

Bakalářská práce



České
vysoké
učení technické
v Praze

F3

Fakulta elektrotechnická
Katedra ekonomie, manažerství a humanitních věd

Analýza propojenosti evropských trhů s elektřinou a možnosti budoucího vývoje

Jiří Salavec

květen 2014

Vedoucí práce: Ing. Štěpán Kratochvíl

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student: **Salavec** Jiří

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

Název tématu:

Analýza propojenosti evropských trhů s elektřinou a možnosti budoucího vývoje

Pokyny pro vypracování:

1. Popis energetických trhů a sítí v Evropě
2. Cena elektřiny, bilance výroby a spotřeby elektřiny a struktura energetické sítě
3. Analýza realizovatelnosti myšlenky propojení evropských trhů (sítí) s elektřinou
4. Analýza plánů a doporučení EU

Seznam odborné literatury:

1. Kolektiv autorů: Trh s elektřinou. AEM, 2011.
2. Chemišinec A.: Obchod s elektřinou. CONTE s.r.o., 2010.

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Štěpán Kratochvíl

Platnost zadání: do konce letního semestru 2014/2015

Doc. Ing. Jaroslav Knápek, CSc.

vedoucí katedry



Prof. Ing. Pavel Řípka, CSc.

děkan

V Praze dne 10.2.2014

Poděkování / Prohlášení

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu práce, panu Ing. Štěpánu Kratochvílovi, za cenné rady a připomínky při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Martinu Palkovskému ze společnosti ČEPS a.s. za ochotu při získávání dat a důležité rady. V neposlední řadě bych rád poděkoval mým rodičům a prarodičům za psychickou a finanční podporu v průběhu mého studia.

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

V Praze dne 20. 5. 2014

.....

Abstrakt / Abstract

Tato bakalářská práce se věnuje integraci evropského trhu s elektrickou energií, zejména trhu dennímu. Popisuje možnosti a specifika obchodu s elektrickou energií a spojování jednotlivých trhů. Jsou v ní analyzovány přeshraniční kapacity, jejich alokace a způsoby přidělování. V rámci Evropy dává práce přehled o trzích a integračních procesech probíhajících v současné době. Vzhledem k ovlivnění ceny elektrické energie integrací trhu je v práci popsán cenový mechanismus a analyzovány ceny v oblasti České a Slovenské republiky a Maďarska. Dále se práce zaměřuje na využití alokovaných přeshraničních kapacit a směry toků na profilech zmíněné oblasti. V závěrečné části se práce věnuje evropské legislativě a významným účastníkům integračního procesu.

Klíčová slova:

trh s elektrickou energií, market coupling, denní trh, přeshraniční kapacita

This bachelor's thesis deals with integration of electricity markets, especially day-ahead market. It describes options and specifics of electricity trade and connection of particular markets. There are analysed cross-border capacities, its allocation and ways of assignment. It gives an overview of electricity markets and contemporary integration processes in Europe. In view of the fact that electricity prices are influenced by integration level, there is described pricing mechanism and there are analysed prices in regions of Czech and Slovak republic and Hungary. Another section of the thesis is focused on utilization of allocated cross-border capacities and directions of energy flows in aforesaid region. The final part of the thesis is about European legislation and stakeholders.

Keywords:

electricity market, market coupling, day ahead market, cross-border capacity

Title translation: Analysis of the connection of european electricity energy markets and the future development

Obsah

1 Úvod	1
2 Obchod s elektrickou energií	3
2.1 Problematika obchodu s elektrickou energií.....	3
2.2 Liberalizace energetického sektoru	4
2.3 Účastníci trhu s elektřinou	4
2.3.1 Výrobce	4
2.3.2 Obchodník	4
2.3.3 Odběratel	5
2.3.4 Provozovatel přenosové soustavy	5
2.3.5 Provozovatel distribuční soustavy	5
2.3.6 Operátor trhu s elektřinou	5
2.3.7 Energetický regulační úřad	5
2.3.8 Burza	5
2.4 Rozdělení trhu	6
2.5 Neorganizovaný trh	6
2.6 Organizovaný trh	7
2.6.1 Princip obchodování	7
2.6.2 Dlouhodobý trh	7
2.6.3 Krátkodobý trh	8
3 Integrace trhů s elektrickou energií	9
3.1 Problematika integrace	9
3.2 Přeshraniční kapacity	10
3.2.1 Výpočet	11
3.2.2 Flow-Based metoda	12
3.2.3 Alokace a cena	12
3.2.4 Netting	12
3.3 Přeshraniční obchodování	13
3.3.1 Explicitní alokace	13
3.3.2 Implicitní alokace	13
3.4 Market coupling	15
3.5 Aukční kanceláře	15
4 Popis energetických trhů a sítí v Evropě	16
4.1 Rozdělení Evropy do regionů ..	16
4.2 Energetické trhy a burzy	17
4.2.1 Price Coupling of Regions (PCR)	18
4.2.2 NordPoolSpot	18
4.2.3 CWE	18
4.2.4 Itálie - Slovinsko	18
4.2.5 SWE	18
4.2.6 NWE	19
4.3 CZ-SK-HU Market coupling ..	19
4.3.1 Rumunský trh	20
4.3.2 Přehled účastníků trhu ..	21
4.3.3 Porovnání v číslech	21
5 Model dvoustranné aukce elektrické energie	22
5.1 Formát vstupních dat	22
5.2 Tvorba křivek nabídky a poptávky	24
5.2.1 Nabídková křivka	24
5.2.2 Poptávková křivka	25
5.2.3 Nalezení nabídek a poptávek z křivek	26
5.3 Hledání průsečíku křivek	26
5.4 Ověření funkčnosti modelu ..	27
6 Cena elektřiny, bilance výroby a spotřeby elektřiny a struktura energetické sítě	29
6.1 Toky elektrické energie v Evropě	29
6.1.1 Exportní země	29
6.1.2 Importní země	29
6.2 Struktura energetické sítě	30
6.2.1 Kruhové toky	31
6.3 Vliv Market Couplingu na ceny elektrické energie	32
6.3.1 CZ+SK+HU	32
6.3.2 Modelový případ Market Coupling	34
6.3.3 CZ+SK+HU+RO	39
7 Analýza realizovatelnosti myšlenky propojení evropských trhů a sítí s elektřinou	42
7.1 Cílový model trhu s elektrickou energií EU	42
7.2 Analýza využití přeshraničních kapacit	43
8 Analýza plánů a doporučení EU ..	46
8.1 Evropští a nadnárodní účastníci integračního procesu	46
8.1.1 ENTSO-E	46
8.1.2 ACER	47

8.1.3 Ostatní	47
8.2 Legislativa EU	48
8.2.1 Florentské fórum.....	49
8.2.2 Network codes	49
9 Závěr	50
Literatura	52
A Sezónní vliv na vybraná data	53
A.1 CZ-SK-HU cenové difference ...	54
A.2 Využití přeshraničních ka- pacit	56
A.2.1 Směry toků na profilu CZ/SK	58
A.2.2 Směry toků na profilu SK/HU	60

Obrázky

3.1.	Schéma rozvodné sítě v ČR. ...	10
3.2.	Přeshraniční kapacity v Evropě.	11
3.3.	Propojení trhů bez omezení přeshraniční kapacitou.	14
3.4.	Propojení trhů s nedostatečnou přeshraniční kapacitou. ...	14
4.1.	Rozdělení oblastí Evropy.	16
4.2.	Integrace trhů s elektřinou.	17
4.3.	CZ-SK-HU Market coupling. ...	19
4.4.	Tabulka - Přehled účastníků trhu v CZ-SK-HU-RO.	21
4.5.	Tabulka - Zobchodované množství v CZ, SK, HU a RO.	21
5.1.	Ukázka formátu vstupních dat pro ČR.	23
5.2.	Ukázka formátu vstupních dat pro SR.	23
5.3.	Ukázka formátu vstupních dat pro Maďarsko.	23
5.4.	Křivky nabídky a poptávky. ...	24
5.5.	Výpočet dat pro nabídkovou křivku.	24
5.6.	Výsledná nabídková křivka.	25
5.7.	Výpočet dat pro poptávkovou křivku.	25
5.8.	Výsledná poptávková křivka. ..	25
5.9.	Hledání průsečíku.	26
5.10.	Tabulka - Odchyłky modelu. ..	28
6.1.	Toky elektrické energie v Evropě.	30
6.2.	Úzká místa v soustavě.	31
6.3.	Tabulka - Přehled cen CZ+SK+HU.	32
6.4.	Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách.	33
6.5.	Graf průměrné velikosti cenové diference v jednotlivých hodinách.	33
6.6.	Tabulka - Ceny v modelových situacích.	35
6.7.	Tabulka - Cenové diference pro modelové situace.	35
6.8.	Graf průběhu modelových cen - jaro.	36
6.9.	Graf průběhu modelových cen - léto.	36
6.10.	Graf průběhu modelových cen - podzim.	37
6.11.	Graf průběhu modelových cen - zima.	37
6.12.	Graf průměrných hodinových cenových diferencí.	38
6.13.	Graf průměrných absolutních hodinových cenových diferencí.	38
6.14.	Tabulka - Ceny CZ, SK, HU a RO.	39
6.15.	4M Market Coupling.	39
6.16.	Graf cen CZ, SK, HU a RO - jaro.	40
6.17.	Graf cen CZ, SK, HU a RO - léto.	40
6.18.	Graf cen CZ, SK, HU a RO - podzim.	41
6.19.	Graf cen CZ, SK, HU a RO - zima.	41
7.1.	Cílový model.	43
7.2.	Tabulka - Alokované a využívané přeshraniční kapacity.	43
7.3.	Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity.	44
7.4.	Graf průměrné hodinové velikosti toku na přeshraničním profilu.	44
7.5.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK.	45
7.6.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU.	45
8.1.	ENTSO-E - členské země.	46
A.1.	Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách - jaro.	54
A.2.	Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách - léto.	54

A.3.	Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách - podzim.....	55
A.4.	Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách - zima.....	55
A.5.	Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity - jaro.....	56
A.6.	Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity - léto.....	56
A.7.	Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity - podzim.....	57
A.8.	Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity - zima.....	57
A.9.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK - jaro.....	58
A.10.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK - léto.....	58
A.11.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK - podzim.....	59
A.12.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK - zima.....	59
A.13.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU - jaro.....	60
A.14.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU - léto.....	60
A.15.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU - podzim.....	61
A.16.	Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU - zima.....	61

Kapitola 1

Úvod

V této bakalářské práci analyzuji stav trhů s elektrickou energií v Evropě. Téma jsem si vybral, jednak proto, že mě daná problematika zajímá a hlavně, že se jedná o velmi aktuální téma. Trh s elektrickou energií prošel v posledních letech značným vývojem zejména díky snahám Evropské unie o jeho sjednocení a liberalizaci. V současné době můžeme být svědky vytváření jednotného denního trhu s elektrickou energií. Realizace integrace trhů na menší regionální úrovni již v mnoha zemích proběhla a na příkladu z května 2014, kdy bylo završeno propojování trhů s elektrickou energií od Finska po Portugalsko, pozorujeme, že jednotný evropský trh se stává skutečností. Sjednocování trhů ovlivňuje v největší míře ceny elektrické energie, ať již jde o jejich výši či volatilitu. Poslední dobou se evropská energetická soustava musí vypořádávat s novou situací. Zejména politické rozhodnutí Německa o odklonu od jaderné energetiky, po havárii v japonské jaderné elektrárně Fukušima, a také výstavba štedře podporovaných obnovitelných zdrojů energie, klade nové nároky na celou soustavu. To, jak obstojí a zda opravdu dojde ke všem plánovaným odstávkám jaderných elektráren, ukáže až budoucnost.

V práci v první řadě popisují fungování trhu s elektrickou energií a jeho specifika. Uvádím přehled možností, jak se s elektrickou energií jako komoditou dá obchodovat na evropských trzích. Zmiňuji tedy i proces liberalizace a uvádím účastníky liberalizovaného trhu s elektrickou energií.

Největší míru pokroku v oblasti integrace vykazuje denní trh s elektrickou energií, a proto se právě tomuto trhu v práci věnuji. V další části se pak zabývám možnostmi jak trhy s elektrickou energií propojovat a jaké překážky stojí v cestě jednotnému evropskému trhu s elektrickou energií. Především objasňuji situaci přeshraničních kapacit, jakožto hlavních obchodních omezení. Způsob jejich alokace buď explicitní, nebo implicitní aukcí, zásadně ovlivňuje efektivitu jejich využívání, což má dopad zejména na ceny elektrické energie a chování účastníků na trhu.

V další části práce analyzuji energetické trhy v Evropě. Popisují burzy, které v Evropě působí, jakým tyto burzy prošly vývojem a jaká je současná situace. Vzhledem k zapojení České republiky do CZ-SK-HU Market couplingu rozebírám tento trh detailněji, zejména co se týče plánovaného připojení Rumunska k této propojené tržní oblasti. Proto se také zaměřuji na ceny elektrické energie v těchto 4 státech a provádím jejich porovnání.

Vzhledem k ovlivnění cen při integraci trhů, jsem se rozhodl pro analýzu cen pro dva modelové případy. Porovnávám současné ceny elektrické energie v České republice se situací, kdy by nedocházelo k žádnému propojení s ostatními státy, v jednom případě a v druhém případě se situací, kdy by byly propojeny pouze trhy České a Slovenské republiky. Ceny zkoumám díky modelu dvoustranné aukce, který je z nabídek a poptávek schopen stanovit tržní cenu a zobchodované množství. V rámci kapitoly o modelu vytvořeném v MS Excel také detailněji popisují, jak se tvoří nabídková a poptávková křivka elektrické energie.

Na případu CZ-SK-HU Market couplingu dále zkoumám v ročním měřítku hodinové ceny a zejména jejich difference. Na grafech ukazuji, ve kterých hodinách dochází k vyčerpání přeshraničních kapacit nejčastěji a jaká je průměrná velikost cenové difference mezi oblastmi. Věnuji se také využití alokované přeshraniční kapacity a směru toků elektrické energie na jednotlivých profilech.

V závěrečné části práce se pak zabývám evropskou legislativou a plány, které by měly vést k jednotnému trhu s elektrickou energií. Zmiňuji také, dle mého názoru, důležité evropské účastníky integračního procesu, kteří se na propojování trhů podílí.

Kapitola 2

Obchod s elektrickou energií

V současné době není pochyb o důležitosti elektrické energie pro lidstvo. Obchod s elektrickou energií je tak významnou částí energetického sektoru. Elektrická energie se podobně jako ropa nebo plyn řadí mezi komodity. Hlavním parametrem elektrické energie je zejména frekvence, která v případě evropské sítě je rovna 50 Hz. Dalšími vlastnostmi ovlivňujícími kvalitu elektrické energie jsou velikost napětí, jeho průběh a jalový výkon. Možností, jak s touto komoditou obchodovat, existuje nepřehledné množství a proto v této kapitole shrnuji ty hlavní.

2.1 Problematika obchodu s elektrickou energií

Elektrická energie má několik specifíků, kterými se výrazně liší od ostatních komodit. První a pravděpodobně nejpodstatnější odlišnost je **neskladovatelnost** elektrické energie. Skladovat elektrickou energii ve větší míře lze pouze s vysokými náklady. Jediným způsobem jak se elektrická energie akumuluje je pomocí přečerpávacích vodních elektráren [1]. Tyto elektrárny jsou díky přečerpávání vody ve výškovém spádu schopny elektřinu spotřebovat a poté ve vhodnou dobu elektrickou energii vyrobit. V síti tak musí platit rovnost energie vyrobené a spotřebované, kterou můžeme zapsat jako rovnici výkonů: [2]

$$P_V = P_S + P_Z + P_r$$

kde

P_V vyrobený výkon

P_S spotřebovaný výkon

P_Z činné ztráty v elektrizační soustavě

P_r rezervní výkon, který je nutné mít k dispozici

Další zvláštností je **doprava** elektrické energie, která jako fyzikální veličina nepodléhá zákonitostem trhu, ale zákonům fyzikálním. Elektrická energie se rozlévá sítě s respektováním Kirchhoffových zákonů směrem nejmenšího odporu. Je tedy nutné tokům energie v síti porozumět, jelikož tyto toky neodpovídají tokům obchodním přímo od výrobce ke spotřebiteli¹⁾. V případě nepředvídaných toků může docházet k přetížení vedení a výpadkům dodávek, což je nežádoucí.

Vzhledem k uvedeným skutečnostem není překvapením velká **volatilita** cen elektrické energie, jelikož musí platit rovnost výkonů v soustavě. Dnes je v ní zapojeno nezanedbatelné množství obtížně predikovatelných zdrojů, jako jsou větrné a fotovoltaické elektrárny. Ty ovlivňují ceny elektrické energie zásadním způsobem v době, kdy mají ideální podmínky pro provoz a v době kdy žádnou elektrickou energii nevyrábí. Setkáváme se tak se zaváděním záporných cen elektřiny, kdy je dodavatel ochoten zaplatit za elektrickou energii, kterou dodá, aby nemusel svůj zdroj odstavovat – což by pro něj bylo v dlouhodobějším horizontu nerentabilní.

¹⁾ Kteří spolu ve zjednodušeném případě uzavřeli smlouvu o dodávce.

2.2 Liberalizace energetického sektoru

Elektrická energie je základním kamenem hospodářství každé země. V minulosti tak většinou celý energetický sektor ovládala jediná státem vlastněná a řízená společnost tzv. vertikálně-integrovaná. Ta vlastnila výrobu elektrické energie, zprostředkovávala přenos, distribuci a prodej koncovým zákazníkům. Tento model postrádal jakékoli známky volného trhu, neexistovala konkurence, jelikož nebylo možné podnikat v energetice. Zároveň bylo pro zákazníka – odběratele elektrické energie nemožné vybrat si toho, kdo mu energii bude dodávat. Od 90. let minulého století došlo na území Evropy k liberalizaci energetického odvětví. Vznikla legislativa umožňující podnikání v energetice, vertikálně-integrované společnosti byly rozděleny dle jejich funkce na výrobce, provozovatele přenosové soustavy, distributory a obchodníky s elektrickou energií. Cílem bylo umožnit odběrateli vybrat si svého dodavatele a otevřít tak trh s elektrickou energií. [2] V další sekci stručně popisují, s jakými účastníky liberalizovaného trhu se můžeme setkat.

2.3 Účastníci trhu s elektřinou

Všechny účastníky charakterizují na příkladu České republiky, kde určuje podmínky pro podnikání v energetice Energetický zákon 458/2000 Sb.¹⁾. Dle něj lze podnikat pouze na základě licence vydané Energetickým regulačním úřadem. Tyto licence se vydávají pro následující účastníky:

- výrobce elektrické energie
- obchodník s elektrickou energií
- provozovatel přenosové soustavy
- provozovatel distribuční soustavy
- operátor trhu s elektřinou

Platnost licence je vždy omezena. Přidělována je maximálně na 25 let a v případě obchodníka s elektrickou energií maximálně na 5 let. Držitel licence musí splnit stanovené podmínky pro její udělení. Jde například o plnoletost, bezúhonnost nebo odbornou způsobilost.

2.3.1 Výrobce

Výrobce je subjekt, který má zařízení a licenci na výrobu elektrické energie. Jeho právem je připojení k elektrické soustavě, pokud splňuje podmínky pro připojení, přeprava elektrické energie a její prodej. Při splnění specifických podmínek může výrobce poskytovat podpůrné služby provozovateli přenosové soustavy. Povinností výrobce je zejména: řídit se pokyny dispečinku provozovatele přenosové nebo distribuční soustavy a poskytovat provozní data důležitá pro provoz soustavy.

2.3.2 Obchodník

Obchodník je subjekt, který je držitelem licence na obchod s elektrickou energií. Obchodník nakupuje elektrickou energii od výrobce nebo na trhu a obchoduje s ní za účelem maximalizace svého zisku při prodeji energie jiným obchodníkům nebo odběratelům. Jeho právem je zmíněná činnost a také má právo přístupu k síti a dopravy zobchodované energie. Povinností obchodníka je zejména informovat operátora trhu o obchodních transakcích.

¹⁾ Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů – dostupný z www.mvcr.cz.

■ 2.3.3 Odběratel

Odběratel nebo také konečný zákazník je subjekt, který elektrickou energii pouze spotřebovává na základě smlouvy se svým dodavatelem (obchodníkem). Jeho právem je odběr elektrické energie, jejíž kvalita odpovídá energetickému zákonu¹⁾.

■ 2.3.4 Provozovatel přenosové soustavy

Provozovatel přenosové soustavy je subjekt, který je držitelem licence a obstarává přenos elektrické energie na hladinách velmi vysokého napětí, dispečersky řídí svěřené území (nejčastěji celého státu) tak, aby nedocházelo k přebytkům výroby nebo spotřeby a tím ke snižování kvality elektrické energie. Dále řídí rozvoj soustavy a zajišťuje přeshraniční spolupráci s ostatními provozovateli. V ČR působí jediný provozovatel přenosové soustavy a tou je společnost ČEPS a.s., která provozuje vedení 400kV, 220kV a vybrané vedení 110kV.

■ 2.3.5 Provozovatel distribuční soustavy

Provozovatel distribuční soustavy je subjekt, který vlastní licenci a stará se o distribuci elektrické energie ke konečným odběratelům a řídí její kvalitu (napětí, frekvence, účinník) na nižších hladinách napětí, od 0,4kV do 35kV a vybraných vedení 110kV [3]. Mezi jeho další povinnosti patří údržba a rozvoj distribuční soustavy. V mnohých činnostech tak kopíruje činnosti provozovatele přenosové soustavy, pouze v soustavě nižších napětí. V ČR působí tři hlavní provozovatelé distribučních soustav: PRE Distribuce, ČEZ Distribuce a E.ON Distribuce.

■ 2.3.6 Operátor trhu s elektřinou

Operátor trhu s elektřinou je subjekt, který vlastní licenci a zajišťuje fungování trhu. V prvé řadě registruje účastníky, obchodní diagramy a zajišťuje vyhodnocení a zúčtování odchylek. Dále pak zpracovává a poskytuje data účastníkům trhu. V některých zemích je funkce operátora trhu svěřena do rukou provozovatele přenosové soustavy. V ČR působí jako operátor trhu OTE a.s., která navíc organizuje krátkodobý trh s elektrickou energií a ve spolupráci s provozovatelem přenosové soustavy také vyrovnávací trh.

■ 2.3.7 Energetický regulační úřad

Energetický regulační úřad je instituce, která dbá na regulovanou část ceny elektřiny. Některé služby poskytované na trhu s elektřinou jako je přenos nebo distribuce jsou přirozenými monopoly²⁾ a proto je třeba nahradit tržní mechanismy cenovou regulací těchto služeb. Energetický regulační úřad také vydává licence potřebné pro podnikání v energetice.

■ 2.3.8 Burza

Burza je subjekt, který organizuje trh s elektřinou dle daných pravidel. V ČR působí jako burza společnost PXE a.s., která na krátkodobém trhu spolupracuje na organizaci trhu s OTE a.s. a tvoří tak jediné tržní místo. V Evropě pak působí významnější burzy jako EEX nebo NordPool³⁾.

¹⁾ Energetický zákon udává maximální odchylky frekvence a napětí a definuje další aspekty dodávky elektrické energie.

²⁾ Vzhledem k nákladnosti výstavby vedení by nebylo ekonomické se snažit v tomto sektoru budovat konkurenci.

³⁾ Tyto burzy budou zmíněny v další části práce.

2.4 Rozdělení trhu

Prvotně můžeme rozdělit obchodování s elektřinou na **velkoobchodní trh**¹⁾ a **maloobchodní trh**²⁾). Rozdíl mezi těmito dvěma typy je zejména v odpovědnosti za odchylku. Z již popsaného je zřejmé, že účastníci trhu s elektřinou musí být přesní ve svých obchodních operacích – výrobce musí do sítě dodat přesné množství energie a odběratel musí toto přesné množství energie odebrat. Pokud se tak nestane, vzniká odchylka, za kterou jsou účastníci trhu odpovědní a za kterou zaplatí poplatek/pokutu, jelikož tato odchylka musela být vybilancována provozovatelem přenosové soustavy.

Účastníci velkoobchodního trhu jsou **subjekty zúčtování** a odpovídají tak za svoje odchylky. Mají přístup na trh s elektřinou a mohou s ní obchodovat. Zároveň jsou ceny na velkoobchodním trhu osvobozeny od regulované složky ceny elektřiny. Tento trh tedy slouží k obchodování mezi výrobcí a obchodníky s elektřinou. [4]

Účastníci maloobchodního trhu jsou zejména koneční zákazníci, kteří mají smlouvu se svým dodavatelem a odpovědnost za odchylku je přenesená právě na tohoto dodavatele, který je subjektem zúčtování a obchoduje na velkoobchodním trhu. V ceně elektřiny na tomto trhu je již zahrnuta regulovaná složka elektřiny dále pak příspěvky na OZE a KVET³⁾ a v neposlední řadě ekologická daň. Tento trh tak slouží k dodávce elektrické energie konečným zákazníkům. Vzhledem k zaměření práce se maloobchodním trhem nebudu dále zabývat.

Dále trh dělíme dle faktu, zda je obchodování organizované či neorganizované.

2.5 Neorganizovaný trh

Jedná o trh, kde se obchody uzavírají na bázi bilaterálních dohod⁴⁾ pouze mezi dvěma účastníky trhu a nikdo je neorganizuje. Kromě zákonů nejsou účastníci ničím jiným omezováni, jako je tomu u obchodů organizovaných, které jsou vymezeny například pravidly stanovenými burzou.

Bilaterální dohody se mohou sjednat a musí být oznámeny operátorovi trhu před oficiální uzávěrkou obchodu. Tato uzávěrka je zpravidla v 13:30 hod. v den před dnem dodávky. Jak již bylo výše uvedeno, tyto dohody nepodléhají, mimo právních, žádným pravidlům. Tento způsob obchodování má však svá negativa. Není například zajištěno finanční vypořádání mezi stranami, na rozdíl od organizovaných obchodů, kde toto vypořádání zajišťuje burza. Proto je tento druh obchodů pro obě strany rizikovější. Dále může být složité nalezení protistrany, pokud je protistran velké nebo naopak malé množství [2]. Také uzavírání smluv na jednotlivé transakce může být časově i právně náročné. Výhodou je, že se obě strany mohou dohodnout na velmi specifických podmínkách a nemusí se tak řídit typizovanými produkty obchodovanými na burze.

Pro usnadnění tohoto obchodování uvádím několik východisek, které mohou obchodníci využít. [2]

- *Standardizace* – díky organizaci EFET⁵⁾ existují standardizované smlouvy, které mohou protistrany uzavřít a vyhnout se složitému uzavírání vlastních smluv. V těchto smlouvách se pouze protistrany shodnou na předem připravených možnostech (např. množství, ceně a způsobu platby).

¹⁾ Označován zkráceně jako VOT nebo anglického jazyka jako: Wholesale.

²⁾ Označován zkráceně jako MOT nebo anglického jazyka jako: Retail.

³⁾ Obnovitelné Zdroje Energie a Kombinovaná Výroba Elektřiny a Tepla

⁴⁾ Tyto dohody jsou často označovány jako OTC (z anglického Over-The-Counter).

⁵⁾ European Federation of Energy Traders, www.efet.org

- *Brokeři* – jedná se o soukromé společnosti, které zprostředkovávají obchody mezi dvěma obchodníky. Pomocí brokerské obrazovky vyvěšují nabídky a poptávky a dávají tak možnost obchodníkovi reagovat na návrh protistrany. Po uzavření transakce je uzavřena zpravidla bilaterální dohoda podléhající EFET smlouvě.
- *Clearingové banky* – jelikož bilaterální dohody nejsou nijak finančně zajištěné, mohou obchodníci za poplatek předat vypořádání obchodů clearingovým bankám a zajistit si tak svoje transakce.
- *Indexy* – z informací o uzavřených obchodech se kalkuluje velkoobchodní cena elektřiny pro dané období a pomocí indexu se pro neinformované státy nebo regiony zveřejňuje informace o úrovni cen ve formě indexu.

