

Vysoká škola ekonomická v Praze

Národohospodářská fakulta

Hlavní specializace: Hospodářská politika



PASS-THROUGH RATE CENY EMISNÍCH
POVOLENEK NA
ELEKTROENERGETICKÉM TRHU ČR
V LETECH 2009 A 2010

diplomová práce

Autor: Michal Rázek

Vedoucí práce: Petr Bartoň, MA

Rok: 2011

Prohlašuji na svou čest, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a s použitím uvedené literatury.

Michal Rázek
V Praze, dne 24. srpna 2011

Věnování: „Tuto práci chci věnovat své mamince za to, že mě po celou dobu mého života podporovala a milovala. To, že jsem kousek od magisterského titulu, je z velké části její zásluhou. Díky mami.“

Poděkování: „V první řadě chci poděkovat panu Petru Bartoňovi, jelikož on byl pro mě největší exogenní motivací ekonomii studovat a upřímně se o ní zajímat. Podnítil ve mně ryzího studentského ducha. Dále bych chtěl poděkovat Ondřeji Ježovi za jeho cenné rady a poznatky k problematice zmíněné na dalších 80 stránkách.“

Zadání diplomové práce

Autor: Bc. Michal Rázek

Vedoucí: Petr Bartoň, MA

Přepokládané odevzdání: 20. Srpen 2011

Jazyk práce: český

Rozsah práce: 60 stran

Název práce: Pass-through rate na trhu elektrické energie v ČR 2009-10

Zadání:

Emisní povolenky jsou z důvodu jejich omezeného počtu vzácným statkem, který je možno využít vícero způsoby (spotřebování, prodej, či uložení na vlastní budoucí spotřebu – tzv. banking). Z důvodu „ušlých příležitostí“, kterých se subjekt vzdal volbou konkrétní cesty, je ekonomicky racionální tyto náklady jaksí cenově internalizovat při tvorbě ceny nabízeného produktu či služby. V našem konkrétním případě energetického sektoru ekonomiky se promítnutí povolenek do cen elektrické energie nazývá v ekonomické terminologii „pass-through“ a z něj odvozené procento nákladů promítnutých do cen jako „pass-through rate“. Cílem této práce je pomocí ekonometrické analýzy stanovit právě tento pass-through rate a to ve špičce (peak) a mimo ni (off-peak). K analýze použijeme regresní funkce a budeme analyzovat jak spotový, tak forwardový trh. Částí práce bude též modelace merit order pro Českou republiku, na základě kterého se odvozují mezní zdroje v elektroenergetice.

Literatura:

Sijm, J.P.M, Hers, S.J., Lise, W.: The impact of the EU ETS on electricity prices, 2008, Final report to DG Enviroment of the European Commision

Harrison, D., P. Klevnas, D. Radov, and A. Foss: Complexities of Allocation Choices in a Greenhouse Gas Emissions Trading Program, 2007, Report to the International Emissions Trading Association (IETA), NERA Economic Consulting, Boston, Massachusetts.

Joskow, P.L., Schmalensee, R.: The Political Economy of Market-Based Environmental Policy: The U.S. Acid Rain Program, *Journal of Law and Economics*, Vol. 41, No. 1 (April 1998), pp. 37-84

Abstrakt

Zavedení emisního obchodování na evropský trh se stalo „fenoménem“ na energetickém trhu. Jednotlivým producentům spalující emise oxidu uhlíku byly přiděleny poukázky vážící se k jedné vyprodukované tuně CO₂. Záhy se otevřel trh s povolenkami, které se začaly po Evropě obchodovat jak na spotovém trhu, tak na derivátovém. Emisní povolenky se hráčům na trhu alokují zdarma. Ekonomický subjekt se může rozhodnout, jestli emisní povolenku spotřebuje, nebo jí na trhu prodá. Alternativní užití povolenky vede ekonomický subjekt ke kalkulaci tržní ceny povolenky do svých nákladů, jelikož jejím spotřebováním, tedy výrobou (v našem případě elektřiny), přichází o ušlý zisk z prodeje. Na dokonale konkurenčním trhu by cena povolenky měla zvyšovat mezní náklady výroby elektrické energie o 100% ceny emisní povolenky. Tato práce analyzuje, do jaké míry výrobce přenáší cenu povolenky do prodejních cen. Promítnutí ceny, pass-through rate, je tedy mírou růstu nákladů v důsledku započtení alternativního užití povolenky do cen silové elektřiny. Regresní analýzou zkoumáme na denních datech spotových a forwardových trhů pražské a německé energetické burzy míru přenášení nákladů na odběratele. Analýzou let 2009 a 2010 docházíme k závěru, že pass-through rate je odhadován v intervalu 0,65 – 1,2. Výsledky indikují, že energetický trh je vysoce konkurenční. Zajímavým zjištěním je míra pass-through rate vyšší než jedna, která by měla být předmětem dalšího výzkumu.

Abstract

Introduction of emission trading scheme of tradable permits become a great phenomena among energy business agents. Each emitter of CO₂ is granted or allocated definite amount of tradable permitts. These allow him to produce one tonne of CO₂ or to sell them on the spot or forward market. Since these tradable permits became valuable (behave as a commercial instrument) they carry two possible usage. To be consumed when producing MWh of energy or to be sold on the market. These alternative usage are according to economy theory opportunity costs, therefore should be considered as the implicit costs and implemented into the price setting. When operating on competitive market, this cost increase should be fully passed on to the price. In this paper we analyze this pass-through of the permits costs. By using regression analysis we try to estimate the pass-through rate of the permits costs in power energy market. We analyze the spot and futures market in the Czech Republic (PXE) and in Germany (EEX). Estimated pass through rate ranges between 0,65 and 1,2. The results emphasize that the energy market is quite competitive, because the costs are more or less fully passed on consumers. One interesting feature arose from results. The pass-through rate greater than one is sort of economically counter-intuitive and should be studied in more detail in some future work.

Klíčová slova: emisní povolenky, pass-through rate, energetický trh, merit-order, oportunitní náklady

JEL Classification: D200, D220, P480

Obsah

Úvod.....	1
1. Teoretické pozadí a ekonomická východiska emisního obchodování	3
1.1 Náklady příležitosti.....	3
1.2 Grafická analýza obětovaných příležitostí	5
1.3 Ekonomické pozadí EUA ETS.....	6
1.3.1 Mikroekonomické základy emisního obchodního schématu	6
1.3.2 Formální model emisního obchodování.....	9
1.4 Shrnutí.....	10
2. Současný trh s emisními povolenkami a elektrickou energií v ČR.....	11
2.1 Legislativní úprava emisního obchodování v ČR	11
2.2 Emisní trh s povolenkami v ČR.....	12
2.3 Cena EUA.....	13
2.4 Trh s elektrickou energií v ČR.....	13
2.4.1 Historie českého elektroenergetického trhu	13
2.4.2 Současný stav a trendy trhu se silovou elektřinou	14
2.4.3 Trh výrobců elektřiny	15
2.4.4 Tržní koncentrace.....	18
2.5 Formování nabídky a poptávky a tržní rovnováha na trhu silové elektřiny	19
2.5.1 Nabídková strana trhu silové elektřiny	20
2.5.2 Poptávková strana	21
2.5.3 Tržní rovnováha	22
2.5.4 Merit order pro Českou republiku	24
2.5.5 Otevřený trh s elektrickou energií	30
2.5.6 Vybraní účastníci na trhu s elektrickou elektřinou	31
2.6 Shrnutí.....	35
3. Teoretická analýza pass-through rate ceny emisních povolenek.....	36
3.1 Teoretická analýza pass-through rate.....	36
3.2 Dopad emisního obchodování na závěrnou elektrárnu.....	45
3.3 Cenotvorba elektráren	47
4. Regresní model.....	51
4.1 Metodologie	51
4.1.1 Spotový trh	52
4.1.2 Forwardový trh.....	53
4.2 Předpoklady	56
4.3 Analýza použitých dat	57
4.4 Několik poznámek k použitým datasetům	67
4.5 Výsledky regresního modelu	69
4.5.1 Diagnostika modelu	69
4.5.2 Spotový trh.....	71

4.5.3 Trh futures	74
4.6 Shrnutí regresní analýzy a diskuze nad výsledky.....	82
4.6 Hospodářsko-politická diskuze nad „wind fall profits“ a náměty k dalšímu výzkumu	84
4.6.1 Hospodářsko-politická diskuze nad „wind fall profits“	84
4.6.2 Možnosti dalšího výzkumu.....	84
Závěr	86
Seznam použité literatury	88
Příloha 1	92
Příloha 2.....	96

Úvod

Téma této práce je spojené s mým zaměstnáním. V současné době pracujeme na určitém projektu a tato práce by měla být jeho součástí. I proto jsem si vybral toto téma. Zaujalo mě spojení zakončení akademické dráhy s řešením komplexního reálného problému.

V roce 2005 bylo v Evropě zavedeno emisní obchodování a stalo se fenoménem mezi účastníky trhu se silovou elektřinou. Do roku 2012 se emisní povolenky alokují mezi účastníky trhu zdarma. Tato skutečnost vznáší zajímavou otázku: Do jaké míry promítají výrobci silové elektřiny tržní cenu emisní povolenky do svých prodejních cen? Staví se ke spotřebě emisní povolenky jako k alternativnímu nákladu, jak předpokládá ekonomická teorie „opportunity costs“ formulovaná již na konci 19.století Fridrichem von Wieserem? A pokud ano, jak moc jsou schopni výrobci cenu emisní povolenky přesunout do koncové ceny? Ekonomie předpokládá, že na dokonale konkurenčním trhu se růst mezních nákladů promítne do růstu tržní ceny stoprocentně.

Promítnutí, či přenesení nákladů do ceny nabízeného statku je v literatuře označováno termínem pass-through rate. Pionýrské studie na toto téma analyzovaly zejména promítání relativních změn směnných kurzů do spotřebitelských cen. Tématem pass-through rate ceny emisních povolenek se mezi prvními zabývali *Bunn a Fezzi (2007)*, nebo *Sijm et al.(2008)*. Dochází k závěrům, že cena emisních povolenek se v rané fázi emisního obchodování přenáší na spotřebitele z cca 70%, přičemž panují mezi zeměmi značné rozdíly. Trh s elektrickou energií je totiž velmi specifický už jenom v tom, že tolik, kolik se elektřiny vyrobí, se musí spotřebovat. Elektřinu nelze, logicky, skladovat. Dalšími specifiky trhu jsou reakce na šoky, zejména na počasí, které jsou schopné spotovými cenami elektřiny hýbat úplně mimo rámec ekonomických fundamentů. I formování nabídkové křivky silové elektřiny je tématem samo o sobě.

Po uvedené pražské energetické burzy PXE se trh s elektřinou v české ekonomice výrazně proměnil. Cena se tvoří na trhu opravdovým střetáváním nabídky a poptávky, kdy zejména denní obchodování vykazuje často ekonomicky kontra-intuitivní výsledky. Navíc, český energetický trh je silně provázaný s německým a německá burza EEX je de facto cenovým tvůrcem české ceny silové elektřiny.

Tato práce analyzuje pass-through rate cen emisních povolenek do cen silové elektřiny v letech 2009 a 2010. Regresní analýzou odhadneme přenos alternativních nákladů emisních povolenek do tržní ceny. Analyzujeme forwardový a spotový trh po jednotlivých letech i po čtvrtletích. Jelikož jsme vůči

lipské burze EEX „price takerem“, provádíme regresní analýzu jak pro český spotový (OTE) trh, tak pro termínové kontrakty obchodované na PXE. Stejnou analýzu provádíme i pro německé ceny spotových a futures trhů kotovaných na EEX.

První kapitola této práce je věnována jednak úvodu do problematiky nákladů ušlých příležitostí a poskytuje přehled o ekonomických východiscích emisního obchodování. O tržním mechanismu, jenž má za minimalizace společenských nákladů dosáhnout kýženého hospodářsko-politického cíle, a to snížení globálních emisí oxidu uhlíku. Druhá část popisuje současný stav a trendy na elektroenergetickém trhu v České republice. Třetí část se detailně zabývá formováním nabídky a poptávky po silové elektřině. V této kapitole též konstruujeme „merit order“ pro Českou republiku, tedy nabídkovou křivku. Poslední, čtvrtá část, prezentuje regresní model, metodologii, předpoklady a vyhodnocení výsledků pass-through rate.

1. Teoretické pozadí a ekonomická východiska emisního obchodování

Analýza pass-through rate vychází z konceptu obětovaných příležitostí. Úvodní část této práce se právě zabývá tímto konceptem. Uvedeme historické kořeny formování teorie obětovaných příležitostí a ilustrujeme je na konkrétním příkladě grafickou analýzou. V další části první kapitoly uvedeme pozadí vzniku schématu emisního obchodování a ekonomické základy, na kterých stojí. Popíšeme současnou situaci na trhu s emisními povolenkami, která nám poskytne reálnější vhled do zkoumané problematiky.

1.1 Náklady příležitosti

Ekonomie rozděluje náklady na explicitní a implicitní. Explicitní náklady jsou přímo vynaloženými prostředky a z povahy schopnosti adaptace na okamžikovou produkci se dělí na fixní a variabilní. Jedná se například o továrnu a uhlí, kde první zmíněný je nákladem fixním a druhý zmíněný je nákladem variabilním. Při úplné nákladové kalkulaci je však nutné připočíst i náklady implicitní, tedy náklady obětovaných příležitostí.

Jedním z ekonomických fundamentů, které se učí v prvních kurzech ekonomie jsou oportunitní náklady, nebo-li náklady obětované příležitosti. Jako první je v ekonomii popsal rakouský ekonom, toho času působící na univerzitě v Praze, Friedrich von Wieser (1851-1926). V díle nazvaném *Der natürliche Wert* (Přirozená hodnota) z roku 1889 pojal náklady odlišně. Díval se na ně jako na mezní užitek druhé nejlepší příležitosti, kterou jsme nerealizovali z důvodu výběru té první nejlepší. Tento koncept nehledí na náklady na výrobu statku či služby jako na reálnou tvorbu, hledí na ně jako na ušlý užitek, který jsme mohli získat jiným rozhodnutím. Při ekonomické kalkulaci výsledné ceny produktu by měl být zohledněn právě ušlý užitek, jelikož ten nejlépe odráží naše neuskutečněné služby či nevyrobené produkty, které jsme byli schopni s danými výrobními vstupy realizovat. Wieser se tímto přístupem odklonil od, do té doby široce akceptovaného, pohledu cambridgeské školy, která vnímala náklady jako reálně vynaložené prostředky na tvorbu statků (*Holman, 2005*).

Wieser¹ obsáhleji mluví o přirozené hodnotě nákladů v druhé kapitole své knihy. Uvádí, že člověk disponuje širokou škálou výrobních faktorů, které mu nesou užitek z produkce a následné spotřeby. Právě vlastnění výrobních faktorů slibuje člověku možnost budoucí spotřeby. Aspekt budoucí produkce neznamena dle Wiesera jen tvorbu budoucí hodnoty, znamená též, že jiná hodnota v budoucnu nevznikne. Z tohoto důvodu by mělo být povinností každého jedince uvědomit si, že jeho produkce je tou nejlepší volbou v případě, že užitek z ní je lepší než jiný eventuální užitek. Jedinou výjimkou je neočekávaný nález např. nerostných surovin. V tomto případě se, dle Wiesera, jedná o čistý zisk a žádná hodnota není ničena, obětována. Dává za příklad Féničany, kteří náhodou objevili sklo – pro ně se jednalo o čistý zisk („pure gain“), ale všichni další, kteří začali na základě tohoto nálezů se sklem pracovat, již museli pečlivě zvažovat, které materiály k produkci použít.

„In consideration of this fact the devotion of means of production to individual undertaking must always be well considered. It is necessary, for this end, that the man who resolves on the making of one special product, should form an exact idea of the value of all the other products whose manufacture is thereby rendered impossible. But how can this be done? It is done by taking account of the value of their common economic factors of production.“ (Wieser, 1889)

Je nutné si vždy uvědomit, jakých možností se vzdáváme. Navíc se tyto možnosti v čase mění, proto je nutné provádět aktualizaci kalkulací. Terminologicky Wieser uvádí, že náklady („costs“) jsou výrobní statky sloužící k produkci konkrétního statku, zatímco výdaje („expenditures“) jsou takové, které vyjadřují alternativní užití². Měřítkem nákladů je mezní užitek produkce.

I v našem případě hledíme na užitek z emisních povolenek jako na mezní užitečnost poslední vynaložené povolenky. Při užití, spotřebě každé emisní povolenky by měl racionálně uvažující subjekt zvažovat alternativy jejího užití. Povolenku můžeme spotřebovat, prodat či si uložit na budoucí spotřebu (tzv. banking). Při rozhodnutí o spotřebě si musíme uvědomit, že jsme ji mohli prodat jinému subjektu za, předpokládejme tržní, cenu a takto inkasovaná cena by byla naším příjmem. Tento ušlý příjem je, dle Wiesera, právě tou obětovanou příležitostí. A jako ušlý užitek z druhé nejlepší alternativy je nutno jej zahrnout do cenových kalkulací. Tržní cena povolenky by tedy, dle rakouské teorie, měla být zohledněna v ceně našeho produktu, tedy elektřiny. A to i přes fakt, že emisní povolenky jsou distribuovány zdarma. Následující odstavec podává výklad právě o kalkulaci obětovaných příležitostí.

¹ Tento odstavec vychází z díla Wieser (1889)

² Wieser ještě uvádí samostatnou kategorii statků, tzv. „monopoly goods“. Ty nemají, oproti klasickým výrobním statkům („cost goods“) alternativní využití ve výrobě. Wieser uvádí příklad minerálního pramenu, který nemá jiné užití, než plnění do lahví a následnou konzumaci.

1.2 Grafická analýza obětovaných příležitostí

Při krátkodobých kalkulacích nejsou uvažovány fixní náklady, protože se považují za utopené (sunk costs). V krátkém období není možné snížit, či zvýšit objem fixních vstupů. Proto do krátkodobých cenových kalkulací vstupují na straně explicitních nákladů pouze náklady variabilní. V manažerských kalkulacích by však měly být zahrnuty i náklady implicitní. Tato úvaha je prezentována Oscarem Jensenem (1982), který na případu monopolní konkurence ukazuje, kde lze vidět právě ony implicitní náklady a jak je kalkulovat. Následující dva odstavce prezentují práci Oscara Jensena (1982).

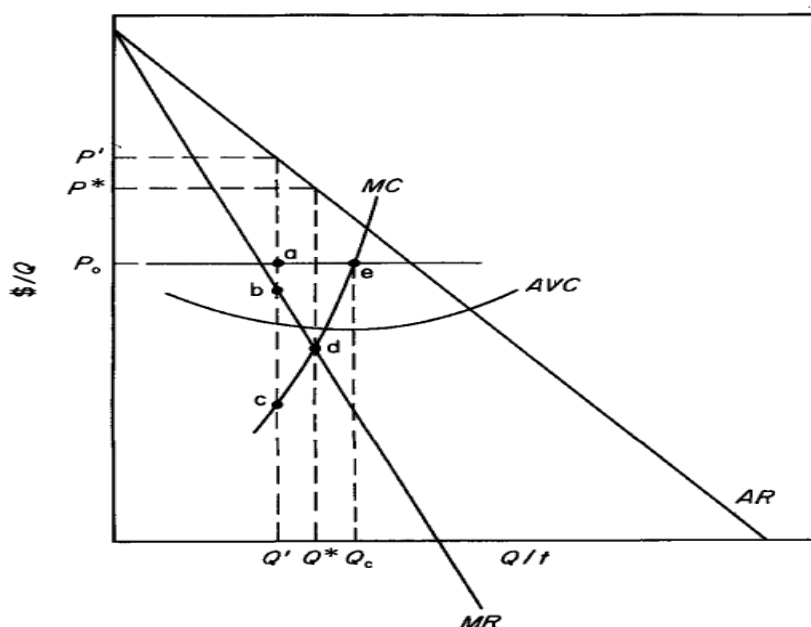
Graf 1.1 podává grafický vhled do problému. Monopolista se rozhoduje o jednorázovém zvýšení či snížení produkce. Jednoznačně bude jeho chování vycházet z předpokladu maximalizace zisku a jeho rozhodnutí by mělo vycházet z jednoduché rovnice, že zvýšení nákladů musí přinést zvýšení příjmů, resp. zisku. Vycházíme z nedokonalé konkurence, kdy monopolista čelí poptávkové křivce AR a meznímu příjmu MR . Průběh jeho nákladové funkce zobrazuje křivka průměrných variabilních nákladů AVC a křivka mezních nákladů MC . Zřejmě je zisk maximalizován při cenách a množstvích odpovídajících rovnosti MR a MC , tedy rovnovážné množství Q^* a rovnovážná cena P^* . Firma obdrží jednorázovou nabídku od jiného subjektu dodat za cenu P_0 množství $Q_0 = Q_c - Q'$. Všimněme si, že dodáváme za nižší cenu, než je cena na našem trhu P^* . Při ceně P_0 je množství maximalizující zisk dáno úrovní výstupu Q_c a tedy oproti původnímu stavu vyrábíme více o $Q_c - Q^*$. Nyní přistupme ke kalkulaci ekonomických nákladů.

Objem variabilních nákladů na dodatečnou dodávku v objemu $Q_c - Q'$ je vyjádřen plochou pod křivkou mezních nákladů, tedy plochou ohraničenou body $Q'cdeQ_c$. Říkali jsme však, že je třeba k explicitním nákladům rozhodnutí připočíst i náklady implicitní, tedy ušlé příležitosti. V našem případě se jedná o ušlý zisk, který jsme obětovali z důvodu snížení naší nabídky na našem trhu o množství $Q^* - Q'$. Takto ušlý zisk (obětovaná příležitost) se odečte z grafu z plochy bcd ³. Takto vypočítané náklady dodatečné jednorázové dodávky porovnáme s příjmem z dodávky, který je daný plochou $Q'Q_c ea$. Dodatečný profit z této transakce je tedy plocha $abde$. K celkovému zhodnocení ziskovosti transakce je ještě nutné připočíst změnu zisku na vlastním trhu, kde dodáváme pouze množství Q' , avšak při ceně P' . Za předpokladu, že je (je-li vůbec) pokles zisku na vlastním trhu menší než dodatečný zisk za jednorázovou objednávku, transakce pro firmu vychází pozitivně a měla by ji realizovat.

³ Poznamenejme jen, že integrál mezních nákladů je roven průměrným variabilním nákladům pro dané množství a integrál mezního příjmu je roven průměrnému příjmu.

Z uvedeného příkladu je vidět, jak se oportunitní náklady promítají do rozhodování subjektu. Nelze jen sečíst výnosy a náklady, je nutné vždy započítat i to, o co přicházíme. Právě elektroenergetický trh je příkladem, kde je tento typ cenových kalkulací na denním pořádku. Emisní povolenky jsou relativně likvidní papír, který lze relativně v krátkém časovém horizontu prodat. Každým dnem elektrárny sledují burzy a cenové vývoje, aby byly schopné se rychle rozhodnout, jakou alternativu užití povolenky zvolit. Jestli mají povolenku spotřebovat a dodat do energetické soustavy patřičný výkon, nebo mají raději zvolit variantu ono množství nedodat a povolenku prodat na trhu (nebo jestli si mají povolenku uložit na budoucí spotřebu). Variant je více a ekonomická kalkulace vyžaduje náročný výpočtový aparát, jenž bere v potaz mnoho proměnných.

Graf 1.1: Náklady obětované příležitosti



Zdroj: Jensen (1982)

1.3 Ekonomické pozadí EUA ETS

1.3.1 Mikroekonomické základy emisního obchodního schématu

Stát, jako nejvyšší autorita, má vždy více možností, jak dosáhnout svých cílů. V hospodářské politice lze tyto možnosti, nástroje rozdělit zhruba do dvou kategorií: tržní a netržní. Netržními nástroji máme na mysli zejména rozličné kvóty, daně, poplatky, či jinak direktivně nařízený způsob chování (limity, normy atp.). Naopak tržními nástroji vytváří stát podmínky pro chování účastníků trhu a již nechává

na jednotlivých agentech, jak se budou na trhu chovat. První skupina nástrojů ve výsledku ovlivňuje spíše jednotlivé kroky agentů a celkový výsledek hospodářskopolitického opatření se nemusí nutně odvíjet od ekonomických fundamentů. Na druhé straně, nastavíme-li pouze podmínky pro chování, ekonomické subjekty mají větší možnost volby a tedy lépe optimalizují svá rozhodnutí. Mikroekonomické zákony, jako maximalizace zisku, mohou být svobodněji a širěji uplatňovány.

Stát svými hospodářskopolitickými rozhodnutími sleduje konkrétní cíl. Pakliže stát při sledování svého cíle sleduje i maximalizaci společenského užitku, lze ukázat, že tržní cestou lze tohoto cíle dosáhnout efektivněji. Pomocí netržních, direktivních a regulatorních, omezení totiž stát omezuje možnost volby, zmenšuje množinu přípustných řešení (speciálními daněmi zdražuje vstupy či výstupy, limity omezuje množství výstupu producenta, normami omezuje možnost volby vstupů, atd.). Mikroekonomie bezvýhradně dokázala, že s větší možností volby lze dosáhnout optimálního řešení maximalizační úlohy, které leží na vyšší indifferenční křivce. Právě tržní nástroje respektují tyto mikroekonomické zákony v tom smyslu, že neomezují agenta v jeho možnostech volby, resp. ho omezují relativně méně. Jediným omezením, které při tržních nástrojích nastává, je vymezení cílového stavu trhu, prostředí. Agenti vědí, v jakém rámci se pohybují a jejich chování se odvíjí čistě na základě zákona střetávání nabídky a poptávky. Z pohledu maximalizace společenského užitku dovoluje tento přístup podnikům minimalizovat náklady dle svých nákladových funkcí a eliminovat distortní chování, které by bylo vynucené státními zásahy. Chování subjektů na netržních základech vede k suboptimálnímu výstupu. Naopak tržními mechanismy je dosaženo vytyčeného cíle s minimálními náklady.

V našem konkrétním případě obchodování s emisními povolenkami stát arbitrárně určil, že producenti mohou při výrobě vypustit do ovzduší za předem stanovenou dobu předem stanovený objem emisí, resp. do ovzduší smí být vypuštěno pouze konkrétní množství emisí a každá vypuštěná tuna CO_2 musí být kryta emisní povolenkou. Tento objem je pro agenty východiskem k optimalizační úloze. Nutným předpokladem pro úspěšné fungování toho nástroje je možnost s povolenkami obchodovat. Právě obchodování s povolenkami a tedy tvorba jejich ceny na trhu na základě tržních sil je oním hybatelem, který dává podnikům možnost volby. Podniky mají de facto tři varianty užití povolenek. Spotřebovat je, uložit na budoucí spotřebu, nebo prodat (a na druhé straně koupit). Právě cena povolenky nám říká, jak trh oceňuje jednu jednotku znečištění. Všimněme si, že to již není stát, či jiný arbitr, který by rozhodoval, jakou cenu má např. 1 tuna emisí CO_2 . Trh rozhoduje, jak si váží jedné jednotky znečištění. Na základě ceny již agenti dokáží optimálně alokovat své zdroje mezi varianty užití dle zákona mezních veličin.

Poslední jednotka produkce emituje určité množství emisí CO_2 , na které subjekt potřebuje emisní povolení. Emisní povolení má na trhu danou cenu a producent stojí před volbou, zda snížit poslední jednotku emise, nebo nakoupit/spotřebovat povolenku. Je zřejmé, že subjekt, pro který bude relativně dražší snížení poslední jednotky emisí CO_2 při produkci než je nákup/spotřeba jedné emisní povolenky, bude povolenky poptávat. Naopak subjekt, pro který je relativně levnější snížení poslední jednotky emise bude povolenky nabízet. Tento ekonomický zákon nutí výrobce k neustálým kalkulacím o cenové výhodnosti poukázky versus dodatečných investic do zařízení snižující emise oxidu uhlíku. Lze říci, že s růstem ceny povolenky budou výrobci substituovat spotřebu povolenek investicemi do inovačních technologií, jelikož poté pro ně bude ceteris paribus množství vypouštěných emisí nižší a tedy potřeba povolenek klesne. Dokonvergují do optima, kde snížení poslední jednotky emisí bude stejně nákladné jako jedna dodatečná jednotka emisní povolenky. Nákladová efektivnost je zaručena, jelikož subjekt s nejnižšími náklady na snižování emisí prodává povolenky subjektům, které jsou nákladově méně konkurenceschopné. Tržní rovnováha nastane, jakmile mezní náklad na snížení jednotky emise bude roven ceně povolenky a jakmile všichni producenti budou vyrábět na stejné úrovni mezních nákladů na snížení emisí rovnajících se ceně povolenky. V tomto okamžiku je agregátní snížení emisí dosaženo za minimalizovaných nákladů. Takto nadesignované „hřiště“ pro hru na snižování emisí stojí na nevyvratitelných mikroekonomických základech.

Přestože tržně orientované přístupy jsou ekonomy preferovány⁴, hojněji byly a stále jsou využívány přístupy příkazové⁵. Důvodem je především snaha o maximalizaci výnosu z ekonomického nástroje (Stavins, 1998, Joskow, Schmalensee 1998). V praxi byly pionýrskými projekty tržně orientovaného snižování emisí projekty ve Spojených státech amerických. V 70. letech 20. století spustila americká agentura na ochranu životního prostředí (Environmental Protection Agency) projekt na snížení znečištění vzduchu právě zavedením obchodovatelných povolenek. Obdobný systém byl též užit ke snížení látek poškozujících ozonovou vrstvu (chloroflorokarby - CFC) (Stavins, 1998). Avšak za dosud nejúspěšnější projekt obchodovatelných povolenek je považován projekt Acid Rain Program realizovaný v USA počátkem roku 1990, který redukoval vypouštění SO_2 do ovzduší, které bylo hlavním původcem kyselých dešťů (Cropper, Oates, 1992, Stavins, 1998, studie Svazu průmyslu a dopravy ČR, 2008).

⁴ Odkazy na literaturu, která prezentuje studie ekonomů preferujících tržně orientované řešení lze nalézt např. ve studii Weber, 2002

⁵ I proto jsou v cizojazyčné literatuře často označovány souslovím command-and-control.

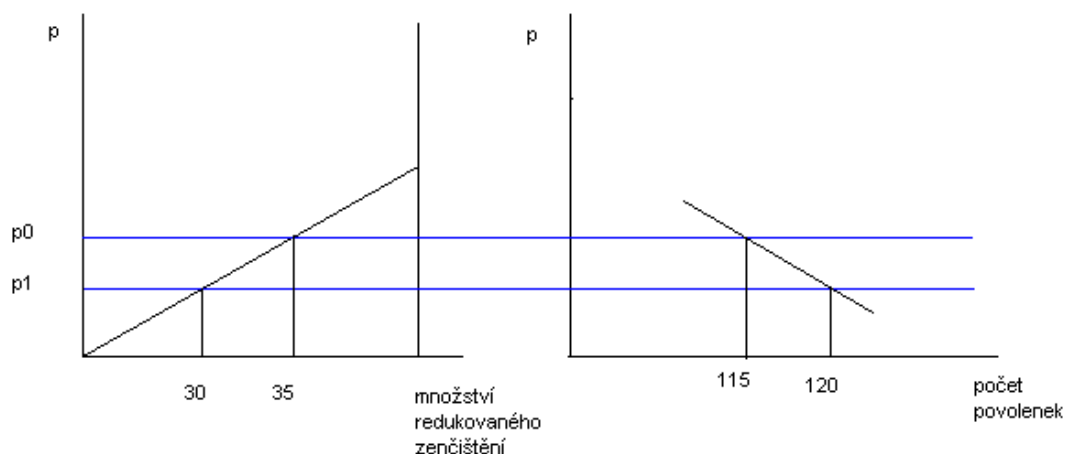
1.3.2 Formální model emisního obchodování

Formální model dvou firem představuje David Weber (2002). Základní veličinou jsou mezní náklady na snížení jednotky emisí (marginal abatement cost), které rostou konstantním tempem až do úrovně, kdy jsou emise nulové, tedy snížení emisí stoprocentní. Optimalizační úlohou firmy je minimalizovat celkové náklady na snížení emisí, které jsou složeny z nákladů na nákup emisních povolenek (permit expense) a z nákladů na snížení produkovaných emisí (pollution control costs). Z důvodu rostoucích mezních nákladů na snížení emisí bude firma redukovat emise až do bodu, ve kterém jsou mezní náklady na snížení emisí rovny ceně emisní povolenky. Weber pracuje se dvěma firmami, které mají různé křivky mezních nákladů (obě však mají stejný maximální počet produkovaných emisí, což lze vidět v levé části obr.1.2, kde je fixní hodnota dána vertikální přímkou). Z výše zmíněného plyne, že firma s vyššími mezními náklady bude poptávat více emisních povolenek. Poptávka je odvozena od křivky mezních nákladů, viz obr.1.2.

Tržní rovnováhu zachycuje obr. 1.3. Horizontální součet individuálních poptávek po povolenkách tvoří agregátní poptávku (křivka *abc* na obr.1.3). Nabídka povolenek je fixní, řekněme, že je arbitrárně určena státní autoritou (v našem případě na hodnotě 150). Poté snadno nalezneme průsečík nabídky s poptávkou, stanovíme rovnovážnou cenu na úrovni *pe*. Vidíme, že obě firmy produkují na stejné úrovni mezních nákladů na snížení znečištění, jelikož čelí stejné ceně za povolenku.

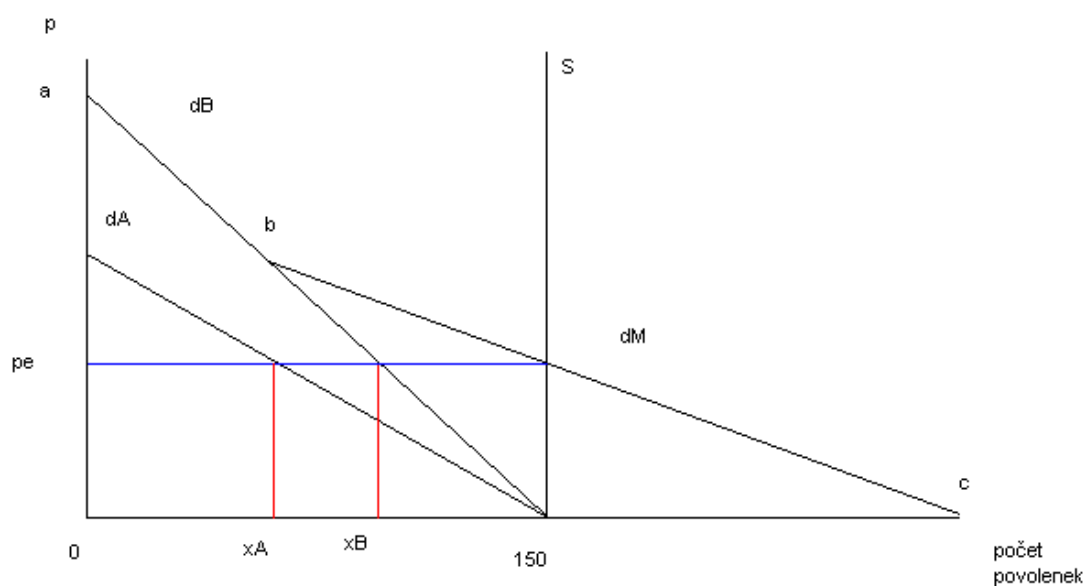
Nyní zavedeme možnost směny mezi firmami. Předpokládejme, že obě firmy dostanou od státu polovinu celkového objemu emisních povolenek, tedy každé firmě bude alokováno 75 kusů. Firma porovnává náklady na snížení své poslední jednotky znečištění s cenou povolenky. Jsou-li náklady na mezní snížení vyšší než cena povolenky, bude firma na trhu povolenek poptávajícím. V opačném případě, tedy když budou náklady na mezní snížení znečištění nižší než cena povolenky, bude na trhu nabízejícím. Za již zmíněného předpokladu rozdílných nákladových křivek bude nutně jedna firma nabízejícím a druhá poptávajícím. Cena povolenky bude ustanovena mezi úrovněmi mezních nákladů na snížení emisí o 75 jednotek u obou firem. Důvod je zřejmý. Firma s vyššími náklady je ochotna zaplatit za dodatečnou emisní povolenku relativně více (jelikož snížení emisí by jí stálo více výdajů z důvodu rostoucích mezních nákladů), než druhá firma. Navíc, firma s nižší nákladovou křivkou je motivována vyšší cenou povolenky snižovat vlastní emise do té míry, kolik je druhá firma ochotna na trhu za povolenku zaplatit (resp. snižuje emise do té míry, kdy se jí již nevyplatí uvolňovat povolenky na trh a je pro ni efektivnější povolenky spotřebovat).

