{Sj}$ je objem vztahující se ke krátkodobým obchodům („Market Index Volume“).

Tabulka číslo 4 názorně ukazuje ceny odchylek a protiodchylek při různých kombinacích situací trhu a subjektů zúčtování.

SZ/SYSTÉM	KLADNÁ ODCHYLKA	ZÁPORNÁ ODCHYLKA
KLADNÁ ODCHYLKA	SSP	tržní cena
ZÁPORNÁ ODCHYLKA	tržní cena	SBP

Tabulka 1.9: Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky ve Velké Británii, zdroj: autor dle [14]

1.7 Švýcarsko

Ve Švýcarsku došlo k liberalizaci trhu s elektřinou v roce 2007 [28] s novým zákonem o elektřině („StromVG“). Provozovatelem přenosové soustavy je společnost Swissgrid. Elektřina se obchoduje na burze EPEX SPOT („European Powe Exchange“), která patří pod EEX („European Energy Exchange“) a která slučuje trhy s elektřinou ve Švýcarsku, Německu, Francii a Rakousku.[29]

Ve Švýcarsku funguje systém 3-bilančních skupin. Jedná se o standardní bilanční skupiny, řídicí bilanční skupiny („Regelbilanzgruppen“) a CH-15 bilanční skupiny. Každý subjekt zúčtování musí mít právě jednu standardní bilanční skupinu a členství dalších druhů bilančních skupin je volitelné [19].

1.7.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku ve Švýcarsku

Ve Švýcarsku dle [13] nezáleží na celkovém stavu systému, tedy na tom zda je systémová odchylka kladná nebo záporná, ale na pozici subjektu zúčtování. Jedná se tedy o systém stanovení dvojí ceny za odchylku („Zweipreissystem“). Subjekt, který je v krátké pozici za odchylku platí. A naopak ten, kdo je v dlouhé pozici, dostane za odchylku zapláceno. Zúčtovací cena je stanovena ve čtvrt hodinových intervalech společností Swissgrid.

Jednotlivé vztahy a hodnoty parametrů v níže uvedené metodice jsou čerpány z [13].

Pokud má SZ zápornou odchylku, zaujímá krátkou pozici, je zúčtovací cena určena vztahem:

$$ZC = (MAX [C_{SPOT}; C_{SR+}; C_{TR+}] + C_1) * \alpha_1 \quad (1.47)$$

Kde C_1 je základ pro cenu odchylky („basis preis“), ke které se připočítává maximum ze spotové ceny a ceny kladné regulační energie (sekundární, terciální). Cena regulace se započítává pouze tehdy, je-li aktivována v relevantním směru. C_1 má hodnotu 1 ct⁵/kWh a koeficient α_1 je dán fixní hodnotou 1,1.

Jestliže je SZ v dlouhé pozici počítá se podle vzorce číslo 1.48 se základní cenou C_2 , která se odčítá od minima z ceny na spotovém trhu a cen regulační energie (záporná sekundární, terciální regulace). Cena je opět násobena koeficientem, tentokrát α_2 , jehož velikost je 0,9. C_2 je stanovena na 0,5 ct/kWh.

$$ZC = (MIN [C_{SPOT}; C_{SR-}; C_{TR-}] - C_2) * \alpha_2 \quad (1.48)$$

Pokud vyjde některá ze zúčtovacích cen záporně, je pro výpočet použit druhý z koeficientů ($\alpha_1 \rightarrow \alpha_2$ a naopak).

SZ/SYSTÉM	KLADNÁ/ ZÁPORNÁ ODCHYLKA
ZÁPORNÁ ODCHYLKA	$(MAX [C_{SPOT}; C_{SR+}; C_{TR+}] + C_1) * \alpha_1$
KLADNÁ ODCHYLKA	$(MIN [C_{SPOT}; C_{SR-}; C_{TR-}] - C_2) * \alpha_2$

Tabulka 1.10: Zúčtovací cena odchylky ve Švýcarsku, zdroj: autor dle [13]

V tabulce číslo 1.10 jsou přehledně uvedeny dva možné způsoby výpočtu zúčtovací ceny při měnící se pozici subjektu zúčtování.

⁵ct = centy

1.8 Belgie

Belgie má jednoho provozovatele přenosové soustavy, kterým je společnost ELIA. ELIA vyhodnocuje odchylku soustavy a na jejím základě používá potřebnou regulační energii. Vyhodnocuje též zúčtovací cenu za odchylku subjektu zúčtování pomocí metodiky popsané níže dle webových stránek provozovatele přenosové soustavy ELIA [25].

Podle informací uvedených na webu ELIA [26] dozorují belgický trh s elektřinou 4 regulátoři. Tři z nich mají pouze lokální působnost. Jedná se o VREG („Vlaamse Regulator van de Elektriciteits-en Gasmarkt“), CWaPE („Commision wallonne pour l’Energie“) a BRUGEL („De Brusselse regulator voor energie“). Čtvrtý regulátor, CREG („Commisie voor de Regulering van de Elektriciteit en het Gas“), působí na celém území Belgie.

1.8.1 Stanovení zúčtovací ceny za odchylku v Belgii

V případě, že není aktivována strategická rezerva (bližší informace níže), se cena odchylky odvíjí od cen aktivované regulační energie. Vyhodnocení probíhá každých 15 minut. Znaménková konvence je následující:

ZC	SyO	směr platby
kladná	kladná	ELIA → SZ
kladná	záporná	SZ → ELIA
záporná	kladná	SZ → ELIA
záporná	záporná	ELIA → SZ

Tabulka 1.11: Znaménková konvence v Belgii, zdroj: autor dle [25]

V Belgii je podle údajů uvedených na webových stránkách provozovatele přenosové soustavy [25] jedním z důležitých faktorů ovlivňujících ZC velikost systémové odchylky. Pokud systémová odchylka překročí hranici 140 MW je k zúčtovací ceně při určité pozici připočítán respektive odečten koeficient ($\alpha_3, \alpha_4, \beta_1$ a β_2). Jednotlivé ceny jsou zobrazeny s přihlédnutím ke zmíněným koeficientům v tabulce 1.12.

SZ/SYSTÉM	KLADNÁ ODCHYLKA	ZÁPORNÁ ODCHYLKA
KLADNÁ ODCHYLKA	$MC_{RE_-} - \alpha_3$	$MC_{RE_+} - \beta_1$
ZÁPORNÁ ODCHYLKA	$MC_{RE_-} + \beta_2$	$MC_{RE_+} + \alpha_4$

Tabulka 1.12: Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky v Belgii, zdroj: Autor dle [25]

Kde MC_{RE_-} je nejnižší cena aktivované záporné regulační energie, MC_{RE_+} je nejvyšší cena aktivované kladné regulační energie a $\alpha_3, \alpha_4, \beta_1$ a β_2 jsou koeficienty. β_1 a β_2 mají hodnotu 0 EUR/MWh

ve všech případech.

Za předpokladu, že se $SyO \leq 140MWh$ nabývají koeficienty α_3 a α_4 opět hodnotu 0 EUR/MWh. Pokud se ale $SyO > 140MWh$ mají koeficienty α_3 a α_4 proměnlivou velikost v závislosti na velikosti systémové odchyly v sedmi předchozích čtvrt hodinových intervalech (ve vzorci 1.49 zkratka INT = interval).

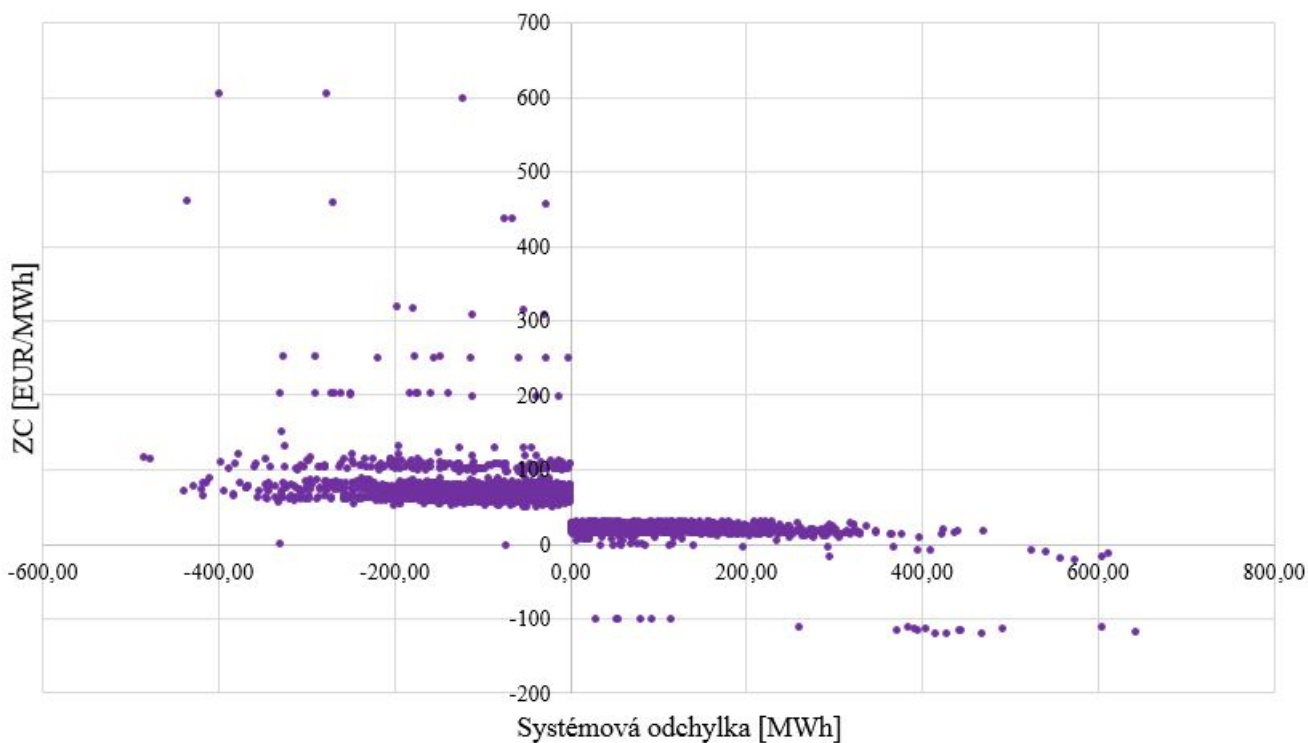
$$\alpha_3 = \frac{\bar{y}((SyO^{INT-7}), \dots, (SyO^{INT}))}{15000} \quad (1.49)$$

\bar{y} je průměr z hodnot v závorce.

$$\alpha_3 = \alpha_4 \quad (1.50)$$

V případě využití strategické rezervy se zúčtovací ceny odchyly počítají podle předem stanovených cen. Hodnoty parametrů α , MC_{RE-} a MC_{RE+} na cenu pak nemají vliv [27].

Zúčtovací cena odchyly v Belgii v únoru 2015



Obrázek 1.6: Závislost zúčtovací ceny za odchyly a velikosti systémové odchyly v Belgii v únoru 2015, zdroj: autor podle [45]

1.9 Souhrnné tabulky

V této kapitole jsou shrnuty všechny výše zmíněné metodiky⁶ výpočtu zúčtovací ceny odchylky.

Země	ZÁPORNÁ ODCHYLKA SYSTÉMU	
	ZÁPORNÁ ODCHYLKA SZ	KLADNÁ ODCHYLKA SZ
CZ	$MAX [2350 + 5,5 * SyO; C_{RE+}]$	$\frac{RE_{SJED} * C_{RE}}{RE_{SJED}}$
SK	MC_{RE+}	$MC_{RE+} * k_{zpo}$
HU	$(1 + b) * MAX [C_{RE+}; C_{SPOT}]$	$(1 - b) * (-1) * C_{SPOT}$
DE	<ul style="list-style-type: none"> • $ZC_1 = \frac{\sum N_i - \sum V_i}{saldo_i}$ • $ZC_2 = -MIN [ZC_1 ; MC_{REMAX}]$ • $ZC = MIN [C_{VSPOT}; ZC_2]$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $ZC_1 = \frac{\sum N_i - \sum V_i}{saldo_i}$ • $ZC_2 = -MIN [ZC_1 ; MC_{REMAX}]$ • $ZC = MIN [C_{VSPOT}; ZC_2]$
FR	$C_{VRE+} * (1 + K)$	C_{SPOT}
UK	SBP	C_{SPOT}
CH	$(MAX [C_{SPOT}; C_{SR+}; C_{TR+}] + C_1) * \alpha_1$	$(MIN [C_{SPOT}; C_{SR-}; C_{TR-}] - C_2) * \alpha_2$
BE	$MC_{RE+} + \alpha_4$	$MC_{RE+} - \beta_1$

Tabulka 1.13: Srovnání jednotlivých metodik stanovení zúčtovací ceny v případě systému v krátké pozici, zdroj: autor

Tabulka číslo 1.13 ukazuje způsoby výpočtu zúčtovací ceny odchylky ve sledovaných zemích v případě nedostatku energie v systému a subjektu zúčtování, jak v dlouhé pozici (pravý sloupec tabulky), tak v krátké pozici (levý sloupec tabulky).