2.6 Organizovaný trh

Na organizovaném trhu se oproti trhu neorganizovanému obchodu účastní centrální protistrana (burza), která spravuje jeho fungování. Zajišťuje sesouhlasení nabídek a poptávek, finanční vypořádání obchodů a určuje pravidla.

2.6.1 Princip obchodování

Sesouhlasení nabídek a poptávek funguje ve dvou režimech, prvním je **aukční princip**. V této formě obchodu podávají obchodníci nabídky a poptávky ve formě množství a ceny, za kterou jsou ochotni uzavřít obchod po určitou dobu. Po uzavěrci daného aukčního období burza data vyhodnotí a určí sesouhlasenou cenu a množství, které bude zobchodováno na základě nabídkové a poptávkové křivky. Tento princip se využívá zejména pro denní trh, který je organizován formou 24 hodinových aukcí.

Druhým principem je **průběžné obchodování**, při kterém probíhá obchodování následujícím způsobem. Obchodník podá nabídku například na prodej, a pokud v databázi existuje odpovídající poptávka, je transakce okamžitě spárována. Pokud však žádná poptávka neodpovídá nabídce, je nabídka ponechána v databázi po určitou dobu a čeká, zda některý obchodník nepodá poptávku, se kterou by se mohla spárovat. Tento způsob obchodování se aplikuje zejména pro obchodování na vnitrodenních trzích.

2.6.2 Dlouhodobý trh

Na dlouhodobém trhu se obchoduje s dodávkou elektřiny na několik dnů až např. na dva až tři roky dopředu. Doba trvání dodávky pak trvá od jednoho dne přes jeden měsíc i na delší časové úseky. U kontraktů na delší dobu dopředu¹⁾ je již velmi obtížné stanovit cenu a proto se většinou neuzavírají. Tento trh se také někdy označuje trhem finančním, jelikož transakce mohou či musí být v době realizace finančně vypořádány. V tomto případě se tedy nemusí počítat s fyzickou dodávkou elektřiny, ale obchodníci si tímto typem obchodů zajišťují cenu elektrické energie na delší časové úseky dle svých potřeb. Existují rozdílné typy kontraktů, s různými vlastnostmi. [2]

- **Futures** – dohoda o nákupu/prodeji elektrické energie k danému budoucímu datu, ve které se nakupující a prodávající zavazují odebrat a dodat energii za danou cenu. Po dobu obchodování s futures se stanovuje jejich denní cena a probíhá clearing (finanční vyrovnání). Závěrečný den buď dojde k finančnímu vypořádání nebo k fyzickému vypořádání.

¹⁾ Na více než tři roky.

- **Forwards**– dohoda velmi podobná dohodě Futures s tím rozdílem, že u těchto dohod nedochází ke každodennímu clearing. Celkové vyúčtování pak probíhá až při realizaci obchodu. Opět je možné dohodu vypořádat finančně nebo fyzickou dodávkou.
- **OPCE**– dohoda o možnosti dodat či odebrat energii za danou cenu v budoucnosti, existují opce nákupní (s právem nakoupit) a prodejní (s právem prodat). Dále se pak opce liší v tom, zda je možné provést obchod po dobu platnosti opce, či pouze v den její splatnosti.
- **Contracts for Difference (CfD)**– dohoda na vyrovnání proti rozdílu cen elektřiny v různých regionech, kdy se chce obchodník zajistit proti velkému výkyvu cen.

■ 2.6.3 Krátkodobý trh

Na krátkodobém trhu se obchoduje dodávka elektřiny od několika dní dopředu až do několika desítek minut před termínem dodávky. Nejkratší obchodovatelnou jednotkou je zpravidla jedna hodina. Krátkodobým trhem a zejména pak denním trhem se v této práci dále věnuji detailněji, protože právě v Evropě probíhá zejména integrace tohoto trhu.

Pokud tedy hovoříme o krátkodobém trhu, jedná se především o:

- **Blokový trh**, na kterém se obchodují dodávky v takzvaných blocích. Produkty jsou standardizovány jako – Base, Peak nebo Off-Peak. Jde o časové rozdělení dodávky – dodávka Base je pokrytí energie na celý den, dodávka Peak v době od 8 do 20 hodin a dodávka Off-Peak v době od 20 do 8 hodin. Minimální obchodovatelná dodávka je 1 MW. Tento trh se otevírá 5 dní před dodávkou v 9:30 hod. a uzavírá se stejně jako bilaterální smlouvy do 13:30 hod. v den před dnem dodávky. V této době je trh otevřen od 6:00 do 20:00 hod. [4]
- **Denní trh**, na kterém se obchoduje s elektřinou ve dni D-1, na den D. Denní trh je také často označován jako trh spotový. Denní trh je organizován jako dvoustranná aukce, kde dojde k sesouhlasení nabídek a poptávek na následující den. Výsledkem je export/import elektřiny z obchodní oblasti, zobchodované množství a výsledná cena elektřiny. Sesouhlasení probíhá vždy denně po uzavření trhu pro všech 24 hodinových aukcí následujícího dne najednou.
- **Vnitrodenní trh**, na kterém se obchoduje v daném dni. Obchodování na hodinu H končí zpravidla hodinu před začátkem této obchodní hodiny. Tento trh je určen pro obchodníky s aktuálním přebytkem či nedostatkem elektrické energie. Význam vnitrodenního trhu narůstá například díky nepřesnostem v predikcích výroby z obnovitelných zdrojů energie. Nikdo dnes nedokáže odhadnout se 100% přesností výrobu větrných a slunečních parků v delším časovém horizontu.
- **Vyrovnávací trh**, na kterém provozovatel přenosové soustavy poptává nebo nabízí elektřinu k vyrovnání odchylek v síti, které vznikly nedodržením sjednaných diagramů výroby či spotřeby. Účastníci mohou nabídnout volný výkon hodinu před začátkem každé dodávky a vyrovnávací trh se uzavírá 30 minut před začátkem dodávky.

Kapitola 3

Integrace trhů s elektrickou energií

Integrace neboli propojování evropských trhů s elektřinou je v současnosti velmi diskutované téma. V rámci Evropské unie by měl v nejbližší době vzniknout jednotný trh s elektrickou energií. Plánuje se, že by k tomu mělo dojít již v letošním roce. Z mého pohledu je však tento záměr optimistický a s největší pravděpodobností si na jednotný evropský trh s elektřinou budeme muset ještě počkat. Popisu trhů a jejich vývoji věnuji kapitolu 4. V této kapitole se zaměřuji na oblast integrace, konkrétně jakými způsoby jí můžeme dosáhnout a popisuji nástrahy, na které musíme být připraveni.

3.1 Problematika integrace

Integrace evropského trhu s elektrickou energií je jistě krokem kupředu, ovšem nejde o snadnou záležitost. Příčiny jsou především historického charakteru. Na počátku elektrifikace se stavěly výroby elektrické energie – elektrárny v blízkosti její spotřeby. S postupem doby a elektrifikací měst a vesnic vznikla propojená elektrizační soustava na území státu, která byla primárně určena pro udržení stability na daném území. Zprvu nebyl zájem na propojování celostátních soustav se soustavami ostatních států, ale s postupem doby se tyto národní soustavy začaly propojovat zejména kvůli přeshraniční pomoci v případě poruch nebo nedostatku výkonu – tedy kvůli zvyšování stability celé sítě. Již zmíněná samostatnost v počátcích budování energetického sektoru je dle mého názoru zcela klíčová v otázce propojení trhů s elektrickou energií.

Jako první problém ve snaze propojit trhy s elektřinou vidím v odlišnosti a různorodosti fungování jednotlivých trhů. V počátcích propojování trhů měla každá země svá vlastní **pravidla a zákony**, která se v dnešní době musí sjednotit. Pro jednotný celoevropský trh je zásadní, aby rozdílné přístupy byly nahrazeny jediným modelem, který bude platit v celé Evropě. To znamená zajistit, aby někteří účastníci nebyli zvýhodňováni a jiní naopak diskriminováni a podmínky na trhu byly rovné pro všechny zúčastněné. Jedná se tedy o nalezení kompromisu v tom, jak má cílový model vypadat¹⁾.

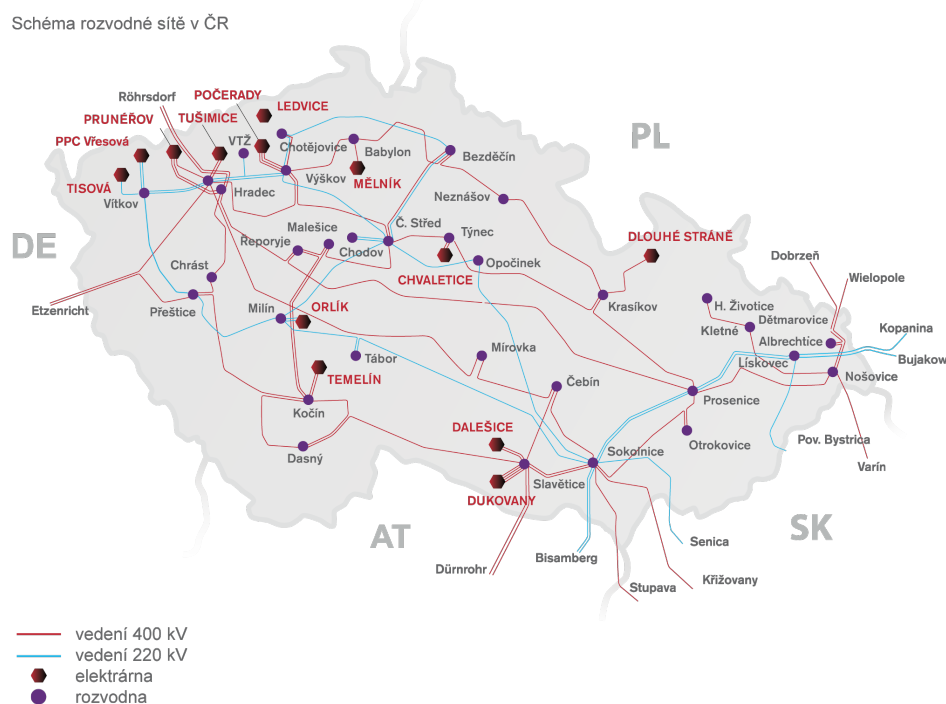
Původce dalšího specifického znesnadnění, které bude obsahem této kapitoly, můžeme také hledat v historii. Celá evropská síť je dnes již plně propojena do jedné sítě. Infrastruktura vnitrostátní je ale většinou mnohem celistvější než infrastruktura přeshraniční. Tuto otázku je tedy nutné vyřešit v souvislosti se současnou snahou integrovat trhy s elektrickou energií a zajistit tak volné obchodování na jednotném celoevropském trhu. To co obchodníky limituje, kromě rozdílných pravidel, jsou takzvané **přeshraniční kapacity**. A proto si myslím, že pokud by v současné době došlo ke sladění všech pravidel a vytvoření jednotného trhu s elektrickou energií v Evropě, nebude tento trh zcela volný, ale bude narážet právě na úzká místa evropské sítě především na hranicích mezi jednotlivými státy.

¹⁾ Těto otázce se podrobněji věnuji v kapitole 7.

3.2 Přeshraniční kapacity

Každé elektrické vedení má svojí kapacitu – výkon, který dokáže v daný moment přepravit bez toho, aniž by došlo k jeho poškození. Jak již bylo řečeno, území jednotlivých států jsou protkána ve většině případů vedeními tak, že vnitrostátní obchod – tedy přenos energie mezi výrobou a spotřebou – není ve většině¹⁾ případů limitujícím faktorem. Ovšem obchod mezinárodní naráží především na nedostatečné kapacity vedení na hranicích.

Situaci přeshraničních kapacit proto pro snazší uvedení do problematiky nastíním na příkladu ČR (viz obrázek 3.1). Na infrastrukturu přenosové sítě ČR spravované společností ČEPS a.s. je tento nedostatek zřetelný na první pohled. Nepropojenost české přenosové soustavy je nejpatrnější na naší severní hranici, kde po skoro celé její délce není jediné přeshraniční vedení. Stejně tak není propojena se sousedním státem pohraniční oblast jižních Čech. Nejlépe je naše soustava propojena se Slovenskem, jelikož v minulosti šlo o soustavu jediného státu.



Obrázek 3.1. Schéma rozvodné sítě v ČR. ²⁾

Z dalšího obrázku 3.2 lze zhruba vyčíst, v jakém stavu se nachází propojení jednotlivých zemí. Velikostně jsou přeshraniční kapacity označeny od nejmenších modrých (do 1000 MW), přes zelené a žluté až po ty největší červené (přes 4000 MW). Je tedy patrné, že lépe je elektrická soustava propojena v západních zemích Evropy a naopak nejhorší přeshraniční infrastrukturu vykazují země na balkánském poloostrově. I přes vyšší přenosové kapacity v západní Evropě, není možné konstatovat, že by zde bylo propojení dostatečné, jelikož přeshraniční výměny jsou v západní a střední Evropě mnohonásobně vyšší.

¹⁾ Výjimku potvrzující pravidlo můžeme hledat u našich západních sousedů. V Německu díky implementaci OZE a odstavení jaderných elektráren vznikají problémy právě při přenosu elektrické energie z jižní do severní části a zpět, na což není jejich přenosová soustava dimenzována.

²⁾ <http://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Technicka-infrastruktura/Stranky/Udaje-o-PS.aspx>



Obrazek 3.2. Přeshraniční kapacity v Evropě (rok 2011). [5]

3.2.1 Výpočet

Vzhledem k tomu že přeshraniční vedení jsou provozována provozovatelem přenosové soustavy, tak i tento provozovatel odpovídá za výpočet a přidělování maximálních možných kapacit účastníkům trhu pro účely obchodování. Tato maximální přidělená kapacita nesmí přesahovat možnosti vedení s příslušnou rezervou, aby nedošlo k přetížení přeshraničního vedení. Výpočet přeshraniční kapacity provádí provozovatelé obou přenosových soustav, na jejichž vzájemném profilu se kapacita nachází. V zájmu bezpečnosti se poté alokuje přeshraniční kapacita do výše nižší z vypočtených hodnot.

Zjednodušenou kalkulaci výše přeshraniční kapacity lze provést dle rovnic: [4]

$$NTC = TTC - TRM$$

$$ATC = NTC - AAC$$

kde

NTC	čistá přenosová kapacita (Net Transmission Capacity)
TTC	maximální přenosová kapacita (Total Transmission Capacity)
TRM	spolehlivostní rezerva (Transmission Reliability Margin)
ATC	dostupná přenosová kapacita (Available Transmission Capacity)
AAC	již přidělená kapacita (Already Alocated Capacity) – v případě, že probíhá prvotní výpočet je hodnota AAC rovna nule

Tento výpočet je však velice zjednodušen a odpovídá realitě jen vzdáleně. Jak jsem nastínil v kapitole 2, elektrická energie se rozlévá sítí dle fyzikálních zákonů a tedy obchod z jedné země do druhé nezatíží pouze příslušný přeshraniční profil, ale také ostatní prvky sítě. Proto se s postupem času objevují efektivnější a výpočetně náročnější metody pro výpočet přeshraničních kapacit.

■ 3.2.2 Flow-Based metoda

Přesnější výpočetní metodou je metoda Flow-Based. Volný překlad z angličtiny jako „metoda založená na tocích“ naznačuje, že tento model respektuje fyzikální zákony a počítá s toky energie soustavou. Je tedy možné počítat s vlivem česko-německé transakce například na přeshraniční profil Česká republika-Polsko, což umožňuje přesnější a efektivnější alokaci přeshraničních kapacit.

Bohužel tato metoda výpočtu kapacit v Evropě nefunguje také proto, že klade velké nároky na model stavu sítě (všech síťových prvků), na kvalitu vstupních dat a protože je i velmi výpočetně náročná. Používají se proto alespoň metody založené na Flow-Based principu, které zde nebudu vzhledem k jejich rozsahu uvádět – metodika výpočtu přeshraničních kapacit používaná společností ČEPS a.s. je volně dostupná na jejich webových stránkách¹).

■ 3.2.3 Alokace a cena

V případě, že nabídka kapacit přesahuje poptávku, je přenosová kapacita alokována zdarma. V opačném případě je cena kapacit určena aukcí. Lze tedy říci, že dle nennulové ceny kapacity na přeshraničním profilu můžeme detekovat nedostatečnou kapacitu. Zisk z prodeje kapacity náleží provozovateli přenosové soustavy, který by měl za tyto peníze zajistit zvýšení kapacity. Paradoxem je, že by provozovatel přenosové soustavy měl investovat do rozšíření kapacit, což vyústí ve snížení jejich ceny v ideálním případě na nulu. Faktem je, že provozovatel přenosové soustavy by na tyto peníze neměl pohlízet jako na zisk, jelikož cena přenosové kapacity je pouze nástroj jak tyto kapacity transparentně přidělovat [4].

■ 3.2.4 Netting

Při přeshraniční výměně dochází logicky k toku pouze jedním směrem. Během přeshraničního obchodu tedy může dojít k situaci, při které se vzájemně opačné toky – obchody – vykrátí. K této situaci dochází, pokud jsou v obou oblastech registrovány obchodní

¹) <http://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Prenosove-sluzby/Stranky/Default.aspx>

výměny v opačných směrech. Tato situace je z hlediska přenosové kapacity výhodná, jelikož tímto nedochází k využití přenosové kapacity a dodávky jsou fyzicky provedeny v rámci jednotlivých států. Zároveň při nahlášení přeshraničních bilaterálních obchodů může provozovatel alokovat v opačném směru kapacitu vyšší o tento obchod například pro denní trh. Pokud by pak došlo k jejímu využití, dojde k nettingu a bezpečnost sítě nebude ohrožena. [4]

K této situaci dochází pouze zřídka, jelikož obchodníci se snaží obchodovat ve směru cenového diferenciálu mezi oblastmi. Není tak pravděpodobné, že by některý obchodník obchodoval v opačném směru, jelikož cena elektrické energie by pro něj byla nevýhodná. Předpokládám, že k těmto situacím dochází, pokud jsou na denním trhu větší výkyvy cen. Cena na dlouhodobém trhu tak může být v místě A vyšší než v místě B a na krátkodobém tomu být naopak – poté při uzavření obchodů dochází ke krácení.

3.3 Přeshraniční obchodování

Přeshraniční obchodování je charakterizováno zejména způsobem přidělování přeshraničních kapacit, které jsou podstatným artiklem v mezinárodním obchodu. Alokační přeshraničních kapacit se děje formou explicitní nebo implicitní aukce.

3.3.1 Explicitní alokace

V případě explicitní alokace je aukce na dodávku elektrické energie rozdělena do dvou částí a to na nákup přeshraniční kapacity a nákup samotné elektrické energie. Na první pohled je patrná nevýhoda celého procesu a to jeho nekompaktnost. Obchodník se může dostat do situace, kdy má alokovanou přeshraniční kapacitu, ale nepotřebuje jí využít, jelikož nenakoupil elektrickou energii. Nebo se dostane do ještě komplikovanější situace a to, že má nakoupenou elektrickou energii, ale nemůže jí dostat z místa výroby do místa spotřeby.

U explicitní alokace existuje několik dalších možností jak s alokovanou kapacitou zacházet. V některých případech jde o povinnost danou kapacitu využít, v jiných zase pouze o právo na její využití. Proto všechny transakce a využití kapacit musí být hlášeno, tak aby případná nevyužitá kapacita mohla být alokována znovu pro denní nebo vnitrodenní trh. Tento systém hlášení pozitivně ovlivňuje efektivitu přeshraničního obchodu.

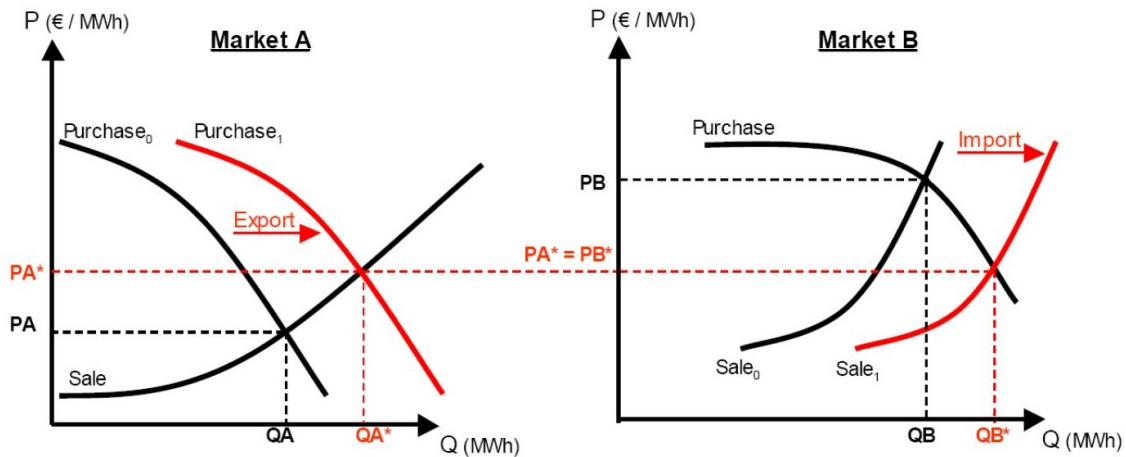
Model alokace dle mého názoru nevytváří plně integrovaný trh s elektřinou, ale pouze umožňuje uskutečňovat přeshraniční obchody za určitých podmínek. Proto se od tohoto modelu v současné době pro krátkodobý trh ustupuje a nahrazuje se výhodnějším modelem implicitních aukcí. Pro dlouhodobý trh a bilaterální dohody se i nadále počítá s využitím tohoto způsobu.

3.3.2 Implicitní alokace

Na rozdíl od explicitní aukce, se u aukce implicitní prodává elektrická energie společně s právem na její případný přeshraniční přenos. Tento model již tedy zaručuje jistou integraci trhů s elektřinou. Jediným problémem tu zůstává případná nedostatečná přenosová kapacita. Nabídky a poptávky v tomto modelu jsou spárovány až do výše přeshraniční kapacity a pokud není přeshraniční kapacita dostatečná, dochází k cenové diferencii mezi jednotlivými oblastmi. V případě dostatečné přeshraniční přenosové kapacity, dochází k sesouhlasení cen pro obě tržní oblasti. Tyto situace přiblížím na následujících obrázcích.

■ bez přeshraničního omezení

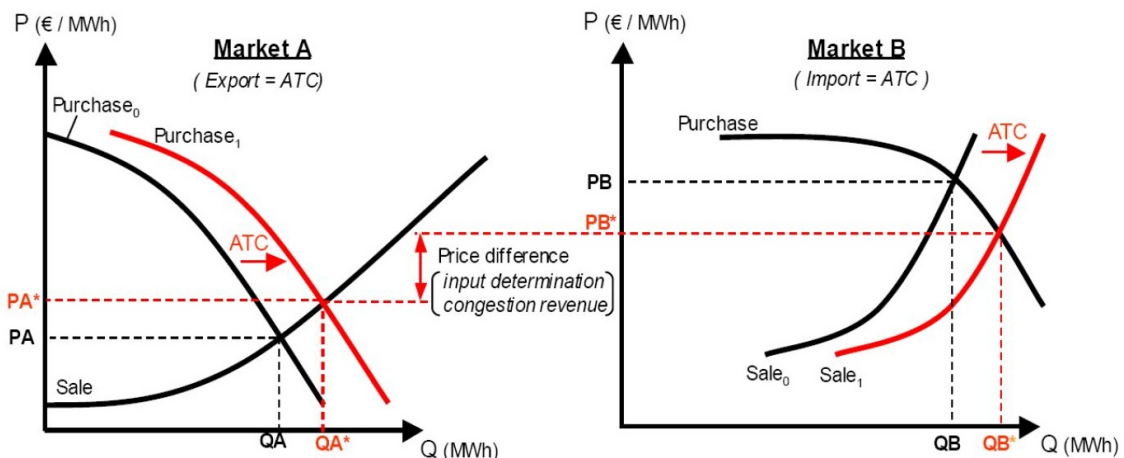
V tomto případě dochází k plnému propojení trhů a sesouhlasení cen elektřiny pro obě oblasti. Křivka Sale je křivka nabídky, křivka Purchase je křivka poptávky, indexy 0 a 1 označují polohu křivky před a po propojení trhů. PA a PB jsou ceny v jednotlivých oblastech, QA a QB jsou zobchodovaná množství, index * označuje veličiny platné po propojení trhů. Původní cena v oblasti A byla nižší a v oblasti B vyšší, díky přeshraničnímu obchodu byla levnější elektrická energie exportována do oblasti s vyšší cenou, což mělo za následek růst ceny v oblasti A a pokles ceny v oblasti B. Díky dostatečné přeshraniční kapacitě došlo k vyrovnání cen na rovnovážné hodnotě.



Obrázek 3.3. Propojení trhů bez omezení přeshraniční kapacitou. [4]

■ s přeshraničním omezením

Na dalším obrázku 3.4 sledujeme podobnou situaci jako v prvním případě, ovšem vzhledem k nedostatečné přeshraniční kapacitě nedochází k sesouhlasení cen. Ceny elektrické energie k sobě konvergují, ale pouze do doby kdy je vyčerpána přeshraniční kapacita (ATC). Vzniká tak cenová diference a tak i příjem provozovatele přenosové soustavy. Za elektřinu exportovanou z oblasti s nižší cenou elektrické energie do oblasti s vyšší cenou dostane prodávající cenu nižší než za ni zaplatí kupující. Příjem je tedy ve vyšší cenové diference násobené množstvím exportované/importované energie.



Obrázek 3.4. Propojení trhů s nedostatečnou přeshraniční kapacitou. [4]

V modelu implicitní alokace rozlišujeme několik typů implicitních aukcí lišících se mírou spolupráce jednotlivých trhů. První je **market splitting**, kde existuje pouze jediné tržní místo společné pro všechny tržní oblasti. Každá oblast má však rozlišnou cenu¹⁾. Tento model reprezentuje především Nord Pool Spot, který má jediné tržní místo v Oslu a určuje ceny pro severní a baltský region. Druhým typem je **market coupling**. V tomto modelu má každá tržní oblast vlastní tržní místo registrující nabídky a poptávky na jediný společný trh. Pro celý trh se pak určují přeshraniční toky a ceny v jednotlivých místech. Vzhledem k použití market couplingu v České republice, která je tímto způsobem propojena se Slovenskou republikou a Maďarskem, se tomuto principu věnuji v následující části práce podrobněji.

Obecně implicitní aukce mají několik výhod oproti aukcím explicitním. V první řadě jde o zefektivnění využití přenosových kapacit. V druhé řadě eliminují zmíněná rizika pro obchodníky, kteří nemusí nakupovat elektrickou energii a přeshraniční kapacity zvláště. Dále pak při jejich použití dochází ke zvýšení likvidity denního trhu a ke konvergenci a snížení volatility cen. V neposlední řadě pak také odpadá problematika spekulativního nákupu přeshraničních kapacit. [2]

3.4 Market coupling

Tento model propojení trhů je použit například v případě denního trhu CZ-SK-HU. Jak jsem nastínil, market coupling je použit tam, kde již fungují jednotlivá tržní místa a není možné je nahradit jedním nadnárodním. Obchodníci tedy i nadále obchodují se svojí národní burzou a integrace je zajištěna jednotlivými burzami mezi sebou. Jednotlivé burzy vyhodnocují své tržní oblasti a poté se dle dohodnutých pravidel snaží s ostatními spárovat neuspokojené nabídky/poptávky. Tento model tak můžeme dále rozdělit dle míry způsobu, jakým je provedeno sesouhlasení nabídek a poptávek:

- **Price coupling** – myslím, že price coupling je neoptimálnější řešením, jelikož burzy používají stejný výpočetní algoritmus nebo ještě lépe zavádějí jediné vyhodnocovací místo. Výsledkem je poté sesouhlasení cen a zobchodovaných množství pro všechna tržní místa, která je pak pouze použijí jako výsledky²⁾.
- **Volume coupling** – v případě, že není možné z důvodu rozdílných pravidel použít jednotný algoritmus, je propojení provedeno metodou volume coupling, kdy výsledkem výpočtu je pouze určení směru a velikosti toku mezi tržními oblastmi. Tato informace je předána každému tržnímu místu a tam se teprve provádí výpočet ceny a zobchodovaného množství.

