ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
KATEDRA MATEMATIKY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Technická analýza při obchodování s ropou

Vypracovala: Zuzana Větrovská

Vedoucí: Ing. Patrice Marek, Ph.D.

Plzeň 2014

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracovala samostatně a výhradně s použitím zdrojů (literatura, software, …) uvedených v přiloženém seznamu.

V Plzni dne _____ _____

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Patrice Markovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, rychlé odpovědi a za čas, který mi věnoval během tvorby této práce.

Abstrakt

Bakalářská práce seznamuje čtenáře s možností investování do komodit, především se zaměřuje na obchodování s ropou za pomoci technické analýzy. V práci byl vytvořen obchodní systém pomocí technických indikátorů a na základě historických dat byla provedena optimalizace parametrů obchodního systému v programu Matlab. S optimalizovanými parametry bylo provedeno fiktivní obchodování s reálnými podmínkami zahrnující poplatky za obchod či daně. V další části práce byla do tohoto obchodního systému začleněna vyjádřená cena ropy za pomoci koše komodit a byly porovnány výnosnosti obou obchodních systémů.

Klíčová slova: technická analýza, ropa, obchodní systém

Abstract

This bachelor thesis informs the readers about the possibility how to invest in commodities, it particularly focuses on crude oil trading using a technical analysis. A business system using technical indicators was created in this thesis and based on historical data, optimization of business system parameters in the program Matlab was carried out. With the optimized parameters there was carried out fictitious trading with the real conditions including the trade fees or taxes. In another part of this thesis an expressed price of crude oil was included in this business system using the range of commodities and the profitability of both business systems was compared.

Key words: technical analysis, crude oil, business system

Obsah

Úvod ... 1
1 Přístupy k obchodování ... 2
1.1 Technická analýza ... 2
1.2 Fundamentální analýza ... 2
1.3 Psychologická analýza ... 3
1.4 Srovnání přístupů k obchodování ... 3
2 Nástroje technické analýzy ... 4
2.1 Grafy ... 4
2.1.1 Čárový graf ... 4
2.1.2 Sloupkový graf ... 5
2.1.3 Svíčkový graf ... 6
2.1.4 Point and Figure ... 7
2.2 Základní formace ... 7
2.2.1 Reverzní formace ... 8
2.2.2 Konsolidační formace ... 8
2.2.3 Support a Resistance ... 9
2.3 Indikátory technické analýzy ... 9
2.3.1 Klouzavé průměry ... 10
2.3.2 Moving Average Convergence/Divergence (MACD) ... 11
2.3.3 Commodity Channel Index (CCI) ... 12
2.3.4 Money Flow Index (MFI) ... 13
2.3.5 Parabolic SAR (PSAR) ... 14
2.3.6 Average True Range (ATR) ... 14
3 Obchodování na komoditních trzích ... 15
3.1 Futures trading ... 15
3.2 Pákový efekt (Leverage) ... 15
3.3 Možnosti obchodování na komoditních trzích pro investora žijícího v ČR ... 16
4 Ropa ... 18
4.1 Korelační analýza ceny ropy ... 18
4.1.1 Korelace ... 18
4.1.2 Korelace ceny ropy a dalších vybraných komodit ... 19
4.2 Vyjádření ceny ropy za pomoci jiných komodit ... 22

5 Obchodní systém 24
5.1 Pravidla obchodního systému 24
5.2 Optimalizace obchodního systému 26
5.3 Paper trading 31
5.4 Zohlednění daně a kurzu dolaru 33
6 Zohlednění vyjádřené ceny ropy v obchodním systému 34
6.1 Rozšířený obchodní systém 34
6.2 Srovnání obchodních systémů 36
Závěr 38
Literatura 39
Přílohy 40