Obrázek 1.2: Individuální poptávka



Zdroj 1: Weber (2002)

Obrázek 1.3: Tržní rovnováha trhu emisních povolenek



1.4 Shrnutí

Úvodní část popsala ideu emisního obchodování založenou na dosažení vytyčeného cíle za vynaložení minimalizovaných nákladů. Marginální analýza ukázala, že je emisní obchodování nákladově efektivní, jelikož firmy operují na hodnotách mezních nákladů a mezních příjmů. Tento fakt implikuje nejnížší možné vynaložené náklady na snížení emisí CO₂. Též jsme v úvodu popsali, proč by

ekonomické subjekty měly promítat tržní cenu povolenky do svých nákladů, byť jim jsou povolenky alokovány zdarma. Alternativní příležitosti musí být zkrátka zahrnuty v kalkulaci nákladů, jinak by subjekt neměl přesnou představu o tom, kolik ho stojí jeho produkce. Jelikož jsou emisní povolenky stěžejním tématem této práce, pokračujeme v deskripci současného stavu s jejich obchodováním a legislativními požadavky.

2. Současný trh s emisními povolenkami a elektrickou energií v ČR

Následující část poskytuje přehled o situaci na trhu elektroenergetiky, o účastnících trhu se silovou elektřinou, o energetické burze a emisních povolenkách v České republice. Popíšeme energetickou síť a způsob tvorby ceny na poli silové elektřiny, který je nutným předpokladem pochopení analyzovaného pass-through rate. V této kapitole též konstruujeme merit order pro Českou republiku, který nám poskytne vhled do určování marginální elektrárny, od které se odvíjí tržní cena. Vycházíme z předpokladu restrikce nákladů elektráren pouze na palivo a povolenku a to pro intuitivnější analýzu pass-through rate.

2.1 Legislativní úprava emisního obchodování v ČR

Obchodování s emisními povolenkami v ČR má základ v unijní legislativě⁶. Od ledna 2005 platí ve všech členských státech Emission Trading Scheme (ETS), jehož úkolem je snižovat emise skleníkových plynů, zejména CO₂. Evropská unie adoptovala tuto politiku obchodovatelných povolení právě z důvodu nákladové efektivnosti, jak bylo uvedeno v první kapitole. Cílem programu ETS je: „dosáhnout 8% snížení emisí skleníkových plynů v letech 2008-2012 vzhledem k úrovni roku 1990, v delším časovém horizontu snížení globální emise skleníkových plynů na přibližně 70% vzhledem k úrovni roku 1990.“⁷ V současné době je v Evropě do schématu zahrnuto více jak dvě třetiny emitentů skleníkových plynů⁸.

V České republice organizuje obchodování s emisními povolenkami Operátor trhu s elektřinou (OTE). Jeden kus emisní povolenky vyjadřuje právo emitovat jednu tunu emisí CO₂. Emisní povolenky by měly pokrýt produkované emise oxidu uhličitého. Pakliže subjekt nemá dostatek povolenek, musí se

⁶ Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/87/EC ustavující schéma pro obchodování s povolenkami („allowances“) na emise („emissions“) skleníkových plynů („greenhouse gases“) v rámci Společenství; a doplňující směrnici Rady 96/61/EC

⁷ tamtéž

⁸ http://www.mzp.cz/cz/ochrana_klimatu

obrátkit pro dodatečné na trh, či redukovat množství emisí. Emisní povolenky jsou přidělovány zdarma⁹. Klíč k přidělování emisních povolenek je následující:

- Evropská komise určí celkový objem povolenek pro konkrétní zemi
- Země rozděluje povolenky na základě emisí produkovaných v referenčních letech 2005, 2006¹⁰
- Emise z referenčních let jsou vynásobeny tzv. růstovým faktorem pro kategorii zařízení dané emisní intenzity.¹¹

Povolenky byly přidělovány ve dvou již proběhnutých fázích, a to dle Národního alokačního plánu I (NAPI) na léta 2005-2007 a NAPII (2008-2012). V současné době je již hotový i NAPIII na léta 2013-2020, kde bude největší novinkou aukční systém obchodování většiny objemu povolenek. Od roku 2013 již nebudou povolenky alokovány zdarma¹². Národní alokační plány jsou sestavovány národními vládami a jsou schvalovány v EU. Do národního alokačního plánu, resp. do schématu obchodování s povolenkami patří všechny subjekty specifikovány v příloze 1 zákona č. 695/2004 o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů a o změně některých zákonů. Povinným účastníkem je každé spalovací zařízení (s výjimkou zařízení pro spalování nebezpečných nebo komunálních odpadů) se jmenovitým tepelným příkonem větším než 20 MW¹³.

2.2 Emisní trh s povolenkami v ČR

Dle NAPII bude v ČR rozdistributedo mezi účastníky schématu 86,8¹⁴ milionu emisních povolenek každý rok po dobu trvání NAPII, tedy mezi léty 2008-2012. Alokační plán rozděluje účastníky dle vypouštěných emisí a to na malá zařízení emitující ročně (báze 2005) do 50 tisíc tun CO₂ a na velká zařízení emitující nad 50 tisíc tun CO₂ ročně. Poměr mezi těmito dvěma soubory účastníků je 4,5:95,5 (3,9 milionu pro malá zařízení a 81,5 milionů pro velká zařízení). Dále je alokováno 1,3 milionu na rezervu na nové zdroje a 0,1 milionu povolenek náleží na projekty tzv. Joint Implementation, což jsou

⁹ Mimo cca 1,5% celkového objemu, který bude prodáván v aukci. Jedná se o nevyčerpané povolenky z rezervy na nové zdroje.

¹⁰ Přidělování emisních povolenek na základě historických hodnot emisí je v literatuře označováno jako tzv. grandfathering.

¹¹ Národní alokační plán České republiky na roky 2008-2012

¹² Ještě zůstane sice určitý objem povolenek, které se stále alokovat zdarma budou – pro nové zdroje a speciální programy EU.

¹³ Zmínili jsme pouze zařízení relevantní pro tuto diplomovou práci – tedy odvětví energetiky. Do schématu povinně spadá množství dalších odvětví, jako výroba a zpracování kovů, zpracování nerostů, či nově letectví.

¹⁴ NAŘÍZENÍ VLÁDY ze dne 25. února 2008 o Národním alokačním plánu pro obchodovací období roků 2008 – 2012

projekty realizované společně soukromými firmami a státem, za které je možné též získat povolenky. Detailnější alokace povolenek je uveřejněna v tabulce 2.1. Pro srovnání, v roce 2005 byl celkový objem emisí ve výši 82,4 milionu tun.

Tabulka 2.1: Alokace emisních povolenek v rámci NAP II

	<i>Referenční hodnota emisí (tCO₂)</i>	<i>Emise celkem rok 2005 (tCO₂)</i>	<i>Emise celkem rok 2006 (tCO₂)</i>	<i>Základní alokace povolenek</i>
<i>Soubor 1 (malá zařízení)</i>	3 702 186	3 510 937	3 618 513	3 946 632
<i>Soubor 2 (velká zařízení)</i>	79 449 656	78 910 839	79 944 488	81 499 243
<i>Joint Implementation</i>	-	-	-	99 389
<i>Nové zdroje</i>	-	-	-	1 290 000
<i>Celkem</i>	83 151 842	82 421 776	83 589 771	86 835 264

Zdroj: Národní alokační plán ČR na roky 2008-2012

2.3Cena EUA

Jedná se o komoditu obchodovanou na kapitálovém trhu stejně jako akcie, dluhopisy, obilí nebo drahé kovy. Obchoduje se jak na spotovém, tak na forwardovém trhu. Cenu ovlivňuje zejména uhlíková náročnost odvětví. Elektrárny, které produkují relativně více emisí oxidu dusíku poptávají více emisních povolenek a *vice versa*. Determinace poptávky je v krátkodobém horizontu závislá zejména na okamžikovém stavu poptávky (ve špičce a mimo špičku) a na cenách paliv, resp. na relativních cenách paliv. Dlouhodobá poptávka je závislá zejména na dlouhodobém odhadu potřeby povolenek, která se odvíjí od uhlíkové náročnosti. Tedy investice do inovací elektráren, snižující emise oxidu uhlíku, jsou hlavním determinantem dlouhodobé poptávky.

2.4 Trh s elektrickou energií v ČR

2.4.1Historie českého elektroenergetického trhu

Trh s elektrickou energií v ČR se vyznačoval v minulosti vysokou mírou regulace. Stát reguloval ceny energií skrze Energetický regulační úřad. Zlom nastal v roce 2006, kdy došlo k tzv. unbundlingu. Byly odděleny do té doby spojené jednotlivé procesy dodávek elektřiny a to výroba, přenos a distribuce. Unbundling, tedy oddělení jednotlivých fází dodávek elektřiny, bylo implementováno na základě rozhodnutí EU. Idea toho opatření je v demonopolizaci odvětví elektroenergetiky, kdy oddělení jednotlivých procesů by mělo podnítit a umožnit vstup na trh novým subjektům. Největší giganti

v odvětví, firmy ČEZ, PRE, E.ON, oddělily své distribuční sítě od generátorů elektřiny. Přenosová soustava zůstala v rukou státu, skrze firmu ČEPS. Právě oddělení prodeje od výroby umožnilo vstup na trh novým distributorům elektrické energie. V současné době si mohou malo- i velkoodběratelé svobodně volit svého dodavatele a nejsou odkázáni na místní příslušnost domácnosti či podniku.

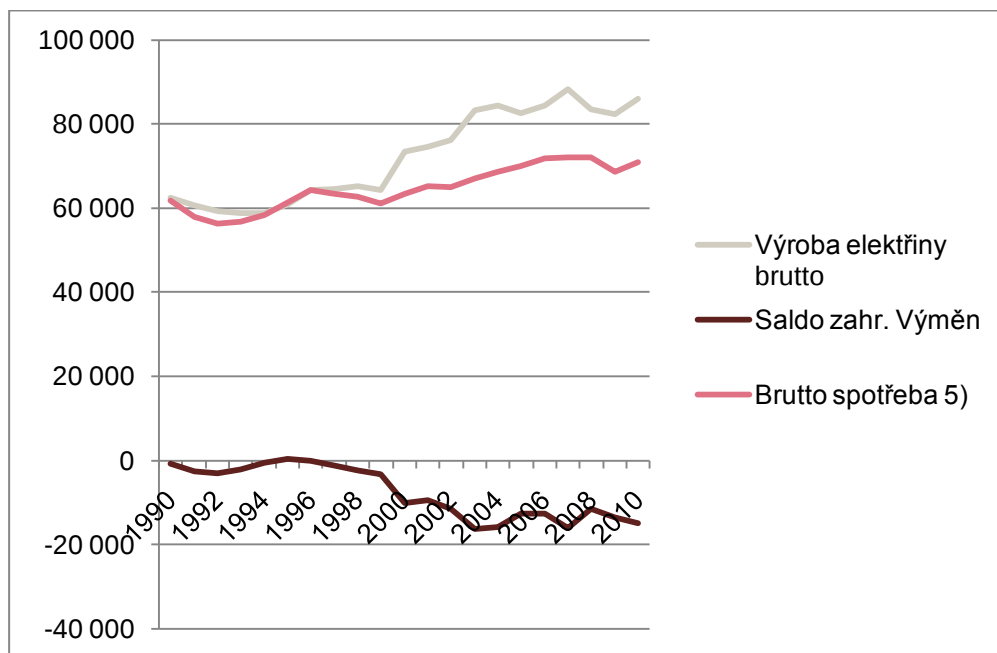
Dalším mezníkem v liberalizaci trhu elektroenergetiky bylo ustanovení Energetické burzy Praha (PXE). 17. července 2007 bylo zahájeno obchodování na energetické burze. Od toho momentu jsou spotové elektroenergetické kontrakty registrovány a vypořádávány PXE. Před vznikem burzy byly veškeré objemy prodávány na aukcích, které pořádal zejména ČEZ, jako největší výrobce elektřiny. Největší devizou vzniklé burzy je, jak už u burz bývá, transparentní cenotvorba. Na burze se obchodují jak spotové tak termínové kontrakty. Nutno dodat, že spotovou cenu tvoří OTE a.s., který má ze zákona povinnost organizovat spotový trh s elektřinou. OTE a PXE uzavřely smlouvu o společném organizování a propojení svých spotových trhů, kdy následně PXE kótuje své spotové ceny na základě informací od OTE¹⁵.

2.4.2 Současný stav a trendy trhu se silovou elektřinou

Z Grafu 2.2 je vidět základní trend ve výrobě a spotřebě elektrické energie. Graf zachycuje vývoje brutto výroby elektřiny, brutto spotřeby elektřiny a saldo zahraničních výměn od roku 1990 do roku 2010. Použili jsme brutto hodnoty, které u výroby elektrické energie neočišťují časovou řadu o vlastní spotřebu elektráren na výrobu elektrické energie. U spotřeby je též uvedena brutto hodnota, která zahrnuje vlastní spotřebu na výrobu energie a ztráty v sítích. Saldo zahraniční výměny je ve formátu IM-EX. Výroba elektřiny vzrostla od roku 1990 z hodnoty 62 558 GWh na 85 910 GWh v roce 2010, což je nárůst o 37%. Spotřeba rostla z 61 866 GWh na 70 962 GWh v roce 2010, což je nárůst o bezmála 15%. Lze vidět, že s růstem času vyrábíme relativně více, než naše ekonomika spotřebovává. I proto jsem téměř celou polistopadovou éru, mimo roku 1995, čistým vývozcem elektřiny. Vývoz elektřiny vzrostl z původních 692 GWh na současných 14 948, což je dvacetinásobný nárůst.

¹⁵ PXE po svém vzniku organizovalo vlastní spotový trh. Ceny denního trhu na OTE byly však po celou dobu fungování obou spotových trhů likvidnější. Proto se PXE rozhodla upustit od vlastního kótování spotových cen a s účinností od 1. dubna 2009 propojilo svůj denní trh s OTE. V současné době tedy PXE tvoří na základě cen denního trhu OTE (originálně se denní trh jmenuje Denní trh OTE a PXE, avšak faktickým tvůrcem je OTE) cenové indexy a vypořádává termínové kontrakty.

Graf 2.2: Vývoj bilance elektřiny od r.1990 (GWh)

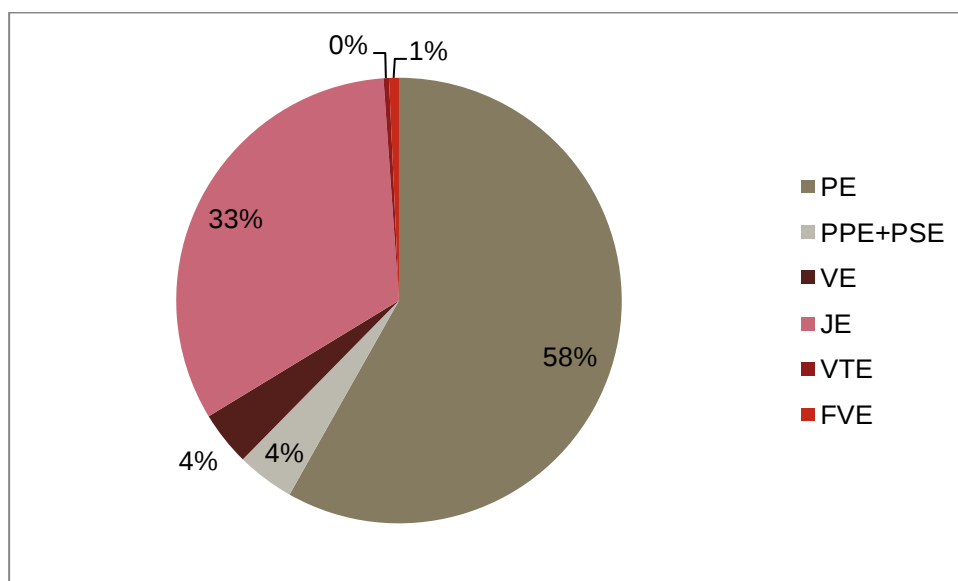


Zdroj: ERÚ, Roční zpráva o provozu ES ČR 2010

2.4.3 Trh výrobců elektřiny

V ČR má neustále dominantní podíl na trhu výroba z tepelných elektráren, zejména z elektráren parních. Jednotlivé typy elektráren si drží téměř konstantní podíl na poli výroby elektřiny. Jedinou výjimkou je fotovoltaika, která meziročně (2009/2010) zvýšila podíl pětinasobně. V souhrnném vyjádření je však fotovoltaika stále na minimální úrovni produkce elektřiny v porovnání s ostatními zdroji. Tepelné elektrárny vyprodukovaly v roce 2010 62% (53 397 GWh) elektrické energie, z toho parní elektrárny celých 58%. Druhým největším dodavatelem elektřiny do energetické soustavy ČR bylo jádro. To vyprodukovalo 33% elektrické energie (27 998 GWh). Třetím v pořadí se 4% (3 380 GWh) podílem byly vodní elektrárny. Ostatní zdroje jsou uvedeny již jen graficky na Obrázku 2.3. Komparativní údaje za rok 2009, společně s vyčíslením jednotlivých zdrojů jsou uvedeny v Tabulce 2.4. Vysvětlivky k jednotlivým zkratkám zdrojů elektrické energie podává legenda pod Tabulkou 2.4.

Obrázek 2.3: Struktura zdrojů výroby elektřiny 2010



Zdroj: ERÚ, vlastní výpočty

Tabulka 2.4: Struktura výroby elektrické energie v letech 2009, 2010

položka		2010	2010	2009	2009	2010/2009
		[GWh]	% podíl	[GWh]	% podíl	[%]
výroba elektřiny brutto celkem		85 910,1	1	82 250,00	1	104,5
z toho:	PE	49 979,70	0,58	48 457,40	0,59	103,1
	PPE+PSE	3 600,40	0,04	3 225,20	0,04	111,6
	VE	3 380,60	0,04	2 982,70	0,04	113,3
	JE	27 998,20	0,33	27 207,80	0,33	102,9
	VTE	335,5	0,00	288,1	0,00	116,5
	FVE	615,7	0,01	88,8	0,00	693,3
	GOE	0		0		0

Zdroj: ERÚ, Roční zpráva o provozu ES ČR 2010

Legenda:

PE - parní elektrárna

PPE - paroplynová elektrárna

PSE - plynová a spalovací elektrárna

VE - vodní elektrárna

PVE - přečerpávací vodní elektrárna

JE - jaderná elektrárna

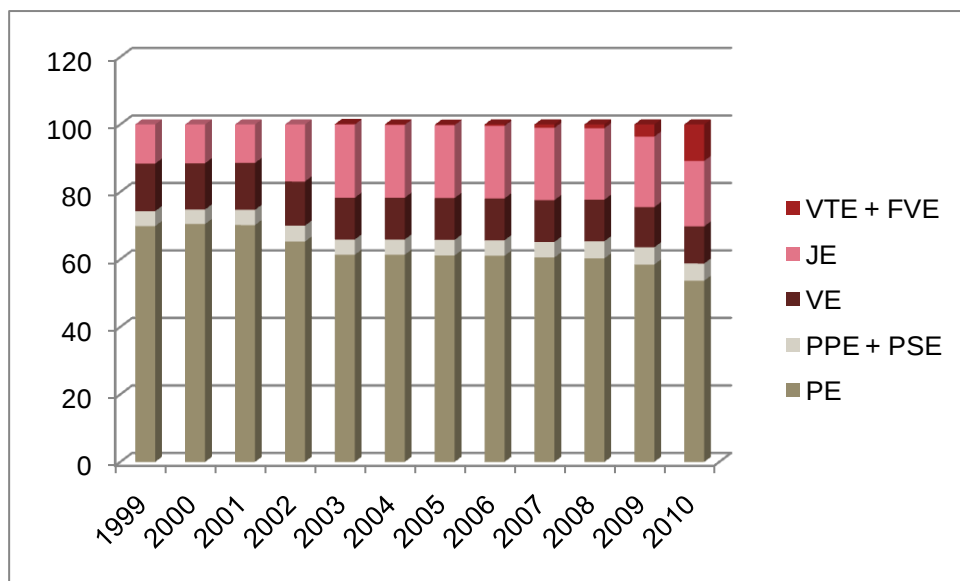
VTE - větrná elektrárna

SLE - solární elektrárna

GOE - geotermální elektrárna

V Grafu 2.5 vidíme strukturu instalovaného výkonu české energetické soustavy od roku 1999 do roku 2010. Lze zaznamenat rasantní nárůst podílu fotovoltaiky a pokles podílu tepelných elektráren. K 31.12. 2010 byl celkový instalovaný výkon energetické soustavy ČR 20 072 MW. Parní elektrárny tvoří 53% instalovaného výkonu (10 768 MW), jaderné elektrárny 19,3% (3 900 MW). Absolutní hodnoty instalovaného výkonu za léta 2009 a 2010 poskytuje Tabulka 2.6 Instalovaný výkon vzrostl meziročně o cca 1 742 MW, kde hlavním přispěvatelem byla právě fotovoltaika (1 474 MW)

Graf 1.5: Struktura instalovaného výkonu %



Zdroj: ERÚ, Roční zpráva o provozu ES ČR 2010

Tabulka 2.6: Instalovaný výkon dle zdrojů (MW)

		PE	PPE	VE	PVE	PSE	JE	VTE	FVE	Celkem
Celkem ČR	10		1	1		3				18
2009	720,11	560,72	036,39	146,50	374,2	830,00	193,2	464,58	325,70	
Celkem ČR	10		1	1		3		1		20
2010	768,98	590,72	056,11	146,50	433,69	900,00	217,8	959,10	072,90	
meziroční abs.nárůst	48,87	30	19,72	0	59,49	70	24,6	1494,52	1747,2	

Zdroj: ERÚ, Roční zpráva o provozu ES ČR 2009, 2010, vlastní výpočty

2.4.4 Tržní koncentrace

Největším výrobcem elektrické energie je ČEZ (11 588 MW)¹⁶, následován s velkým odstupem Elektrárnou Chvaletice a.s. (800 MW)¹⁷, třetím největším výrobcem je Sokolovská uhelná (620 MW)¹⁸. Vidíme, že ČEZ má jednoznačně dominantní pozici na trhu výrobců elektřiny, kdy ovládá 57% trhu. Druhý největší dodavatel, Elektrárna Chvaletice¹⁹, tvoří pouze 4% trhu. Je nutné říci, že podíl ČEZu na instalovaném výkonu za poslední 4 roky zůstává téměř stejný. V roce 2007 a 2008 ovládal ČEZ 69% trhu, v roce 2009 67%, o rok později o 9 p.b. méně. Pokles mezi léty 2009 a 2010 je dán zejména již zmíněným prodejem Elektrárny Chvaletice a růstem instalovaného výkonu solárních elektráren. Co se jednotlivých zdrojů týče, ČEZ vlastní k 31.12.2010 54% instalovaného výkonu parních elektráren, 69% instalovaného výkonu vodních elektráren a jediné dvě české jaderné elektrárny Temelín a Dukovany. I tento poměr, vyjma Chvaletic, byl zachován v průběhu minulých čtyř let. Z „konkurenčního lemu“ ČEZu je k 31.12.2010 v ČR 24 elektráren s instalovaným výkonem nad 50 MW, které celkem generují hodinový výkon 5 221 MW. Menších elektráren s instalovaným výkonem 5-50 MW je u nás 101. Celkový instalovaný výkon těchto elektráren je 1 344 MW. Ostatní elektrárny s instalovaným výkonem pod 5 MW generují celkový instalovaný výkon 2 348 MW²⁰.

¹⁶ Data k 31.12.2010 převzatá z ERÚ, Roční zpráva o provozu ES ČR 2010

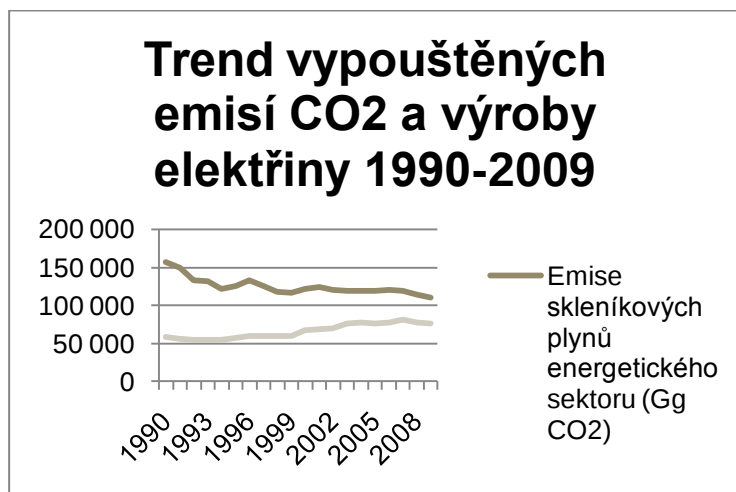
¹⁷ tamtéž

¹⁸ tamtéž

¹⁹ Nota bene v roce 2009 byly Chvaletice ještě v majetku ČEZu. Byly prodány v druhé polovině roku 2010, jelikož z portfolia ČEZu byly nejméně ziskové.

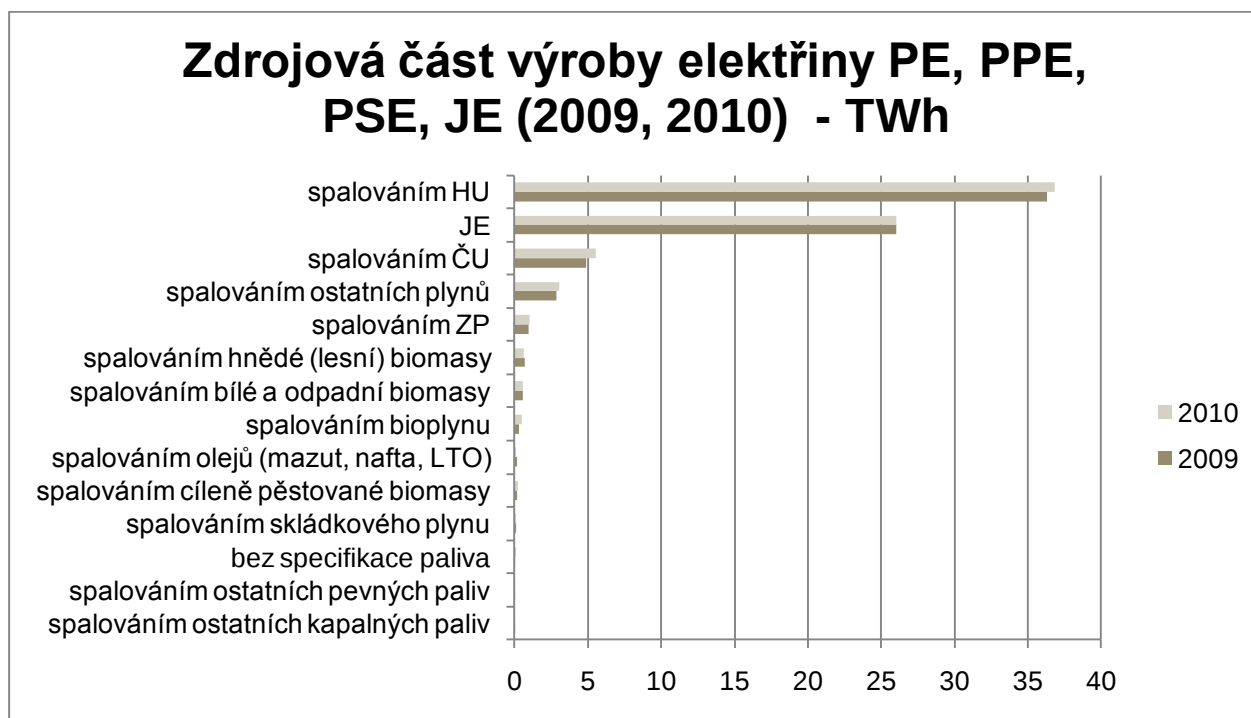
²⁰ ERÚ, Roční zpráva o provozu ES ČR 2010, 2009, 2008, 2007

Graf 2.7: Trend vypouštěných emisí CO₂ a výroby elektřiny 1990-2009



Zdroj: MŽP, ERÚ

Graf 2.8: Zdrojová část výroby elektřiny v letech 2009, 2010



Zdroj: ERÚ, výpočty autora

2.5 Formování nabídky a poptávky a tržní rovnováha na trhu silové elektřiny

V následujících subkapitolách detailně popisujeme tvorbu ceny na elektroenergetickém trhu. Pochopení principu merit order a stanovování závěrné elektrárny, stejně tak jako specifika vyrovnávání odchylek a regulační toky jsou nedílnou součástí komplexního problému stanovování nabídky a poptávky po elektřině.

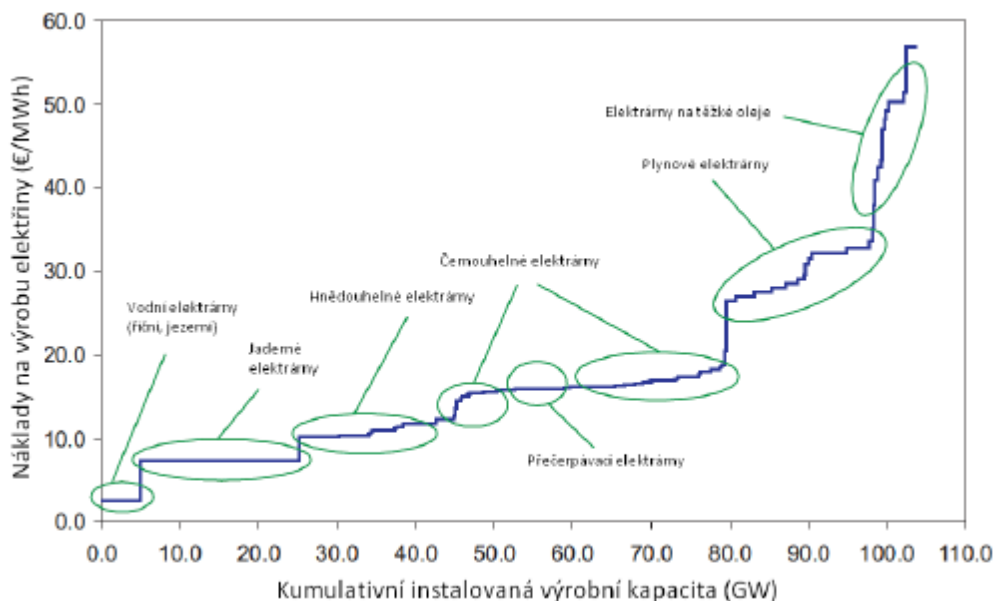
2.5.1 Nabídková strana trhu silové elektřiny

Trh s elektrickou energií se vyznačuje jistými specifiky, stejně tak nabídková křivka silové elektřiny má své zvláštnosti. Nabídka elektrické energie je omezena celkovým instalovaným výkonem energetické soustavy a případnou příhraniční výměnou. Dovoz elektrické energie, a tedy případně zvýšení nabídky je však omezeno příhraničními kapacitami. Nabídková křivka je dána fixními a variabilními náklady na výrobu další MWh²¹. V krátkém období jsou fixní náklady konstantní a nabídka je dána průběhem mezních nákladů. I na energetickém trhu platí zákon rostoucích mezních nákladů. Zákonitě je prvním nabízejícím na trhu zdroj s nejnižšími náklady, dále ten s vyššími atd. Je tedy zřejmé, že první do soustavy dodává nejlevnější zdroj výroby elektrické energie, poté se připojuje druhý nejlevnější až na závěr ten nejdražší, tedy výrobce s nejvyššími mezními náklady. Na poli výrobců energií jsou karty nákladové náročnosti rozděleny vcelku jednoznačně²². Sekvence přistupujících dodavatelů na trh se označuje jako pravidlo „merit-order“ (*Oldřich, 2010*). Jedná se o sekvenční připojování do nabídkové křivky na základě výše mezních nákladů (*Oldřich, 2010*). Máme na mysli mezní náklady jednotlivých zdrojů na výrobu dodatečné 1 MWh. Tuto nákladovou náročnost zobrazuje Obrázek 2.9. Obrázek zachycuje jednotlivé typy zdrojů elektrické energie v Německu. Nutno říci, že mezní náklady jednotlivých druhů zařízení, resp. jejich relativní výše oproti ostatním je platná pro jakýkoli stát s tím, že se samozřejmě liší úroveň výše nákladů a instalovaná kapacita. Vidíme, že nejnižší mezní náklady na MWh mají vodní elektrárny, druhé nejlevnější je jádro, následované hnědým a černým uhlím. Plynové elektrárny a elektrárny na těžké oleje uzavírají nákladovou křivku a nabízejí svůj instalovaný výkon až jako poslední.

²¹ Pro intuici zde neuvažujeme implicitní náklady.

²² Uvažujeme nyní krátkodobý horizont, abychom jsme se vyhnuli hypotézám o technologickém pokroku a technologické změně.

Obrázek 2.9: "merit-order" pro Německo



Zdroj: Ellersdorfer, 2005 in Oldřich, 2010

2.5.2 Poptávková strana

Poptávka po elektrické energii je dána její spotřebou. Většina kontraktů v ČR je nasmlouvána dopředu. Výrobci s odběrateli uzavírají dvoustranné kontrakty o dodávkách elektřiny. Zbylá část elektřiny je obchodována na denním trhu OTE. Za rok 2010 bylo 97% zobchodované elektřiny uskutečněno přes dvoustranné smlouvy²³, kdy tyto smlouvy bývají zpravidla kontraktovány na delší časové úseky, např. na 1 rok. Vidíme, že poptávka je z krátkodobého hlediska velmi neelastická. Většina dodávaného výkonu je tedy nasmlouvána např. na rok dopředu. Elektrárna se zavazuje dodat specifikované množství elektřiny v jednotlivých dnech a hodinách a je zodpovědná za dodání elektřiny. Nabídka se stanovuje dle typových diagramů denní spotřeby, což je přesně daný odhad průměrné spotřeby dle očekávaných průměrných teplot a dle průměrné spotřeby odběratelů. Elektrárna není jen zodpovědná za dodání elektřiny obchodníkovi, je též nepřímo zodpovědná za udržování chodu přenosové soustavy.

Přenosovou soustavu reguluje OTE, který si též rezervuje u velkých elektráren tzv. rezervovaný výkon²⁴, který mu musí elektrárna na požádání dodat. Na druhou stranu je též elektrárna zavázána

²³ OTE a.s., Roční zpráva o trhu s elektřinou a plynem 2010

²⁴ Dle výše rezervovaného výkonu v MWh se rozlišuje na tři úrovně – primární, sekundární a terciární.

k omezení dodávek, když hrozí v přenosové síti přetížení. OTE za tento typ elektřiny, tzv., regulační elektřinu samozřejmě platí. V našich podmínkách se jedná o až 2 500 Kč za MWh (téměř dvojnásobek spotové ceny elektřiny).

Velkým hráčem na trhu s elektřinou je počasí. To je hlavním hybatelem denního trhu s elektřinou. Již jsme říkali, že elektřinu nelze skladovat. Při neočekávaných výkyvech počasí od normálu (energetický trh konstruuje teplotní normál, jakési očekávané teploty vycházející z historických hodnot o prognóze trendu) se snadno stane, že elektřiny je nadbytek, nebo nedostatek oproti nasmlouvané výši. V tomto případě se obchodníci obracejí na denní a vnitrodenní trh s elektřinou, kde se snaží dodatečné MWh nakoupit či prodat, protože elektřinu nelze skladovat. Za tyto odchylky je zodpovědná elektrárna a OTE ze zákona „vyúčtovává“ vyrovnávání těchto odchylek.