3.5 Aukční kanceláře

V současné době působí v Evropě dvě hlavní a několik menších aukčních kanceláří provozujících aukce přeshraničních kapacit.

Největší je **CASC.EU**³⁾ (Capacity Allocation Service Company).

Další významnou je **CAO**⁴⁾ (Central Allocation Office).

¹⁾ V případě nedostatečné přeshraniční kapacity, v případě nevyčerpání kapacity je cena samozřejmě shodná.

²⁾ Zjednodušeně můžeme i Market Splitting považovat za formu tohoto couplingu [2].

³⁾ www.casc.eu/en

⁴⁾ central-ao.com

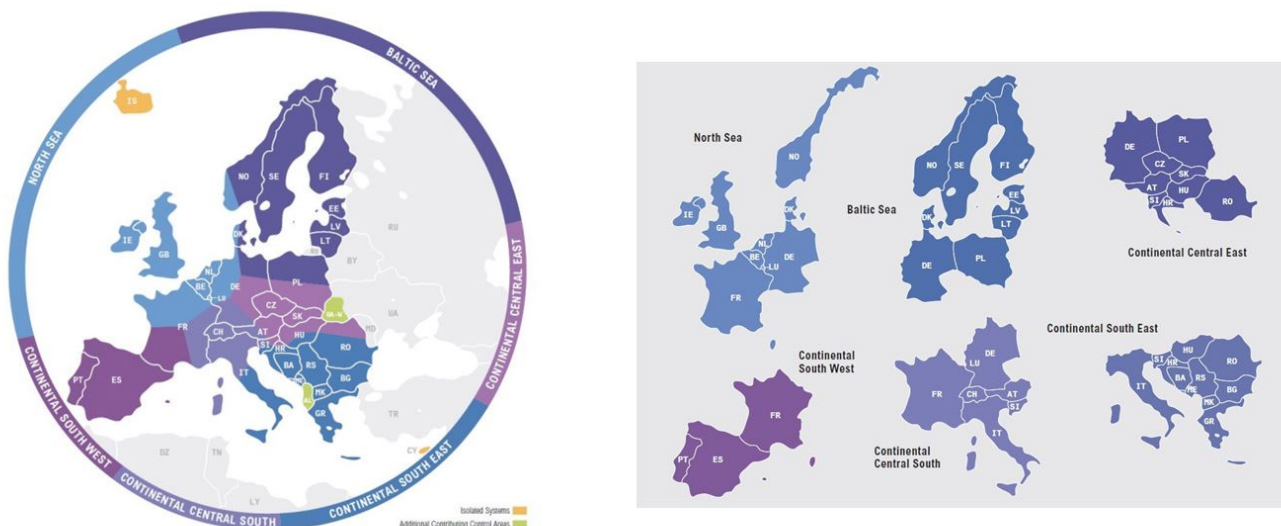
Kapitola 4

Popis energetických trhů a sítí v Evropě

Energetické trhy a sítě prošly během posledního desetiletí zásadním vývojem. Integrace denního trhu s elektrickou energií mění tvář evropského obchodování s touto komoditou. Nové energetické zdroje zásadně ovlivňují jak trh samotný, tak i toky výkonů v síti a je tedy třeba počítat s jejich implementací. Politická rozhodnutí jako je odstavení jaderných elektráren v Německu, budou v budoucnu hrát roli v tom, jak se energetická síť vypořádá s novou situací. Vzhledem k aktuálnosti tématu práce není možné zahrnout veškeré současné dění. Popisují tak stav, který se bude nadále rychle vyvíjet a je třeba počítat s faktem, že některé informace jsou již zastaralé.

4.1 Rozdělení Evropy do regionů

Vzhledem k velikosti evropského kontinentu bylo přistoupeno k jeho pomyslnému rozdělení do několika menších regionů. Toto rozdělení má smysl zejména pro budoucí rozvoj energetické sítě. Organizace ENTSO-E¹⁾ zpracovává regionální rozvojové plány, které analyzují stav sítě a poukazují na možné budoucí scénáře, které by mohly soustavu ohrozit. Dotčené státy tak mohou spolupracovat v rámci regionu efektivněji. V různých zdrojích se rozdělení může lišit, obrázek 4.1 tedy koresponduje s rozdělením organizace ENTSO-E.



Obrázek 4.1. Rozdělení oblastí Evropy. [5]

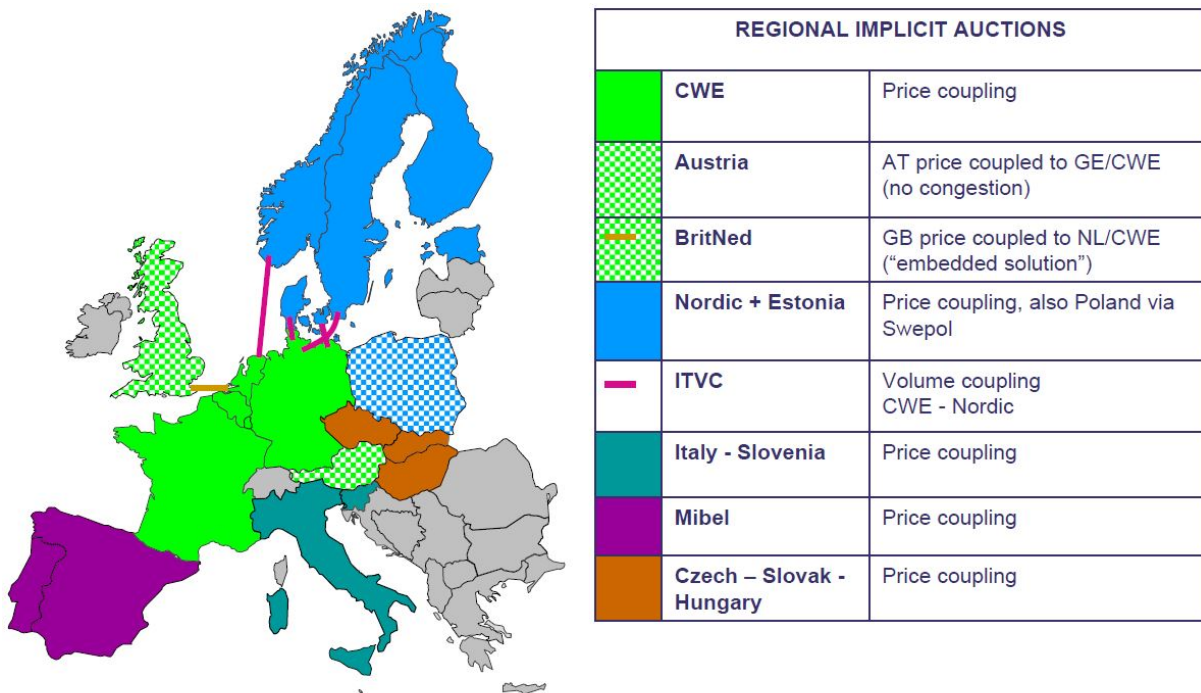
Regiony jsou označovány zpravidla velkými písmeny jako například CEE (Central East Europe). Ve zkratce uvedu, které státy patří do jednotlivých regionů:

¹⁾ Více o této organizaci v sekci 8.1.1.

- **CWE** – Central West Europe (*Rakousko, Belgie, Německo, Francie, Nizozemsko, Švýcarsko*)
- **CEE** – Central East Europe (*ČR, Maďarsko, Polsko, Rumunsko, Slovenská republika, Slovinsko*)
- **BI** – British Isles (*Velká Británie, Irsko*)
- **NE (NWE)** – Northern (West) Europe (*Dánsko, Estonsko, Finsko, Litva, Lotyšsko, Norsko, Švédsko*)
- **SWE** – South West Europe (*Španělsko, Portugalsko*)
- **CSE** – Central South Europe (*Itálie*)
- **SEE** – South East Europe (*Řecko*)

4.2 Energetické trhy a burzy

V Evropě působí burzy v současné době na nadnárodní úrovni. Velká část z nich již také úzce spolupracuje a jsou integrovány na denním trhu. Na obrázku 4.2 jsou znázorněny státy, které jsou zahrnuty v nějaké formě integrace. Zachycený stav je stav pochází z října roku 2012. Dále se věnuji jednotlivým integrovaným oblastem a vývoji, který proběhl do prvního čtvrtletí roku 2014.



Obrázek 4.2. Integrace trhů s elektřinou (říjen 2012). ¹⁾

¹⁾ A. Claxton (APX ENDEX), Market Coupling in Europe - presentation

■ 4.2.1 Price Coupling of Regions (PCR)

Price Coupling of Regions je iniciativa sedmi evropských energetických burz¹⁾. Jejím výsledkem je vývoj jednotného modelu price coupling, který slouží pro výpočet cen elektrické energie a alokaci přeshraničních kapacit pro denní trh v Evropě. Zavedení tohoto jednotného řešení je základním kamenem jednotného evropského trhu s elektrickou energií. V současnosti je PCR zaveden na burzách pokrývajících 80% obchodu s elektrickou energií v Evropě. V následujících odstavcích uvádím, kde a kdy došlo k integraci pomocí tohoto algoritmu²⁾.

■ 4.2.2 NordPoolSpot

Burza Nord Pool Spot je největší energetickou burzou Evropy. Organizuje vnitrodenní i denní trh a svou činností pokrývá obchod s elektrickou energií na celém skandinávském poloostrově, Dánsku, Litvě a Estonsku. Za rok 2013 měla burza obrát 493 TWh elektrické energie³⁾. Nord Pool Spot byl založen na bázi market splitting. Od roku 2010 se k Nord Poolu připojilo Polsko přes SwePol Link – HVDC⁴⁾ kabel, pomocí price couplingu. V únoru roku 2014 pak byl završen projekt propojení ITVC tím, že byl Nord Pool na základě algoritmu PCR propojen s regionem CWE do integrované oblasti NWE (více v sekci 4.2.6).

■ 4.2.3 CWE

Integrace denního trhu v regionu Central Western Europe započala v roce 2006, kdy byly na bázi market couplingu propojeny území Francie, Belgie a Nizozemí. V roce 2010 se pak těmito třem zemím připojily další dvě – Německo a Lucembursko. Do tohoto couplingu můžeme zařadit i Rakousko. Vzhledem k historickým okolnostem není mezi Německem a Rakouskem omezená přeshraniční kapacita a obě země působí na trhu s elektřinou díky jejich integraci jako jeden celek. Energetické burzy pokrývající území CWE jsou APX-Endex, Belpex a EPEX-SPOT. V únoru 2014 byl tento region propojen s Nord Pool za vzniku NWE (více v sekci 4.2.6).

■ 4.2.4 Itálie - Slovinsko

Price coupling těchto dvou států byl spuštěn dne 31. 12. 2010 na první den dodávky 1. 1. 2011. Dle posledních zpráv⁵⁾ by i tento region měl implementovat řešení PCR do konce roku 2014 a být tak připraven na připojení do jednotného evropského trhu.

■ 4.2.5 SWE

Region South West Europe pokrývá státy Portugalsko, Španělsko a Francie. Původní coupling Portugalska a Španělska – MIBEL, byl rozšířen o španělsko-francouzskou hranici z důvodu další integrace s regionem CWE. Od 4. 2. 2014 běží trh na stejném algoritmu jako spojený region Nord Pool a CWE. K připojení SWE do NWE couplingu došlo dne 13.5.2013⁶⁾.

¹⁾ www.apxgroup.com/services/research-projects/pcr

²⁾ Detailní popis algoritmu je dostupný z: <http://www.belpex.be/wp-content/uploads/Euphemia-public-description-Nov-2013.pdf>

³⁾ www.nordpoolspot.com

⁴⁾ High Voltage Direct Current – Vysokonapěťový využívající stejnosměrného proudu.

⁵⁾ Successful operation of PCR solution - power exchanges focus on pan-european power market dostupný z: www.apxgroup.com/press-releases

⁶⁾ Launch of full SWE coupling on 13 May 2014, dostupné z: www.apxgroup.com/press-releases

4.2.6 NWE

North Western European price coupling byl spuštěn dne 4. 2. 2014¹⁾). Je společným dílem 13 provozovatelů přenosových soustav a představuje největší krok vstříc jednotnému evropskému trhu s elektrickou energií. Projekt pokrývá regiony Nord Pool, CWE a také SWE a umožňuje tak obchodování na denním trhu s elektřinou na základě principu PCR napříč Evropou – od Španělska po Finsko²⁾).

4.3 CZ-SK-HU Market coupling

Česko-slovensko-maďarský market coupling vznikal postupně. K propojení českého a slovenského denního trhu došlo k 1. 9. 2009. Specifikem této spolupráce je, že přeshraniční kapacity mezi těmito státy jsou na výši, na které v zásadě neovlivňují obchod s elektrickou energií³⁾). Logickým důvodem této situace je, že oba státy do roku 1993 byly státem jediným a tudíž se energetická soustava budovala dohromady jako vnitrostátní. K připojení Maďarska došlo dne 11. 9. 2012, v tomto případě již neplatí tvrzení, že přenosové kapacity v celé oblasti jsou dostatečné. Maďarský denní trh tedy vykazuje silnou korelaci s CZ-SK cenou elektrické energie, v některých hodinách jsou ale ceny odlišné z důvodu vyčerpání přeshraniční kapacity. Podobnější analýzu tohoto trhu provádím v kapitole 6. Organizaci trhu zajišťují národní burzy OTE⁴⁾(ČR), OKTE (SR) a HUPX (Maďarsko).



Obrázek 4.3. CZ-SK-HU Market coupling.

Jelikož propojení česko-slovensko-maďarského denního trhu vykazuje jednoznačný pozitivní přínos pro účastníky trhu s elektrickou energií, bylo dne 11. 7. 2013 podepsáno Memorandum o porozumění a spolupráci na přistoupení Rumunska a Polska k tomuto trhu⁵⁾). V současné době se plánuje připojení rumunského denního trhu a tedy spuštění tzv. 4M Market Couplingu od 11. 11. 2014. Spolu s připojením Rumunska proběhne implementace algoritmu PCR⁶⁾, které v budoucnu zajistí hladké propojení regionu k jednotnému evropskému trhu.

¹⁾ European power markets coupled Finland-France, dostupné z: www.energypost.eu

²⁾ Konkrétně v: Belgii, Dánsku, Estonsku, Finsku, Francii, Německu/Rakousku, Velké Británii, Lotyšsku, Litvě, Lucembursku, Nizozemí, Norsku, Polsku (přes SwePol Link), Portugalsku, Španělsku a Švédsku.

³⁾ K rozpojení a cenové diferenci na CZ-SK hranici dochází pouze velmi ojediněle.

⁴⁾ Ve spolupráci s pražskou energetickou burzou PXE.

⁵⁾ 4M Market Coupling, dostupné z: <http://www.ceps.cz/CZE/Cinnosti/Stranky/Default.aspx>

⁶⁾ OKTE, HUPX, OPCOM and EPEX SPOT to implement the PCR solution in the 4M MC project, dostupné z: www.epexspot.com

■ 4.3.1 Rumunský trh

Vzhledem k plánovanému připojení rumunského trhu do CZ+SK+HU Market Couplingu se v této sekci podrobněji zaměřím na aspekty tohoto trhu. V roce 2000 byla jediná společnost National Electrical Company rozdělena na výrobce elektřiny z uhelných elektráren SC Termoelectrica SA, výrobce z vodních elektráren SC Hidro-electrica, distributora elektrické energie SC Electrica SA a na provozovatele přenosové soustavy CN Transelectrica SA. Obchodování s elektřinou je v Rumunsku možné na denním trhu a od roku 2014 také nově kontinuálně na vnitrodenním trhu¹⁾). Rumunský operátor trhu OPCOM kromě těchto trhů rovněž organizuje trh se zelenými certifikáty, jeho vlastník společnost Transelectrica pak organizuje vyrovnávací trh. Pravděpodobně v souvislosti s myšlenkou propojení rumunského trhu s CZ+SK+HU bylo potřeba odstranit pravidla, odporující volnému trhu, kterého chce EU dosáhnout. V tomto případě šlo zejména o zrušení²⁾ exportních poplatků, které byly vybírány za prodej elektřiny do zahraničí. Dále pak bylo oznámeno³⁾ zrušení kogenerační daně pro exportéry elektrické energie.

Energetický mix Rumunska je následující: nejvyšší podíl instalovaného výkonu mají vodní elektrárny spolu s elektrárnami uhelnými, dále pak elektrárny jaderné, plynové a ostatní. Obecně je Rumunsko exportérem elektrické energie, ovšem tento fakt velice ovlivňuje počasí. Spolu s ne příliš dobře predikovatelnými zdroji, jako jsou fotovoltaické elektrárny, se setkáváme nejen v Rumunsku, ale i v ostatních zemích Evropy. Tyto elektrárny jsou v současnosti jakýmsi trendem. V rumunském případě však hrají zajímavou roli vodní elektrárny, které jsou závislé zejména na srážkách. Jejich instalovaný výkon v Rumunsku tvoří 36% z celkového instalovaného výkonu. Proto se domnívám, že vyšší cena elektřiny v letních měsících může být způsobena nedostatkem výrobní kapacity právě z levně produkujících vodních elektráren, které trpí nedostatkem srážek. Rumunský export závisí především na tomto typu zdroje⁴⁾.

Stejně jako většina evropských států se Rumunsko rozhodlo podporovat obnovitelné zdroje energie (OZE). A to systémem zelených certifikátů, které dostávají výrobci za každou vyrobenou MWh z OZE. S těmito certifikáty poté mohou obchodovat a prodávat je výrobcům, kteří nesplňují například emisní normy. Obchodovat mohou buď na maďarské burze OPCOM nebo pomocí bilaterálních smluv. Zároveň je nastavena minimální a maximální prodejní cena těchto certifikátů a to 27 a 55 EUR⁵⁾). Dále pak výrobce získává tržní cenu za energii dodanou do sítě. Podobně jako mnohé ostatní země nastavilo Rumunsko podporu velmi štědře a původně výrobce dostával 6 certifikátů za MWh, nyní se však vláda snaží zmírnit důsledky této podpory a snížila podporu na 3 certifikáty⁶⁾ za MWh. Tento krok má zásadní vliv například pro ČEZ, který v Rumunsku provozuje obrovský větrný park (600MW).

Za zmínku také stojí fakt, že dle dokumentu⁷⁾ zpracovaného slovenskou ambasádou v Bukurešti je 30% tepelných elektráren starších 30 let a jejich obnova bude vyžadovat nemalé investice. Dlouhodobě totiž vyrábí elektřinu s mnohem vyššími náklady než elektrárny nové. Rumunská vláda se také zabývá stavbou nové jaderné elektrárny, která by měla nahradit dosluhující výrobní zdroje. Zajímavostí je, že současná jaderná elek-

¹⁾ <http://www.opcom.ro/pp/home.php>

²⁾ Romania's energy regulator, removed the transportation tariffs related to the import-export of electricity, dostupné z: www.balkans.com

³⁾ Romania plans to drop cogeneration tax on electricity exports, dostupné z: www.balkans.com

⁴⁾ Romania exports power as regional market grows, dostupné z: <http://monitorglobaloutlook.com>

⁵⁾ Systém podpory v Rumunsku, dostupné z: www.profitenergy.cz

⁶⁾ Rumunsko radikálně krotí solární boom, dostupné z: www.solarninovinky.cz

⁷⁾ Energy News - Tepelné elektrárny v Rumunsku, dostupné z: <http://www.mzv.sk>

trárna Cerna Voda má 5 bloků, z nichž pouze dva jsou v provozu. Jeden od roku 1996, druhý od roku 2007. U dalších dvou bloků se stát snaží o jejich dostavbu a pátý blok již pravděpodobně nikdy dostavěn nebude. Dále pak i stáří přenosové soustavy není ideální, jelikož 65% soustavy již podléhá vysokému stavu degradace.

4.3.2 Přehled účastníků trhu

V tabulce na obrázku 4.4 uvádím jednotlivé zástupce přenosových soustav, operátorů trhu a regulačních orgánů pro země budoucího CZ-SK-HU-RO Market couplingu.

	Provozovatel přenosové soustavy	Operátor trhu	Energetický regulátor
Česká republika	ČEPS www.ceps.cz	OTE ČR www.ote-cr.cz	ERÚ www.eru.cz
Slovenská republika	SEPS www.sepsas.sk	OKTE www.okte.sk	ÚRSO www.urso.gov.sk
Maďarsko	MAVIR www.mavir.hu	HUPX www.hupx.hu	MEKH www.mekh.hu
Rumunsko	Transelectrica www.transelectrica.ro	OPCOM www.opcom.ro	ANRE www.anre.ro

Obrázek 4.4. Přehled účastníků trhu v CZ-SK-HU-RO.

4.3.3 Porovnání v číslech

V tabulce na obrázku 4.5 jsou v číslech vyjádřeny množství zobchodované energie na jednotlivých trzích. Hodnoty jsem čerpal z výročních zpráv společností OTE, OKTE, HUPX a OPCOM pro rok 2012, jelikož zprávy pro rok 2013 nebyly do května 2014 publikovány. Vzhledem k vývoji situace na trhu od roku 2012 má tato tabulka pouze ilustrativní charakter a hodnoty pro rok 2013 budou, dle mého názoru, rozdílné. Zejména z důvodu růstu těchto trhů a také z důvodu, že v roce 2012 došlo ke spojení CZ-SK s HU až ve čtvrtém čtvrtletí, tudíž propojení oblasti CZ-SK-HU ovlivnilo data pouze ve třech měsících z celého roku.

2012	Denní trh	Vnitrodenní trh
	GWh	
CZ	10971,0	328,0
SK	8473,9	x
HU	6321,8	x
RO	10718,2	7,4

Obrázek 4.5. Zobchodované množství v CZ, SK, HU a RO.

Kapitola 5

Model dvoustranné aukce elektrické energie

Vzhledem k časové náročnosti výpočtu cen jsem přistoupil k tvorbě modelu, který dokáže velké množství dat zpracovat v mnohem kratším čase. K vytvoření byl použit MS Excel a makra pomocí jazyka Visual Basic. Na denním trhu se využívá ocenění elektrické energie formou dvoustranné aukce, kdy nabízející tvoří svým chováním nabídkovou křivku a poptávající tvoří křivku poptávkovou.

Vzhledem ke složitosti možností na denním trhu s elektřinou, jsem přijal následující zjednodušující předpoklady:

- Nabídky a poptávky nemají žádná další specifika (kromě množství a ceny). Znamená to zejména rozdělení blokových nabídek a poptávek na více než jednu hodinu, které jsou podmíněny uplatněním v každé hodině bloku.
- Ceny vypočtené modelem nikterak nezahrnují změnu chování účastníků trhu, ke které by mohlo dojít při modelových situacích. Zároveň při omezení a výpočtech nepočítám s možností, že by docházelo k přeshraničnímu obchodování s jinými oblastmi.

5.1 Formát vstupních dat

Použitá data byla stažena z webových stránek OTE a.s.¹⁾ – zde jsem čerpal veškerá data ke křivkám sesouhlasení pro ČR a dále pak výsledky CZ-SK-HU Market Couplingu. Data ke křivkám sesouhlasení pro Slovensko jsem získal z webových stránek slovenského operátora trhu OKTE²⁾. Data ke křivkám sesouhlasení pro Maďarsko se podařilo sehnat panu M. Palkovskému ze společnosti ČEPS a.s., za což mu ještě jednou velice děkuji.

Česká a slovenská data byla ve formě nabídek/poptávek – označených prodej/nákup - vždy pro vybrané datum a obchodní hodinu byla stanovena cena, množství a typ dané transakce. I přes fakt že probíhá propojení trhů, tak tyto údaje reflektují pouze transakce daného území. Je tedy možné sestavit křivky nabídek a poptávek pro jednotlivé státy.

Maďarská data se lišila formou a bohužel také obsahem. K určenému cenovému rozpětí byla zadána již kumulovaná hodnota nabídky a poptávky. Tato odlišnost ovšem není faktickým problémem, jde pouze o jiný styl zapisování dat a pomocí dalšího makra jsem byl schopen získat jednotlivé transakce tak jako v případě předchozím. Jistou komplikací tvořila skutečnost, že v datech byly již zakomponovány transakce z Market couplingu a nebylo tedy možné identifikovat nabídky a poptávky pouze pro Maďarsko. Z tohoto důvodu jsem nemohl realizovat svůj původní záměr analyzovat plánovaný market coupling CZ+SK+HU+RO. Přistoupil jsem tedy k analýze pouze CZ a SK.

¹⁾ www.ote-cr.cz

²⁾ www.isot.sk

Den	Hodina	Cena (EUR/MWh)	Nabízené množství (MWh)	Sesouhlasené množství (MWh)	Typ obchodu	Oblast
04.02.2013	1	-100,00	55,0	0,0	nákup	ČR
04.02.2013	1	6,00	75,0	0,0	nákup	ČR
04.02.2013	1	6,30	10,0	0,0	nákup	ČR
04.02.2013	1	6,76	50,0	0,0	nákup	ČR
04.02.2013	1	7,30	30,0	0,0	nákup	ČR
04.02.2013	1	45,90	1,0	0,0	prodej	ČR
04.02.2013	1	51,04	1,0	0,0	prodej	ČR
04.02.2013	1	57,26	1,0	0,0	prodej	ČR
04.02.2013	1	64,66	3,0	0,0	prodej	ČR
04.02.2013	1	66,14	1,0	0,0	prodej	ČR

Obrázek 5.1. Ukázka formátu vstupních dat pro ČR.

Deň dodávky	Hodina	Cena (EUR / MWh)	Ponúkané množstvo (MWh)	Spárované množstvo (MWh)	Typ obchodu	Oblasť
04.02.2013	1	29,8	2,7	2,7	nákup	SR
04.02.2013	1	50	2,5	2,5	nákup	SR
04.02.2013	1	80,1	7,5	7,5	nákup	SR
04.02.2013	1	99	10	10	nákup	SR
04.02.2013	1	101	1	1	nákup	SR
04.02.2013	1	-5	6,6	6,6	predaj	SR
04.02.2013	1	0	5	5	predaj	SR
04.02.2013	1	0,01	143,4	143,4	predaj	SR
04.02.2013	1	1	30	30	predaj	SR
04.02.2013	1	29,8	97,3	0	predaj	SR

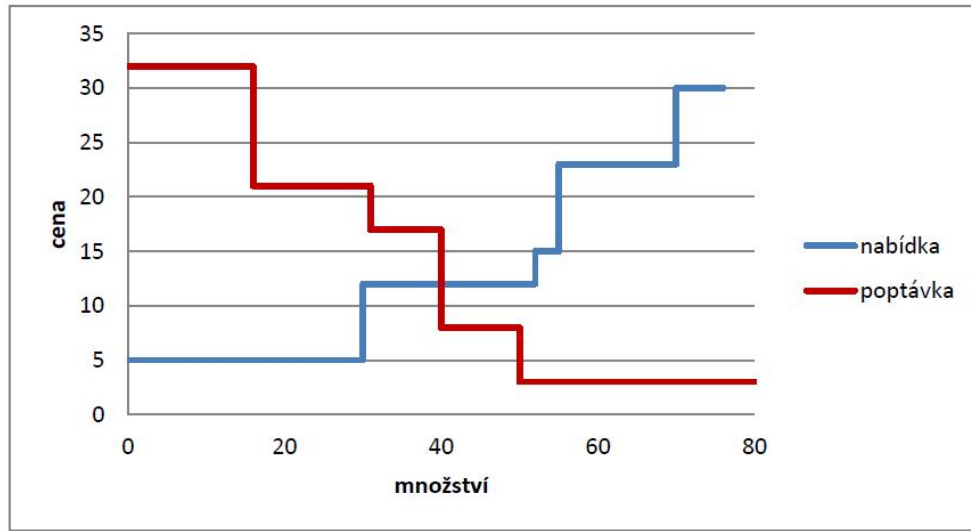
Obrázek 5.2. Ukázka formátu vstupních dat pro SR.