⁶CZ = Česká republika, SK = Slovensko, HU = Maďarsko, DE = Německo, FR = Francie, UK = Velká Británie, CH = Švýcarsko, BE = Belgie

Země	KLADNÁ ODCHYLKA SYSTÉMU	
	KLADNÁ ODCHYLKA SZ	ZÁPORNÁ ODCHYLKA SZ
CZ	$MIN [1 + 3,5 * SyO; C_{RE-}]$	$\frac{RE_{SJED} * C_{RE}}{RE_{SJED}}$
SK	MC_{RE-}	$MC_{RE-} * k_{zpo}$
HU	$(1 - b) * MAX [C_{RE-}; C_{SPOT}]$	$(1 + b) * C_{SPOT}$
DE	<ul style="list-style-type: none"> • $ZC_1 = \frac{\sum N_i - \sum V_i}{saldo_i}$ • $ZC_2 = MIN [ZC_1 ; MC_{RE_{MAX}}]$ • $ZC = MIN [C_{VSPOT}; ZC_2]$ 	<ul style="list-style-type: none"> • $ZC_1 = \frac{\sum N_i - \sum V_i}{saldo_i}$ • $ZC_2 = MIN [ZC_1 ; MC_{RE_{MAX}}]$ • $ZC = MIN [C_{VSPOT}; ZC_2]$
FR	$\frac{C_{VRE-}}{1 + K}$	C_{SPOT}
UK	SSP	C_{SPOT}
CH	$(MIN [C_{SPOT}; C_{SR-}; C_{TR-}] - C_2) * \alpha_2$	$(MAX [C_{SPOT}; C_{SR+}; C_{TR+}] + C_1) * \alpha_1$
BE	$MC_{RE-} - \alpha_3$	$MC_{RE-} - \beta_2$

Tabulka 1.14: Srovnání jednotlivých metodik stanovení zúčtovací ceny v případě systému v dlouhé pozici, zdroj: autor

V tabulce 1.14 jsou uvedeny zúčtovací ceny subjektů zúčtování s kladnou i zápornou odchylkou ale při přebytku energie v síti.

ZÚČTOVACÍ PERIODA	
Česká republika	60 min
Slovensko	15 min
Maďarsko	15 min
Německo	15 min
Francie	30 min
Švýcarsko	15 min
Velká Británie	30 min
Belgie	15 min

Tabulka 1.15: Zúčtovací perioda ve sledovaných zemích, zdroj: autor

Tabulka 1.15 ukazuje dobu trvání zúčtovací periody ve sledovaných státech. Je vidět, že nejdelší interval, pro který se vyhodnocují odchylky, je v České Republice a trvá jednu hodinu. Dále se zde objevuje zúčtovací perioda trvající půl hodiny ve Francii a Velké Británii. Nejkratší interval mají na Slovensku, ve Švýcarsku, Německu, Belgii a Maďarsku trvající čtvrt hodinu.

Kapitola 2

Praktická část

Z metodické části je patrné, že zúčtovací cena odchylky je ovlivněna hned několika faktory. Za účelem zpracování této práce se dle pokynů věnuji pouze dvěma z nich, konkrétně velikosti systémové odchylky a spotové ceně. Praktickou část jsem rozdělila do dvou celků. V prvním se zabývám stanovením zúčtovací ceny v souvislosti se systémovou odchylkou. Ve druhém porovnávám jednotlivých zúčtovacích cen při zvyšující se spotové ceně. Všechny výpočty a použitá data jsem zpracovala MS Excel a umístila na příložené CD. Bohužel z důvodu nedostatku veřejně přístupných dat jsem z výpočtů musela vyloučit Velkou Británii a Německo.

2.1 Zúčtovací cena a systémová odchylka

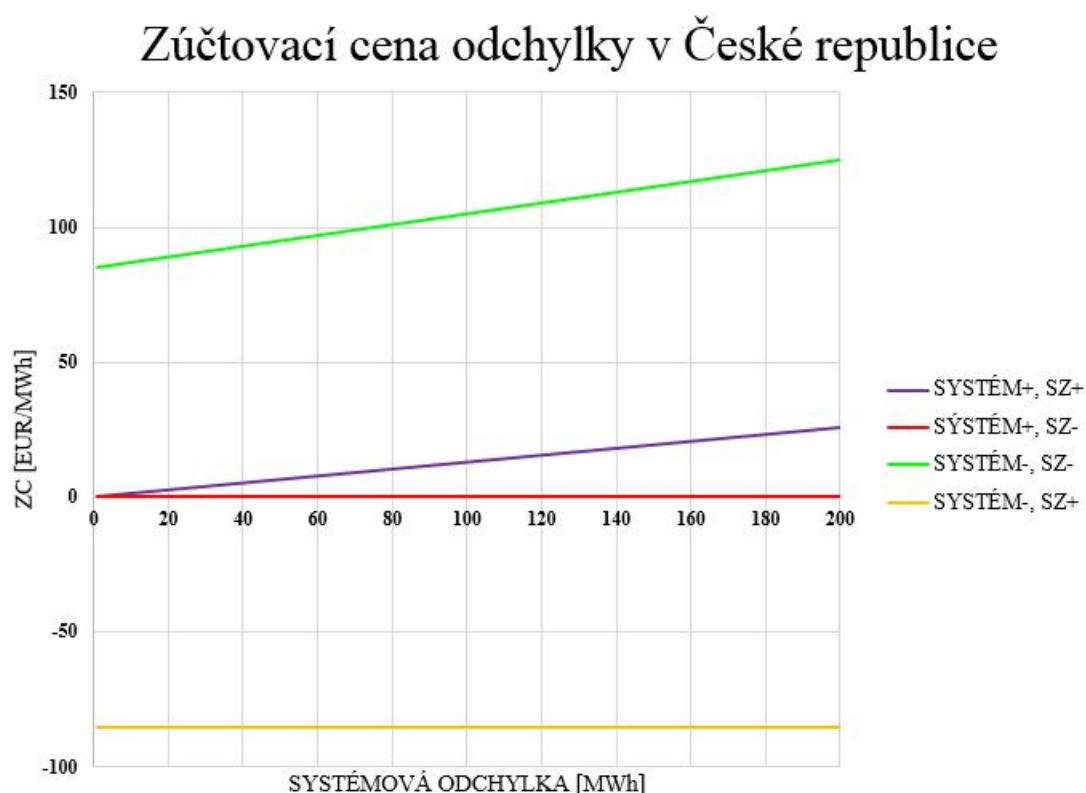
V této části mne zajímalo, jak se bude měnit zúčtovací cena odchylky a protiodchylky, když se bude zvyšovat velikost systémové odchylky. Za předpokladu, že další faktory (spotová cena, cena regulační energie a další parametry) vstupující do výpočtu budou nabývat konstantní hodnoty, budou tedy neměnné. Data potřebná pro výpočet zúčtovací ceny odchylky a protiodchylky jsem získala ze středy 18.2.2015.

Pro uvedené grafy jsem zavedla znaménkovou konvenci následujícím způsobem. Jestliže subjekt zúčtování platí operátorovi trhu, jedná se o cenu odchylky a zúčtovací cena má kladné znaménko. Pokud operátor trhu platí subjektu zúčtování, jedná se o cenu protiodchylky a zúčtovací cena má znaménko minus.

Jako první je na obrázku 2.1 zobrazen graf ukazující situaci v České republice. V legendě jsou popsány jednotlivé stavy systému a pozice subjektu zúčtování s příslušným barevným označením. Výpočet zúčtovací ceny odchylky pro systém v dlouhé pozici jsem provedla podle vztahu 1.16 a v krátké pozici podle vzorce 1.14 na základě platného cenového rozhodnutí ERÚ. Při výpočtu jsem uvažovala pouze použití sekundární regulace a to, že bude použita pouze ta regulační energie, která byla předem smluvená. Zúčtovací ceny jsem přepočítala dle platného kurzu¹ na eura.

Cena záporné regulace je dána 1 Kč/MWh (0,036 EUR/MWh) a kladné regulace 2350 Kč/MWh (85,21 EUR/MWh) dle cenového rozhodnutí ERÚ. Z grafu je patrné, že zúčtovací cena odchylky pro oba stavy systému roste se zvyšující se odchylkou systému. Zúčtovací cena protiodchylky má ve sledovaném modelu konstantní průběh. Dle mých výpočtů zaplatí subjekt zúčtování nejvyšší cenu v případě, kdy je systém v krátké pozici a zároveň bude i cena protiodchylky nejvyšší při tomto stavu systému.

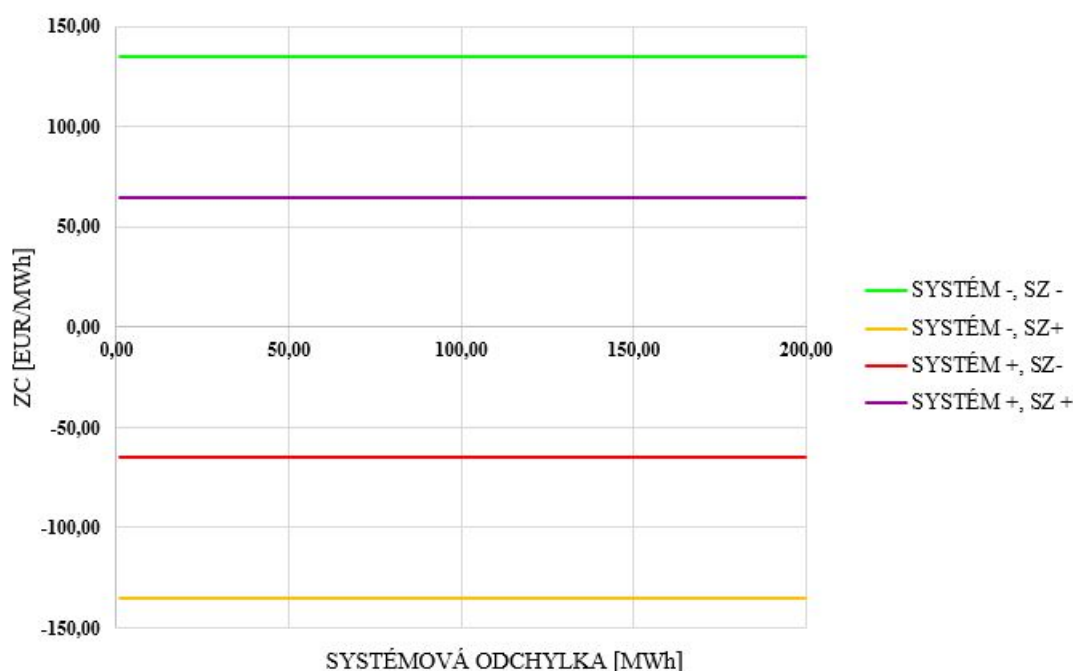
¹27,58 CZK/EUR



Obrázek 2.1: Závislost zúčtovací ceny odchytky a velikosti systémové odchytky v České republice, zdroj: autor

Druhou analyzovanou zemí je Slovensko. Na Slovensku se cena odchytky i protiodchytky odvíjí od nejvyšší či nejnižší nabídkové ceny kladné či záporné regulační energie. Cena protiodchytky je dána vynásobením ceny odchytky při příslušném stavu systému koeficientem k_{zpo} , který má v současnosti hodnotu jedna a proto je cena odchytky totožná s cenou protiodchytky. Jako nejvyšší cenu kladné regulační energie jsem použila průměrnou nejvyšší nabídkovou cenu kladné regulační energie z 18.2.2015, která má hodnotu 135,26 EUR/MWh. Stejným způsobem jsem určila i nejnižší cenu nabízené záporné regulační energie. Ta v mém výpočtu dosáhla hodnoty -64,69 EUR/MWh. Ale dle mnou zvolené znaménkové konvence má zúčtovací cena odchytky kladné znaménko, proto byla tato cena použita v absolutní hodnotě. Z grafu 2.2 je patrné, že zúčtovací cena odchytky a protiodchytky se od sebe liší pouze znaménkem. Zvyšující se systémová odchytky nemá v tomto případě za předpokladu nezvyšujících se ceny regulační energie žádný vliv a zúčtovací ceny odchytky a protiodchytky jsou konstantní.