2.5.3 Tržní rovnováha

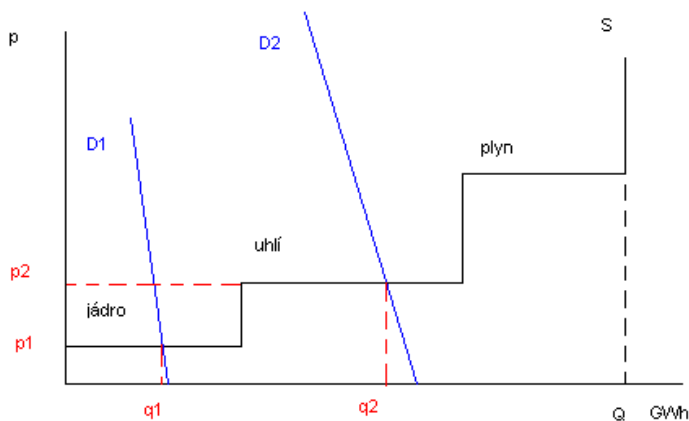
Střetávání nabídky s poptávkou je též samotnou kapitolou. Specifikem trhu s elektrickou energií je, jak bylo řečeno, že elektřina nemůže být skladována a tedy se poptávka a nabídka musí vyrovnávat okamžitě, v reálném čase. Tato skutečnost klade vysoké nároky na obě strany trhu i na přenosovou soustavu²⁵. Všimněme si, že za předpokladu okamžitého vyrovnávání nabídky s poptávkou mají dodavatelé „relativně lehkou“ pozici. Buď akceptují ceny elektřiny, která je právě na trhu a elektřinu dodají, nebo cenu neakceptují a elektřinu nedodají. Termín relativně lehkou pozici jsme záměrně uvedli v uvozovkách, jelikož kalkulace výkyvů v nabídce elektřiny, předpokládaná vytíženost přenosové soustavy, odhad poptávky či počasí vyžaduje velmi náročný matematický a lidský aparát. Elektrárny však musí čelit i dalším složitostem „díky podstatným nákladům výrobců na studený start-up, díky nutnosti držet pohotovostní rezervy a poskytovat systému podpůrné služby.“ (Oldřich, 2010, s.6).

Rovnovážná cena je tedy průsečíkem nabídky a poptávky na trhu. Jak jsme říkali, většina energie se obchoduje na základě dvoustranných kontraktů, které jsou nezřídka kdy, ba téměř výlučně, tajné. Cenotvornou informaci nám tedy jako jediná nabízí burza a OTE. Z výše zmíněných příčin a specifik poptávky je poptávková křivka neelastická. Tvar nabídkové křivky jsme vysvětlili na příkladu Obrázku 2.10. Průsečík poptávky s nabídkou tedy určuje okamžikovou rovnovážnou cenu a ta určí

²⁵ Do té jsou zapojeny veškeré zdroje elektrické energie, větrné, sluneční, vodní, jádro, uhlí atd. Jednotlivé zdroje mají svá specifika. Jednoduchým, a zjednodušeným, příkladem jsou větrné elektrárny – pakliže se přes Evropu přežene silný vítr, větrné elektrárny začnou dodávat do přenosové soustavy obrovské množství elektřiny, kterou, jak jsem říkali, není možné skladovat. Poté je nutné vypínat jiné zdroje, aby nedošlo k black-outu. Nabídka se musí vyrovnat s poptávkou v reálném čase a pakliže vítr takto zašokuje přenosovou soustavu, v rámci jejího udržení je nutné snížit dodávanou kapacitu jinde (např. snížením produkce tepelných elektráren).

zdroj, který jako poslední bude elektřinu do soustavy dodávat. Poslední elektrárna, takzvaná *mezí elektrárna*, určuje tedy i zdroj, který bude jako poslední dodávat energii do soustavy (uhlí, jádro, plyn apod.). Uvedenou situaci zobrazuje Obrázek 2.10.

Obrázek 2.10: Rovnováha na trhu silové elektřiny



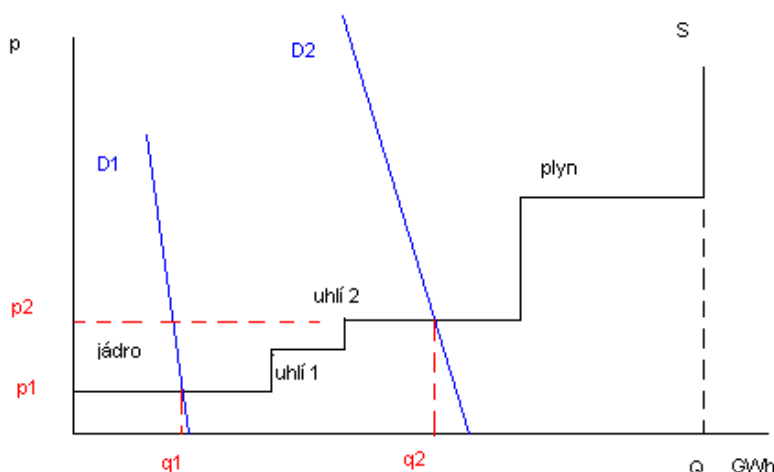
Zdroj: autor

Na obrázku vidíme nabídkovou křivku S , která uvádí, při jakých cenách p bude nabízeno které množství q GWh. Křivky $D1$ a $D2$ znázorňují dvě různé úrovně poptávky. Poptávkové křivky jsou relativně hodně strmé, jelikož předpokládáme neelasticitu poptávky. Pro jednoduchost předpokládejme, že v ekonomice jsou tři elektrárny, jedna jaderná, jedna parní (uhlí) a jedna plynová. Každá elektrárna vyrábí elektřinu z jiného druhu paliva a jiným procesem, nutně tedy mají jiné mezní náklady. Pro zjednodušení předpokládáme, že mezní náklady jsou konstantní²⁶, tedy horizontální. Každá další vyrobená hodina v jaderné elektrárně stojí elektrárnu stejné náklady. Stejně tak to v našem, zjednodušeném, případě platí i pro uhlí a plyn. Vidíme též, že nabídka je v množství Q absolutně strmá. Toto množství představuje celkový instalovaný výkon trhu, resp. ekonomiky. Poptává-li trh v čase t množství $q1$ GWh, mezní elektrárnou bude jaderná a cena za $q1$ GWh bude rovna mezním nákladům jaderné elektrárny, $p1$. Uhlí ani plynová elektrárna nebudou dodávat žádnou energii. Nyní předpokládejme, že trh poptává větší množství elektřiny z jakéhokoli důvodu, poptávka se posouvá na $D2$. (Představme si například, že se jedná o den a noc, či o léto a zimu). Samotný instalovaný výkon jaderné elektrárny již není schopen uspokojit poptávku, proto se do soustavy zapojí, dle pravidla merit-order, uhelná elektrárna. Jelikož se nyní uhlí stává mezní

²⁶ U jaderné elektrárny, navíc, není konstantnost mezních nákladů vůbec zjednodušením. Elektřina z jádra opravdu vykazuje konstantní mezní náklady.

elektrárnou, cena roste na úroveň mezních nákladů a odpovídá úrovni p_2 při rovnovážném množství q_2 . Pro úplnost ještě dodejme, že velmi obdobně by případ vypadal za předpokladu dvou stejných, např. hnědouhelných elektráren. Tato situace je znázorněna na Obrázku 2.11. Zde je mezní elektrárnou druhá uhelná elektrárna.

Obrázek 2.11: Rovnováha na trhu silové elektřiny s více zdroji



Zdroj: autor

2.5.4 Merit order pro Českou republiku

V kapitole 2.4 jsme vysvětlili, jak se určuje nabídka elektrické energie na poli silové elektřiny. Ukázali jsme, jak se určuje závěrná, marginální elektrárna a jaká je za tím intuice. Pro analýzu pass-through rate je důležité znát marginální elektrárnu v našich podmínkách. Proto jsme přistoupili ke konstrukci merit-order pro Českou republiku. Je nutné předeslat, že takováto konstrukce slouží spíše k ilustrativním účelům a vzhledu do situace na českém elektroenergetickém trhu. Sestavení nabídkové křivky totiž vyžaduje kompletní znalost veškeré instalované kapacity, všech zdrojů v jednotlivých hodinách či veškerých, byť na pár hodin či dnů, odstavených elektráren²⁷.

Přistoupili jsme k řešení problému celkem lapidárně. Pro určení merit-order je potřeba znát hodinové zatížení přenosové soustavy, instalovaný výkon jednotlivých zdrojů a výši variabilních nákladů jednotlivých zdrojů. Poté se k jednotlivým hodinám zatížení přenosové soustavy přiřazují zdroje od nejlevnějšího po nejdražší tak, aby bylo zatížení pokryto. Řazení zdrojů za sebe dle jejich

²⁷ Autor hledal ve všech dostupných zdrojích takto zkonstruovanou křivku merit-order, ale bez úspěchu. Během psaní této práce komunikoval s rozličnými odborníky z různých oblastí, ale nikdo nebyl schopen odkázat na nějaký zdroj, kde by bylo možné nabídkovou křivku nalézt.

nákladovosti kumuluje instalovaný výkon energetické soustavy. Vycházeli jsme z obecně známých předpokladů o výši mezních nákladů jednotlivých zdrojů a seřadili zdroje tak, abychom pokryli celkový instalovaný výkon energetické soustavy. Toto řazení jsme provedli jak pro rok 2009, tak pro rok 2010. Výchozí řazení ukazuje Tabulka 2.12.

Tabulka 2.12: Řazení zdrojů dle výše mezních nákladů

	SLE - solární elektrárna		VTE - větrná elektrárna		VE - vodní elektrárna		JE - jaderná elektrárna		PE - parní elektrárna - HÚ		PE - parní elektrárna - černé uhlí		PSE - plynová a spalovací elektrárna		PPE - paroplynová elektrárna	
2009	0	465	465	658	658	694	694	524	524	894	894	244	244	619	619	179
2010	0	1 959	959	177	177	233	233	133	133	552	552	902	902	336	336	926

Zdroj: ERÚ, vlastní výpočty

Tabulka ukazuje vždy dolní a horní interval instalovaného výkonu pro jednotlivé zdroje. Do těchto intervalů se posléze mapují hodinové hodnoty zatížení přenosové soustavy. Musíme však ještě udělat dvě poznámky k takto sestavenému merit-orderu. ERÚ neuvádí zvlášť instalovaný výkon pro černouhelné a zvlášť pro hnědouhelné elektrárny. Jelikož se jejich mezní náklady liší – černé uhlí je obecně dražší – potřebovali jsme je na naší škále odlišit. Sečetli jsme instalovaný výkon čtyř největších černouhelných elektráren (Dětmorovice, Ostrava - Kunčice, Třebovice a Prahu Malešice) a takto získaný instalovaný výkon odečetli od instalovaného výkonu parních elektráren. Takto získaný instalovaný výkon 1 350 MWh jsme zařadili za hnědouhelné elektrárny.

Druhá poznámka k Tabulce 2.12 se týká přečerpávacích vodních elektráren (PVE). Ty jsou, jako jediné, schopny vytvořenou elektrickou energii akumulovat a dodávat do soustavy s časovou prodlevou. PVE mají nízké variabilní náklady, proto by byly zařazeny někde na počátku škály. Protože jsou ale schopny elektrinu dodávat později, logicky je pro ně výhodnější energii držet²⁸ a prodat ji až při vyšší ceně, např. ve špičce. Z toho titulu by se nám na naší škále posunuly někam mezi hnědé nebo černé uhlí. Každopádně ale nejsou závěrnou elektrárnou ve smyslu určování nabízené ceny. Přejímají cenu danou posledním nejdražším připojeným zdrojem. Cenu tedy nezvyšují, jen

²⁸ Schopnost kumulovat elektrickou energii je dána technickými specifiky jednotlivých PVE, mohou samozřejmě držet jen určité množství elektřiny.

navyšují instalovaný výkon na konkrétní úrovni mezních nákladů. Například, kdyby bylo zatížení soustavy na úrovni poslední černouhelné elektrárny a PVE již musela elektřinu pustit do sítě (například z vlastních kapacitních důvodů) dodávala by za ceny černouhelné elektrárny. Nedopouštíme se tedy velkého zkreslení v dopadu na marginální ceny, když PVE do naší škály nezahrnujeme.

Ještě s jedním problémem jsme se museli vypořádat – solární elektrárny v roce 2010. Jejich instalovaný výkon skokově vzrostl o cca 1 500 MWh, což je již významná instalovaná kapacita v českém měřítku. Problém tkví v tom, že solární elektrárny jsou tzv. nevyzpytatelným zdrojem a nelze jednoznačně říci, kdy elektřinu do soustavy dodávají a kdy ne²⁹. Stejný problém vyvstává při odstavce jednotlivých elektráren. Diskuze nad těmito vlivy je v závěru této části.

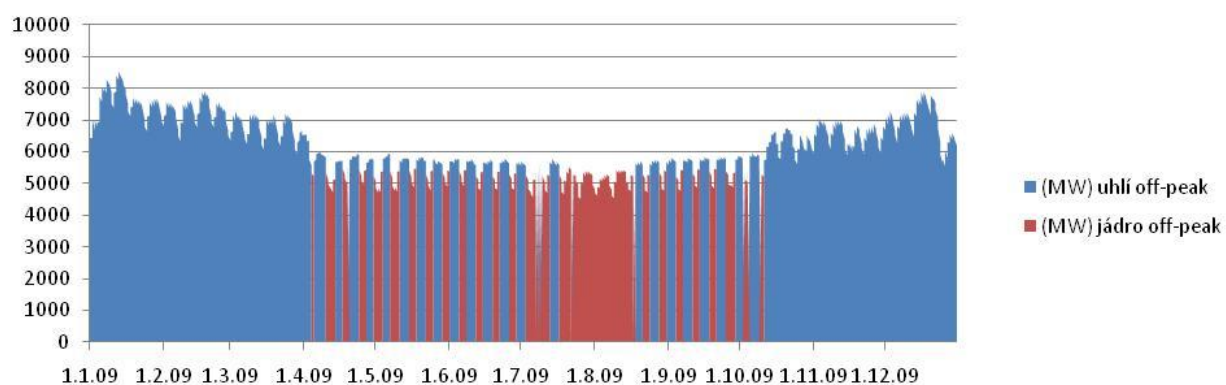
Popsali jsme tedy tvorbu škály instalovaného výkonu dle mezních nákladů. Dalším vstupem je zatížení přenosové soustavy. Veřejně přístupné informace poskytuje ČEPS (zajišťuje chod přenosové soustavy). Poskytuje však hodinové zatížení v brutto hodnotách, které udávají i vlastní spotřebu. V našem případě bylo potřeba získat hodnoty netto, tedy ty, které elektrárna „pouští u kohoutu“ do rozvodné sítě odběratelům. Interní komunikací se zaměstnancem společnosti ČEPS jsme tato data získali. Hodinové zatížení netto je v podstatě poptávkou po elektrické energii³⁰, jelikož ukazuje, kolik silové elektřiny bylo spotřebováno v jednotlivých hodinách.

Takto získaná data o poptávce jsme „namapovali“ na naši škálu instalovaného výkonu a tím získali závěrný zdroj pro každou hodinu každého dne za roky 2009 a 2010. Data jsme analyzovali odděleně pro špičku (8-20 hod) a mimo špičku (0-7, 21-24 hod). Výstupy z naší práce ukazují následující grafy. Grafy zobrazují vždy celý rok, navíc jsme ještě přidali detailnější grafy pro vybraná období (viz popis grafu).

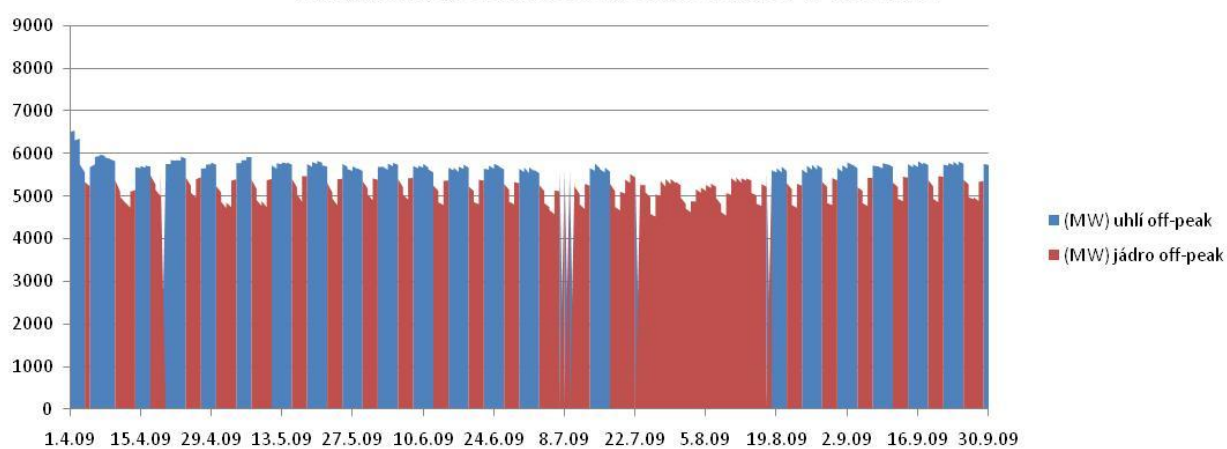
²⁹ To stejné platí i o větrných elektrárnách. Protože jsou však svoji instalovanou kapacitou zanedbatelné, nevěnovali jsme jim takovou pozornost jako fotovoltaickým.

³⁰ Zanedbáváme ztráty v síti a odchylky.

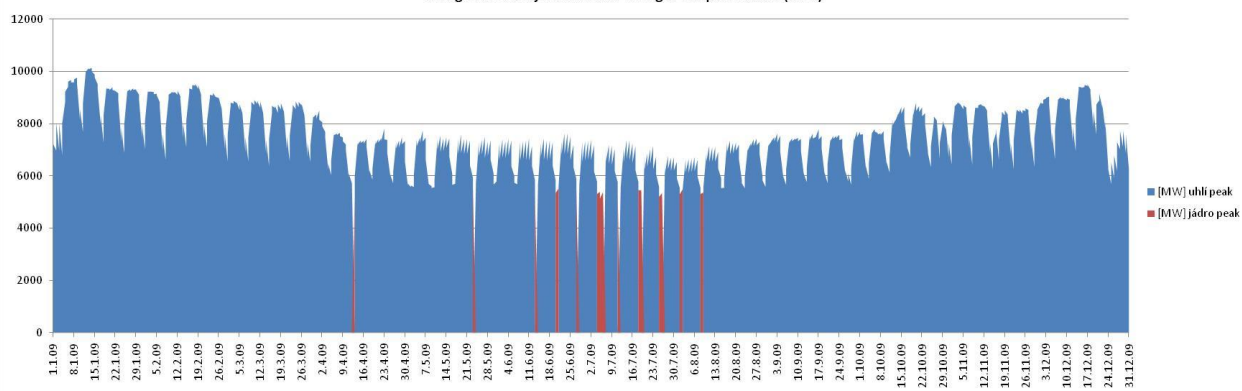
Marginální zdroje elektrické energie mimo špičku 2009 (MW)

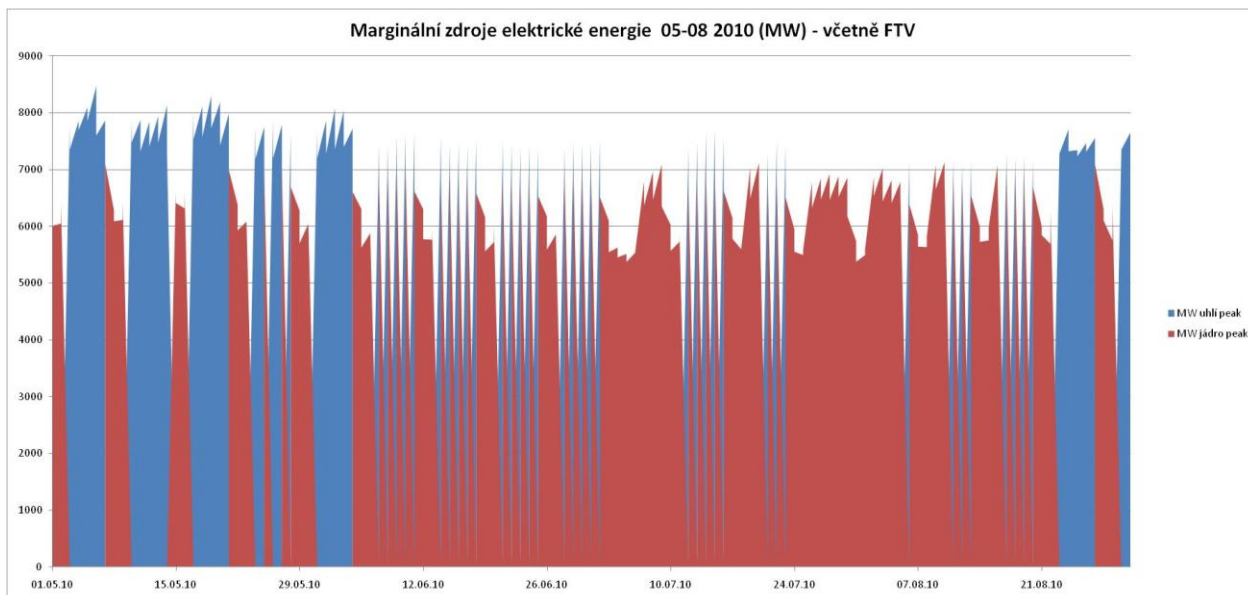
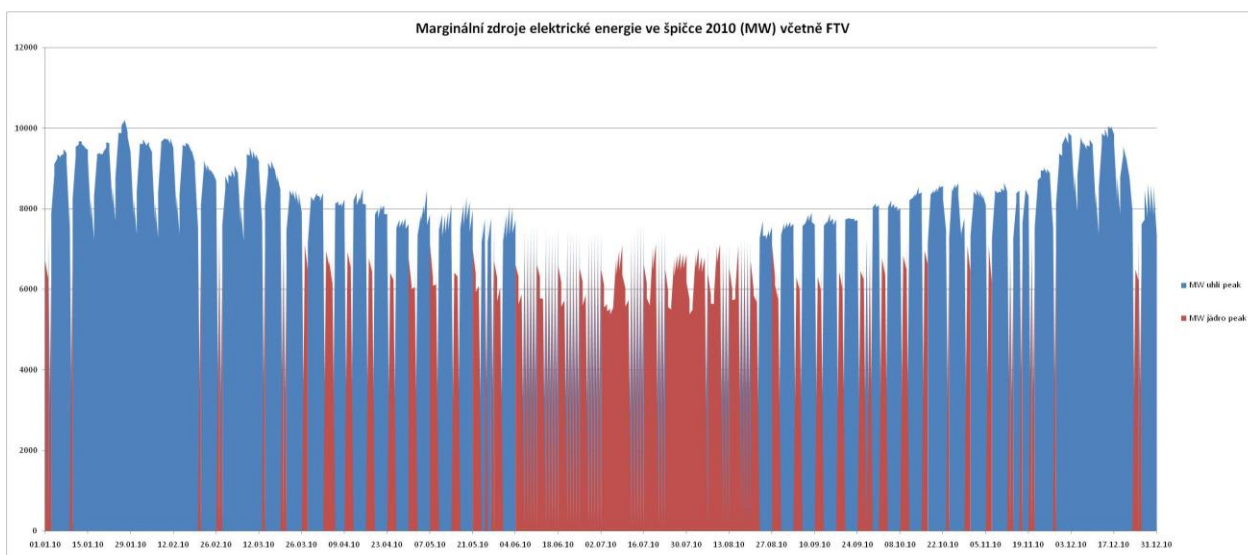
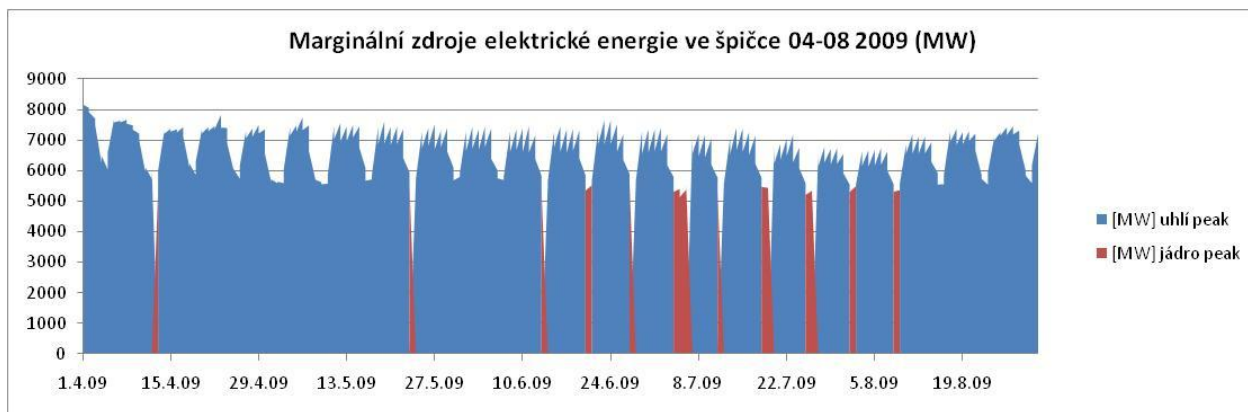


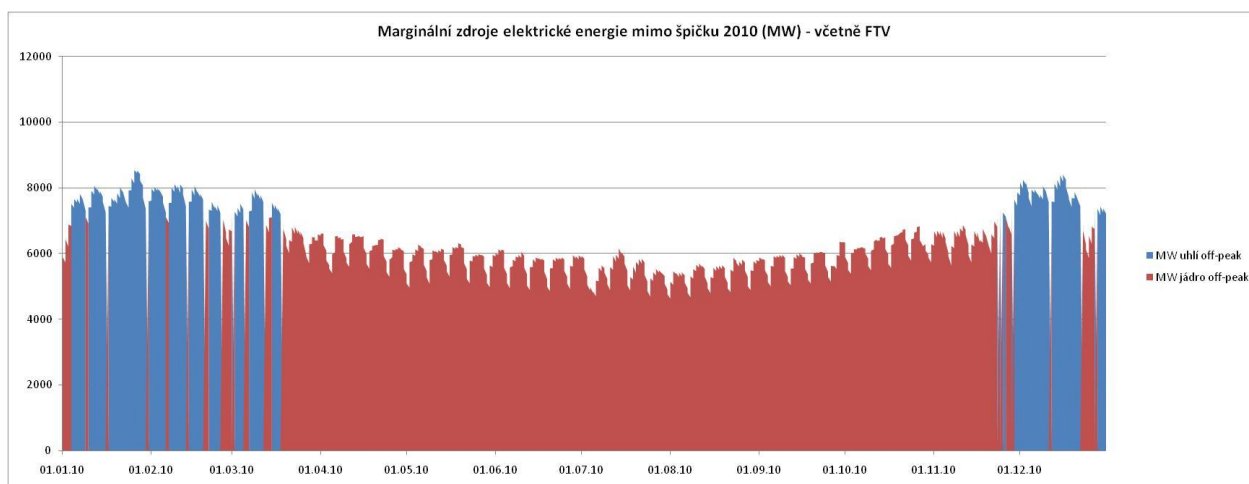
Marginální zdroje elektrické energie mimo špičku 04-09 2009 (MW)



Marginální zdroje elektrické energie ve špičce 2009 (MW)







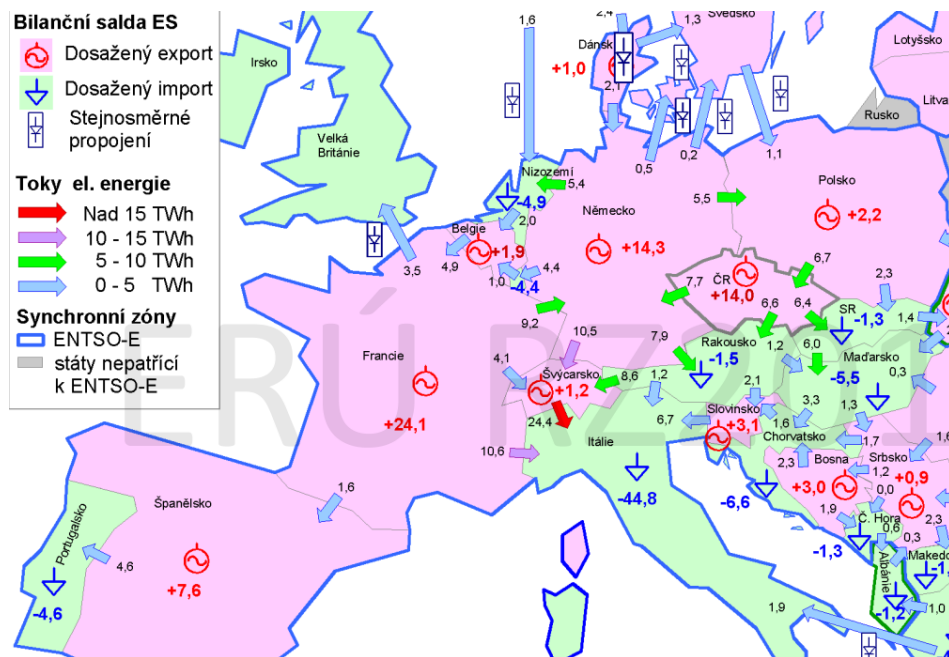
Z uvedených grafů je vidět, že závěrnou elektrárnou je buďto elektrárna jaderná, nebo hnědouhelná. V roce 2009 nám vychází mimo špičku jádro jako marginální elektrárna zejména po celý srpen a poté v jednotlivých, zejména letních dnech. V roce 2010 mimo špičku nám vychází jádro jako závěrná elektrárna od dubna do listopadu. Rok 2009 nemusí být daleko od reality, ale rok 2010 vyžaduje více skepse nad výsledky. Rok 2010 je specifický nárůstem instalovaného výkonu fotovoltaiky. Jelikož má solární energie nižší variabilní náklady (téměř nulové), ocitá se na škále instalovaného výkonu před jádrem. Fotovoltaika však, ze své podstaty, dodává výkon jen ve dne, tedy téměř výhradně ne špičce. Kdybychom očistili off-peak load o sluneční elektrárny, jádro by pokrývalo instalovaný výkon do cca 3,5 - 4 TW a zbylá spotřeba by již byla pokryta parními elektrárnami, které by staly mezními. Off-peak load v roce 2010 je tedy lehce zavádějící.

Ve špičce v roce 2009 je téměř výhradně závěrnou elektrárnou hnědouhelná, což je v souladu s realitou. Rok 2010 je v peak load pokryt jadernými elektrárnami zejména v období od poloviny června do konce srpna. I zde je na místě jistá míra rezervovanosti, protože takováto dlouhá peak perioda pokrytá pouze výkonem solárních, větrných a jaderných elektráren je nerealistická. Musíme vzít v úvahu, že ne stále je v provozu celý instalovaný výkon. Důvodem jsou jednak plánované dodávky jednotlivých elektráren, kdy výrobci nemusí nutně dodávat neustále svůj celý instalovaný výkon, ale na uspokojení nasmlouvaných dodávek jim stačí třeba jen 80% jejich výkonu. Dalším důvodem jsou odstávky konkrétních elektráren, které též snižují dodávaný výkon v rámci daného typu zdroje a tedy bychom se opět posunuli po škále jednotlivých zdrojů směrem k hnědému uhlí. Stejně argumenty platí i pro, na první pohled, očekávatelné výsledky hnědého uhlí jako závěrné elektrárny. Je zřejmé, že jistě budou dny, zejména ve špičce, kdy instalovaný výkon hnědouhelných elektráren nebude sto pokrýt veškerou poptávku a do sítě budou dodávat i další zdroje. Zejména černouhelné zdroje jsou jistě v minimálním rozsahu a za určitých konstelacích závěrnou elektrárnou. Jako vzhled do konstrukce merit orderu nám však tato práce postačí.

2.5.5 Otevřený trh s elektrickou energií

Se vznikem burzy PXE a jejího zapojení do mezinárodního obchodování se trh s elektřinou otevřel. Čeští dodavatelé byli najednou schopni daleko rychleji reagovat na cenové signály ze zahraničí a téměř okamžitě uspokojovat zahraniční poptávku. Jedním velkým limitem v mezistátní výměně jsou ale přeshraniční kapacity. Přeshraniční kapacity jsou znázorněny na Obrázku 2.13. Vidíme, že ČR je propojena se všemi svými sousedními zeměmi. Celkem bylo v roce 2009 vyvezeno necelých 14 TWh³¹. Nejvíce do Německa (7,7 TWh), poté do Rakouska (6,6 TWh) a Slovenska (6,4 TWh). Z Polska jsme dovezli 6,7 TWh elektřiny. Jak jsme již poznamenali, limitem v mezinárodní výměně elektrické energie jsou přeshraniční kapacity. Kapacita na hranicích zemí je předmětem aukcí, které spravuje Central Allocation Office (Oldřich, 2010). Z jimi poskytnutých informací a výpočtů provedených CANDOLE research centrem plyne, že při aukcích přeshraničních kapacit byl v určitých případech převis poptávky nad nabídkou až čtrnáctinásobný, ostatních případech zhruba čtyř- až pětinašobný (Oldřich, 2010). Výpočty byly uváděny pro přenosové soustavy ČR, Polska a Německa a Slovenska, tedy pro země, jejich připojovací body Central Allocation Office spravuje.

Obrázek 2.13: Přeshraniční kapacity ČR 2010



Zdroj 2: ERÚ, Roční zpráva o ES ČR, 2010

³¹ ERÚ publikoval pouze data pro rok 2009, proto nejsou údaje aktuálnější.

2.5.6 Vybraní účastníci na trhu s elektrickou elektřinou

Pražská energetická burza – Power Exchange Central Europe (PXE)

PXE byla založena 8. ledna 2007 a začala obchodování 17. července 2007. Nahradila do té doby fungující aukční burzu organizovanou ČEZem. Burza umožňuje obchodování s elektrickou energií. Místo dodání je ČR, Slovensko (od 1. října 2008) a Maďarsko (od 1. března 2009). Od 1. února 2010 se zde obchodují i futures kontrakty. PXE dceřinou společností Burzy cenných papírů Praha a je součástí skupiny CEE Stock Exchange Group³². Předmětem obchodu na PXE je elektrická energie o hodinovém výkonu 1 MW ve všech hodinách všech dnů sjednaného dodávkového období. Místem dodání jsou elektrizační soustavy České republiky, Slovenska a Maďarska, doprava elektřiny není v ceně kontraktu zahrnuta³³.

Na burze se obchodují tyto produkty³⁴:

- Spotové kontrakty
 - závazek dodání/zaplacení určitého počtu MWh pro konkrétní dodávkový den
 - denní a hodinové
- Komoditní futures s fyzickým vypořádáním
 - závazek dodání/zaplacení určitého počtu MWh po celou dobu daného dodávkového období
 - měsíční, čtvrtletní a roční
- Komoditní futures s finančním vypořádáním
 - závazek finančního vyrovnání cenových rozdílů předmětu obchodu po celou dobu daného dodávkového období
 - měsíční, čtvrtletní a roční

zmíněné produkty se dále liší dle typu dodávky:

- base load
 - dodání kontraktovaného objemu MWh všechny hodiny a všechny dny dodávkového období

³² Součástí CEE Stock Exchange Group je burza cenných papírů Vídeň, Budapešť, Lublaň a Praha.