DeliveryDay	Hour	Region	Price	BuyVolume	SellVolume
04.02.2013	H01	HU	14,100	889,1	730,8
04.02.2013	H01	HU	14,600	879,0	730,8
04.02.2013	H01	HU	14,700	871,0	730,8
04.02.2013	H01	HU	14,900	866,9	730,8
04.02.2013	H01	HU	15,000	864,9	745,1
04.02.2013	H01	HU	15,100	859,9	799,8
04.02.2013	H01	HU	15,200	857,8	799,8
04.02.2013	H01	HU	15,300	849,8	799,8
04.02.2013	H01	HU	15,400	824,8	799,8
04.02.2013	H01	HU	15,500	824,8	818,8

Obrázek 5.3. Ukázka formátu vstupních dat pro Maďarsko.

5.2 Tvorba křivek nabídky a poptávky

Ke stanovení ceny elektřiny potřebujeme nalézt průsečík nabídkové a poptávkové křivky. Jelikož máme k dispozici jenom jednotlivé nabídky a poptávky, musíme z nich křivky teprve vytvořit. Výsledné křivky budou mít podobu schodů a budou vypadat následujícím způsobem:



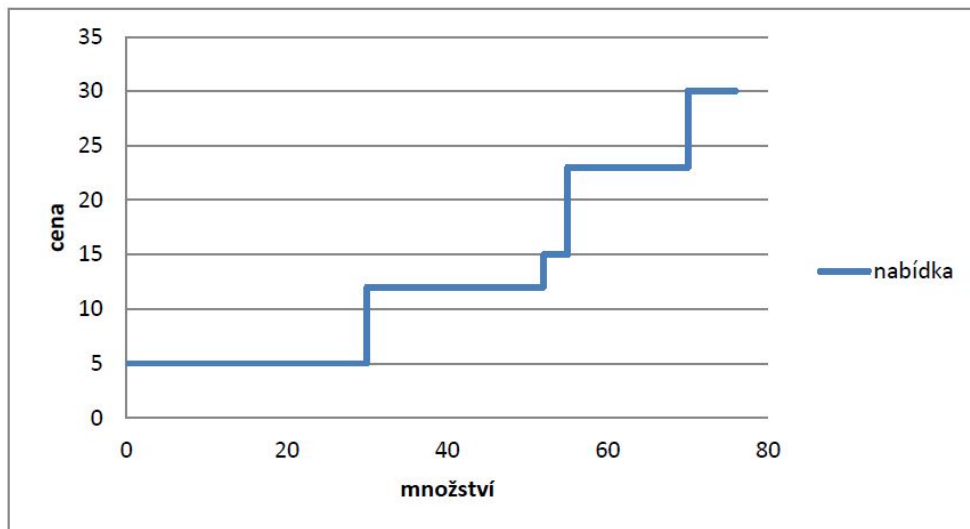
Obrázek 5.4. Křivky nabídky a poptávky.

5.2.1 Nabídková křivka

Nabídková křivka se řídí zákonem nabídky [6], s rostoucí cenou jsou prodávající ochotni prodat větší množství – do obchodu se zapojují prodávající s vyššími náklady. Pokud si tedy seřadíme nabídky dle ceny od nejnižší po nejvyšší, můžeme v tomto pořadí také začít kumulovat množství jednotlivých nabídek a tvořit tak základ pro nabídkovou křivku. Detailní postup je na obrázku 5.5 – na začátku vidíme jednotlivé nabídky, v 1. kroku je seřadíme dle ceny a v dalších krocích kumulujeme nabízené množství.

cena	množství		cena	množství		cena	množství	kumulované množství		cena	množství	kumulované množství
30	6		5	30		5	30	30		5	30	30
15	3		12	22		12	22	=30+22		12	22	52
23	15		15	3		15	3	=30+22+3		15	3	55
5	30		23	15		23	15	=30+22+3+15		23	15	70
12	22		30	6		30	6	=30+22+3+15+6		30	6	76

Obrázek 5.5. Výpočet dat pro nabídkovou křivku.



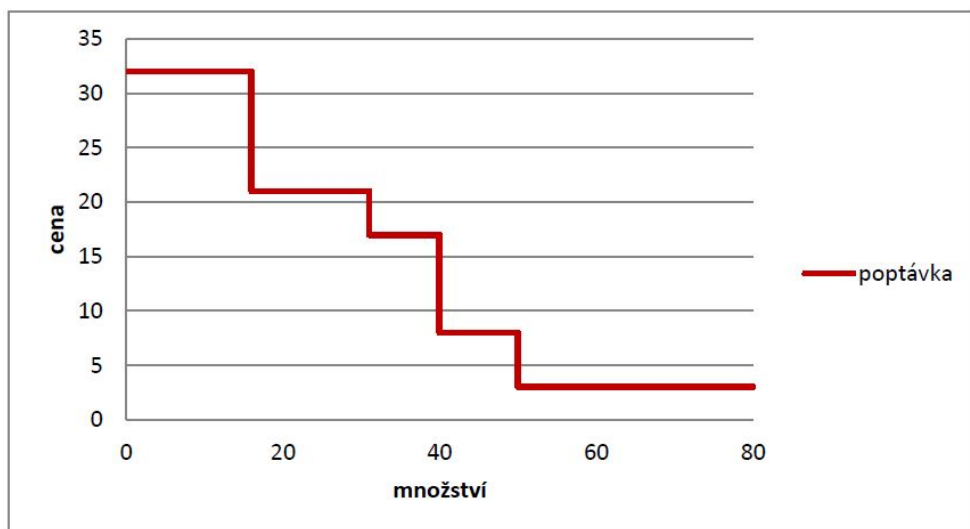
Obrázek 5.6. Výsledná nabídková křivka.

5.2.2 Poptávková křivka

Poptávková křivka se řídí zákonem poptávky [6], s klesající cenou jsou kupující ochotni nakoupit větší množství – do obchodu se zapojují kupující s menšími finančními prostředky. Kumulace množství tedy probíhá v tomto případě od nejvyšší ceny, kdy jsou kupující ochotni nakoupit nejmenší množství. Detailní postup je obdobný tvorbě nabídkové křivky a je uveden na obrázku 5.7.

cena	množství		cena	množství		cena	množství	kumulované množství	cena	množství	kumulované množství
32	16	→	32	16	→	32	16	16	32	16	16
17	9		21	15		21	15	=16+15	21	15	31
21	15		17	9		17	9	=16+15+9	17	9	40
3	30		8	10		8	10	=16+15+9+10	8	10	50
8	10		3	30		3	30	=16+15+9+10+30	3	30	80

Obrázek 5.7. Výpočet dat pro poptávkovou křivku.



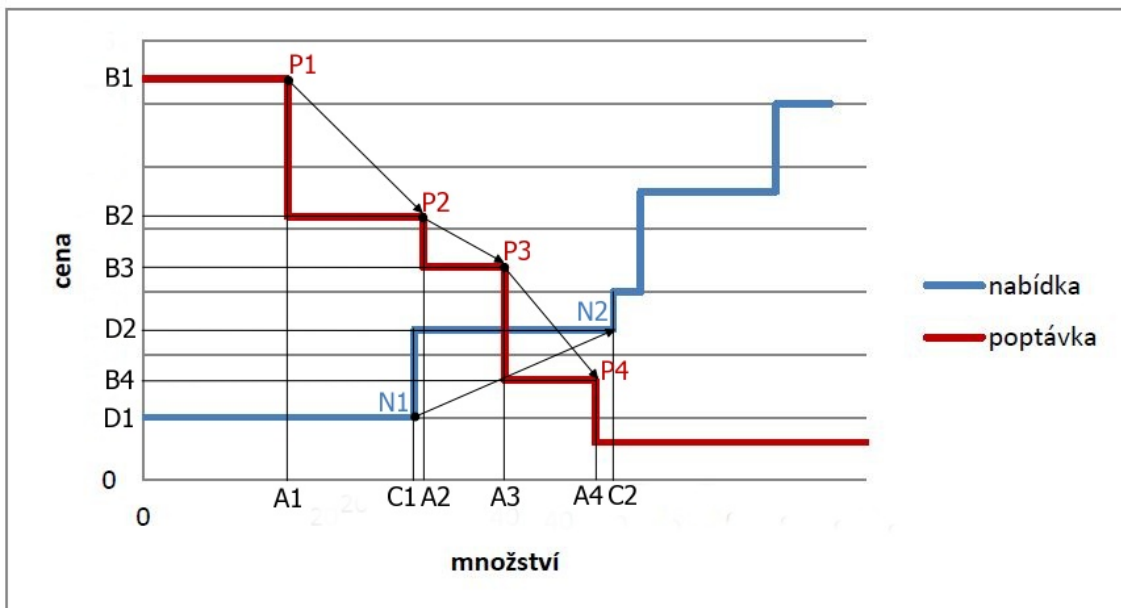
Obrázek 5.8. Výsledná poptávková křivka.

5.2.3 Nalezení nabídek a poptávek z křivek

V případě maďarských dat máme body křivek již dány a pro zpřehlednění můžeme vyloučit data, která jsou nadbytečná. Jde o řádky, ve kterých se nemění ani nabídka ani poptávka a jejich účel v datech má předpokládám pouze estetický charakter. Poté můžeme reverzně k tvoření křivky z těchto dat vydolovat jednotlivé nabídky a poptávky. Tato data potřebujeme pro potřeby ověření modelu.

5.3 Hledání průsečíku křivek

Při hledání výsledné ceny a množství bylo použito následující metody. Všechny body jsou seřazeny - poptávkové od nejvyšší ceny po nejnižší, nabídkové od nejnižší ceny po nejvyšší. Každý bod je označen P (poptávka) nebo N (nabídka) a indexem od 1 do m kde m je počet bodů poptávky/nabídky. Každý bod charakterizují dvě veličiny – množství a cena, pro poptávku označené A a B , pro nabídku C a D . Máme tedy dvě množiny bodů $P_p[A_p, B_p]$ a $N_n[C_n, D_n]$ kde $1 < p < m_p$ a $1 < n < m_n$. Za předpokladu, že trh není nijak deformován a křivky poptávky a nabídky mají svůj typický průběh, můžeme přejít k hledání průsečíku. Vytvořený obrázek 5.9, by měl pomoci pochopit průběh celého postupu.



Obrázek 5.9. Hledání průsečíku.

První podmínkou hledání je, že cena aktuálního bodu poptávky je vyšší než cena aktuálního bodu nabídky, tedy že platí $B_p > D_n$. Ve výchozím stavu tedy musí platit, že $B_1 > D_1$, pokud tato podmínka není splněna, přestává algoritmus pracovat. Dále je zařazena podmínka, že aktuální bod není posledním bodem množiny, tedy pro index platí $p < m_p$ a $n < m_n$. Při splnění první skupiny podmínek algoritmus pokračuje porovnáním množství aktuálních dvou bodů. Mohou nastat dva případy:

- V prvním případě je množství poptávky nižší než množství nabídky, $A_p < C_n$. Proto dojde k přechodu na další bod poptávky, index p se zvětší o jedna, $p = p + 1$. Dále pracuje algoritmus znovu od začátku. (Tato situace je na obrázku zřetelná z přechodu bodu P_1 do bodu P_2 , protože $A_1 < C_1$)

- V druhém případě není množství poptávky nižší než množství nabídky, $A_p \geq C_n$. Proto dojde k přechodu na další bod nabídky, index n se zvětší o jedna, $n = n+1$. Dále pracuje algoritmus znovu od začátku. (Tato situace je na obrázku zřetelná z přechodu bodu N_1 do bodu N_2 , protože $A_2 > C_1$)

Po zastavení algoritmu z důvodu nesplnění počátečních podmínek dochází k vyhodnocení dat. Zastavit algoritmus mohou tedy dvě situace.

- Křivky nabídky a poptávky se neprotknou – v případě, že nejsou splněny podmínky že $p < m_p$ nebo, že $n < m_n$, algoritmus se zastavuje a hledání nemá žádný výsledek.
- Křivky se protknou, protože počáteční podmínka $B_p > D_n$ přestala platit a platí $B_p \leq D_n$ a existuje tak průsečík cen B a D . Následuje určení průsečíku – tedy určení ceny a množství.

V tomto bodě naposledy rozdělíme danou situaci do třech možností, ze kterých určíme výslednou cenu a množství.

- V prvním případě platí $B_p = D_n$ a tedy křivky se protknou v jedné cenové hladině. V tom případě známe výslednou cenu $P = B_p = D_n$ a zbývá určit zobchodované množství. V tomto modelu jsem vycházel z předpokladu, že zobchodované množství = množství, ve kterém se křivky nabídky a poptávky protknou nejdříve, je možné předpokládat i opak. Myslím si, že vzhledem k ojedinělému výskytu této situace není podstatné, jakým způsobem je množství určeno a na výsledky to bude mít zanedbatelný vliv.
- V dalších dvou případech platí $B_p < D_n$ a že tedy existuje pouze jeden průsečík¹⁾. Tento průsečík lze nalézt z poloh bodů, které předcházely před okamžikem nesplnění počáteční podmínky.
 - Výsledná cena $P = B_p$ a výsledné množství $Q = C_{(n-1)}$, pokud $A_{(p-1)} < C_{(n-1)}$
 - Výsledná cena $P = D_n$ a výsledné množství $Q = A_{(p-1)}$, pokud $A_{(p-1)} \geq C_{(n-1)}$ (Tento případ je uveden na obrázku 5.9, kdy $A_3 > C_1$ a tudíž $P = D_2$ a $Q = A_3$.)

5.4 Ověření funkčnosti modelu

Ověření vytvořeného makra v MS Excel jsem provedl pomocí maďarských dat. Popis dat je v sekci 5.1. Vzhledem k formátu vstupních dat jsem nejdříve přistoupil k rozklíčování jednotlivých nabídek a poptávek reverzním způsobem pro tvorbu křivek. Měl jsem tedy k dispozici veškeré nabídky a poptávky pro oblast Maďarska. Tyto data jsem poté zpracoval pomocí uvedené metodiky. Výsledkem byly ceny a množství zobchodovaná v jednotlivých obchodních hodinách. Tyto ceny jsem následně porovnal s cenami z webových stránek maďarské burzy HUPX²⁾. Porovnání jsem provedl pro jednotlivé hodiny týdne 4. – 10. 2. 2013. V příložené tabulce na obrázku 5.10 je přehled odchylek vypočtených cen pomocí MS Excel a skutečných cen, které v daných hodinách platily na území Maďarska.

¹⁾ S jedinou výjimkou kdy se nabídka s poptávkou setkají v jedné množstevní hladině. V tomto případě model vypočte cenu dle přechodící situace jako hodnotu v jednom z krajních bodů. Opět si myslím, že zabývat se touto situací je vzhledem k cílům mé práce zbytečné. Vliv vzniklé chyby je zanedbatelný.

²⁾ www.hupx.hu

	[EUR]	[MW]
průměrná odchylka	0,34	1,35
maximum	8,60	0,04
minimum	-0,14	-53,97
medián	0,03	0,00
průměrná hodnota veličin	42,47	823,33
odchylka [%]	0,80%	0,16%

Obrázek 5.10. Odchylky modelu.

Cílem tedy bylo ověřit funkčnost a správnost řešení hledání průsečíku křivek nabídky a poptávky a zjistit průměrnou odchylku uvedené metody od reálných výsledků. Spočtené průměrné odchylky jsou v případě cen 0,34 EUR/MWh a v případě množství 1,35 MW. Vztaženo na průměrné ceny a množství znamenají tyto odchylky chybu 0,8% a 0,16%. Tyto hodnoty jsou, dle mého názoru, vzhledem k zjednodušujícím předpokladům modelu přijatelné. Vyšší hodnoty maxima a minima odchylek jsou způsobeny právě situacemi, při nichž se křivky neprotínají v jediném bodě, ale ve více bodech, což popisují v předchozí sekci.

Kapitola 6

Cena elektřiny, bilance výroby a spotřeby elektřiny a struktura energetické sítě

Cena jakéhokoliv zboží má zásadní význam na chování trhu. Teoretické aspekty chování elektrické energie popisují v kapitole 2. Cena elektrické energie má tendenci mít velké výkyvy v závislosti na okolnostech a představuje tak pro investory v energetickém sektoru značné riziko. V druhé části této kapitoly proto analyzují, jaký reálný vliv na cenu má právě integrace trhů.

6.1 Toky elektrické energie v Evropě

V současnosti již neplatí, že si každý stát zajišťuje svoji energetickou soběstačnost. S otevřením trhu s elektrickou energií a možností obchodovat se vyprofilovaly v zásadě tři typy zemí – ty, které dokáží zajistit svoji spotřebu z vlastních zdrojů, dále ty země, u kterých výroba převyšuje spotřebu a elektrickou energii exportují do zemí, ve kterých naopak spotřeba převyšuje výrobu. Z tohoto důvodu sledujeme toky elektrické energie nejen v regionálním, ale i v celoevropském měřítku.

Na obrázku 6.1 sledujeme situaci za rok 2011. Světle fialově jsou označeny státy importní, modře státy exportní a tmavě fialově státy, které vyrobí elektřiny srovnatelně se svojí spotřebou. Toky elektrické energie jsou zde vyznačeny šipkami různých barev, dle velikosti toku. Modře jsou označeny výměny menší než 1 TWh, zeleně výměny do 5 TWh, oranžově výměny do 10 TWh a červeně výměny větší než 10 TWh za rok.

6.1.1 Exportní země

Mezi nejvýznamnější exportéry elektrické energie patří Francie, Norsko, Švédsko, ale i Česká republika. Pokud se na obrázku 6.1 zaměříme na Francii, tak vidíme, že na každém přeshraničním profilu exportuje přes 10TWh ročně. Exportní země jsou v současnosti schopny dlouhodobě vyrábět více elektrické energie, než potřebují pro vlastní spotřebu. Z krátkodobého hlediska bychom mohli zařadit mezi exportéry i země s vysokým instalovaným výkonem solárních a větrných elektráren. V případě, že tyto zdroje závislé na počasí produkují nečekané objemy energie, je nutné tuto energii exportovat do míst poptávky.

6.1.2 Importní země

Mezi importéry elektrické energie řadíme dle obrázku 6.1 Itálii, Velkou Británii, ale i Polsko, Maďarsko a pobaltské státy. Importní státy dováží elektrickou energii pro pokrytí své spotřeby z důvodu nedostatku (stabilních) zdrojů, nebo proto, že náklady na vlastní výrobu převyšují ceny importované elektřiny.

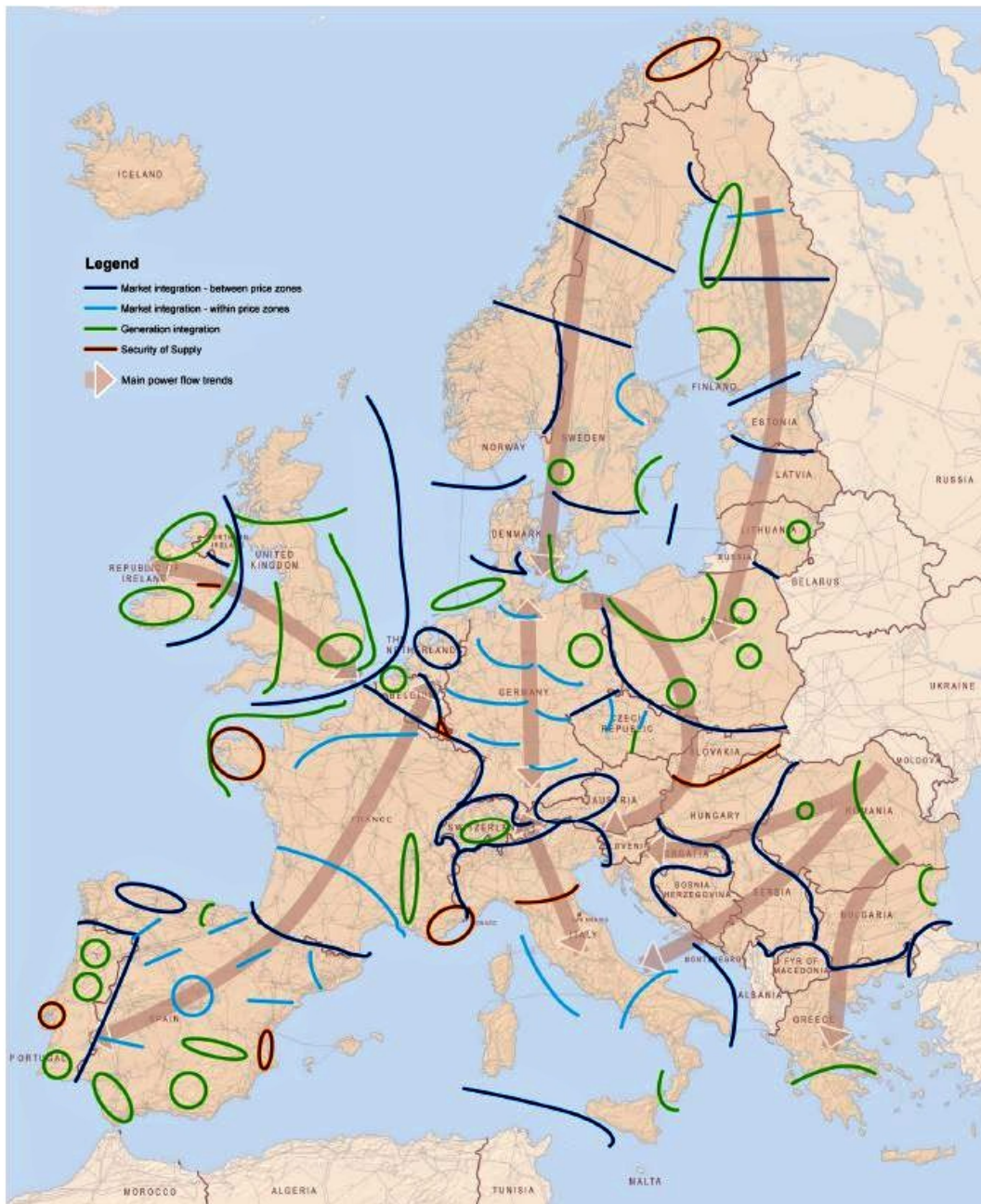


Obrázek 6.1. Toky elektrické energie v Evropě. [5]

6.2 Struktura energetické sítě

Jak jsem již zmínil, struktura evropské elektrizační soustavy není na takové výši, aby bylo možné na ní volně obchodovat v rámci celé Evropy. Tohoto bodu se ale snaží provozovatelé přenosových soustav a další instituce dosáhnout. Rozvoj energetické sítě, je ale velice komplikovaný a časově náročný proces. Nároky na elektrickou soustavu si žádají nové obnovitelné zdroje elektřiny, které v poslední době zažívají nevídaný boom. Také neustále vzrůstající spotřeba klade další nároky na soustavu.

Na dalším obrázku 6.2 se tedy seznámíme s úzkými místy evropské sítě, dle TYNDP společnosti ENTSO-E (více v sekci 8.1.1). Hnědo-červeně jsou naznačena místa, ve kterých by mohla být ohrožena bezpečnost dodávky. Dále jsou zde zeleně označena místa, kde je nutno rozvíjet elektrickou soustavu z důvodů připojení nových elektráren. Modře jsou pak vyznačena riziková místa spojená s novými potenciálními toky elektrické energie po propojení evropského trhu.



Obrázek 6.2. Úzká místa v soustavě. [5]

6.2.1 Kruhové toky

V části zabývající se strukturou energetické sítě nemohu nezmínit kruhové toky tzv. Loop-Flows. V kapitole 2 uvádím, že elektrická energie se rozlévá do sítě cestou nejmenšího odporu. Na trhu s elektrickou energií se pečlivě sledují všechny mezinárodní obchody, s cílem zamezit realizaci těch, které by ohrozily bezpečnost soustavy. Toto sledování ovšem neprobíhá u vnitrostátních přenosů. V případě, že přenosová soustava daného státu není dostatečná, teče elektrická energie soustavami ostatních států jakýmsi kruhem. Opět použiji příklad Německa, na kterém je problém nejzřetelnější. Německá přenosová soustava postrádá potřebné kapacity pro přenos výkonu ze severu na jih, proto tato energie teče ze severu Německa přes českou, případně polskou přenosovou soustavu zpět na jih Německa nebo do Rakouska, které je s Německem

spojeno v jednu obchodní zónu. Tento kruhový tok tak zatěžuje přenosové soustavy, které jsou pro něj pouze tranzitní, tím, že soustava na ně musí být připravena a musí kompenzovat jeho ztráty. V minulosti proběhlo několik snah o zpoplatnění těchto tranzitních přetoků ovšem bezvysledně. Proto se v současné době dotčení provozovatelé přenosových soustav uchylují ke krokům jako je stavba PST¹⁾, které jsou schopny změnit odpor vedení a zabránit tak nežádoucím tokům vstupu do soustavy. Toto řešení však není ideální, jelikož pouze odsouvá problém do jiné části soustavy. Z hlediska provozovatele přenosové soustavy je ale tento krok v současnosti jediným, jak chránit bezpečnost dodávek na svém území. [7]

6.3 Vliv Market Couplingu na ceny elektrické energie

Propojení trhů má svá nesporná pozitiva, zejména ve zvýšené likviditě trhu, snížení volatility cen a k jejich korelaci²⁾. V této sekci se zaměřuji na chování cen česko-slovensko-maďarského Market couplingu, zvláště pak na jejich difference v jednotlivých obchodních hodinách. Pro modelový případ pouze českého denního trhu a market couplingu České a Slovenské republiky analyzuji dopady stávajícího trhu na ceny elektrické energie.

6.3.1 CZ+SK+HU

K analýze cen stávajícího Market couplingu byla použita data z roční zprávy o denním trhu dostupná na stránkách OTE a.s.³⁾. V tabulce na obrázku 6.3 je přehled cen pro jednotlivá časová období v České a Slovenské republice a Maďarsku. Pro sezónní porovnání u ročních dat jsem přistoupil k následujícímu rozdělení:

- jaro (1. 3. 2013 - 31. 5. 2013)
- léto (1. 6. 2013 - 31. 8. 2013)
- podzim (1.9. 2013 - 30. 11. 2013)
- zima (1.1. 2013 - 28. 2. 2013 a 1. 12. 2013 - 31. 12. 2013)

	Průměrná cena [EUR/MWh]		
	CZ	SK	HU
rok	36,74	37,19	42,34
jaro	34,00	34,00	34,24
léto	34,01	35,30	42,10
podzim	39,00	39,53	46,09
zima	40,03	40,03	47,07

Obrázek 6.3. Přehled cen CZ+SK+HU.