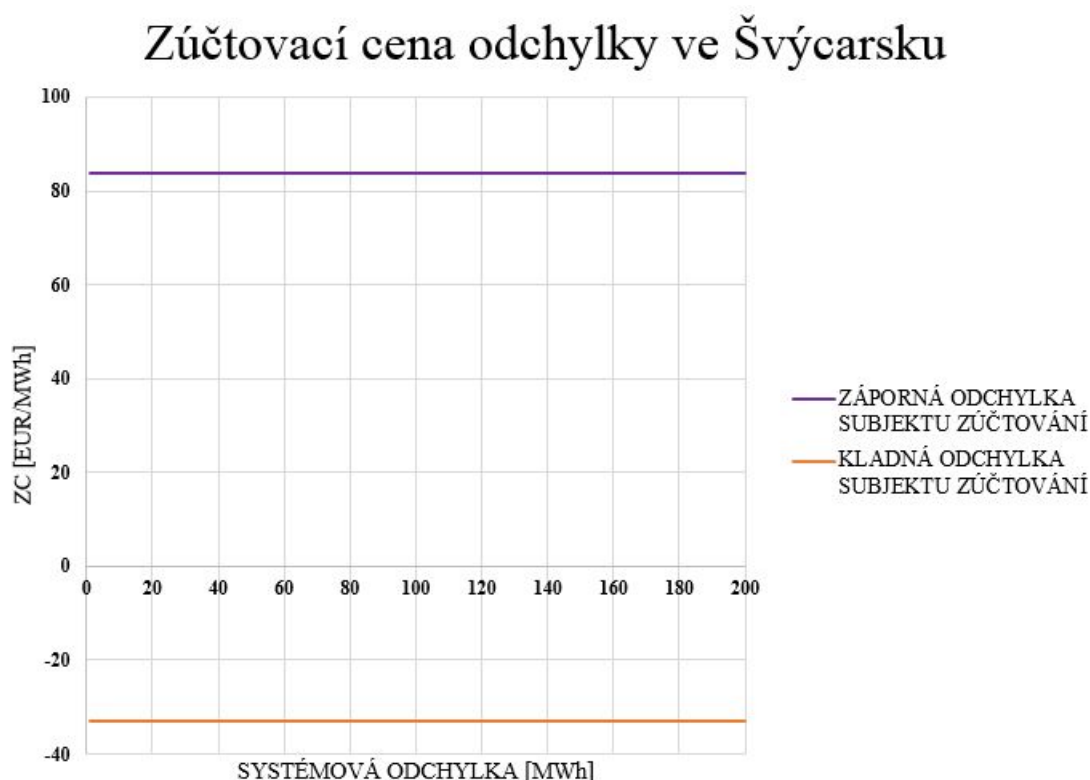
Zúčtovací cena odchylky na Slovensku



Obrázek 2.2: Závislost zúčtovací ceny za odchylku a velikosti systémové odchylky na Slovensku, zdroj: autor

Třetí zkoumanou zemí je Švýcarsko. Na obrázku 2.3 je zobrazen graf závislosti zúčtovací ceny a velikosti systémové odchylky ve Švýcarsku. Výpočet jsem provedla na základě vztahu 1.47 pro subjekt zúčtování v krátké pozici a vztahu 1.48 pro subjekt zúčtování v dlouhé pozici. Při kalkulaci zúčtovací ceny odchylky a protiodchylky se spotová cena porovnává s cenou sekundární a terciální regulace v daném časovém intervalu. Pro výpočet ceny jsem brala v úvahu pouze použití sekundární regulace, jejíž cenu jsem určila jako vážený průměr ceny sekundární regulace z 18.2.2015. Jako vstupující spotovou cenu jsem použila spotovou cenu z 18.2.2015, jejíž hodnota byla 52,86 EUR/MWh („Swissix Day Base“). Dle metodiky je kalkulovaná cena dále dle pozice subjektu zúčtování zmenšena či zvětšena o základní cenu (pro dlouhou pozici subjektu zúčtování zmenšená o 5 EUR/MWh a naopak při krátké pozici subjektu zúčtování zvětšená o 10 EUR/MWh) a vynásobena příslušným koeficientem s hodnotou 0,9 či 1,1.

Záporná odchylka subjektu zúčtování je zobrazena fialově. Subjekt zúčtování tedy platí v tomto případě 83,7 EUR/MWh a naopak v dlouhé pozici dostane zapláceno 33,1 EUR/MWh (žlutá přímká). Vývoj zúčtovací ceny je opět konstantní. Velikost systémové odchylky v mém výpočtu tedy neovlivňuje výši zúčtovací ceny.



Obrázek 2.3: Závislost zúčtovací ceny na velikosti systémové odchyly ve Švýcarsku, zdroj: autor

Čtvrtou zemí, ve které jsem analyzovala vliv zvyšující se systémové odchyly na zúčtovací cenu odchyly a protiodchyly je Francie. Cena odchyly se zde odvíjí od vážené ceny kladné nebo záporné regulační energie v závislosti na situaci v systému. Jako cenu regulační energie jsem použila průměr vážených cen kladné a v druhém případě záporné regulační energie během 18.2.2015. Zúčtovací cenu odchyly ve Francii jsem obdržela po dosazení do vztahů 1.42 a 1.43. V těchto vzorcích je vážená cena regulační energie dělena nebo násobena výrazem „(1 + K)“, kde K je koeficient nabývající v současné době hodnoty 0,08.

Při záporné systémové odchylce mi vyšla zúčtovací cena odchyly 67,75 EUR/MWh a při kladné systémové odchylce 43,16 EUR/MWh. Zúčtovací cena protiodchyly je dána spotovou cenou. Jako spotovou cenu jsem použila spotovou cenu z 18.2.2015 v hodnotě 51,13 EUR/MWh („FRANCE Day Base“ na EEX („European energy exchange“)). Celá situace je zobrazena na grafu 2.4 . Cena protiodchyly je tedy pro obě dvě možné situace totožná a zúčtovací cena odchyly je vyšší v případě krátké pozice. Ani v tomto případě není cena, za předpokladu neměnné vážené ceny regulační energie, ovlivněna zvyšující se velikostí systémové odchyly.

Zúčtovací cena odchyly ve Francii

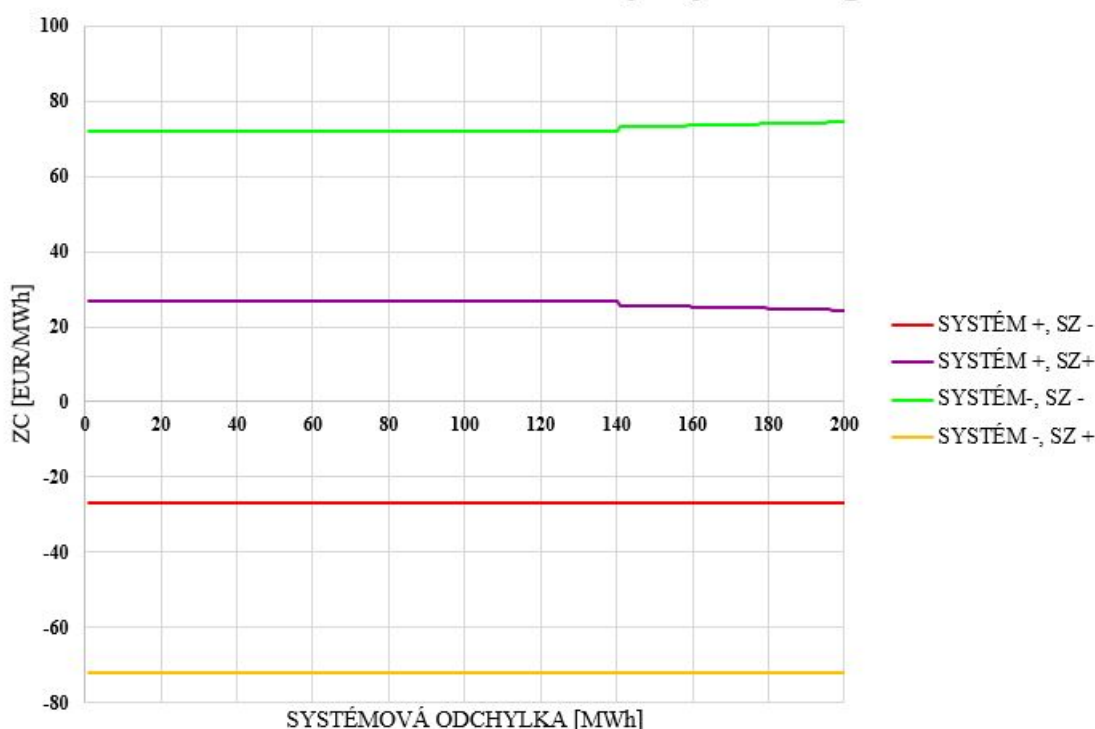


Obrázek 2.4: Závislost zúčtovací ceny odchyly a velikosti systémové odchyly ve Francii, zdroj: autor

Předposlední zkoumanou zemí je Belgie. Dle metodiky vychází zúčtovací cena odchyly a protiodchyly v Belgii z nejvyšší nebo nejnižší ceny kladné nebo záporné regulační energie. Nejvyšší a nejnižší cenu regulační energie jsem určila jako průměrnou hodnotu těchto cen z 18.2.2015. Takto stanovená cena kladné regulace mi vyšla 71,96 EUR/MWh a cena záporné regulace 26,96 EUR/MWh.

Specifikem metodiky v Belgii je to, že pokud je systémová odchyly vyšší než 140 MWh, je k zúčtovací ceně odchyly přičten nebo odečten koeficient α , který závisí na velikosti systémové odchyly v sedmi předchozích časových intervalech a jehož výpočet je dán vztahem 1.49. V případě dlouhé pozice systému je koeficient odečten a při krátké pozici přičten. Tato změna je vidět z grafu 2.5, kde zúčtovací cena odchyly při záporné systémové odchyly od 140 MWh roste a naopak při kladné systémové odchyly od 140 MWh klesá. Zúčtovací cena protiodchyly se se zvyšující velikostí systémové odchyly nemění.