³³ www.pxe.cz

³⁴ tamtéž

- peak load
 - dodání kontraktovaného objemu MWh od pondělí do pátku v čase od 8.00 do 20.00 (bez ohledu státní svátky, resp. dny pracovního volna) v dodávkovém období

Oficiální tvůrci trhu jsou ČEZ, E.ON a GDF Suez Electrabel. Každý účastník obchodování může anonymně uzavírat v systému PXE obchody za dodržení stanovených pravidel a regulačních mechanismů. Tyto obchody jsou prováděny skrze automatický obchodní systém. Zároveň mají účastníci i možnost systém PXE využít pro registraci a následné vypořádání obchodů sjednaných mimo PXE (tzv. OTC clearing)³⁵.

Základní údaje o roční bilanci obchodování na PXE podává Tabulka 2.14. Celkový objem obchodů futures byl v roce 2010 24 306 GWh, což je oproti roku 2009 pokles o 4 633 GWh a oproti roku 2008 pokles o 8 421 GWh při zachování téměř stejného počtu obchodních dnů. Peak load se obchoduje v řádech jednotek procent z celkového zobchodovaného objemu. V roce 2010 bylo zobchodováno na spotu necelých 84 GWh. Hlavním produktem obchodovaným na PXE jsou tedy futures. V eurovém vyjádření se futures zobchodovaly za 1 171 mil. EUR, zatímco spotové kontrakty v hodnotě necelých 4 mil. EUR. Za poslední čtyři roky klesá jak počet zobchodovaných kontraktů, tak počet obchodů i průměrný denní objem MWh. Z celkového objemu obchodů na spotu i futures bylo v 82% místem dodání Česká republika, v 6% Slovenská republika a ve 12% Maďarsko. Zmínili jsme, že PXE umožňuje uzavírat i OTC kontrakty. Těch bylo uzavřeno 18% z celkového objemu obchodů PXE. Nejobchodovanějším produktem byly v roce 2010 kontrakty futures s fyzickým vypořádáním v roce 2011 a to jak s místem dodání v ČR, tak v SR i Maďarsku. Roční maximální a minimální hodnoty uvádí Tabulka 2.15. Ve zmíněné tabulce jsou uvedeny i průměrné ceny nejobchodovanějších produktů. V ČR byla průměrná cena base load futures 2011 47,71 EUR/MWh.

³⁵ tamtéž

Tabulka 2.14: Základní data o obchodování PXE 2007-2010

	2010	2009	2008	2007
Počet burzovních dní	253	251	252	115
FUTURES				
Objem obchodů [MWh]	24 306 334	28 939 305	32 727 366	34 368 318
z toho: BASE LOAD	23 589 934	27 265 545	30 417 966	33 313 386
PEAK LOAD	716 400	1 673 760	2 309 400	1 054 932
Objem obchodů [mil. EUR]	1 171,374	1 396,113	2 440,96	1 897,82
z toho: BASE LOAD	1 126,812	1 285,964	2 202,63	1 811,76
PEAK LOAD	44,562	110,149	238,33	86,06
Počet kontraktů [MW]	7 572	12 083	14 042	4 726
z toho: BASE LOAD	6 533	9 593	11 217	3 558
PEAK LOAD	1 039	2 490	2 825	1 168
Počet obchodů	2 238	3 178	4 242	1 822
z toho: BASE LOAD	1 965	2 640	3 396	1 362
PEAK LOAD	273	538	846	460
Průměrný denní objem [MWh]	96 072,47	115 296,04	129 870,50	298 854,94
z toho: BASE LOAD	93 240,85	108 627,67	120 706,21	289 681,62
PEAK LOAD	2 831,62	6 668,37	9 164,29	9 173,32
SPOT				
Objem obchodů [MWh]	83 712	240	93 130	
Objem obchodů [mil. EUR]	3,852	0,017	7,073	
Počet kontraktů [MW]	3 863	10	9 130	
Počet obchodů	816	2	1 700	

Zdroj: Výroční zpráva PXE 2010

Tabulka 2.15: Roční maxima a minima PXE 2010

Produkt (base load)	Roční max. (EUR/MWh)	Roční min. (EUR/MWh)	Prům. cena (EUR/MWh)
CZ rok 2011	52,60 (21. 6. 2010)	42,60 (30. 3. 2010)	47,71
SK rok 2011	52,60 (3. 6. 2010)	42,75 (30. 3. 2010)	47,75
HU rok 2011	54,45 (11. 6. 2010)	44,25 (25. 3. 2010)	49,21

Zdroj: Výroční zpráva PXE 2010

Operátor trhu s elektřinou – OTE

Hlavním cenotvůrcem spotových cen silové elektřiny je OTE. Ze zákona zpracovává nabídkové a poptávkové objednávky na silovou elektřinu. OTE nabízí tři typy obchodování na krátkodobém trhu³⁶.

³⁶ OTE vůbec neoperuje s termínovými kontrakty, ty jsou výlučně obchodovány a vypořádávány na PXE.

Blokový trh, denní trh a vnitrodenní trh. Na blokovém trhu se obchodují bloky elektrické energie, které jsou peak, off-peak a base. Obchodování je kontinuální a obchoduje se vždy pět dnů před uskutečněním fyzické dodávky. První objednávky se podávají od 9.30 hod a poslední je přijata pátý den po započetí obchodování v 13.30 hod. Jednotlivé bloky se obchodují po 1 MWh, kdy maximální objednávka je omezena na 99 999 MWh. Finanční vypořádání se uskutečňuje den po fyzickém dodání elektřiny.

Denní obchodování je na bázi day-ahead. Obchoduje se tedy kontinuálně vždy do 11.15 před dnem dodání. Cena se stanovuje na každou obchodovanou hodinu (0-24 hod) zvlášť a tím je určena tzv. marginální cena. Následující den dochází k dodání elektrické energie v smluveném objemu na stanovenou hodinu. Na denním trhu se v roce 2010 zobchodovalo cca 9% tuzemské netto spotřeby³⁷. Obchodování probíhá v EUR a v současnosti je trh spojený se Slovenskou republikou, tzv. market coupling. Popisovaný day-ahead trading tvoří i index denního trhu, který je hlavním indexem při vypořádávání termínovaných kontraktů.

Posledním typem obchodů na OTE je vnitrodenní trh. Ten je nejméně likvidní, ale zase umožňuje účastníkům obchodovat i elektřinu na hodinu až dvě dopředu v ten samý den. Tento typ obchodování slouží účastníkům zejména pro vyrovnávání krátkodobých rozdílů ve spotřebě a výrobě. Obchodování se v tomto typu kontraktů otevírá v 15.00 hod předešlý den obchodního dne a prováděno formou vývěsky, kdy se anonymně párují nabídky s poptávkou. Výsledkem je pevně stanovené množství k dodání za nabídkovou cenu.

Energetický regulační úřad

Regulaci cen v elektroenergetice má v kompetenci Energetický regulační úřad (dále jen ERÚ). Jeho výkon ustanovuje zákon č.458/2000 Sb., tzv. energetický zákon³⁸, který dává ERÚ povinnost stanovit metodiku pro způsob regulace v odvětví³⁹ a postupy pro regulaci cen. Účelem zákona bylo stanovit nezávislého pozorovatele, který bude dbát na a podporovat hospodářskou soutěž a ochranu spotřebitelů. Hlavním argumentem pro vznik regulátora a jeho činnosti je přirozenost monopolního odvětví elektroenergetiky, zejména monopolní postavení distribučního kanálu, kde, jak i

³⁷ Roční zpráva o trhu s elektřinou a plynem 2010, OTE a.s.

³⁸ www.eru.cz

³⁹ ERÚ je regulátorem nejen odvětví elektrické energetiky, ale i teplárenství a plynárenství.

mainstreamová ekonomická teorie uznává, není ekonomicky smysluplné vytvářet konkurenční prostředí.⁴⁰

Regulační rámec cenotvorby na trhu elektrické energie je následující:

Konečná cena pro maloobchodního zákazníka je dána následovně (ERÚ: Závěrečná zpráva Energetického regulačního úřadu o metodice regulace III. regulačního období, 2009):

- 1) Komodita – cena za komoditu, kterou producent elektrické energie poptává na neregulovaném trhu (PXE). Jedná se o tzv. silovou elektřinu.
- 2) Distribuce – jedná se o regulovanou složku ceny elektřiny. Vyjadřuje náklady na dopravu od producenta ke konečnému zákazníkovi skrze přenosovou soustavu. Spadají sem i související náklady na zajištění stability energetického systému, tzv. systémové služby.
- 3) Příspěvek na podporu elektřiny z obnovitelných zdrojů, kombinované výroby elektřiny a tepla a druhotných zdrojů.

Energetický regulační úřad též stanovuje všeobecné emisní faktory druhů paliv, které určují, kolik tun CO₂ vyprodukuje jednotlivý zdroj elektrické energie:

Hnědé uhlí	0,36 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Černé uhlí	0,33 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Těžký topný olej	0,27 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Lehký topný olej	0,26 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Zemní plyn	0,20 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Biomasa	0 t CO ₂ /MWh výhřevnosti paliva
Elektřina	1,17 t CO ₂ /MWh elektřiny

Pramen: vyhláška č.425/2004 Sb.

2.6 Shrnutí

Vysvětlili jsme, proč je tržní cena elektrické energie tvořena posledním připojeným zdrojem k rozvodné síti. Palivo, jež tento zdroj užívá, resp. jeho cena je určujícím faktorem výsledné ceny elektřiny. Společně s cenou emisní povolenky je celkovým nákladem na poslední vyprodukovanou

⁴⁰ Není smyslem této práce, ani této kapitoly, zamýšlet se, nebo hodnotit status quo v námi zkoumaném regulovaném odvětví.

MWh. Vlastní konstrukcí jsem ukázali, jak by mohl přibližně vypadat merit order pro Českou republiku s konstatováním, že v českých podmínkách je závěrnou elektrárnou téměř výhradně elektrárna hnědouhelná a hnědé uhlí tak determinuje tržní cenu.

Poptávka a nabídka elektrické energie je z dlouhodobého hlediska dána dvoustrannými smlouvami mezi výrobcem a obchodníkem a určuje se dle typových diagramů spotřeby. Výrobce je z dlouhodobého hlediska schopen kvalifikovaně odhadnout spotřebu elektřiny a dle toho uzpůsobuje svoji dlouhodobou nabídku. Dlouhodobá nabídka se tak odvíjí od ekonomických fundamentů – ceny vstupů a ceny výstupů. Krtáková poptávka je však odvislá od víceméně netržních faktorů, zejména ji ovlivňují neočekávané výkyvy počasí. Z důvodu nemožnosti elektřinu skladovat, je nutné v každém okamžiku vyrovnat nabídku s poptávkou. Tyto šoky způsobují, že spotová cena na energetické burze je velmi volatilní. Například při neočekávaně nízkých teplotách je spotřeba elektrické energie daleko vyšší a je tedy nutné dodatečné množství poptávat na vnitrodenním a denním trhu. Nedostatek elektřiny tlačí spotovou cenu velmi vysoko a naopak.

Nejdůležitějšími institucionálními hráči na trhu elektřiny je regulátor ERÚ. Pražská energetická burza obchoduje téměř výhradně forwardovou elektřinu a Operátor trhu s elektřinou kotuje cenu spotovou. OTE má též v kompetenci vyrovnávání odchylek a regulaci přenosové soustavy, kterou řídí společně s ČEPS, a.s.

3. Teoretická analýza pass-through rate ceny emisních povolenek

3.1 Teoretická analýza pass-through rate

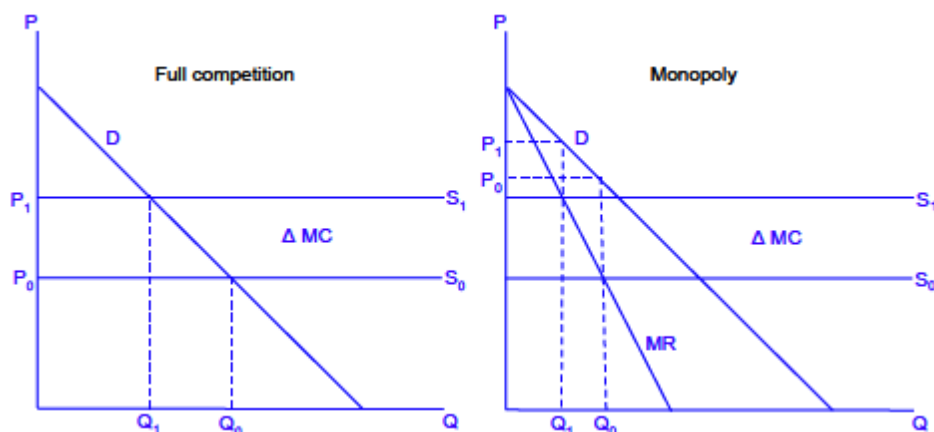
Pass-through rate je mírou promítnutí určitého faktoru do zkoumané veličiny. Tato práce zkoumá promítnutí nákladových položek do ceny produktu, konkrétně cenu emisních povolenek do ceny elektrické energie. Ekonomie předpokládá, že schopnost podniku ovlivňovat cenu svých výrobků či služeb je dána jeho pozicí na trhu. Pakliže je podnik jedním z mnoha výrobců na trhu, nemá v takové konkurenci příliš velkou možnost ceny ovlivnit. Nepatrné zvýšení ceny by totiž jeho zákazníky odlákalo ke konkurenci. Na druhé straně, je-li podnik schopen svou tržní silou ceny ovlivňovat, zákazníci nemají možnost odejít ke konkurenci, či ji mají velmi omezenou, a ceny musí akceptovat. V takovéto pozici jsou monopolní a oligopolní struktury, byť u oligopolních je jistý tlak na konkurenční cenotvorbu. Bavíme-li se o cenách a možnostech jejich ovlivňování, máme na mysli stanovování prodejních cen nad úrovní mezních nákladů. V dokonale konkurenčním prostředí

podniky nejsou schopny, v dlouhodobém horizontu, stanovit ceny nad úroveň mezních nákladů. Naopak v oligopolní či monopolní struktuře ano – toto je právě jeden z argumentů pro regulaci, zejména přirozených, monopolních trhů, jakými je například přenos energie, nebo telefonních hovorů. Tedy, možnost ovlivňovat ceny závisí jednoznačně na struktuře trhu, konkrétně na počtu nabízejících firem v odvětví, na tvaru poptávkové křivky a na tvaru nabídkové křivky. Dle počtu firem v odvětví rozdělujeme trh na monopolní (1 firma), duopolní (2 firmy), oligopolní (málo firem) a konkurenční (mnoho firem). Strana poptávky můžeme, zjednodušeně, analyzovat buďto jako poptávku lineární, nebo elastickou (speciální případ je isoelastická poptávka s konstantní cenovou elasticitou). Nabídkovou stranu můžeme analyzovat analogicky. Buďto je nabídka elastická (či isoelastická), nebo je lineární.

Možnost volby při stanovování cen je dána tvarem křivky mezního příjmu a mezních nákladů. Ukažme si tuto situaci na jednoduchém případě, který publikovali Sijm et al. (2008). Předpokládejme nejjednodušší, zároveň však velmi intuitivní, dva protichůdně příklady tržní struktury. Prvním je konkurenční prostředí, kde máme mnoho poptávajících a mnoho nabízejících. Druhým případem je monopolní prostředí, kde vystupuje na straně poptávky mnoho kupujících a na straně nabízejících jeden monopolista. Předpokládáme u nabízejících firem konstantní mezní náklady, tedy dokonale elastickou nabídku⁴¹. Křivka nabídky je horizontální, jelikož díky mezním nákladům je firma schopna nabízet při dané ceně jakékoli množství (právě díky konstantním nákladům na další jednotku produkce). Jelikož v dokonale konkurenčním prostředí je mezní příjem roven poptávkové křivce a v monopolním prostředí ne, vznikají dvě kontrastní situace. Ilustruje je Graf 3.1.

⁴¹ Předpoklad dokonale elastické nabídky není v případě energetického trhu až tak nereálný, viz kap. 2.5.3. Mluvili jsem o jaderné elektrárně, která atributy konstantních mezních nákladů vykazuje.

Graf 3.1: Dokonalá konkurence a monopol s konstantními mezními náklady



Zdroj: Sijm et al. (2008)

Levý obrázek popisuje situaci na dokonale konkurenčním trhu a pravý na trhu monopolním. Lineární poptávka je v obou případech totožná, D , nabídka též, S . Rozdíl je patrný v mezním příjmu, který je zanesen v pravé části, MR , v dokonale konkurenčním prostředí je $MR=D$. Výchozí situaci zachycuje tržní rovnováhu s nabídkou S_0 při rovnovážném množství Q_0 a ceně P_0 . Řekněme, že se jedná o situaci, kdy není trh zatížen obchodovacím schématem EU ETS. Jakmile emisní obchodování zavedeme, producenti začnou promítat povolenky do cen elektrické energie, jelikož do svých kalkulací zahrnují i oportunitní náklady. Mezní náklady vzrostou o cenu emisní povolenky, což je znázorněno růstem nákladové křivky na novou úroveň S_1 . Růst mezních nákladů vyjádřen jejich změnou, ΔMC . Vidíme, že na konkurenčním trhu způsobí růst nákladů zvýšení ceny o stejnou hodnotu, tedy $\Delta MC = P_1 - P_0$. Cena emisní povolenky, jako nákladová položka, se plně promítne do rovnovážné ceny pro spotřebitele. Jinak je tomu na monopolním trhu. Monopolista maximalizuje zisk při rovnosti mezních nákladů s mezními příjmy. Růst mezních⁴² nákladů o ΔMC však způsobí růst ceny relativně nižší. Z obrázku je zřejmé, že $\Delta MC > P_1 - P_0$.

Z grafické analýzy vidíme, jak rozdílně se cena emisních povolenek promítá do rovnovážné ceny na trhu. Na trhu, kde panuje velká konkurence a jednotliví hráči stanovují cenu na úrovni mezních nákladů (ani nemohou jinak, neboť na dokonale konkurenčním trhu se mezní náklady rovnají meznímu příjmu a ten příjmu průměrnému, tedy ceně) se nevyhnutelně růst nákladů do ceny plně promítne. Lze říci, že pass-through rate je 100%. Naopak v monopolní tržní struktuře, kde je cena stanovena nad úrovní mezních nákladů, tzv. přírážkou („mark-up“), je promítnutí do výsledné ceny nižší (Sijm et al, 2008). Pass-through rate bude nižší, protože monopolista maximalizující zisk bude

⁴² V tomto případě i průměrných nákladů.

stále vyrábět na úrovni, kde se mezní veličiny rovnají. Formalizaci této úvahy podává opět *Sijm et al.* (2008).

Za našich předpokladů lineární poptávky lze poptávku popsat jako $Q = r - sP$, kde r je libovolná konstanta a s sklon lineární poptávky. Nákladovou křivku vyjádříme jako $MC = a + uQ$, kde opět a je libovolná konstanta a u sklon nákladové křivky. Předpokládáme-li absolutně elastickou poptávku, sklon křivky je 0 a tedy mezní náklady rovny konstantě a . Vidíme tedy, že mezní náklady nezáleží na množství a jsou, *ceteris paribus*, neměnné. Uvažujeme-li pro jednoduchost tvar poptávkové křivky $P = 1 - Q$. V rovnováze je množství poptávané stejné s nabízeným, tedy lze substituovat Q za Nq , kde N je počet nabízejících firem a q množství nabízené jednotlivými firmami. Námi sledovaný pass-through rate lze vyjádřit jako změnu ceny při změně mezních nákladů, $\partial P / \partial MC$. Z rovnosti $MC = MR$ lze dopočítat výslednou funkční rovnici, že $\partial P / \partial MC = N(N+1)^{43}$. Vidíme, že pass-through rate je závislý pouze na množství firem na trhu. Po dosazení konkrétního počtu firem do N můžeme vytvořit předpokládanou procentuální výši pass-through rate na trzích s různou tržní koncentrací. Jednotlivé míry pass-through rate nalezneme v Tabulce 3.2. Je vidět, že se růstem tržní koncentrace klesá míra promítání růstu mezních nákladů do výsledné ceny.

Tabulka 3.2: Pass-through rate dle tržní struktury

Tržní struktura	Počet firem	Pass-through rate	Abs. růst ceny elektřiny
Dokonalá konkurence	Nekonečně mnoho	100%	ΔMC
Monopol	1	50%	$\Delta MC / 2$
Duopol	2	67%	$2 \Delta MC / 3$
Oligopol	2 a více	$100N / (N+1)$	$N \times \Delta MC / N+1$

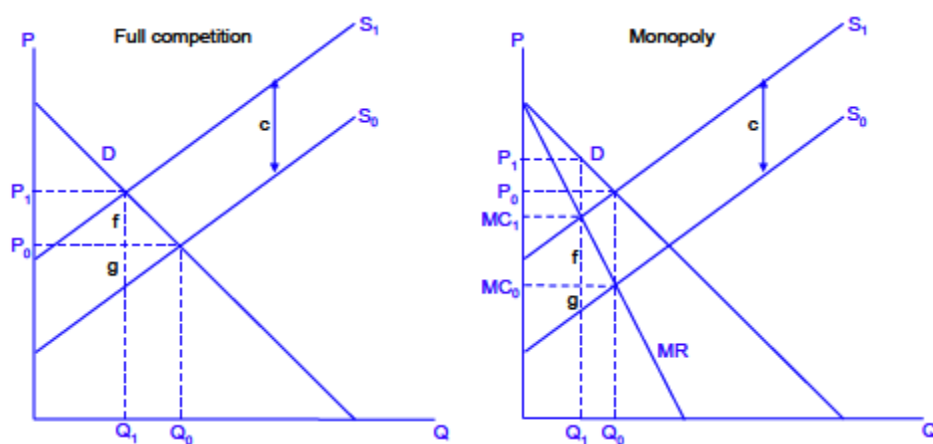
Zdroj: Sijm et al. (2008)

Nyní se zaměříme na komplexnější situaci, tj. když jsou mezní náklady rostoucí. Jsou-li mezní náklady rostoucí, je rostoucí i nabídková křivka. Taková situace může nastat v případě, že je na trhu více elektráren stejného zdroje, např. na černé uhlí, kde každá elektrárna má nasmlouvané rozdílné ceny paliva, nebo v případě více elektráren různých zdrojů, kde platí pravidlo merit-order (viz kapitola 2.5.3). Grafickou analýzu monopolu a dokonalé konkurence, opět s využitím poznatků ze *Sijm et al.* (2008), znázorňuje Grafu 3.3. Vidíme rostoucí křivku mezních nákladů, která byla před zavedením EU ETS na úrovni S_0 a po zavedení emisního obchodování vzrostla o cenu povolenek, c , na novou rovnovážnou úroveň S_1 . V případě dokonalé konkurence, jak již bylo řečeno, se cena stanovuje na

⁴³ Důkaz je proveden v Sijm et al. (2008, s. 160).

úrovni mezních nákladů, tedy vzroste o c . Poptávka následně reaguje na nárůst ceny a snižuje poptávané množství (nyní předpokládáme, že se nacházíme v elastické části poptávky). S poklesem poptávaného množství klesá i nabídka. Protože jsme na trhu s rostoucími mezními náklady, při poklesu nabídky nám klesají i mezní náklady a tedy klesá i cena, resp. cena se nemění proporcionálně s růstem mezních nákladů, jako tomu bylo v situaci s konstantními mezními náklady. Vidíme, že pass-through rate v případě rostoucích mezních nákladů je nižší než 100%, jelikož cena emisní povolenky se do finální ceny elektřiny nepromítne plně. Důvodem je již zmíněná reakce poptávkové strany na růst ceny poklesem poptávaného množství⁴⁴. Tento efekt lze v Grafu 3.3 rozebrat na dvě části. Růst nákladů, resp. cena povolenky, c , se v nové rovnovážné situaci promítá jednak do poklesu mezních nákladů a jednak do růstu ceny. Pokles mezních nákladů je znázorněn úsečkou g , která zobrazuje rozdíl mezi výší původních nákladů, P_0 , a výší mezních nákladů na výrobu množství Q_1 při původní nákladové křivce S_0 ⁴⁵. Úsečka f znázorňuje růst nové rovnovážné ceny nad úroveň původní, P_0 . Právě toto navýšení nad původní cenovou úroveň je zapříčiněno dodatečnými náklady z titulu emisního obchodování, resp. vyjadřuje čistou změnu mezních nákladů zapříčiněnou povolenkami. Tato čistá změna je námi zkoumaný pass-through rate. Z grafu je zřejmé, že pass-through rate se odvíjí od tvaru nabídkové a poptávkové křivky. Čím je nabídka elastičtější a tedy více skloněná doprava, je pass-through rate větší. Opačně platí, že čím je poptávka více elastická, tedy více skloněná doleva, horizontálnější, tím je pass-through rate menší.

Graf 3.3: Dokonalá konkurence a monopol s rostoucími mezními náklady



Zdroj: Sijm et al. (2008)

⁴⁴ Případ, kdy je poptávka neelastická uvedeme níže.

⁴⁵ Jedná se o analogii k důchodovému efektu změn spotřeby aplikovaném na změny v nákladových funkcích.

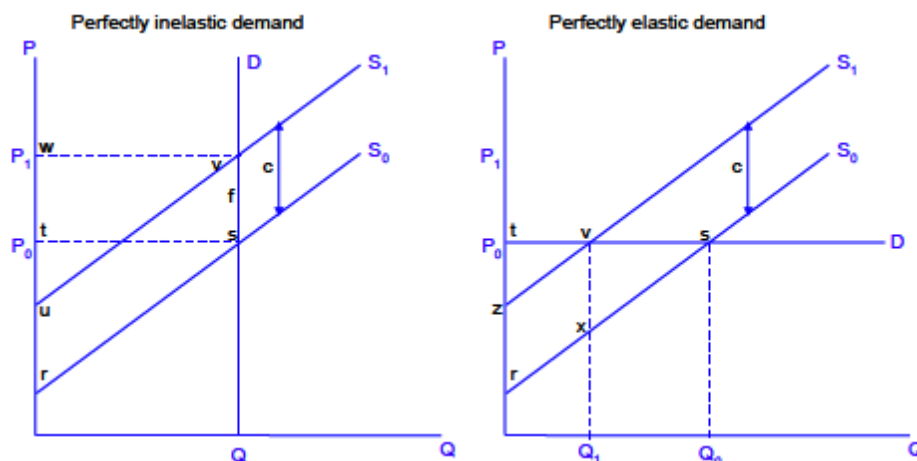
Situace na monopolním trhu je znázorněna v pravé části Grafu 3.3. Monopol opět čelí dvakrát rychleji klesajícímu meznímu příjmu, než poptávka samotná. Opět vidíme, že záleží na tvaru poptávky a nabídky, resp. na jejich elasticitě. Jako v případě dokonalé konkurence, i zde je cena emisní povolenky, c , rozdělena na dvě části, f a g . Vidíme, že čistý růst mezních nákladů při zohlednění emisní povolenky je f , tedy $MC_1 - MC_0$. Z grafu je zřetelné, že $MC_1 - MC_0 < c$. Jinými slovy, při variabilních mezních nákladech není promítnutí růstu mezních nákladů do čistého růstu mezních nákladů stoprocentní, ale je nižší. Úsečka g znázorňuje vliv poklesu mezních nákladů zapříčiněný poklesem poptávky a tedy nižším nabízeným množstvím a poklesem mezních nákladů. Vliv na výslednou cenu lze též z grafické analýzy odvodit. Čím bude nabídka elastičtější, tím více se bude cena povolenky promítat do růstu nákladů (f bude větší) a větší bude i cenový efekt. Pass-through poroste s růstem elasticity nabídky.

Sijm et al. (2008) dodává, že formálně platí při zkoumání vztahu $\partial P/\partial c$ skutečnost, že pass-through rate je nižší při variabilních, rostoucích mezních nákladech na rozdíl od konstantních mezních nákladů. Při zkoumání růstu ceny na základě růstu mezních nákladů, $\partial P/\partial MC$, a zachování lineární poptávky, platí, že pass-through rate je závislý pouze na tržní koncentraci, tedy na vztahu $N/(N+1)$ ⁴⁶. Není závislý na konkrétním tvaru nabídky a poptávky.

Na závěr ukažme dvě extrémní situace, které byly též popsány v práci *Sijm et al. (2008)*. Příklad, kdy na konkurenčním trhu s mnoho dodavateli čelí firmy dokonale elastické a dokonale neelastické poptávce. Tyto dvě situace ilustruje Graf 3.4. V levé části grafu vidíme dokonale neelastickou poptávku, kdy odběratelé poptávají dané množství, Q , za „každou cenu“. V pravé části grafu vidíme dokonale elastickou poptávku, kdy odběratelé poptávají za danou cenu, p , jakékoli množství. Jde o stejnou situaci, jako kdyby byla na trhu cena elektrické energie fixně stanovena regulátorem (*Sijm et al. (2008)*).

⁴⁶ *Sijm et al. (2008)* uvádí i tvar této funkční závislosti při iso-elastické poptávce. V tomto případě je závislost daná vztahem $N\varepsilon/(N\varepsilon - 1)$, kde ε je koeficient konstantní elasticity a zároveň platí, že $\varepsilon > 0$.

Graf 3.4: Dokonale elastická a dokonale neelastická poptávka



Zdroj: Sijm et al. (2008)

Lze vidět, že při neelastické poptávce se růst nákladů, c , plně promítá do rovnovážné ceny. Emisní povolenka je tedy plně přenesena do koncové ceny a pass-through rate je 100% ($P_1 - P_0 = c$). V opačném případě, kdy je cena zafixována na úrovni P_0 je promítnutí ceny povolenky logicky nemožné. Pass-through rate je tedy 0%. V Grafu 3.4 lze intuitivně analyzovat redistribuci nákladů mezi výrobcem a kupujícím. V případě dokonale neelastické poptávky jsou náklady spojené s emisními povolenkami promítnuty plně do snížení užítku kupujícího, a to o plochu $tsvw$. V druhém krajním případě nese veškeré náklady spojené s emisními povolenkami výrobce, a to v rozsahu vyznačeném plochou $rsvz$. Poznamenejme, že v takovémto případě růst ceny díky emisnímu schématu zapříčiní rasantní pokles nabízeného množství. Musíme mít stále na paměti, že výrobce nabízí své množství v objemu, kdy se jeho mezní náklady rovnají meznímu příjmu.

Všimněme si, že za předpokladu udělování povolenek zdarma, *ceteris paribus*, se v případě dokonale neelastické poptávky zvedne přebytek výrobce o právě o zmíněnou plochu $tsvw$ a ve výsledku bude celkový přebytek výrobce dán plochou $rsvw$. Za předpokladu, že povolenky zakoupí, např. v aukci, za cenu rovnající se c , zůstane výrobcův přebytek nezměněn, vyznačen plochou uvw . Na trhu, kde je arbitrárně určena fixní cena, resp. kde je poptávka dokonale elastická, se při udělování povolenek zdarma výrobcův přebytek změní, ať jsou povolenky udělovány zdarma, či prodávány v aukci. Výrobce totiž nabízí menší množství z důvodu růstu nákladů. Za předpokladu udělování povolenek zdarma je, *ceteris paribus*, výrobcův přebytek dán plochou $rxvt$, která je menší oproti výchozí situaci při nabídce S_0 o plochu xsv . Za předpokladu dražby povolenek, se přebytek výrobce zmenší dokonce až na plochu zvt .

Z uvedeného je vidět, jak se ceny povolenek promítají do rovnovážných cen. I když jsou výrobcům povolenky alokovány zdarma, výrobci je stejně promítají do nákladů, protože se jedná o náklady obětované příležitosti. Speciálně v případě dokonale elastické poptávky jsme ukázali, jaký rozměr má snížení produkce, byť výrobce nečelí žádnému reálnému finančnímu, provoznímu nákladu. Naopak v případě dokonale neelastické poptávky jsem viděli, že byť jsou povolenky výrobcům alokovány zdarma, výrobci je stejně promítnou do svých nákladů a svůj profit zvýší díky poklesu užitku odběratelů. Toto navýšení profitu bez vynaložených dodatečných nákladů je označováno termínem „windfall profits“ a poukázal na něj již *Wieser (1889)*, když uváděl příklad Fénicianu a skla, viz kapitola 1.1. „Windfall profits“ jsou jakýmsi zisky spadlými z nebe⁴⁷. Nutno poznamenat, že jakmile se povolenky dostanou na trh, jsou již klasickým zbožím, generujícím zisk pouze po vynaložení nákladů.

Výše zmíněné tržní modely nyní ukažme na konkrétních modelovaných výsledcích. *Lise (2005)* se zabýval vlivem tržní síly na cenu elektrické energie a snižování emisí. Použili COMPETES⁴⁸ model, kde na případě čtyř evropských zemích porovnávali scénáře za předpokladu dokonalé a oligopolistické konkurence. Počítal se třemi variantami cen povolenek a to 0, 10 a 20 Euro/tCO₂. Výsledky modelu shrnuje Tabulka 3.5. Podívejme se na agregátní výsledky za EU4, které ilustrují naši grafickou analýzu. Zkratka COMP značí dokonale konkurenční prostředí a zkratka STRA oligopolistickou konkurenci. Číslovky značí vstupní cenu povolenky.

Tabulka 3.5: Výsledky COMPETES modelu pro 4 evropské země, dokonalá a nedokonalá konkurence

	COMP	COMP10	COMP20	STRA	STRA10	STRA20
Netherlands	42.93	47.18	51.07	57.38	62.20	65.92
Belgium	41.55	45.60	48.57	55.34	57.35	59.90
Germany	28.43	35.14	41.86	33.95	40.52	47.76
France	18.77	19.57	19.66	18.40	18.88	19.21
EU4 (price increase)	26.45	30.01 (+3.56)	32.78 (+2.77)	30.09	33.10 (+3.01)	35.82 (+2.72)
Total supply	1251	1175	1108	1180	1115	1049

Zdroj: *Lise (2005)*

⁴⁷ Šířeji se tímto aspektem zabývá kap. 1.1

⁴⁸ COMPETES model byl prezentován v roce 2004 ekonomem Hobbsem a simuluje chování účastníků trhu s elektřinou respektující přeshraniční toky elektřiny.

Vidíme, že na dokonale konkurenčním trhu je cena povolenky nižší, než je cena na oligopolním trhu, a to pro všechny varianty ceny povolenky. Zajímavé je však sledovat růst rovnovážné ceny při růstu ceny povolenky. Vidíme, že celkově za EU 4 je při růstu ceny emisní povolenky o 10 Eur/ tCO₂ je cenový nárůst ceny elektřiny vyšší u dokonalé konkurence, než u oligopolní. Vidíme, že při růstu cen z EUR 0 na EUR 10 v dokonale konkurenčním prostředí ceny elektřiny vzrostly o EUR 3.56 zatímco oligopolním trhu pouze o EUR 3,01. Při růstu z EUR 10 na EUR 20 opět vzrostla cena na méně koncentrovaném trhu více, než v druhém případě (EUR 2,77, resp. EUR 2,72). Toto je v souladu s našimi závěry, že dokonalá konkurence nemá možnost ovlivňovat ceny relativně ke koncentrovanějším strukturám. Je však pravdou, že grafická analýza předpokládá téměř stoprocentní pass-through rate na dokonale konkurenčním trhu. Dle autora je tento nesoulad dán tím, že *Lise (2005)* uvádí, že se výsledky vztahují na dokonale konkurenční prostředí, ve své podstatě jsou však prostředím s mnoha firmami, kde žádná nemá moc určovat cenu na trhu⁴⁹.

