



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická
Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

Analýza a predikce ceny futures na elektřinu

Electricity futures analysis and forecast

diplomová práce

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management

Studijní obor: Ekonomika a řízení energetiky

Vedoucí práce: Ing. Štěpán Kratochvíl

Bc. Martin Zágora

Praha 2014

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Martin Zágora

Studijní program: elektrotechnika, energetika a management
Obor: ekonomika a řízení energetiky

Název tématu: Analýza a predikce ceny futures na elektřinu

Pokyny pro vypracování:

- popis futures kontraktů
- technická analýza chování cen futures
- možnosti použití vhodných fundamentů pro predikci ceny futures
- návrh predikčního modelu cen futures

Seznam odborné literatury:

Chemišinec, A.: Obchod s elektřinou, Praha, Conte, 2010
Kolektiv autorů: Trh s elektřinou, 2011

Vedoucí diplomové práce: Ing. Štěpán Kratochvíl – ČVUT FEL, K 13116

Platnost zadání: do konce letního semestru akademického roku 2015/2016
L.S.

Doc.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.
vedoucí katedry

Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.
děkan

V Praze dne 4.11.2014

ABSTRAKT

Práce se zabývá analýzou a predikcí ceny futures na elektřinu. V práci je popsána historie trhů s elektřinou, stejně tak jako jejich současný stav se zaměřením na futures kontrakty. Dále jsou zde rozpracovány vlivy složení energetického mixu, výroby z obnovitelných zdrojů, cen paliv a emisních povolenek na cenu futures na elektřinu. Následuje model pro predikci ceny futures elektrické energie pomocí regresní analýzy. V poslední části se práce věnuje technické analýze, kde jsou popsány základní formace a oscilátory, které jsou používány pro technickou analýzu. Na závěr jsou zhodnoceny možnosti těchto ukazatelů a vyvozeno doporučení, které indikátory jsou vhodné pro technickou analýzu ceny futures elektřiny.

KLÍČOVÁ SLOVA

futures, cena elektřiny, regresní model, fundamentální analýza, technická analýza

ABSTRACT

The work deals with analysis and prediction of electricity futures price. The work describes history of electricity markets as well as their current state, focusing on futures contracts. There are also elaborated influences of energy mix composition, production from renewable sources, fuel and emission allowance prices on futures price of electricity. Model for prediction of futures price of electricity by regression analysis follows. The last part deals with technical analysis and describes basic formations and oscillators that are used for technical analysis. In the end of this work there is an evaluation of these indicators and inferred recommendations for most usable indicators for technical analysis of electricity futures prices.

KEYWORDS

futures, electricity price, regression model, fundamental analysis, technical analysis

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou/bakalářskou práci vypracoval samostatně a v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů pro vypracování závěrečných prací, a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje

V Praze dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Štěpánu Kratochvílovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Praze dne

.....

(podpis autora)

OBSAH

Úvod	1
1 Trh s elektřinou se zaměřením na Českou republiku	2
• 1.1 Historie trhu s elektřinou ve světě	2
• 1.2 Operátor trhu	3
• 1.3 Blokový trh	4
• 1.4 Denní trh	4
• 1.5 Vnitrodenní trh	5
• 1.6 Vyrovňovací trh s regulační energií	6
• 1.7 Burza	7
• 1.8 Futures	8
• 1.9 Opce	10
• 1.10 Bilaterální kontrakty	10
• 1.10.1 Forward	10
2 Závislosti cen futures	12
• 2.1 Obecný úvod	12
• 2.2 Modelování ceny	13
• 2.3 Ceny v sousedních soustavách	17
• 2.4 Vztah ceny roční a čtvrtletních futures	19
• 2.5 Závislost na ceně paliv	21
• 2.5.1 Druhy elektráren a jejich závislost na cenách paliva	22
• 2.5.2 Energetický mix ve sledovaných soustavách	23
• 2.5.3 Cenová korelace futures uhlí a plynu s futures elektřiny	26

• 2.6	Emisní povolenky	29
• 2.7	Vliv podporovaných zdrojů	31
• 2.8	Regresní analýza	33
• 2.9	Aplikace fundamentální analýzy pro predikci	37
3	Technická analýza	39
• 3.1	Předpoklady technické analýzy	39
• 3.1.1	Trh v ceně zohledňuje všechny možné vlivy	39
• 3.1.2	Cena se pohybuje v trendech	39
• 3.1.3	Historie se v čase opakuje	40
• 3.2	Základní principy trendu	40
• 3.3	Reverzní formace	47
• 3.3.1	Hlava a ramena	47
• 3.4	Konsolidační formace	49
• 3.5	Klouzavý průměr	51
• 3.6	Oscilátory	53
• 3.6.1	Momentum	54
• 3.6.2	Index relativní síly	54
• 3.6.3	Index komoditního kanálu	55
• 3.7	Aplikace technické analýzy pro predikci ceny	56
	Závěr	63
	Literatura	65
	Seznam Obrázků	69
	Seznam Tabulek	69
	Seznam Grafů	70

ÚVOD

V posledních několika desetiletích prošel trh s elektrickou energií v Evropě velkým vývojem a díky deregulaci trhu se silovou elektřinou je na tento trh umožněn vstup i soukromým subjektům. Rozvojem prošli též i platformy, na kterých lze obchodovat.

Ve své práci bych se chtěl napřed zaměřit na historii trhu s elektřinou, jednak ve světě, ale i v České republice. Dále chci popsat současný stav trhu s elektrickou energií. Jaké jsou druhy trhů s elektřinou, jak fungují, či jaké finanční nástroje jsou obchodníkům k dispozici. Zaměřím se na krátkodobé organizované trhy s elektřinou v ČR a také na burzovní obchodování na burzách PXE a EEX. Zvláštní pozornost chci věnovat finančnímu nástroji futures, jako nástroji pro zajištění ceny elektrické energie.

V dalších kapitole se chci zaměřit na faktory, které cenu futures ovlivňují. Ze strany poptávky chci zjistit, jaký je vývoj spotřeby elektřiny, či jestli je poptávka cenově elastická. Na straně nabídky chci zjistit jaký je v ČR a Německu palivový mix a tím posoudit jak velký vliv mají jednotlivá paliva a zjistit jestli je mezi cenou těchto paliv korelace s cenou elektrické energie. Stejně tak ukáži vliv emisních povolenek, které se od roku 2013 nepřidělují elektrárnám ve většině zemí zdarma, ale musí se nakupovat. Na závěr této kapitoly chci sestavit kvalitní regresní funkci a vyzkoušet její použití v dalších letech a s její pomocí sestavit predikční model, který bude použitelný pro obchodování s ročními futures.

V poslední kapitole se zaměřím na technickou analýzu, která je používaná obchodníky pro obchodování s různými podkladovými aktivy. Popíši základní druhy formací a oscilátorů a zjistím, zda jsou dané postupy aplikovatelné i na obchodování s futures na elektřinu.

1 TRH S ELEKTŘINOU SE ZAMĚŘENÍM NA ČESKOU REPUBLIKU

1.1 Historie trhu s elektřinou ve světě

První reálné představy o trhu s elektřinou se zrodily na začátku 80. let v Chile, společně s ostatními tržně orientovanými reformami, které jsou spojovány s takzvanými „Chicago boys“. To byli chilští studenti ekonomie převážně Chicagské university, kteří po návratu do vlasti zastávali vedoucí funkce ve vládním, finančním a vzdělávacím sektoru. Chilská myšlenka otevřeného trhu s elektřinou byla obecně přijata jako správná, logická a transparentní pro cenotvorbu, ale neustále bylo přítomno pouze několik dominantních hráčů, což stále způsobovalo problémy. [4][5]

Následně byl tento model převzat a vylepšen Argentinou, která zavedla striktní limit pro maximální tržní podíl a strukturu plateb a rezerv, což zvýšilo spolehlivost tohoto systému. Argentina k tomuto kroku dospěla po té, co z důvodu chátrajícího vládního monopolu, potřebovala energetický systém zprivatizovat. Argentinský model byl potom s jistými úpravami částečně úspěšný i v jiných latinskoamerických zemích, jako například v Peru, Brazílii a Kolumbii. [4]

Klíčovou událostí, která nastartovala tržní transformaci, bylo zprivatizování distribučních soustav Velké Británie v roce 1990, následováno privatizací nejaderných elektráren o rok později. O otevírání trhu podle velikosti odběru docházelo mezi lety 1990 a 1999.[6][15]

Dalším regionem, který v otevírání trhu následoval příklad Velké Británie, byly severské země. Vzorec byl vždy stejný, oddělení výroby od distribuce a postupné otevírání trhu. Norsko otevíralo svůj trh od roku 1992 do roku 1997, Švédsko dosáhlo úplného otevření trhu v roce 1999. Ve Finsku docházelo k otevírání trhu mezi lety 1995 a 1998. Poslední zemí z tohoto regionu, která otevřela svůj trh, bylo Dánsko, které s otevíráním trhu začalo v roce 1998 a k úplnému otevření trhu pro všechny zákazníky došlo v roce 2003. Paralelně s těmito reformami docházelo k formování první energetické

burzy Nordpool. V roce 1996 došlo ke spojení norského a švédského trhu. O dva roky později se připojilo Finsko a v roce 2000 došlo i k připojení Dánska. Součástí Nordpoolu je i vnitrodenní trh Elbas, ke kterému jednotlivé státy přistupovaly později. Například v případě Dánska došlo k připojení nadvakrát. Napřed se v roce 2004 připojil východ Dánska a v roce 2007 pak i západní část země.[15]

V USA proces deregulace započal v roce 1992, kdy byl přijat „The Energy Policy Act“. Tento dokument dával určitá volná pravidla, jak by měla deregulace probíhat, nicméně implementaci těchto pravidel nechal na jednotlivých státech. Z toho důvodu můžeme v USA najít případy států s úplnou deregulací i státy s velmi silnou regulací.[16]

V České republice došlo na základě zákona č. 22/1994 k liberalizaci ve výrobě, kdy bylo možné získat licenci na výrobu elektrické energie od Ministerstva průmyslu a obchodu. Vzhledem k absenci kvalitního trhu a složité administrativě pro přeshraniční obchod, bylo velmi obtížné takto vyrobenou elektřinu prodat. [7]

V roce 2000 byl vydán Energetický zákon č. 458/2000, který měl za úkol sladit podmínky v ČR s legislativou EU. O dva roky později vznikl Operátor trhu s elektřinou a začalo otevírání trhu s elektřinou, které skončilo v roce 2006, kdy si mohl svého dodavatele zvolit již každý koncový spotřebitel. Se vznikem operátora trhu s elektřinou se váže i vznik denního trhu, následován trhem vnitrodenním a blokovým. [7]

1.2 Operátor trhu

Funkce operátora trhu s elektřinou slouží primárně k výpočtu, ocenění a zúčtování odchylek, které nutně vznikají v elektrizační soustavě, a předejít jim prakticky nelze. V České republice tuto funkci na základě licence udělené Energetickým regulačním úřadem zastává společnost OTE, a.s., která je plně ve vlastnictví státu. Výkon akcionářských práv provádí z pověření státu Ministerstvo průmyslu a obchodu České republiky. V České republice má operátor trhu mimo jiné na starost i organizování krátkodobých trhů, mezi které se řadí trh blokový, denní a vnitrodenní. Speciálním trhem je pak trh vyrovnávací, kde jediným kupujícím regulační energie je společnost ČEPS¹.

¹ ČEPS, a.s. – provozovatel přenosové soustavy ČR

[1]

Obchodování přes OTE² má několik výhod. Mezi ně patří například neutrální bezpečné a nediskriminační prostředí. Další důležitou výhodou je anonymita a funkce centrální protistrany, což znamená, že při nákupu kupující neví, od jakého subjektu nakupuje (a naopak), protože obchod jde prostřednictvím OTE, která na sebe bere riziko vypořádání transakce i fyzické vypořádání dodávky. Tvoří tedy prostřední článek obchodu, který od prodávajícího elektřinu kupuje a kupujícímu jí zase prodává, čímž pro účastníky obchodu celý obchod zjednodušuje. [1]

1.3 Blokový trh

Na blokovém trhu s elektřinou se obchoduje elektřina na daný den po jednotlivých blocích. Bloky jsou base load³, peak load⁴ a offpeak load⁵. Tento trh se otevírá v 9:30 pět dní před dnem dodávky, zavírá se v 13:30 jeden den před dodávkou a minimální obchodní množství je 1 MWh⁶ dodávaná každou hodinu obchodovaného bloku. [1][2][3]

1.4 Denní trh

Na denním, nebo též spotovém, trhu se obchoduje elektřina na jednotlivé hodiny daného dne, čili jedná se o 24 různých trhů v jednotlivých hodinách pro každý den. Minimální obchodovatelné množství je 1 MWh a trh se uzavírá v 11 hodin předchozího dne. Cena obchodů se určuje pomocí dvoustranné aukce. [1][2][3]

Operátor trhu přijímá od obchodníků nabídky a poptávky na nabízené/poptávaná množství elektrické energie a cenu. V určitý předem stanovený okamžik je příjem nabídek a poptávek zastaven a pomocí protnutí křivek nabídky a poptávky je stanovena konečná cena a množství celkově zobchodované energie. Jak je znázorněno na obrázku

² OTE, a.s. – operátor trhu s energiemi

³ 0:00–24:00

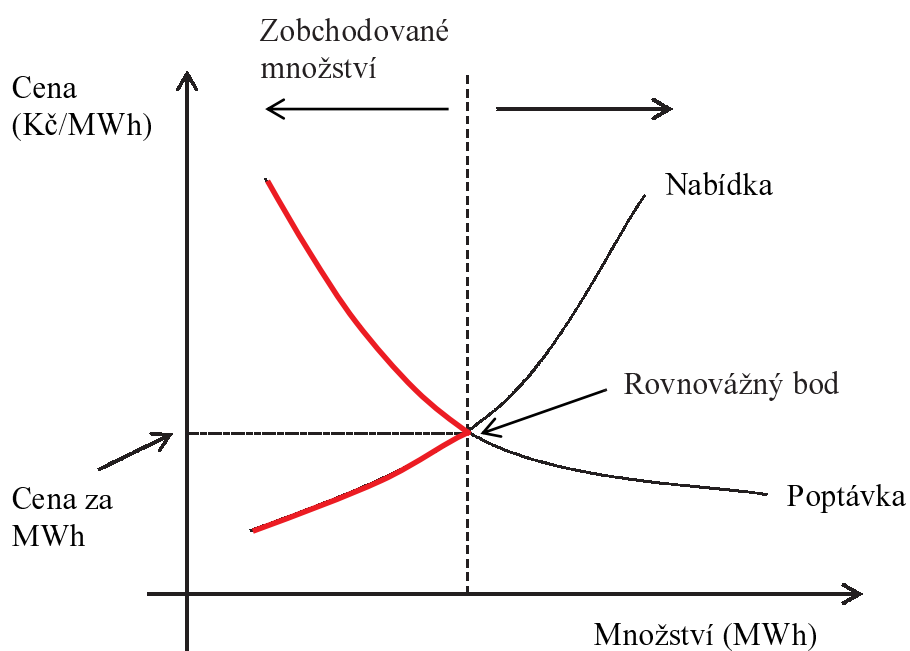
⁴ 8:00–20:00

⁵ 0:00–8:00 a 20:00–24:00

⁶ Megawatt hodina

(Obr. 1.1), uspokojeny jsou nabídky s nižší nebo se rovnající s konečnou cenou a poptávky, které jsou této ceně rovny nebo jsou vyšší. [1][2][3]

V případě, že by cena nebyla v rozmezí od -150 EUR/MWh do 500 EUR/MWh byla by otevřena takzvaná „druhá aukce“, která by měla napravit neobvyklý stav, který na denním trhu vznikl. [1][2][3]



Obr. 1.1 Dvoustranná aukce [1]

1.5 Vnitrodenní trh

Vnitrodenní trh se otevírá až po uzavření denního trhu v 15 hodin den před dnem dodávky a obchodníci nabízejí a poptávají elektřinu pomocí vývěsky. Tento trh slouží zejména k řešení nečekaného přebytku či nedostatku elektrické energie a jeho význam roste s rozšiřováním obnovitelných zdrojů s nejistou predikcí výroby. Trh zavírá 60 minut před hodinou dodávky. [1][2][3]

1.6 Vyrovnávací trh s regulační energií

Tento trh byl vytvořen pro potřeby přenosové soustavy, kdy si provozovatel přenosové soustavy šetří smluvní podpůrné zdroje tím, že potřebnou regulační energii nakupuje předem na tomto trhu, který otevírá ihned po uzavření vnitrodenního trhu, a zavírá půl hodiny před hodinou dodávky. Jedinou možnou protistranou obchodníkům je tedy PPS⁷. Nevýhodou nákupu ať už kladné či záporné regulační energie na tomto trhu je fakt, že o potřebě regulační energie musí PPS vědět minimálně půl hodiny předem a že se nakupuje po pevných hodinových blocích. [1][2][3]

Kompletní srovnání jednotlivých krátkodobých trhů je uvedeno v tabulce (Tab. 1.1). Obdobně fungují i trhy v okolních zemích. Pro český trh je důležitý hlavně trh německý, který je oproti tomu českému likvidnější a tvoří se na něm cena pro velkou část Evropy.