Zúčtovací cena odchylky v Belgii



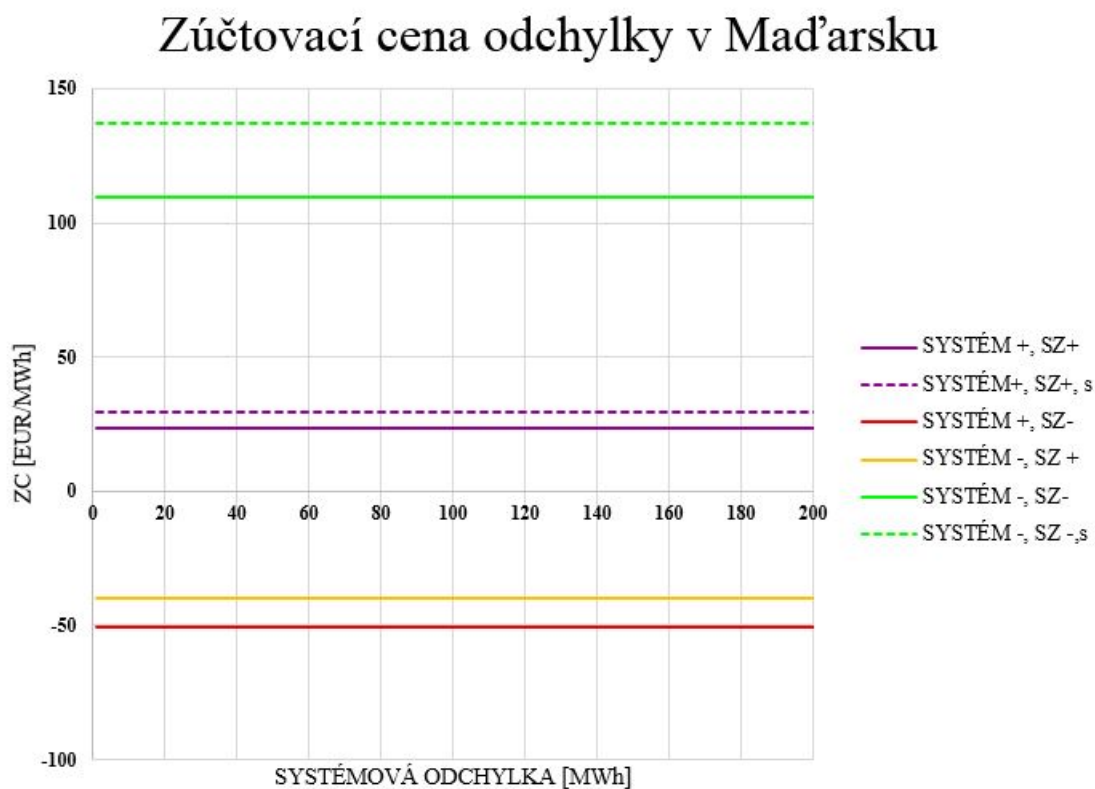
Obrázek 2.5: Závislost zúčtovací ceny odchylky a velikosti systémové odchylky v Belgii, zdroj: autor

Poslední analyzovanou zemí je Maďarsko. V Maďarsku do výpočtu zúčtovací ceny odchylky a protiodchylky vstupuje spotová cena, vážená cena kladné nebo záporné regulační energie dále pak koeficienty b („belgická sazba“), n („tolerance chyb“) a s („sazba z rozsahu“). Koeficient b má v současné době hodnotu 12 %, tolerance chyb 3,5 % a poslední z koeficientů s je roven 25%.

Zúčtovací cena odchylky je dána vzorcem 1.26, když je systém v krátké pozici. Pro situaci, ve které je v systému přebytek energie, jsem zúčtovací cenu odchylky počítala dle vztahu 1.29. V obou dvou vztazích se vybírá maximální hodnota ze spotové ceny a ceny regulační energie v příslušném směru. Váženou cenu regulační energie jsem určila jako průměr vážených cen kladné či záporné regulační energie ze dne 18.2.2015. Jako spotovou cenu jsem použila spotovou cenu 45,26 EUR/MWh („HUPX day base price“) ze sledovaného dne. Maximální hodnota je poté dle pozice systému upravena pomocí koeficientu b . Zúčtovací cena protiodchylky se vypočítá pouze ze spotové ceny upravené o koeficient b . V případě záporné systémové odchylky je vypočítaná zúčtovací cena odchylky rovna 109,48 EUR/MWh a cena protiodchylky 39,83 EUR/MWh. Pokud je systémová odchylka kladná je cena odchylky 23,56 EUR/MWh a cena protiodchylky 50,69 EUR/MWh.

Jednotlivé zúčtovací ceny v Maďarsku jsou zobrazeny v grafu 2.6 nepřerušovanými čarami. V grafu se objevují i přerušované přímkami. V Maďarsku, jak je z grafu patrné, není zúčtovací cena odchylky ani protiodchylky ovlivněna zvyšující se velikostí systémové odchylky. Zúčtovací cenu odchylky ale ovlivňuje tolerance chyb, která je počítána pro každý subjekt zúčtování. Pokud subjekt zúčtování přesáhne 3,5 % toleranci chyb je penalizován sazbou z rozsahu. Toto následné zvýšení zúčtovací ceny odchylky představují přerušované přímkami. V případě kladné odchylky systému se cena zvýší na 29,46 EUR/MWh a v případě záporné systémové odchylky na 136,85 EUR/MWh. V

Maďarsku jsou ceny běžně uváděny v HUF/ kWh, ceny jsem proto přepočítala dle platného kurzu² dne 18.2.2015 a převedla na MWh.

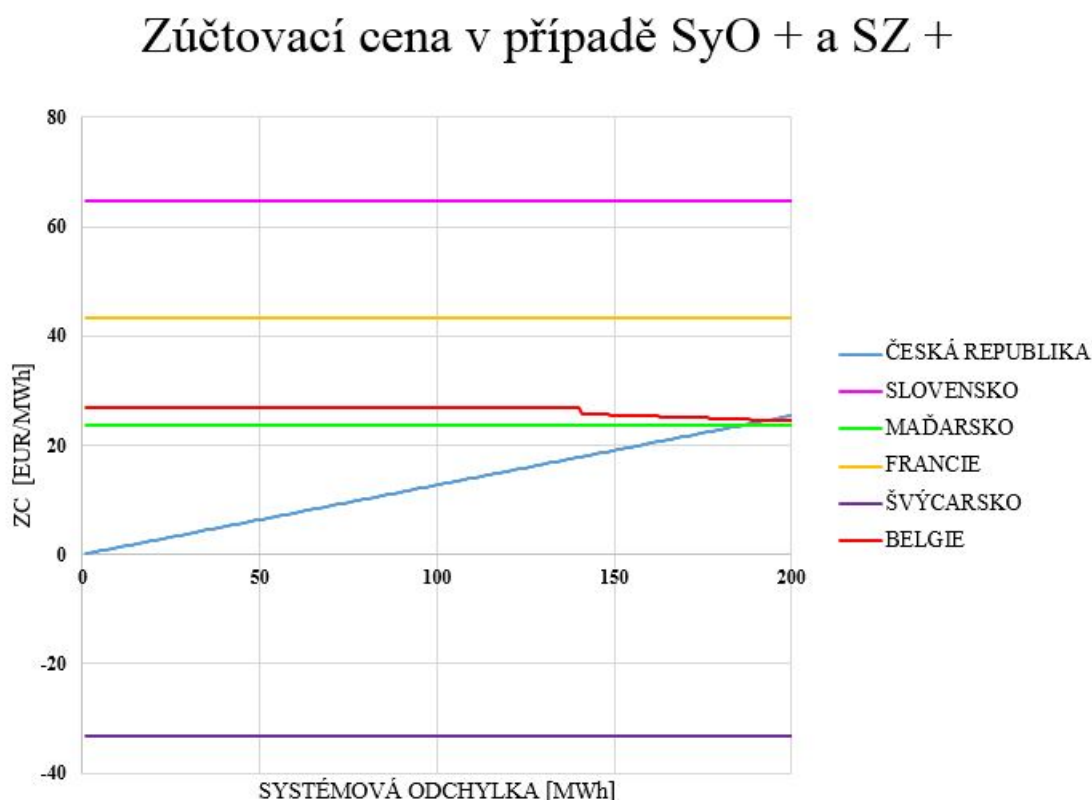


Obrázek 2.6: Závislost zúčtovací ceny odchyly a velikosti systémové odchyly v Maďarsku, zdroj: autor

²307,95 HUF/EUR

2.1.1 Souhrnné grafy

V této podkapitole uvádím souhrnné grafy, na kterých jsou ceny odchylek a protiodchylek v konkrétní pozici systému a subjektu zúčtování zobrazeny ve všech v praktické části analyzovaných zemích tak, aby bylo možné jednotlivé země porovnat mezi sebou. SyO v názvu grafů je zkratka pro systémovou odchylku a SZ pro subjekt zúčtování.

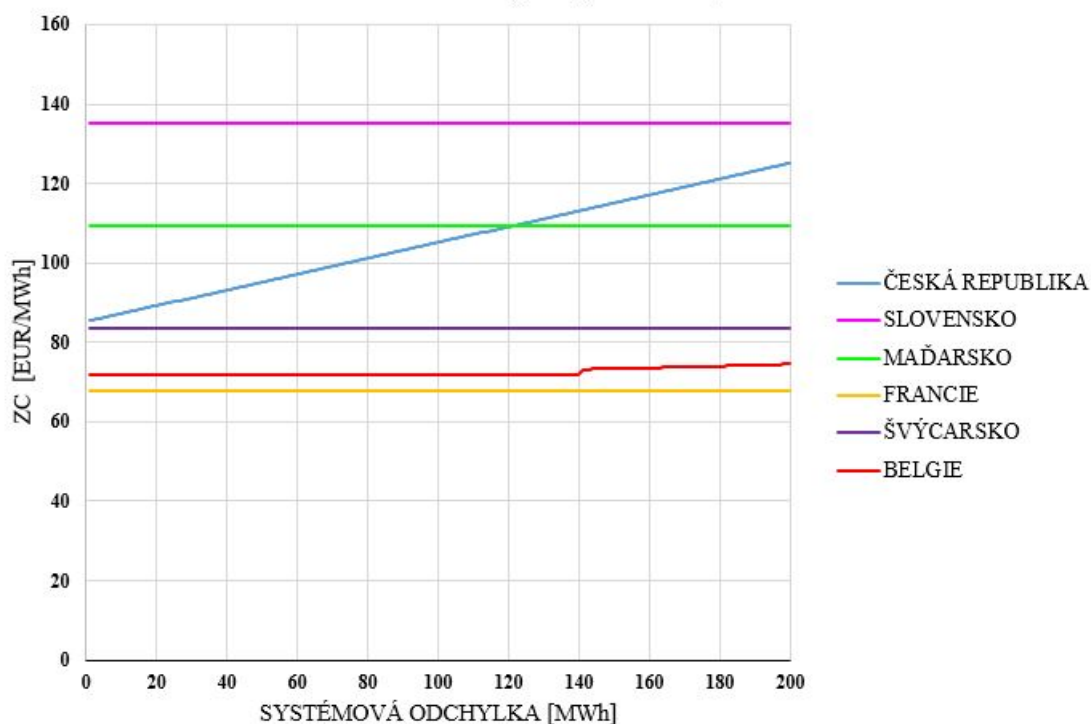


Obrázek 2.7: Vývoj zúčtovací ceny v závislosti na zvyšující se systémové odchylce, Systém +, SZ +, zdroj: autor

Nejdříve jsem porovnála jednotlivé zúčtovací ceny v případě kladné systémové odchylky a kladné odchylky subjektu zúčtování. Situace v jednotlivých zemích je ukázána na obrázku 2.7. V dané situaci se v České republice, Maďarsku, Francii, Belgii a na Slovensku jedná o cenu odchylky. Ve Švýcarsku, kde dle metodiky směr platby nezávisí na pozici systému, jde o cenu „protiodchylky“.

Velikost systémové odchylky ovlivňuje zúčtovací cenu pouze v Belgii a České republice. Dle vypracovaného modelu je nejvyšší zúčtovací cena odchylky na Slovensku dosahující hodnoty 64,69 EUR/MWh. Druhá nejvyšší zúčtovací cena je ve Francii následována Švýcarskem, Belgií a Maďarskem. Do necelých 180 MWh se nejméně platí za odchylku v České republice, poté má dle mého modelu nejnižší cenu Maďarsko. Pro Maďarsko uvádím zúčtovací cenu bez vlivu překročení plánu o toleranci chyb, tedy bez přírážky v podobě sazby z rozsahu.