Shrnutí

V této kapitole jsme analyzovali pass-through rate na trzích s různou tržní koncentrací a rozličnými tvary poptávkových a nabídkových křivek. Z naší analýzy vyplynulo, že míra promítání ceny emisních povolenek do rovnovážné tržní ceny produktu je závislá na tržní struktuře a elasticitě nabídkových a poptávkových křivek. Ukázali jsme, že čím je trh konkurenčnější, tím je pass-through rate vyšší. Příčinou je nabídka na trhu dokonalé konkurence, která je dokonale elastická a jednotliví hráči nabízejí na úrovni svých mezních nákladů a nemohou cenotvorbu nijak ovlivnit. Naopak v monopolním prostředí je cena stanovena s určitou přírážkou, tedy nad úrovní mezních nákladů producenta. V takovém prostředí je míra pass-through rate nižší, jelikož monopolista při maximalizaci zisku snižuje svoji přírážku. Porovnávali jsme nákladovou stranu s konstantními a variabilními (rostoucími) mezními náklady. Došli jsme k závěru, že při variabilních mezních nákladech je pass-through rate závislý na sklonu poptávkové a nabídkové křivky. Čím je nabídková křivka elastičtější, tím je míra pass-through rate vyšší a naopak. To stejné platí o poptávkové křivce. Čím je poptávka elastičtější, tím je pass-through rate nižší a naopak. U krajních případů, dokonale elastické a dokonale neelastické poptávky jsme si ukázali vliv na nabízené množství při fixní ceně a při fixně poptávaném množství. Na těchto dvou případech jsme ilustrovali efekt na redistribuci přebytku za předpokladu bezplatné alokace povolenek a jejich prodeje. Pakliže jsou povolenky distribuovány zdarma a poptávka je dokonale neelastická, výrobce inkasuje tzv. „windfall profits“ díky 100% pass-through

⁴⁹ Připomeňme, že míra pass-through rate je dána vztahem $N/(N+1)$.

ceny povolenek. Takto získaný profit inkasuje od spotřebitele, jelikož spotřebitel nese plně zvýšení ceny.

3.2 Dopad emisního obchodování na závěrnou elektrárnu

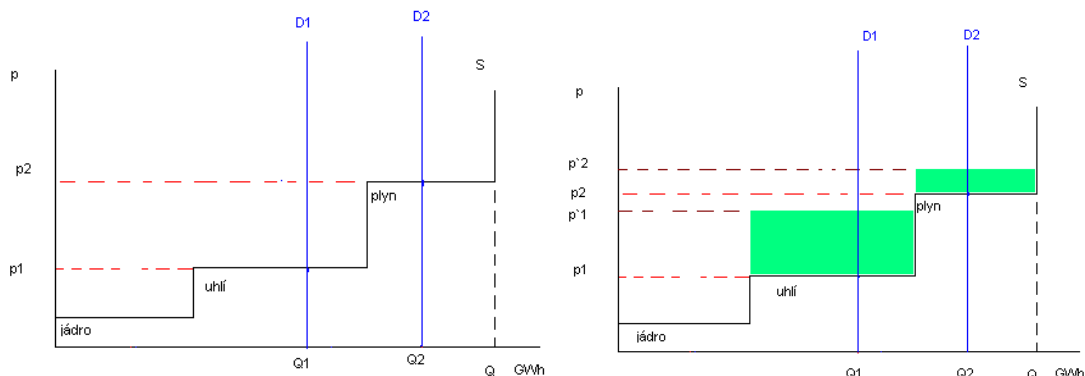
V kapitole 2.5.3 jsme si ukázali, že nabídka na trhu elektrické energie se řídí tzv. pravidlem „merit order“. Tedy postupným připojováním dalších zdrojů dle výše jejich variabilních nákladů. Vzniklá nabídková křivka má kaskádovitý tvar, kde jednotlivé „schody“ představují právě relativní výši mezních nákladů oproti zdroji předešlému. Ponechme nyní stranou skutečnost, že i v rámci konkrétního zdroje energie mají jednotlivé elektrárny různé mezní náklady⁵⁰ a podívejme se na situaci, jak může zavedení emisního obchodování rovnováhu změnit.

Říkali jsme, že rovnovážná cena je dána mezními náklady elektrárny, která je jako poslední zapojena do soustavy, aby uspokojila okamžikovou poptávku. Tato mezní, závěrná, elektrárna stanovuje cenu. V předešlé kapitole jsme izolovaně analyzovali dopad ceny povolenky na rovnovážnou cenu elektrické energie. Nyní ukážeme možné dopady emisního obchodování na celkovou nabídku elektřiny.

Každé elektrárně vypouštějící do ovzduší skleníkové plyny je alokován určitý počet povolenek opravňující k vypouštění určitého množství tun CO_2 do ovzduší. Jednotlivé typy paliv mají standardizované emisní faktory, které uvádíme v kapitole 2.5.6. Pro ilustraci uveďme, že hnědé uhlí má emisní faktor 0,36, což znamená, že na jednu vyprodukovanou MWh vypustí do ovzduší 0,36 tun CO_2 . Zemní plyn emituje z 1 MWh 0,2 t CO_2 a například biomasa samozřejmě žádnou. Bez zajímavosti není, že největší emisní faktor má výroba elektřiny z elektřiny (1,17 t CO_2 /MWh). Při rozdílné emisní náročnosti paliv je i rozdílná míra využití povolenek. Uhelné zdroje spotřebují více emisních povolenek na vyprodukovanou 1 MWh než zemní plyn. Tato skutečnost může být příčinou změn v merit order. Graf 3.6 znázorňuje situaci před a po zavedení emisního obchodování.

⁵⁰ Rozdíl může být dán různě nasmlouvanými cenami paliva, rozdílnou technologií zpracování paliva či jednoduše rozdílnými mzdovými náklady.

Graf 3.6: Tržní rovnováha před a po zavedení emisního obchodování s dokonale neelastickou poptávkou

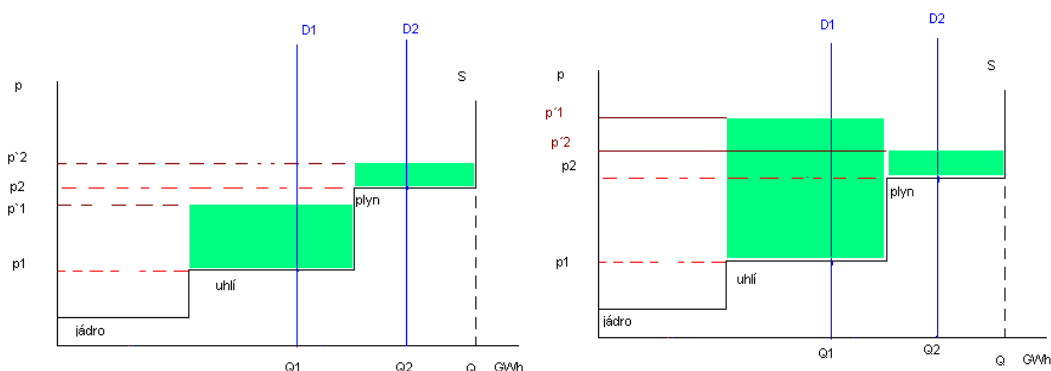


Zdroj: autor

Levý graf znázorňuje situaci před zavedením schématu obchodování s emisemi. Poptávka D_1 značí nižší poptávku, konkrétně poptávku mimo špičku. Poptávka D_2 znázorňuje poptávku ve špičce. Vidíme, že mimo špičku je mezní, závěrnou elektrárnou uhelná. Celkem se vyrábí množství Q_1 při ceně p_1 . Ve špičce, kdy je potřeba dodávat více energie, se připojují plynové elektrárny. Energetická soustava dodává ve špičce množství elektřiny Q_2 při vyšší ceně p_2 . Teoreticky je rozdíl v mezních nákladech dvou typů elektráren, tedy $\Delta MC = p_2 - p_1$. Nyní zavedeme emisní obchodování, které nám zvýší náklady, jelikož výrobci promítají cenu povolenky do ceny elektrické energie (připomeňme, že jsme v minulé kapitole ukázali, že při dokonale neelastické poptávce je z pohledu rovnovážné ceny lhostejno, zda výrobci dostanou povolenku bezplatnou alokací, či zaplatí její tržní cenu). Tuto situaci ilustruje pravý graf v Grafu 3.6. Za reálného předpokladu, že cena povolenky je stejná pro všechny účastníky trhu, je promítnutí ceny povolenky do nákladů úměrné uhlíkové náročnosti elektrárny. Čím větší má elektrárna, resp. palivo, emisní faktor, tím relativně více povolenek spotřebuje. Růst nákladů díky povolenkám znázorňuje zelená plocha u jednotlivých typů paliv v pravém grafu. Vidíme, že uhlí potřebuje na jednotku produkce relativně více emisních povolenek než plyn. Stále je však relativně levnější, než plyn, proto se mimo špičku, ale ani ve špičce, nemění závěrná elektrárna. Stále dodávají stejné množství elektřiny jako bez emisního obchodování, ale za vyšších cen. Vidíme, že ceny mimo špičku vzrostly o Δp_1 a ve špičce o Δp_2 . Označíme-li emisní faktor jednotlivého paliva α , vyšší mezních nákladů na jednotku produkce bez emisní povolenky z a cenu povolenky c , růst jednotkových mezních nákladů na 1 MWh je roven $\Delta MC = (\alpha \times z)$. Výsledná úroveň mezních nákladů po zavedení

emisního obchodování je $MC = z + (a \times c)^{51}$. Nyní si ukažme situaci, kdy existuje relativně velký rozdíl v emisním faktoru mezi dvěma typy paliv. Takovou situaci zobrazuje Graf 3.7.

Graf 3.7: Důsledky rozdílů v emisním faktoru



Zdroj: autor

V Grafu 3.7 vidíme vlevo totožný graf jako v Grafu 3.6, pravý graf zobrazuje situaci, kdy je emisní faktor uhlí relativně větší, než v první situaci. Pro přehlednost jsme ponechali poptávku ve špičce i mimo špičku stejně umístěnou. Zřetelně je emisní faktor uhlí daleko větší, než v původní situaci (levý graf v Grafu 3.7). Mezní náklady jednotky uhlí vzrostly nad úroveň mezních nákladů plynu. To má za následek změnu v uspořádání merit-order nabídky. Při této nabídkové křivce je plyn relativně levnější a je tedy schopen svým instalovaným výkonem pokrýt poptávku mimo špičku. Z trhu mimo špičku tedy vytlačí relativně dražší uhelnou elektrárnu a stává se závěrnou elektrárnou mimo peak. Při vykrývání poptávky ve špičce se již musí být do soustavy opět připojena uhelná elektrárna, která svým instalovaným výkonem doplní jádro a plyn a uspokojí poptávku. V novém uspořádání bude tedy cena mimo špičku dána závěrnou plynovou elektrárnou na úrovni p_2' . Cena ve špičce bude nově dána mezními náklady uhelné elektrárny, a to cenou p_1' .

3.3 Cenotvorba elektráren

V předchozích kapitolách jsme popsali tvorbu ceny na trhu silové elektřiny. Tržní cenu tvoří marginální elektrárna svými mezními náklady. V této kapitole budeme tvorbu ceny a rozhodování o ní zkoumat trochu detailněji s důrazem na reálné procesy a faktory důležité při cenotvorbě. Variabilní náklady elektrárny jsou při našem omezení náklady na palivo a emisní povolenky. Je pravdou, že další

⁵¹ Předpokládáme, že emisní faktor se během produkce nemění.

variabilní složkou by mohly být mzdy, údržba, kompenzace výkyvů v síti apod. My se však budeme stále držet našich dvou vstupů do výroby. Podívejme se nyní na to, jakým způsobem probíhá v lokálních podmínkách nákup paliva, konkrétně hnědého uhlí.

V České republice jsou tři těžební společnosti, které uspokojují poptávku po uhlí. Jsou jimi Severočeské doly (patřící do skupiny ČEZ), dále Czech Coal s Sokolovská uhelná. Největší dovozy hnědého uhlí do České republiky vedou z Německa, Polska a ze Slovenska⁵². Nutno podotknout, že v porovnání s tuzemskou spotřebou jsou dovozy ze sousedních zemí minimální. Obecně vzato se hnědé uhlí mezinárodně obchoduje jen ve velmi malé míře. Ve většině případů, a neplatí to jen pro ČR, má každá elektrárna, či teplárna, svůj zdroj uhlí, ze kterého čerpá. Jelikož výroba elektrické i tepelné energie není klasický výrobní produkt, klade daleko vyšší nároky na zásoby vstupů. Elektrárna potřebuje mít neustále „polštář“ paliva pro nepředvídatelné situace i pro svůj denní chod. Nelze nikdy dopředu odhadnout, jestli nějaký zdroj vypadne ze soustavy, nelze přesně odhadnout, jaká bude zrovna v daném okamžiku poptávka po elektřině. Elektrárny musí být připravena během okamžiku zvednout svůj výkon (resp. až na maximum svého instalovaného výkonu). Elektrárna nikdy neví, kdy jí OTE nařídí zvednout výkon, aby dodala do soustavy potřebnou elektrickou energii a vyrovnala nesoulady v rozvodné síti.⁵³

Obecně platí, i za hranicemi České republiky, že každá elektrárna má svého dodavatele uhlí, který leží geograficky blízko. Náklady na transport uhlí jsou totiž nemalé. I proto, že jsou elektrárny navázány na jeden zdroj uhlí, snaží se pojistit si dodávky uhlí na co nejdelší časový úsek.

Z výše zmíněných a i dalších důvodů jsou kontrakty na dodávku uhlí téměř výhradně fixní a dlouhodobé. Před nedávnou dobou se kontrakty uzavíraly i na desetiletí let. V současné době jsou nové smlouvy o dodávkách uzavírány na jeden až tři roky dopředu. Důvodem je napjatá situace na českém trhu, kdy se těžební společnosti neumí odhadnout výsledky jednání o prolomení těžebních limitů a s tím související nabídku uhlí o od toho odvislou cenu. Protože je elektrárenský a teplárenský obchod silně specifický, téměř v něm nelze obchodovat bez dlouhodobých smluv. V současné době registrujeme napjatou situaci v Plzni, kde tamní teplárna⁵⁴ nemá uzavřený dlouhodobý kontrakt na dodávky paliva a bojuje o své přežití. V současnosti objednává uhlí po jednotlivých dodávkách a

⁵² Český statistický úřad

⁵³ OTE samozřejmě za takto dodanou elektřinu platí. Částky jsou daleko vyšší, než kontraktované ceny, protože se vždy jedná o náhodnou událost a takový šok pro elektrárnu. Tomuto ad hoc „dolaďování“ soustavy se říká vyrovnávání odchylek a jedná se o velmi komplexní problematiku, která však sahá za rámec této práce. Poznamenejme jen, že pro teplárny vyrovnávání odchylek hraje ještě větší roli.

⁵⁴ Jedná se však o elektrárnu, název je historický.

patrně bude prodána do rukou kupce, který má s nějakou těžební společností kontrakt uzavřen. V energetickém businessu se bez dlouhodobých smluv dá jen těžko podnikat.

Těžební společnosti nasmlouvávají s elektrárnami dodavatelské ceny za dodanou tunu hnědého uhlí. Tyto ceny jsou, ne překvapivě, předmětem obchodního tajemství. Turbulentní stav na poli dodavatelsko-odběratelských vztahů v současné době nenapomáhá k transparentnímu odhalení cen. Existují odhady, kolik stojí tuna uhlí, resp. GJ. Například na stránkách energostat.cz je uvedena tabulka orientačních cen hnědého uhlí všech tří těžebních společností. Tuto tabulku uvádíme níže

Tabulka 3.8: Odhad průměrné prodejní ceny

Odhad průměrné prodejní ceny hnědého uhlí pro rok 2010	
Společnost	Kč/GJ
Severočeské doly (Skupina ČEZ)	30–33
Czech Coal	34–35
Sokolovská uhelná	29–32

Zdroj: energostat.cz

V tabulce 3.8 vidíme, že ceny se pohybují v rámci od 29 do 35 Kč/GJ. Nejsou výjimkou ale i ceny vyšší. Často se mluví o 40 Kč/GJ a jsou i elektrárny, které nakupují palivo dražší⁵⁵. Do budoucna se očekává razantní nárůst cen uhlí. Je veřejně známé, že ceny uhlí jsou v ČR dlouhodobě nižší, než v zahraničí a právě v současné době a za současného stavu s omezeným množstvím disponibilního hnědého uhlí se očekává konvergence cen směrem k zahraničním. V zahraničí se hnědé uhlí obchoduje minimálně za dvojnásobek. Podíváme-li se na cenu obchodovaných futures na lipské energetické burze EEX vidíme, že tam se roční kontrakty na tunu uhlí obchodují kolem 9 EUR/MWh, což je v přepočtu cca 65 Kč/GJ⁵⁶. Vezmeme-li v úvahu, že ceny české silové elektřiny silně konvergují k cenám německým (viz níže), cenový diferenciál v nákladech na hnědé uhlí poskytuje českým elektrárnám velkou konkurenční výhodu.

⁵⁵ S ohledem na citlivost těchto informací však autor více podrobností neuvede pod příslibem zachování mlčenlivosti.

⁵⁶ Cena je pouze orientační a vznikla jako průměr futures cen uhlí na roční kontrakt s dodávkou v roce 2011. Tuto cenu jsme přepočítali kurzem 25 Kč/EUR. Detailnější popis cen uhlí na energetické burze EEX je proveden v kapitole 4.3

Emisní povolenky jsou druhým vstupem do výroby. V předchozích kapitolách jsme uvedli, jaký je princip emisního obchodování a další okolnosti. Zde je potřeba zdůraznit, že přestože ceny povolenek jsou přidělovány elektrárnám zdarma, jejich použití není tak jednoduché právě z důvodu kalkulací. Obecně teplárny i elektrárny započítávají do nákladů celou cenu emisní povolenky. Autor diskutoval tento proces s odborníky z teplárenského i elektroenergetického průmyslu a všichni odpověděli kladně. Nenarazili jsme na nikoho, kdo by vypověděl, že emisní povolenku započítávají do ceny jen zčásti – ono je to logické, než povolenku spotřebovat za nižší než je její cena, radši se prodá. Je vidět, že fungují ekonomické zákony a že lidé neuvažují ve smyslu „dostal jsem povolenku zadarmo, tak proč bych ji nezahrnul do nákladů třeba jen s poloviční cenou, abych se vešel do poptávané tržní ceny elektřiny“.

V předchozích odstavcích jsme se zabývali tím, jak elektrárny nakupují zdroje pro výrobu elektrické energie. Nyní se budeme zabývat mechanismem prodeje. Opět začneme u specifík elektrárenského průmyslu. Elektrárny predikují spotřebu elektřiny dle očekávaných teplot a typového diagramu denní dodávky. Jelikož se poptávka po elektřině značně závislá na teplotách, vypracovávají se diagramy teplotních normálů a ty vstupují do predikce. Je samozřejmé, že v zimě bude poptávka po elektřině vyšší, ale i extrémní letní teplotní hodnoty mohou zakývat soustavou. Vzpomeňme, jaké měli problémy v Japonsku, když ohromné množství klimatizací při extrémních vedrech přetěžovalo soustavu. I takovéto aspekty musí brát elektrárna v potaz. Diagramy denní spotřeby zase ukazují, jaká je typická spotřeba v jednotlivých fázích dne, v kolik hodin se dá očekávat jaké zatížení. Zde je to nejzákladnější rozdělení na špičkový výkon a výkon mimo špičku. Dále se elektrárny snaží odhadovat výkon alternativních zdrojů (jednoduše řečeno, kdy bude hodně foukat vítr a kdy bude intenzivně svítit slunce), protože od jejich zatížení soustavy se odvíjí požadavky na regulaci výkonu soustavy. Toto je první krok k prodeji elektřiny a k pokrytí poptávky.

Druhým krokem je již samotný prodej elektřiny. Tomu se děje jednak přes burzu a jednak OTC – dvoustrannými smlouvami o dodávkách elektrické energie. Dvoustranné smlouvy mezi dodavatelem a odběratelem se též tvoří zejména na delší časové úseky, zpravidla na jeden rok. Zhruba deset procent ročního výkonu se obchoduje přes burzu na day-ahead trhu organizovaném OTE.

Od zavedení obchodování na energetické burze se změnila i cenotvoba českých elektráren. Česká republika již není samostatným trhem, kde měl po dlouhou dobu ČEZ dominantní pozici. Nyní je pro Českou republiku relevantním trhem celý středoevropský region a cena silové elektřiny se určuje na největší středoevropské energetické burze, německé EEX. Od této chvíle je Česká republika price taker, což lze to ukázat i na vývoji cen silové elektrické energie. Korelační koeficient je spotových

cen báze je na OTE a EEX 0,898 v roce 2009. To znamená, že cena elektrické energie se pohybovala stejně z 89%. Korelační koeficient peak load mezi stejnými burzami v téže roce byl 0,912. V roce 2010 byl korelační koeficient pro base load 0,851 a pro peak load 0,859⁵⁷. Cena elektřiny je tedy odvislá od německé.

4. Regresní model

4.1 Metodologie

Pro modelování závislosti cen silové elektřiny na variabilních nákladech jsme se rozhodli použít regresní analýzu. Cílem této práce je zjistit, do jaké míry se promítají ceny emisních povolenek do cen silové elektřiny a závislostní analýza je vhodným nástrojem. Pass-through rate modelují regresí např. v *Sijm et al. (2008)*. Jiné práce využívají kupříkladu VAR modelů (*Bunn, Fezzi, 2007*). Vycházíme z předpokladu, že cena silové elektřiny se odvíjí od variabilních nákladů, které se skládají z ceny paliva a emisní povolenky. Dále je nutné určit mezní elektrárnu a tedy mezní palivo. V České republice je téměř výhradně mezní elektrárnou hnědouhelná. V kapitole 2.5.4 jsme počítali merit order pro ČR z dostupných zdrojů a marginální elektrárnou nám vyšla elektrárna hnědouhelná, nebo jaderná. Jak jsme však říkali v diskuzi ohledně merit orderu, naše výsledky jsou jen ilustrativní a slouží spíše pro intuici problematiky. V případě mezní elektrárny jaderné bychom neměli uvažovat vliv emisních povolenek na spotovou či forwardovou cenu. Každopádně vycházíme z předpokladu hnědouhelné mezní elektrárny, jelikož se zdá, že námi vypočtený merit-order je podhodnocený. Navíc, i diskuzí s odborníky jsme dospěli k závěru, že aproximace hnědouhelní elektrárny jako elektrárny mezní je správná a významně se, až na určité výjimky neodchyluje od skutečnosti. Rozhodli jsme se tedy modelovat závislost výhradně na cenách hnědého uhlí. Abychom pokryli pass-through rate v současnosti i v očekávání výrobců elektřiny, analyzujeme jak spotový, tak forwardový trh. Následuje metodologický přístup pro analýzu pass-through rate na spotovém a termínovém trhu se silovou elektřinou.

⁵⁷ Korelační koeficient však nevypovídá o kauzalitě pohybu. Proto jsme pro ilustraci modelovali závislost špičkové elektřiny obchodované na OTE na zpožděných hodnotách špičkové elektřiny na EEX a naopak. Regresní koeficient byl významný pro závislost OTE na EEX a to s regresním koeficientem 0,75.

4.1.1 Spotový trh

Jak jsme uvedli výše, ceny uhlí jsou pro elektrárny fixní a nejsou indexované na jiný produkt. Proto by vstupovali do naší regresní analýzy jako konstanta (patrně průměr zjištěných cen uhlí) a neměli by tedy žádnou vypovídací schopnost při analýze závislosti mimo úroňové konstanty, která je pro nás bezvýznamná. Rozhodli jsme se tedy pro jednofaktorovou regresní analýzu, která nám přinese vzhled do problematiky pass-through rate. Ačkoli se zdá být omezení na jednu vysvětlovanou proměnnou příliš restriktivní, nemusí tomu nutně tak být. Pakliže je cena uhlí pro elektrárnu zafixována, další variabilní složky nákladů, mimo povolenek, se zdají být velmi zanedbatelné oproti souhrnným nákladům na palivo a povolenku. Navíc jsou velmi těžko měřitelné a kdyby, tak by jejich hodnoty jistě byly předmětem obchodního tajemství.

Jsou studie, které si cenu paliva aproximují spotovými cenami hnědého uhlí (např. ARA CIF API2 jako index cen hnědého uhlí dováženého do severní Evropy). Když jsme zvažovali tento přístup, čelili jsme dvěma problémům. První byl metodologický. Na spotovém trhu, tedy při obchodování na den dopředu (day-ahead), dodavatelé elektřiny evidentně nečelí měnícím se cenám paliva. Čelí pouze měnícím se cenám emisní povolenky a cenám elektřiny⁵⁸ a není proto důvodu cenu paliva zahrnovat⁵⁹. Uvažovali jsme nad analýzou spotového trhu na EEX, kde by spotové ceny uhlí mohli být zahrnuty, ale při snaze o získání časové denní řady spotových cen uhlí jsme nebyli úspěšní. Spotové ceny, resp. index spotových cen pro Evropu, na který se indexuje 90% produktů⁶⁰ majících přímý vztah k hnědému uhlí (vesměs deriváty) spravuje a tvoří společnost Argus Media. Bohužel se nám nepodařilo i přes několikeré urgencye tento index získat.

Domníváme se, že jednofaktorová regresní analýza citlivosti je vhodným nástrojem pro zjištění pass-through rate, jelikož na spotovém trhu dodavatelé elektřiny nečelí denně měnícím se cenám paliva. Zvolená regresní funkce má tedy následující tvar:

$$P = \alpha + \beta I \text{ EUA} + u$$

⁵⁸ Hypoteticky tato skutečnost nemusí platit na forwardovém trhu. Použitá metodologie pro forward bude vysvětlena níže.

⁵⁹ Toto předpoklad narušuje asi jen výše zmíněná plzeňská elektrárna, která nemá dlouhodobý kontrakt a objednává palivo vždy jednorázově na několik týdnů dopředu.

⁶⁰ www.argusmedia.com

kde P reprezentuje spotovou cenu silové elektřiny na burze, koeficient α je úrovněová konstanta, βI je regresní faktor vysvětlující proměnné, EUA je cena emisní povolenky, tedy vysvětlující proměnná a u reprezentuje náhodnou složku. Koeficient βI udává, o kolik procent a jakým směrem se změní cena silové elektřiny při růstu ceny emisní povolenky o 1%, reprezentuje tedy námi hledané pass-through rate. Například, bude-li koeficient βI roven 0,5, růst ceny povolenky o 1 EUR přivodí růst ceny elektřiny o 0,5 EUR. Je vidět, že v tomto případě by byl pass-through rate 50%. Při záporné hodnotě koeficientu, např. -1, by zvýšení ceny povolenky vedlo ke snížení ceny elektřiny o jedno euro a pass-through rate by byl -100%.

Zkoumané časové období jsme zvolili roční a čtvrtletní. Analyzujeme tedy rok 2009 a rok 2010 a jejich jednotlivé kvartály. Jelikož je elektroenergetika velmi sezonně ovlivněná, myslíme si, že analyzovat jednotlivá čtvrtletí bude mít jistý příspěvek do celkového vyhodnocení. Navíc, i námi vypracovaný merit order ukazuje, by mohla být období, kdy je závěrnou elektrárnou pouze bezemisní jádro a poté se jedná, hypoteticky, o období, která bychom měli z modelu vypustit. Z důvodu rozdílných cen a odlišných poptávek ve špičce a mimo špičku, analyzujeme časová data zvláště pro časový úsek peak load (8-20hod) a zvláště pro off-peak load (21-24 hod a 0-7 hod)⁶¹. Jelikož je česká energetická burza velmi silně navázána na lipskou EEX, analyzujeme pass-through rate jednak na spotových cenách OTE a jednak na spotových cenách EEX. Daleko větší likvidita na německém trhu poskytuje přeci jen kvalitativně lepší informaci o cenotvorbě, byť se ceny pohybují téměř stejně. Použili jsme cenu emisních povolenek obchodovaných na EEX. Ceny emisních povolenek mají v podstatě jednotný trh. Povolenka je fiktivní aktivum, které se dá obchodovat po celé Evropě a není lokálně navázána na určitý region. Emisní povolenky se obchodují na trzích po celé Evropě (EEX, BlueNext, PointCarbon) a jejich spotová cena je téměř identická. My jsme pro naši analýzu zvolili cenu povolenek z německé EEX, protože se tam likvidně prodávají povolenky jak na forwardu, tak na spotu. Navíc i ERÚ stanovuje cenu emisní povolenky pro zákonné účely z cen povolenek na EEX.

4.1.2 Forwardový trh

Metodologický přístup k analýze forwardového trhu je více komplexní, než metodologie analýzy spotového trhu. Dlouhodobé kontrakty na dodávky elektřiny mohou být v kontraktovaných obdobích již více citlivé na cenu paliva, než denní dodávky na spotu. Připomeňme, že při denním obchodování

⁶¹ EEX kotuje off-peak load v období 0-7 hod a 21-24 hod. Rozhodli jsme použít data výchozí a neupravovali jsme je ve smyslu, aby byly na onu jednu hodinu v souladu peak a off-peak periody.

čelí elektrárna fixní ceně za tunu uhlí, jelikož kontrakty jsou dané a cena paliva, jako variabilního nákladu, je fixní. Při obchodování termínových kontraktů tento předpoklad již platit nemusí. Vezmeme-li v úvahu elektrárnu, která má roční kontrakty na dodávky uhlí, poté musí taková elektrárna před otevřením derivátové pozice odhadnout, jaké bude mít v kontraktovaném období sjednané ceny uhlí. Vidíme, že v této situaci je již cena uhlí proměnnou, která do cenotvorby vstupuje a ovlivňuje rozhodování dodavatele elektřiny. Bude-li mít elektrárna kontrakt do konce roku 2011 a bude-li chtít prodat elektřinu na forwardu s dodávkou v letech 2012 nebo 2013, nevyhnutelně musí odhadnout cenu paliva, za které bude v budoucích letech nakupovat. Připomeňme, že v současné situaci to není snadný úkol, jako tomu bylo před pár lety nazpět. Hnědého uhlí je u nás málo a cena určitě poroste. Lze předpokládat, že jako konvergovaly ceny elektřiny k cenám evropským, bude konvergovat i cena českého uhlí k evropskému. Domníváme se, že aproximace budoucích cen německými forwardovými cenami může být vhodnou variantou. Navíc, i kdyby nedošlo ke skokovému nárůstu cen hnědého uhlí, jak například navrhuje Czech Coal, lze z tempa růstu cen na německém forwardu usuzovat na trend ve vývoji cen u nás. Právě z tohoto důvodu jsme se rozhodli aproximovat ceny na forwardovém trhu cenami německých futures na uhlí.

Dalším důvodem použití německých futures je fakt, že Německo je největším producentem hnědého uhlí v Evropě a tudíž se dá považovat za etalon cen uhlí. Navíc je nutné si uvědomit, že vysvětlující proměnná (uhlí) je v modelu začleněna jako druhý faktor cenotvorby. Cílem se stále vysvětlit pass-through rate ceny emisních povolenek, ne vysvětlit veškeré faktory, které tvoří cenu elektřiny. Hnědé uhlí je pro nás pomocným regresorem, který nám zkvalitňuje vypovídací schopnost modelu. Jako jsou volatilní ceny elektřiny a emisních povolenek, volatilita forwardových cen též lépe zapadá do představy formování ceny. V neposlední řadě je nutno podotknout, že zvolíme-li cenu uhlí dvakrát vyšší, než je ta česká, v regresní analýze se dopouštíme pouze rozdílu v úrovněové konstantě, nikoli ve významnosti a hodnotě regresního parametru,⁶² protože regresor udává citlivost na změny. Poznamenejme ještě, že forwardový index je odvozen od cenového indexu ARA CIF API2, což je nejlikvidnější evropský hnědouhelný index.

Výše zmíněné argumenty nám objasnilo použití futures cen uhlí jako aproximaci nákladů za předpokladu, že se cena uhlí pro elektrárnu bude v blízkém čase měnit. V současnosti je však platných mnoho smluv, které zajišťují dodávky uhlí pro elektrárnu na dlouhou dobu dopředu. Například ČEZ ve své výroční zprávě pro rok 2010⁶³ uvádí, že má zajištěné dlouhodobé dodávky hnědého uhlí od

⁶² Tuto skutečnost si autor sám otestoval, když nejdříve mylně regresoval cenu elektřiny v MWh v závislosti na ceně uhlí v GJ.

⁶³ <http://www.cez.cz>

společnosti Severočeské doly až do roku 2052., se Sokolovskou uhelnou do roku 2027. V tomto případě není pro elektrárnu při vstupu do derivátové pozice cena hnědého uhlí proměnnou a platí argumentace, která byla použita v metodologické části ke spotovému trhu. Tedy, že jedinou proměnnou, kterou uvažujeme při analýze pass-through rate je cen emisní povolenky. Při analýze forwardového trhu tedy modelujeme závislost i) na jednom faktoru – ceně EUA, a ii) na dvou faktorech – ceně EUA a ceně uhlí na německých futures trzích.

Závislost ceny elektřiny na emisních povolenkách jsme se rozhodli modelovat jednak klasicky, jako závislost výstupu na vstupech, a jednak přes marži⁶⁴. Maržový přístup jsme zvolili díky skutečnosti, že je často využívaným ukazatelem ziskovosti a na komoditních a kapitálových trzích se na tyto marže často indexují rozličné produkty. Maržový přístup, tzv. dark spread, vyjadřuje rozdíl v ceně elektřiny a paliva, v našem konkrétním případě hnědého uhlí. Na trzích se používá i spark spread, který vyjadřuje rozdíl v ceně elektřiny a plynu. I v případě marže analyzujeme závislost dark spreadu na ceně emisní povolenky. Analýza marží nám totiž indikuje, jak je výrobcům elektrické energie ovlivňována ziskovost. Formálně tedy analyzujeme tři následující vztahy:

$$1) P = \alpha + \beta_1 EUA + u$$

$$2) P = \alpha + \beta_1 EUA + \beta_2 Coal + u$$

$$3) (P - Coal) = \alpha + \beta_1 EUA + u$$

kde P reprezentuje cenu silové elektřiny na burze, koeficient α je úrovněová konstanta, β_1 je regresní faktor první proměnné, EUA je cena emisní povolenky, β_2 je regresní faktor druhé proměnné ceny paliva ($Coal$) a u reprezentuje náhodnou složku. V prvním případě zjišťujeme, jak se mění cena v závislosti na ceně pouze emisní povolenky. V druhém případě zjišťujeme, jak se změní cena silové elektřiny, když se změní cena vstupů – povolenky a uhlí. Koeficient β_1 udává, o kolik procent a jakým směrem se změní cena silové elektřiny při růstu ceny emisní povolenky o 1 %, reprezentuje tedy námi hledané pass-through rate. Například, bude-li koeficient β_1 roven 0,5, růst ceny povolenky o 1 EUR přivodí růst ceny elektřiny o 0,5 EUR. Je vidět, že v tomto případě by byl pass-through rate 50%. Při záporné hodnotě koeficientu, např. -1, by zvýšení ceny povolenky vedlo ke snížení ceny elektřiny o jedno euro. V druhém případě, při maržovém přístupu, značí koeficient β_1 citlivost marže výrobců na změnu ceny povolenky.

Opět jsme zvolili pozorované období léta 2009 a 2010 a opět jsme se rozhodli analyzovat časové řady i po kvartálech. Ze stejného důvodu jako u analýzy spotových cen jsme se rozhodli analyzovat i

⁶⁴ Tento přístup jsme samozřejmě nemohli použít v případě spotového trhu, protože tam jsem předpokládali neměnnost cen uhlí při denním obchodování.

futures ceny pro českou a německou ekonomiku. Česká data jsou z PXE, jelikož na Pražské energetické burze se obchoduje futures (na OTE pouze spot). Forwardové⁶⁵ ceny zahraniční jsou opět převzaté z burzy EEX. Jelikož je na PXE nejlikvidnější vždy futures na následující rok, analyzujeme vždy roční kontrakt na následující období. Při analýze roku 2009 používáme roční futures s dodávkou po celý rok 2010, při analýze roku 2010 používáme roční kontrakty s dodávkou v roce 2011. Na českém energetické burze se téměř neobchodují termínové kontrakty na peak load. Proto jsme analyzovali pouze kontrakty s dodávkou base. Kvůli porovnatelnosti dat s českým trhem jsme i pro německý trh zvolili pouze kontrakty s 24hodinovou dodávkou.

4.2 Předpoklady

Jelikož je spotová cena krátkodobě ovlivňována jinými, než fundamentálními ekonomickými zákony (počasí, vyrovnávání odchylek, rezervační výkon a další), nepředpokládáme silnou závislost mezi pohybem spotové ceny silové elektřiny a spotové ceny emisních povolenek. Předpokládáme však, že jistý, byť marginální, vztah mezi těmito dvěma proměnnými nalezneme.