⁷ Provozovatel přenosové soustavy

Tab. 1.1 Srovnání jednotlivých parametrů krátkodobých trhů s elektřinou [2]

	Blokový trh	Denní trh	Vnitrodenní trh	Vyrovnávací trh
Forma trhu	Kontinuální párování	Denní aukce	Akceptační vývěska	Akceptační vývěska
Obchodovaná perioda	12 nebo 24 hod.	1 hod.	1 hod.	1 hod.
Minimální možné obchodovatelné množství	1 MW x 12 nebo 24 hod.	1 MWh	1 MWh	1 MWh
Maximální možné obchodovatelné množství	50 MW x 12 nebo 24 hod.	99 999 MWh	99 999 MWh	99 999 MWh
Nejmenší možný inkrement množství	1 MW x 12 nebo 24 hod.	0,1 MWh	0,1 MWh	0,1 MWh
Měna obchodování	CZK	EUR	CZK	CZK
Minimální možná cena	1 CZK/MWh	-3 000 EUR/MWh	-99 999 CZK/MWh	-99 999 CZK/MWh
Maximální možná cena	9 999 CZK/MWh	3 000 EUR/MWh	99 999 CZK/MWh	99 999 CZK/MWh
Nejmenší možný inkrement ceny	1 CZK/MWh	0,01 EUR/MWh	1 CZK/MWh	1 CZK/MWh
Možnost nulové ceny	NE	ANO	NE	NE
Čas otevření	9:30 D-5	neomezené	15:00 D-1	H-1:00
Čas uzavření	13:30 D-1	11:00 D-1	H-1:00	H-0:30

1.7 Burza

Další možností jak obchodovat s elektrickou energií je skrze energetické burzy. Od roku 2007 lze s elektřinou pro Českou republiku obchodovat na burze PXE⁸. Pro ČR lze obchodovat s base load a peak load futures pro období rok, čtvrtletí i měsíc. Dále pak spotové trhy denní a hodinové, které jsou společné s OTE. Na této burze se od let 2008 a 2009 dále dají obchodovat i futures kontrakty pro slovenský a maďarský trh. Burza je otevřena pro obchodování pouze v pracovní dny od 8 do 16:30.[8]

Nejdůležitější burza pro náš region je německá burza EEX⁹, která byla založena

⁸ POWER EXCHANGE CENTRAL EUROPE

⁹ European Energy Exchange

v roce 2002 v Lipsku, kdy došlo ke spojení dvou energetických burz, a to Frankfurtské a Lipské. Na této burze se obchoduje elektřina hned pro několik soustav. Primárně pro spojené soustavy Německa a Rakouska, a dále pak pro Francii. V posledních letech přibyla možnost obchodování o pro další soustavy. Vzhledem k množství obchodních možností vše uvádím v tabulce (Tab. 1.2). Kromě trhů, které jsou uvedeny v tabulce (Tab. 1.2) se tato burza připravuje na vstup na několik dalších trhů, jako například Řecko, Rumunsko, Švýcarsko a další. [13]

Tab. 1.2 Přehled obchodních možností na burze EEX

Soustava	Druh kontraktu	Typ dodávky	Délka dodávky
Phelix (Německo/Rakousko)	Futures	Base load, peak load, off-peak load	Den, víkend ¹⁰ , týden, měsíc, čtvrtletí, rok
	Opce	Base load, peak load, off-peak load	Měsíc, čtvrtletí, rok
Francie	Futures	Base load, peak load	Týden, měsíc, čtvrtletí, rok
Itálie	Futures	Base load, peak load	Týden, měsíc, čtvrtletí, rok
Nizozemí	Futures	Base load	Měsíc, čtvrtletí, rok
Belgie	Futures	Base load	Měsíc, čtvrtletí, rok

1.8 Futures

Jedná se o vysoce standardizovaný produkt, který je obchodován výhradně na burzách, které se zaručují za jeho plnění. Plnění je možné jak finanční, tak i fyzickou dodávkou elektřiny na daném místě (v dané soustavě). Množství, které se obchoduje v jednom kontraktu futures, je obvykle 1 MW v každé hodině dodávky, nicméně každá burza si

¹⁰ U denních a týdenních futures není možnost obchodovat off-peak load

přesné nastavení futures kontraktů určuje sama. Na německé burze EEX se obchodují futures od hodinových až po roční bloky, proto v této části popíšeme pouze obecné principy fungování futures.

Tento produkt nakupují (long pozice) a prodávají (short pozice) účastníci, kteří chtějí mít jistotu nákupní/prodejní ceny elektřiny v období, pro které je futures určené, a tím dobře predikovatelné cash-flow.

Trh s futures funguje pomocí vývěsky, kdy jednotliví účastníci tohoto trhu zcela anonymně podávají své nabídky a poptávky nebo tyto nabídky a poptávky akceptují. V momentě kdy dojde k nákupu (například 1 MWh base load červenec 2015) je stanovena počáteční cena futures. Na konci každého dne je stanovena denní cena futures, což může být například cena posledního obchodu, nebo průměr cen několika posledních obchodů. Každý den se provádí vypořádání zisků a ztrát, kdy dochází k přesunu finančních prostředků od nakupujícího k prodávajícímu z maržových účtů, nebo naopak. Daná částka se vypočítá následovně:

$$\Delta_{FK} = (p_2^{FK} - p_1^{FK}) * FK * H \quad (1)$$

Δ_{FK}	částka pro vypořádání zisků a ztrát	[pj ¹¹]
p_1^{FK}	denní cena futures předchozího dne (v případě dne ve kterém bylo futures zobchodováno, cena za kterou bylo futures koupeno/prodáno)	[pj/MWh]
p_2^{FK}	aktuální denní cena futures	[pj/MWh]
FK	množství zobchodovaných kontraktů	[-]
H	počet hodin v daném kontraktu (například pro červenec 24*31)	[-]

Pokud se hodnota maržového účtu dostane pod stanovenou hranici, musí se maržový účet doplnit, nebo nastane k takzvanému „margin call“, čili automatickému uzavření obchodní pozice. V případě, že se cena futures v daném dnu zvýší, pak částku Δ_{FK} platí prodávající kupujícímu, v případě poklesu ceny je situace opačná. Toto se opakuje až do

¹¹ Jednotka „pj“ je v celém dokumentu použita ve smyslu „peněžní jednotky“

závěrečného dne obchodování. V případě, že je obchodován futures s fyzickou dodávkou, dojde k převedení technických a cenových parametrů na denní trh jako poptávka a nabídka.

V případně finančního vyrovnání se na denní trh poptávka ani nabídka nezadáva. Na konci splatnosti se určí konečná cena finančního vypořádání, která se spočítá jako aritmetický průměr cen elektřiny v každé hodině splatnosti futures na denním trhu, a dojde k poslednímu vypořádání zisků a ztrát. [1][9]

1.9 Opce

Opce je právo kupujícího koupit (call opce) nebo prodat (put opce) elektřinu za předem sjednanou cenu (strike). Toto právo kupující může, ale nemusí uplatnit. Cena za tuto možnost, kterou kupující prodávajícímu platí, se nazývá prémie. Opce se na trhu s elektřinou zatím moc nevyskytují. Existují však dva základní druhy a to americká opce, kdy kupující může své právo uplatnit kdykoliv v průběhu života opce, a evropská, při které může kupující uplatnit své právo pouze v dnu splatnosti.[1]

1.10 Bilaterální kontrakty

Bilaterální (OTC¹²) kontrakty jsou uzavírány mezi dvěma stranami bez jakékoliv kontroly burzy či jiné instituce. Tyto obchody nejsou nijak standardizované a účastníci tedy nejsou limitováni pouze instrumenty, které nabízí burza, ale mohou uzavřít obchod libovolné velikosti, termínu, periody dodávky i způsobu vypořádání. Vzhledem k absenci dohledové autority je zde větší kreditní riziko. OTC obchody mají výrazně menší náklady na uzavření, proto jsou v současnosti, i přes větší rizikovost, době velmi hojně využívány. [10]

1.10.1 Forward

Typickým příkladem OTC kontraktu je forward. Kupující si s prodávajícím dohodnou

¹² Over-the-counter

množství elektřiny, termín, periodu dodávky a cenu. Na rozdíl od kontraktu futures nemusí nutně docházet ke každodennímu k vypořádání zisků a ztrát. Kupující s prodávajícím se na tomto vypořádání mohou individuálně domluvit. [11]

2 ZÁVISLOSTI CEN FUTURES

2.1 Obecný úvod

Elektrárna je v podstatě výrobní podnik, kde na vstupu je určitý zdroj energie a na výstupu energie elektrická. Postavení a provozování elektrárny lze tedy chápat jako opci na výrobu elektřiny, která může být využívána po celou dobu její životnosti. Tuto dobu můžeme rozdělit po hodinových blocích, protože právě po takovýchto blocích se uplatňuje elektřina na volném trhu, takže ve výsledku můžeme vidět elektrárnu jako soubor hodinových opcí na výrobu elektřiny. Vzhledem k neskladovatelnosti elektrické energie nemůžeme tyto opce chápat jako v čase přenositelné, takže rozhodnutí o výrobě se musí dělat pro každou hodinu zvlášť. Vzhledem k faktu, že ceny paliv jsou proměnlivé a špatně predikovatelné, stejně tak jako cena elektřiny na spotovém denním trhu, by byl zisk z takovéto činnosti velmi nejistý.

Obchodováním na trhu s futures má majitel elektrárny možnost své zisky udělat lépe predikovatelné a méně nejisté. Futures kontrakty může majitel zafixovat prodejní cenu po dobu plánované dodávky. Při zafixování příjmů může jít ruku v ruce zafixování nákladů, především pak těch palivových. Dále se může jednat například o emisní povolenky, pokud daná elektrárna emise vypouští a systém povolenek je aplikován.

V případě uhelné či plynové elektrárny lze tedy tímto způsobem skoro zcela eliminovat riziko, které spočívá v nejasné predikovatelnosti prodejní ceny elektrické energie a nákupní ceny emisních povolenek a paliva. Tímto se ale nelze zbavit celého rizika, které v tomto podnikání existuje, ale například pravidelnou údržbou elektrárny, lze snížit riziko poruchy na přijatelnou úroveň.

V případě dokonale likvidního a soutěžního trhu s elektřinou, palivem i povolenkami a za předpokladu stejného paliva, účinnosti a technologie a nulovém riziku poruchy, by pak cena futures elektřiny rovnala ceně futures za emisní povolenky a palivo. Díky tomuto argumentu můžeme očekávat přímou vazbu cen futures na cenu futures cenu emisních povolenek a paliva.

Na akciových trzích mají všichni stejné podmínky a stejná podkladová aktiva, která

mohou být uskladněna. Oproti tomu na trhu s elektřinou je podkladovým aktivem elektřina, která je neskladovatelná, každá elektrárna má jinou účinnost a může fungovat na různá paliva. Někteří výrobci elektrické energie, jako například solární či větrné elektrárny, mají navíc palivové náklady téměř rovné nule. Další překážkou je faktor času při snižování a zvyšování výroby, kdy u každé elektrárny trvají tyto procesy rozdílnou dobu, nemožnost snížení výkonu pod určitou hranici, či fakt, že některé elektrárny jsou ochotny prodávat elektřinu pod výrobními náklady, při vidině větších zisků v dalších hodinách. [12]

2.2 Modelování ceny

Existují dva základní přístupy jak modelovat cenu futures elektřiny. Prvním způsobem je modelovat spotové ceny na denním trhu a z nich poté odvozovat cenu futures. Druhým způsobem je rovnou modelovat cenu futures na základě technické analýzy a fundamentů. Ve svojí práci se věnuji druhému přístupu se zaměřením na dlouhodobé futures s roční dodávkou.

Konkrétními parametry, na kterých je závislá cena elektřiny u dlouhodobých kontraktů (převážně forwardů), se zabývá například Povh 2009 [17]. Forwardy i futures jsou z hlediska cenotvorby velmi podobné, proto i když je tato diplomová práce zaměřena na futures kontrakty, tak může čerpat z materiálů zabývajících se forwardy. Cena forwardu v roce t je založena na očekávané ceně kontraktu v době dodávky T diskontovaná bezrizikovou úrokovou mírou a prémie za riziko.

$$F_{t,T} = S_{t,T}(1 + r - \lambda)^{(T-t)} \quad (2)$$

F	cena forwardu	[pj/MWh]
S	předpokládaná cena forwardu v době dodávky	[pj/MWh]
r	bezriziková úroková míra	[-]
λ	prémie za riziko	[-]
T	rok dodávky	[rok]

t rok, ke kterému se vzorec vztahuje [rok]

Výše uvedená rovnice (Rovnice 2) je platná pro forward kontrakty s okamžitou splatností. Jak už jsem zmínil v kapitole 1.8, u futures kontraktů probíhá každodenní vypořádání zisků a ztrát a k vypořádání kontraktu dochází až v době dospělosti. Jediné vázané prostředky v čase jsou ty, které jsou alokovány na maržovém účtu. Rovnici (Rovnice 2) tedy můžeme zjednodušit do následujícího tvaru.

$$F_{t,T} = S_{t,T} \quad (3)$$

F	cena forwardu	[pj/MWh]
S	předpokládaná cena forwardu v době dodávky	[pj/MWh]
T	rok dodávky	[rok]
t	rok, ke kterému se vzorec vztahuje	[rok]

Neznámým parametrem je tedy předpokládaná cena forwardu $S_{t,T}$ v době dodávky. Tato cena je, jako u každé jiné komodity, řízena nabídkou a poptávkou. Poptávku můžeme dle Povh 2009 [17] dostatečně popsat počasím, ekonomickou aktivitou a demografickým rozložením obyvatelstva. Dle přednášky Doc. Jägera [18] je faktorů, které toto ovlivňují více. Nestačí pouze popsat stav ekonomiky, ale i strukturu průmyslu, kdy některá odvětví mohou být náročnější na spotřebu elektřiny nežli jiná. Dále nelze pouze říci, že záleží pouze na počasí, které implikuje vytápění, ale je nutné vzít v potaz i způsob vytápění v dané oblasti. Pokud je významná část vytápění realizována tepelnými čerpadly a přímotopy, pak se tato skutečnost může na poptávce výrazně projevit. Vzhledem k faktu, že tyto způsoby vytápění neprodukují v místě spotřeby žádné emise, stávají se častým cílem podpor ze strany států. Další roli hrají i sociální zvyky obyvatelstva či účinnost používaných technologií.

Nelze předpokládat, že by se výše uvedené faktory v čase nepředvídatelně skokově měnily. V úvahu připadá pouze ekonomická krize či nenadálá subvence spotřeby pro vytápění se strany státu. V článku Povh 2010 [28] je strana poptávky zjednodušena do

následujícího tvaru.

$$\ln(q_T^d) = \ln(c_T) + \eta \ln(P_T) \quad (4)$$

q^d	poptávané množství	[MWh]
c	očekávaná spotřeba elektřiny	[MWh]
η	cenová elasticita poptávky	[-]
P	spotová cena kontraktu	[EUR/MWh]
T	rok dodávky	[rok]

Povh 2010 [28] dále uvádí, že došel k závěru, že k dostatečnému popsání očekávané spotřeby stačí použít lineární model.

$$\ln(c_T) = \alpha_0 + \alpha_1 t \quad (5)$$

c_t	očekávaná spotřeba elektřiny	[MWh]
α_0	spotřeba v roce 0	[MWh]
α_1	zvýšení spotřeby za jeden rok	[MWh]
t	počet let od roku 0	[-]
T	rok dodávky	[rok]

Celkový vzorec pro poptávku tedy vypadá následovně.

$$\ln(q_t^d) = \alpha_0 + \alpha_1 t + \eta \ln(P_t) \quad (6)$$

Daný vzorec má z mého pohledu několik problémů. Jak ukazuje Bianco 2009 [29], cenová elasticita poptávky je naprosto minimální. Z tohoto důvodu příjmu zjednodušující fakt, že spotřeba elektřiny je neelastická. Dále je dle mého názoru rovnice (Rovnice 5) přílišným zjednodušením. V České republice i Německu je roční spotřeba elektrické energie od roku 2010 spíše konstantní, či klesající. [23][24][34]

Nabídku lze pak popsat cenou paliva, zásobou vody (v systémech, kde převládají akumulární vodní elektrárny), cenou emisních povolenek, výrobní kapacitou a cena elektrické energie v sousedních sestavách. Při dlouhodobé predikci je důležité najít co nejpřesnější očekávané hodnoty těchto fundamentálních proměnných.

Proměnné můžeme rozdělit na statické a proměnlivé. Statických proměnné jsou založeny na historických datech a očekává se jejich nárůst, jako například výrobní kapacity nebo ekonomický vývoj. Proměnlivé proměnné mají neohraničený dlouhodobý směr vývoje, například cena paliv, emisních povolenek a elektřiny v sousedních soustavách. Proti cenovým výkyvům těchto komodit se můžeme pojistit na jejich dlouhodobém trhu, a proto můžeme použít tyto dlouhodobé kontrakty na predikování ceny u dlouhodobých kontraktů elektřiny.

V článku (Povh 2009) vypočítávají cenu v době dodávky pouze z nabídkové křivky, konkrétně z forward cen paliv, povolenek a elektřiny v sousedních soustavách. Rovnice očekávané ceny forwardu v době dodání transformovaná do logaritmické podoby:

$$\ln(S_{t,T}) = \sum_i \alpha_i \ln(F_{t,T,i}^{paliva}) + \sum_j \beta_j \ln(F_{t,T,j}^{povol.}) + \sum_k \gamma_k \ln(F_{t,T,k}^{el.s.s.}) \quad (7)$$

$S_{t,T}$	předpokládaná cena forwardu v době dodávky	[EUR/MWh]
$F_{t,T,i}^{paliva}$	cena forwardu jednotlivých paliv používaných pro výrobu el. en.	[EUR/mj] ¹³
$F_{t,T,j}^{povol.}$	cena forwardu povolenek, potřebných pro výrobu el. en. (CO ₂ , SO ₂)	[EUR/mj]
$F_{t,T,k}^{el.s.s.}$	cena forwardu el en. v sousedních soustavách	[EUR/mj]

¹³ Jednotka „mj“ je v celém dokumentu použita ve smyslu „množstevní jednotky“

α_i	regresní koeficient ceny paliva i	[-]
β_j	regresní koeficient ceny povolenky j	[-]
γ_k	regresní koeficient ceny el. en. v soustavě k	[-]
T	rok dodávky	[rok]
t	den, ke kterému se vzorec vztahuje	[rok]

V tomto článku se analyzovaly futures elektřiny na trhu Nord Pool a ze statistických analýz vyšlo najevo, že cena futures elektřiny závisí nejvíce na ceně uhlí, povolenek a ceně elektřiny na EEX. [17]

2.3 Ceny v sousedních soustavách

Elektřina patří mezi komodity, které se dají poměrně jednoduše transportovat s minimálními náklady. Přenosové soustavy jsou z historických důvodů vybudovány uvnitř jednotlivých států s nevelkým očekáváním přeshraničních toků. S liberalizací trhu s elektřinou v Evropě se začali tyto linky mezi soustavami více rozvíjet. Jak už bylo výše zmíněno, pro Českou republiku má největší význam propojení s Německem. Toto propojení je realizováno do přenosových sítí 50HzT na severozápadě a TenneT na jihozápadě našeho území. Na obou těchto profilech jsou volné kapacity pro obchod, které se pohybují v rozmezí od 0 až do 2 GW na vývoz a dovoz.

Tyto volné kapacity by tedy naznačovaly, že mezi německým a českým trhem bude velmi silná závislost. Dá se rovněž předpokládat, že německá burza (EEX), která měla v roce 2013 objem 1 263,9 TWh¹⁴, bude silně implikovat burzu českou (PXE), s objemem 29,67 TWh a ne naopak. Z toho také vyplívá daleko větší likvidita burzy EEX a i z toho důvodu se velké množství elektřiny vyrobené/spotřebované v ČR, obchoduje právě na německém trhu.

¹⁴ Terawatthodina

Na grafu (Graf 2.1) je znázorněn vývoj cen base load ročních kontraktů s dodávkou v roce 2015. Tohoto grafu jasně vyplývá silná korelace mezi cenou elektřiny v ČR a soustavě Phelix. Jistá korelace je vidět i s cenou elektřiny pro Francii, ale ta už není tak silná. Přehled korelací znázorňuje tabulka (Tab. 2.1). Korelace mezi ČR a soustavou Phelix je rovna 0,997 což se dá považovat za téměř dokonalou korelaci.