Zúčtovací cena v případě SyO - a SZ -

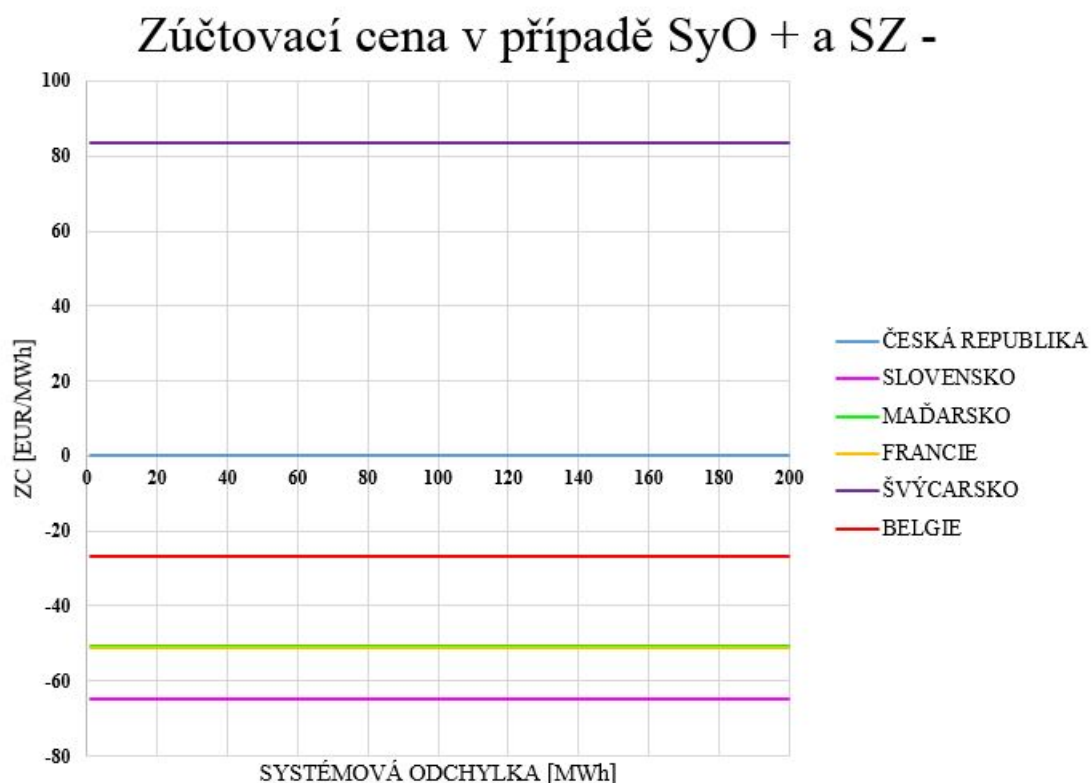


Obrázek 2.8: Vývoj zúčtovací ceny v závislosti na zvyšující se systémové odchylce, Systém -, SZ -, zdroj: autor

V druhém případě porovnávám jednotlivé zúčtovací ceny v situaci, kdy je systém v krátké pozici a subjekt zúčtování má zápornou odchylku. Za těchto okolností jsou zobrazeny zúčtovací ceny v grafu 2.8. Jak je z grafu patrné, jedná se pouze o zúčtovací cenu odchylek. Subjekt zúčtování tedy platí systému.

Nejvyšší zúčtovací cenu odchylky má dle mého výpočtu opět Slovensko (135,26 EUR/MWh). Na druhém místě je až do 120 MWh systémové odchylky Maďarsko. Pokud systémová odchylka přesáhne velikost 120 MWh, dostane se zúčtovací cen v České republice výše než Maďarsko. Nejnižší cena je ve Francii (68 EUR/MWh). V Belgii je cena jen o zhruba 4 EUR/MWh hodinu vyšší a od 140 MWh s rostoucí systémovou odchylkou začíná mírně stoupat.

Od velikosti systémové odchylky se zúčtovací cena odvíjí opět pouze v České republice a Belgii. V Maďarsku je cena v grafu 2.8 uvedena bez 25% přírážky.

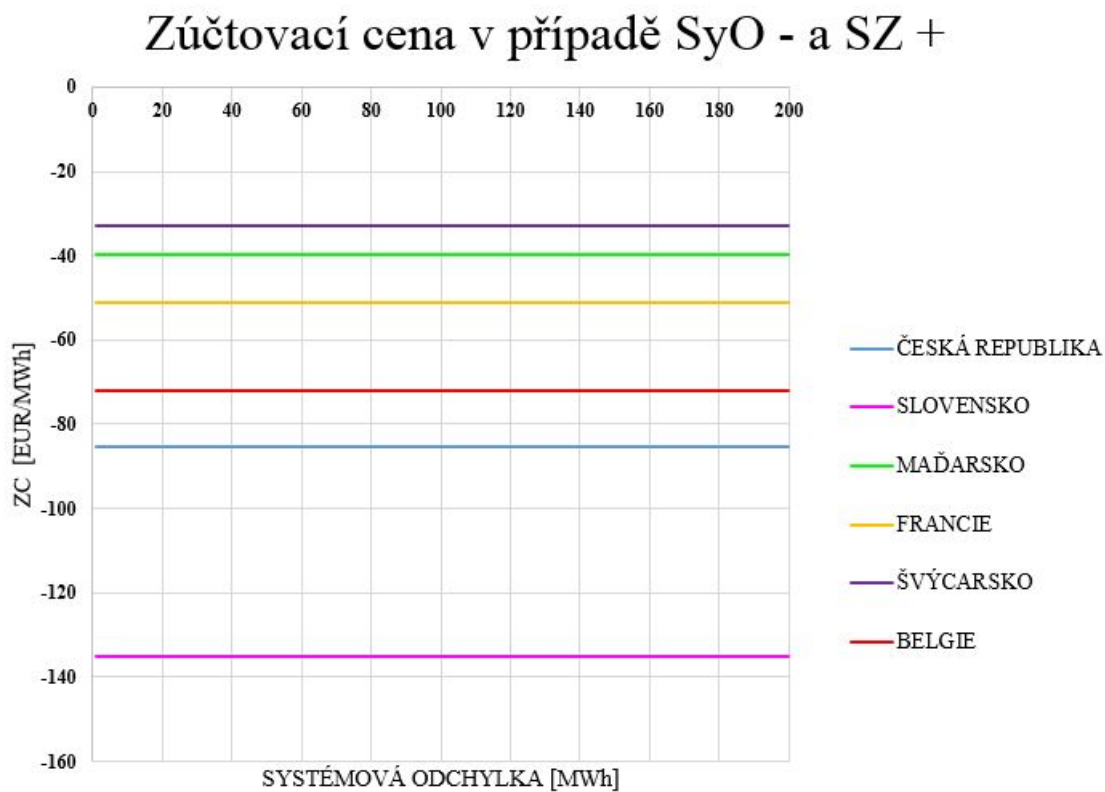


Obrázek 2.9: Vývoj zúčtovací ceny v závislosti na zvyšující se systémové odchylce, Systém +, SZ -, zdroj: autor

Předposlední graf 2.9 této části zachycuje zúčtovací ceny v jednotlivých zemích v situaci, ve které je systém v dlouhé pozici a subjekt zúčtování působí proti směru systémové odchylky. V České republice, Belgii, Maďarsku, Francii a na Slovensku se jedná o zúčtovací cenu protiodchylky. Výjimku tvoří Švýcarsko, kde subjekt zúčtování v krátké pozici za svou odchylku platí. Jedná se tedy o cenu „odchylky“. V dané situaci dostanou nejvíce zaplacenou subjekty zúčtování na Slovensku (64,69 EUR/MWh). Dále pak ve Francii a v Maďarsku je v mém modelu zúčtovací cena na téměř stejné úrovni okolo 50 EUR/MWh. Nejnižší zúčtovací cena je za daných okolností v České republice. Po přepočtu na eura je to pouhých 0,036 EUR/MWh.

Poslední situace, která zbývá, zachycuje systém v krátké pozici a subjekt zúčtování s kladnou odchylkou. Tento případ je zobrazen v grafu 2.10. Ve všech sledovaných zemích se jedná o zúčtovací cenu protiodchylky. Nejvyšší zúčtovací cena je opět na Slovensku a má hodnotu 135,26 EUR/MWh. Za těchto okolností je druhá nejvyšší zúčtovací cena v České republice, následována sestupně Belgií, Francií, Maďarskem. Nejnižší cena vychází dle mých výpočtů ve Švýcarsku a nabývá hodnoty 33,1 EUR/MWh.

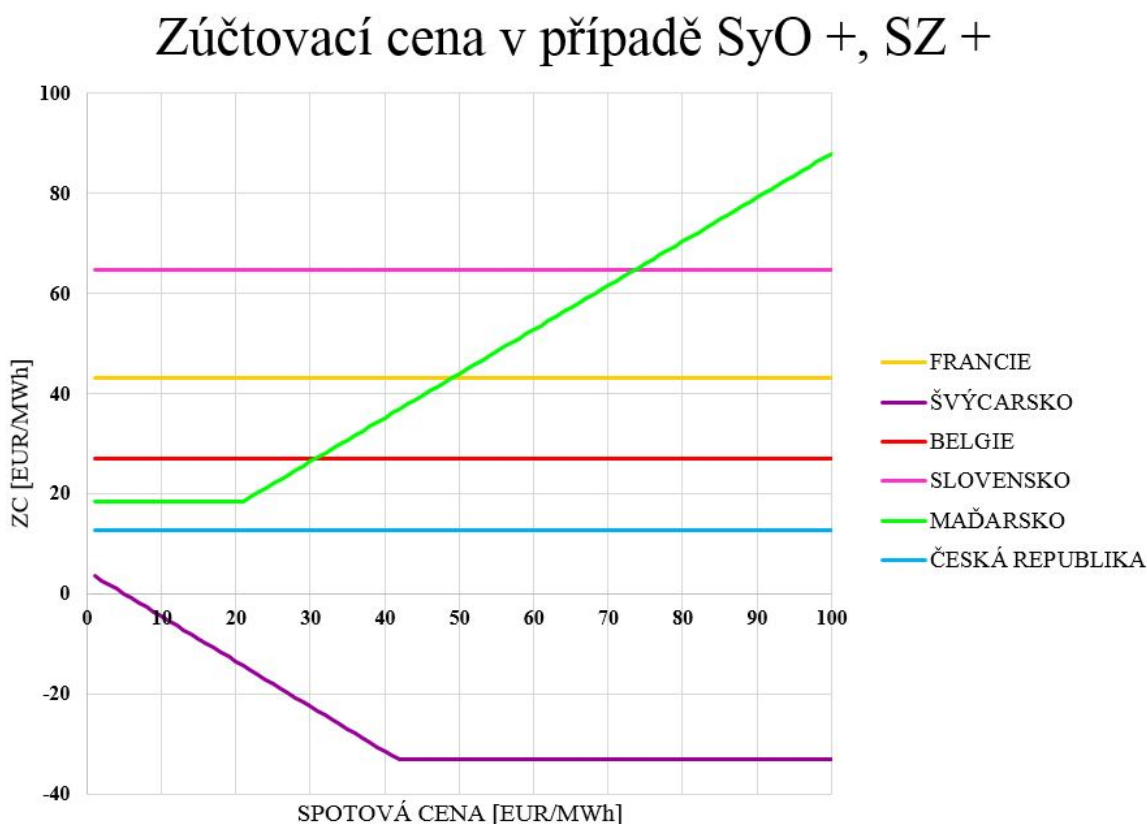
Z grafů 2.9 a 2.10 je vidět, že ani v jednom případě není zúčtovací cena protiodchylky ovlivněna zvyšující se velikostí systémové odchylky.



Obrázek 2.10: Vývoj zúčtovací ceny v závislosti na zvyšující se systémové odchylce, Systém -, SZ +, zdroj: autor

2.2 Zúčtovací cena a spotová cena

Druhým zkoumaným parametrem vstupujícím do výpočtu zúčtovacích cen odchylek a proti-odchylek je spotová cena. Pro vyhotovení modelu vývoje zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně jsem opět přijala několik předpokladů. Jedná se o konstantní velikost systémové odchylky, kterou jsem stanovila na 100 MWh a konstantní cenu regulační energie, jejíž výši jsem stanovila stejným způsobem jako v podkapitole 2.1 *Zúčtovací cena a systémová odchylka*. Stejně tak jsem dodržela znaménkovou konvenci, kterou jsem uvedla na začátku předchozí podkapitoly (2.1). Všechny uvedené ceny jsou v EUR/MWh.