Seznam obrázků

Obrázek 2.1: Čárový graf ropy WTI za období 6. 12. 2013 – 28. 3. 2014. 4
Obrázek 2.2: Značení jednoho obchodního období. 5
Obrázek 2.3: Čárkový graf ropy WTI za období 6. 12. 2013 – 28. 3. 2014. 5
Obrázek 2.4: Svíčky. 6
Obrázek 2.5: Svíčkový graf ropy WTI za období 22. 11. 2013 – 28. 3. 2014. 6
Obrázek 2.6: Graf typu Point and Figure ropy WTI za období 2. 2. 2013 – 28. 3. 2014. 7
Obrázek 4.1: Grafy korelací ropy v letech 1985−2013. 19
Obrázek 4.2: Graf ceny ropy v USD a počtu košů komodit za barel ropy. 22
Obrázek 4.3: Graf ceny ropy v USD a počet trojských uncí zlata za barel ropy. 22
Obrázek 4.4: Graf ceny ropy v USD a počtu košů komodit za barel ropy. 23
Obrázek 5.1: Stav účtu. 32

Seznam tabulek

Tabulka 3.1: Poplatky vybraných brokerských společností. 17
Tabulka 4.1: Výsledky testu normality dat 20
Tabulka 4.2: Pořadové koeficienty korelace ropy 20
Tabulka 4.3: Výběrové korelace ropy a korelace s vyloučením vlivu dolaru 21
Tabulka 5.1: Pravidla obchodního systému. 25
Tabulka 5.2: Základní parametry indikátorů. 27
Tabulka 5.3: Optimalizace parametrů fast a slow. 27
Tabulka 5.4: Nejlepší hodnoty parametrů jednotlivých indikátorů. 28
Tabulka 5.5: Optimalizace parametrů za období 2004−2011. 28
Tabulka 5.6: Optimalizace parametru pro určení PT na období 2004−2011. 29
Tabulka 5.7: Výchozí a optimalizované parametry indikátorů za období 2004−2011 ... 30
Tabulka 5.8: Optimalizace parametrů na zvolených obdobích. 30
Tabulka 5.9: Vývoj obchodování. 31
Tabulka 5.10: Zisky a ztráty obchodů za daná období. 32
Tabulka 5.11: Daň z příjmů z investování rok 2012 a 2013. 33
Tabulka 6.1: Pravidla rozšířeného obchodního systému. 34
Tabulka 6.2: Výchozí a optimalizované parametry indikátorů. 35
Tabulka 6.3: Zisky a ztráty pro rozšířený obchodní systém. 36
Tabulka 6.4: Počty uskutečněných obchodů. 36
Tabulka 6.5: Optimalizované parametry. 36
Tabulka 6.6: Zisky a ztráty původního a rozšířeného obchodního systému. 37

Použité zkratky

SMA	jednoduchý klouzavý průměr (Simple Moving Average)
WMA	vážený klouzavý průměr (Weighted Moving Average)
EMA	exponenciální klouzavý průměr (Exponential Moving Average)
MACD	Moving Average Convergence/Divergence
CCI	Commodity Channel Index
MFI	Money Flow Index
PSAR	Parabolic SAR
ATR	Average True Range
CME	Chicago Mercantile Exchange
ICE	Intercontinental Exchenge
LTD	poslední obchodní den (Last Trading day)
FND	den, kdy dojde k upozornění, že se blíží doba fyzického vypořádání kontraktu (First Notice Day)
SL	Stop Loss
PT	Profit Target

Úvod

Přestože komoditní trhy patří k nejstarším trhům na světě, obchodování s komoditami není u nás příliš rozšířené. Stěžejní místo na těchto trzích zaujímají průmyslové komodity, mezi které patří i ropa, na jejíž investování se tato práce zaměřuje a to za pomoci technické analýzy. Stručný popis tohoto přístupu k obchodování je popsán v první kapitole této práce, kde jsou informace i o jiných přístupech včetně jejich porovnání.

Druhá kapitola se již detailněji věnuje nástrojům technické analýzy. Mezi tyto nástroje patří grafy, formace a technické indikátory. Nejvyšší pozornost je věnována vybraným indikátorům, které budou později použity v obchodním systému. Třetí kapitola popisuje způsob obchodování na komoditních trzích. Mimo jiné bude i uvedeno, co je to futures kontrakt, výhody obchodování pomocí marginů či možnosti investování do komodit pro investora žijícího v ČR.