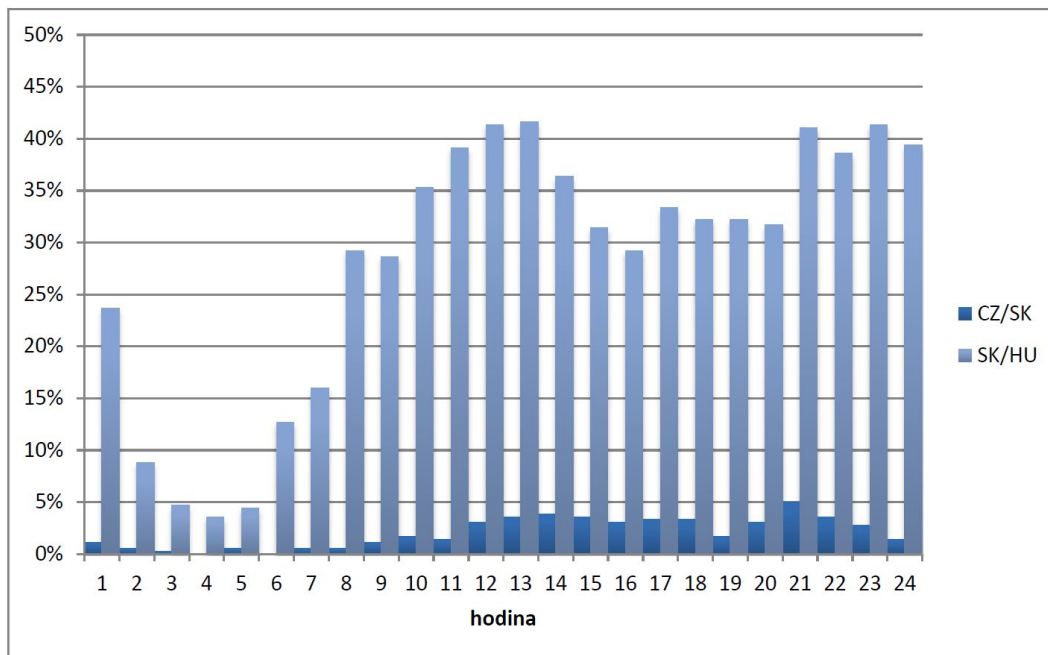
Hodnoty uvedené v tabulce potvrzují předpoklady pro propojené trhy. Průměrné ceny pro Českou a Slovenskou republiku jsou velice podobné (v případě jarního a zimního období dokonce identické), tento fakt je dán dostatečnou přeshraniční kapacitou mezi těmito státy, jak již bylo zmíněno. Maďarské ceny jsou z důvodu nedostatečné přenosové kapacity vyšší, ovšem korelují spolu s ostatními – všechny ceny společně rostou.

Následující dva grafy ukazují procentní výskyt a průměrnou hodnotu cenové difference mezi jednotlivými státy. Pro popis jsem zvolil rozdělení do jednotlivých obchodních hodin, tak aby bylo patrné, kdy dochází k nejčastějšímu vyčerpání přeshraniční kapacity a vzniku rozdílné ceny.

¹⁾ Phase Shift Transtormator

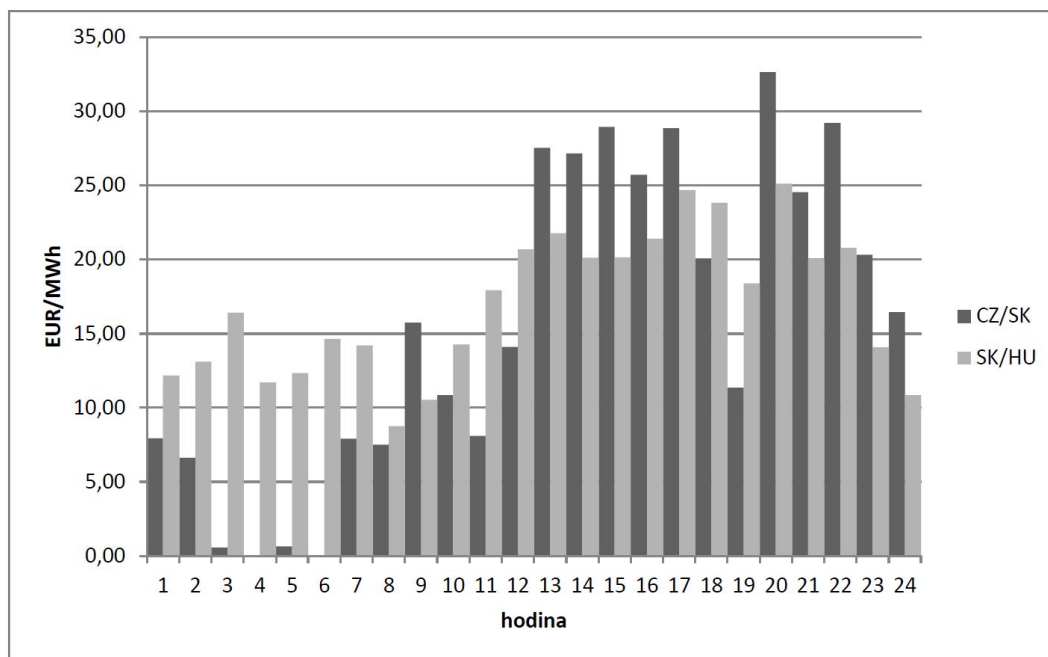
²⁾ I. Chemišinec, P. Rodryč, J. Červeňanská, J. Kubinec - Česko-slovenský MC - magazín PRO-ENERGY

³⁾ www.ote-cr.cz



Obrázek 6.4. Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách.

Z grafu na obrázku 6.4 můžeme vysledovat procentní výskyt cenových diferencí v jednotlivých obchodních hodinách v průběhu celého roku. Zejména z údajů pro Slovenskou republiku a Maďarsko (SK/HU) jsou patrné dvě denní špičky – polední a večerní, kdy je obecně spotřeba elektrické energie nejvyšší. V těchto obdobích dochází k cenové diferencii až ve 35-40% případů. Popisovaný trend je sice méně patrný, ale též rozpoznatelný na situaci České a Slovenské republiky, kde též dochází k vyššímu výskytu cenových diferencí v obdobích přes den mezi 10. a 14. a večer mezi 20. a 24. hodinou. Naopak k sesouhlasení cen ve více jak 95% případů dochází ve 3., 4. a 5. hodině.



Obrázek 6.5. Graf průměrné velikosti cenové diference v jednotlivých hodinách.

Průměrná cenová diference z grafu na obrázku 6.5 se částečně podobá grafu procentního využití. Opět zde pozorujeme dvě denní špičky. Z grafu je patrné, že průměrná cenová diference v případě hranice CZ/SK se během 20. hodiny může vyšplhat až za hranici 30 EUR/MWh a během špičky jsou cenové diference vyšší než na hranici SK/HU.

Z výše uvedených grafů lze učinit závěr, že výskyt cenové diference a její velikost je závislý na denní době a nejvyšší hodnoty jsou zaznamenávány v době polední a večerní špičky. Dále pak, že k cenovým diferencím dochází výrazně častěji na profilu SK/HU což je také důvodem znatelného rozdílu maďarských cen v tabulce na obrázku 6.3 od cen v ČR a SR. Pokud však dojde k vyčerpání kapacity na hranicích CZ/SK, je průměrná cenová diference na tomto profilu vyšší v obdobích, kdy spotřeba elektrické energie dosahuje svých denních maxim, ve srovnání s druhým přeshraničním profilem.

Ze souboru dat byly vyjmuty dva dny, ve kterých dochází ke změnám na letní a zimní čas. Dny mají 23 a 25 obchodních hodin a interpretace dat by byla příliš složitá. Konkrétně jde o 31. 3. a 27. 10. 2013.

Průběh grafů je ovlivňován sezónním vlivem. Například z důvodu odlišných energetických mixů jednotlivých států a z důvodu odlišné spotřeby elektrické energie. V příloze A.1 proto uvádím grafy procentního výskytu cenové diference pro jednotlivá roční období.

6.3.2 Modelový případ Market Coupling

Z důvodu absence rumunských dat jsem musel přistoupit k analýze jiné situace než byl můj původní záměr. V modelovém případě tedy zkoumám dopady současného trhu na ceny elektrické energie v ČR. Pomocí modelu dvoustranné aukce popsaného v kapitole 5 jsem vypočetl ceny elektrické energie pro dvě situace.

- CZ (MC-CZ) – V tomto modelu porovnávám cenu elektrické energie, která by platila na denním trhu pouze pro Českou republiku v případě, že by neprobíhal market coupling a obchodování s žádným jiným státem. Budu tedy zkoumat vliv propojení českého trhu s trhy ostatních zemí.
- CZ+SK (MC-(CZ+SK)) – V tomto modelu porovnávám cenu elektrické energie, která by platila na denním trhu v případě market couplingu pouze České a Slovenské republiky a obchodování by probíhalo jen mezi těmito dvěma státy. V tomto případě tedy je patrný vliv maďarského trhu na ceny elektřiny v ČR a SR.

Výpočet byl v tomto případě proveden pro 4 týdny z roku 2013 z důvodu časové náročnosti. Týdny byly vybrány tak, aby respektovaly jednotlivá roční období a tak i různé situace na trhu. Konkrétní data jsou následující:

- jaro – 13. – 19. 5. 2013
- léto – 19. – 25. 8. 2013
- podzim – 14. – 20. 10. 2013
- zima – 4. – 10. 2. 2013

V následující tabulce (na obrázku 6.6) uvádím průměrné ceny v časových obdobích pro jednotlivé situace. MC je označen reálný stav a je na něm zachycena cena elektrické energie pro ČR a označení CZ a CZ+SK nesou teoretické modely.

	Průměrná cena [EUR/MWh]		
	MC	CZ	CZ+SK
rok	36,95	37,61	36,38
jaro	27,47	40,56	39,20
léto	41,18	41,95	40,69
podzim	38,76	38,66	37,36
zima	40,42	40,56	39,20

Obrázek 6.6. Ceny v modelových situacích.

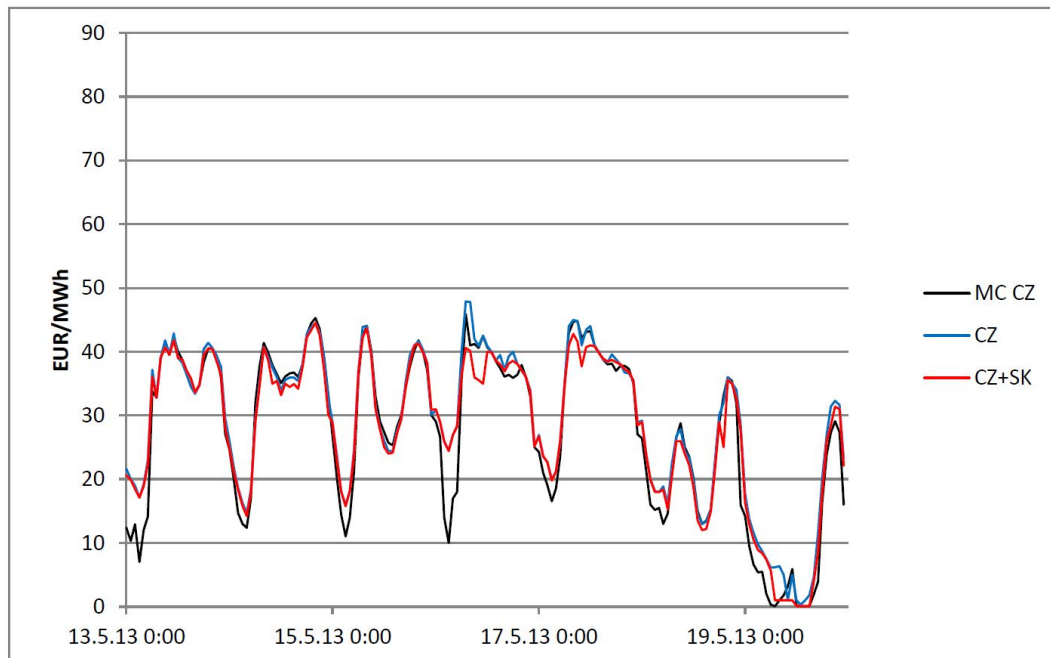
Z tabulky můžeme vyčíst výši ceny a odvodit tak vliv modelových případů. Obecně tedy za výše uvedených přijatých předpokladů je patrné, že v případě obou modelů, by cena elektřiny byla vyšší zejména v jarním období, v ostatních obdobích by byla srovnatelná s cenou skutečnou. Celkově nejnižší průměrnou roční cenu vykazuje model CZ+SK, následovaný stávající cenou a nejvyšší cenu vykazuje model CZ.

	Cenová diference [EUR/MWh]			
	Průměrná	Maximální	Minimální	Medián
MC-CZ				
rok	-0,652	17,9	-14,43	-0,195
jaro	-1,792	2,85	-14,43	-0,835
léto	-0,768	1	-6	-0,51
podzim	0,094	17,9	-9,9	0,17
zima	-0,143	10,26	-9,39	0
MC-(CZ+SK)				
rok	0,574	14,86	-14,43	0,58
jaro	-0,806	8,13	-14,43	0
léto	0,488	2,51	-1	0,435
podzim	1,400	9,4	-1,23	1
zima	1,213	14,86	-7,67	0,98

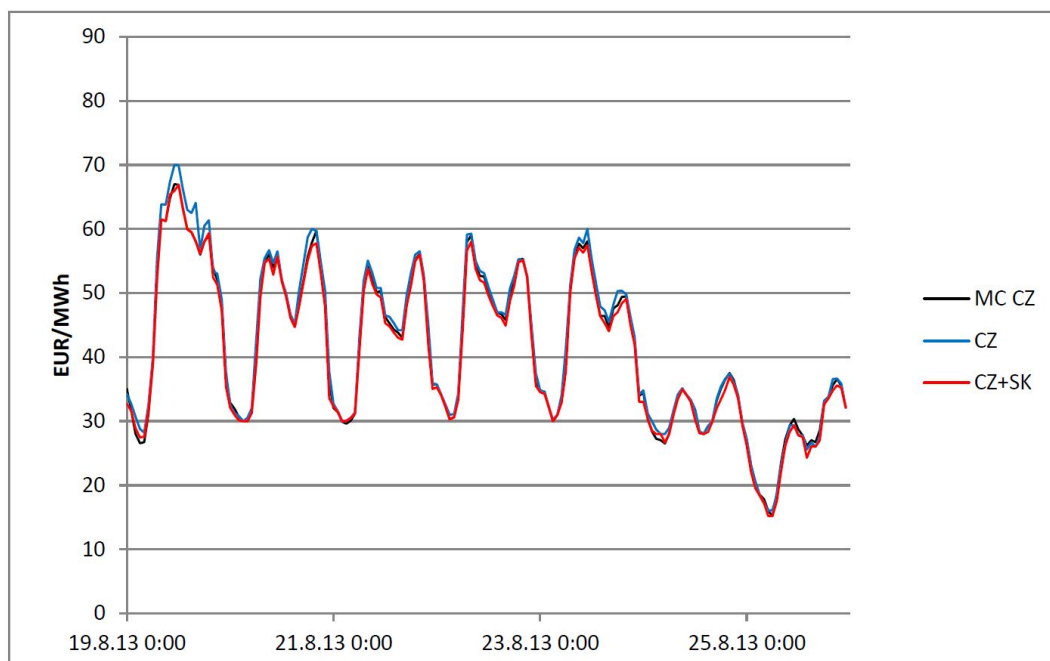
Obrázek 6.7. Cenové diference pro modelové situace.

Cenové diference jsou analyzovány v další tabulce (obrázek 6.7). Průměrná cenová diference pro model CZ je $-0,652$ EUR/MWh což znamená, že v tomto případě by cena pro ČR byla v průměru o tuto hodnotu vyšší, než je tomu na současném trhu. Průměrná cenová diference pro model CZ-SK je $0,574$ EUR/MWh, což naopak naznačuje, že v tomto případě by cena elektrické energie byla průměrně o tuto hodnotu nižší, než je tomu v současnosti. Z ostatních hodnot je zejména zajímavé sledovat maximální a minimální cenové diference, které se v případě MC rovnají hodnotám $17,9$ a $-14,43$ EUR/MWh a v případě CZ+SK se rovnají hodnotám $14,86$ a $-14,43$ EUR/MWh. Vzhledem k tomu, že celkové průměrné ceny by se nezměnily více než o 1 EUR/MWh, ale jednotlivé diference kolísají v intervalu hodnot -15 a 15 EUR/MWh si myslím, že je možné potvrdit předpoklad, že propojení trhu snižuje volatilitu cen elektrické energie.

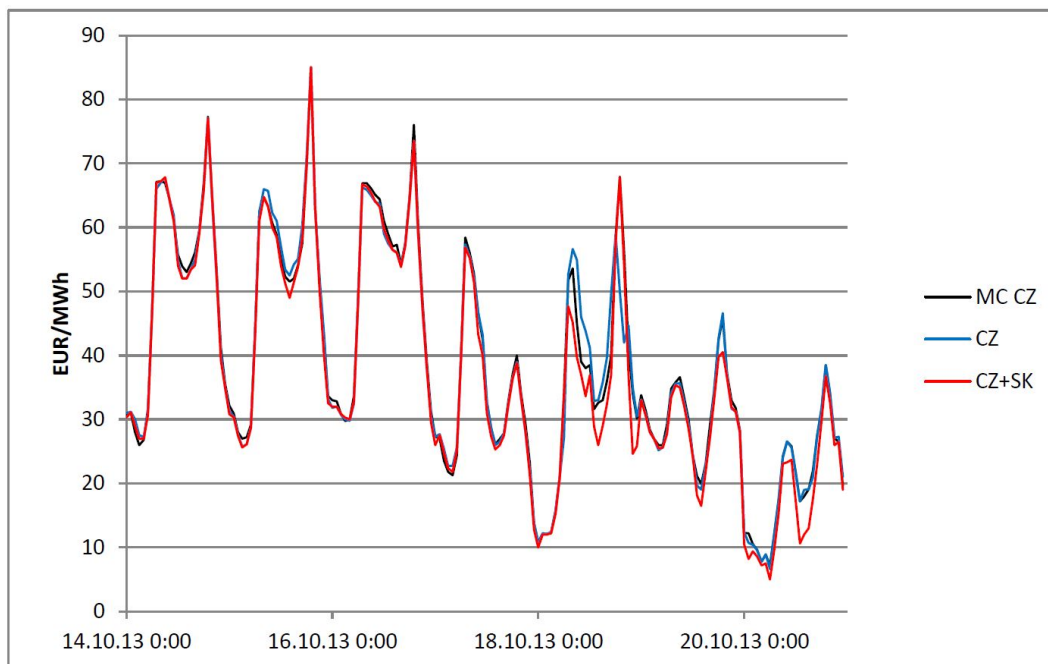
Na následujících grafech (obrázky 6.8 až 6.11) jsou zachyceny průběhy cen pro modelové situace jednotlivých zkoumaných týdnů. Lze tedy porovnat, jakým způsobem je průběh cen ovlivňován v různých ročních obdobích.



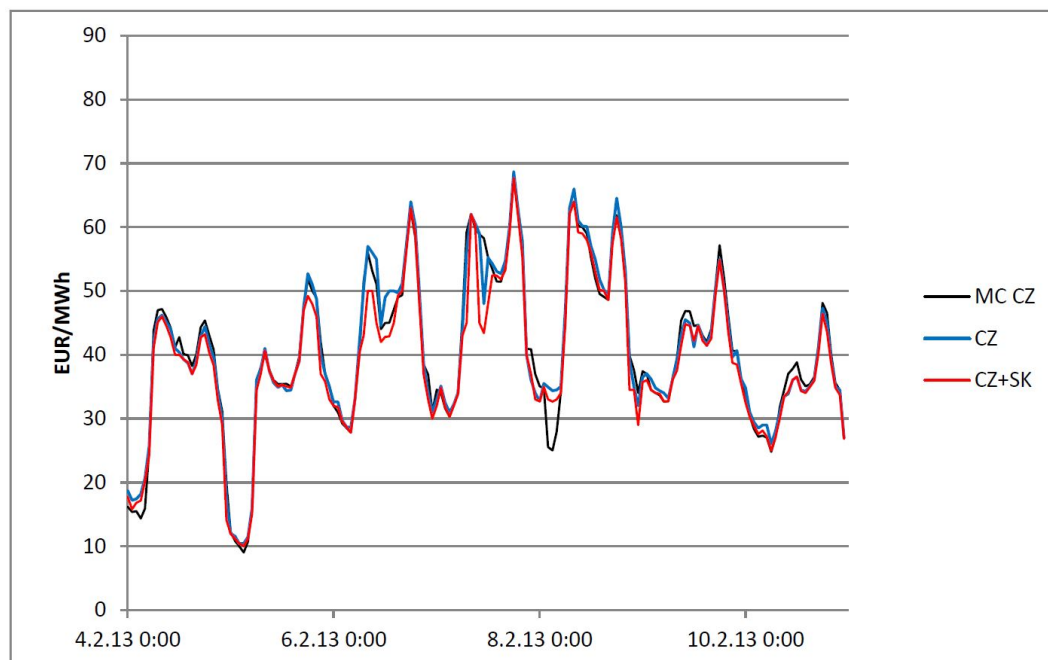
Obrázek 6.8. Graf průběhu modelových cen - jaro.



Obrázek 6.9. Graf průběhu modelových cen - léto.

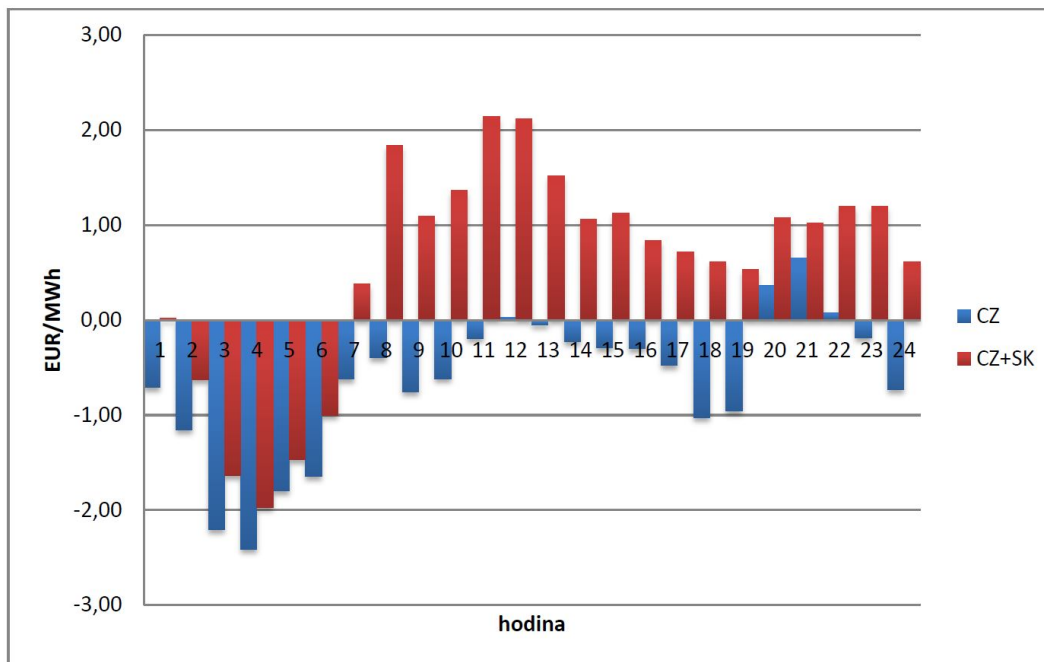


Obrázek 6.10. Graf průběhu modelových cen - podzim.

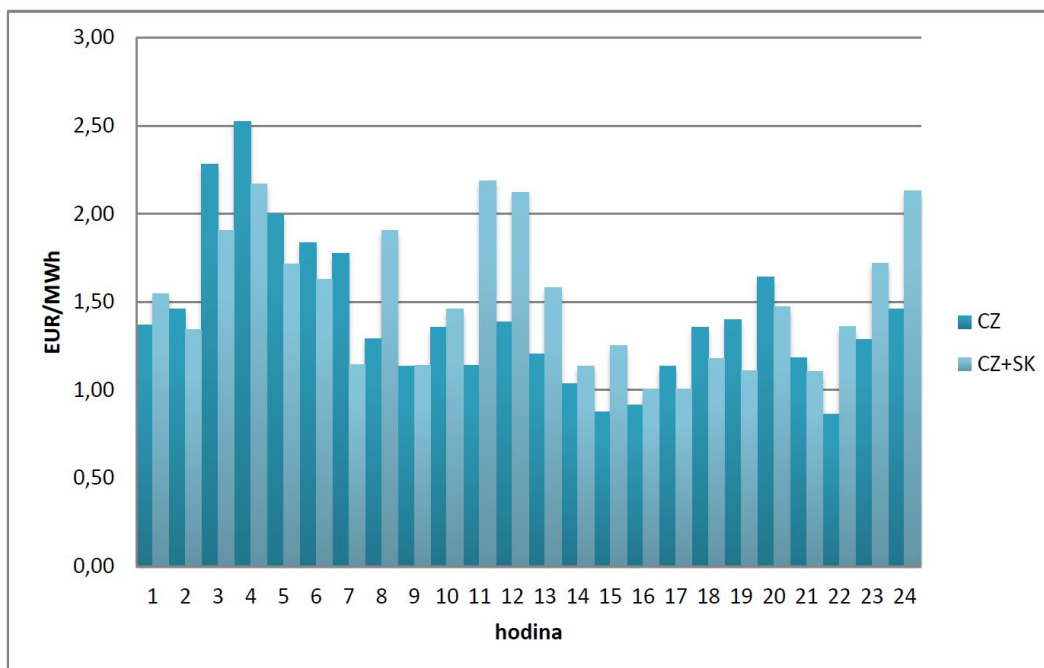


Obrázek 6.11. Graf průběhu modelových cen - zima.

Z grafů cen je možné identifikovat jednotlivé dny jako „kopce“ s jedním či dvěma vrcholy, což jsou denní špičky spotřeby elektrické energie.



Obrázek 6.12. Graf průměrných hodinových cenových diferencí.



Obrázek 6.13. Graf průměrných absolutních hodinových cenových diferencí.

Na grafech z obrázků 6.12 a 6.13 jsou analyzovány hodinové difference cen v modelových situacích. Difference jsou stanoveny jako rozdíl ceny MC a modelu CZ a CZ+SK. Dovolím si graf průměrných cenových diferencí zobecnit do tvrzení, že ceny v ČR jsou market couplingem v ranních hodinách (od 1. do 6. hod.) snižovány. Ve zbytku dne je pak cena průměrně vyšší, než by tomu bylo v modelových situacích. Z druhého grafu je patrné, že průměrná absolutní difference cen se pohybuje v rozmezí 0,8 – 2,5 EUR/MWh.

6.3.3 CZ+SK+HU+RO

Vzhledem k připojení rumunského trhu do CZ-SK-HU Market couplingu v následující části analyzují ceny v tomto regionu. Průměrné ceny byly stanoveny na datech pro stejné 4 týdny jako v předchozí sekci. Vzhledem k časovému posunu Rumunska, byla data pro tento trh posunuta o jednu obchodní hodinu tak, aby hodiny odpovídaly. Tabulka výsledků je na obrázku 6.14.

	Průměrná cena [EUR/MWh]			
	CZ	SK	HU	RO
rok	36,95	36,97	41,80	35,79
jaro	27,47	27,47	27,85	35,67
léto	41,18	41,18	48,89	42,59
podzim	38,76	38,80	47,97	33,08
zima	40,42	40,42	42,47	31,83

Obrázek 6.14. Ceny CZ, SK, HU a RO.