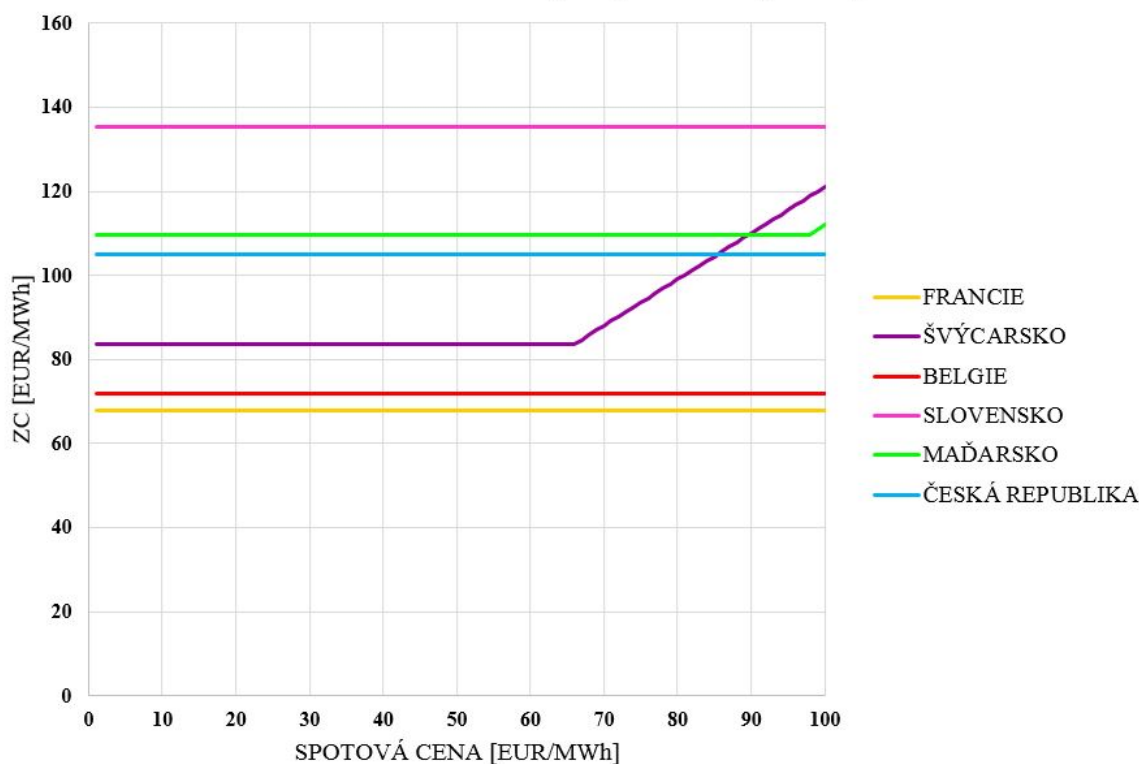
Obrázek 2.11: Vývoj zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně, Systém +, SZ +, zdroj: autor

Nejprve budu porovnávat vypočtené zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně v situaci, ve které je systém v dlouhé pozici a subjekt zúčtování vyrobil více nebo spotřeboval méně, než plánoval, a kterou ukazuje graf 2.11. V České republice, Francii, Belgii, Maďarsku a na Slovensku se jedná o zúčtovací cenu odchylky. Pouze v případě Švýcarska je zobrazenou cenou zúčtovací cena „protiodchylky“, tudíž subjekt zúčtování dostane zaplacen.

Z grafu 2.11 je vidět, že zúčtovací cena odchylky v České republice, Francii, Belgii a na Slovensku není ovlivněna zvyšující se spotovou cenou. Zúčtovací cena na Slovensku a ve Francii dosahuje stejné hodnoty jako v předchozí analýze. Pro Českou republiku jsem zúčtovací cenu odchylky spočítala pro předem stanovených 100 MWh systémové odchylky. Výsledkem je konstantních 12,72 EUR/MWh. V Belgii jsem stanovila cenu stejně jako v předchozím případě, ale bez vlivu koeficientu α . Spotová cena má dle mého výpočtu vliv na cenu ve Švýcarsku a v Maďarsku. V Maďarsku do výpočtu

nejdříve vstupuje cena regulační energie až do okamžiku, kdy je vyšší cena spotové elektřiny. Poté začne cena růst. Opačná situace je ve Švýcarsku, kdy do stanovení ceny nejprve vstupuje spotová cena až poté cena regulační energie. Nejnižší cena odchylky je tedy v porovnání s ostatními v České republice. Naopak nejvyšší je opět jako v předchozí analýze cena na Slovensku, ale pouze do spotové ceny 73 EUR/MWh. Poté je podle modelu nejvyšší zúčtovací cena odchylky v Maďarsku.

Zúčtovací cena v případě SyO -, SZ -

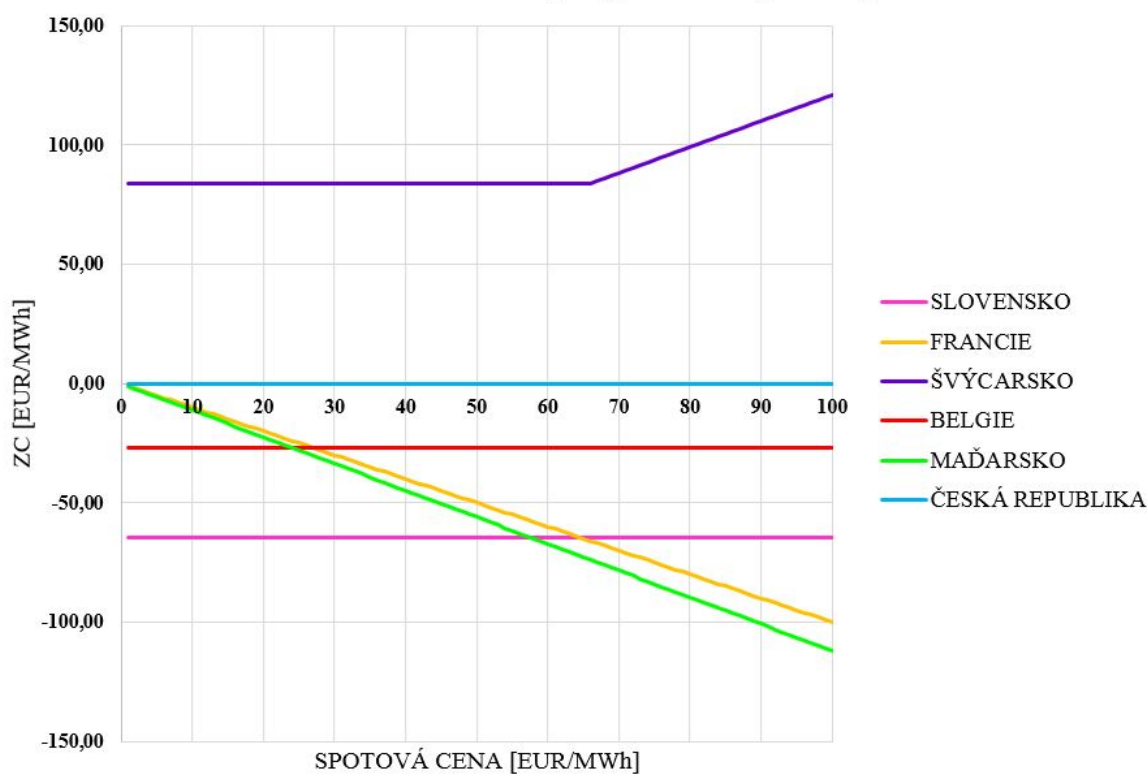


Obrázek 2.12: Vývoj zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně, Systém -, SZ -, zdroj: autor

V druhém případě je zúčtovací cena zobrazena v grafu 2.12. Jedná se o situaci, ve které je systém v krátké pozici a subjekt zúčtování má zápornou odchylku. Při těchto okolnostech je ve všech analyzovaných zemích uvedena zúčtovací cena odchylky.

Nejvyšší zúčtovací cena je v tomto případě opět na Slovensku, dosahuje totožné hodnoty jako v předchozí analýze (135,26 EUR/MWh) a její průběh je konstantní stejně jako u zúčtovací ceny v České republice, Francii a Belgii. Rostoucí se spotovou cenou je ovlivněno Švýcarsko a Maďarsko. Tentokrát se ceny v obou zemích odvíjejí nejprve od ceny regulační energie. V případě Maďarska je změna se zvyšující se spotovou cenou vidět až při spotové ceně blížící se 100 EUR/MWh.

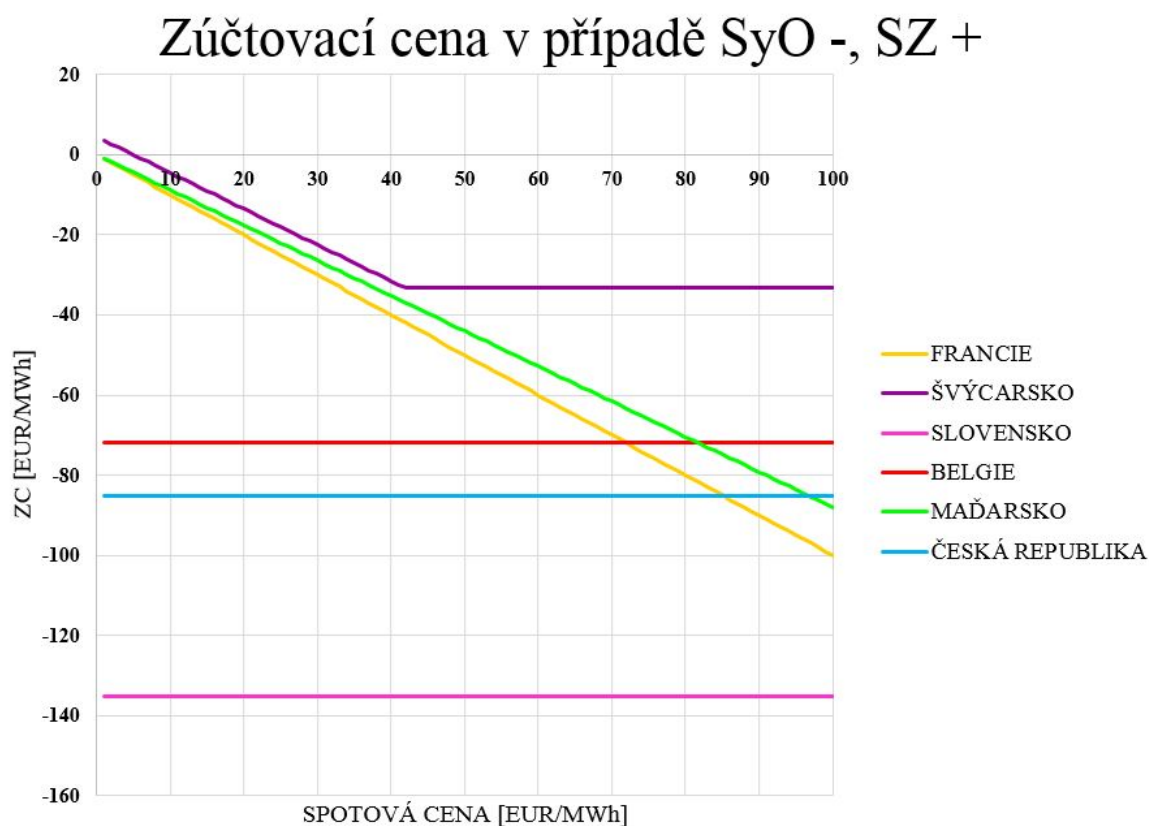
Zúčtovací cena v případě SyO +, SZ -



Obrázek 2.13: Vývoj zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně, Systém +, SZ -, zdroj: autor

V předposledním grafu 2.13 je uveden vypočítaný vývoj zúčtovací ceny v závislosti na zvyšující se spotové ceně při dlouhé pozici systému a krátké pozici subjektu zúčtování. Zúčtovací cena v České republice, Francii, Belgii, Maďarsku a na Slovensku je zúčtovací cenou protiodchylky. Ve Švýcarsku platí subjekt zúčtování vždy za krátkou pozici, proto se jedná o zúčtovací cenu odchylky. Zúčtovací cena protiodchylky v České republice, Belgii a na Slovensku se nemění. V případě Francie je zúčtovací cena protiodchylky přímo určena spotovou cenou. Obdobně je tomu dle mých výpočtů v Maďarsku s tím rozdílem, že do ceny vstupuje navíc parametr b („belgická sazba“).