Další část práce se věnuje ropě. Uvedeny jsou hlavní druhy ropy a burzy, na kterých se s ropou obchoduje. Alternativně byla vyjádřena cena ropy za pomoci jiných komodit a uvedeny jsou i hodnoty korelace ropy s danými komoditami. Pátá kapitola se již věnuje obchodování s ropou. Nejprve je uveden vytvořený obchodní systém. Jsou zde popsány pravidla vstupu a výstupu z obchodů společně s umisťováním stop lossů a profit tagetů na základě zvolených indikátorů. Dále je popsán postup optimalizace parametrů všech indikátorů, zahrnutých do obchodního systému na historických datech. Tato optimalizace proběhla v programu Matlab. S optimalizovanými parametry poté proběhlo fiktivní obchodování – tzv. paper trading v programu Excel. Při tomto simulování obchodů byly zohledněny všechny reálné podmínky zahrnující poplatky burze, komise brokerovi či daně.

Poslední část této práce zahrnuje výsledky vyjádřené ceny ropy pomocí koše komodit do obchodního systému. Porovnána bude výnosnost původního obchodního systému se systémem, který zohledňuje vyjádřenou cenu.

1 Přístupy k obchodování

Tato kapitola vychází ze zdrojů [1] a [2].

Na komoditních trzích se pohybují dvě základní skupiny subjektů: spekulanti a obchodníci. Spekulanti nakupují a prodávají komodity za účelem zisku, snaží se levně koupit a draze prodat. Obchodníci na trzích nakupují nebo prodávají dané komodity. Všichni spekulanti mají společný cíl, a to při obchodování dosáhnout vysokého zisku. Každý z nich ale preferuje jiný způsob pohledu na trh a jinou taktiku při obchodování. Spekulant může při rozhodování využít technickou analýzu, fundamentální analýzu nebo psychologickou analýzu.

1.1 Technická analýza

Technická analýza se snaží na základě historického pohybu cen předvídat budoucí pohyb kurzů a identifikovat trendy, které k předpovědi dopomáhají. Analytici vycházejí pouze z těchto dat, protože předpokládají, že jsou v kurzech obsaženy všechny druhy vlivů, jako například ekonomické či politické. Informace získané analýzou investorovi poradí nejlepší načasování nákupu nebo naopak prodeje daného instrumentu.

Technická analýza vychází ze tří základních principů:

1. Tržní kurzy odrážejí všechny dostupné informace.
2. Kurzy se vyvíjejí v trendech, které mají určitou setrvačnost.
3. Vývojové cykly se opakují.

Technickou analýzou se budeme ještě podrobněji zaobírat dále.

1.2 Fundamentální analýza

Fundamentální analýza odhaduje vývoj kurzu na základě ekonomických, politických, statistických a jiných ukazatelů. U zkoumaného aktiva se z různých zdrojů snaží zjistit vnitřní hodnotu a následně podle ceny na trhu, zda je aktivum podhodnoceno či nadhodnoceno. V případě podhodnoceného instrumentu se dá předpokládat, že trh zanedlouho ceny vyrovná a dojde ke zvýšení ceny. Zjednodušeně lze říci, že úkolem fundamentální analýzy je zjistit rozdíl cen dříve než všichni ostatní, tedy než dojde k vyrovnání cen.

Fundamentální analýzu lze rozdělit do tří kroků:

1. ***Globální fundamentální analýza***
   Tato část fundamentální analýzy sleduje vliv makroekonomických faktorů na pohyb kurzů. Snaží se odhadnout vývoj celé ekonomiky a zaměřuje se hlavně na faktory: HDP, úroková míra, státní rozpočet, inflace a další.

2. ***Odvětvová fundamentální analýza***
   Odvětvová analýza se zabývá vztahy a specifiky daného odvětví a jejich odrazu ve vývoji kurzu. Zajímá se hlavně o hospodářský cyklus, strukturu odvětví, rozsah a úroveň regulace v odvětví a životní cyklus odvětví.