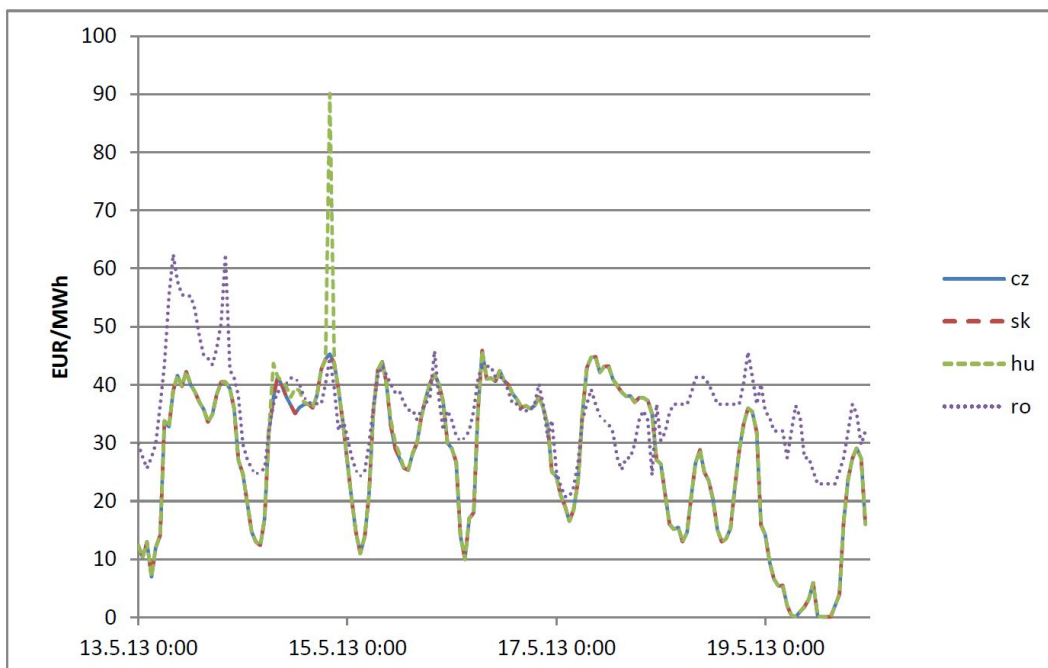
Výsledky ukazují, že ceny na rumunském trhu jsou průměrně nižší než ceny CZ-SK-HU couplingu. Tento rozdíl je nejpatrnější v zimním období kdy je cena nižší v průměru o více než 8,5 EUR/MWh. Po připojení Rumunska tedy předpokládám, že se ceny začnou srovnávat a průměrně cena elektrické energie v Rumunsku stoupne, z důvodu vyšší ceny v sousedním Maďarsku. Zda se ceny přiblíží úplně, bude záležet zejména na dostupných přenosových kapacitách přeshraničního profilu HU/RO.

Na dalších obrázcích 6.16 až 6.19 jsou grafy cen jednotlivých zemí ve zkoumaných týdnech. Z grafů jsou opět patrné jednotlivé obchodní dny a denní špičky. Dále si můžeme povšimnout sesouhlasení cen České a Slovenské republiky a Maďarska. Naopak ceny Rumunska nejsou cenami ostatních zemí nikterak ovlivňovány, a proto mají svůj vlastní typický průběh. Až dojde k připojení Rumunska do Market couplingu, bude možné pozorovat, jak se ceny přizpůsobí a jejich průběh bude velice podobný. Jediným faktorem, který bude způsobovat nesoulad křivek, budou nedostatečné přeshraniční kapacity, které budou vytvářet cenové diference.

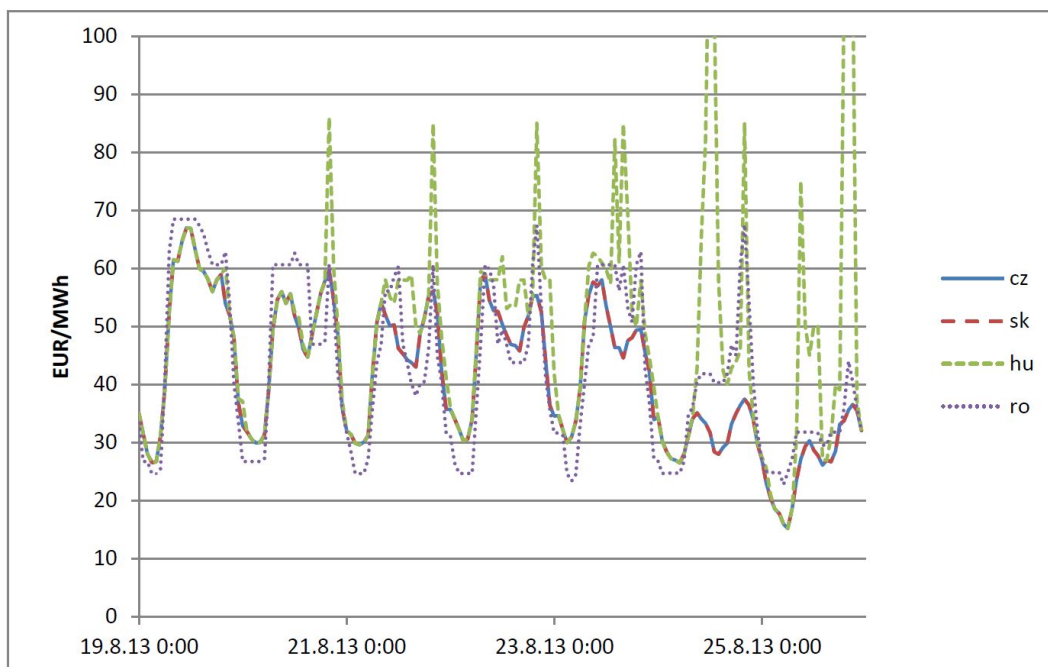


Obrázek 6.15. 4M Market Coupling. ¹⁾

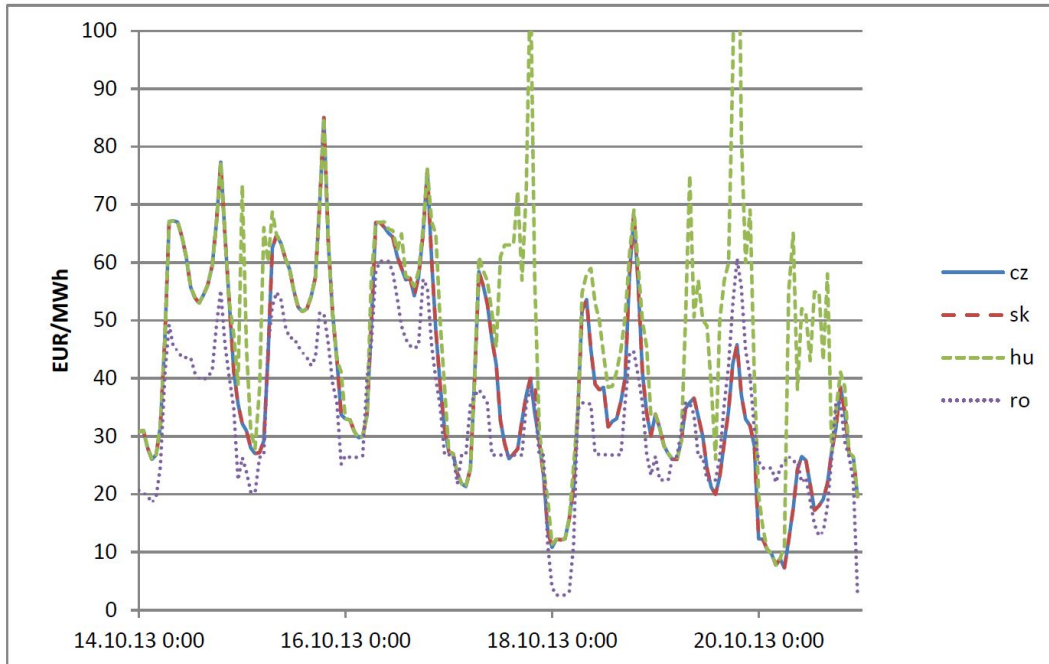
¹⁾ 4M MC Presentation



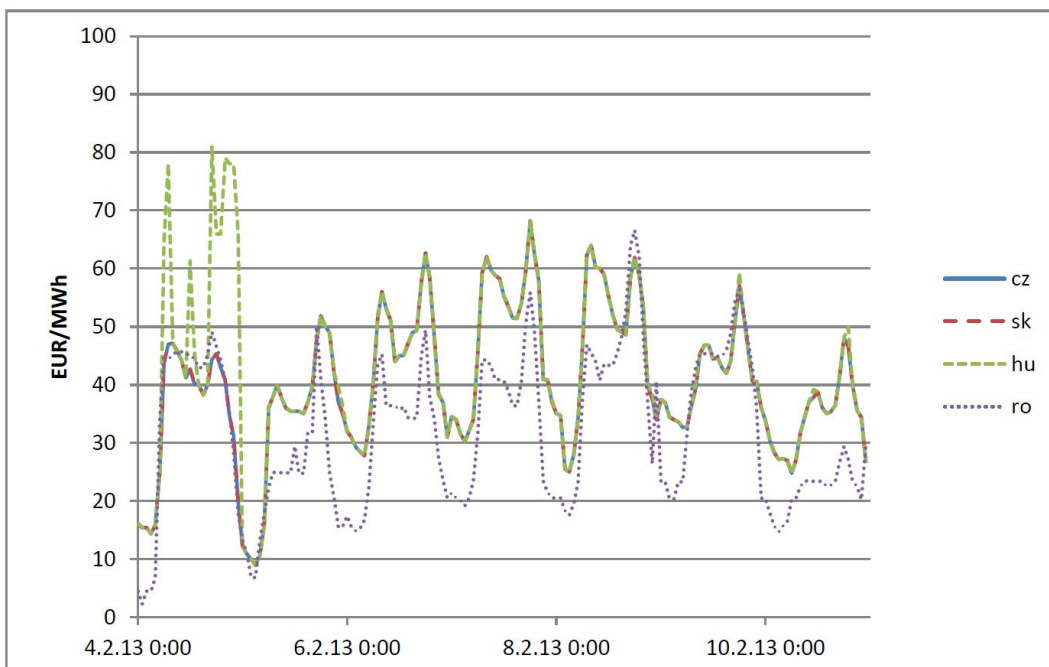
Obrázek 6.16. Graf cen CZ, SK, HU a RO - jaro.



Obrázek 6.17. Graf cen CZ, SK, HU a RO - léto.



Obrázek 6.18. Graf cen CZ, SK, HU a RO - podzim.



Obrázek 6.19. Graf cen CZ, SK, HU a RO - zima.

Kapitola 7

Analýza realizovatelnosti myšlenky propojení evropských trhů a sítí s elektřinou

Denní trh s elektrickou energií směřuje k integraci pomocí algoritmu PCR, jak je patrné z popisu trhů v kapitole 4. Z uvedených skutečností je možné předpokládat, že k propojení evropského trhu na základě jednoho algoritmu dojde v blízké budoucnosti. Obchodování bude probíhat za stejných podmínek, ovšem cena nebude jednotná, ale spíše regionální z důvodu přenosových kapacit. V tomto ohledu bude rozvoj mnohem pomalejší a netroufám si odhadnout, zda se podaří energetickou soustavu rozvíjet natolik, aby v celé Evropě existovala jednotná cena elektřiny na denním trhu.

Otázkou v tomto směru zůstává, zda je reálné, aby v celé Evropě existovala jediná cena elektrické energie. Ve vyspělých zemích EU přináší integrace trhů mnohé benefity, na druhé straně v zemích zejména východní Evropy je elektrická energie mnohdy vnímána jako veřejná služba, na jejíž levné poskytování mají občané nárok. Pokud by tedy došlo k plošnému sesouhlasení cen, ceny elektrické energie by se v zemích s nižšími náklady na výrobu pravděpodobně zvýšily nad ekonomicky únosnou úroveň dané oblasti. Odlišná úroveň hospodářské vyspělosti států spojených do jednotného trhu tak může přinést mnohá úskalí. Například zvýšené provozní náklady firem způsobené vzrůstem cen elektrické energie mohou snížit jejich konkurenceschopnost a vést tak k závažným ekonomickým i sociálním problémům. Vlády těchto zemí by pak v budoucnu mohly bojkotovat výstavbu přeshraničních vedení, aby ochránily své spotřebitele proti růstu cen elektrické energie. Myslím si, že i tento pohled na věc je důležitý a bude nutné se touto problematikou v budoucnu zabývat.

Využití přeshraniční kapacity na profilech současného CZ-SK-HU Market couplingu se věnuji v této kapitole podrobněji.

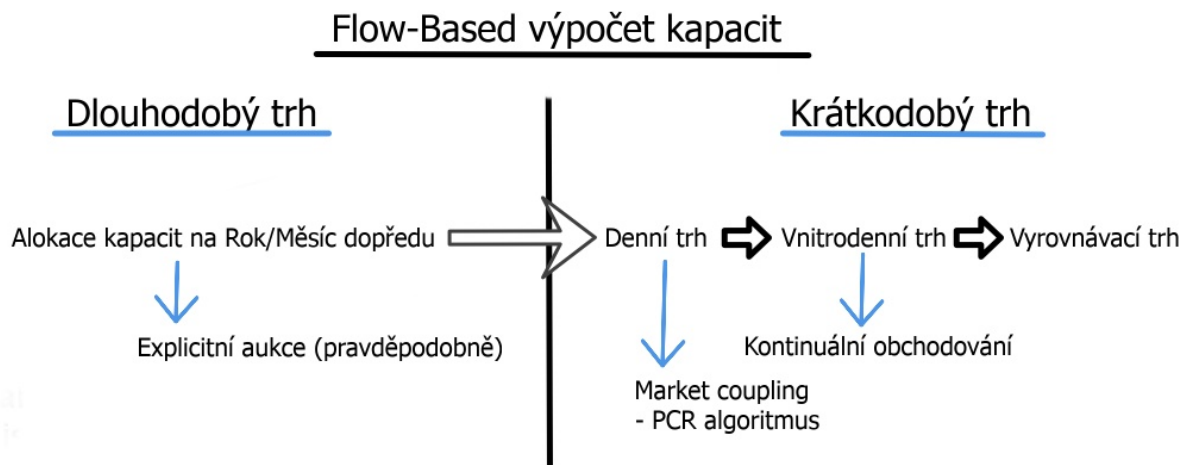
7.1 Cílový model trhu s elektrickou energií EU

Pokud jde o denní trh, stav současné situace v mé práci popisují podrobněji. Denní trh je ovšem pouze jedním dílkem v celém trhu s elektrickou energií. Otázkou propojení vnitrodenního trhu se již v některých regionech také zabývají. Zdaleka však vývoj v tomto ohledu není tak daleko. Problematika alokace přeshraničních kapacit pro dlouhodobý trh je také pro fungování jednotného evropského trhu zásadní. Cílový model počítá s implicitní alokací kapacit pro krátkodobý trh s tím, že pro denní trh bude použit PCR algoritmus a pro vnitrodenní trh se bude používat metoda kontinuálního obchodování. Způsob alokace kapacit pro dlouhodobý trh není jistá, pravděpodobně půjde i nadále o alokaci explicitní.

Jednotná pravidla pro trh s elektrickou energií budou sjednocovat takzvané kodexy sítě¹⁾, které se v současné době nachází v různých fázích rozpracování. Podrobněji se síťovým kodexům věnuji v sekci 8.2.2. Existence jednotných pravidel je důležitá z důvodu efektivního využívání evropské soustavy a stejně tak přírodních zdrojů²⁾.

¹⁾ Network Codes

²⁾ networkcodes.entsoe.eu

Obrázek 7.1. Cílový model. ¹⁾

7.2 Analýza využití přeshraničních kapacit

Propojení trhů na bázi synchronizace pravidel je v současnosti v plném proudu, ale zbývá ještě otázka struktury energetické sítě. Tedy zvláště přeshraničních kapacit, které nejsou pro volný trh dostatečné. V této sekci se tedy věnuji využití přeshraničních kapacit na profilech mezi Českou a Slovenskou republikou a mezi Slovenskou republikou a Maďarskem. Přehled alokované a využití přeshraniční kapacity je v tabulce na obrázku 7.2.

CZ - SK	Alokovaná kapacita [MW]	Využitá kapacita [MW]	Využití alokované kapacity
ROK 2013	13 235 877	2 541 447	19,2%
denní průměr	36 462	7 001	
hodinový průměr	1 519	292	
SK - HU	Alokovaná kapacita [MW]	Využitá kapacita [MW]	Využití alokované kapacity
ROK 2013	6 493 753	2 382 305	36,7%
průměr za den	17 889	6 563	
průměr za hodinu	745	273	

Obrázek 7.2. Alokované a využití přeshraniční kapacity.

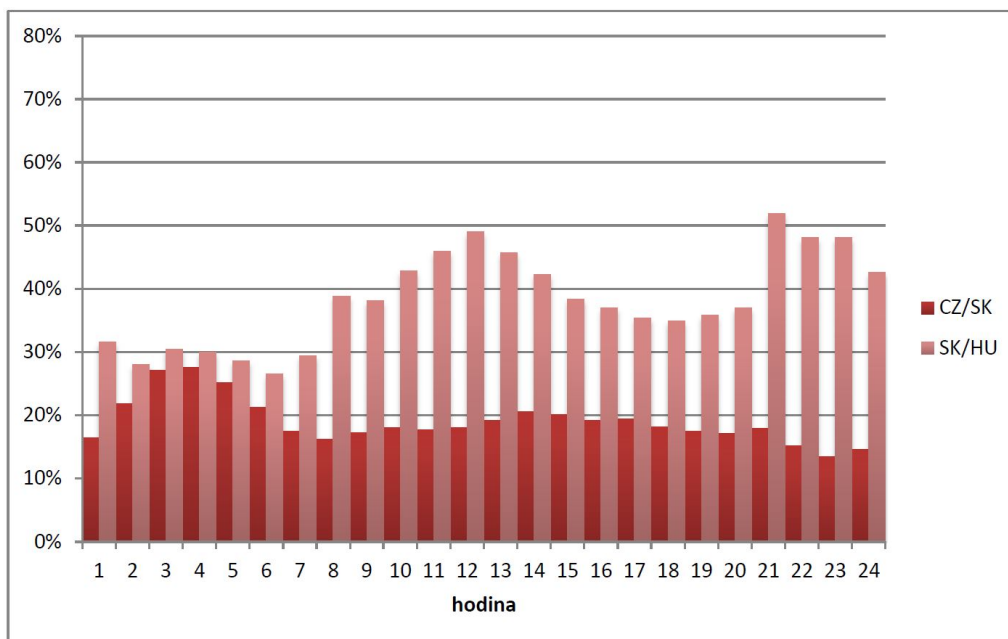
Data značí stejné závěry jako analýza cenových diferencí, jelikož spolu cenové difference a přeshraniční kapacity souvisí. Za prvé alokovaná kapacita na profilu CZ-SK je více než dvojnásobná než kapacita na profilu SK-HU. Za druhé využití alokované kapacity je v případě profilu SK-HU téměř dvojnásobné využití profilu CZ-SK. Z toho vyplývá zajímavá skutečnost, že průměrné toky na obou hraničních profilech jsou srovnatelné, ovšem cenová difference na profilu SK-HU je značně častější. Tento jev je popsán v sekci 6.3.1.

Pro výpočty byla použita data stejná jako pro analýzu v sekci 6.3.1.

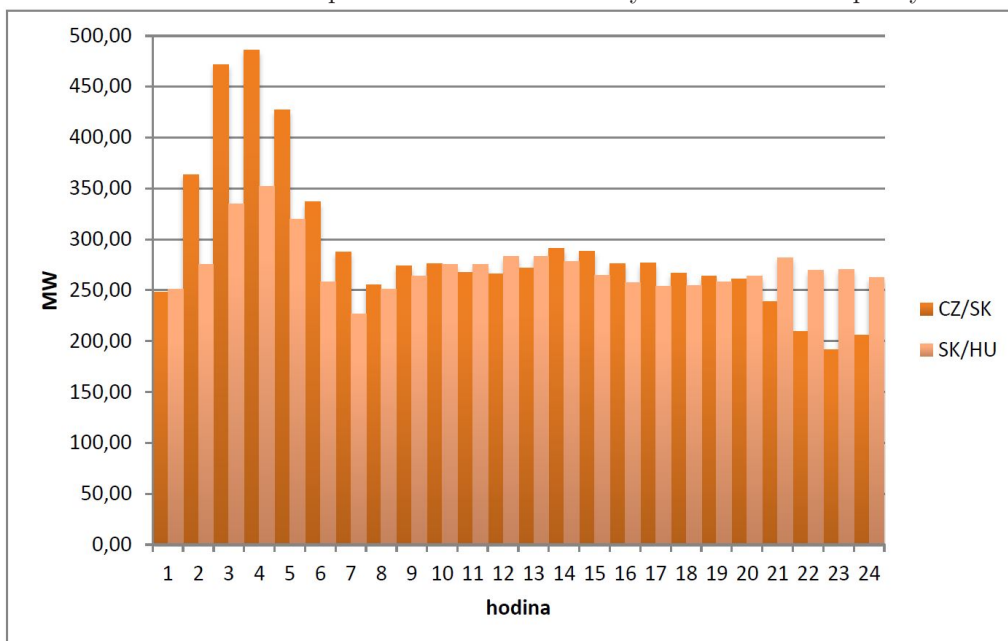
¹⁾ Zdrojem schématu je vlastní tvorba na základě prezentací: A. Claxton (APX ENDEX), Market Coupling in Europe a M. Palkovský (ČEPS), Integrace trhu s elektřinou

Grafy na obrázcích 7.3 a 7.4 zobrazují průměrné hodinové využití alokované přeshraniční kapacity a jeho průměrnou hodnotu. V případě profilu SK/HU jsou zde opět patrné denní špičky spotřeby. Průměrné využití profilu CZ/SK není tak proměnlivé v jednotlivých hodinách a drží se konstantně mezi 15 až 20%. V ranních hodinách je využití vyšší, tento jev bude popsán v navazující části. Graf průměrné velikosti přeshraničních toků ukazuje, že průměrné toky na obou profilech jsou velmi podobné.

Uvedené grafy jsou ročními hodinovými průměry. Sezónní vliv hraje roli také v této problematice, proto jsou v příloze A.2 uvedeny grafy využití alokované kapacity pro jednotlivá roční období.



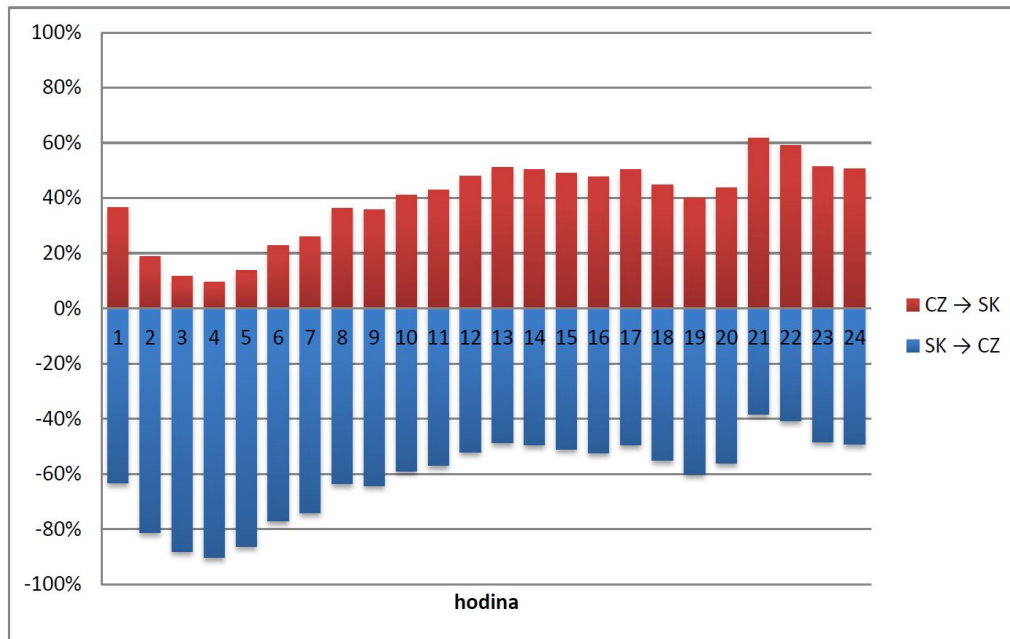
Obrázek 7.3. Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity.



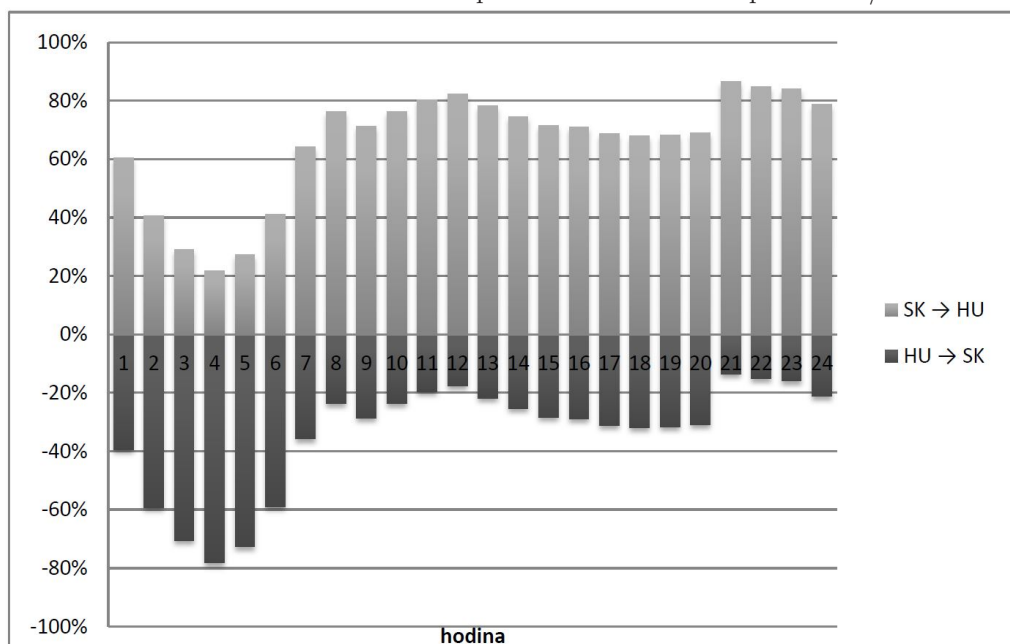
Obrázek 7.4. Graf průměrné hodinové velikosti toku na přeshraničním profilu.

Při sledování toků na přeshraničních profilech není zajímavé pozorovat pouze využití kapacity, ale také směr toku. Z grafů na obrázcích 7.5 a 7.6 je tedy možné identifikovat toky sítí v jednotlivých hodinách. Zejména jde o export pravděpodobně levné elektrické energie v ranních hodinách ve směru Maďarsko – Slovenská republika – Česká republika. Graf profilu CZ/SK vykazuje v hodinách od 11. do 24. značnou neurčitost v tvrzení, kterým směrem v těchto hodinách obvykle elektrická energie teče. Naopak na grafu profilu SK/HU je patrná tendence exportu elektrické energie ve směru Slovenská republika – Maďarsko, což bude způsobeno vyšší cenou elektrické energie v Maďarsku.

Uvedené grafy mají také zajímavou sezónní charakteristiku, grafy pro jednotlivá roční období jsem tak umístil do přílohy A.2.1 a A.2.2.



Obrázek 7.5. Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK.



Obrázek 7.6. Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU.