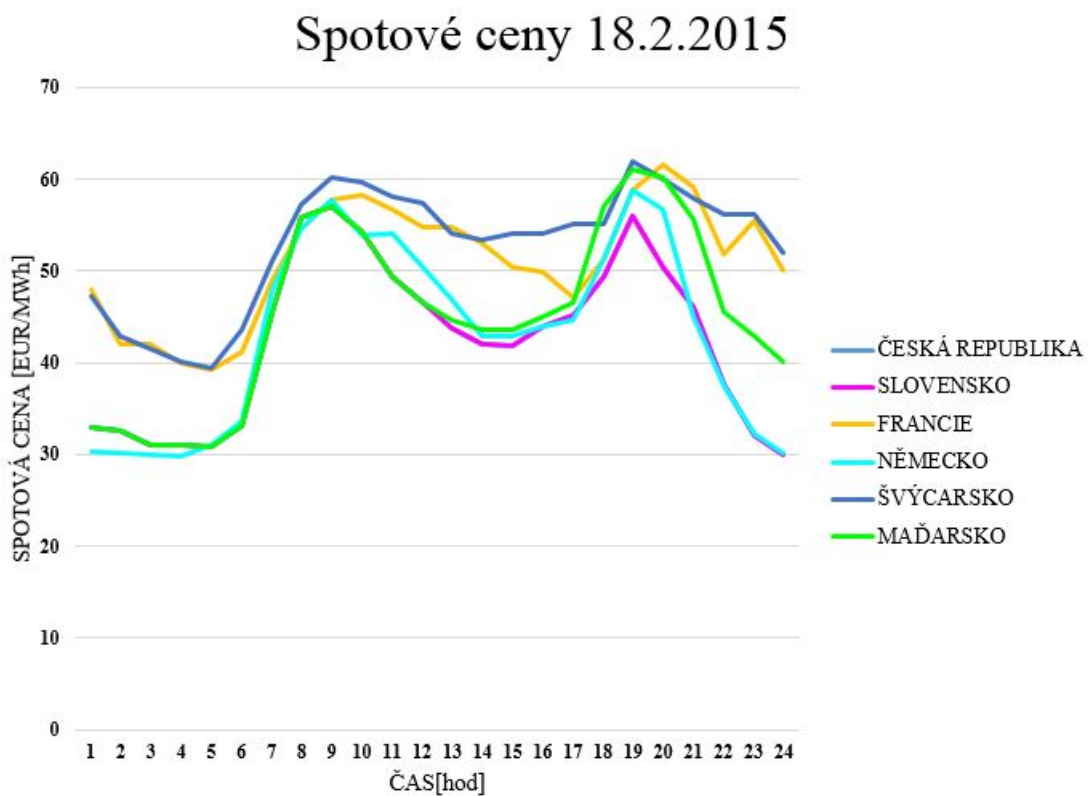
Na posledním grafu této podkapitoly 2.14 jsem zobrazila zúčtovací cenu při rostoucí spotové ceně v situaci, ve které je systém v krátké pozici a subjekt zúčtování má kladnou odchylku. Všechny uvedené zúčtovací ceny jsou cenou protiodchylky. Stejně jako v případě dlouhé pozice systému a záporné odchylky subjektu zúčtování je cena konstantní pro Českou republiku, Belgii a Slovensko. Na Slovensku je zúčtovací cena podle grafu 2.14 v absolutní velikosti nejvyšší. Zvyšující spotová cena ovlivňuje cenu ve Francii, ve které tvoří zúčtovací cenu odchylky, Maďarsku (spotová cena ovlivněná koeficientem b) a ve Švýcarsku, kde je situace stejná jako v případě krátké pozice systému a záporné odchylky subjektu zúčtování.



Obrázek 2.14: Vývoj zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně, Systém -, SZ +, zdroj: autor

Na obrázku 2.15 je zobrazen graf, do kterého jsem zanesla vývoj spotové ceny v jednotlivých zemích během 18.2.2015 v hodinovém rozlišení.

Spotová cena elektřiny je uvedena na webových stránkách energetických burz případně na webu operátorů trhu. Elektřina pro Českou republiku, Slovensko, Maďarsko a Rumunsko je obchodována na PXE (Power Exchange Central Europe, a.s.). Dále EPEX Spot, která je součástí společností EEX (European energy exchange), kde se obchoduje elektřina pro Německo, Francii, Švýcarsko a Rakousko. Další burzou, jejíž obchodování souvisí s touto prací, je APX (Power Spot Exchange), na které se obchoduje elektřina pro Velkou Británii, Belgie a Nizozemí. Na této burze bohužel nejsou veřejně přístupná historická data o spotové ceně, proto v grafu 2.15 chybí.



Obrázek 2.15: Vývoj spotové ceny ve sledovaných zemích 18.2.2015, zdroj: autor

Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo popsat systémy vyhodnocení a zúčtování odchylek na evropském trhu ve vybraných státech. V rámci vypracování práce jsem zvolila následujících osm zemí: Česká republika, Slovensko, Francie, Švýcarsko, Německo, Belgie, Maďarsko a Velká Británie.

Na základě důkladné rešerše jednotlivých systémů zúčtování a vyhodnocení odchylek jsem zjistila, že zúčtovací cenu odchylky a protiodchylky ovlivňuje hned několik faktorů. Jedná se především o velikost odchylky celého systému, velikost odchylky subjektu zúčtování, spotovou cenu a cenu regulační energie.

Pro každou zemi jsem vyhledala přesnou metodiku stanovení zúčtovací ceny odchylky a protiodchylky subjektu zúčtování. V České republice, Velké Británii, Francii, Švýcarsku, Belgii, Maďarsku a na Slovensku je aplikován systém určení dvojí ceny za odchylku. V Německu je uplatňován systém stanovení jedné ceny, neexistuje tedy speciální vzorec na určení zúčtovací ceny protiodchylky.

V ČR je zúčtovací cena určena dle polarity odchylky buď jako minimální cena určená ERÚ nebo jako sjednaná cena regulační energie a protiodchylka jako nejvyšší respektive nejnižší cena nabízené kladné respektive záporné regulační energie. Na Slovensku je velikost zúčtovací ceny odchylky ovlivněna cenou regulační energie a stejně tak i cena protiodchylky, pro jejíž výpočet je dále použit koeficient pro záporné platby. Ve Francii se cena odchylky odvíjí od velikosti vážené ceny regulační energie v daném časovém intervalu a velikost protiodchylky je přímo dána spotovou cenou. Ve Švýcarsku se zúčtovací cena vypočítá ze základní ceny, pevně stanoveného koeficientu a maximální respektive minimální (dle pozice) ceny ze spotové ceny a ceny sekundární a terciální regulace. Ve Velké Británii závisí cena od pozice subjektu zúčtování, situace v síti, ceny regulační energie a dlouhodobých smluv na použití operativních rezerv. V Německu se ve výpočtu ceny odchylky objevují limity ceny, EPEX spotová cena a přírázky respektive srážky při překročení daného množství použité regulační energie v rámci celého trhu. V Belgii zúčtovací cenu určují náklady na regulační energii. V případě, že systémová odchylka přesáhne hodnotu 140 MWh, jsou brány v úvahu ještě koeficienty, které výslednou cenu snižují nebo zvyšují. V Maďarsku se cena odvíjí hned od několika veličin. Jedná se o spotovou cenu, cenu regulační energie, koeficienty b („belgická sazba“), s („sazba z rozsahu“), n („tolerance chyb“) a velikosti odchylky subjektu zúčtování.

V průběhu psaní práce jsem zjistila, že se jednotlivé systémy zúčtování ve vybraných zemích liší, v některých případech výrazně. Toto tvrzení je patrné již z předchozího odstavce, který stručně charakterizuje jednotlivé systémy. Dalším rozdílem mezi jednotlivými systémy je taktéž zúčtovací perioda. V České republice se jedná o 60 minut, na Slovensku, v Německu, Belgii, Maďarsku a ve Švýcarsku o 15 minut, ve Francii a Velké Británii o 30 minut.

Praktickou část tvoří dva celky. V prvním jsem se věnovala tomu, jak se bude měnit zúčtovací cena odchylky a protiodchylky, když se bude zvyšovat systémová odchylka za předpokladu dalších faktorů neměnných. Jednotlivé zúčtovací ceny jsem spočítala dle příslušných metodik a výsledné

ceny vynesla do grafů. Porovnávala jsem, jak zúčtovací ceny odchylky a protiodchylky v rámci jedné země při různých pozicích systému, tak i zúčtovací ceny ve všech zvolených zemích pro různé pozice systému i subjektu zúčtování. Zjistila jsem, že velikost systémové odchylky ovlivňuje zúčtovací cenu za výše zmíněných předpokladů pouze v České republice a Belgii. V obou zemích, ale ovlivňuje pouze cenu odchylek. Ceny v ostatních zemích vyšly jako konstantní přímky. V Maďarsku jsem uvažovala i případ, že bude překročena individuální odchylka subjektu zúčtování o více jak +/- 3,5 % („tolerance chyb“) a tím pádem bude na zúčtovací cenu uplatněna přírážka 25 %. Při zvyšující se velikosti systémové odchylky mi vyšla nejvyšší cena odchylky a protiodchylky na Slovensku (na intervalu od 0 do 200 MWh, ve kterém rostla systémová odchylka). V druhé části jsem se zabývala tím, jak se bude měnit zúčtovací cena odchylky a protiodchylky v případě, že se bude zvyšovat spotová cena (v intervalu od 0 do 100 MWh). Zde jsem porovnávala zúčtovací ceny odchylek a protiodchylek v určité pozici systému ve všech zemích. Do grafů jsem vynesla vypočtenou zúčtovací cenu například pro systém v dlouhé pozici a kladnou odchylku subjektu zúčtování ve sledovaných státech. Zvyšující se spotová cena dle mého modelu ovlivňuje zejména zúčtovací cenu ve Švýcarsku a Maďarsku. V grafech pak vznikají křivky tvaru „hokejka“, protože se při výpočtu spotová cena porovnává s cenou regulace. V případě ceny protiodchylky je ovlivněna ještě zúčtovací cena ve Francii, která je přímo tvořena spotovou cenou. Jiný tvar křivky má i cena protiodchylky v Maďarsku, která je pouze lehce odkloněna od zúčtovací ceny ve Francii kvůli výše zmíněnému koeficientu b .

Z výše popsané metodiky stanovení zúčtovací ceny za odchylku a protiodchylku a výsledků praktické části vyplývá, že jednotlivé systémy zúčtování se mezi sebou liší. Každá země má tedy vyvinut trochu jiný systém jak motivovat účastníky trhu k dodržování předem nahlášených plánů spotřeby a výroby.

Seznam tabulek

1.1	Znaménková konvence při platbě za odchylku v České republice	6
1.2	Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky v České republice	7
1.3	Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky na Slovensku	10
1.4	Stanovení zúčtovací ceny ve speciálních případech	10
1.5	Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky v Maďarsku	13
1.6	Možné situace dle prvního kroku stanovení zúčtovací ceny v Německu	15
1.7	Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky v Německu	17
1.8	Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky ve Francii	18
1.9	Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky ve Velké Británii	20
1.10	Zúčtovací cena odchylky ve Švýcarsku	21
1.11	Znaménková konvence v Belgii	22
1.12	Zúčtovací cena odchylky a protiodchylky v Belgii	22
1.13	Srovnání ZC v případě systému v krátké pozici	24
1.14	Srovnání ZC v případě systému v dlouhé pozici	25
1.15	Zúčtovací perioda ve sledovaných zemích	26

Seznam obrázků

1.1	Schéma systému zúčtování odchylek a regulační energie v České republice	3
1.2	Závislost zúčtovací ceny za odchylku a velikosti systémové odchylky v ČR v únoru 2015	8
1.3	Závislost zúčtovací ceny za odchylku a velikosti systémové odchylky na Slovensku v únoru 2015	11
1.4	Rozdělení Německa na jednotlivé řídicí oblasti	14
1.5	Závislost zúčtovací ceny za odchylku a velikosti systémové odchylky v Německu v lednu 2015	17
1.6	Závislost zúčtovací ceny za odchylku a velikosti systémové odchylky v Belgii v únoru 2015	23
2.1	Závislost zúčtovací ceny odchylky a velikosti systémové odchylky v České republice .	28
2.2	Závislost zúčtovací ceny za odchylku a velikosti systémové odchylky na Slovensku . .	29
2.3	Závislost zúčtovací ceny na velikosti systémové odchylky ve Švýcarsku	30
2.4	Závislost zúčtovací ceny odchylky a velikosti systémové odchylky ve Francii	31
2.5	Závislost zúčtovací ceny odchylky a velikosti systémové odchylky v Belgii	32
2.6	Závislost zúčtovací ceny odchylky a velikosti systémové odchylky v Maďarsku	33
2.7	Vývoj zúčtovací ceny v závislosti na zvyšující se SyO, Systém +, SZ +	34
2.8	Vývoj zúčtovací ceny v závislosti na zvyšující se SyO, Systém -, SZ -	35
2.9	Vývoj zúčtovací ceny v závislosti na zvyšující se SyO, Systém +, SZ -	36
2.10	Vývoj zúčtovací ceny v závislosti na zvyšující se SyO, Systém -, SZ +	37
2.11	Vývoj zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně, Systém +, SZ +	38
2.12	Vývoj zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně, Systém -, SZ -	39
2.13	Vývoj zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně, Systém +, SZ -	40
2.14	Vývoj zúčtovací ceny při rostoucí spotové ceně, Systém -, SZ +	41
2.15	Vývoj spotové ceny ve sledovaných zemích 18.2.2015	42