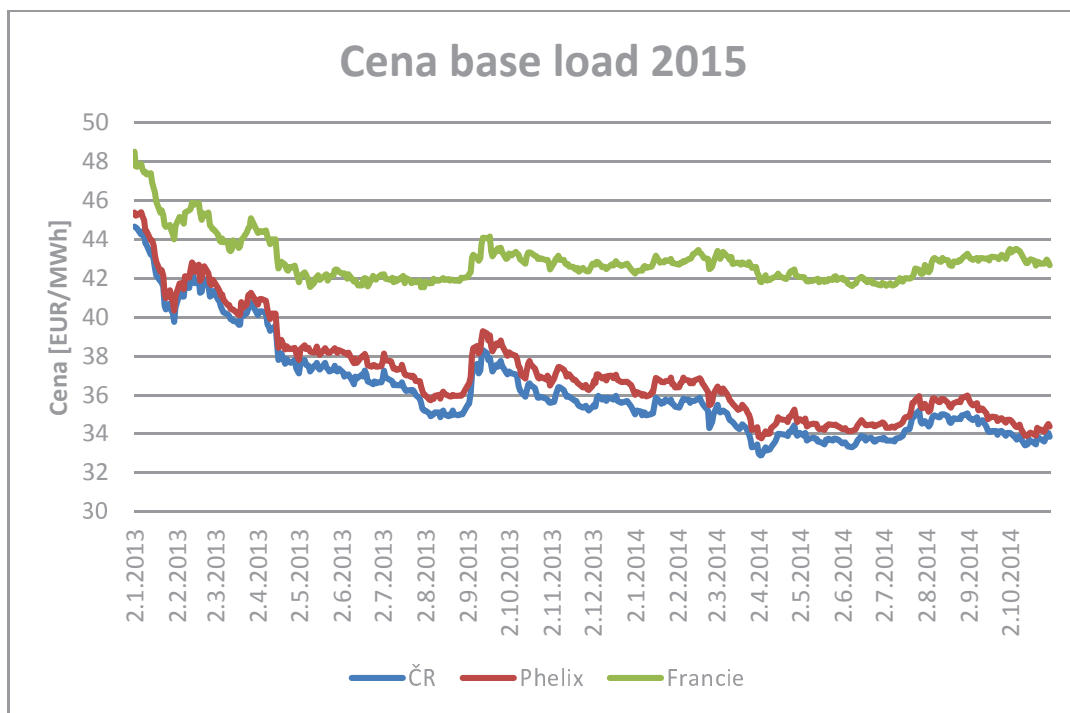
Korelace je závislost dvou sledovaných veličin. Korelační koeficient může nabývat hodnot $< -1; 1 >$. Při nezávislosti dvou veličin nabývá korelační koeficient hodnoty kolem nuly. Čím kladnější závislost, tím se hodnota víc blíží 1, pro negativní závislosti se blíží -1. Korelační koeficient se vypočítá následovně (Rovnice 8).

$$\rho_{X,Y} = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{E(X^2) - E^2(X)}\sqrt{E(Y^2) - E^2(Y)}} \quad (8)$$

ρ	korelační koeficient	[-]
X, Y	zkoumané veličiny	[libovolný]

Tab. 2.1 Přehled korelačních koeficientů mezi cenami ročních futures v různých soustavách

	ČR	Phelix
Phelix	0,997	
Francie	0,812	0,804



Graf 2.1 Vývoj ceny futures base load 2015

2.4 Vztah ceny roční a čtvrtletních futures

V této části chci ověřit předpoklad, že cena ročního futures by se měla rovnat váženému průměru cen futures na čtvrtletí daného roku, s počtem dní ve čtvrtletí jako váhami. Jako podkladová data použiji údaje z Phelix, českého a francouzského trhu futures baseload s finančním vypořádáním a cenu vypořádání ze dne 29. 11. 2014. Data jsou znázorněna v tabulce (Tab. 2.2).

Tab. 2.2 Tabulka cen vypořádání ze dne 29. 11. 2014

Future	Phelix cena [EUR/MWh]	Francie cena [EUR/MWh]	ČR cena [EUR/MWh]	Počet dní
CAL-15 ¹⁵	35,48	42,76	35,00	365
Q01-15 ¹⁶	37,33	51,60	36,90	90
Q02-15 ¹⁷	32,68	34,64	32,35	91
Q03-15 ¹⁸	34,40	34,52	34,00	92
Q04-15 ¹⁹	37,52	50,38	36,76	92

Lze tedy předpokládat platnost následující rovnice:

$$(CAL-15) - \frac{(Q01-15) * 90 + (Q02-15) * 91 + (Q03-15) * 92 + (Q04-15) * 92}{365} = 0 \quad (9)$$

<i>CAL-15</i>	cena roční futures s dobou dodávky 2015	[EUR/MWh]
<i>Q01-15</i>	cena futures s dobou dodávky 1. čtvrtletí roku 2015	[EUR/MWh]
<i>Q02-15</i>	cena futures s dobou dodávky 2. čtvrtletí roku 2015	[EUR/MWh]
<i>Q03-15</i>	cena futures s dobou dodávky 3. čtvrtletí roku 2015	[EUR/MWh]
<i>Q04-15</i>	cena futures s dobou dodávky 4. čtvrtletí roku 2015	[EUR/MWh]

¹⁵ Futures s celoroční dodávkou v roce 2015

¹⁶ Futures s dodávkou v prvním čtvrtletí roku 2015

¹⁷ Futures s dodávkou v druhém čtvrtletí roku 2015

¹⁸ Futures s dodávkou v třetím čtvrtletí roku 2015

¹⁹ Futures s dodávkou v čtvrtém čtvrtletí roku 2015

Tab. 2.3 Výsledky rovnice (Rovnice 9) pro den 29. 11. 2014

Trh	Hodnota Rovnice 9
Phelix	-0,00005
Francie	0,00099
ČR	0,00063

Z tabulky (Tab. 2.3) je jasně vidět, že daný předpoklad platí, což vzhledem k fungování futures kontraktů to není překvapivé. Někdo by mohl namítat, že čtvrtletní futures by měli být s ohledem na cenu peněz levnější, ale při obou způsobech pokrytí ročního zatížení dochází ke každodennímu vypořádání zisků a ztrát, které trvá po stejných 365 dní. Množství vázaných prostředků na maržovém účtu je tedy pro obě dvě varianty stejné. Při prudkých pohybech v cenách je ale možné, že rovnice (Rovnice 9) nebude dodržena a byla by teda příležitost pro ziskový arbitrážní²⁰ obchod.

2.5 Závislost na ceně paliv

Jak již bylo zmíněno v části 2.1, elektrárna je výrobní podnik, kde na vstupu je určitý zdroj energie a na výstupu energie elektrická. Zdrojem energie může být například potenciální energie vody, světelná energie slunce, kinetická energie větru, chemická energie v uhlí či plynu nebo jaderná energie v jádrech uranu. Energie větru, vody a slunce je v podstatě zadarmo a nepřináší žádné dodatečné náklady na výrobu elektrické energie, nicméně v ČR ani v Německu zatím elektřina vyrobená tímto způsobem netvoří většinu, a to i přes masivní podporu jakou se těmto zdrojům dostalo. Výjimkou jsou jenom země, které mají ke stavbě těchto zdrojů dobré podmínky, jako je například Norsko, kde více než 98 % poptávky je pokryto z vodních elektráren.[19][20][21]

²⁰ Způsob bezrizikového ziskového obchodu, který využívá odlišnosti cen na různých trzích [14]

Většina vyrobené elektřiny stále pochází ze zdrojů, kde větší či menší roli hraje cena paliva. Poměr palivových nákladů na vyrobenou megawatthodinu je jednak jiný pro každý typ elektrárny, kdy záleží na ceně použitého paliva, tak je jiný i pro každou elektrárnu zvlášť, byť stejného typu. Zde záleží na účinnosti přeměny energie v palivu na energii elektrickou.

2.5.1 Druhy elektráren a jejich závislost na cenách paliva

V současné době jsou používány tři hlavní typy palivových elektráren. Jaderné, uhelné a plynové/paroplynové. K pochopení jak velkou část z provozních nákladů tvoří palivové náklady, nám pomůže tabulka (Tab. 2.4).

Tab. 2.4 Průměrné palivové a celkové provozní náklady elektráren v USA na MWh [22]

Rok	Palivové náklady [USD/MWh]			Celkové provozní náklady [USD/MWh]		
2002						
2003						
2004						
2005						
2006						
2007						
2008						
2009						
2010						
2011						
2012						

Z tabulky (Tab. 2.4), která zobrazuje celkové provozní náklady a palivové náklady mezi lety 2002 a 2012 přepočtené na 1 MWh. Nejdůležitějším závěrem, který může být z této tabulky vyvozen, je dle mého názoru poměr palivových nákladů na celkových provozních nákladech. Tento poměr vychází pro

- jaderné elektrárny 26 %,
- uhelné elektrárny 77 % a
- plynové/paroplynové elektrárny 89 %.

Z toho vyplývá závislost jednotlivých typů elektráren na cenách paliva, jako primárního zdroje energie. Největší závislost na ceně paliva mají paroplynové elektrárny, kde palivové náklady tvoří skoro 90 % veškerých provozních nákladů. Nejmenší závislost na ceně paliva mají podle očekávání jaderné elektrárny.

Celkové provozní náklady na MWh jsou velmi důležitým faktorem. Tyto náklady jsou totiž zároveň i minimální prodejní cenou elektřiny. Pokud nebude možná z daného zdroje elektřinu dlouhodobě prodávat za částku vyšší, než jsou tyto náklady, pak se nevyplatí elektrárnu provozovat a z ekonomického hlediska by bylo výhodnější danou elektrárnu z provozu vyřadit. Celkové provozní náklady se skládají ze stálých a proměnných nákladů. Mezi stále náklady patří například mzdy zaměstnanců a údržba, do proměnných pak náklady na palivo a jeho dopravu, emisní povolenky a nakládání s odpadem.

2.5.2 Energetický mix ve sledovaných soustavách

Dalším velmi důležitým faktorem, který je nutný prostudovat je i zastoupení jednotlivých typů elektráren v energetickém mixu sledované oblasti. V bodě 2.5.1 jsem ukázal vysokou závislost paroplynových elektráren na ceně paliva, ale pokud by tento typ elektrárny byl v soustavě zastoupen pouze v sporadicky, pak je možné se domnívat, že by cena plynu jako paliva neměla na cenu futures s roční délkou dodání znatelný vliv. Energetický mix může být posuzován jak z hlediska instalovaného výkonu, tak i z hlediska vyrobené energie.

Tab. 2.5 Podíl jednotlivých typů elektráren na vyrobené elektrické energii v ČR [24][25]

Rok \ Typ el.	PE ²¹	JE ²²	PPE ²³ +PSE ²⁴	VE ²⁵ +PVE ²⁶	FVE ²⁷	VTE ²⁸
2010	58,2 %	32,6 %	4,2 %	3,9 %	0,7 %	0,4 %
2011	57,1 %	32,3 %	4,5 %	3,2 %	2,4 %	0,5 %
2012	54,0 %	34,6 %	5,1 %	3,4 %	2,5 %	0,5 %
2013	51,4 %	35,3 %	6,1 %	4,3 %	2,4 %	0,5 %
2014	51,7 %	35,2 %	6,6 %	3,5 %	2,5 %	0,6 %

Tab. 2.6 Podíl jednotlivých typů elektráren na instalovaném výkonu v ČR (konec roku) [24][25]

Rok \ Typ el.	PE	JE	PPE+PSE	VE+PVE	FVE	VTE
2010	53,6 %	19,4 %	5,1 %	11,0 %	9,8 %	1,1 %
2011	53,3 %	19,6 %	5,4 %	10,9 %	9,7 %	1,1 %
2012	51,9 %	19,7 %	6,2 %	10,8 %	10,2 %	1,3 %
2013	51,3 %	20,4 %	6,3 %	10,6 %	10,1 %	1,3 %
2014	49,7 %	19,6 %	9,7 %	10,3 %	9,4 %	1,3 %

Z tabulek (Tab. 2.5, Tab. 2.6) lze dojít k závěru, že nejdůležitějším z palivových typů

²¹ Parní elektrárny – převážně uhelné

²² Jaderné elektrárny

²³ Paroplynové elektrárny

²⁴ Parní elektrárny

²⁵ Vodní elektrárny

²⁶ Přečerpávací vodní elektrárny

²⁷ Fotovoltaické elektrárny

²⁸ Větrné elektrárny

elektráren jsou elektrárny parní, které jsou přibližně z 90 % na hnědé uhlí. Toto uhlí ale většinou pochází z velmi blízkých zdrojů, protože vzhledem k jeho menší výhřevnosti je jeho transport velmi nákladný. Kontrakty na hnědé uhlí mohou být ale sjednávány jako procento z ceny ARA²⁹ uhlí, které je obchodovatelné na burze, a proto jeho cena může ovlivnit i hnědouhelné elektrárny. Jaderné elektrárny mají též velký podíl na vyrobené elektřině, ale jak jsem ukázal v části 2.5.1, tyto elektrárny jsou z palivových typů elektráren na ceně paliva závislé nejméně. Paroplynové a plynové elektrárny mají na celkovém instalovaném výkonu, mají podíl poměrně malý. Navíc většina takto vyrobené elektřiny v ČR nepoužívá jako palivo zemní plyn, ale bioplyn z lokálních zdrojů. [24][25][26]

V kapitole 2.3 jsem poukázal na silnou korelaci mezi českým a německým (Phelix) trhem, s tím, že situace v Německu velmi ovlivňuje elektroenergetiku v ČR. Z toho důvodu je potřeba se podívat i na složení energetického mixu v Německých přenosových soustavách.

Tab. 2.7 Podíl jednotlivých nositelů energie na vyrobené elektrické energii v Německu [25]

Rok \ Zdroj	Hnědé uhlí	Uran	Černé uhlí	Zemní plyn	Vítr	Voda	Biomasa	Slunce	Ostatní
2012	25,5%	15,8%	18,5%	12,1%	8,0%	3,5%	6,3%	4,2%	6,1%
2013	25,4%	15,4%	19,20%	10,7%	8,1%	3,6%	6,5%	4,9%	6,2%
2014	25,6%	15,9%	18,0%	9,6%	8,6%	3,4%	7,0%	5,8%	6,1%

²⁹ Uhlí s dodáním do přístavů v Amsterdamu, Rotterdamu a Antverpách

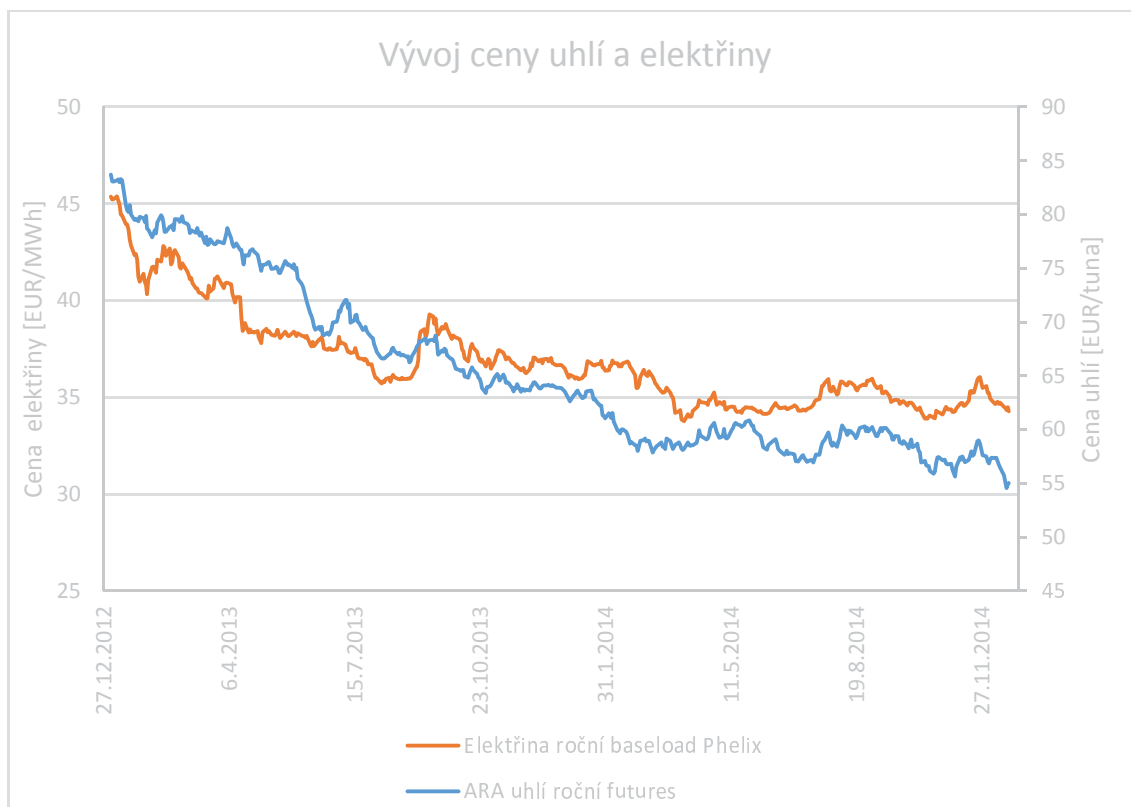
Tab. 2.8 Podíl jednotlivých nositelů energie na instalovaném výkonu v Německu [21]

Rok \ Zdroj	Hnědé uhlí	Uran	Černé uhlí	Zemní plyn	Vítr	Voda	Biomasa	Slunce
2010	14,6%	13,9%	19,5%	15,3%	17,4%	3,5%	4,3%	11,6%
2011	13,0%	7,9%	16,9%	17,8%	18,9%	3,7%	4,7%	17,1%
2012	13,0%	7,4%	15,4%	16,6%	18,8%	3,4%	4,6%	20,8%
2013	12,3%	7,0%	15,1%	16,4%	19,8%	3,3%	4,7%	21,4%
2014	12,0%	6,8%	15,7%	16,1%	20,1%	3,2%	4,6%	21,5%

V tabulkách (Tab. 2.7, Tab. 2.8) je vidět, že situace v Německu je obdobná jako v České republice s několika rozdíly. Oproti ČR můžeme v německém energetickém mixu najít více obnovitelných zdrojů. Co se týče palivových elektráren, pak se Německo liší výrazně v menším podílu jaderných elektráren na výrobě. Největším rozdílem je zastoupení černého uhlí a zemního plynu v palivovém mixu. Tyto dvě suroviny tvoří v ČR zanedbatelnou část palivového mixu pro výrobu elektřiny. V Německu se tyto dva zdroje podílí na výrobě elektřiny více než z 25 %. Z toho důvodu se můžeme domnívat, že závislost ceny futures jak pro Phelix, tak i pro ČR, bude z části jistě ovlivněna pohyby cen černého uhlí a zemního plynu. Černé uhlí je dobře dopravovatelné na velké vzdálenosti lodí a na krátké vlakem. Zemní plyn je dobře dopravovatelný plynovody i loděmi po moři.