Na forwardovém trhu spíše platí ekonomické fundamenty, proto předpokládáme, že regresní analýza prokáže silnou závislost mezi cenou EUA a futures na elektřinu. Též očekáváme, že se výsledky regresorů nebudou příliš odchylovat mezi českým a německým trhem, protože jsou silně provázány. Zavedení druhého faktoru – forwardové ceny hnědého uhlí by mělo přispět jednak k větší vypovídací schopnosti námi odhadnutého modelu, resp. regresních parametrů a zároveň by nám měl poskytnout vhled do citlivosti marží na změny cen emisních povolenek.

Jelikož je pro českou energetiku relevantním trhem celý středoevropský region, kde se velký objem obchodů uskutečňuje na lipské burze, předpokládáme, že je energetický trh spíše konkurenční a že bude pass-through rate spíše blízký hodnotě 100%, než 50%. Jak jsme ukázali v teoretické části, vyšší pass-through rate značí vyšší míru konkurence. Dalším argumentem pro předpokládané pass-through rate blízke k úrovni 100% je neelastická poptávka (dlouhodobé kontrakty) a rostoucí variabilní náklady (merit order). Nepředpokládáme, že by byl pass-through rate vyšší, než 100%.

Popsali jsme tedy metodologii a předpoklady, se kterými přistupujeme k analýze pass-through rate. Následuje deskriptivní analýza použitých dat, pár poznámek k použitým datům, a výsledky regresních modelů.

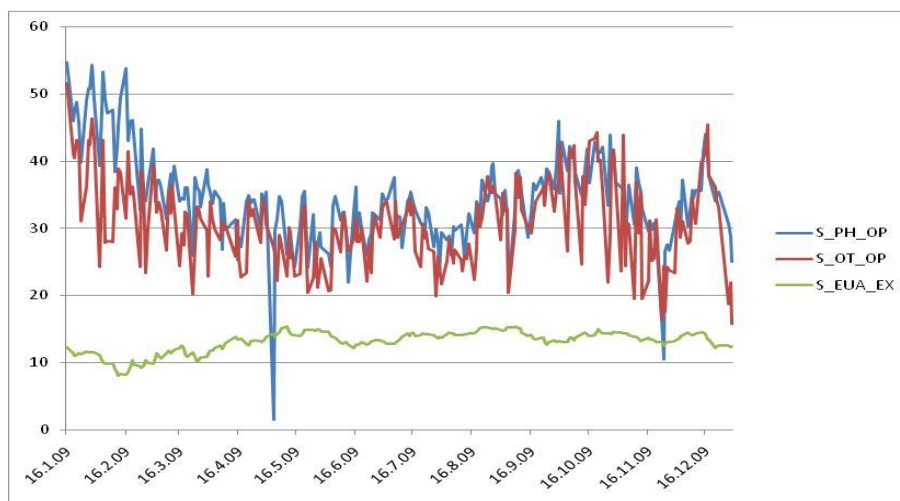
⁶⁵ V textu často zaměňujeme forwardové za futures ceny, ve skutečnosti se jedná o ceny futures kotované na burze. Forwardové ceny používáme jen z důvodů češtinářských.

4.3 Analýza použitých dat

Spotová cena elektřiny off-peak 2009

Graf 4.1 zobrazuje průběh spotových cen na českém a německém trhu zároveň pro off-peak load v roce 2009. Pro snazší porozumění jsme do grafu vložili i cenu emisních povolenek (EUA ETS). Poznamenejme jen, že ceny emisních povolenek mají samozřejmě jednu cenu a nerozlišují se na cenu ve špičce a mimo špičku. Z grafu je zřejmé, že se ceny elektřiny pohybují téměř identicky. Cena na EEX je označena notací S_PH_OP (spot – Phelix index EEX – off-peak), cena na OTE notací S_OT_OP (spot – OTE – off-peak). Cena emisních povolenek je označena jako S_EUA_EX (spot – EUA – EEX). Za poznámku stojí zejména období únor až květen, kdy ceny elektřiny shodně padají nějak k úrovni 25 EUR/MWh a ceny povolenek kontinuálně rostou. I v dalším období registrujeme spíše opačný pohyb cen. Když povolenky zdražují, cena elektřiny klesá a naopak. Jen z grafické analýzy lze tušit, že na spotovém trhu se cena elektřiny odvíjí nejen od ceny povolenek, ale i od jiných vlivů. A též lze tušit, že tyto vlivy mají velký dopad na tvorbu ceny elektřiny. Podíváme-li se na korelační matici těchto tří sledovaných veličin (Obrázek 4.2) vidíme, že český off-peak je s německým korelovaný z bezmála 70%. Překvapivě je korelace ceny emisních povolenek záporná (s německou elektřinou je negativní korelace 44% a českou pouze 17%). Negativní korelace může být způsobena například externími vlivy jako výkyvy počasí, poklesem poptávky nebo šoky v soustavě. Z grafu je též vidět, že na spotovém trhu off-peak panuje značná volatilita.

Graf 4.1: Spotové ceny elektřiny na EEX, OTE a cena EUA ETS na EEX, off-peak 2009.



Zdroj: burzy EEX, OTE

Obrázek 4.2: Korelační matice - spot off-peak 2009

Correlation coefficients, using the observations 2009/01/05 - 2009/12/08

5% critical value (two-tailed) = 0.1261 for $n = 242$

S_PH_OP	S_OT_OP	S_EA_EX	
1.0000	0.6986	-0.4417	S_PH_OP
	1.0000	-0.1783	S_OT_OP
		1.0000	S_EA_EX

Zdroj: vlastní výpočty

Spotová cena elektřiny peak 2009

Graf 4.4 znázorňuje cenu elektřiny na OTE (S_{OT_P}) a EEX (S_{PH_P}) společně s vývojem ceny emisních povolenek (S_{EUA_EX}). Zde neregistrujeme, na rozdíl od off-peak load, takový nesoulad ve vývoji cen emisních povolenek a silové elektřiny. Byť je i z kraje roku vidět, že při růstu cen emisních povolenek tržní cena klesala. Korelační matici zobrazuje Obrázek 4.3 . Opět vidíme, že sledované ceny elektřiny jsou společně velmi těsně svázány (korelační koeficient je 88%). Naopak vazba mezi cenami elektřiny a povolenkou je opět velmi rozvolněná. I jako v případě off-peak load je i ve špičce cena elektřiny negativně (ne)korelovaná.

Obrázek 4.34: Korelační matice peak load, 2009

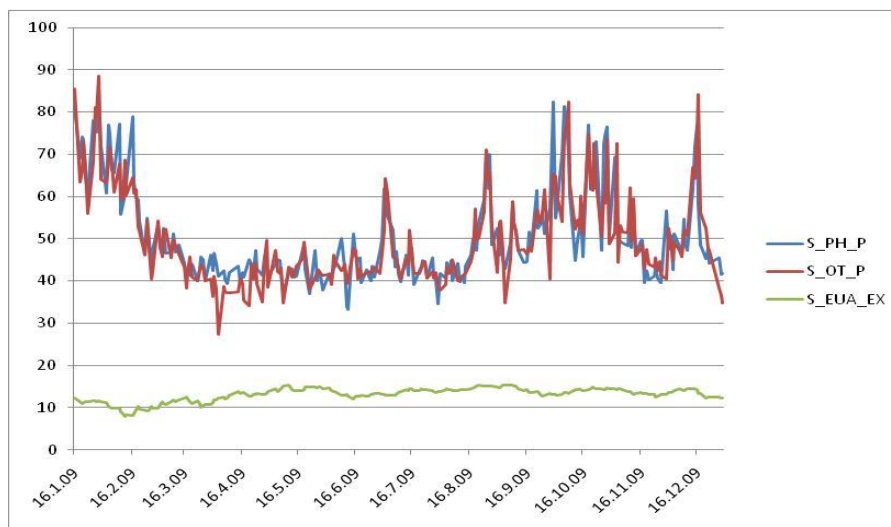
Correlation coefficients, using the observations 2009/01/05 - 2009/12/08

5% critical value (two-tailed) = 0.1261 for n = 242

S_PH_P	S_OT_P	S_EA_EX	
1.0000	0.8836	-0.2223	S_PH_P
	1.0000	-0.1655	S_OT_P
		1.0000	S_EA_EX

Zdroj: vlastní výpočty

Graf 4.4: Vývoj spotových cen v peak load na OTE a EEX, ceny emisních povolenek, 2009



Zdroj: burzy EEX, OTE

Konkrétnější obrázek hodnot, jež ceny elektřiny a povolenek nabývaly, ukazuje Tabulka 4.5. Vidíme, že medián špičkového zatížení se mezi OTE a EEX vůbec neodlišuje. Mimo špičku se odlišuje o 3 EUR. Z maxim a minim je též vidět, že český trh je volatilnější. Detailnější popisnou statistiku včetně směrodatných odchylek nalezne čtenář v Příloze č.2. Říkali jsme, že k analýze jsme použili ceny emisních povolenek z burzy EEX a že ceny emisních povolenek jsou v Evropě téměř identické⁶⁶. Spočetli jsme korelační koeficient pro cenu povolenek v roce 2009 na EEX a na BlueNEXT. Výsledná

⁶⁶ Což je i z ekonomického hlediska logické, jelikož se jedná o homogenní produkt, volně šířitelný s velmi nízkými transakčními náklady. Rozdíly v cenách povolenek by tedy měly reflektovat pouze výši transakčních nákladů.

korelace je 99,8%, což jednoznačně potvrzuje náš předpoklad o jedné ceně a neomezuje ve výběru burzy EEX jako směrodatné povolenkové burzy.

Tabulka 4.5: Popisná statistika spot 2009

Summary Statistics, using the observations 2009/01/05 - 2009/12/08

(missing values were skipped)

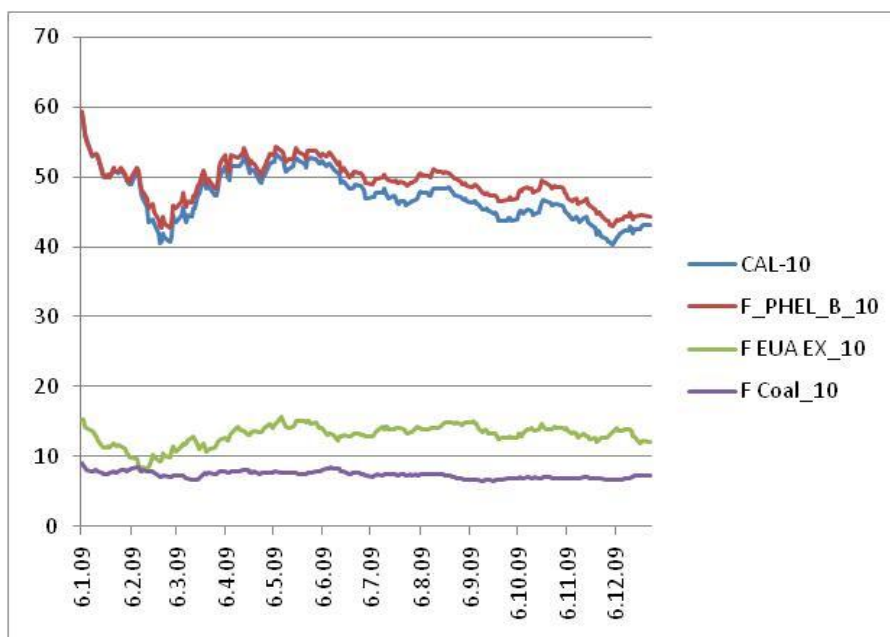
Variable	Mean	Median	Minimum	Maximum
S_PH_OP	34.6080	34.2700	1.48500	54.6900
S_OT_OP	31.0799	31.0671	15.7558	51.6200
S_EA_EX	13.0976	13.4200	7.98000	15.4100
S_PH_P	50.5854	46.8950	33.1500	85.5400
S_OT_P	49.8852	46.6188	27.3417	88.4700

Zdroj: EEX, OTE, vlastní výpočty

Futures 2009

Graf 4.6 zobrazuje vývoj cen na futures trzích v roce 2009. Opět vidíme jednoznačně stejný pohyb mezi futures cenou českých ročních termínových kontraktů (CAL-10) a německých ročník futures (F_PHEL_B_10). Připomínáme, že analyzujeme pouze futures base load, jelikož likvidita na českém futures trhu pro peak load je velmi nízká. Z grafu je též zřejmé, že futures cena emisní povolenky (F_EUA_EX_10) vykazuje stejné trendy pohybu, jako ceny silové elektřiny. Cena uhlí za 1 MWh (F_Coal_10) je v našem měřítku velmi stabilní.

Graf 4.6: Vývoj futures cen na PXE, EEX. Futures cena povolenky a futures na hnědé uhlí, 2009



Zdroj: burzy EEX, PXE

Obrázek 4.7 zobrazuje korelační koeficienty mezi jednotlivými proměnnými. Korelace mezi futures cenami elektřiny je bezmála 98%. Je zajímavé, že futures cena uhlí koreluje s oběma energetickými burzami ze 77%, resp. 71%. To nám dává ujištění, že jsme cenu uhlí, jako proměnné do modelu zahrnuli smysluplně. Na futures trzích již cena emisních povolenek kladně koreluje s cenami elektřiny. Konkrétně s německou cenou koreluje z 39% a s českou z 26%. Korelace není příliš silná, je však pozitivní.

Obrázek 4.75: Korelační matice futures 2009

Correlation coefficients, using the observations 2009/01/05 - 2009/12/09

5% critical value (two-tailed) = 0.1259 for n = 243

CAL_10	F_PHEL_B_1	F_EUA_EX_1	F_Coal_10	
	0	0		
1.0000	0.9786	0.2674	0.7777	CAL_10
	1.0000	0.3972	0.7155	F_PHEL_B_10
		1.0000	-0.1887	F_EUA_EX_10
			1.0000	F_Coal_10

Zdroj: vlastní výpočty

Při analýze futures trhů používáme i maržový přístup přes dark spread. Následující Obrázek 4.8 nabízí představu o korelaci hrubé marže (cena elektřiny – cena paliva) s cenou emisních povolenek. Ident Drk_sOTE reprezentující dark spread na PXE koreluje s cenou povolenek z 32% a dark spread (Drk_sEEX) počítaný z cen na EEX koreluje s cenou povolenek ze 48%. Zajímavá je korelace marží mezi jednotlivými burzami, která se pohybuje téměř identicky (korelační koeficient je 97%).

Obrázek 4.8: Korelační matice dark spread, 2009

Correlation coefficients, using the observations 2009/01/05 - 2009/12/09

5% critical value (two-tailed) = 0.1259 for n = 243

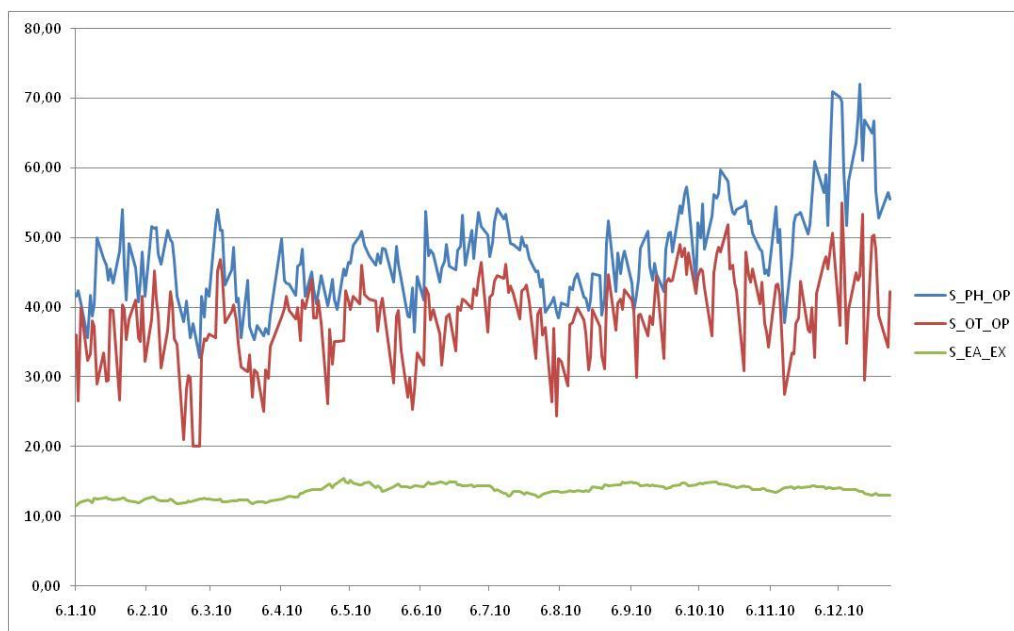
Drk_sOTE_1	Drk_sEEX_1	F_EUA_EX_1	
0	0	0	
1.0000	0.9710	0.3270	Drk_sOTE_10
	1.0000	0.4800	Drk_sEEX_10
		1.0000	F_EUA_EX_10

Zdroj: vlastní výpočty

Spotová cena elektřiny off-peak 2010

Vidíme, že se opět ceny elektřiny pohybují téměř stejně (zachováváme stejné značení jako v části věnující se roku 2009). Oproti roku 2009 registrujeme větší diferenci v cenách. V roce 2009 byl rozdíl v mediánu 3 EUR, v roce 2010 je difference již 8 EUR (detailnější pohled na statistiku časové řady nalezne čtenář v Příloze 2). Tím se nám i snižuje korelace mezi off-peak spotovým trhem. Korelační koeficient je necelých 68%. Korelace s cenou povolenky je 0,29 pro Německo a 0,32 pro český trh. Informace o vzájemném vztahu hodnot nabízí Obrázek 4.10.

Graf 4.9: Spotové ceny off-peak a cena EUA, 2009



Zdroj: burzy OTE, EEX

Obrázek 4.10: Korelační matice spot off-peak 2010

Correlation coefficients, using the observations 2009/01/05 - 2009/12/18

5% critical value (two-tailed) = 0.1241 for $n = 250$

S_PH_OP	S_OT_OP	S_EA_EX	
1.0000	0.6796	0.2969	S_PH_OP
	1.0000	0.3235	S_OT_OP
		1.0000	S_EA_EX

Zdroj: vlastní výpočty

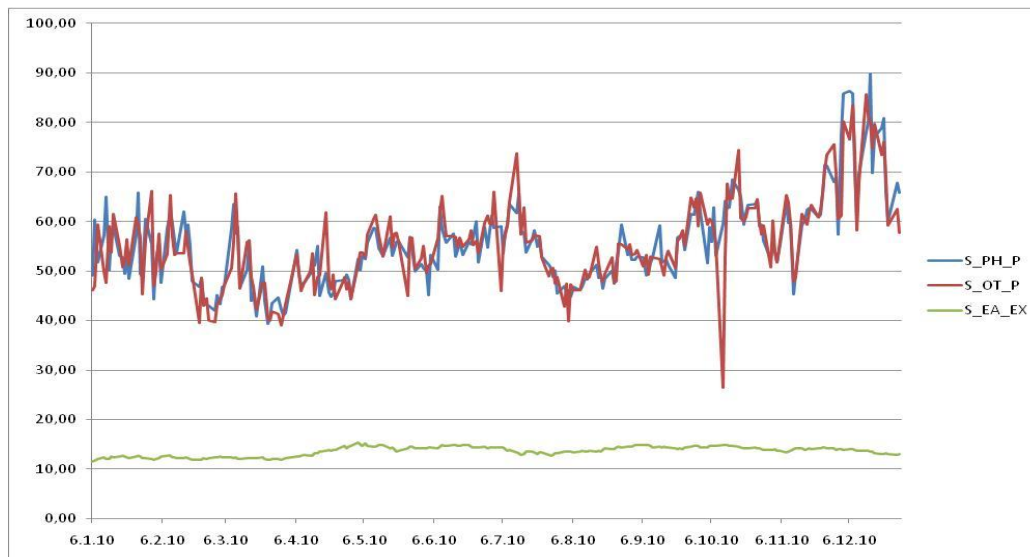
Meziročně vzrostla cena českých spotových cen mimo špičku v průměru o 7,4 EUR. Německá cena vzrostla meziročně v průměru o 13,026 EUR. Cena povolenky zůstala téměř beze změny, průměr ceny povolenky vzrost o 0,5 EUR.

Spotová cena elektřiny peak 2010

Vývoj ceny špičkové elektřiny zobrazuje Graf 4.11. Je vidět, že ve špičce se ceny pohybují opět daleko více symetricky. Cena povolenek nevykazuje žádné výkyvy. Korelační koeficient mezi cenami elektřiny je 85%, korelace s povolenkami je 24%, resp. 28% pro český trh. Je zajímavé, že korelace je

vyšší u českých cen, byť vykazují turbulentnější, volatilnější průběh. Korelační matici zobrazuje Obrázek 4.12.

Graf 4.11: Vývoj cen spotové elektřiny peak a ceny povolenky, 2010



Zdroj: vlastní výpočty

Obrázek 4.12: Korelační matice spot peak, 2010

Correlation coefficients, using the observations 2009/01/05 - 2009/12/18

5% critical value (two-tailed) = 0.1241 for $n = 250$

S_PH_P	S_OT_P	S_EA_EX	
1.0000	0.8592	0.2429	S_PH_P
	1.0000	0.2816	S_OT_P
		1.0000	S_EA_EX

Zdroj: výpočty autora

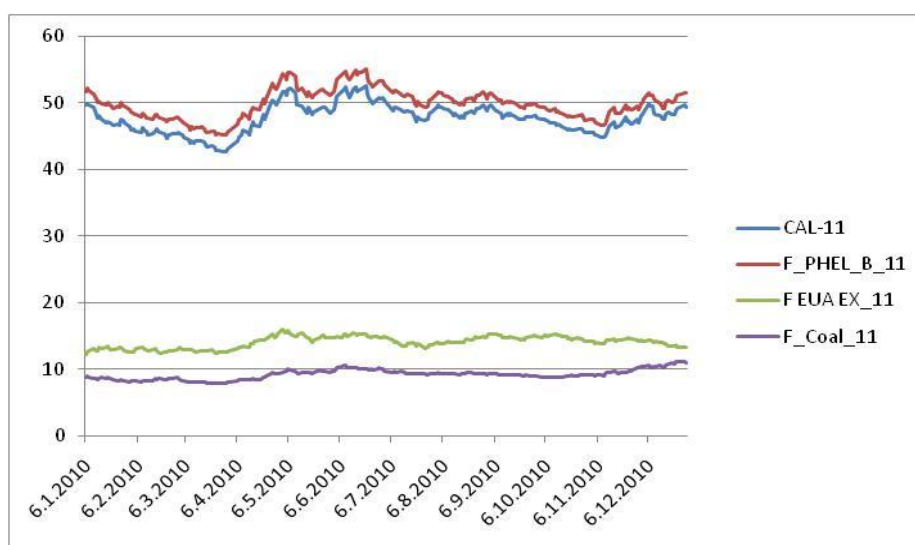
Meziročně cena ve špičce vzrostla. Na českém trhu v průměru o 5,86 EUR, na německé EEX o 4,85 EUR. Z grafu vývoje cen je též vidět, že cena špičkového výkonu byla v roce 2010 téměř stejná, konkrétně medián cen byl pro Česko 55,12 a pro Německo 54,32. Průměrná cena byla 55,44 EUR, resp. 55,47 EUR – rozdíl v průměrné ceně pouze 3 centy⁶⁷.

⁶⁷ Toto číslo nechť je důkazem o téměř dokonalé konvergenci spotových peak cen, resp. můžeme s rezervou tvrdit, že kovergence došla. Jelikož jsou však spotové ceny odvislé ve velké míře od jiných faktorů, než fundamentálních, musíme brát výše zmíněné tvrzení opravdu s rezervou. Minimálně se jedná o velmi zajímavý

Futures 2010

Vývoj cen na futures trzích v roce 2010 zachycuje Graf 4.13. Opět je zřejmý cenový diferenciál v cenách českých a německých futures silové elektřiny. Tento diferenciál vyčíslíme rozdílem průměrných cen, který tvoří 2,2 EUR. Medián cen je 47,7 EUR, resp. 49,8 pro německé futures. Korelační koeficienty opět zobrazuje Obrázek 4.14.

Graf 4.13: Vývoj cen futures na elektřinu, uhlí a EUA ETS, 2010



Zdroj: burzy PXE, EEX

Obrázek 4.14: Korelační matice futures 2010

Correlation coefficients, using the observations 2010/01/05 - 2010/12/13

5% critical value (two-tailed) = 0.1254 for $n = 245$

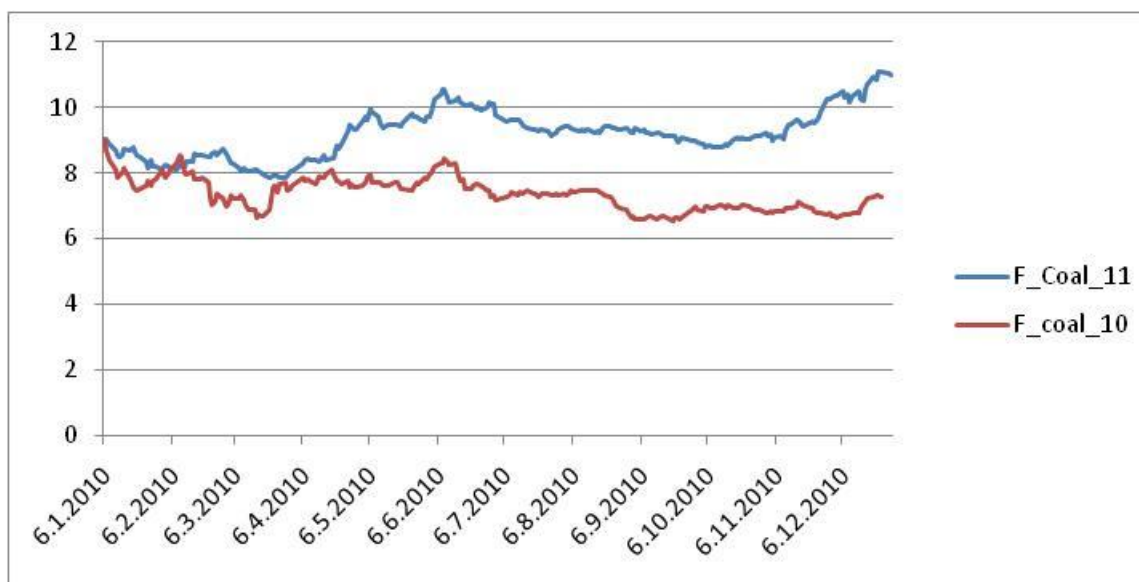
CAL_11	F_PHEL_B_11	F_EUA_EX_11	F_Coal_11	
	1	1		
1.0000	0.9917	0.6713	0.7497	CAL_11
	1.0000	0.6395	0.7100	F_PHEL_B_11
		1.0000	0.5732	F_EUA_EX_11
			1.0000	F_Coal_11

Zdroj: vlastní výpočty

poznatek. Abychom mohli s větší přesvědčivostí tvrdit, že ceny k sobě definitivně dokonvergovaly, bylo by zřejmě nutné mít korelační koeficient ještě blíže k hodnotě 1.

Korelace českého trhu s německým je téměř dokonalá, procentuálně vyjádřeno 99%. Korelace s forwardovými cenami je 67%, resp. 63% pro německé futures ceny. Jako v roce 2009, i v tomto existuje těsná závislost mezi forwardovými cenami uhlí a silové elektřiny. Tato korelace, téměř totožná s rokem 2009, nám poskytuje podpůrný argument pro zahrnutí futures cen hnědého uhlí do regresního modelu. Hnědouhelné deriváty by tedy mely přispět k větší vypovídací schopnosti námi odhadovaných parametrů. Meziročně se forwardová cena emisních povolenek zvedla v průměru o 1 EUR. Cenu futures kontraktů na elektřinu vzrostly meziročně v průměru o 0,7 EUR na německém trhu a na českém o 0,4 EUR. Forwardová cena hnědého uhlí vzrostla meziročně v průměru o 1,84 EUR. Cenový vývoj forwardových cen uhlí zobrazuje Graf 4.15.

Graf 4.15: Vývoj forwardové ceny uhlí v roce 2009 (F_coal_10) a v roce 2010 (F_Coal_11)



Zdroj: burza EEX

Při analýze futures trhů používáme i maržový přístup přes dark spread. Následující Obrázek 4.16 nabízí představu o korelaci hrubé marže (cena elektřiny – cena paliva) s cenou emisních povolenek. Ident DarkOTE_11 reprezentující dark spread na PXE koreluje s cenou povolenek z 61% (31% v roce 2009) a dark spread (DarkEEX_11) počítaný z cen na EEX koreluje s cenou povolenek z 56% (48% v roce 2009). Zajímavá je korelace marží mezi jednotlivými burzami, která se pohybuje téměř identicky (korelační koeficient je 98%, o 1 p.b. vyšší než v roce 2009).

Obrázek 4.16: Korelační matice dark spreadu 2010

Correlation coefficients, using the observations 2010/01/05 - 2010/12/13

5% critical value (two-tailed) = 0.1254 for n = 245

F_EUA_EX_1	darkOTE_11	darkEEX_11	
1			
1.0000	0.6128	0.5631	F_EUA_EX_11
	1.0000	0.9876	darkOTE_11
		1.0000	darkEEX_11

Zdroj: vlastní výpočty

Deskripcí použitých dat jsme ukázali vývoj cen v jednotlivých letech a na jednotlivých trzích. Zejména je zřejmá silná provázanost českého a německého trhu se silovou elektřinou, a to zejména ve špičce a na futures trzích. Ukázali jsme též, že zahrnutím forwardových cen hnědého uhlí zřejmě přispějeme k vypovídací schopnosti modelu, jelikož jsou ceny hnědouhelného indexu významněji korelovány s německou burzou. Cena emisních povolenek se meziročně téměř nezměnila, cena uhlí lehce vzrostla, v průměru o necelá dvě eura. Zajímavé je, že futures ceny elektřiny se téměř nezměnily a průměrná futures cena base dodávky na rok 2010 byla se spotovou cenou v roce 2010 shodná na německém trhu v off-peak periodě.

4.4 Několik poznámek k použitým datasetům

Abychom mohli porovnávat stejné hodnoty v časových řadách, bylo nutné transformovat cenu povolenek do EUR/MWh, jelikož jejich cena se na lipské burze uvádí v EUR/tunu. Rešerší dostupných informací jsme dospěli k hodnotám 0,92⁶⁸, 0,95⁶⁹ a 0,973 tCO₂/MWh⁷⁰. Rozhodli jsme se použít průměr těchto hodnot, který je 0,948 tCO₂/MWh. Tímto koeficientem jsme tedy vynásobili ceny EUA na lipské burze a použili v naší regresní analýze. Tato transformace respektuje emisní náročnost a efektivnost jednotlivých zdrojů elektřiny. Tzn. námi analyzované ceny povolenek byly převedeny do formátu, kdy reprezentují cenu emisní povolenky za 1 MWh generovanou hnědouhelnou elektrárnou.

Cena futures uhlí se obchoduje v USD/t. Cenu jsme přepočítali na EUR v kurzu platném k danému dni. Ke konverzi jsme použili kurzový lístek ECB USD/EUR střed. Poté jsme převedli data z tuny na

⁶⁸ Marion, J., Griffin, T, 2000

⁶⁹ <http://www.carbonmetrics.com/ipcc-emission-factors-tool>

⁷⁰ Sijm et al., 2008

MWh konverzí $1 \text{ MWh} = 0,122835032551 \text{ t}^{71}$. Implicitně předpokládáme, že cenou v tunách se na EEX burze míní cena 1 tuny hnědouhelného ekvivalentu (tonne of coal equivalent) s danou výhřevností.

Forwardová cena z EEX použitá v analýze roku 2009 je kotována jako Jan10 pro roční dodávku v průběhu celého roku 2010. Pro analýzu roku 2009 na českém forwardovém trhu je forwardová cena z PXE kotována jako Dec10 pro roční dodávku v průběhu celého roku 2010. Analýzu provádíme na denních datech. Elektrická energie se kotuje každý, i nepracovní den. Povolenky se kotují pouze v pracovních dnech, a tedy jsme zúžili i počet pozorování na cca 250⁷². Spotové ceny jsme použili z OTE Ročních statistik, kde jsme pracovali s indexem denního trhu (day-ahead). OTE uvádí cenu i v EUR, kterou jsem použili jak pro peak, tak pro off-peak. Německá spotová cena elektřiny je přejata z denních indexů EEX (EPEX Phelix Spot Tagesindex). EEX počítá pro off-peak dva indexy, jednak pro hodiny 01-08 a poté pro denní úsek 21-24. Jelikož jsme potřebovali mít data za off-peak porovnatelná, udělali jsme průměr těchto dvou denních úseků a pracovali s ním jako s off-peak z OTE⁷³.

PXE neuvádí ceny futures produktů ve špičce, resp. není k dispozici jejich časová řada, jako je tomu u futures na base load. Nutno podotknout, že futures na špičkový výkon se na burze velmi málo obchodují. Naprostá většina produktů obchodovaná na PXE jsou roční futures na base load na následující rok, lhostejno jestli s fyzickým, nebo finančním vypořádáním. Z výroční zprávy PXE lze vidět, že v roce 2010 bylo na PXE zobchodováno celkem termínových kontraktů v objemu 24,3 TWh (2009: 28,9 TWh), z toho na base load futures připadá 23,6 TWh (2009: 27,3 TWh). Futures na špičkový výkon se prodalo pouze 0,7 TWh (2009: 1,7 TWh), což jsou necelá 3 procenta (2009: 6%). Proto v analýze českého trhu pracujeme jen s termínovým kontraktem typu base na následující rok. Dovolíme si tvrdit, že i kdybychom data o futures na peak měli k dispozici, stejně bychom je nepoužili, jelikož jejich nízká likvidita, a tedy nevelká cenotvorná vypovídací schopnost by nám mohla výsledky zkreslit.

Na jednotlivých burzách existují rozdíly v obchodních dnech. V Čechách se v určitých případech neobchoduje o víkendech a svátcích, stejně tak jako v Německu. Neznamena to však výlučně, že by se nekótovaly ceny. Například spotové ceny elektrické energie se uvádějí pro každý den, ceny povolenek a jejich termínové deriváty se neobchodují o víkendech a ani nekótuji, stejně tak jako deriváty na

⁷¹ www.convertunits.com

⁷² Vynechali jsme i nulové řádky a svátky.

⁷³ Jelikož mají obě denní fáze stejnou průměrnou odchylku od námi vypočteného průměru, nedopustili jsme se velkého zkreslení, či vychýlení hodnot směrem k jednomu z denních úseků.

silovou elektřinu. Proto jsme naše srovnávaná data narovnali na obchodní dny české PXE a vypustili dny, kdy se neobchodovalo v Německu a u nás ano. V roce 2010 se jednalo o tři takovéto dny (2. duben, 29. prosinec, 30. prosinec) a v roce 2009 se jednalo o 5 dnů (10. duben, 21. květen, 1. červen, 29. prosinec, 30. prosinec).

Naše pozorování na rok 2010 a roční futures obsahuje, po vyloučení výše zmíněných konfliktních dnů, 249 pozorování, kde máme za jednotlivé dny závěrací ceny. Rok 2009 obsahuje 245 pozorování pro futures. Na spotu máme pro rok 2009 252 pozorování a v roce 2010 254 pozorování. Ačkoli jsme říkali, že se spotové kontrakty kótují kontinuálně ve všechny pracovní dny, víkendy i svátky, snížili jsme počet pozorování z důvodu obchodování emisních povolenek, které se neobchodují o víkendech a svátcích.

4.5 Výsledky regresního modelu

Tato kapitola podává výsledky našeho ekonometrického modelu. K analýze jsme využili statistický software Gretl. Než jsme však začali data analyzovat, museli jsme diagnostikovat časové řady, abychom zjistili, jestli jsou stacionární a jestli s nimi můžeme pracovat.