Kapitola 8

Analýza plánů a doporučení EU

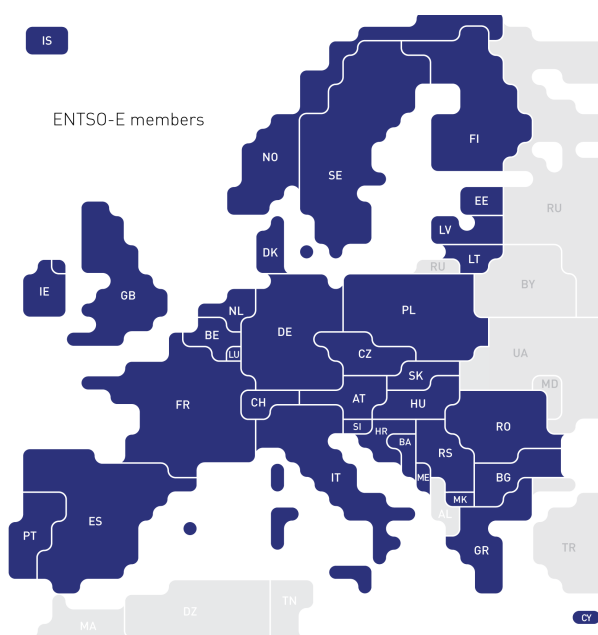
V některých regionech jako je například oblast Norska, Švédska a Finska vznikl propojený trh samostatně. V ostatních oblastech Evropy začalo docházet k integraci trhů až na popud Evropské unie. Proces propojování jednotlivých trhů s elektřinou zahrnuje velké množství účastníků, kteří se na něm podílejí. V této kapitole shrnuji nejdůležitější organizace, které ovlivňují integrační proces zásadním způsobem. V další části se pak věnuji legislativě EU, zejména hlavním cílům, kterých se snaží dosáhnout.

8.1 Evropští a nadnárodní účastníci integračního procesu

8.1.1 ENTSO-E

ENTSO-E¹⁾ (The European Network of Transmission System Operators for Electricity) je organizace spojující provozovatele přenosových soustav v Evropě. V současné době má 41 členů z 34 zemí Evropy (viz obrázek 8.1).

Tato organizace vznikla na základě třetího energetického balíčku EU v roce 2008, za účelem prosazování kompletnosti a funkčnosti jednotného trhu s elektřinou a přeshraničními kapacitami v Evropě. Mezi její hlavní aktivity patří koordinace rozvoje celoevropské přenosové soustavy tak, aby byla zajištěna bezpečnost dodávek.



Obrázek 8.1. ENTSO-E - členské země.

¹⁾ www.entsoe.eu

Organizace ENTSO-E vydává předpovědi pro provoz přenosových soustav na území Evropy tak, aby bylo možno je do budoucna provozovat bez nebezpečných výpadků. Různými scénáři ilustruje vývoj výroby a spotřeby a elektrických vedení a upozorňuje tak na možná rizika.

- **SOAF (Scenario Outlook & Adequacy Forecasts)** – každoročně vydávaný přehled dostatečnosti výrobní kapacity všech členů ENTSO-E a analýza nejlepšího a nejhoršího scénáře vývoje do budoucnosti
- **SAR (Systém Adequacy Retrospect)** – taktéž každoročně vydávaný přehled nabídky, poptávky, výrobní kapacity za uplynulý rok a energetického mixu, často porovnávající předpovědi z SOAF a realitu

TYNDP [5]

Ten-Year Network Development Plan [desetiletý plán rozvoje sítě] je dokumentem vydávaným též organizací ENTSO-E. Tento dokument zachycuje plány v jednotlivých regionech, které mají zajistit dostatečný rozvoj pro bezpečný chod evropské soustavy. Z důvodu velké náročnosti na zpracování je vydáván jednou za dva roky – naposledy v roce 2012. Další vydání tohoto dokumentu je naplánováno na druhou půli roku 2014.

Jeho obsahem jsou například detekovaná úzká místa v síti, grafy a výpočty různých scénářů vývoje elektrické soustavy a závěry týkající se propojené evropské elektrické soustavy.

8.1.2 ACER

ACER¹⁾ (The Agency for the Cooperation of Energy Regulators), neboli agentura pro spolupráci energetických regulačních orgánů byla podobně jako ENTSO-E založena v březnu 2011. Tato organizace spojuje evropské energetické regulátory. Rovněž má za cíl integraci trhů v Evropě a to z pohledu spotřebitele elektrické energie. Účelem je, aby měl zákazník co nejvíce možností při obchodování, aby byla zajištěna bezpečná dodávka elektřiny, aby trh byl monitorován a aby byl tento trh transparentní a nedocházelo na něm k nekalým praktikám.

Agentura ACER dále zastřešuje integraci trhu s plynem v Evropě. Tato činnost však není cílem mé bakalářské práce.

8.1.3 Ostatní

Na nadnárodní úrovni pracuje nespočet organizací, které svou činnost spojují s propojováním evropského trhu s elektřinou a dále například s plynem. Vybral jsem 4 zástupce, kteří stojí za zmínku a stručně je popisují v následující části.

- **CEER²⁾** (Council of European Energy Regulators) je organizace kooperující s agenturou ACER. Jejím cílem je také jednotný integrovaný trh a spolupráce evropských regulátorů.
- **EUROPEX³⁾** (association of European energy exchanges) je nezisková asociace evropských společností organizujících trh s elektřinou – zejména burz a operátorů trhu s elektřinou. V současnosti má 14 aktivních členů. Jejimi cíli je podpora liberalizace trhů s energiemi, vytvoření jednotného evropského trhu a poskytování

¹⁾ www.acer.europa.eu/Electricity

²⁾ www.ceer.eu

³⁾ www.europex.org

dat a informací organizátorům trhu. Udržuje kontakt s EU a ostatními důležitými evropskými institucemi. Dále se zabývá zvyšováním spolupráce mezi organizátory trhu a řeší problémy s obchodováním a zahlcením evropských sítí.

- **EFET**¹⁾ (European Federation of Energy Traders) je organizace vylepšující podmínky evropského obchodování s energiemi. Snaží se o vytvoření funkčního a transparentního trhu. Jako nejvýraznější příspěvek této společnosti můžeme považovat práci v oblasti standardizace smluv. EFET smlouva je účinným a používaným nástrojem, který obrovským způsobem usnadňuje bilaterální obchodování s elektřinou.
- **EURELECTRIC**²⁾ (The Union of the Electricity Industry) je asociace reprezentující zájmy elektro-průmyslu v celoevropském měřítku. V současné době má 30 členů reprezentujících 32 evropských zemí.

8.2 Legislativa EU

Evropská unie je autorem legislativy, kterou se členské země zavázaly dodržovat. Nemohu nezmínit nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 714/2009 ze dne 13. 7. 2009 o podmínkách přístupu do sítě pro přeshraniční obchod s elektřinou. Dále hraje roli třetí energetický balíček vydaný v roce 2011.

■ 714/2009/ES [8]

Cílem toho nařízení je:

„Stanovit spravedlivá pravidla pro přeshraniční obchod s elektřinou, a tím posílit hospodářskou soutěž na vnitřním trhu s elektřinou s přihlédnutím ke zvláštnostem celostátních a regionálních trhů. To zahrnuje vytvoření vyrovnávacího mechanismu pro přeshraniční toky elektřiny a stanovení harmonizovaných zásad pro poplatky za přeshraniční přenos a pro přidělování dostupných kapacit nebo propojení mezi vnitrostátními přenosovými soustavami“

a

„ Usnadnit vytvoření dobře fungujícího a transparentního trhu s vysokou úrovní bezpečnosti dodávek elektřiny. Toto nařízení stanoví mechanismy při harmonizaci pravidel pro přeshraniční obchod s elektřinou.“

Toto nařízení dále zřizuje síť ENTSO-E a vyžaduje vytvoření kodexů sítě pro provozovatele přenosových soustav.

■ 2020

Evropská unie si dala za cíl do roku 2020 snížit emise skleníkových plynů o 20% oproti úrovni z roku 1990, zvýšit podíl obnovitelných zdrojů energií v celkové spotřebě v EU na 20% a zvýšit energetickou účinnost v Evropě o 20%.

Tento požadavek se projevuje i v nárocích na přenosovou soustavu v Evropě. Díky ambicióznímu plánu na výrobu v OZE je nutné soustavu na tuto skutečnost připravit. Nedostatečná připravenost a přílišný rozvoj OZE v Německu dnes pociťuje zejména polská a česká přenosová soustava. Ta je zatěžována přetoky z německých větrných elektráren na severu do jižních oblastí Evropy kde se spotřebovává, právě z důvodu nedostatečného německého vedení. Tuto problematiku rozebírám podrobněji již v předchozí části práce v sekci 6.2.1.

¹⁾ www.efet.org

²⁾ www.eurelectric.org

8.2.1 Florentské fórum

Toto fórum bylo založeno s cílem organizovat pravidelná setkání představitelů států, evropské komise, provozovatelů přenosových soustav, obchodníků, spotřebitelů a energetických burz. Tato setkání probíhají dvakrát ročně a diskutuje se na nich o vytvoření jednotného trhu s elektřinou. V listopadu roku 2013 proběhlo již dvacáté páté setkání. Další setkání má proběhnout v době odevzdání této práce: 20. - 21. 5. 2014. Současné problémy, které fórum řeší, se týkají především přeshraničního obchodu, nedostatečné kapacity vedení a kodexů sítě.¹⁾

8.2.2 Network codes

Síťové kodexy neboli Network Codes jsou souhrnem práv a povinností společností, které podnikají v evropském energetickém sektoru²⁾). Všechny kodexy by měly vejít v platnost ještě v tomto roce. Celkem jde o 9 kodexů, které jsou rozděleny do tří hlavních skupin:

- Connection Codes³⁾ – tyto kodexy zahrnují oblasti požadavků na připojení elektráren do sítě, podmínek přístupu k síti a propojení sítě tzv. HVDC vedeními, což jsou vysokonapěťová vedení využívající stejnosměrný proud.
- Operational Codes⁴⁾ – tyto kodexy zahrnují oblasti spojené zejména s provozovatelem přenosové soustavy. Jde tedy o oblasti bezpečného dispečerského řízení soustavy, plánování provozu sítě a předcházení stavům poklesu frekvence z důvodu nerovnováhy mezi výrobou a spotřebou.
- Market Codes⁵⁾ – tyto kodexy zahrnují oblasti alokace kapacit a řízení přetížení, dále také alokace kapacit pro dlouhodobý trh a oblast vyrovnávacího trhu.

Kodexy sítě uzákoní podobu cílového modelu trhu s elektrickou energií. V současné době dochází ke schvalování některých kodexů. Schvalovací proces je ovšem poměrně složitý, kodexy vypracovává ENTSOE a dává je ke schválení organizaci ACER, která je poté doporučí Evropské komisi k definitivnímu schválení. V průběhu celého procesu jsou zpracovávány připomínky ke kodexům od zúčastněných stran. Valná většina kodexů byla zpracována a předána ACER během roku 2013, ovšem ke schválení Evropskou komisí nedošlo zatím ani u jednoho síťového kodexu. Prvním schváleným bude pravděpodobně Network Code: Capacity Allocation and Congestion Management, který je v procesu schvalování zatím nejdál. Tento síťový kodex patří mezi kodexy pro obchod a zaměřuje se na fungování denního a vnitrodenního trhu a alokaci kapacit.

¹⁾ ec.europa.eu/energy/gas_electricity/electricity/forum_electricity_florence_en.htm

²⁾ networkcodes.entsoe.eu

³⁾ Volně přeloženo jako Kodexy pro připojení.

⁴⁾ Volně přeloženo jako Kodexy řízení.

⁵⁾ Volně přeloženo jako Kodexy pro obchod.

Kapitola 9

Závěr

V současné době je propojování trhů s elektrickou energií je v Evropě v plném proudu. Denní trh s elektrickou energií je v celé západní Evropě propojen do jednoho celku. Pro vyhodnocování tohoto trhu se používá algoritmus PCR, který se v současné době implementuje i ve střední a jižní Evropě. Lze tedy očekávat, že ke konci roku 2014 by mohlo dojít k propojení celé Evropy vyjma Evropy východní a jihovýchodní, kde zatím žádné integrační procesy nezapočaly. Další omezení ve volném obchodování způsobují přeshraniční kapacity – tedy nedostatečná infrastruktura evropské energetické sítě. Zlepšení situace bude v tomto ohledu velmi pomalé vzhledem k časovým nárokům na výstavbu vedení. Co se týče trhu vnitrodenního, zde je propojování různých regionálních trhů teprve v počátcích. Cílový model počítá pro krátkodobé trhy jednoznačně s využitím implicitní aukce přeshraničních kapacit, explicitní aukce budou pravděpodobně ponechány pro trh dlouhodobý.

Vliv integrace trhu na ceny elektrické energie je zejména v sesouhlasení, a v případě vyčerpání přeshraniční kapacity, v korelaci cen. Výskyt cenové diference v Market couplingu CZ-SK-HU jsem zkoumal na ročních datech v jednotlivých hodinách. Výsledkem je, že vzhledem k dostatečné přenosové kapacitě na hraničním profilu CZ/SK docházelo v roce 2013 k výskytu cenové diference, průměrně v 0 až 5% případech. Během čtvrté a šesté obchodní hodiny dokonce nedošlo za celý rok ani jedenkrát k vyčerpání přenosové kapacity na tomto profilu. Nejvyšší hodnoty výskytu vykazují obchodní hodiny denních špiček spotřeby elektrické energie. Pokud zohledníme sezónní vliv na tato data, během zimních a jarních měsíců nedocházelo prakticky k žádné cenové diferenci, naopak letní měsíce vykazují počet cenových diferencí nejvíce. Na profilu SK/HU je situace poněkud odlišnější. Z důvodu nižší přeshraniční kapacity se zde cenová diference v jednotlivých hodinách vyskytla ve 4 až 42% případech. Vyšší hodnoty nedostatečné přenosové kapacity vykazují znovu obchodní hodiny denních špiček spotřeby elektrické energie. Porovnání průměrné velikosti cenové diference obou přeshraničních profilů ukazuje, že pokud k cenové diferenci došlo, tak v hodinách špičky byla průměrná cenová diference na hranici CZ/SK vyšší než na hranici SK/HU. Toto chování ovšem může být vzhledem k nízkému výskytu způsobeno ojedinělou kritickou situací.

Dále jsem zkoumal jak stávající spojení naší republiky se Slovenskou republikou a Maďarskem ovlivňuje ceny elektrické energie. Výsledky za předpokladů, že by na denním trhu nedocházelo k obchodování s jinými státy, jsou následující: pokud porovnáme ceny pro samotnou Českou republiku jsou stávající ceny elektrické energie v průměru o 0,65 EUR/MWh nižší než by tomu bylo bez propojení s ostatními oblastmi a v případě Market couplingu České a Slovenské republiky bez Maďarska jsou stávající ceny naopak v průměru o 0,57 EUR/MWh vyšší. Teoreticky tedy market coupling se SR má za následek snížení cen v ČR a market coupling se SR a Maďarskem má za následek zvýšení ceny elektrické energie v ČR oproti ceně

při market couplingu ČR a SR. Tento jev je způsoben vyššími cenami elektrické energie v Maďarsku.

Vzhledem k plánovanému připojení Rumunska do stávajícího CZ-SK-HU Market couplingu jsem se zaměřil na ceny elektrické energie i v tomto regionu. Rumunské ceny elektrické energie jsou v ročním průměru nižší o více než 1 EUR/MWh oproti české a slovenské ceně a o skoro 6 EUR/MWh nižší oproti ceně maďarské. Po připojení Rumunska lze tedy očekávat snížení cen elektrické energie zejména v oblasti Maďarska. Konvergence cen bude především záležet na velikosti dostupné přeshraniční kapacity na profilu HU/RO.

Analýza přeshraničních kapacit na profilech CZ/SK a SK/HU ukázala, že průměrný hodinový tok na obou hranicích se pohybuje podobně okolo 280MW elektrické energie. Vyšší přeshraniční kapacita na hranici CZ/SK zapříčinila rozdílné výsledky ve využití alokovaných kapacit, které jsou pro CZ/SK 19,2% a pro SK/HU 36,7%. V ročním průměru dosahují nejvyššího využití kapacity na profilu CZ/SK v ranních hodinách – téměř na 30%. Naopak na profilu SK/HU dochází k nejvyššímu využití alokované přeshraniční kapacity v hodinách denních špiček spotřeby elektrické energie a to i přes 50%. Pokud bychom se na tento ukazatel podívali v sezónním měřítku, tak v některých zejména večerních hodinách na podzim a v zimě dochází k průměrnému využití alokované kapacity na hranicích SK/HU i na 70% a více.

Posledním zkoumaným jevem byly směry přeshraničních toků opět v případě CZ-SK-HU Market couplingu. Výsledky ukazují, že v případě přeshraničního profilu CZ/SK je pravděpodobnost toku jedním či druhým směrem zhruba 50:50, ovšem s výjimkou ranních hodin (zejména mezi 2. a 5. obchodní hodinou), kdy dochází ve více než 80% případů k toku elektrické energie ze Slovenské do České republiky. V případě profilu SK/HU je patrná tendence Maďarska importovat elektrickou energii, a tak mezi 8. a 24. obchodní hodinou dochází k toku energie ze Slovenské republiky do Maďarska v 70% případů. Ve zbytku dne je situace opačná. Tyto výsledky potvrzují fakt, že ceny elektrické energie jsou v Maďarsku průměrně vyšší oproti ČR a SR, a odhalují další informaci o tom, ve kterých hodinách je cena v Maďarsku naopak nižší. Jde zejména o hodiny mimo špičku spotřeby elektrické energie, kdy převažuje tok z cenově nejnižší oblasti – v tomto případě ve směru Maďarsko – Slovenská republika – Česká republika.

Uvedené výsledky přibližují vliv integrace trhů na ceny elektrické energie v souvislosti s využitím přeshraničních kapacit. Vzhledem ke sjednocení podmínek obchodování v Evropě se bude v případě tvorby jednotného trhu s elektrickou energií nutné v budoucnu zaměřit, právě na strukturu energetické soustavy. Jednotným trhem v této souvislosti myslím trh, kde v celé oblasti (v našem případě Evropa) je cena elektrické energie jednotná. Prvním krůčkem budiž situace z 11. 2. 2014, kdy ve všech státech integrovaného regionu NWE až na oblast Velké Británie platila pro jednu hodinu stejná cena – 29,45 EUR/MWh.



Literatura

- [1] Mastný P. *Obnovitelné zdroje elektrické energie*. České vysoké učení technické v Praze, 2011.
- [2] I. Chemišinec. *Obchod s elektřinou*. Conte, 2010.
- [3] P. Toman. *Provoz distribučních soustav*. České vysoké učení technické v Praze, 2011.
- [4] Kolektiv autorů. *Trh s elektřinou*. AEM, 2011.
- [5] ENTSO-E. *Ten Year Network Development Plan*. 2012.
- [6] H. Fialová. *Ekonomický výkladový slovník*. A plus, 2011.
- [7] Pačes V. Drábová D. *Perspektivy české energetiky: Současnost a budoucnost*. Novela bohemia, 2014.
- [8] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY. *ES 714/2009 o podmínkách přístupu do sítě pro přeshraniční obchod s elektřinou a o zrušení nařízení ES 1228/2003*. 2009.

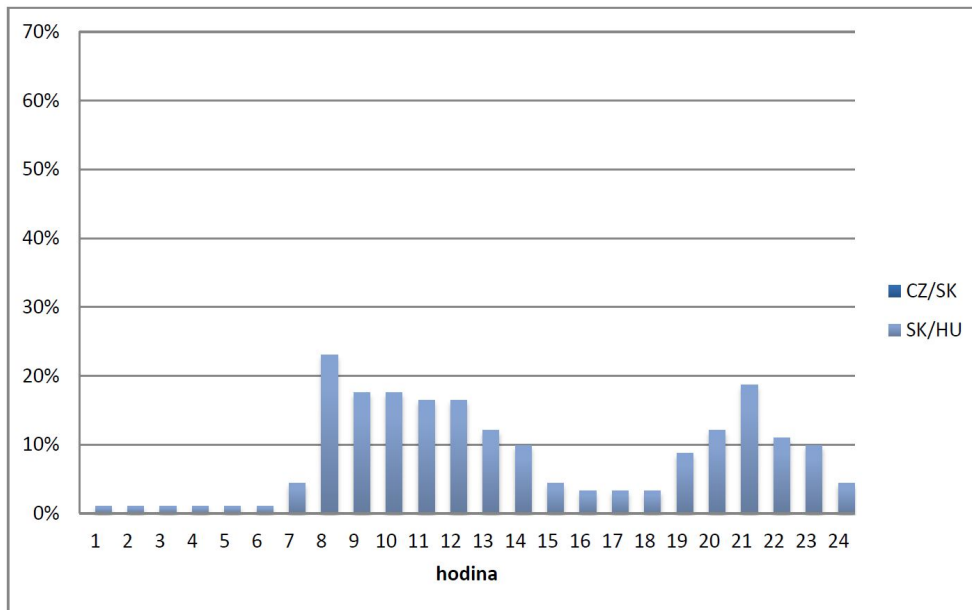
Příloha A

Sezónní vliv na vybraná data

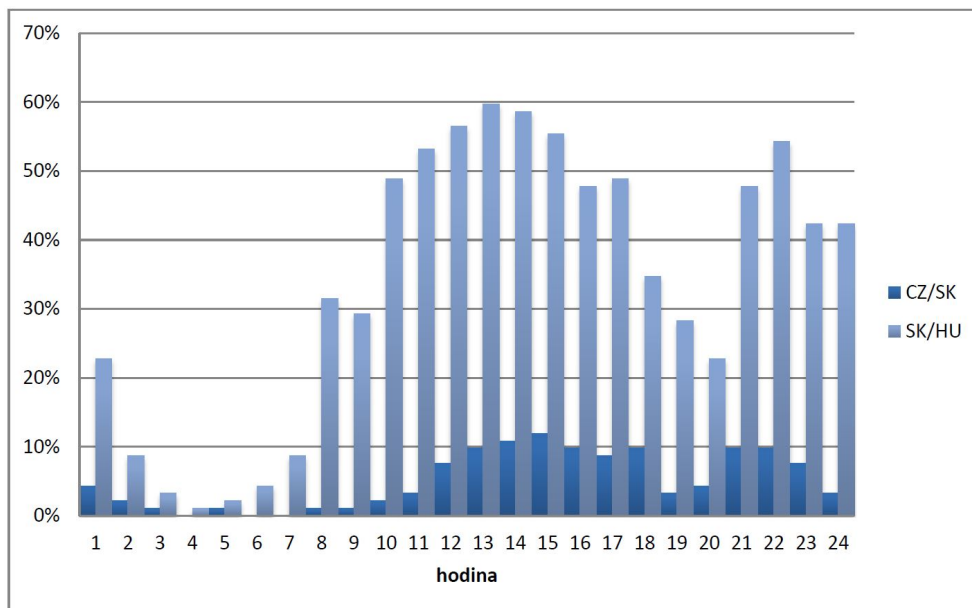
V příloze jsou uvedeny vybrané grafy pro jednotlivá roční období. Z důvodu přehlednosti jsou grafy umístěny vždy na dvojstránce, počínaje stránkou následující. Sezónní vliv je uveden pro následující grafy:

- Průměrný výskyt cenových diferencí v jednotlivých hodinách. (Popis viz obrázek 6.4 v textu.)
- Průměrné využití alokované přeshraniční kapacity pro profily CZ/SK a SK/HU v jednotlivých hodinách. (Popis viz obrázek 7.3 v textu.)
- Pravděpodobný směr toku elektrické energie na vybraných profilech v jednotlivých hodinách.
 - Pro profil CZ/SK. (Popis viz obrázek 7.5 v textu.)
 - Pro profil SK/HU. (Popis viz obrázek 7.6 v textu.)

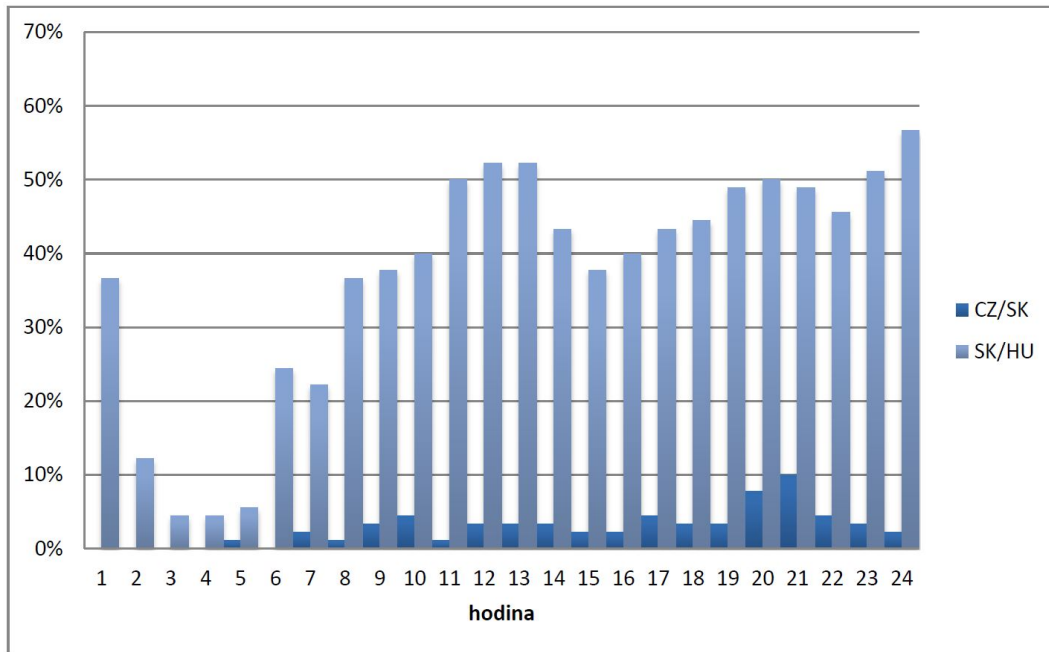
A.1 CZ-SK-HU cenové difference



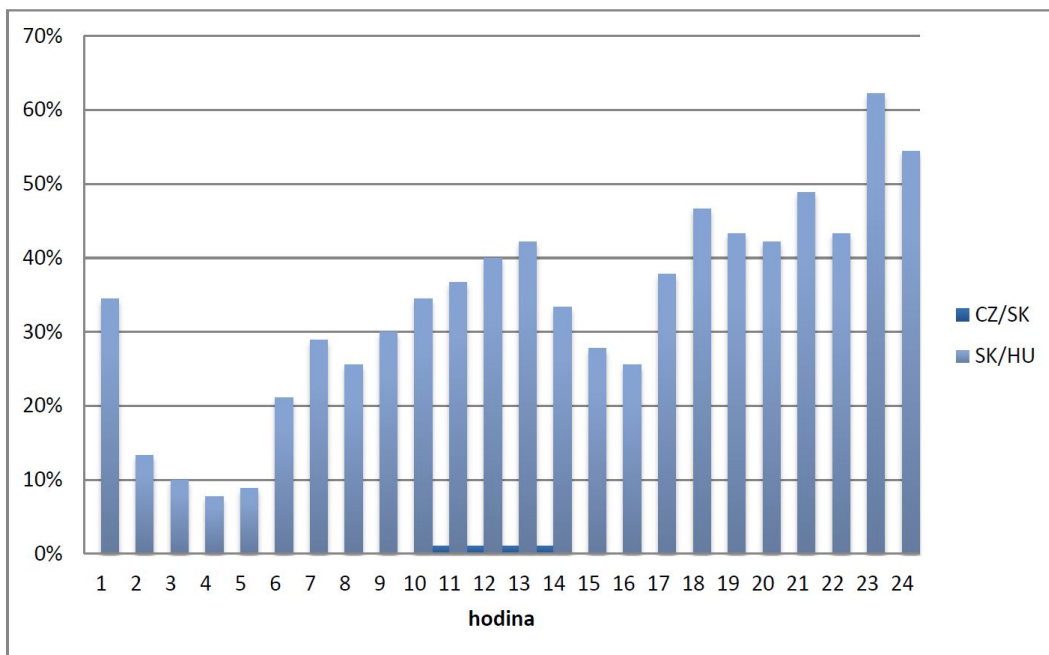
Obrázek A.1. Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách - jaro.