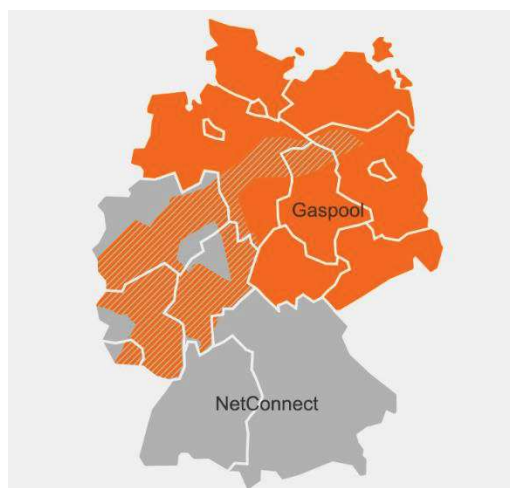
2.5.3 Cenová korelace futures uhlí a plynu s futures elektřiny

V této kapitole se zaměřím na korelaci cen uhlí a plynu s cenou elektřiny. Na grafu (Graf 2.2) je znázorněn vývoj ceny ročního futures ARA uhlí (FT2Y-CAL-15) s dodávkou v roce 2015, přepočtenou na cenu v eurech podle USD/EUR kurzu daný den a roční futures elektřiny Phelix (F1BY-CAL-15). V části 2.3 jsem ukázal na velmi silnou korelaci mezi futures s dodáním v ČR nebo v obchodní zóně Phelix, proto v této části budu ceny paliv porovnávat s cenou elektřiny Phelix. V grafu lze, při vhodně nastavených osách, pozorovat podobnost obou křivek.



Graf 2.2 Vývoj cen ročních futures ARA uhlí a elektřiny Phelix

V grafu (Graf 2.3) je znázorněn vývoj ceny ročního futures elektřiny Phelix (F1BY-CAL-15), zemního plynu NCG (G0BY-CAL-15) a Gaspool (G2BY-CAL-15). NCG a Gaspool je označení pro dvě odlišné obchodní oblasti Německa s plynem viz obrázek (Obr. 2.1).



Obr. 2.1 Mapa obchodních oblastí Německa s plynem [27]

Již na první pohled vidíme, že korelace mezi cenou plynu a elektřiny určitá korelace sice je, ale je výrazně slabší než korelace mezi cenou elektřiny a uhlí.



Graf 2.3 Vývoj cen ročních futures elektřiny Phelix a zemního plynu NCG a Gaspool

V tabulce (Tab. 2.9) je uveden přehled korelačních koeficientů. Mezi výše zmíněnými

futures paliv. Nejsilnější korelace s cenou elektřiny Phelix je s cenou uhlí ARA.

Tab. 2.9 Přehled korelačních koeficientů mezi cenou elektřiny, plynem a uhlím

	ARA CAL-15	NCG CAL-15	Gaspool CAL-15
Phelix CAL-15	0,972	0,752	0,776

2.6 Emisní povolenky

Dalším faktorem ovlivňujícím nabídku elektrické energie jsou emisní povolenky. Ty byly vytvořeny za účelem snížení emisí skleníkových plynů v atmosféře jako reakce na Kjótský protokol. Ten vstoupil v platnost 16. 2. 2005 a zavazoval státy ke snížení emise skleníkových plynů o v průměru 5,2 % (pro Českou republiku konkrétně o 8 %), v porovnání s rokem 1990, mezi lety 2008 a 2012. Emisní povolenky slouží podnikům v dotčených odvětvích jako povolení vypouštění skleníkových plynů do ovzduší v objemu v jakém emisní povolenky vlastní. Jakékoliv překročení této hranice je sankcionováno.

Obchodování s povolenkami se řídí metodou „cap-and-trade“, kdy je vydáno určité množství povolenek, se kterými se pak může volně obchodovat. Emisní povolenka může být použita v jakémkoliv státě využívajícím EU-ETS³⁰.

Implementace obchodování probíhalo v několika fázích. První fáze probíhala od začátku roku 2005 do konce roku 2007 a emisní povolenky byly přidělovány bezplatně. Následně je mohli subjekty využít nebo s nimi obchodovat, cena se pohybovala mezi 7 až 30 eury. Po zveřejnění výkazů za rok 2005 byl vidět převis nabídky nad poptávkou a trh se propadl až téměř na nulu. Po zveřejnění výkazů za rok 2006 se emisní povolenka stala bezcennou.

Druhá fáze probíhala v letech 2008 až 2012. V této fázi bylo uvolněno o 6,5 %

³⁰ EU emission trading system

povolenek méně a byly opět přidělovány zdarma s tím, že se nimi mohlo opět volně obchodovat.

Ve třetí fázi, která začala v roce 2013 a potrvá až do roku 2020, dochází ke změně a část povolenek se již nedává zadarmo, ale draží. Ve snaze snížit emise produkované elektrárnami stanovila EU, že tyto subjekty nedostanou emisní povolenky zdarma žádné. Výjimku si vyjednalo pouze pár zemí, včetně České republiky. Elektrárny v těchto zemích přejdou na aukční systém postupně a nikoliv naráz. [30][31]

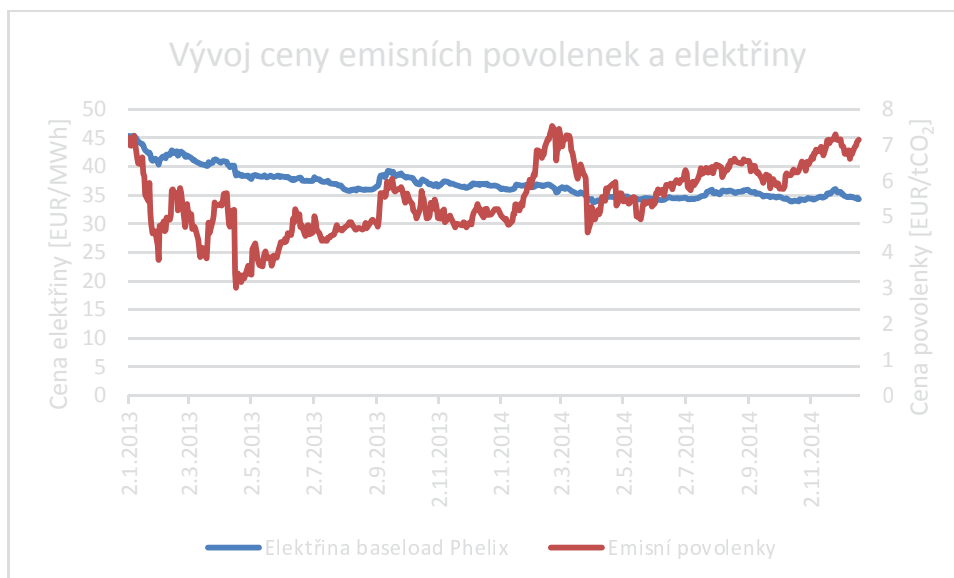
Elektrárny, které ke svému provozu potřebují emisní povolenky, jsou ty, co spalují zemní plyn, hnědé a černé uhlí. V tabulce (Tab. 2.10) je uvedena průměrná emise CO₂ pro jednotlivé druhy elektráren.

Tab. 2.10 Průměrná emise CO₂ pro jednotlivé druhy elektráren [32]

	hnědouhelná	černouhelná	paroplynová
Emise CO ₂ [kg ³¹ /MWh]	1062	720	415

Na grafu (Graf 2.4) je znázorněn vývoj ročního futures Phelix s dodávkou v roce 2015 a futures emisních povolenek na CO₂ s dodávkou v prosinci 2015. Na futures trzích se futures emisních povolenek obchodují vždy s dodávkou v prosinci, protože k vykazování použitých emisních povolenek a vyprodukovaných emisí dochází na přelomu roku. Korelační koeficient mezi těmito futures v daném období vychází -0,3, což značí nízkou míru záporné korelace. Vzhledem k tomu, že od roku 2013 jsou všechny německé elektrárny používající jako palivo uhlí či zemní plyn povinny pro veškeré své emise mít patřičný počet emisních povolenek, je zřejmé, že cena emisních povolenek bude ovlivňovat cenu elektrické energie vyrobené z těchto zdrojů, a to nikoliv záporně, ale kladně.

³¹ kilogram

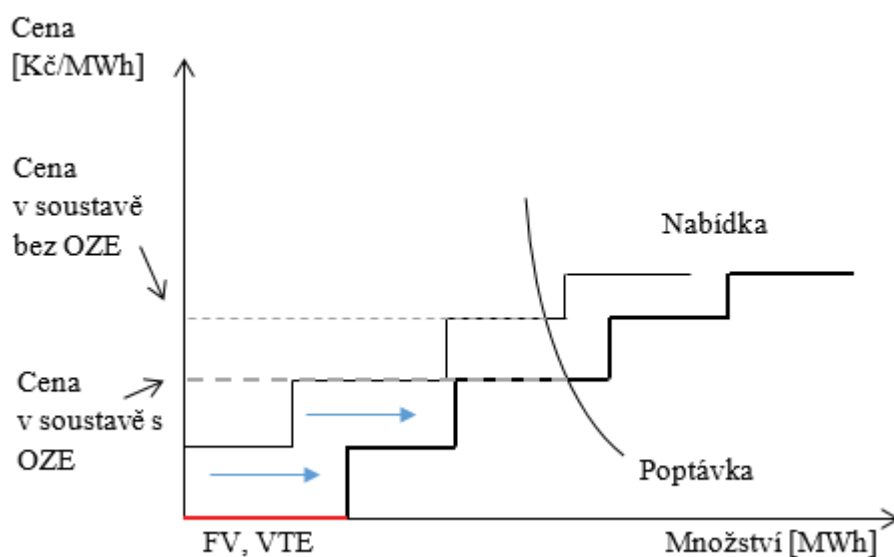


Graf 2.4 Vývoj ceny ročního futures Phelix s dodávkou v roce 2015 a futures emisních povolenek s dodávkou v prosinci 2015

2.7 Vliv podporovaných zdrojů

Posledním důležitým faktorem ovlivňujícím cenu elektrické energie jsou podporované zdroje energie (především fotovoltaické a větrné elektrárny), které mají minimální mezní provozní náklady. V případě, že jsou dané elektrárny podporované feed-in tarifem³², se může elektrárnám vyplatit vyrábět i za záporné ceny. Takovéto zdroje se pak umísťují v nabídkové křivce před konvenční zdroje a vytlačují je z trhu, čímž se sníží výsledná cena, viz obrázek (Obr. 2.2).

³² Způsob podpory, při kterém elektrárna dostane zapláceno za každou vyrobenou kWh



Obr. 2.2 Změna ceny elektrické energii v důsledku rozvoje obnovitelných zdrojů

Z článku Würzburg 2013 [33], který analyzuje různé studie vlivu obnovitelných zdrojů na cenu elektřiny, je uvedeno, že se většina odborné veřejnosti shoduje na názoru, že obnovitelné zdroje snižují cenu elektrické energie. Tento fakt se zdá jako naprosto logický, nicméně situace může nabýt i opačný směr v momentě, kdy na vyrovnávání výroby z obnovitelných zdrojů je nutné používat a udržovat drahé jednoduše regulovatelné zdroje. Článek porovnává a vyhodnocuje dosavadní studie a zároveň je rozšiřuje a přichází s vlastním modelem. Z tohoto modelu plyne, že každá gigawatthodina vyrobená fotovoltaickými nebo větrnými elektrárnami v obchodní zóně Phelix, sníží v dané hodině cenu elektrické energie v dané zóně průměrně o 1 euro. Očekávaný vliv na cenu futures by tedy měl odpovídat následující rovnici (Rovnice 10).

$$\Delta S_{t,T} = -\frac{(PV_T + VT_T)}{H} \quad (10)$$

- | | | |
|------------------|--|-----------|
| $\Delta S_{t,T}$ | rozdíl mezi hodnotou futures bez a
s obnovitelnými zdroji | [EUR/MWh] |
| PV_T | celková vyrobená elektřina fotovoltaickými
elektrárnami | [GWh] |

VT_T	celková vyrobená elektřina větrnými elektrárnami	[GWh]
H	počet hodin dodávky kontraktu	[-]
T	rok dodávky	[rok]
t	den, ke kterému se vzorec vztahuje	[den]

2.8 Regresní analýza

V této části chci ukázat vliv jednotlivých fundamentů zmíněných v kapitolách 2.5, 2.6 a 2.7 na cenu elektrické energie. Cena ročního futures elektřiny je závislou proměnnou a ceny futures plynu, uhlí a povolenek jsou proměnnými vysvětlujícími. Velmi dobře vyšla exponenciální regrese. Rovnice křivky pro exponenciální vyrovnání převedené do logaritmického tvaru (Rovnice 11) je uvedena níže.

$$\ln(F_{EL,t,T}) = \ln(\alpha) + \ln(\beta F_{uh,t,T}) + \ln(\gamma F_{pl,t,T}) + \ln(\delta F_{ep,t,T}) \quad (11)$$

F_{EL}	vypočítaná cena roční futures elektřiny Phelix	[EUR/MWh]
F_{uh}	cena roční futures uhlí ARA	[EUR/t]
F_{pl}	cena roční futures plynu Gaspool	[EUR/MWh]
F_{ep}	cena prosincové emisní povolenky CO ₂	[-]
$\alpha, \beta, \gamma, \delta$	regresní koeficienty	[-]
T	rok dodávky	[rok]
t	Den, ke kterému se rovnice vztahuje	[den]

Cílem je zvolit regresní koeficienty takové, aby se vypočítané ceny elektřiny co

nejvíce přibližovala té skutečné. K tomu se používá metoda nejmenších čtverců, která je blíže popsána v Kaňok 2015 [36]. Výpočet jsem prováděl pomocí programu Excel 2013 s futures s rokem dodání 2013, protože to byl první rok, kdy se elektrárnám v Německu a Rakousku přestaly přidělovat emisní povolenky zdarma. Následně jsem regresní funkci s vypočítanými koeficienty, které jsou v tabulce (Tab. 2.11), použil pro futures s rokem dodání 2014 a 2015. Data použitá pro výpočet byla vždy z roku, který předcházal roku dodávky. Pro výpočet koeficientů regresní funkce byly tedy použity data z roku 2013, a pro následné otestování zda tato regresní funkce platí i pro futures s rokem dodání 2014 a 2015 byly použity data z let 2013 a 2014.

Tab. 2.11 Přehled koeficientů regresní analýzy

Koeficienty	Exponenciální regrese
α	1,843
β	0,586
γ	0,103
δ	0,154

Tab. 2.12 Přehled průměrů a rozptylů reziduí, při použití regresní funkce (Rovnice 11)

s koeficienty uvedenými v tabulce (Tab. 2.11)

	Průměr reziduí ³³	Rozptyl ³⁴ reziduí	Rozptyl ceny futures elektřiny
Futures s dobou dodání 2013	0	0,306	4,765
Futures s dobou dodání 2014	-2,82	0,364	4,474
Futures s dobou dodání 2015	-4,31	0,126	0,683

V tabulce (Tab. 2.12) nízký rozptyl ukazuje, že vypočítaná regresní funkce dobře popisuje změny ceny elektřiny v závislosti na změně mnou zvolených vysvětlujících proměnných. Každý rok ovšem dochází k poklesu ceny o absolutní člen, což ukazuje klesající průměr reziduí.

Dalším problémem je silná autokorelace reziduí. Tento fakt lze dle Žváček 2012 [37] dokázat Durbin-Watsonovým testem podle následující rovnice (Rovnice 12).

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (12)$$

d	Durbin-Watsonův koeficient	[-]
e	náhodná porucha (reziduum)	[-]
n	počet pozorování	[-]

Durbin-Watsonův koeficient jsem vypočítal v hodnotě 0,21. Dle tabulek (Evans 2015) [38] můžeme tedy přijmout na úrovni významnosti 1 % přijmout hypotézu, že

³³ Reziduum je rozdíl mezi vypočítanou a skutečnou hodnotou, *Reziduum = skutečná hodnota – vypočítaná hodnota*

³⁴ Rozptyl udává, jak moc jsou hodnoty rozptýleny, více v Kaňok 2015 [36]

rezidua jsou pozitivně autokorelovaná, tedy že velikost rezidua závisí na velikosti rezidua předcházejícího.

Autokorelace náhodných poruch (reziduí) může být dle Žváček 2012 [37] způsobena použitím časově zpožděných proměnných, či chybnou specifikací modelu. Povh 2009 [17] se ve své analýze také potýkal s autokorelací náhodných poruch, kterou odstranil přidáním další závislé proměnné.

V tomto případě by bylo na místě přidat další proměnnou, která by vyjadřovala očekávanou výrobu obnovitelných zdrojů a jejímu výslednému ovlivnění ceny elektrické energie. Tokovou proměnou, ale nelze kvalitně vyjádřit a denní data o předpokládané celkové výrobě z obnovitelných zdrojů v letech dodávky nejsou veřejně publikována.

Co se týče posunu průměru reziduí o konstantní hodnotu, obnovitelné zdroje jsou důležitou příčinou. Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.7, článek Würzburg 2013 [33] zkoumá vliv elektřiny vyrobené z větrných a slunečních elektráren na ceny elektřiny na denním trhu. V tabulce (Tab. 2.13) jsou uvedeny hodnoty za rok 2013 a 2014. Pokud je dosadíme do rovnice (Rovnice 10), vypočítáme, že by futures elektřiny s dobou dodání v roce 2014 měla být o 1 euro levnější než v roce 2013. Průměr reziduí se ovšem nesnížil pouze o jedno euro, ale o 2,82 v roce 2014 oproti roku 2013. Z toho důvodu se lze domnívat, že na dané snížení má vliv více faktorů, například další podporované zdroje, které také zvýšili svoji výrobu [34]. Nicméně se ukazuje, že exponenciální regresní funkce, s výše uvedenými vysvětlujícími proměnnými, velmi dobře popisuje chování ceny. A to jak v roce pro který byla regresní funkce vytvořena, tak i pro roky další, kde jsou vypočítané ceny posunuty o konstantní částku od cen skutečných.

Tab. 2.13 Výroba elektrické energie z FVE a VTE v zóně Phelix v letech 2013 a 2014 [34][39]

	2013		2014	
	Energie z FVE [TWh ³⁵]	Energie z VTE [TWh]	Energie z FVE [TWh]	Energie z VTE [TWh]
Rakousko	zanedbatelné	3,0	zanedbatelné	3,6
Německo	31,0	51,7	34,9	56,0

2.9 Aplikace fundamentální analýzy pro predikci

Fundamentální analýzu s využitím regresní analýzy lze využít k predikci pohybu ceny v rámci dne i v rámci delšího období.