3. ***Firemní fundamentální analýza***
   V posledním kroku fundamentální analýzy se firemní analýza snaží zjistit vnitřní hodnotu aktiva. Tuto zjištěnou hodnotu porovnáváme s kurzem na trhu. Pokud je vnitřní hodnota vyšší než tržní cena, dané aktivum je podhodnocené. Fundamentální analýza nám v tomto případě doporučuje nákup, protože předpokládá, že cena v budoucnu vzroste.

1.3 Psychologická analýza

Hlavní myšlenkou psychologické analýzy je předpoklad, že investování je v nemalé míře ovlivňováno lidskými emocemi. Analýza se zajímá o chování lidí při investování a zjišťuje názory a pocity ostatních investorů. Hlavním předmětem zkoumání je tedy chování lidí při investování a impulsy, které dané chování vyvolaly. Nejčastěji lidé obchodují, když dostanou strach, že přijdou o své investice, nebo naopak že jim nějaká významná investice unikne. Analýza je tedy především o logickém úsudku, kdy, kde a proč lidé udělají chybu a jak tuto chybu využít ve svůj vlastní prospěch. Jelikož je investor na trhu obklopen ostatními účastníky, je potřeba při analýze využívat poznatky z psychologie davu.

1.4 Srovnání přístupů k obchodování

Technická, fundamentální a psychologická analýza si kladou stejné cíle – poskytnout obchodníkovi informace, které přinesou zisk. Přestože všechny analýzy řeší stejný problém, metody analýz jsou značně rozdílné, proto se výsledky mohou doplňovat. Psychologická analýza se na rozdíl od technické a fundamentální analýzy nezaměřuje na samotné aktivum a jeho vliv na kurz, ale na lidskou psychiku, která podle psychologického přístupu ovlivňuje kurz. Fundamentální analýza zpracovává velké množství informací o aktivu, podle kterých dává odhad vývoje ceny v delším časovém období. Fundamentální analýzu je tedy vhodné použít pro středně až dlouhodobé obchodování. Technická analýza nám umožňuje přesné načasování vstupu i výstupu z trhu, lze ji tedy používat v jakémkoliv časovém období i pro obchody v rámci jednoho dne. Nelze říci, která analýza je lepší či horší. Pro úspěšné obchodování je ale nezbyté osvojení alespoň jedné ze zmiňovaných analýz.

Více se o fundamentální a psychologické analýze můžeme dočíst např. ve zdroji [2].

2 Nástroje technické analýzy

V následujících podkapitolách 2.1 a 2.2 bylo čerpáno ze zdrojů [2], [3] a [4].

2.1 Grafy

Pro přehledné zobrazení dat, se kterými technická analýza pracuje, se využívá několik typů grafů. Tyto grafy se využívají k identifikaci trendu nebo nákupních a prodejních signálů. V této části budou probrány 4 základní typy.