Obrázek A.2. Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách - léto.

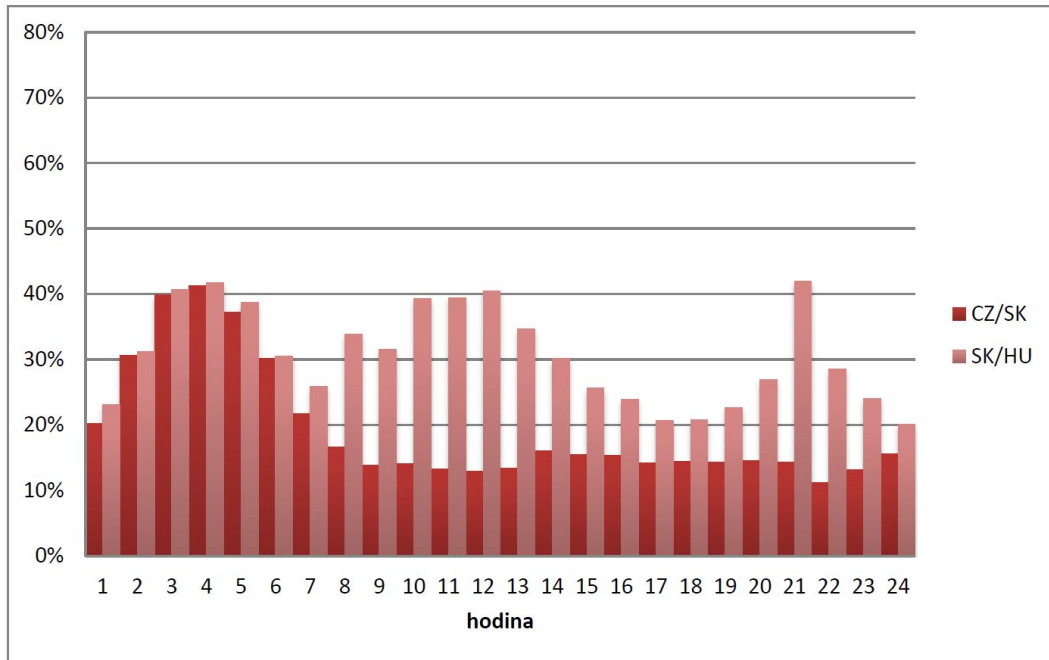


Obrázek A.3. Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách - podzim.

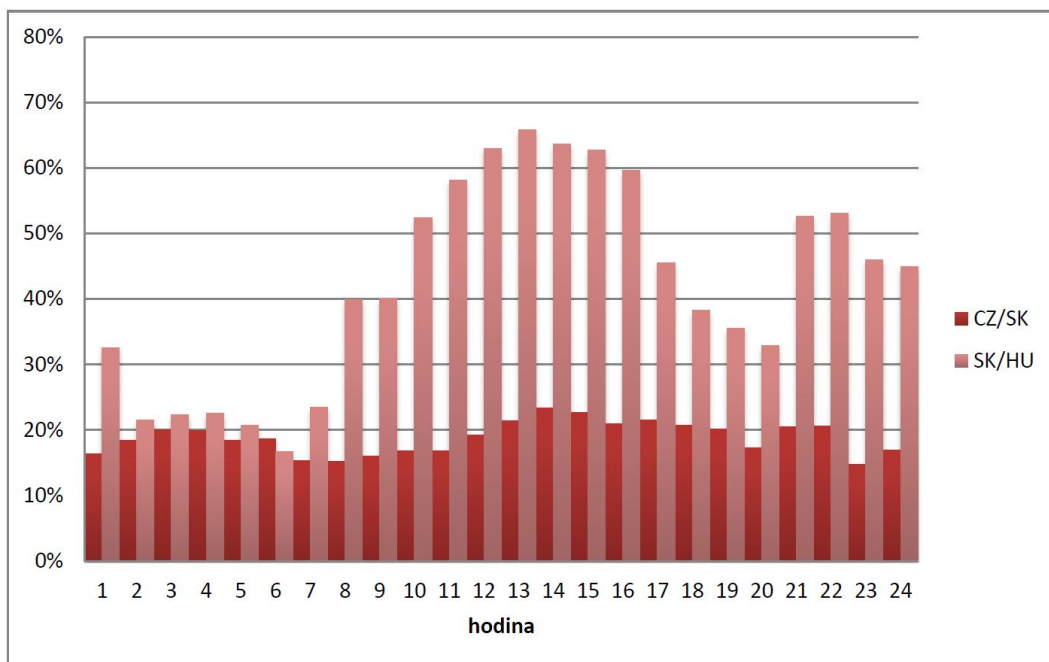


Obrázek A.4. Graf průměrného výskytu cenových diferencí v jednotlivých hodinách - zima.

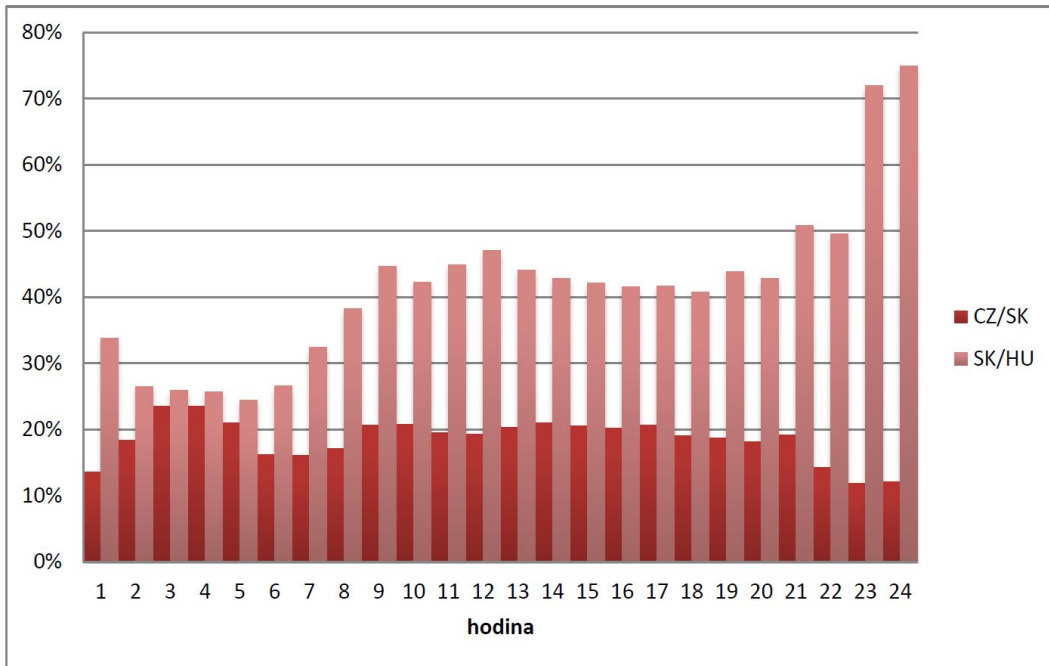
A.2 Využití přeshraničních kapacit



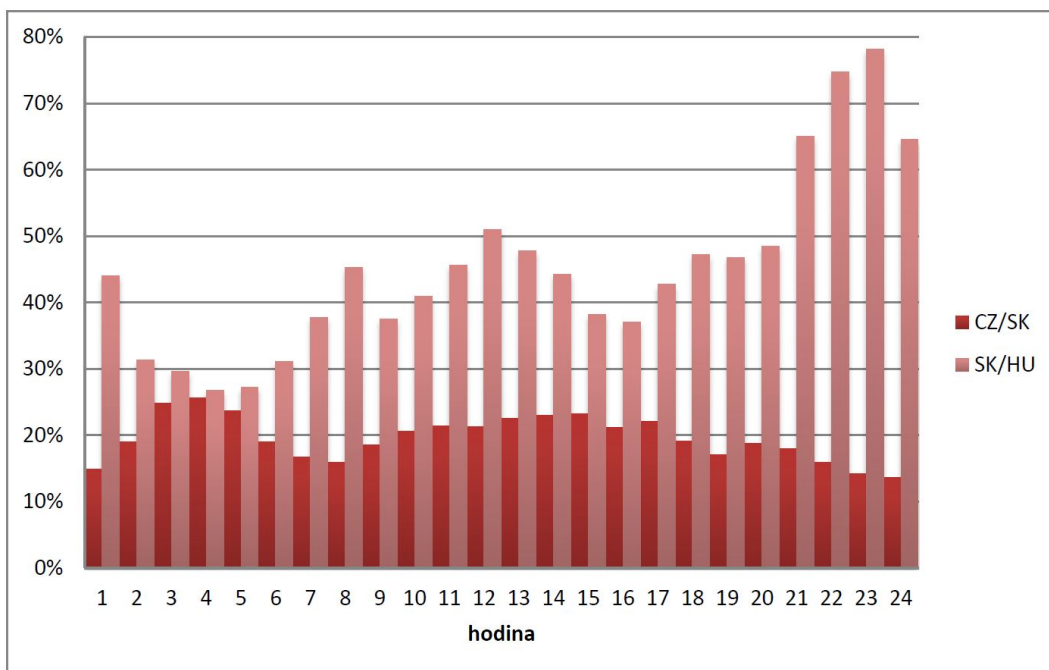
Obrázek A.5. Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity - jaro.



Obrázek A.6. Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity - léto.

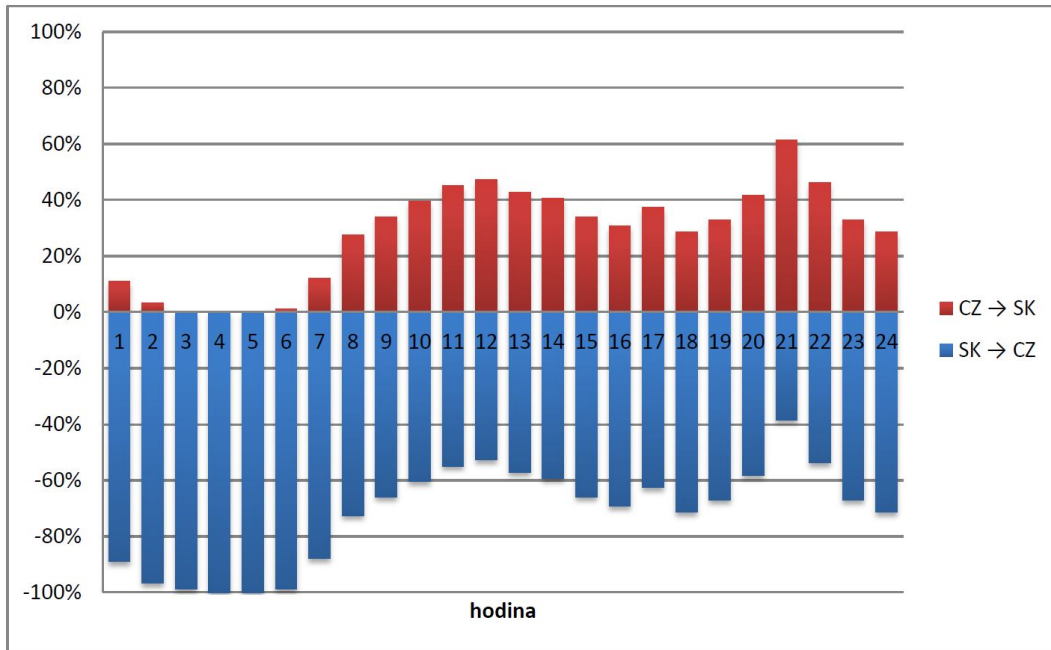


Obrázek A.7. Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity - podzim.

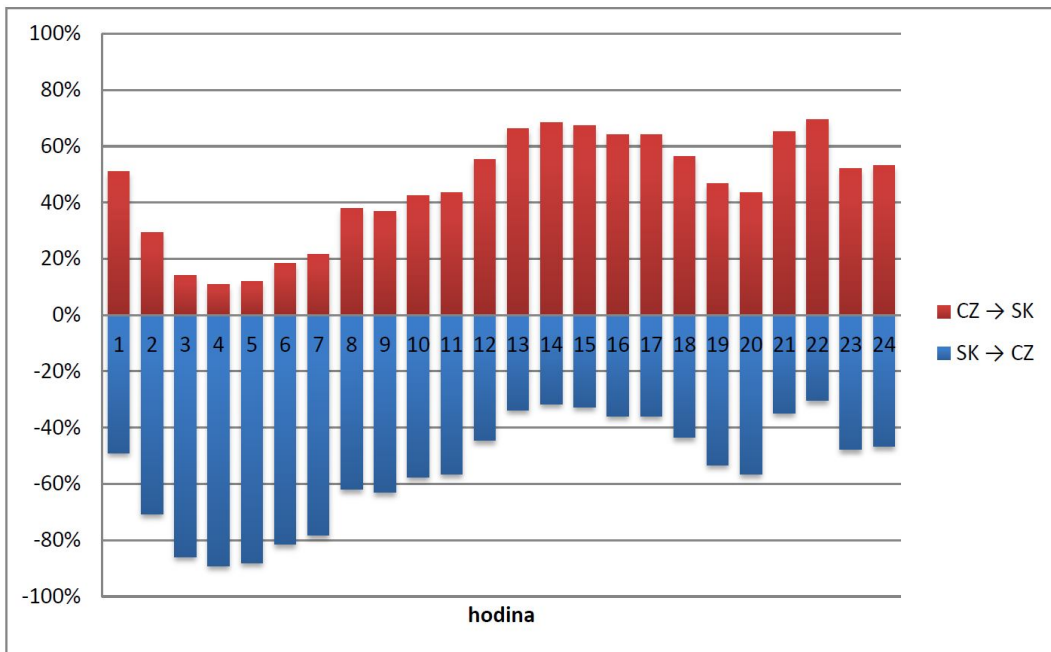


Obrázek A.8. Graf průměrného hodinového využití alokované kapacity - zima.

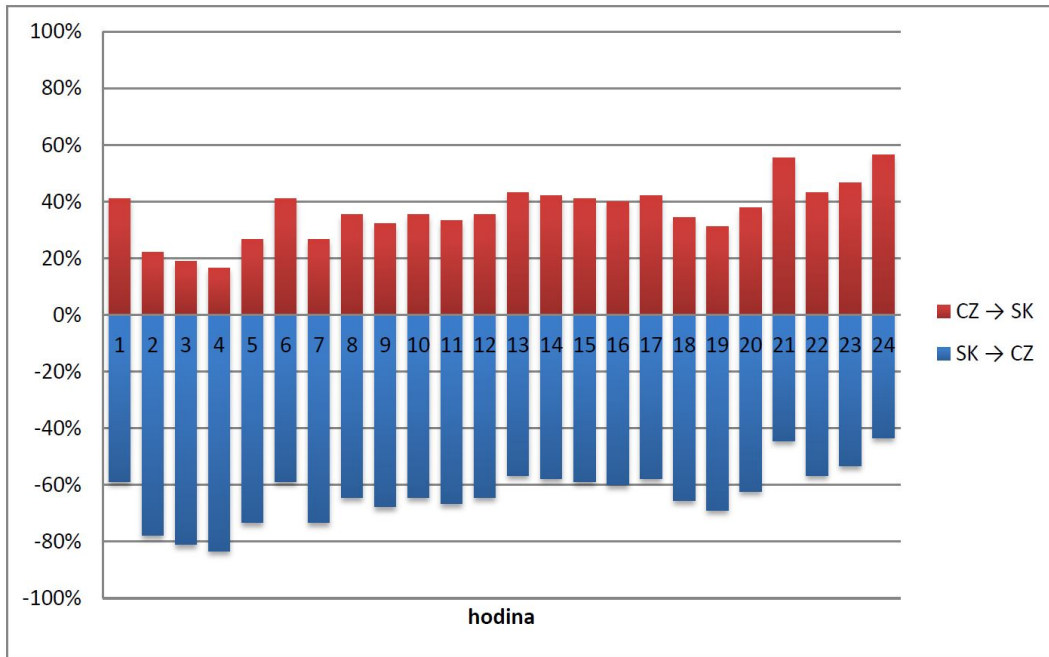
A.2.1 Směry toků na profilu CZ/SK



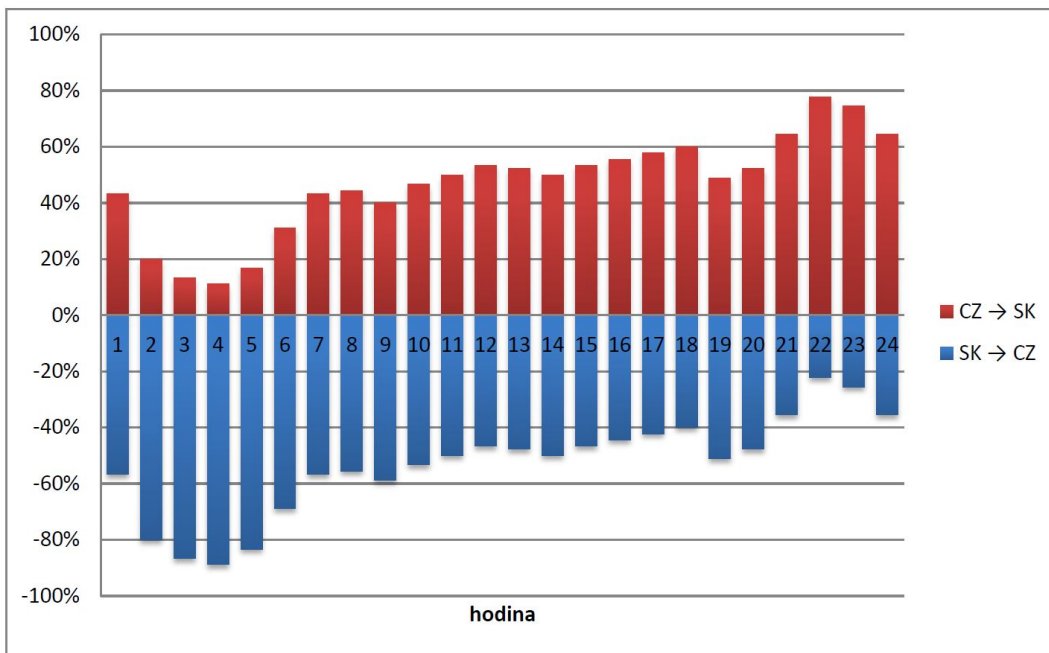
Obrázek A.9. Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK - jaro.



Obrázek A.10. Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK - léto.

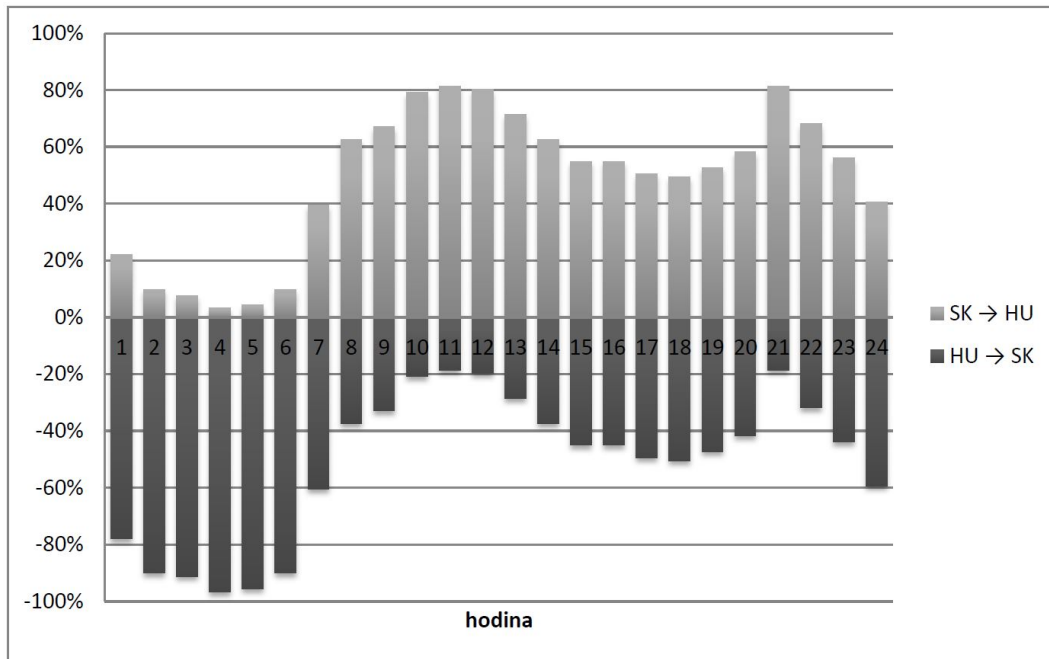


Obrázek A.11. Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK - podzim.

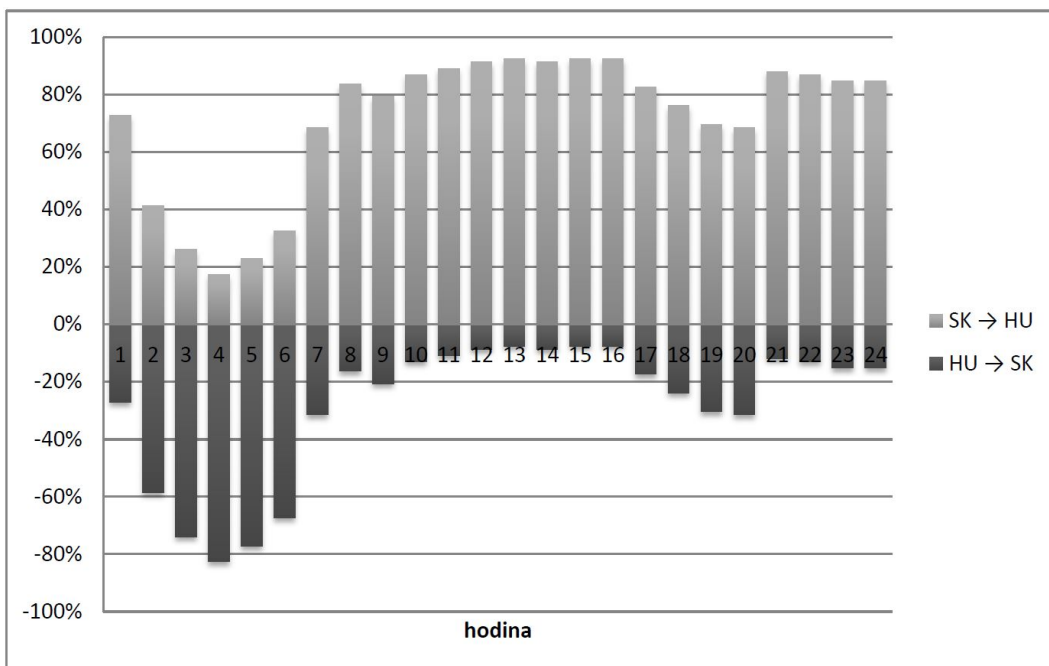


Obrázek A.12. Graf hodinového poměru směru toků na profilu CZ/SK - zima.

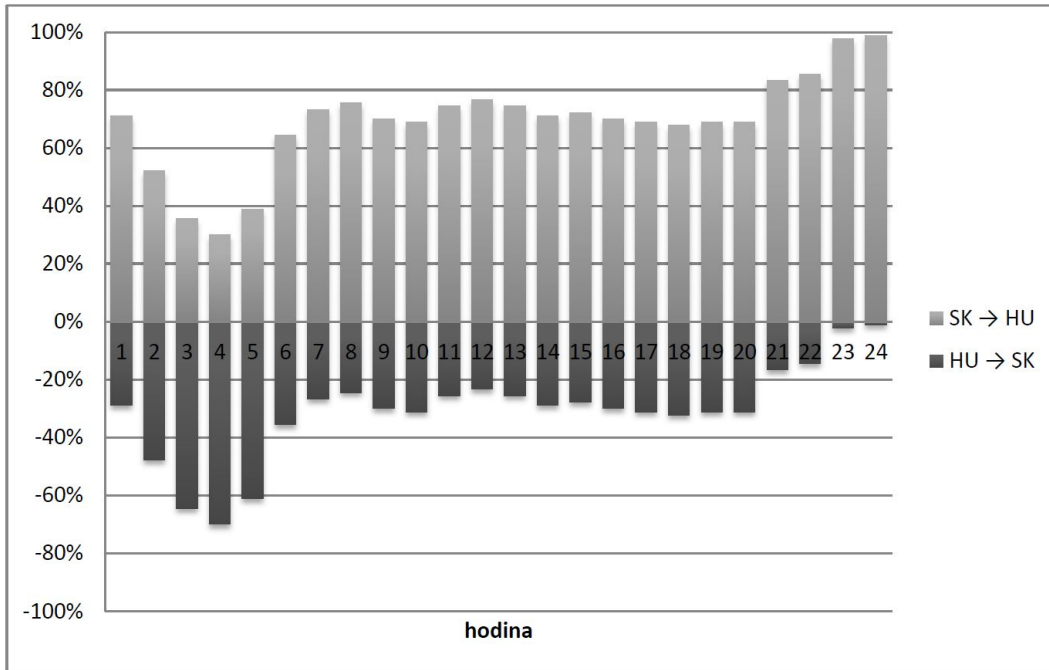
A.2.2 Směry toků na profilu SK/HU



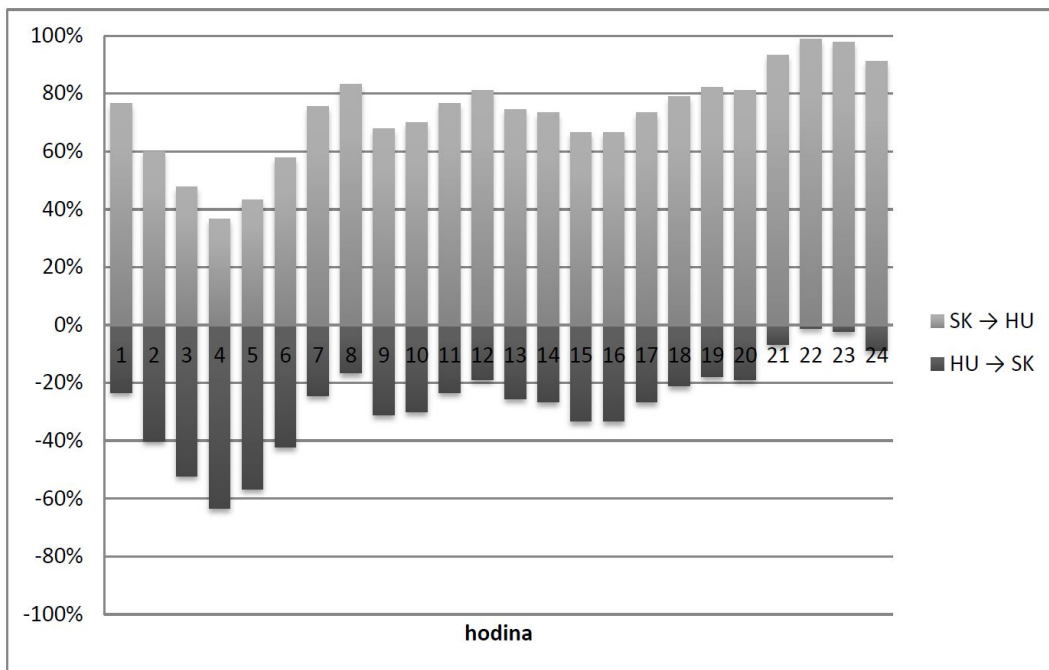
Obrázek A.13. Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU - jaro.



Obrázek A.14. Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU - léto.



Obrázek A.15. Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU - podzim.



Obrázek A.16. Graf hodinového poměru směru toků na profilu SK/HU - zima.