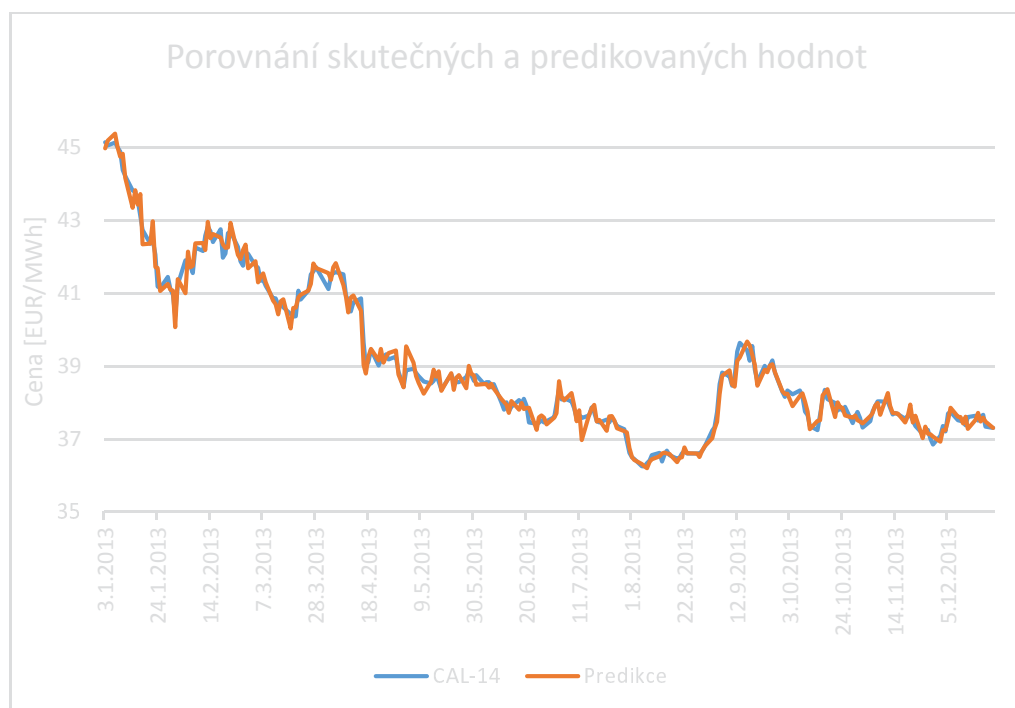
V rámci jednoho dne lze použít regresní analýzu v případě, že dojde ke změně ceny vysvětlující proměnné (futures ARA uhlí, plynu nebo emisních povolenek) a my potřebujeme vědět, jak to ovlivní cenu futures elektrické energie. V předcházející kapitole 2.8 jsem ukázal, že regresní funkce vytvořená na datech jednoho roku, lze použít i v roce následujícím. Je pouze potřeba odstranit chybu posunutí ceny o konstantní hodnotu, kterou jsem zmiňoval výše. Tuto lze odstranit, pokud budeme počítat pouze změnu ceny oproti předchozímu dni. Výslednou cenu lze tedy přibližně spočítat následovně (Rovnice 13).

$$F_{el,t,T} = F_{el,t-1,T} + F_{EL,t,T} - F_{EL,t-1,T} \quad (13)$$

F_{el}	cena roční futures elektřiny	[-]
F_{EL}	vypočítaná cena roční futures elektřiny dle regresní funkce předcházejícího roku	[-]
t	den	[den]

³⁵ Terawatt hodina

Při testování této rovnice (Rovnice 13) na datech z kapitoly 2.8, tj. na exponenciální regresní funkci pro futures s dodáním v roce 2013 s daty pro rok 2012 a použitím na data roku 2013 pro futures s rokem dodání 2014, je průměr reziduí takto vypočítaný cen od skutečné hodnoty roven 0, při rozptylu rovnu 0,05. Predikované a skutečné hodnoty jsou zobrazeny na grafu (Graf 2.5).



Graf 2.5 Porovnání skutečné ceny futures Phelix CAL-14 a predikovaných hodnot podle Rovnice 13

Pro predikci ceny v delším období je zapotřebí vlastnit kvalitní odhady vývoje cen závislých proměnných. Opět můžeme dosadit do regresní funkce vytvořené na datech roku předchozího. Od této hodnoty je ještě potřeba odečíst absolutní člen. Ten lze získat při aplikování oné regresní funkce na známá data téhož roku. Konstantní člen se rovná průměru takto získaných reziduí.

3 TECHNICKÁ ANALÝZA

Na rozdíl od fundamentální analýzy, kde se zkoumá závislost ceny na ostatních fundamentech, které jsem popisoval v předcházejících kapitolách, se technická analýza opírá pouze o data z finančního trhu daného aktiva, v mém případě trhu futures elektřiny. Murphy 1999 [35] definuje technickou analýzu jako „studování chování trhu pro účely předpovídání budoucích cenových trendů, především pomocí grafů“. Pro účely technické analýzy lze použít tři základní informace. Cena, zobchodovaný objem (dále již jen jako „objem“) a ve futures trhu lze přihlídnout i k množství otevřených kontraktů.

3.1 Předpoklady technické analýzy

Pro fungování technické analýzy jsou určující tři základní předpoklady, které v krátkosti popíši v dalších kapitolách

3.1.1 Trh v ceně zohledňuje všechny možné vlivy

Technická analýza je založena na základním předpokladu, že je cena ovlivněna všemi možnými vlivy (fundamentální vlivy, psychologické vlivy ...) a trh tyto vlivy adekvátně promítá do ceny daného aktiva. Z tohoto důvodu zastánci technické analýzy předpokládají, že není třeba zvláště provádět fundamentální analýzu, protože tato analýza je vlastně jimi prováděna skrz analýzu technickou, která v sobě fundamenty ovlivňující dané aktivum již obsahuje. Obchodníci využívající technickou analýzu tedy přesně neví, z jakého důvodu cena aktiva klesá či stoupá, protože věří, že znalost těchto důvodů není nutně nezbytná.

3.1.2 Cena se pohybuje v trendech

Dalším předpokladem je, že přestože se cena pohybuje náhodně, existují trendy cenového pohybu, ve kterých se po určité době cena aktiva pohybuje. Technická analýza předpokládá že „je větší pravděpodobnost pokračování trendu nežli jeho změna“[35].

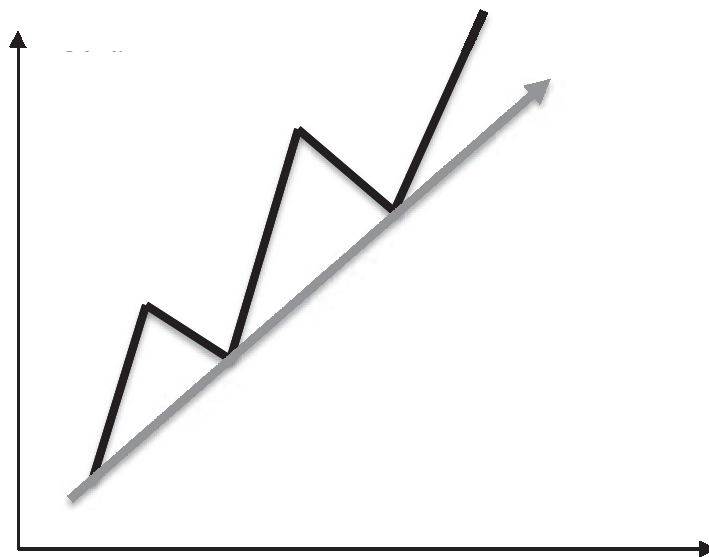
3.1.3 Historie se v čase opakuje

Velká část obchodování na burzách s různými podkladovými aktivy se točí kolem psychiky lidí, kteří na těchto burzách obchodují, a která se jeví jako v čase ne příliš měnící. Z toho důvodu lze na cenových grafech nalézt určité vzorce, podle kterých můžeme určit, zda na trhu převládá psychologie rostoucího, či klesajícího trendu. Tyto vzorce mají tendenci se opakovat.

3.2 Základní principy trendu

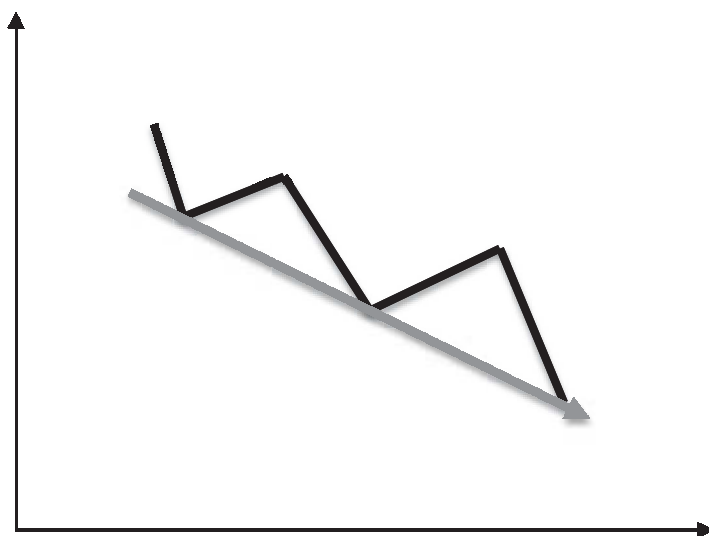
Jak už bylo zmíněno výše, existence trendů je pro technickou analýzu naprosto klíčová a nástroje používané v technické analýze, které zmíním později, jsou používány právě pro správné identifikování trendu. Existují tři druhy směrů trendu.

- Nahoru, takzvaný býčí trend (Graf 3.1);



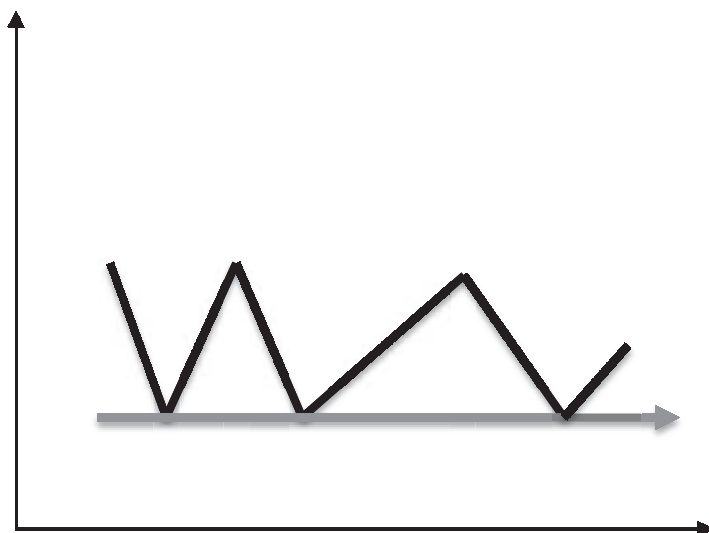
Graf 3.1 Býčí trend

- dolů, takzvaný medvědí trend (Graf 3.2) a



Graf 3.2 Medvědí trend

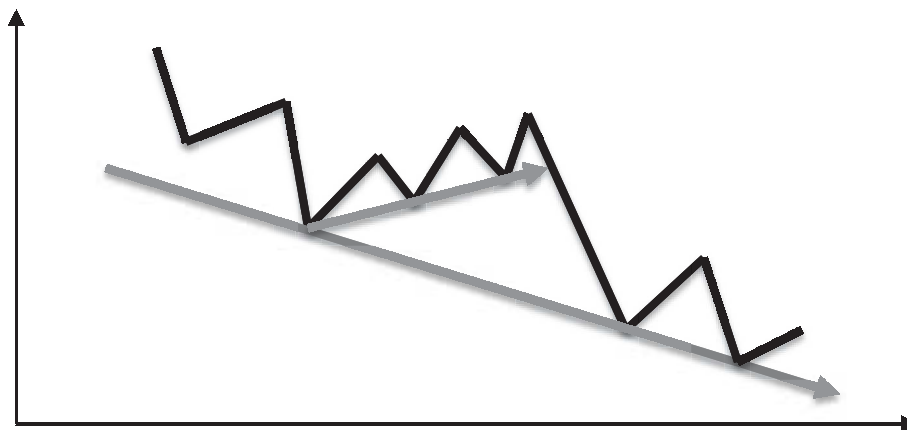
- do strany (Graf 3.3), kdy se nedá přesně identifikovat, o který trend se jedná. Tento trend je přítomný, pokud bylo dosaženo rovnováhy mezi nabídkou a poptávkou a nedochází k výrazné změně faktorů, které by je mohli ovlivnit. Přestože se jedná o trend, období, ve kterém se cena nachází v tomto trendu, se z důvodu absence medvědího či býčích trendu označuje jako beztrendové.



Graf 3.3 Trend do strany

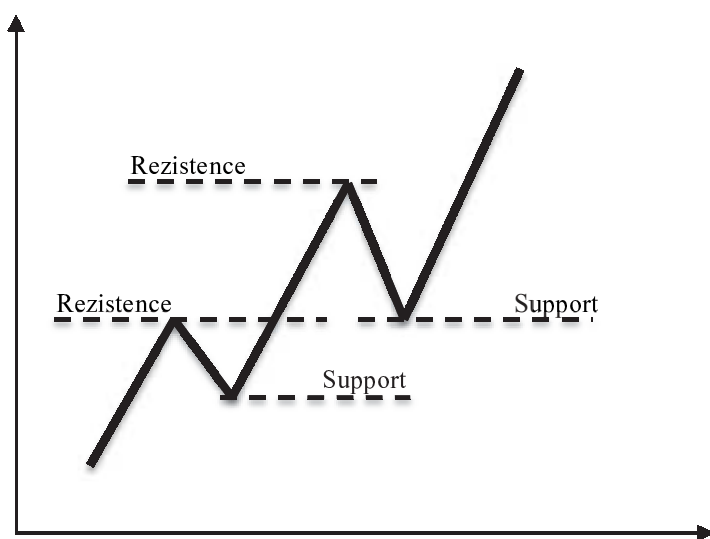
Podle Dow Theory můžeme rozdělit trendy i podle doby trvání na dlouhodobé,

střednědobé a krátkodobé. Ve futures trzích se za dlouhodobý trend považuje trend trvající déle než 3 až 6 měsíců, střednědobý delší než 1 měsíc a krátkodobý pod jeden měsíc, přičemž každý trend je součástí většího trendu a zároveň i jeho korekcí (Graf 3.4).

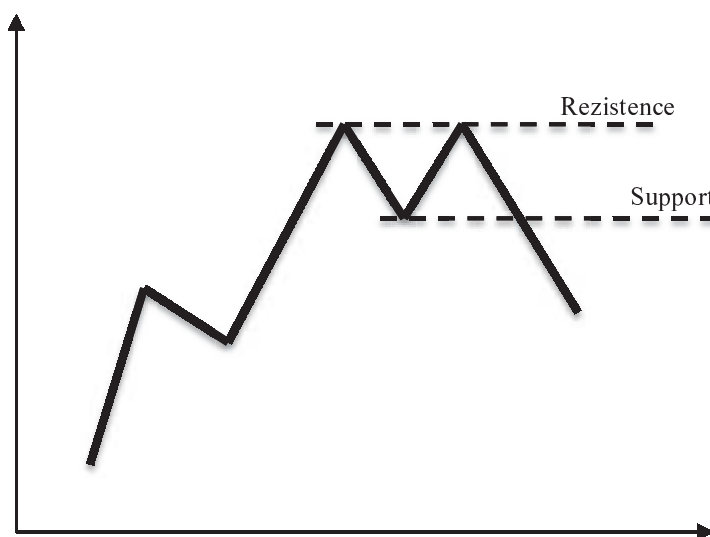


Graf 3.4 Býčí trend součástí dlouhodobějšího medvědího trendu

Jak je již vidět z výše uvedených grafů, cena se nepohybuje přímo, ale vytváří více či méně zubaté tvary. Lokální maxima či minima cenové křivky jsou pro trh velmi důležité, protože na daných úrovních vytváří supporty (lokální minima) a rezistence (lokální maxima). Support je taková cenová hladina, na které poptávka převýšila nabídku, a došlo ke změně směru křivky ceny směrem nahoru. Rezistence je naopak cenová hladina, nabídka převýšila poptávku a křivka ceny změnila směr směrem dolů (Graf 3.5). Při býčím trendu představují rezistence dočasné přestávky tohoto trendu, při medvědí trendu tyto přestávky představují supporty. Pro úspěšné pokračování trendu je důležité, aby při býčím trendu byla každá rezistence výše než ta předchozí. Při medvědí trendu je naopak důležité, aby každý support byl níže nežli support před ním. Pokud tomu tak není, může to být jedno z varování, že daný trend končí a přichází trend nový (Graf 3.6). Při každém přiblížení ceny k hladině supportu či rezistence jsou tyto cenové hladiny testovány, jestli je trh dost silný na to, aby tyto hladiny překonal. Pokud k prolomení dojde, rezistence se stává supportem a naopak (Graf 3.5).



Graf 3.5 Supporty a rezistence. Hladina rezistence se po prolomení stává supportem

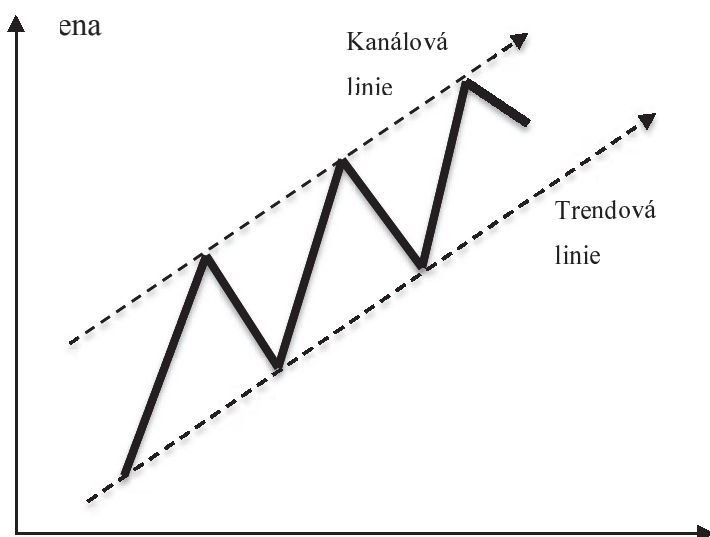


Graf 3.6 Neprolomení hladiny rezistence a následné prolomení hladiny supportu značí změnu směru trendu

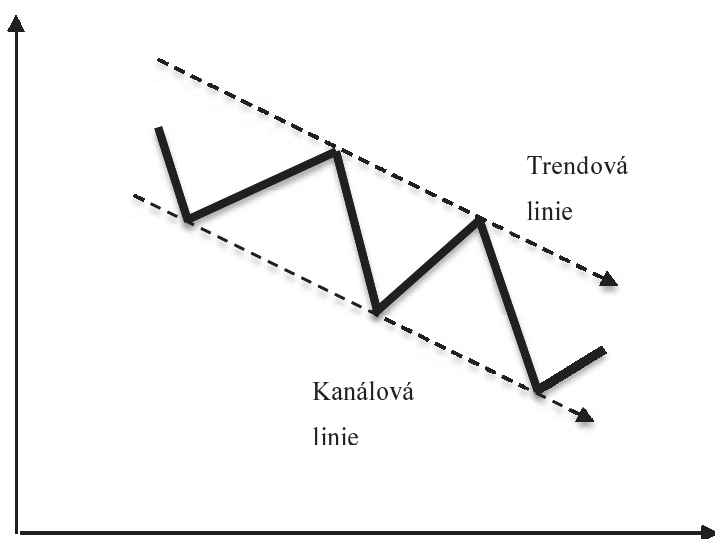
Supporty a rezistence se můžou tvořit na jakýchkoliv cenových hladinách, ovšem protože trh tvoří obchodníci, hraje v jejich tvoření velkou roli i psychika. Proto se supporty a rezistence tvoří velmi často na zaokrouhlených cenových hladinách, například násobky 10, 100 a 1000. Záleží, na jakém cenovém rozpětí je podkladové aktivum obchodováno. Hranice rezistence a supportu si také nelze představit jako naprosto přesné

čáry, jak to zde pro zjednodušení předkládám, ale jako velmi úzké pásy. O prolomení supportu či rezistence můžeme mluvit v případě, že cena projde celým pásem. Nastavení šíře tohoto pásu je na každém obchodníkovi a nelze zde použít jednotné pravidlo. Při krátkodobém obchodování je toto pásmo samozřejmě užší než při dlouhodobém. Obecně lze říci, že změna směru vývoje ceny je na hladinách supportu a rezistence mnohem pravděpodobnější než jinde. Čím vícrát support nebo rezistence byly cenovým vývojem otestovány a přitom nebyly překonány, tím jsou tyto hladiny významnější a jejich neproražení je tedy i více pravděpodobné.