Seznam zkratek

SZ	subjekt zúčtování
ZC	zúčtovací cena
C_{SPOT}	spotová cena
C_{SR+}	cena kladné sekundární regulace
C_{TR+}	cena kladné terciální regulace
C_{SR-}	cena záporné sekundární regulace
C_{TR-}	cena záporné terciální regulace
K	koeficient (Francie)
α_1, α_2	koeficienty Švýcarsko
$\alpha_3, \alpha_4, \beta_1, \beta_2$	koeficienty Belgie
MC_{RE-}	nejnižší cena aktivované záporné regulační energie
MC_{RE+}	nejvyšší cena aktivované kladné regulační energie
C_1, C_2	základ zúčtovací ceny Švýcarsko
CV_{RE+}	vážený průměr ceny kladné regulační energie
CV_{RE-}	vážený průměr ceny záporné regulační energie
C_{RE+}	cena kladné regulační energie
C_{RE-}	cena záporné regulační energie
b	belgická sazba
s	sazba z rozsahu
PPS	provozovatel přenosové soustavy
RE_+	kladná regulační energie
RE_-	záporná regulační energie
CV_{SPOT}	průměrná vážená spotová cena
SyO	systémová odchylka
pN_{RE}	podíl na nákladech na regulační energii
N_{RE}	náklady na regulační energii
CO	objem celkově odebrané elektřiny
COC_{SZi}	celková odebraná elektřina z OPM
CDC_{SZi}	celková dodaná elektřina do OPM
OPM	odběrná a předávací místa
OSZ_i	odchylka i-tého SZ
$OR_{E+/-}$	objem všech přijatých nabídek +/- regulační energie
Z	multiplikátor ztrát během přenosu
C_T	tržní cena
$OM_{RE+/-}$	objem +/- regulační energie obstarané mimo vyrovnávací mechanismus
$CO_{RE+/-}$	cena +/- regulační energie obstarané mimo vyrovnávací mechanismus
$CK_{RR+/-}$	cena dlouhodobě sjednaných operativních rezerv +/-

Literatura

- [1] CHAVES-ÁVILA, J.P. , HAKVOORT, R.A. , RAMOS, A. , The impact of European balancing rules on wind power economics and on short-term bidding strategies, Energy Policy, svazek 68, květen 2014, strany 383-393, ISSN 0301-4215, dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421514000159>
- [2] KOVAČOVSKÁ, Lenka; Liberalizace vnitřního trhu s elektřinou a zemním plynem jako prostředek zajišťování energetické bezpečnosti EU; Současná Evropa. Praha: Centrum evropských studií VŠE Praha, 2009-, 01/2011. Dostupné z: <http://ces.vse.cz/wp-content/kovacovska.pdf>
- [3] VAN DER VEEN, Reinier A.C. , ABBASY, Alireza, HAKVOORT, Rudi A., Agent-based analysis of the impact of the imbalance pricing mechanism on market behavior in electricity balancing markets, Energy Economics, svazek 34, vydání 4, červenec 2012, strany 874-881, ISSN 0140-9883, dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014098831200076X>
- [4] ASOCIACE ENERGETICKÝCH MANAŽERŮ, kolektiv autorů. Trh s elektřinou: Úvod do liberalizované energetiky. 2011.
- [5] MINGMING Zhang; LO, K.L., A comparison of imbalance settlement methods of electricity markets, Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2009 Proceedings of the 44th International , vol., no., pp.1,5, 1-4 září 2009, ISBN: 978-1-4244-6823-2, dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5429487&isnumber=5429361>
- [6] VAN DER VEEN, R.A.C.; HAKVOORT, R.A., "Balance responsibility and imbalance settlement in Northern Europe — An evaluation,"Energy Market, 2009. EEM 2009. 6th International Conference on the European , vol., no., pp.1,6, 27-29 květen 2009, DOI: 10.1109/EEM.2009.5207168 Dostupné z: <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5207168&isnumber=5207110>
- [7] CHAVES-ÁVILA, José Pablo, VAN DER VEEN, Reinier A.C. , HAKVOORT, Rudi A. , The interplay between imbalance pricing mechanisms and network congestions – Analysis of the German electricity market, Utilities Policy, svazek 28, březen 2014, strany 52-61, ISSN 0957-1787, dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178713000738>
- [8] Vyhláška o Pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona. In: 541/2005 Sb. 2005. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/475158/PTE_438.pdf/
- [9] č. 2/2014. Cenové rozhodnutí Energetického regulačního úřadu č. 2/2014 ze dne 25. listopadu 2014: kterým se stanovují regulované ceny související s dodávkou elektřiny. Jihlava: ENERGETICKÝ REGULAČNÍ ÚŘAD, 2014. Dostupné z:

http://www.eru.cz/documents/10540/613886/ERV_5_2014.pdf/07e2f39a-c098-4752-946b-9eb793ec4d36

- [10] Modell zur Berechnung des regelzonenübergreifenden einheitlichen Bilanzausgleichsenergiepreises (reBAP) unter Beachtung des Beschlusses BK6-12- 024 der Bundesnetzagentur vom 25.10.2012 In: 50 Hertz [online]. 2012 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://www.50hertz.com/Portals/3/Content/Dokumente/Energiebeschaffung/Regelenergie/Ausgleichsenergiepreise/Modellbeschreibung-reBAP-Berechnung-01102013.pdf>
- [11] Prevádzkový poriadok organizátora krátkodobého trhu s elektrinou OKTE,a.s.; Rozhodnutie č.0040/2013/E-PP. Bratislava: Úrad pre reguláciu sieťových odvetví, 2013. Dostupné z: <https://www.okte.sk/media/54334/pp-okte-16122013.pdf>
- [12] Imbalance settlement price. RTE: Le réseau de l'intelligence électrique [online]. 2012 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <http://clients.rte-france.com/lang/an/visiteurs/vie/mecanisme/jour/prix.jsp>
- [13] Einführung Bilanzgruppen-Modell (BGM). In: Swissgrid [online]. 2015 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: http://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/experts/bgm/bg_documents/de/balance-group-model_intro_de.pdf
- [14] Imbalance Pricing Guidance: A guide to electricity imbalance pricing in Great Britain. Elexon [online]. 2014 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <https://www.elexon.co.uk/wp-content/uploads/2014/11/imbalance-pricing-guidance-v8.0.pdf>
- [15] SECTION T: SETTLEMENT AND TRADING CHARGES. Elexon [online]. 2014 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: https://www.elexon.co.uk/wp-content/uploads/2014/03/Section_T_v23.0.pdf
- [16] Koeficienty pre zúčtovanie odchýlok. OKTE [online]. 2009-2015 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <https://www.okte.sk/sk/zuctovanie-odchylok/zverejnenie-udajov/koeficienty-pre-zuctovanie-odchylok#dateFrom=2014-01-01&dateTo=2014-12-13>
- [17] Odchyľky - elektrina. OTE: Spojujeme trhy a príležitosti [online]. 2010 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: http://www.ote-cr.cz/statistika/odchylyky-elektrina/page-report_05_09_12
- [18] Preise für Ausgleichsenergie. Tennet: Taking power further [online]. 2014 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <http://www.tennet.eu/de/kunden/bilanzkreise/preise-fuer-ausgleichsenergie.html>
- [19] Häufig gestellte Fragen zum Thema Bilanzgruppenmanagement. In: Swissgrid [online]. 2014 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: http://www.swissgrid.ch/dam/swissgrid/experts/bgm/bg_documents/de/faq_BG_de.pdf
- [20] Ausgleichsenergie. Swissgrid [online]. 2015 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: http://www.swissgrid.ch/content/swissgrid/de/home/experts/topics/bgm/balance_energy.html
- [21] Umgang mit Preiskorrekturen nach Veröffentlichung des reBAP. In: 50 Hertz [online]. 2013 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: http://www.50hertz.com/Portals/3/Content/Dokumente/M%C3%A4rkte/Regelenergie/Bilanzkreisabrechnung/Umgang_Preiskorrekturen_Veroeffentlichung_reBAP-01102013.pdf

- [22] Aufteilung Deutschlands unter den Netzbetreibern. In: BR [online]. 2014 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://www.br.de/nachrichten/karte-energie-netzbetreiber-stromnetz-deutschland-104.html>
- [23] Review of the Imbalance Settlement Method. In: MAVIR [online]. 2010 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: http://www.mavir.hu/c/document_library/get_file?uuid=cf1c9d37-6b8a-4417-9f70-f833a19d5821&groupId=10258
- [24] Changes in Imbalance Settlement Method. In: MAVIR: Professional [online]. 2014 [cit. 2015-04-23]. Dostupné z: <http://mavir.hu/web/mavir-en/professional>
- [25] Tariff for maintaining and restoring the individual balance of access responsible parties. In: Elia [online]. 2013 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: http://www.elia.be/en/products-and-services/balance/ /media/files/Elia/Products-and-services/Balancing/Imbalance_2012-2015_EN_v2.pdf
- [26] REGULATORS. ELIA [online]. 2015 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: <http://www.elia.be/en/about-elia/regulators>
- [27] Strategic Reserve: User Guide. ELIA [online]. 2015 [cit. 2015-04-25]. Dostupné z: http://www.elia.be/ /media/files/Elia/Grid-data/Strategic-Reserve_UserGuide.pdf
- [28] Der Strommarkt wird komplett liberalisiert. Tages Anzeiger [online]. 2014 [cit. 2015-05-02]. Dostupné z: <http://www.tagesanzeiger.ch/schweiz/standard/Der-Strommarkt-wird-komplett-liberalisiert/story/26092818>
- [29] ABOUT EPEX SPOT. EPEX SPOT: European Power Exchange [online]. 2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <https://www.epexspot.com/en/company-info>
- [30] Introduction. CRE: Commission de Régulation de l'Énergie [online]. 2015 [cit. 2015-05-03]. Dostupné z: <http://www.cre.fr/en/markets/wholesale-market/introduction>
- [31] ROZHODNUTIE. In: Číslo spisu: 7290-2013-BA. 2013, Číslo: 0018/2014/E. Dostupné z: <https://www.okte.sk/media/57818/cenove-rozhodnutie-urso-2014.pdf>
- [32] VYHLÁŠKA: o Pravidlech trhu s elektřinou, zásadách tvorby cen za činnosti operátora trhu s elektřinou a provedení některých dalších ustanovení energetického zákona. In: 541/2005 Sb. 2005. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/475158/PTE_438.pdf/6cc398ad-6e1f-4a21-a5f5-764f09a3201f
- [33] Markt für Regelleistung in Deutschland. 2015. Regelleistung.net: Internetplattform zur Vergabe von Regelleistung [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <https://www.regelleistung.net/ip/action/static/marketinfo>
- [34] The GB electricity transmission network. 2015. Ofgem: Making a positive difference for energy consumers [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <https://www.ofgem.gov.uk/electricity/transmission-networks/gb-electricity-transmission-network>
- [35] The Balancing and Settlement Code (BSC) Arrangements. 2013. ELEXON [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <https://www.elexon.co.uk/wp-content/uploads/2013/11/bsc-trading-arrangements.v4.0.cgi.pdf>

Zdroje dat:

- [36] OTE [online]. 2010 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: http://www.ote-cr.cz/?set_language=cs
- [37] OKTE, a.s. [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://www.okte.sk/sk>
- [38] MAVIR [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://mavir.hu/web/mavir-en>
- [39] HUPX Ltd. [online]. 2015 [cit. 2015-05-19].
Dostupné z: <https://www.hupx.hu/en/Pages/hupx.aspx?remsession=1>
- [40] Regelleistung.net [online]. 2015 [cit. 2015-05-19].
Dostupné z: <https://www.regelleistung.net/ip/action/index>
- [41] Neta [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.bmreports.com/>
- [42] RTE: Customer's area [online]. 2012 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://clients.rte-france.com/lang/an/visiteurs/accueil/grt.jsp>
- [43] Swissgrid [online]. 2015 [cit. 2015-05-19].
Dostupné z: <http://www.swissgrid.ch/swissgrid/de/home.html>
- [44] EEX [online]. 2012 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <https://www.eex.com/en/>
- [45] Elia [online]. 2015 [cit. 2015-05-19]. Dostupné z: <http://www.elia.be/>