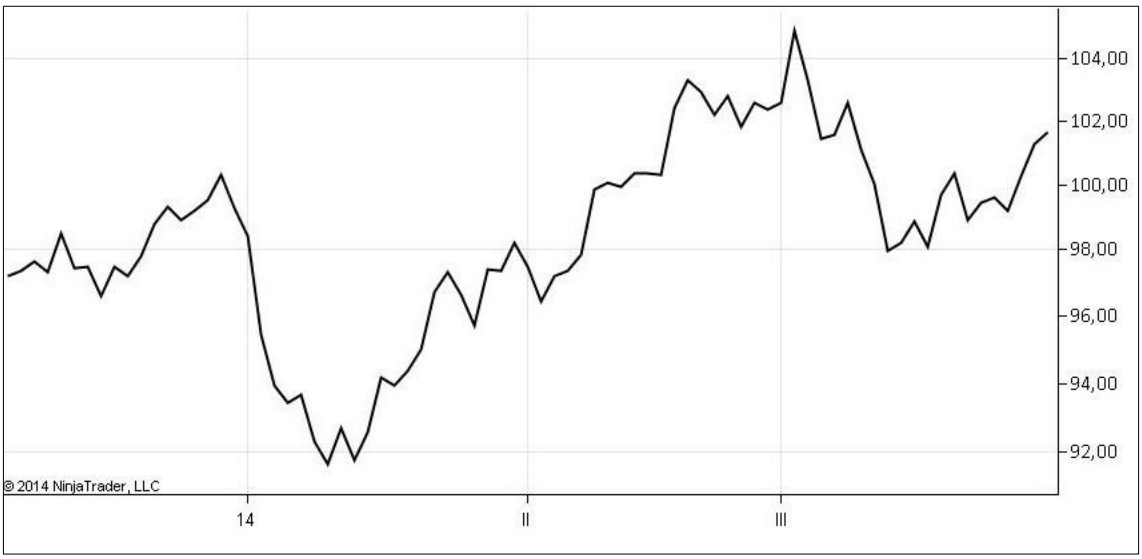
- Čárový graf
- Sloupkový graf
- Svíčkový graf
- Point and Figure

Historická data se vynášejí do grafů, kde se na horizontální ose vyznačuje zvolené časové období (např. minuty, hodiny, dny, měsíce) a na vertikální ose jsou kurzy. K vykreslení grafů byl použit program Ninja Trader 7[1].

2.1.1 Čárový graf

Čárový graf je nejjednodušší grafický nástroj technické analýzy, protože pro jeho sestrojení je zapotřebí pouze znalost uzavíracího kurzu. Vynesené uzavírací kurzy v grafu se jednoduše spojují čárou. Výhodou grafu je jeho jednoduchost a přehlednost, naopak za nevýhodu lze pokládat, že v sobě obsahuje méně informací v porovnání s jinými typy grafů. Tento typ grafu tedy využívají především analytici, kteří tvrdí, že uzavírací kurz je nejdůležitější hodnotou. Příklad čárového grafu je na obrázku 2.1.

Obrázek 2.1: Čárový graf ropy WTI za období 6. 12. 2013 – 28. 3. 2014.

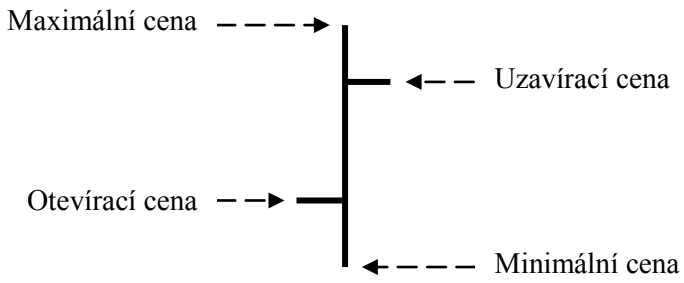


[1] Program Ninja Trader je volně dostupný na stránkách www.ninjatrader.com.