Dalším důležitým ukazatelem jsou takzvané trendové linie určující jednak směr trendu, ale i umístění lokálních minim, či maxim. Při býčím trendu se trendová linie nachází na přímce procházející lokálními minimy, při medvědímu trendu se trendová linie nachází na přímce procházející lokálními maximy. V některých případech je přítomna i kanálová linie, která společně s trendovou linií vytváří kanál, ve kterém se cena v čase pohybuje (Graf 3.7, Graf 3.8). Tyto linie můžeme považovat za určitý druh supportu (trendová linie při býčím trendu a kanálová linie při medvědímu trendu) a rezistence (kanálová linie při býčím trendu a trendová linie při medvědímu trendu). Čím vícekrát byla trendová linie testována na průnik, tím je trend silnější a má větší tendenci se udržet. Proniknutí trendové linie může značit konec dosavadního trendu.

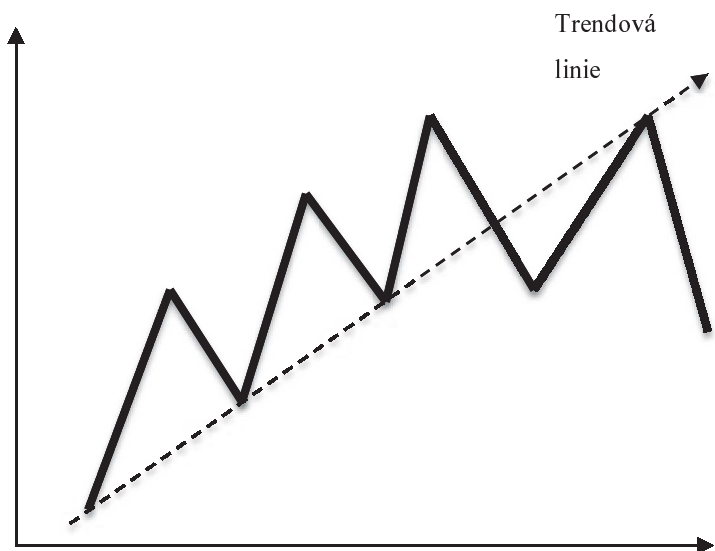


Graf 3.7 Trendová a kanálová linie při býčím trendu



Graf 3.8 Trendová a kanálová linie při medvědímu trendu

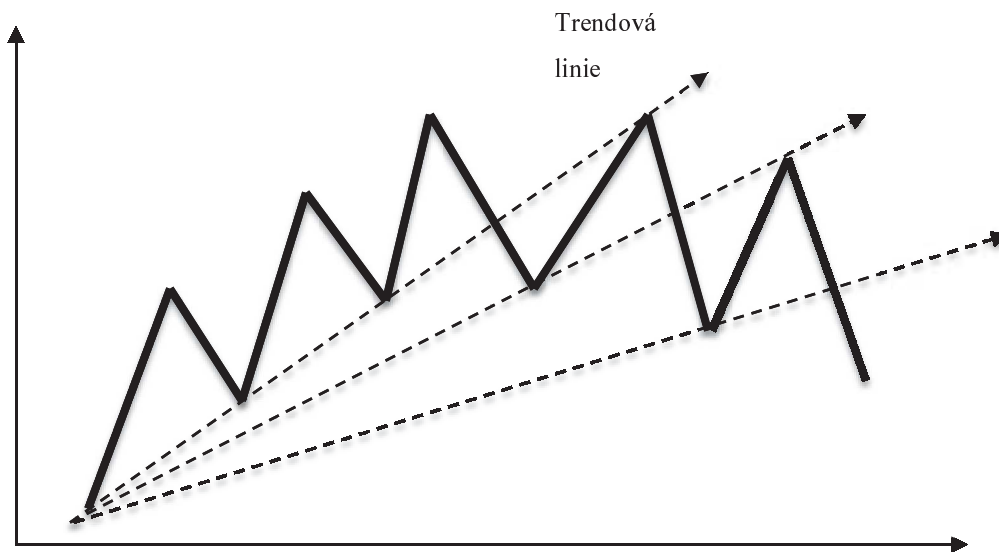
Jak jsem již dříve zmínil, trendové linie se chovají jako supporty či rezistence, z tohoto důvodu se i u trendových linií vyskytuje vzorec, že se trendová linie, která byla supportem, stává rezistencí a naopak (Graf 3.9).



Graf 3.9 Trendová linie se při změně trendu ze supportu stává rezistencí

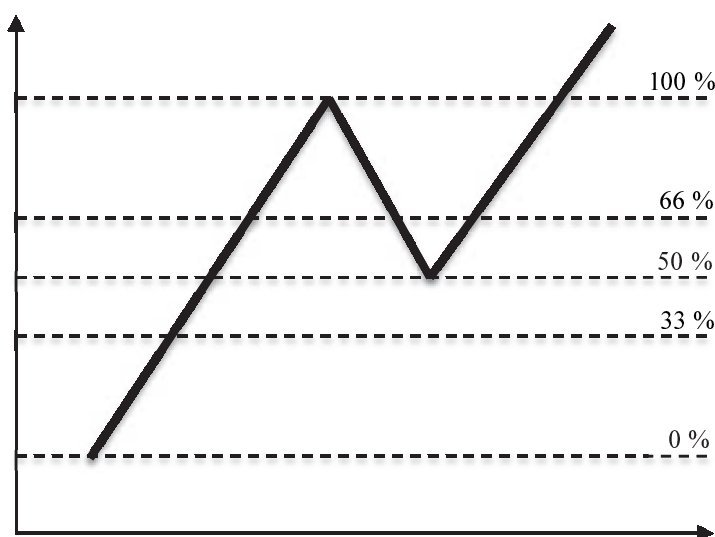
V některých případech se můžeme setkat s takzvaným principem vějíře, kdy jsou opakovaně kresleny nové trendové linie, které jsou proráženy a stávají se novými

rezistencemi/supporty (Graf 3.10).



Graf 3.10 Princip vějíře

Vzhledem k faktu, že se se křivka ceny nepohybuje přímo, ale v určitých zubech. Po určité době, kdy cena roste, začne poté i klesat a naopak. Pokud se cena pohybuje stále v trendu, pak tento protipohyb nedojde až k hodnotě, na které cena začala růst/klesat, ale dle technické analýzy by se měla zastavit na určitých hodnotách a vrátit se zpět do směru trendu. Jak je zobrazeno na Graf 3.11, hlavními hodnotami je 33 – 38 %, 50 % a 62 – 66 %.



Graf 3.11 Úrovně obratu směřování ceny

V této kapitole jsem představil hlavní principy trendu a základní vzory, podle kterých se daný trend určuje. V další kapitole popíši vzory a chování při změně trendu.

3.3 Reverzní formace

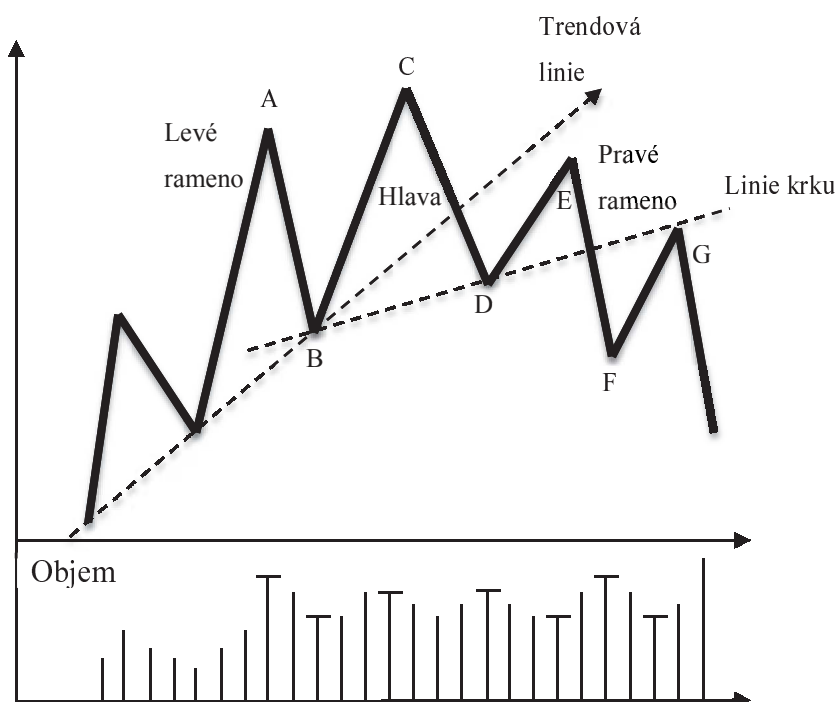
Pro použití reverzních formací trendu je potřeba splnit několik předpokladů a pravidel:

- reverzní formaci musí předcházet trend nahoru nebo dolů,
- prvním signálem změny trendu je porušení významné trendové linie,
- čím větší reverzní formace, tím větší bude následný pohyb ceny,
- formace po býčím trendu jsou většinou kratší a více volatilní,
- formace po medvědím mají menší cenové rozpětí, ale jsou delší v čase,
- objem je většinou více důležitý pro formaci končící býčí trend.

3.3.1 Hlava a ramena

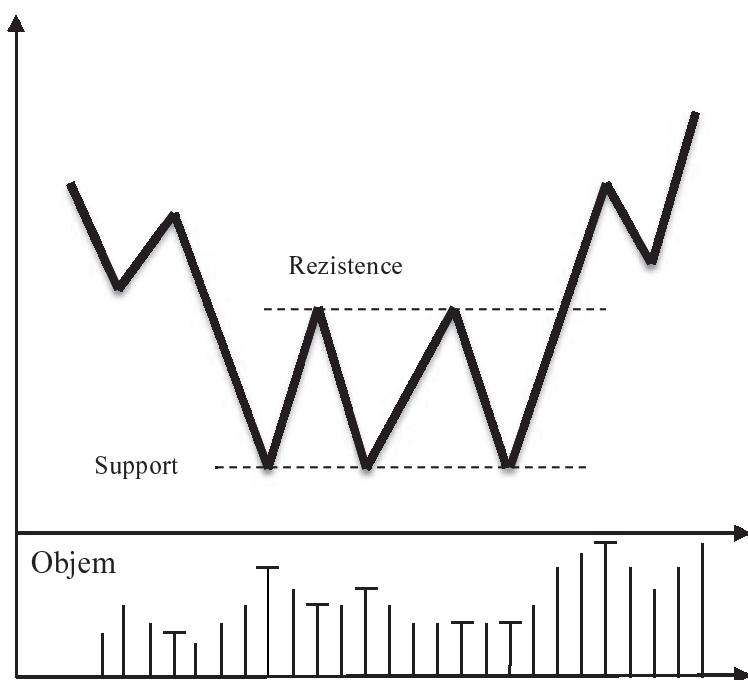
První dobře známou reverzní formací je formace „hlava a ramena“. Tato formace, ostatně jako většina ostatních používaných formací, dostala jméno podle svého vzhledu na grafu. Jak už bylo řečeno dříve, ne pouze cenový graf, ale i objem hraje velkou roli. Na grafu (Graf 3.12) je znázorněn průběh této formace i s objemem. První známka reverzní

formace nastává v bodě C, kdy cena sice pokračuje v trendu, ale objem je menší než v předchozím lokálním maximu A. Toto je první signál, že poptávka slábné. Při korekci do bodu D cena napřed prorazí rezistenci na úrovni bodu A, a pak ještě prorazí i trendovou linii. Další pohyb ceny do bodu E je provázen ještě menším objemem, a cena není schopná dosáhnout předchozího maxima bodu C. Protnutím linie krku, dochází k dokončení formace.



Graf 3.12 Formace "hlava a ramena"

Dalšími reverzními formacemi, se kterými je možno se hojně potkat jsou dvojitě/trojité vrcholy a dvojitá/trojítá dna. Bohužel předem určit jestli se bude jednat o dvojitou či trojitou formaci je velmi těžké, princip je ovšem velmi podobný formaci hlava a ramena. Jedná se o postupné snižování objemu ve směru trendu a zvyšování objemu proti směru trendu (ve směru trendu nového), jak je znázorněno na grafu (Graf 3.13).

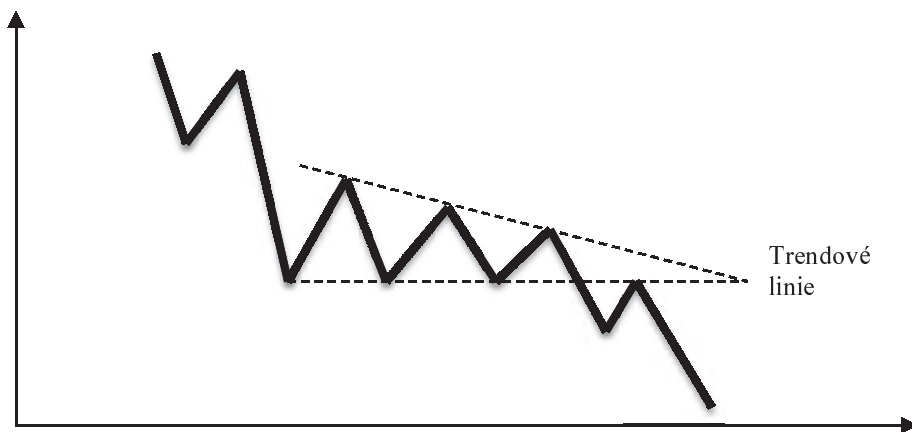


Graf 3.13 Trojité dno

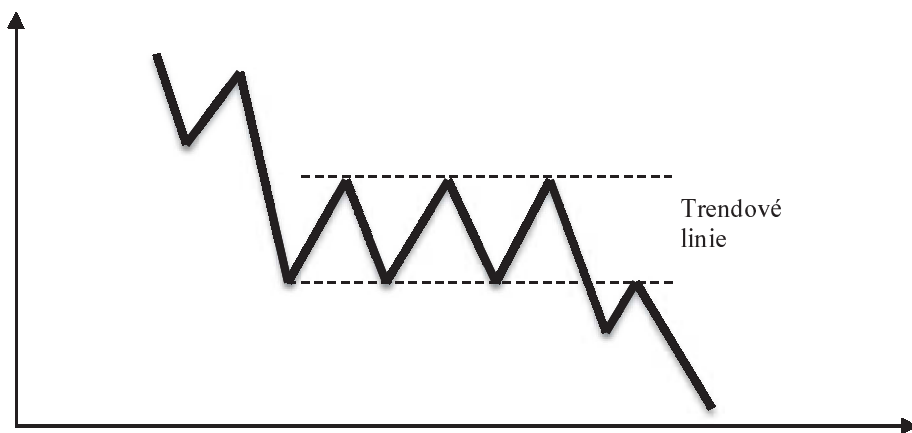
Posledními reverzními vzory jsou hrot a miska. Hrot se vykytuje u býčího trendu kdy, cena velmi rychle a s velmi vysokým objemem vyskočí nahoru, a poté spadne dolů. Miska se naopak vyskytuje u medvědího trendu, kdy cena v pozvolném oblouku změní trend.

3.4 Konsolidační formace

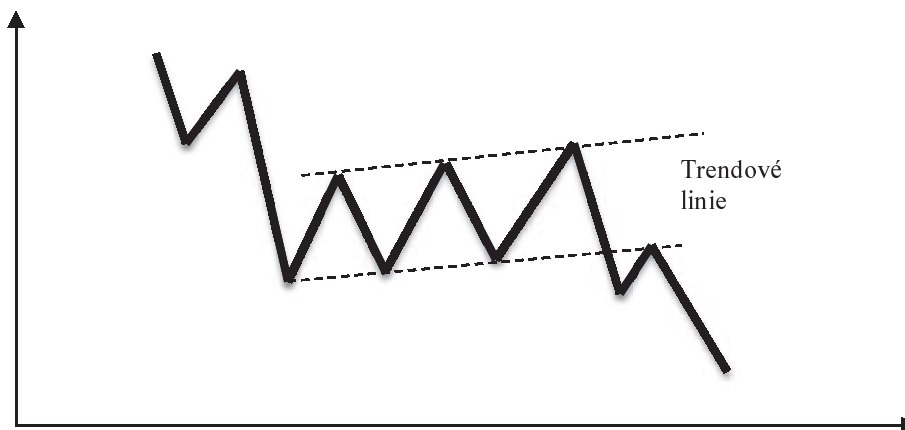
Konsolidační formace jsou formace, které značí pouze pauzu v trendu. Na rozdíl od reverzních formací se tyto formace zpravidla vyznačují kratší dobou trvání. Mezi základní konsolidační formace patří například různé druhy trojúhelníků (Graf 3.14), praporky (což je vlastně pouze speciální podoba trojúhelníku), vlajky (Graf 3.15) a obdélníky (Graf 3.16). Ve všech případech dochází ke konsolidaci trendu a pohybu ceny mezi dvěma trendovými liniemi s postupným klesáním objemu. Objem opět naroste při porušení trendové linie ve směru předchozího trendu.