4.5.1 Diagnostika modelu

K vyhodnocení stacionarity jsme použili Adjusted Dickey Fuller Test (ADF test), jelikož je tento test vhodný k testování sériově závislých proměnných, což časové řady často jsou (Hušek, 2007).

Testovací statistika má tvar

$$\Delta y_t = \mu_t + \varphi y_{t-1} + \sum_{i=1}^p y_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t.$$

Předposlední složka pravé strany rovnice umožňuje testovat regresní vztahy generované ARMA procesem. Kde parametr p představuje zpoždění v modelu. Zvolili jsme zpoždění 14 dnů, jelikož na denních datech za celý rok nám přijde takové zpoždění smysluplné.

Nulová hypotéza je $\psi = 0$, což značí nestacionaritu.

V případě $\psi < 0$ je časová řada stacionární.

Náš statistický software Gretl nahrazuje proměnou ψ členem $(a-1)$ a testuje nulovou hypotézu, že je $a=1$. Tabulka uvádí výsledky testu, resp. softwarem odhadnuté hodnoty $(a-1)$. Je-li tedy testovací

statistika větší v absolutní hodnotě než 0, přijímáme data jako stacionární. Z tabulky je vidět, že původní časové řady jsou všechny nestacionární. Časové řady jsme tedy detrendovali prvními diferencemi a provedli test znovu. Výsledky prvních diferencí (označení d před heslem) ukazují, že upravené časové řady jsou již stacionární a můžeme s nimi pracovat v regresní analýze. Pro jistotu jsme ještě provedli grafický rozbor detrendovaných proměnných, který je v Příloze č.1. I grafický rozbor nám ukázal, že jsme časové řady vhodně detrendovali, že jsou stacionární.

2009 Futures		2010 Futures		Spot 2009, peak, off-peak		Spot 2010, peak, off-peak	
CAL_10	- 0.048848 3	CAL_11	po zkušenos ti s daty z futures 2009 jsme provedli jen grafický test a rovnou vypočíta li první diferenc e				
F_PHEL_B	- 0.048934 9	F_PHEL_B		S_PH_OP	- 0.15282 3	S_PH_OP	-0.2337
F_EUA_EX	- 0.045967 5	F_EUA_EX		S_OT_OP	- 0.30278 6	S_OT_OP	- 0.44842 1
F_EUA_BlueN EXT	- 0.046086 2	F_EUA_BlueNE XT		S_EA_EX	- 0.04379 69	S_EA_EX	- 0.03355 78
F_Coa_EX	- 0.080153 8	F_Coa_EX		S_PH_P	- 0.17152 4	S_PH_P	- 0.18553 4
Drk_sOTE	- 0.048013 9	drk_sOTE		S_OT_P	- 0.16184 3	S_OT_P	- 0.20480 3
Drk_sEEX	- 0.047643 6	drk_sEEX		Dmnd_P	- 0.04517 37	Dmnd_P	- 0.02614 05
d_CAL_10	- 0.901669	d_CAL_11	-0.93779	Dmnd_OP	- 0.03918 95	Dmnd_OP	- 0.01878 97

d_F_PHEL_B	-0.99717	d_F_PHEL_B	-0.924564	d_S_PH_ OP	- 2.67583	d_S_PH_ OP	- 2.96999
d_F_EUA_EX	- 0.936566	d_F_EUA_EX	-1.15797	d_S_OT_ OP	- 3.57109	d_S_OT_ OP	- 3.99941
d_F_EUA_BlueN	- 0.968322	d_F_EUA_BlueN	-1.12176	d_S_EA_ EX	- 1.03719	d_S_EA_ EX	- 1.02836
d_F_Coa_EX	- 0.848201	d_F_Coa_EX	-0.931469	d_S_PH_ P	- 2.96062	d_S_PH_ P	- 3.11869
d_Drk_sOTE	- 0.907534	d_Drk_sOTE	-0.94639	d_S_OT_ P	- 2.70945	d_S_OT_ P	- -3.8254
d_Drk_sEEX	- 0.998698	d_Drk_sEEX	-0.932041	d_Dmnd_ P	- 2.76261	d_Dmnd_ P	- 1.71555
				d_Dmnd_ OP	- 2.37658	d_Dmnd_ OP	- 2.06349

Po detrendizaci jsme přistoupili regresní analýze. Nejdříve uvedeme a okomentujeme výsledky ze spotového trhu, posléze bude následovat analýza trhu futures. Ve výsledcích uveřejňujeme pouze parametr EUA, nikoli druhý faktor. Pro naši práci stačí znát pass-through rate (regresní koeficient) a vypovídací schopnost modelu (R_{sq}).

4.5.2 Spotový trh

Výsledky regresní analýzy uvádí Tabulka 4.17. Sloupec *PTR* uvádí regresní koeficient u proměnné cena emisních povolenek, tedy hledanou hodnotu pass-through rate. Ve sloupci p-value uvádíme, na jaké hladině významnosti se nám podařilo regresní koeficient vysvětlit. Sloupec *Rsq* uvádí, kolik procent volatility se nám podařilo vysvětlit. DW statistika testuje autokorelaci (při našich parametrech nezamítáme nulovou hypotézu o nulové korelaci, když je spočtená statistika v intervalu 1,8008:2,1,1992). Whitův test testuje heteroskedasticitu (hodnoty nižší, než tabelovaná 9,21034 potvrzuje homoskedasticitu – použili jsme 2 stupně volnosti na hladině významnosti 99%). Z výsledků v tabulce jsou červeně označené hodnoty, které nesplňují požadovaná kritéria na kvalitu modelu – vysoké p-value, heteroskedasticita, autokorelace. Kvalita modelu je nutným předpokladem

pro vypovídací schopnost námi užitého lineárního regresního modelu. Pakliže model nevykazuje nutné kvality, jeho náhodná složka není normálně rozdělená, nesplňuje Gauss-Markovy předpoklady. Je na první pohled zřejmé, že na spotovém trhu se nám nepodařilo vysvětlit volatilitu cen elektřiny ani v jednom ze sledovaných období a trzích.

Tabulka 4.17 : Výsledky regresní analýzy spotových cen

				95% interval		p-		DW	Whiteuv	
				spolehlivosti		value	Rsq	stat	test	
								vysled	vysled	
				PTR	std	dolní	horní	na	na	
SP OT 20 09	peak	OT E	20	-						
			09	1.66464	1.11538	-3.86188	0.532601	0.1369	0.009233	2.728133
	EE X	20	-							
		09	0.514902	1.40073	3.27425	2.24444	0.7135	0.000565	2.677779	0.908130
	OT E	20	-							
		09	1.66464	1.11538	3.86188	0.532601	0.1369	0.009233	2.728133	0.379477
	offp eak	EE X	20	-						
		09	1.15575	0.985566	-3.09726	0.785752	0.2421	0.005721	2.756781	2.728274
SP OT 20 10	peak	OT E	20	-						
			10	0.630981	1.92303	-4.41862	3.15665	0.7431	0.000436	2.493255
	EE X	20	-							
		10	1.31386	1.65007	1.93613	4.56385	0.4267	0.00256	2.523691	2.224144
	OT E	20	-							
		10	1.11403	1.75665	4.57396	2.34590	0.5266	0.001626	2.758703	0.102162
	offp eak	EE X	20	-						
		10	0.0261905	1.28413	-2.50305	2.55543	0.9837	0.000002	2.544177	3.954583

Zdroj: vlastní výpočty

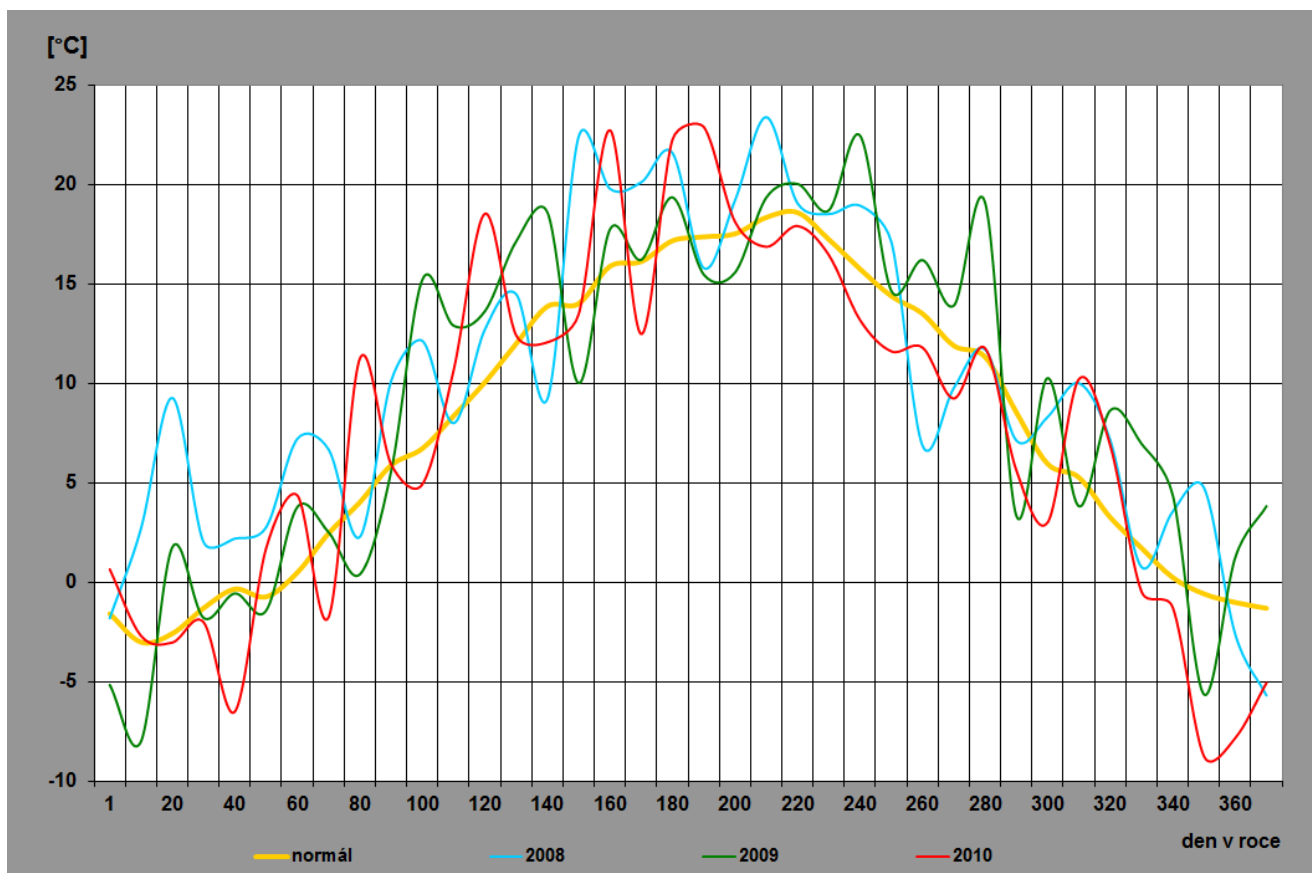
Hodnota p-value ani jednou nedosáhla hodnoty alespoň 0,1, aby vyvrátila nulovou hypotézu o nulovosti koeficientu. Nepodařilo se tedy prokázat vztah mezi cenami elektrické energie a cenami emisních povolenek.

Předpokládali jsme, že se podaří potvrdit, byť sebemenší vliv povolenek na cenu elektřiny. To se nepodařilo. Potvrzujeme tedy hypotézu, že spotový trh je velmi volatilní a rozhodování o nabízené ceně elektřiny není ovlivněno ekonomickými fundamenty. Po tomto výsledku jsme zkusili analyzovat vztah po jednotlivých kvartálech. Bohužel, ani rozdělení sledovaného období na menší časové intervaly nepřineslo statisticky významné výsledky. Opět t-test nezamítl nulovou hypotézu o nulovosti regresoru. Do modelu jsme přidali i poptávku, netto spotřebu elektřiny v České republice. Ani zahrnutí další proměnné nepomohlo k větší vypovídací schopnosti. Rozhodli jsme se ani neuvádět výsledky regresí, jelikož by nepřinesly nic nového⁷⁴. Z důvodu vysoké volatility jsme vyhladili data nejprve 7-denním a posléze i 14-denním klouzavým průměrem. Ani tento přístup, testovaný i společně s poptávkou po elektřině, nepřinesl lepší výsledky. Regresní parametr ceny emisní povolenky zůstal nevýznamný.

Parciální vysvětlení nám možná nabídne následující graf 4.18. Jedná se o vývoj teplot v letech 2008-2010 a odchylek od dlouhodobého normálu. Zelená a červená linka značí léta 2009, resp. 2010. Je vidět, že teplota byla velmi volatilní a často se odchylovala od teplotního normálu (žlutě), dle kterého elektrárny plánují svoje dodávky a na základě které odhadují poptávku. Vidíme, že v druhém a třetím kvartále v roce 2009 byla teplota dlouhodobě nad normálem. Z grafu v části 4.3 je též vidět, že spotové ceny pro off-peak v roce 2001 byly nejvolatilnější z námi sledovaných spotových cen. Bohužel se nám nepodařilo získat z ERÚ, ani z Českého hydrometeorologického ústavu denní teploty, abychom je mohli přidat do modelu. Proto nám musí být grafický rozbor dostatečný. Shrňme-li zjištěné výsledky, vidíme, že spotová cena nesleduje ekonomické fundamenty, není ovlivňována nákladovými položkami, namísto toho ji determinují náhodné šoky, jako počasí, či nerovnováhy v přenosové síti.

⁷⁴ Navíc je vkládání hodnot ze statistického softwaru časově velmi extenzivní záležitost.

Graf 4.18 : Denní teploty a odchylky od normálu



Zdroj: ERU, Roční zpráva o provozu ES, 2010

4.5.3 Trh futures

Futures trh jsme modelovali třemi přístupy. Nejprve pouze jako jednofaktorovou analýzu založenou pouze na ceně emisní povolenky. Poté jsme provedli dvoufaktorovou analýzu se zahrnutím proměnné futures ceny uhlí na EEX. Jako poslední test jsme provedli maržovou analýzu.

Jednofaktorová analýza

Výsledky prvního modelu ukazuje Tabulka 4.19.

Tabulka 4.19: Výsledky jednofaktorové analýzy futures

		95% interval					DW	Whiteuv
		spolehlivosti		p-value		Rsq	stat	test
						vysled		
		PTR	std	dolní	horní	na		vysledna
Futures 2009 PX E	20	0.9782	0.1152			2.21e-	0.23085	1.8019
	09	39	60	0.751189	1.20529	015	1	05
	1Q	6	34	0.735567	1.74016	7.16e-	0.29556	1.4167
	2Q	99	30	0.385800	1.41160	0.0009	0.17498	2.2265
	3Q	85	92	0.12564	0.837322	0.0088	0.10881	1.9801
	4Q	67	04	0.335471	1.01726	0.0002	0.22327	1.4194
	EE 20	1.0741	0.1059			2.52e-	0.29972	1.7357
	X 09	5	82	0.865373	1.28292	020	3	60
	1Q	5	00	0.852374	1.72472	1.89e-	0.37613	1.2086
	2Q	2	33	0.621410	1.65843	4.69e-	0.25031	2.1585
Futures 2010 PX E	3Q	83	09	0.254522	0.820644	0.0003	0.19389	1.9120
	4Q	80	16	0.377121	0.998039	4.40e-	0.26371	1.5091
	20	1.1737	0.1313			1.05e-	0.24810	1.8845
	10	1	46	0.914981	1.43244	016	2	81

	1Q	0.5891 60	0.2246 20	0.139535	1.03879	0.0111 8	0.10603 33	2.0157 0.242454
		1.4578 7	0.2803 03	0.896781	2.01896	2.70e- 06	0.31805 53	1.8014 0.401688
		1.1153 5	0.2170 99	0.681092	1.54962	3.19e- 06	0.30551 0	2.4619 53
		1.2121 2	0.3191 94	0.572946	1.85130	0.0004 1	0.20191 62	1.8462 0.549018
EE X	20 10	1.2088 1	0.1262 54	0.960111	1.45750	1.28e- 018	0.27473 22	1.8406 7.423424
		0.5894 32	0.2199 25	0.149204	1.02966	0.0096 0	0.11020 29	2.1852 1.571881
		1.4862 3	0.2692 43	0.947282	2.02518	8.30e- 07	0.34441 6	1.7792 90
		1.1153 5	0.2170 99	0.681092	1.54962	3.19e- 06	0.30551 0	2.4619 53
	1Q	1.2638 6	0.3059 05	0.651294	1.87642	0.0001 3	0.23045 90	1.7430 0.547414
		1.4862 3	0.2692 43	0.947282	2.02518	8.30e- 07	0.34441 6	1.7792 90
		1.1153 5	0.2170 99	0.681092	1.54962	3.19e- 06	0.30551 0	2.4619 53
		1.2638 6	0.3059 05	0.651294	1.87642	0.0001 3	0.23045 90	1.7430 0.547414

Zdroj: vlastní výpočty

Uvedené výsledky se hodnotí stejně, jako spotové. Pouze diagnostika modelu se lehce mění, jelikož se nám při zahrnutí kvartálních období mění tabelované hodnoty u testu autokorelace. I zde jsem hodnoty, které jsou nevyhovující kvalitě modelu vyznačil červeně. Vidíme, že regresní model pro celý rok 2009 s hodnotami z německé EEX je autokorelován. Dále jsou autokorelovány hodnoty v dalších pěti kvartálech. Všechny regresní koeficienty vyšly významné na hladině významnosti minimálně 95%. Pro nás je zejména důležitý pass-through rate za celý rok. Vidíme, že ten byl v roce 2009 na českém trhu 97%! V roce 2000 je německé pass-through rate nevýznamné. V roce 2010 byl na českém trhu pass-through rate 117% a na německém 120%. Je důležité se však podívat ještě na Rsq , které říká, kolik volatility modelu jsme jednou proměnnou vysvětlili. Jinými slovy, jak moc umí zvolená regresní funkce vysvětlit pohyby. Ani pro jeden rok se nám nepodařilo vysvětlit více, než 27% volatility modelu. Detailnější pohled na výsledky ukazuje, že ve zkoumaných kvartálech

překračuje pass-through rate často hodnotu 1. Nejmarkantnější je tato skutečnost vidět v roce 2010 v druhé a třetím kvartále na obou trzích. Naopak, například v druhém a třetím kvartále roku 2009 bylo pass-through rate 0,9, resp. 0,5. Stejně tak ve třetím kvartále roku 2009 na německém trhu.

Ekonomická interpretace těchto výsledků je poněkud složitější. Ani jeden z kvartálů nevykazuje stabilní hodnoty, takže nelze ani usuzovat na nějaký trend. I v rámci jednotlivých burz a konkrétních období nejsou míry konzistentní. Tuto proměnlivost pass-through rate lze přisoudit měnlivým podmínkám na trhu, přeci jen jsme vysvětlili cca 25% volatility. Pass-through rate vyšší než jedna je z ekonomického pohledu složitě interpretovatelný. Nabízí se hypotéza, že si elektrárny nad cenu povolenky přidávají ještě nějakou marži, jako by si chtěly vytvořit nějaký polštář. Vidíme však, že v roce 2010 je jak v Německu, tak u nás koeficient v průměru vyšší než v roce 2009. Roční pass-through rate je pro obě země vyšší v roce 2010, než v roce 2009. Nabízí se otázka, jestli si čeští výrobci elektřiny nepromítají do ceny povolenky i zdanění emisních povolenek darovací daní, která byla zavedena na konci roku 2010. Toto by mohl být námět na další zkoumání míry promítání se cen povolenek do cen elektřiny. Podívejme se nyní, jaké budou odhadnuté parametry při zahrnutí ceny futures uhlí do regresního modelu. Připomeňme, že očekáváme zvednutí R_{sq} , tedy vypovídací hodnotu modelu.

Dvoufaktorová analýza

Výsledky dvoufaktorové analýzy opět shrnujeme v Tabulce 4.20. Červěně jsou vyznačené prokázané autokorelace⁷⁵ a heteroskedasticita⁷⁶. Opět máme jen pět výskytů autokorelace, a to vždy na kvartálních datech. Heteroskedasticitu jsme potvrdili dvakrát, opět pouze v kvartálech. Všechny regresní koeficienty vyšly významné na hladině významnosti minimálně 95%. Co se ročních mír pass-through rate týče, na českém trhu byla v 0,65 v roce 2009 a 0,92 v roce 2010. Německé pass-through rate bylo v roce 2009 0,74 a v roce 2010 0,95. Je zřetelný meziroční nárůst pass-through rate. Podle očekávání nám vzrostla vysvětlovací, předpovídající schopnost modelu. R_{sq} se pohybuje konzistentně kolem hodnoty 0,5, což znamená, že zahrnutím proměnné futures na uhlí jsme dokázali vysvětlit již 50% pohybu cen elektřiny.

⁷⁵ Autokorelaci zamítáme při následujících hodnotách testovacího kritéria: pro roční data potvrzujeme neexistenci autokorelace v intervalu 1,8089:2,1911. Pro kvartální data zamítáme autokorelaci při hodnotě v intervalu 1,6518:2,3482.

⁷⁶ Homoskedasticitu potvrzujeme na hodnotě nižší, než je i) 15,0863 pro roční data a ii) 9,21034 pro kvartální data.

Tabulka 4.20: Výsledky dvoufaktorové analýzy futures

		95% interval spolehlivosti		p- value		Rsq	DW stat vysled na	Whiteuv test vysledn a	
		PTR	std	dolní	horní				
Futures 2009	P X E 20 09	0.65394 1	0.0993 236	0.458280	0.849603	2.88e- 010	0.4831 83	2.0944 12	5.74871 9
	1Q	0.66178 7	0.2349 18	0.191371	1.13220	0.0066	0.5254 18	1.8996 70	0.79318 2
	2Q	0.73628 3	0.2074 99	0.320446	1.15212	0.0008	0.4753 67	2.5405 28	4.04606 2
	3Q	0.44678 9	0.1703 07	0.106123	0.787455	0.0110	0.2938 36	2.0499 65	3.28472 5
	4Q	0.62378 9	0.1499 42	0.323299	0.924279	0.0001	0.4034 57	1.6233 48	1.27922 7
	20 09	0.74133 4	0.0856 765	0.572557	0.910112	7.50e- 016	0.5858 99	2.0299 06	12.0200 20
	1Q	0.70327 4	0.1848 75	0.333069	1.07348	0.0003	0.6547 92	1.7903 57	1.40764 6
	2Q	0.96935 1	0.2005 44	0.567452	1.37125	1.12e- 05	0.5708 17	2.3925 25	5.66233 5
	3Q	0.48572 5	0.1251 65	0.235357	0.736092	0.0003	0.4254 81	1.9402 92	1.63904 0
	E E X 4Q	0.63527 4	0.1321 65	0.370409	0.900138	1.23e- 05	0.4718 06	1.6731 78	14.8132 60
Futures 2010	P X E 20 10	0.92562 7	0.1098 30	0.709278	1.14198	3.23e- 015	0.4986 20	2.1201 65	2.90220 2
	1Q	0.51405 9	0.2047	0.104096	0.924022	0.0149	0.2774	2.0914 71	10.2683 70

		29				21			
2Q	0.91432 6	0.1822 52	0.549640	1.27901	5.12e- 06	0.5383 93	2.4706 48	6.15720 2	
3Q	0.91432 6	0.1822 52	0.54964	1.27901	5.12e- 06	0.5383 93	2.4706 48	6.15720 2	
4Q	1.12981	0.2949 34	0.538983	1.72063	0.0003	0.3352 14	1.9191 98	3.03945 1	
20 10	0.95669 0	0.1024 18	0.754942	1.15844	6.65e- 018	0.5448 44	2.0706 29	1.72859 0	
1Q	0.48183 2	0.1711 83	0.139044	0.824620	0.0067	0.4754 76	2.0488 36	8.23572 2	
2Q	0.98703 9	0.1692 78	0.648315	1.32576	2.46e- 07	0.5819 11	2.1180 79	2.83773 7	
3Q	0.98703 9	0.1692 78	0.648315	1.32576	2.46e- 07	0.5819 11	2.1180 79	2.83773 7	
E E X	4Q	1.18847	0.2851 01	0.617342	1.75959	0.0001	0.3478 49	1.8624 08	2.49852 0

Zdroj: vlastní výpočty

Můžeme říci, že na termínových trzích se stanovují ceny na základě ekonomických fundamentů minimálně z jedné poloviny. Třeba dodat, že i regresní parametry futures ceny uhlí byly významné. Přesto ale uvádíme pouze námi zkoumané pass-through rate. Z tabulky je též možno vysledovat trend v růstu pass-through rate. Ta roste jednak meziročně, jak pro německý, tak pro český trh, jednak i v rámci roku v roce 2010. Stejně jako při jednofaktorové analýze registrujeme růst promítání cen EUA do cen elektřiny. Jestli se jedná o trend, to by nám mohla potvrdit třetí, maržová analýza.

Maržová analýza

Výsledky maržové analýzy shrnuje Tabulka 4.21. Výsledky toho testu dopadly diagnosticky (mimo spotu) nejhůře. Sedmkrát jsme potvrdili autokorelaci .77 Třikrát se v modelu vyskytla heteroskedasticita .78. Všechny hodnoty p-value potvrzují významnost odhadnutých regresních parametrů.

Tabulka 4.21: Výsledky maržové analýzy futures

		95% interval				p-		DW	Whiteuv	
		spolehlivosti				value	Rsqr	stat	test	
								vysled	vysledn	
		PTR	std	dolní	horní			na	a	
fut 2009	Dark spread OTE	20	0.951	0.1122	0.73034		2.35e-	0.2304	1.8253	12.6004
		09	405	21	2	1.17247	015	64	39	69
		1Q	1.188	0.2441	0.70006		9.01e-	0.2901	1.4515	0.51300
		81	67	0	1.67757	06	35	98	5	
	2Q	0.866	0.2498	0.36595			0.1768	2.2966	4.72749	
	438	35	8	1.36692	0.0010	01	66	9		
	3Q	0.517	0.1835	0.15020	0.88425		0.1151	1.8966	3.29969	
	230	48	3	8	0.0065	83	10	8		
	4Q	0.678	0.1651	0.34812			0.2318	1.4373	2.09805	
	879	08	7	1.00963	0.0001	90	38	2		
Dark spread EEX	20	1.047	0.1025	0.84524		1.47e-	0.3028	1.7563	19.8474	
	09	31	76	8	1.24938	020	24	21	19	
	1Q	1.239	0.2099	0.81925		1.96e-	0.3753	1.2377	0.94695	
	50	39	8	1.65974	07	91	26	6		
2Q	1.113	0.2539	0.60511		5.15e-	0.2556	2.1950	5.77366		
86	60	4	1.62260	05	81	20	7			

⁷⁷ Autokorelaci zamítáme při následujících hodnotách testovacího kritéria: pro roční data potvrzujeme neexistenci autokorelace v intervalu 1,8008:2,1991. Pro kvartální data zamítáme autokorelaci při hodnotě v intervalu 1,6162:2,3838.

⁷⁸ Homoskedasticitu potvrzujeme na hodnotě nižší, než je i) 15,0863 pro roční data a ii) 9,21034 pro kvartální data.

fut 2010	Dark spread OTE	3Q	0.550 146	0.1408 81	0.26843 6	0.83185 5	0.0002 93	0.1999 52	1.8821 3.12557 9
		4Q	0.690 796	0.1498 98	0.39051 5	0.99107 7	2.39e- 05	0.2749 66	1.5534 39 8.50422 9
		20 10	1.146 09	0.1266 63	0.89659 2	1.39560 1.39560	4.89e- 017	0.2527 95	1.9040 06 3.52976 9
		1Q	0.575 556	0.2174 10	0.14036 3	1.01075 1.01075	0.0104 07	0.1078 38	2.0275 0 0.45469
		2Q	1.097 70	0.2108 99	0.67584 2	1.51956 1.51956	2.49e- 06	0.3110 64	2.4864 53 10.0480 85
		3Q	1.097 70	0.2108 99	0.67584 2	1.51956 1.51956	2.49e- 06	0.3110 64	2.4864 53 10.0480 85
		4Q	1.196 67	0.3099 94	0.57592 0	1.81743 1.81743	0.0003 54	0.2072 29	1.8508 0.61725 4
		20 10	1.181 19	0.1212 88	0.94227 9	1.42011 1.42011	4.01e- 019	0.2815 65	1.8567 15 6.68641 5
		1Q	0.575 828	0.2089 59	0.15755 2	0.99410 5	0.0078 71	0.1157 28	2.1824 1.54606 4
		2Q	1.161 54	0.1973 19	0.76684 5	1.55624 1.55624	1.90e- 07	0.3661 01	2.2231 59 4.51989 9
		3Q	1.161 54	0.1973 19	0.76684 5	1.55624 1.55624	1.90e- 07	0.3661 01	2.2231 59 4.51989 9
		4Q	1.248 41	0.2971 98	0.65328 0	1.84354 1.84354	9.46e- 0	0.2363 86	1.7549 88 0.60905 6
	Dark spread EEX	20 10	1.181 19	0.1212 88	0.94227 9	1.42011 1.42011	4.01e- 019	0.2815 65	1.8567 15 6.68641 5
		1Q	0.575 828	0.2089 59	0.15755 2	0.99410 5	0.0078 71	0.1157 28	2.1824 1.54606 4
		2Q	1.161 54	0.1973 19	0.76684 5	1.55624 1.55624	1.90e- 07	0.3661 01	2.2231 59 4.51989 9
		3Q	1.161 54	0.1973 19	0.76684 5	1.55624 1.55624	1.90e- 07	0.3661 01	2.2231 59 4.51989 9

Zdroj: vlastní výpočty

Maržová analýza nemá z důvodu autokorelace či heteroskedasticity velkou vypovídací hodnotu, protože jsme nedokázali vysvětlit roční pass-through rate na futures trhu České republiky i Německa v roce 2009. V roce 2010 je pass-through rate na marži 1,14, resp. 1,18 pro EEX. Tento výsledek lze

ekonomicky interpretovat dvojím způsobem. První argumentace je obdobná jako při jednofaktorové analýze a tedy, že si výrobci silové elektřiny tvoří polštář na zdanění emisních povolenek. Autorovy znalosti bohužel nesahají do německých daňových zákonů, takže si netroufneme koeficient vyšší než jedna přiřknout daňovému polštáři. Minimálně tedy ne v Německu. Vezmeme-li v úvahu, že koeficient vyšší než jedna nám „spolehlivě“ vyšel v roce 2010 pro EEX i PXE za použití jednofaktorové a maržové analýzy, je otázkou jestli se nejedná spíše o následování německého trhu trhem českým. Navíc, obě zmíněné analýzy vysvětlují proměnlivost modelu jen z 20-30%, na rozdíl od dvoufaktorové analýzy, která vysvětluje cca 50% volatility. Proto se neodvažujeme jednoznačně tvrdit, že se jedná o nějakou přirážku. Spíše bychom usuzovali na horší model, než je dvoufaktorový a měli bychom tedy vnímat míru promítání ceny povolenky v těchto dvou modelech s rezervou.

Druhá možná argumentace této výše parametru je transfer přebytku výrobce ke spotřebiteli. Modelujeme závislost rozdílu ceny elektřiny a uhlí na ceně emisní povolenky. Za předpokladu dokonalé konkurence by byla míra 100%. Je-li tato míra vyšší, lze vyslovit hypotézu, že výrobci elektrické energie jsou jakýmsi monopsony, a tlačí jejich dodavatele k transferu jejich zisku (výrobcův přebytek) ve prospěch odběratele uhlí (spotřebitelův přebytek). Jedná se opravdu o hypotézu, která mohla by být předmětem dalšího zkoumání.

4.6 Shrnutí regresní analýzy a diskuze nad výsledky

Analýza spotového trhu „předčila naše očekávání“. Byť jsme si byli vědomi citlivosti spotového trhu na rozličné šoky, stále jsme předpokládali, že alespoň elementární závislost prokážeme. Neprokázali. Ani po přidání další vysvětlující proměnné – poptávky, a ani po vyhlazení volatilních spotových cen klouzavými průměry se nám nepodařilo vysvětlit pohyb spotových cen pohybem cen povolenek. Nedokázali jsme odhadnout pass-through rate na spotovém trhu. Jednoznačně je to způsobeno specifickými faktory spotového trhu s elektřinou, které nejsou postaveny na ekonomických základech, ale na výkyvech počasí, odchylkách výkonu soustavy atp.

Regresní analýza futures trhů již přinesla daleko intuitivnější výsledky. Regresní parametr pass-through rate nám vyšel významný zejména na ročních datech. U kvartálních dat jsme v určitých případech identifikovali heteroskedasticitu, či autokorelaci. Přesto je však výstup z analýzy termínových obchodů zajímavý. Tabulka 4.22 shrnuje odhadnuté koeficienty pass-through rate.

Tabulka 4.22 Souhrnné výsledky ročních pass-through rate odhadnutých regresní analýzou

		jednofaktorová analýza	dvoufaktorová analýza	maržová analýza
2009	PXE	0.978239	0.653941	0.951405
	EEX	1.07415	0.741334	1.04731
2010	PXE	1.17371	0.925627	1.14609
	EEX	1.20881	0.956690	1.18119

Zdroj: vlastní výpočty

Červeně označené hodnoty jsou neprůkazné, jelikož nesplňují předpoklady normality náhodné složky. Lze vidět, že hodnoty pass-through rate pro německý EEX jsou v roce 2009 neprůkazné. Z odhadnutých výsledků však vidíme jasný trend, a to růst míry promítání ceny povolenky do ceny elektrické energie. Toto prokázaly všechny tři testy. Navíc u dvoufaktorového modelu jsme tento trend identifikovali i v rámci jednotlivých čtvrtletí. Jednofaktorová a maržová analýza vykazují pro všechna zkoumaná období a trhy relativně vyšší hodnoty, než dvoufaktorová analýza. Na druhou stranu dvoufaktorová analýza vysvětluje přibližně 50% volatility pohybů (měřeno R_{sq}), zatímco zbylé dva modely vysvětlují mezi 20-30%.

Předpokládali jsme, že pass-through rate nebude vyšší, než 100%. Ekonomická interpretace těchto výsledků nebyla jednoznačná a mohla být předmětem dalších výzkumů. Dvě námi navrhované hypotézy jsou i) tvorba polštáře pro zdanění povolenek v ČR darovací daní, a nebo ii) transfer přebytku výrobce směrem k přebytku spotřebitele. Nám se jeví nejvíce vypovídající výsledky dvoufaktorového modelu, jelikož nám nabízí největší komfort při vysvětlování volatility – vysvětluje přes 50% pohybu.

Regresní dvoufaktorový model odhadnul pass-through rate v roce 2009 na hodnoty 0,65 na PXE, resp. 0,74 na EEX. O rok později míra pass-through rate vzrostla na 0,92, resp. 0,95. S odkazem na kapitolu 3.1 lze usuzovat, že promítání ceny emisní povolenky do ceny výstupů v poměru téměř 100% indikuje velmi konkurenční trh, kdy jsou dodatečné mezní náklady plně promítnuty do tržních cen pro odběratele. Vezmeme-li v potaz, že PXE je silně navázáno na EEX a EEX je velmi likvidní burza s velkými objemy obchodů, lze předpokládat, že na takové komoditní burze panuje silně konkurenční prostředí. Zároveň můžeme odvodit závěr, že takto vysoké promítání nákladů do cen pro spotřebitele značí silně neelastickou poptávku. Neelastická poptávka na trhu elektřiny je sice obecně známá skutečnost, nicméně to, že jsme ji prokázali i pomocí naší analýzy podává přesvědčení, že náš přístup

byl metodologicky a technicky správný. Též můžeme tvrdit, že na termínovém trhu se jistě projevují ekonomické fundamenty, na rozdíl od trhu spotového.