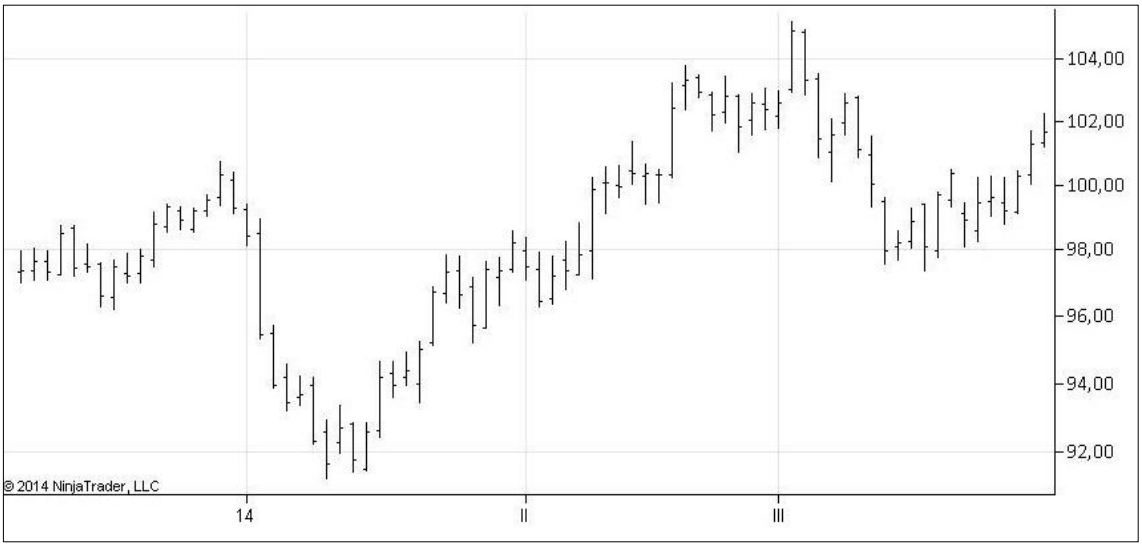
2.1.2 Sloupkový graf

Graf vykresluje pro každý časový úsek svislou čáru (viz obrázek 2.2), která vymezuje příslušné rozpětí kurzu. Horní vrchol čáry vyznačuje maximální kurz daného časového období, naopak spodní vrchol minimální kurz. Krátká vodorovná připojená čárka vpravo vyznačuje uzavírací neboli konečný kurz, naopak čárka vlevo značí otevírací kurz. Výhodou tohoto typu grafu je vykreslení velkého množství hodnot. Sloupkový graf je zobrazen na obrázku 2.3.

Obrázek 2.2: Značení jednoho obchodního období.



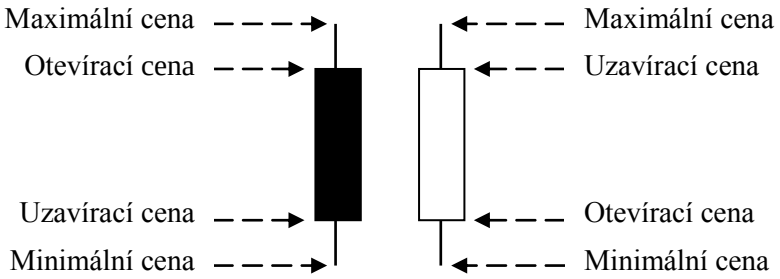
Obrázek 2.3: Čárkový graf ropy WTI za období 6. 12. 2013 – 28. 3. 2014.



2.1.3 Svíčkový graf

Základem tohoto typu grafu je svíčka (viz obrázek 2.4), která je tvořena tělem a čárkami na jeho koncích (knoty). Svíčka obsahuje informaci o minimálním, maximálním, otevíracím a uzavíracím kurzu. Horní knot značí maximální cenu daného období, naopak spodní knot označuje minimální cenu. Tělo svíčky ukazuje rozdíl mezi otevíracím a uzavíracím kurzem. Bílá svíčka značí situaci, kdy je uzavírací kurz vyšší než otevírací a naopak černá svíčka znamená, že uzavírající kurz je nižší než otevírající. Svíčkový graf je zobrazen na obrázku 2.5.

Obrázek 2.4: Svíčky.