Graf 3.14 Sestupný trojúhelník medvědího trendu



Graf 3.15 Obdélník medvědího trendu



Graf 3.16 Vlajka medvědího trendu

O konsolidačních formacích můžeme říct následující

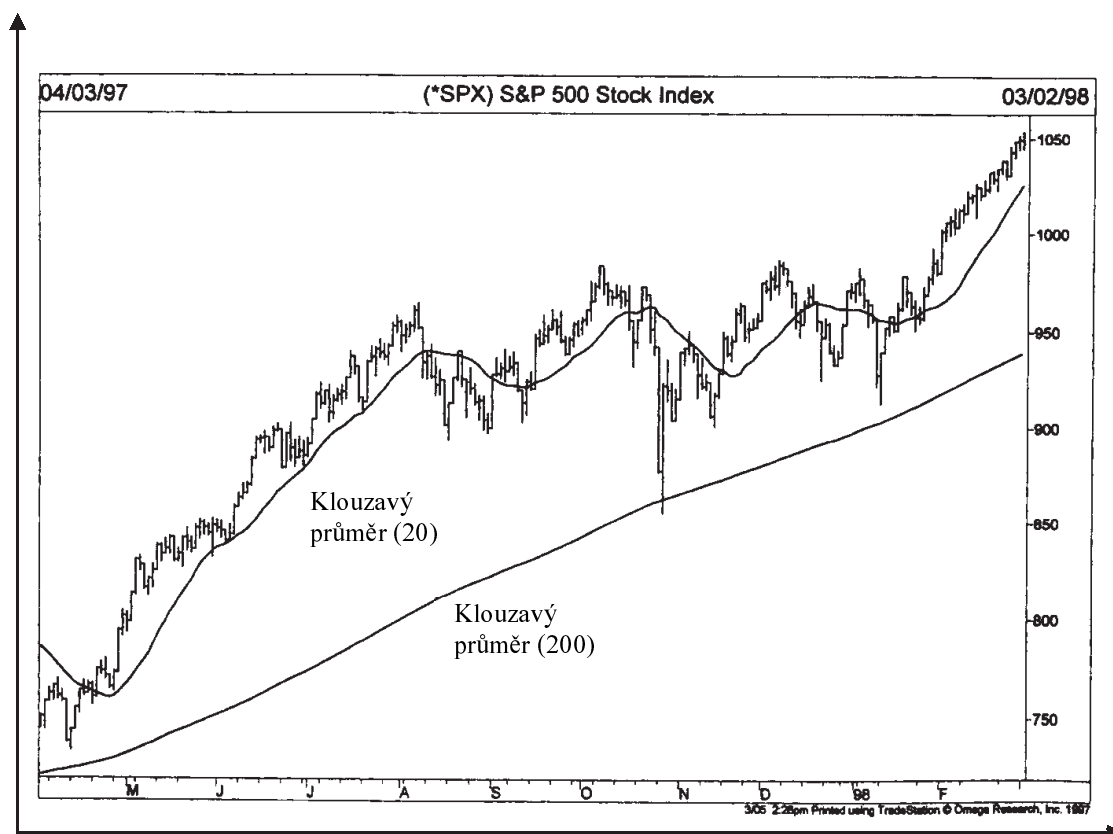
- tyto formace většinou předchází prudký pohyb ceny s vysokým objemem;
- cena poté bez většího pohybu zůstane přibližně jeden až tři týdny;
- další pokračování trendu přijde se zvýšením objem;
- tyto formace se vyskytují přibližně v polovině trendu a
- jejich vytvoření při medvědí trendu trvá kratší dobu.

3.5 Klouzavý průměr

Klouzavý průměr je dalším široce používaným technickým indikátorem, pro jeho jednoduché použití. Jeho použití je hlavně v identifikaci trendu, kdy se používá jako křivka trendové linie. V momentě, kdy je tato křivka proražena, dochází ke změně trendu, pokud se cena od této linie odrazí, pak trend pokračuje. Používá se převážně klouzavý průměr za posledních 5, 10, 20, 40, 50, 100 a 200 dní. Čím kratší klouzavý průměr je, tím je tento indikátor citlivější, ale také zachycuje různé nepřesnosti a šumy a trendy jím určené jsou kratší (Graf 3.17). Jak se vypočítá klouzavý průměr, ukazuje následující rovnice.

$$MA_{i,t} = \sum_{j=0}^i \frac{CP_{t-j}}{i} \quad (14)$$

MA	klouzavý průměr	[pj/mj]
CP	zavírací cena	[pj/mj]
i	délka klouzavého průměru	[dny]
t	den	[-]

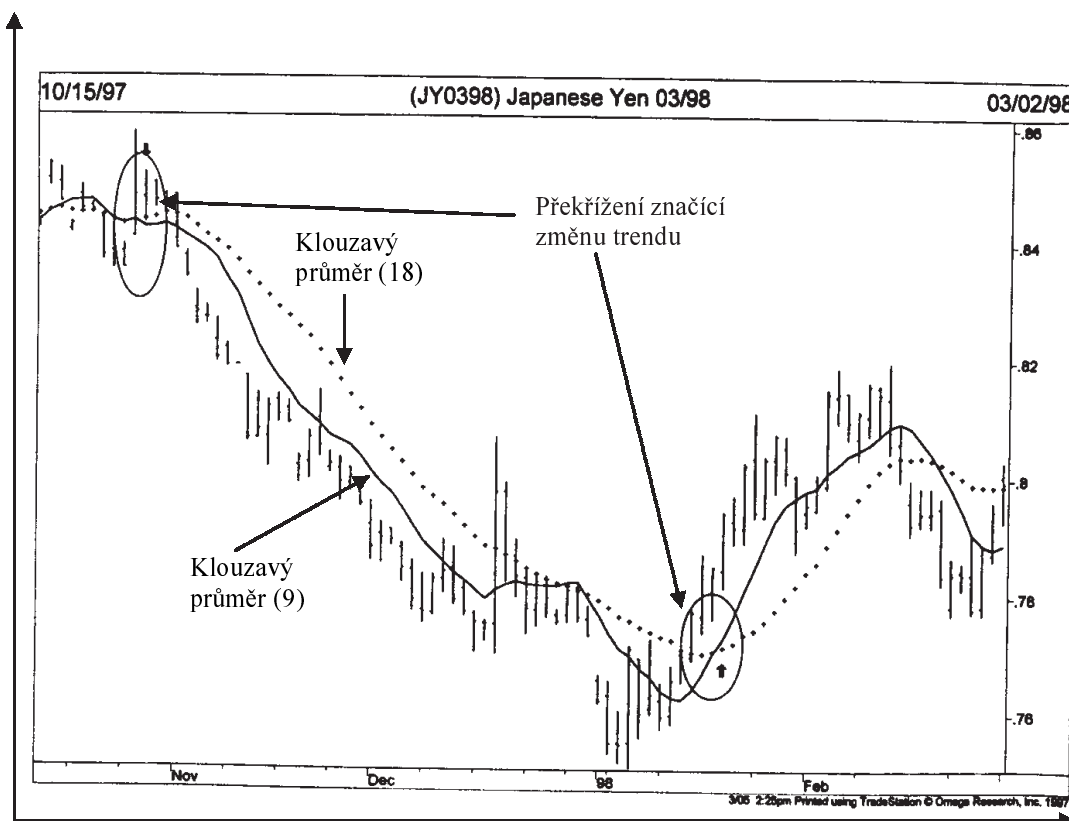


Graf 3.17 Klouzavý průměr (20 a 200 dní) [35]

Klouzavý průměr může mít mnoho variant. Například místo zavírací ceny lze pro výpočet použít i střední ceny, či použít lineární či exponenciální váhy u cen.

Další způsob jak pomocí klouzavých průměrů lze určit směr trendu je skrz dvojitě či trojitě překřížení. Základem je použití klouzavých průměrů s různou délkou. Při použití dvou klouzavých průměrů se používají zpravidla délky 5 a 20, 9 a 18, či 10 a 50. V momentě kdy křivka kratšího klouzavého průměru protne křivku delšího směrem nahoru (kratší klouzavý průměr je nyní nad delším), je to signál stoupajícího trendu (Graf 3.18). Pokud dojde k protnutí v opačném gardu, pak je to signál klesajícího trendu. Při

trojitým překřížením se používají klouzavé průměry délky obvykle 4, 9 a 18 dní. V momentě kdy se průměry překříží, tak že je nejdelší nejvýše a nejkratší vespuďu, pak je to signál pro klesající trend. V opačné situaci to lze interpretovat jako signál pro stoupající trend. Klouzavé průměry fungují velmi dobře v období, kdy jsou přítomné trendy. V beztrendovém období mohou dávat velké množství falešných signálů, a proto nejsou příliš vhodné.



Graf 3.18 Dvojité překřížení klouzavých průměrů [35]

3.6 Oscilátory

Další velkou skupinou metod technické analýzy jsou oscilátory. Na rozdíl od předchozích formací a metod, které sloužily k určení trendu, jsou oscilátory vhodné do netrendových období, kdy se cena pohybuje takzvaně do strany. Jak už název napovídá, tyto nástroje oscilují kolem určité hodnoty, z toho vyplývá i jejich použití. Obchodník by měl nakupovat, když je hodnota oscilátoru nízká a prodávat, když je vysoká. Jejich použití je

tedy nejlepší v okolí horních a dolních extrémů, kdy je trh takzvaně překoupený, či přeprodaný. Překoupený trh je známka příliš silného nakupování a nutné konsolidace, takže se očekává pohyb ceny směrem dolů. Při přeprodaném trhu je naopak příliš silný prodej a je očekávaná konsolidace ceny směrem nahoru.

3.6.1 Momentum

První z používaných oscilátorů je momentum. Momentum měří, o kolik se změnila cena za posledních „x“ dní, podle (Rovnice 15). Obvyklá délka momenta je 5, 10 a 40 dní.

$$M_{i,t} = CP_t - CP_{t-i} \quad (15)$$

M	momentum	[pj/mj]
CP	zavírací cena	[pj/mj]
i	délka indikátoru	[dny]
t	den	[-]

Jako nákupní, či prodejní signál je protnutí nulové linie. Pokud dojde k protnutí směrem nahoru, pak je to signál pro nákup, v obráceném případě pro prodej. Při přítomnosti trendu je vhodné tento indikátor kombinovat například s klouzavým průměrem.

3.6.2 Index relativní síly

Index relativní síly (RSI³⁶) je druh oscilátoru, kde se jeho hodnoty pohybují v rozmezí 0 až 100. Hodnoty pod 30 naznačují, že je trh přeprodaný, a hodnoty nad 70, že je překoupený. Pokud má cena býčí trend pak se trh za překoupený považuje až od hodnoty 80, pokud je přítomný medvědí trend, pak se trh považuje za přeprodaný až od hodnoty 20. Pro jeho výpočet (Rovnice 16) se používá nejčastěji časové rozpětí 9, 14 či 28 dní.

³⁶ Relative strength index

$$RSI_{i,t} = 100 - \frac{100}{1 + \frac{AUP}{ADP}} \quad (16)$$

<i>RSI</i>	index relativní síly	[-]
<i>AUP</i>	průměr zavíracích cen, které byly vyšší než zavírací cena předchozího dne	[pj/mj]
<i>ADP</i>	průměr zavíracích cen, které byly nižší než zavírací cena předchozího dne	[pj/mj]
<i>i</i>	délka indikátoru	[dny]
<i>t</i>	den	[-]

Přeprodanost, či překoupenost nemusí být jediným signálem pro nákup a prodej. Dalším vyhledávaným signálem je divergence mezi cenou a oscilátorem, kdy za určitou dobu cena šla jedním směrem, ale oscilátor směrem opačným. To může být signál pro změnu trendu.

3.6.3 Index komoditního kanálu

Index komoditního kanálu (CCI^{37}) je oscilátorem, který osciluje kolem nuly a lze ho použít jak na identifikaci trendu, tak pro zjištění přeprodanosti či překoupenosti trhu. Hodnota se vypočítá následovně (Rovnice 17).

$$CCI_{i,t} = \frac{TP_t - MA_{i,t}}{0,015 * \sum_{j=0}^i \frac{|TP_{t-j} - TP_t|}{i}} \quad (17)$$

<i>CCI</i>	index komoditního kanálu	[-]
<i>TP</i>	typická cena – průměr nejvyšší, nejnižší a zavírací ceny v daný den	[pj/mj]
<i>MA</i>	Klouzavý průměr	[pj/mj]

³⁷ Commodity chanel index

i	délka indikátoru	[dny]
t	den	[-]

Nejčastěji se používá CCI s délkou 20 dní. Hodnoty oscilátoru v rozmezí 100 až 200 značí býčí trend (doporučení nakupovat), hodnoty nad 200 značí překoupenost trhu (doporučení prodávat). Naopak hodnoty od -100 do -200 značí býčí trend a hodnoty pod -200 přeprodanost. Stejně jako u RSI, můžeme i u CCI sledovat divergence, které mohou být signálem pro změnu trendu.

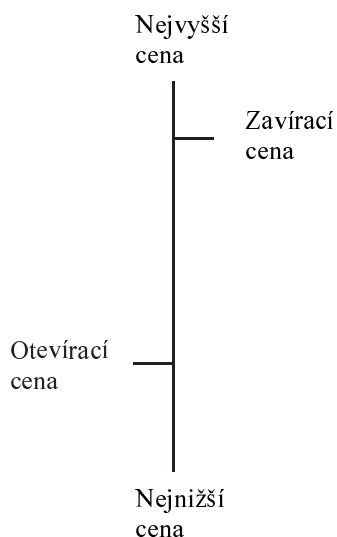
3.7 Aplikace technické analýzy pro predikci ceny

V částech 3.1 až 3.6 jsem představil základní nástroje pro technickou analýzu, které jsou používány obchodníky pro predikci vývoje cen. V této části chci předvést, zda jsou tyto nástroje a formace aplikovatelné i na obchodování s futures elektřiny. Pro ukázkou jsem si vybral futures base load roční dodávky v obchodní zóně Phelix. První zajímavým zjištěním je to, že přestože burza EEX umožňuje obchodování s těmito instrumenty až 6 let před dobou dodávky, obchodníci s těmito instrumenty začínají pravidelně obchodovat až 3 roky před dobou dodávky. Obchodování v horizontu 6 až 4 roky před dobou dodávky je sporadické, s žádným nebo velmi malým denním objemem. Největší objem obchodů je pak v posledním roce, kde například u Phelix base load CAL-15 bylo v posledním roce před dodávkou zobchodováno přes 70 % všech obchodů. Pro analýzu použiji období od roku 2010 až do konce roku 2014. V každém roce použiji ceny ročního futures na baseload elektřiny v obchodní zóně Phelix s časem dodání následujícího roku, takže ceny v roce 2010 jsou CAL-11, v roce 2011 CAL-12 atd., dále už jen jako „cena futures“. K analýze použiji program „Incredible Charts 7.0“.

Pro pochopení mnou používaných grafů je nezbytné napřed umět dané grafy interpretovat. Použiji schodový (OHLC³⁸) graf, kde každý sloupec představuje průběh obchodování v daném časovém intervalu. Pokud je to denní graf, pak jeden sloupec reprezentuje jeden den, při týdenním grafu reprezentuje jeden sloupec jeden týden. Jak je znázorněno na obrázku (Obr. 3.1), horní okraj sloupce znázorňuje nejvyšší dosaženou

³⁸ Open-high-low-close

cenu v daném časovém období, spodní okraj pak cenu nejnižší. Levá vodorovná čára značí cenu otevírací a pravá cenu zavírací. Pokud je levá vodorovná čára níže než pravá, pak za dané období cena vzrostla a naopak.



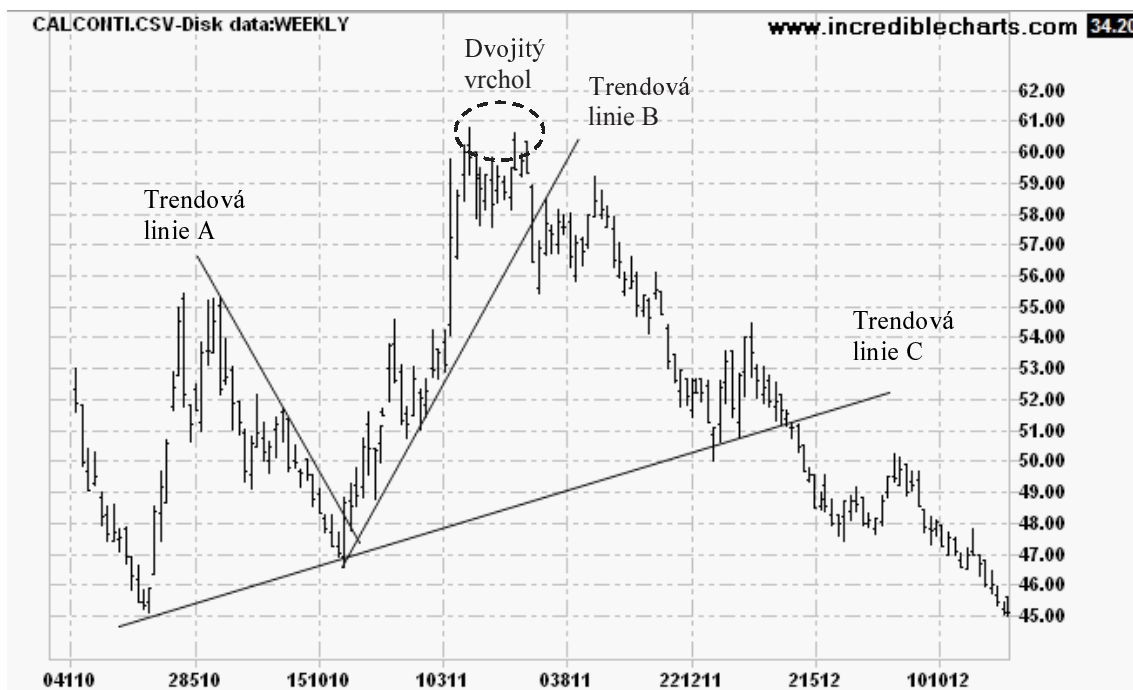
Obr. 3.1 Sloupec schodového grafu

Na grafu (Graf 3.19) je zobrazen vývoj ceny futures, který budu v této části analyzovat a hodnotit úspěšnost sestavených predikcí. Je patrné, že cena je většinu času buď v býčím či medvědí trendu, z toho důvodu lze předpokládat omezené možnosti použití oscilátorů.



Graf 3.19 Týdenní graf ceny futures

Na dalším grafu (Graf 3.20) je znázorněn týdenní graf ceny futures od začátku roku 2010 do konce roku 2012. Na něm jsem vyznačil dva střednědobé (trendové linie A a B) a jeden dlouhodobý. Změna trendu nastává vždy po proražení trendové linie, což lze chápat jako obchodní příležitost. Trend B je navíc zakončen reverzní formací (dvojitý vrchol), což změnu trendu ještě umocňuje.



Graf 3.20 Týdenní graf ceny futures 2010 až 2012

Na grafu (Graf 3.21) je opět znázorněn týdenní graf, tentokrát však období let 2011 až 2014. Z něho je jasně patrné, že cena futures byla od června 2011 do června 2014 v silném medvědí trendu. Po té došlo k proražení trendové linie a zastavení cenové křivky na linii supportu, který byl vytvořen těsně pod cenou 34 EUR/MWh. Cena se začala pohybovat do bez známky nového začínajícího trendu. V této situaci tedy není možné určit, jakým směrem se bude cena dále pohybovat.

Z výše uvedeného plyne, že cena elektrické energie má z dlouhodobého hlediska velkou tendenci pohybovat se v trendech a lze tedy doporučit obchodování ve směru trendu.