4.6 Hospodářsko-politická diskuze nad „wind fall profits“ a náměty k dalšímu výzkumu

4.6.1 Hospodářsko-politická diskuze nad „wind fall profits“

Z regresní analýzy vyplynulo, že pass-through rate se pohyboval v roce 2009 v intervalu (0,65 – 1,04) a v roce 2010 v intervalu (0,92 – 1,2). Tato míra promítání nákladů do cen elektřiny značí zvýšení ceny silové elektřiny o 65-120% tržní ceny emisní povolenky. Při průměrné ceně emisní povolenky 14 EUR (cca 350 Kč) se navýšení cen silové elektřiny v roce 2010 projevilo růstem cen v intervalu 12,88 – 16,8 EUR (322 – 420 Kč). Tato částka je pro výrobce silové elektřiny čistým ziskem. V ekonomii existuje pro takto transferovaný zisk termín „wind fall profits“. Výrobcům silové elektřiny se povolenky alokují zdarma dle alokačního plánu NAPII platného do roku 2012. Emisní schéma nadoktrinovala Evropská unie všem členským státům EU. Jedná se čistě o transfer bohatství od jedné části ekonomické obce ke druhé. Navíc, tento transfer je de facto vynuceným ze strany evropské autority. Snadno se lze dopočítat, jaký zisk připadl elektrárnám. Vezmeme-li v úvahu, že mezi hráče bylo alokováno 86,8 milionu emisních povolenek, celkový zisk tohoto odvětví je, při použití nižší míry spočteného pass-through rate, 86,8 mil. X 322 mil. je 27,8 mld Kč. Je nutno poznamenat, že náš výpočet je opravdu orientační, jelikož nějaká část povolenek se uspoří, nějaké se nerozkalkulují, nebo může být náš výpočet pass-through rate nadhodnocený. Ale i kdyby se jednalo pouze o jednu polovinu z tohoto objemu finančních prostředků, je to vcelku dost. Bylo by na delší diskuzi, jak moc je tato redistribuce bohatství distortní, každopádně dává výhodu jedné části hráčů na trhu na úkor jiné. V našem konkrétním případě se růst ceny přenáší do maloobchodních cen a hradí ho domácnosti. Domácnosti tak de facto platí tento „wind-fall profit“ elektrárnám a těm padá shůry „bezpracný zisk“.

4.6.2 Možnosti dalšího výzkumu

Během vyhodnocení regresního modelu jsme se setkali s odhadnutým pass-through rate nad úrovní 1, což je v kontradikci s ekonomickou teorií. Ta předpokládá, že maximální míra přenesení nákladů do

cen je 100%. Je tedy s podivem, že byl odhadnutý parametr vyšší než 1. My jsme v textu naznačili dvě hypotézy:

- 1) výrobci si nad tržní cenu povolenky přidávají ještě marži, přírážku (mark-up) jako by si chtěli vytvořit nějaký polštář. Nabízí se otázka, jestli si čeští výrobci elektřiny nepromítají do ceny povolenky i zdanění emisních povolenek darovací daní
- 2) Jedná se o transfer přebytku výrobce směrem k přebytku spotřebitele. Lze vyslovit hypotézu, že výrobci elektrické energie jsou jakýmsi monopsony, a tlačí své dodavatele k transferu jejich zisku (výrobcův přebytek) ve prospěch odběratele uhlí (spotřebitelův přebytek).

Závěr

Seznam použité literatury

Literatura

Bunn, D.W., Fezzi, C.: **Interaction of European Carbon Trading and Energy Prices**, Climate Change Modelling and Policy, June 2007

Copper, M.L., Oates, W.E.: **Enviromental Economics: A Survey**, *Journal of Economic Literature*, Vol. 30, No. 2 (Jun., 1992), pp. 675-740

Holman, R.: **Dějiny ekonomického myšlení**, C.H. BECK, 2005

Hušek, R.: **Ekonometrická analýza**, Oeconomica, 2007

Jensen, O.W.: Opportunity Costs: Their Place in the Theory and Practice of Production, *Managerial and Decision Economics*, Vol. 3, No. 1 (Mar., 1982), pp. 48-51

Joskow, P.L., Schmalensee, R.: **The Political Economy of Market-Based Environmental Policy: The U.S. Acid Rain Program**, *Journal of Law and Economics*, Vol. 41, No. 1 (April 1998), pp. 37-84

Lise, W.: **The European Electricity Market**, What Are the Effects of Market Power On Prices And the Enviroment?, Paper presented at EcoMod2005 International Conference on Policy Modeling, June 29 – July 2, 2005, Istanbul, Turkey

Muller, A., Mestelman, S.: **What Have We Learned from Emissions Trading Experiments?**, *Managerial and Decision Economics*, Vol. 19, No. 4/5, *Laboratory Methods in Economics* (Jun. - Aug., 1998), pp. 225-238

Sijm, J.P.M. et al: **The Impact of EU ETS on elektricity prices**, Final report to DG Enviroment of the European Commission, December 2008

Stavins, N.R.: **What Can We Learn from the Grand Policy Experiment? Lessons from SO2 Allowance Trading**, *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 12, No. 3 (Summer, 1998), pp. 69-88

Weber, D.W.: **Pollution Permits: A Discussion of Fundamentals**, *The Journal of Economic Education*, Vol. 33, No. 3 (Summer, 2002), pp. 277-290

Wieser, F.: **Natural Value**, 1889

Studie

Marion, J., Griffin, T.: Controlling Power Plant CO₂ Emissions: A Long Range View, 2000
dostupné z http://www.netl.doe.gov/publications/proceedings/01/carbon_seq/1b2.pdf

Svaz průmyslu a dopravy ČR: Studie předpokládaných dopadů systému obchodování s povolenkami na emise CO₂ po roce 2012 na ekonomiku ČR, září 2008

Legislativní předpisy

Legislatura Evropské unie

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/87/EC ustavující schéma pro obchodování s povolenkami („allowances“) na emise („emissions“) skleníkových plynů („greenhouse gases“) v rámci Společenství; a doplňující směrnici Rady 96/61/EC

Legislatura ČR

Č. 425/2004 Sb., kterou se vydávají podrobnosti náležitostí energetického auditu

NAŘÍZENÍ VLÁDY ze dne 25. února 2008 o Národním alokačním plánu pro obchodovací období roků 2008 – 2012

zákon č. 695/2004 o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů a o změně některých zákonů

Elektronické zdroje

Dokumenty

Oldřich, J.: ČEZ Unplugged, CANDOLE Research, 2010,

<http://www.candole.com/files/Candole%20CEZ%20unplugged%20CZ.pdf> navštíveno 27.července 2011

Energetický regulační úřad

www.eru.cz

http://www.eru.cz/user_data/files/prezentace_III_RO/Zaverecna_zprava_o_metodice_%20III_RO.pdf

Závěrečná zpráva Energetického regulačního úřadu o metodice regulace III. regulačního období včetně základních parametrů regulačního vzorce a stanovení cen v odvětví elektroenergetiky a plynárenství, 2009, staženo 22.července 2011

OTE, a.s.

Národní alokační plán České republiky na roky 2008-2012

Roční zpráva o trhu s elektřinou a plynem 2010, 2009

ČEZ, a.s.

Výroční zpráva pro rok 2010

http://www.cez.cz/edee/content/file/investors/2010-annual-report/VZ2010_cz.pdf navštíveno 23.8.2011

Webové stránky

Argus Media – indexy spotových cen hnědého uhlí

<http://www.argusmedia.com/coal>

Energostat

<http://www.energostat.cz>

Energetický regulační úřad

<Http://www.eru.cz>

http://www.eru.cz/dias-read_article.php?articleId=52 navštíveno 22.července 2011

Roční zpráva o provozu ES ČR 2010

http://www.eru.cz/user_data/files/statistika_elektro/rocni_zprava/2010/rz/index.htm navštíveno 24.července 2011

Konverzní faktor CO2

<http://www.carbonmetrics.com/ipcc-emission-factors-tool>

Ministerstvo životního prostředí

http://www.mzp.cz/cz/ochrana_klimatu

Emisní inventura ČR 2009

[http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/emisni_inventury/\\$FILE/OZK-Emise_GH_1990-2009-20110402.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/emisni_inventury/$FILE/OZK-Emise_GH_1990-2009-20110402.pdf)

PXE

Informace o produktech obchodovaných na PXE

<http://www.pxe.cz/Produkty/?language=czech> navštíveno 25.července 2011

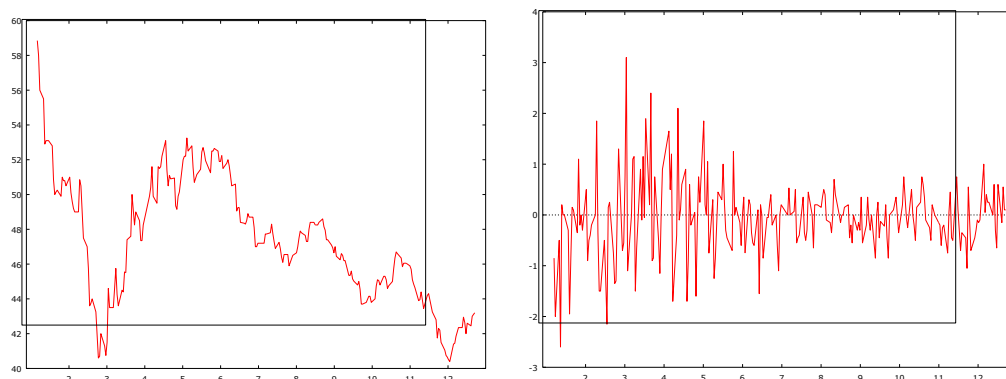
Výroční zpráva PXE za rok 2010

<http://www.pxe.cz/dokument.aspx?k=Vyrocni-Zpravy> navštíveno 25.července 2011

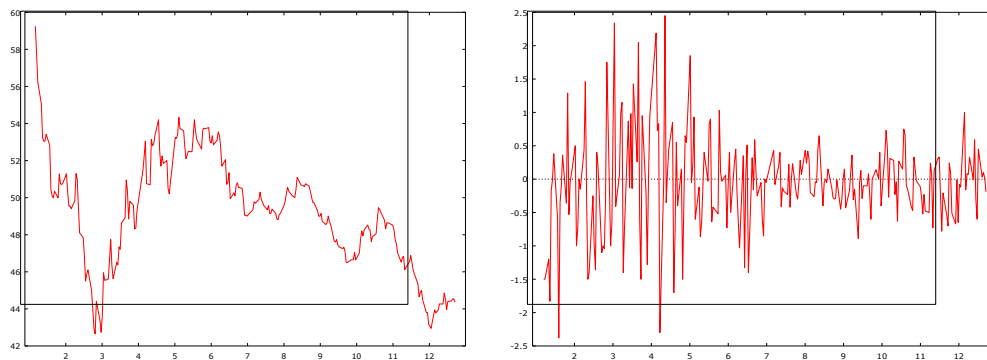
Příloha 1

Detrendizace použitých časových řad první diferencí, grafická analýza

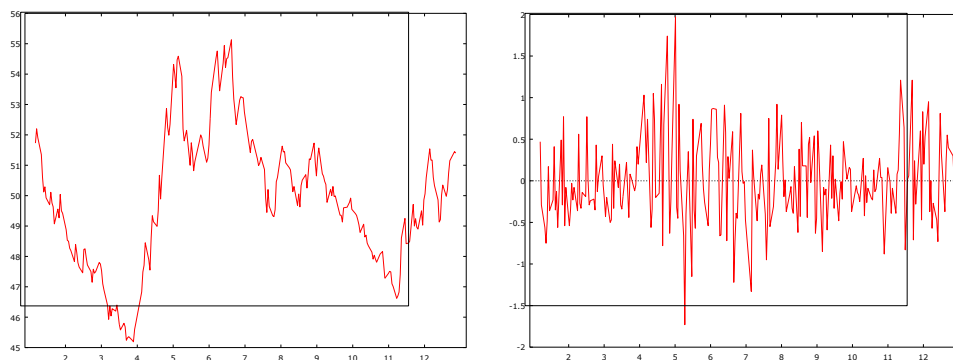
Futures PXE 2009



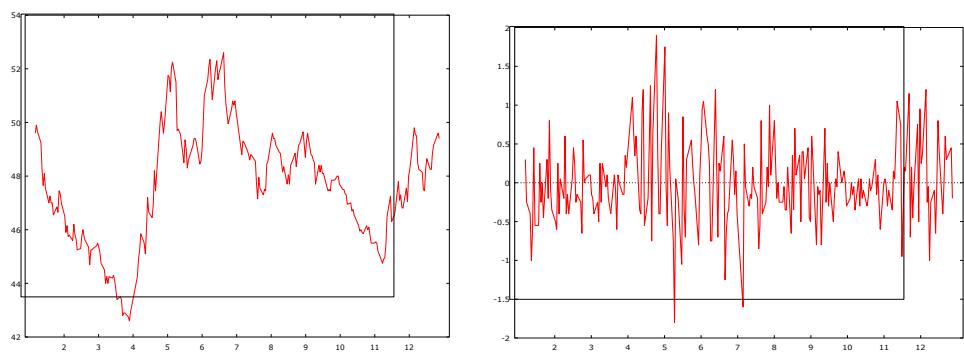
Futures EEX 2009



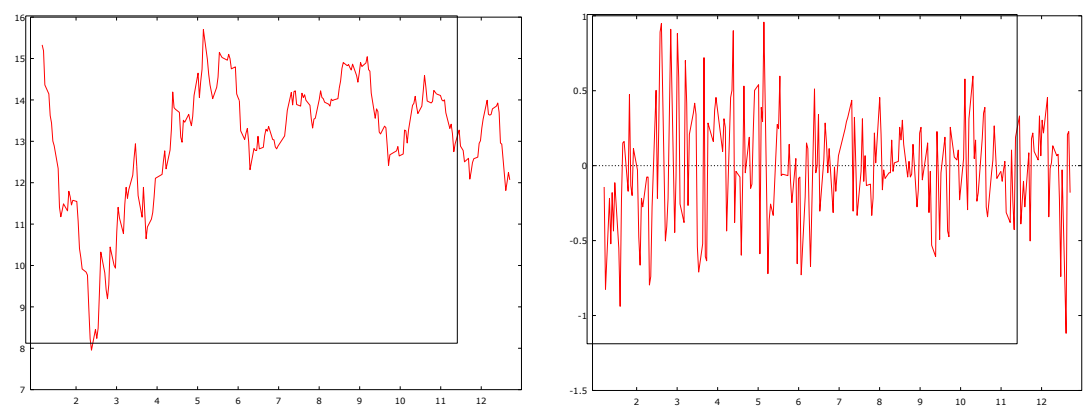
Futures EEX 2010



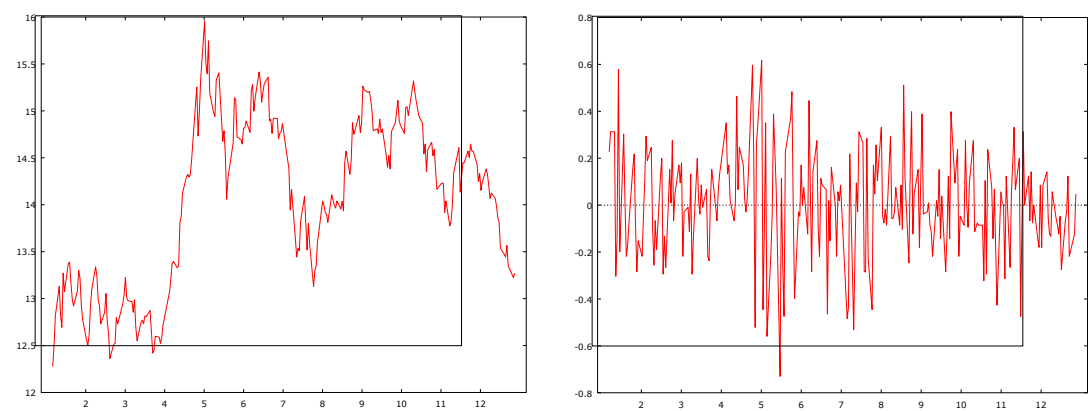
Futures PXE 2010



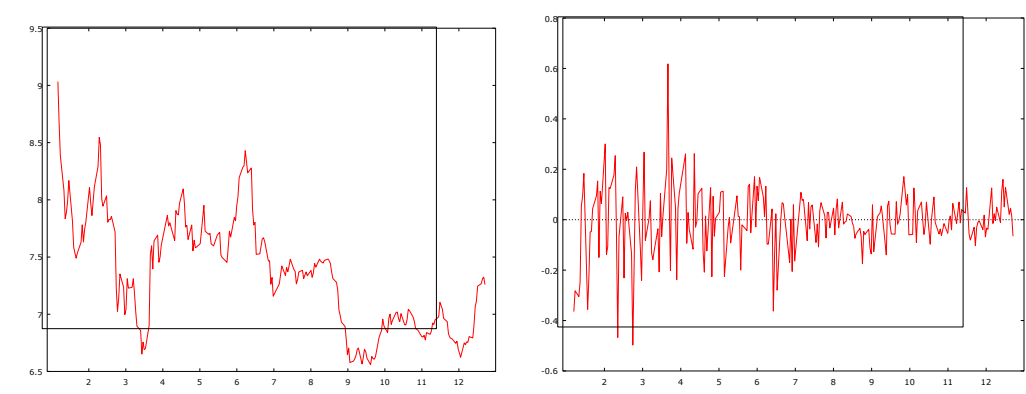
Futures EUA EEX 2009



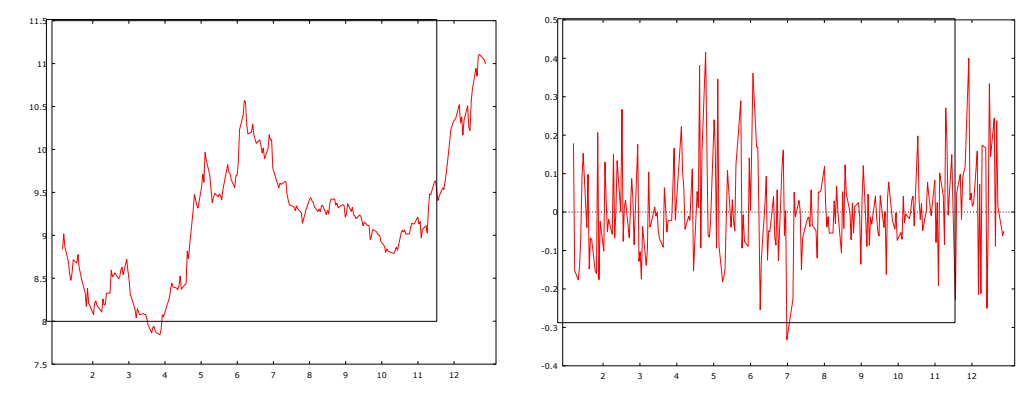
Futures EUA EEX 2010



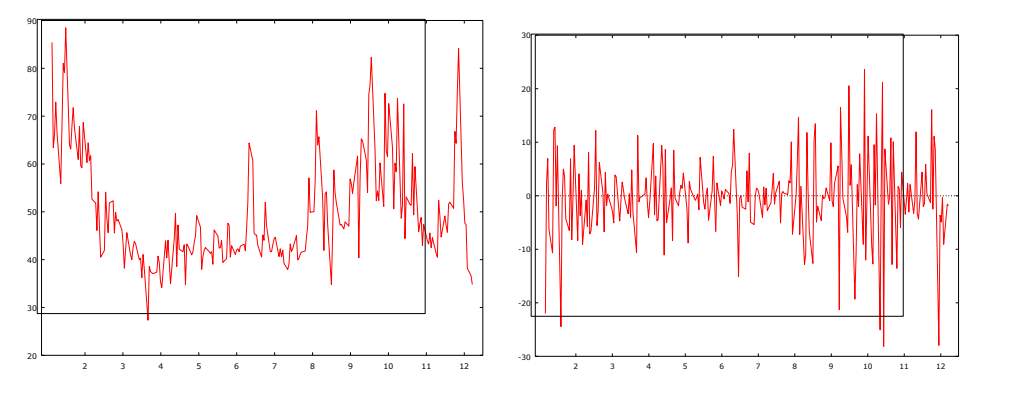
Futures Coal EEX 2009



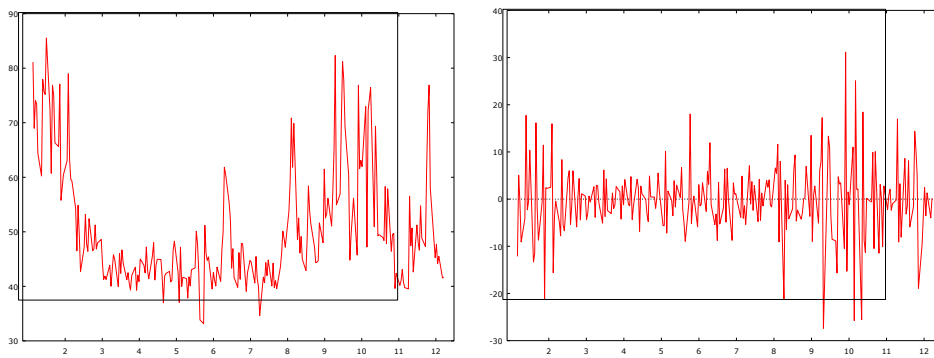
Futures Coal EEX 2010



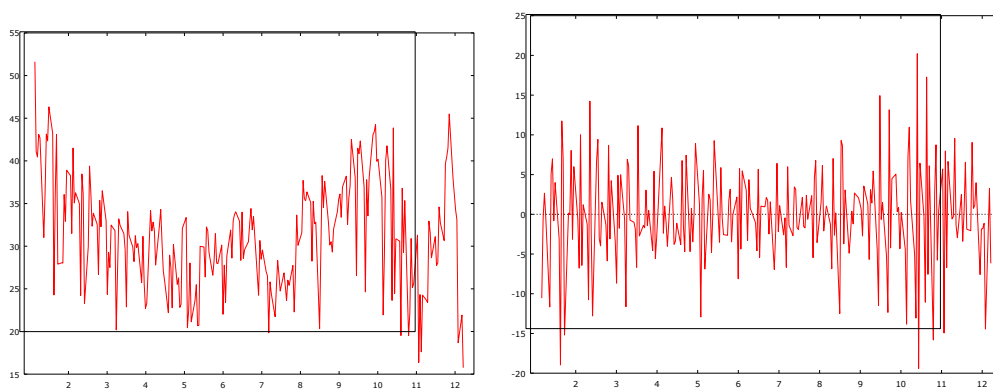
Spot OTE peak 2009



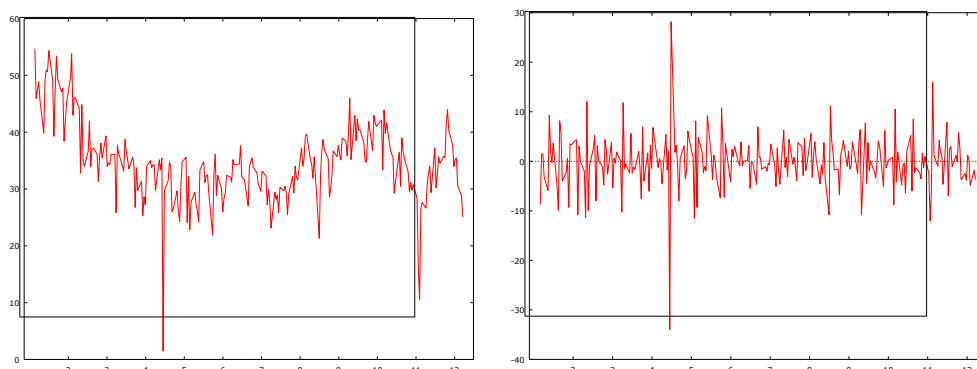
Spot EEX peak 2009



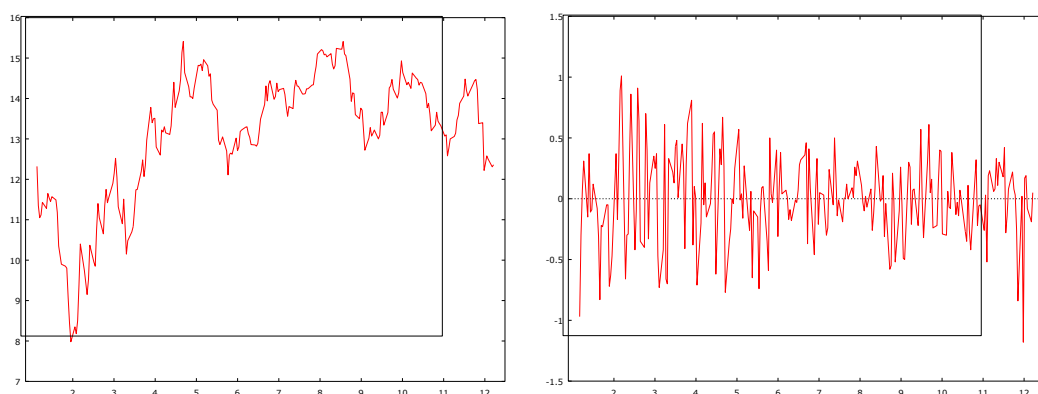
Spot OTE off-peak 2009



Spot EEX off-peak 2009



Spot EUA EEX 2009



Příloha 2

Popisná statistika použitých časových řad

Futures 2009, 2010

Summary Statistics, using the observations 2010/01/06 - 2010/12/28
(missing values were skipped)

Variable	Mean	Median	Minimum	Maximum
CAL_11	47.6714	47.7000	42.6000	52.6000
F_PHEL_B_11	49.8598	49.8600	45.1900	55.1300
F_EUA_EX_11	14.0482	14.1631	12.2766	15.9548
FcoalNEW_11	9.19292	9.24137	7.84189	11.1063
F_EUA_BlueNE XT	14.0430	14.1916	12.3050	16.0212
FcoalNEa	9.19292	9.24137	7.84189	11.1063
darkOTE_11	38.4785	38.5055	34.6916	42.4885
darKEEX_11	40.6668	40.5855	37.2816	45.0185
CAL_10	47.3380	47.2500	40.4000	58.8500
F_PHEL_B_10	49.1614	49.3500	42.6500	59.2500
F_EUA_EX_10	13.0344	13.3194	7.95372	15.6989
Feur_NEW_10	7.35706	7.36907	6.55908	9.03388
F_EUA_Ba	13.0340	13.3289	7.85892	15.8126
Drk_sOTE_10	39.9809	39.9338	33.5574	49.8161
Drk_sEEX_10	41.8043	42.0838	35.5074	50.2161
Feur_NEa	7.35706	7.36907	6.55908	9.03388
d_CAL_10	-0.0646694	0.000000	-2.60000	3.10000
d_CAL_11	-0.000819672	-0.0500000	-1.80000	1.90000
d_Drk_sEEX_1 0	-0.0541957	-0.0521716	-2.26111	2.18822
d_Drk_sOTE_1 0	-0.0573362	-0.0605828	-2.35314	2.83251
d_F_EUA_Ba	-0.0137891	-0.0284400	-1.12812	1.09968
d_F_EUA_Blue N	0.00458459	0.00948000	-0.654120	0.635160

d_F_EUA_EX_1	-0.0134757	-0.0284400	-1.11864	0.957480
0				
d_F_EUA_EX_1	0.00407951	0.00474000	-0.729960	0.616200
1				
d_F_PHEL_B_1	-0.0615289	-0.0500000	-2.38000	2.45000
0				
d_F_PHEL_B_1	-0.00135246	-0.0600000	-1.73000	1.97000
1				
d_FcoalNEW_1	0.00884389	-0.00632618	-0.331984	0.415661
1				
d_FcoalNEa	0.00884389	-0.00632618	-0.331984	0.415661
d_Feur_NEW_1	-0.00733321	0.000171102	-0.497264	0.617838
0				
d_Feur_NEa	-0.00733321	0.000171102	-0.497264	0.617838
d_darkEEX_11	-0.0101963	-0.0561412	-1.56162	1.73022
d_darkOTE_11	-0.00966356	-0.0416922	-1.63162	1.51022
Variable	Std. Dev.	C.V.	Skewness	Ex. kurtosis
CAL_11	2.17009	0.0455218	-0.0597886	-0.329715
F_PHEL_B_11	2.22668	0.0446590	0.125415	-0.325754
F_EUA_EX_11	0.885587	0.0630392	-0.243324	-1.12660
FcoalNEW_11	0.733475	0.0797869	0.269882	-0.363069
F_EUA_BlueNE	0.882789	0.0628634	-0.237817	-1.09429
XT				
FcoalNEa	0.733475	0.0797869	0.269882	-0.363069
darkOTE_11	1.69134	0.0439554	0.0663796	-0.436652
darkEEX_11	1.78242	0.0438298	0.229521	-0.503422
CAL_10	3.56441	0.0752970	0.206543	-0.330563
F_PHEL_B_10	3.03090	0.0616520	-0.000643108	-0.131422
F_EUA_EX_10	1.50856	0.115736	-1.13308	1.14079
Feur_NEW_10	0.491038	0.0667438	0.365075	-0.365688
F_EUA_Ba	1.51024	0.115869	-1.14840	1.18659
Drk_sOTE_10	3.19745	0.0799743	0.117352	-0.302265
Drk_sEEX_10	2.70142	0.0646205	-0.167168	-0.100255
Feur_NEa	0.491038	0.0667438	0.365075	-0.365688
d_CAL_10	0.733049	11.3353	0.274091	2.54449
d_CAL_11	0.522852	637.879	0.319679	1.21467
d_Drk_sEEX_1	0.627151	11.5720	0.222351	2.09521
0				
d_Drk_sOTE_1	0.660826	11.5255	0.267910	2.55391
0				
d_F_EUA_Ba	0.368248	26.7058	0.0471921	0.220599
d_F_EUA_Blue	0.221640	48.3446	-0.0411816	0.281960
N				
d_F_EUA_EX_1	0.360043	26.7179	-0.00182051	0.311196
0				
d_F_EUA_EX_1	0.221888	54.3908	-0.101857	0.403356
1				
d_F_PHEL_B_1	0.706411	11.4810	0.199170	1.97302
0				
d_F_PHEL_B_1	0.511724	378.365	0.400924	1.05684
1				
d_FcoalNEW_1	0.119124	13.4696	0.632650	1.19004
1				
d_FcoalNEa	0.119124	13.4696	0.632650	1.19004
d_Feur_NEW_1	0.127915	17.4432	-0.204219	3.34279
0				
d_Feur_NEa	0.127915	17.4432	-0.204219	3.34279

d_darkEEX_11	0.448209	43.9578	0.284509	1.06877
d_darkOTE_11	0.462362	47.8460	0.182471	1.00671

Spot 2009

Summary Statistics, using the observations 2009/01/05 - 2009/12/08
(missing values were skipped)

Variable	Mean	Median	Minimum	Maximum
S_PH_OP	34.6080	34.2700	1.48500	54.6900
S_OT_OP	31.0799	31.0671	15.7558	51.6200
S_EA_EX	13.0976	13.4200	7.98000	15.4100
S_PH_P	50.5854	46.8950	33.1500	85.5400
S_OT_P	49.8852	46.6188	27.3417	88.4700
Dmnd_P	7856.49	7415.64	5581.54	9651.29
Dmnd_OP	7257.68	6875.70	5189.94	8926.93
d_S_PH_OP	-0.122925	-0.260000	-33.9600	28.1650
d_S_OT_OP	-0.148814	-0.291667	-19.4258	20.2175
d_S_EA_EX	0.000165975	0.0100000	-1.18000	1.01000
d_S_PH_P	-0.163527	-0.420000	-27.3800	31.1500
d_S_OT_P	-0.210093	-0.359167	-28.1442	23.6350
d_Dmnd_P	-8.16162	-9.03008	-1311.22	1518.09
d_Dmnd_OP	-7.85033	4.00137	-1172.01	1235.67
Variable	Std. Dev.	C.V.	Skewness	Ex. kurtosis
S_PH_OP	6.94316	0.200623	-0.0275426	2.60219
S_OT_OP	6.36894	0.204922	0.222386	-0.190375
S_EA_EX	1.59203	0.121551	-1.07446	0.682491
S_PH_P	11.1434	0.220290	1.21952	0.654932
S_OT_P	11.0724	0.221957	1.12494	0.885961
Dmnd_P	940.508	0.119711	0.289968	-1.11627
Dmnd_OP	875.719	0.120661	0.307785	-1.12010
d_S_PH_OP	5.44865	44.3249	-0.376739	8.17779
d_S_OT_OP	6.17726	41.5099	-0.158978	0.898371
d_S_EA_EX	0.356581	2148.40	-0.148436	0.433308
d_S_PH_P	7.72383	47.2328	0.000706044	2.47922
d_S_OT_P	7.62162	36.2773	-0.415642	2.21101
d_Dmnd_P	321.574	39.4007	0.631116	8.31504
d_Dmnd_OP	265.645	33.8387	0.171298	8.56244

Spot 2010

Summary Statistics, using the observations 2009/01/05 - 2009/12/18
(missing values were skipped)

Variable	Mean	Median	Minimum	Maximum
S_PH_OP	47.6343	47.0150	32.8300	72.0600
S_OT_OP	38.5231	39.1971	20.0508	54.9150
S_EA_EX	13.6064	13.8455	11.5561	15.4334
S_EA_BlueNEX	13.6077	13.8218	11.5372	15.4429
T				
S_PH_P	55.4731	54.3250	39.3200	89.7300
S_OT_P	55.4442	55.1200	26.4950	85.7242

F_Coa_EX	2.29822	2.30993	1.95956	2.77528
coal_price_1	18.8310	18.8310	18.8310	18.8310
coal_price_2	32.1666	32.1666	32.1666	32.1666
Dmnd_P	8179.87	7995.30	5665.10	10252.1
Dmnd_B	7585.89	7411.14	5287.62	9652.25
d_S_PH_OP	0.0559839	-0.140000	-11.8600	12.6700
d_S_OT_OP	0.0252108	-0.00583333	-23.8033	20.6158
d_S_EA_EX	0.00574892	0.000000	-0.739440	0.711000
d_S_EA_BlueNEX	0.00597735	0.00948000	-0.606720	0.606720
d_S_PH_P	0.0674699	0.210000	-19.9400	20.2700
d_S_OT_P	0.0468976	0.170000	-28.9725	26.3900
d_F_Coa_EX	0.00216557	-0.00135165	-0.0829573	0.103867
d_coal_price_1	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
d_coal_price_2	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
d_Dmnd_P	-4.18120	15.4348	-1550.06	1096.35
d_Dmnd_B	-3.45283	18.5220	-1372.43	956.146
Variable	Std. Dev.	C.V.	Skewness	Ex. kurtosis
S_PH_OP	7.02579	0.147494	0.809196	1.06651
S_OT_OP	6.11200	0.158658	-0.344022	0.176121
S_EA_EX	0.946754	0.0695816	-0.416698	-1.11638
S_EA_BlueNEX	0.945054	0.0694501	-0.428796	-1.08327
S_PH_P	8.64975	0.155927	1.11930	2.10144
S_OT_P	8.81789	0.159041	0.632909	1.17497
F_Coa_EX	0.181922	0.0791580	0.256379	-0.341555
coal_price_1	0.000000	0.000000	undefined	undefined
coal_price_2	0.000000	0.000000	undefined	undefined
Dmnd_P	972.791	0.118925	0.385071	-0.789247
Dmnd_B	931.324	0.122771	0.388155	-0.824819
d_S_PH_OP	4.24665	75.8548	0.160837	0.532827
d_S_OT_OP	5.81402	230.616	-0.00353800	1.54530
d_S_EA_EX	0.210421	36.6018	0.0907334	0.928387
d_S_EA_BlueNEX	0.221593	37.0721	-0.000629696	0.178808
d_S_PH_P	5.46380	80.9814	-0.261171	1.60622
d_S_OT_P	6.36090	135.634	-0.0984187	2.87604
d_F_Coa_EX	0.0293064	13.5329	0.691562	1.28089
d_coal_price_1	0.000000	undefined	undefined	undefined
d_coal_price_2	0.000000	undefined	undefined	undefined
d_Dmnd_P	257.959	61.6948	-0.536910	8.55768
d_Dmnd_B	216.238	62.6265	-0.857556	9.78310