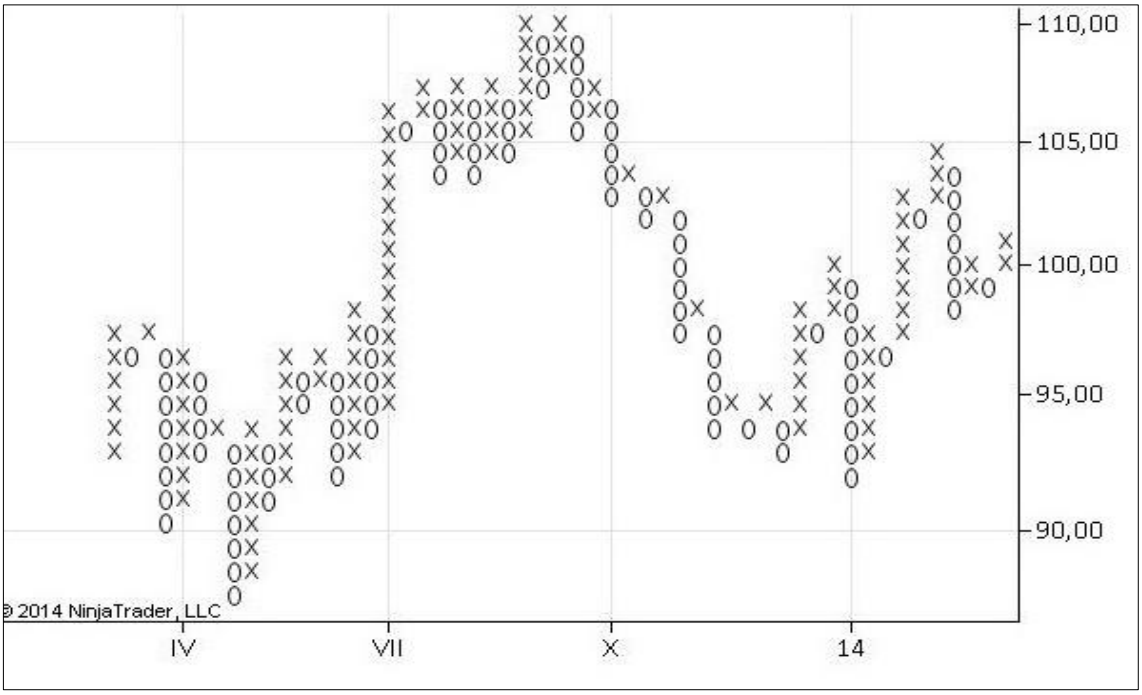


Obrázek 2.5: Svíčkový graf ropy WTI za období 22. 11. 2013 – 28. 3. 2014.

2.1.4 Point and Figure

Tento typ grafu zaznamenává znak X, dojde-li ke zvýšení kurzu a znak O, nastane-li pokles kurzu. K zaznamenání ovšem dojde, pouze pokud se kurz změní o předem zvolený počet jednotek. Tyto symboly se zapisují do sloupců a nikdy se nestane, že by jeden sloupec obsahoval oba znaky. Sloupeček se symboly X tedy signalizuje vzestupný trend a naopak sloupeček se symboly O trend sestupný. Na obrázku 2.6 je vidět příklad grafu typu Point and Figure. Na rozdíl od předchozích znázorněných grafů má jiné měřítko na horizontální ose.

Obrázek 2.6: Graf typu Point and Figure ropy WTI za období 2. 2. 2013 – 28. 3. 2014.



2.2 Základní formace

Technické formace jsou grafické nástroje, které vznikají na grafu ceny daného aktiva. Po rozpoznání těchto formací lze předpovídat, jakým směrem se bude trh nadále pohybovat.

2.2.1 Reverzní formace

K reverzní formaci dochází v okamžiku změny trendu. Tyto formace jsou obvykle předzvěstí zásadní změny kurzu, a to v opačném směru dosavadního vývoje. Pro upřesnění si některé formace uvedeme.

1. ***Hlava a ramena***
   Formace se skládá z levého ramena, hlavy a ramena pravého. Ve většině případů ramena nejsou symetrická. Nejvyšší objem obchodů je na levém rameni a naopak na pravém rameni je objem obchodů nižší. Pro formaci ramena, hlava – vrchol je důležité, že vždy dojde k poklesu kurzu, neboli výrazně roste objem obchodů. Opačná situace nastává při formaci hlava, ramena – dno, kdy dochází k ukončení sestupného trendu.

2. ***Dvojitý vrchol, dvojité dno***
   Typickým znakem je objem obchodů. Na prvním rameni u vrcholu/dna opět dochází k vysokým objemům obchodů, které se na druhém rameni snižují a po zformování formace opět dochází ke zvýšení objemu.