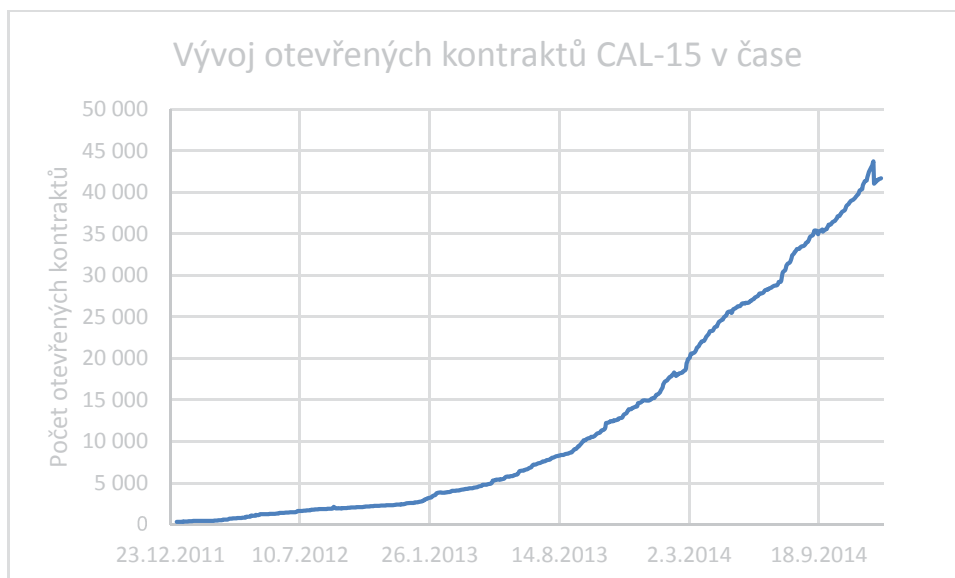
Graf 3.21 Týdenní graf ceny futures 2011 až 2014

Další z technických indikátorů, které mohou doporučit, jsou klouzavé průměry. Konkrétně překřížení dvou klouzavých průměrů o délce 10 a 50 dní, které se používají jako nákupní či prodejní signály. Na grafu (Graf 3.22) je znázorněn denní graf v období od července 2013 do července 2014 s trendovými liniemi výše zmíněných délek. Je vidět, že nákupní a prodejní signály popisované v kapitole 3.5 fungují spolehlivě a lze je použít pro krátkodobou až střednědobou predikci.



Graf 3.22 Denní graf ceny futures od srpna 2013 do srpna 2014 s 10 a 50 denními klouzavými průměry

Jako velmi nespolehlivé se ukázalo použití oscilátorů, které i při různém nastavení vykazují velkou míru chybovosti. Jak jsem zmínil v kapitole 3.6, oscilátory fungují nejlépe v beztrendovém období, ale jak se ukázalo, cena futures elektřiny má velkou tendenci pohybovat se v trendech, a proto je použití oscilátorů jako indikátorů nepřesné. Dále se nepotvrdily předpoklady o objemu, jako indikátoru změny trendu, kdy se mi při změnách trendu nepodařilo identifikovat formace objemu zmíněné v předchozích kapitolách. V úvodu kapitoly 3 jsem také uvedl, že k technické analýze lze u futures použít i celkové množství otevřených kontraktů. Při analýze této veličiny jsem ovšem zjistil, že množství otevřených kontraktů plynule roste bez významných poklesů, které by šli využít pro technickou analýzu. Vše je znázorněné na grafu (Graf 3.23). Strmý pokles otevřených kontraktů v ke konci roku 2014 lze přičíst uzavření kontraktů obchodníky, kteří nechtěli, aby se vypořádání zisků a ztrát přesunulo z futures trhu na trh denní. Více se lze o vývoji otevřených kontraktů jako technických indikátorů dočíst v MURPHY 1999 [35].



Graf 3.23 Vývoj počtu otevřených kontraktů futures elektřiny CAL-15

ZÁVĚR

V první části jsem se věnoval historii trhů s elektřinou ve světě i v ČR a jejich postupné deregulaci. Dále jsem popsal možnosti krátkodobého obchodování v ČR, pro které organizuje trhy společnost OTE, a.s. Také jsem popsal další možnosti obchodování skrze burzy (PXE a EEX), či možnosti bilaterálních kontraktů. Vzhledem k faktu, že futures kontrakty jsou předmětem této práce, věnoval jsem jim zvláštní pozornost a detailně vysvětlil princip jejich fungování včetně každodenního vypořádání zisků a ztrát, díky němuž je obchodování s tímto instrumentem pro všechny strany velmi bezpečné.

V druhé kapitole jsem ukázal velmi silnou korelaci futures cen elektřiny mezi ČR a obchodní zónou Phelix a dále rozebral energetický mix obou soustav. Z toho jsem usoudil, jaká paliva jsou nejvíce používána, a tedy jejich ceny budou nejvíce ovlivňovat nabídkovou křivku, což jsem ještě ověřil korelační analýzou. Jako nejvýznamnější fundament, který v současné době ovlivňuje cenu elektřiny, se ukázala cena futures černého ARA uhlí, jež měla korelační koeficient s cenou futures elektrické energie roven 0,97. Další faktory ovlivňující nabídkovou křivku jsou cena plynu, emisních povolenek a výroba z obnovitelných zdrojů.

Ukázal jsem též, že poptávka po elektrické energii je cenově neelastická, a že spotřeba elektrické energie v ČR a Německu je v posledních letech přibližně konstantní.

Dále jsem sestavil exponenciální regresní funkci s cenou futures elektřiny jako závislou proměnnou a s cenou futures ARA uhlí, Gaspool plynu a emisních povolenek jako vysvětlujícími proměnnými. Jako kalibrační data jsem použil data z roku 2012 o futures cenách s rokem dodání 2013. Rozptyl reziduí vyšel 0,31. Jako testovací data jsem použil data z následujícího roku o futures cenách s rokem dodání 2014. Rozptyl reziduí se zvýšil pouze nepatrně na 0,36, ale jejich průměrná hodnota klesla o -2,8. To mě vedlo k závěru, že regresní funkce dobře popisuje vliv jednotlivých vysvětlujících proměnných na cenu elektřiny, kterou ovšem snižuje o konstantní hodnotu zvýšení výroby obnovitelných a dalších podporovaných zdrojů. Tento předpoklad jsem pak zohlednil ve svém modelu pro vnitrodenní i dlouhodobé obchodování.

V poslední části jsem se zabýval technickou analýzou cenové křivky ceny futures na

elektřinu. Ukázal jsem základní formace, které se používají při technické analýze, a vysvětlil principy, na kterých technická analýza staví. V práci jsem ukázal, že cena futures elektřiny má silnou a dlouhodobou tendenci pohybovat se v trendech, proto se pro predikci ceny futures elektřiny pomocí technické analýzy ukázalo jako velmi dobré používat trendových linií, jak pro střednědobé, tak pro dlouhodobé trendy. Pro identifikaci kratších trendů se ukázalo jako vhodné použití dvojitého překřížení klouzavých průměrů s délkami 10 a 50 dní. Jako nevhodné se ukázalo použití oscilátorů, což plyne z faktu, že tyto indikátory jsou vhodné pro beztrendové období, ale jak jsem již dříve řekl, cena futures elektřiny má silnou tendenci pohybovat se v trendech.

LITERATURA

- [1] CHEMIŠINEC, Igor, Miroslav MARVAN, Jakub NEČASKÝ, Tomáš SÝKORA a Jiří TŮMA. *Obchod s elektřinou*. 1. vyd. Praha: Conte, 2010, 201 s. ISBN 978-80-254-6695-7.
- [2] KOLEKTIV AUTORŮ, OTE, a.s. Produktové listy. In: [online]. 2014 [cit. 2014-11-01]. Dostupné z: https://www.ote-cr.cz/o-spolecnosti/files-statutarni-organy/Produktove%20listy_OTE_CZ.pdf
- [3] RODRYČ, Pavel, Ondřej MÁCA a Igor CHEMIŠINEC. Likvidita na trzích OTE roste: Vývoj, stav a výhled organizovaných krátkodobých trhů s elektřinou a plynem. *PRO-ENERGY* [online]. 2012, č. 2 [cit. 2014-11-02]. Dostupné z: http://pro-energy.cz/clanky22/1_1_2012.pdf
- [4] KOPSAKANGAS-SAVOLAINEN, Maria a Rauli SVENTO. Restructuring of Electricity Markets. *Modern Energy Markets* [online]. 2012, s. 5 [cit. 2015-05-04]. DOI: 10.1007/978-1-4471-2972-1_2. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-1-4471-2972-1_2
- [5] Chile and the "Chicago Boys". Milton and Rose Friedman An Uncommon Couple [online]. 20 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://hoohila.stanford.edu/friedman/chile-chicago.php>
- [6] OSBORNE, Alistair. Margaret Thatcher: One policy that led to more than 50 companies being sold or privatised. *The Telegraph* [online]. 2013 [cit. 2014-11-08]. Dostupné z: <http://www.telegraph.co.uk/finance/comment/alistair-osborne/9980292/Margaret-Thatcher-one-policy-that-led-to-more-than-50-companies-being-sold-or-privatised.html>.
- [7] VONDRÁČEK, Milan a Tomáš SKUČEK. Náklady unbundlingu v energetice: Konkurenční prostředí ve prospěch zákazníka, nebo příliš drahý experiment?. *Ekonomika a management* [online]. [cit. 2014-11-08].
- [8] POWER EXCHANGE CENTRAL EUROPE, a.s. PXE [online]. [cit. 2014-11-08]. Dostupné z: www.pxe.cz
- [9] Futures. INVESTOPEDIA, LLC. Investopedia [online]. 2015 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.investopedia.com/terms/f/futures.asp>
- [10] Over-The-Counter Market. INVESTOPEDIA, LLC. Investopedia [online]. 2015 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.investopedia.com/terms/o/over-the-countermarket.asp>
- [11] Forward Contract. INVESTOPEDIA, LLC. Investopedia [online]. 2015 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.investopedia.com/terms/f/forwardcontract.asp>

- [12] FLETEN, Stein-Erik, Ronals HUISMAN, Methap KILIC, Enrico PENNINGES a Sjur WESTGAARDN. Electricity Futures Prices: Time Varying Sensitivity to Fundamentals. Document de treball de l'IEB [online]. 2014, roč. 2014, č. 21 [cit. 2014-11-23].
- [13] EUROPEAN ENERGY EXCHANGE AG. European Energy Exchange [online]. 2012 [cit. 2014-11-29]. Dostupné z: <http://www.eex.com>
- [14] Arbitrage. INVESTOPEDIA, LLC. Investopedia [online]. 2015 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.investopedia.com/terms/a/arbitrage.asp>
- [15] Electricity Market Reforms in the Nordic Countries: Historical Evolution and Differences in Customer Choice Behavior [online]. Tokyo, Japan: Central Research Institute of Electric Power Industry, 2009 [cit. 2014-12-02]. ISBN 978-4-7983-0000-9. Dostupné z: <http://www.vaasaett.com/wp-content/uploads/2010/01/Electricity-Market-Reforms.pdf>
- [16] Status of Electricity Restructuring by State. THE U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. EIA [online]. 2010 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: http://www.eia.gov/electricity/policies/restructuring/restructure_elect.html
- [17] POVH, Martin a Stein-Erik FLETEN. Modeling Long-Term Electricity Forward Prices. IEEE Transactions on Power Systems [online]. 2009, vol. 24, issue 4, s. 1649-1656 [cit. 2014-12-06]. DOI: 10.1109/tpwrs.2009.2030285. Dostupné z: http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=5256304&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D5256304
- [18] doc. Ing. Milan Jäger, CSc., přednáška „Územní energetická bilance“ předmětu „Rozvoj energetických systémů“ ČVUT FEL, 2014
- [19] GONZALEZ, David, Aygün KILINC a Nicole WEIDMANN. Seminar papers in international finance and economics: Renewable Energy Development Hydropower in Norway. 2011. ISSN 2191-4850. Dostupné z: https://www.th-nuernberg.de/fileadmin/Fachbereiche/bw/studienschwerpunkte/international_business/Master/CAIFD/SeminarPapers/HydropowerNorway_SeminarPaper.pdf
- [20] ČEPS, a.s. ČEPS, a.s. [online]. 2015 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <http://www.ceps.cz>
- [21] FRAUNHOFER ISE. Energy charts [online]. 2015 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z: <https://www.energy-charts.de>
- [22] Average Power Plant Operating Expenses for Major U.S. Investor-Owned Electric Utilities, 2002 through 2012. In: U.S. ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. Electric Power Annual [online]. 2013 [cit. 2015-03-18]. Dostupné z:

- http://www.eia.gov/electricity/annual/html/epa_08_04.html
- [23] Roční zpráva o provozu ES ČR pro rok 2013. In: Energetický regulační úřad [online]. 2014 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/462820/Rocni_zprava_provoz_ES_2013.pdf
- [24] Měsíční zpráva o provozu ES ČR za prosinec 2014. In: Energetický regulační úřad [online]. 2014 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: http://www.eru.cz/documents/10540/618293/Mesicni_zprava_2014_12.pdf
- [25] Gross electricity production in Germany from 2012 to 2014. FEDERAL STATISTICAL OFFICE, WIESBADEN. Statistisches Bundesamt [online]. 2015 [cit. 2015-03-22]. Dostupné z: <https://www.destatis.de/EN/FactsFigures/EconomicSectors/Energy/Production/Tables/GrossElectricityProduction.html>
- [26] Skupina ČEZ. ČEZ, a. s. ČEZ uzavřel dlouhodobou smlouvu na dodávku uhlí pro elektrárnu Počerady se skupinou Czech Coal [online]. 2013 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/pro-media/aktualni-temata/38.html>
- [27] Netze [online]. 2015 [cit. 2015-03-23]. Dostupné z: <http://www.enercity-netz.de>
- [28] POVH, Martin, Robert GOLOB a Stein-Erik FLETEN. Modelling the Structure of Long-Term Electricity Forward Prices at Nord Pool. Handbook of Power Systems II [online]. 2010, s. 24 [cit. 2015-03-25]. DOI: 10.1007/978-3-642-12686-4_7. Dostupné z: http://link.springer.com/10.1007/978-3-642-12686-4_7

- and electricity prices: Taking stock and new evidence for Germany and Austria [online]. 2013 [cit. 2015-03-27]. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988313002065>
- [34] Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern. In: AG Energiebilanzen e.V. [online]. 2015 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?rex_img_type=rex_220&rex_img_file=20150227_brd_stromerzeugung1990-2014.pdf
- [35] MURPHY, John J. Technical analysis of the financial markets: a comprehensive guide to trading methods and applications. New York: New York Institute of Finance, c1999, xxxi, 542 p. ISBN 07-352-0066-1.
- [36] Kaňok M. Statistické metody v managementu, Praha: CVUT 2005
- [37] ŽVÁČEK, Jiří. 2012. Autokorelace. Elektronická interaktivní učebnice statistiky [online]. [cit. 2015-05-05]. Dostupné z: <http://www.eistat.cz/vicerozmerna/regrese/nahodna/autokorelace/index.htm>
- [38] EVANS, William. Durbin-Watson Significance Tables. University of Notre Dame, Department of Economics [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: https://www3.nd.edu/~wevans1/econ30331/Durbin_Watson_tables.pdf
- [39] Wind Energy. 2015. Austrian Power Grid AG [online]. [cit. 2015-05-08]. Dostupné z: <http://www.apg.at/en/market/generation/wind-energy>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1 Dvoustranná aukce [1].....	5
Obr. 2.1 Mapa obchodních oblastí Německa s plynem [27]	28
Obr. 2.2 Změna ceny elektrické energii v důsledku rozvoje obnovitelných zdrojů	32
Obr. 3.1 Sloupec schodového grafu.....	57

SEZNAM TABULEK

Tab. 1.1 Srovnání jednotlivých parametrů krátkodobých trhů s elektřinou [2].....	7
Tab. 1.2 Přehled obchodních možností na burze EEX	8
Tab. 2.1 Přehled korelačních koeficientů mezi cenami ročních futures v různých soustavách	18
Tab. 2.2 Tabulka cen vypořádání ze dne 29. 11. 2014	20
Tab. 2.3 Výsledky rovnice (Rovnice 9) pro den 29. 11. 2014.....	21
Tab. 2.4 Průměrné palivové a celkové provozní náklady elektráren v USA na MWh [22]	22
Tab. 2.5 Podíl jednotlivých typů elektráren na vyrobené elektrické energii v ČR [24][25]	24
Tab. 2.6 Podíl jednotlivých typů elektráren na instalovaném výkonu v ČR (konec roku) [24][25]	24
Tab. 2.7 Podíl jednotlivých nositelů energie na vyrobené elektrické energii v Německu [25].....	25
Tab. 2.8 Podíl jednotlivých nositelů energie na instalovaném výkonu v Německu [21]26	
Tab. 2.9 Přehled korelačních koeficientů mezi cenou elektřiny, plynem a uhlím.....	29

Tab. 2.10 Průměrná emise CO ₂ pro jednotlivé druhy elektráren [32]	30
Tab. 2.11 Přehled koeficientů regresní analýzy	34
Tab. 2.12 Přehled průměrů a rozptylů reziduí, při použití regresní funkce (Rovnice 11) s koeficienty uvedenými v tabulce (Tab. 2.11)	34
Tab. 2.13 Výroba elektrické energie z FVE a VTE v zóně Phelix v letech 2013 a 2014 [34][39]	37

SEZNAM GRAFŮ

Graf 2.1 Vývoj ceny futures base load 2015	19
Graf 2.2 Vývoj cen ročních futures ARA uhlí a elektřiny Phelix	27
Graf 2.3 Vývoj cen ročních futures elektřiny Phelix a zemního plynu NCG a Gaspool	28
Graf 2.4 Vývoj ceny ročního futures Phelix s dodávkou v roce 2015 a futures emisních povolenek s dodávkou v prosinci 2015	31
Graf 2.5 Porovnání skutečných ceny futures Phelix CAL-14 a predikovaných hodnot podle Rovnice 13	38
Graf 3.1 Býčí trend	40
Graf 3.2 Medvědí trend	41
Graf 3.3 Trend do strany	41
Graf 3.4 Býčí trend součástí dlouhodobějšího medvědího trendu	42
Graf 3.5 Supporty a rezistence. Hladina rezistence se po prolomení stává supportem ..	43
Graf 3.6 Neprolomení hladiny rezistence a následné prolomení hladiny supportu značí změnu směru trendu	43
Graf 3.7 Trendová a kanálová linie při býčím trendu	44
Graf 3.8 Trendová a kanálová linie při medvědí trendu	45
Graf 3.9 Trendová linie se při změně trendu ze supportu stává rezistencí	45

Graf 3.10 Princip vějíře	46
Graf 3.11 Úrovně obratu směřování ceny.....	47
Graf 3.12 Formace "hlava a ramena".....	48
Graf 3.13 Trojité dno	49
Graf 3.14 Sestupný trojúhelník medvědího trendu.....	50
Graf 3.15 Obdélník medvědího trendu	50
Graf 3.16 Vlajka medvědího trendu	51
Graf 3.17 Klouzavý průměr (20 a 200 dní) [35].....	52
Graf 3.18 Dvojité překřížení klouzavých průměrů [35]	53
Graf 3.19 Týdenní graf ceny futures.....	58
Graf 3.20 Týdenní graf ceny futures 2010 až 2012	59
Graf 3.21 Týdenní graf ceny futures 2011 až 2014	60
Graf 3.22 Denní graf ceny futures od srpna 2013 do srpna 2014 s 10 a 50 denními klouzavými průměry	61
Graf 3.23 Vývoj počtu otevřených kontraktů futures elektřiny CAL-15	62

OBSAH PŘILOŽENÉHO CD

Data z burzy EEX.....	/Data EEX
Výpočty korelací	Korelace.xlsx
Použité kurzy USD/EUR.....	Kurzy.xlsx
Výpočty k regresní analýze	Regrese.xlsx