3. ***Trojúhelníková formace***
   Při vzestupné trojúhelníkové formaci se cena pohybuje mezi horní vodorovnou a spodní rostoucí přímkou. K tomu dochází při růstu poptávky, která je až do určité hranice schopna pohltit nabídku. Po překročení této hranice dochází k průlomu kurzu, který roste strmě nahoru. Opakem je sestupný trojúhelník, při kterém dochází k průlomu při vyčerpání poptávky.

Mezi další formace patří například: zaoblený vrchol a zaoblené dno, obdélníky, V-formace, které můžeme najít ve zdroji [3].

2.2.2 Konsolidační formace

O konsolidační formaci se jedná, pokud dojde k dočasnému vodorovnému pohybu kurzu, který naruší dosavadní trend. Dále si uvedeme některé konsolidační formace.

1. ***Vlajka***
   Přerušení dosavadního trendu, kde je konsolidace ohraničena dvěma rovnoběžnými přímkami. Jde-li o vzestupný trend, tyto dvě rovnoběžky jsou klesající a naopak, má-li trend sestupnou tendenci, rovnoběžky jsou rostoucí. Typický průběh obchodování pro vlajku je vysoký objem obchodů těsně před konsolidační formací, který má klesající tendenci. Objem obchodů po skončení formace prudce stoupne.

2. ***Praporky***
   Podobná formace jako předchozí, s tím rozdílem, že přímky nejsou rovnoběžné, ale svírají spolu jistý úhel.

2.2.3 Support a Resistance

Support je taková hranice kurzu, pod kterou se většina obchodníků zdráhá prodávat, protože kurz klesl příliš nízko. Vysoká poptávka při hladině supportu způsobí změnu sestupného trendu a to opačným směrem, dochází tedy ke změně medvědího trendu na trend býčí. Resistance je naopak taková hladina kurzu, kterou chce málokdo nakupovat, neboť kurz stoupl příliš vysoko. Nabídka na hranici resistance zastavuje vzestupný trend, dochází tedy ke změně z býčího trendu na medvědí.

2.3 Indikátory technické analýzy

Tato kapitola vychází ze zdrojů [1], [2] a [5].

Indikátory lze rozčlenit do následujících skupin, podle společných charakteristik.

1. ***Trendové ukazatele***
   Trendové ukazatele určují trend, zlom trendu a kde můžeme očekávat další změnu. Mezi trendové ukazatele patří například klouzavé průměry, Moving Average Convengerce/Divergence (MACD) nebo Parabolic SAR (PSAR).

2. ***Oscilátory***
   Oscilátory měří sílu nastoupeného trendu, intenzitu jeho kolísání a pravděpodobnost jeho změny. Pro oscilátory, jak již jejich název napovídá, je typická oscilace kolem nějaké úrovně nebo v rámci pásma. Oscilátory mnohdy dávají nákupní a prodejní signály dříve, než předchozí skupina trendových ukazatelů. Mezi oscilátory patří Relative strength index (RSI), Stochastic oscillator, Commodity channel index (CCI), Momentum a další.

3. ***Objemové indikátory***
   Objemové indikátory vždy pracují s údaji o objemu obchodů, které často kombinují s údaji o vývoji kurzu. Objem obchodů je považován za měřítko síly nebo slabosti trhu. Rostoucí kurz společně s rostoucími objemy obchodů naznačují nárůst kupujících na trhu, což je předpoklad pro pokračování býčího trendu. Klesající kurzy společně s rostoucími objemy vypovídají o rostoucím počtu prodávajících, kteří způsobují pokles kurzů na trhu, což má za následek pokračování medvědího trendu. Naopak výraznější pokles objemů signalizuje oslabení trendu, a může dojít k jeho změně. Mezi Objemové indikátory patří On Balance Volume (OBV), Money Flow Index (MFI) a další.

4. ***Indikátory volatility***
   Indikátory volatility sledují rychlost změn cen. Čím více ceny kolísají, tím se zvyšuje jejich volatilita a naopak pokles volatility signalizuje nižší kolísání cen. Mezi indikátory volatility patří například Bollinger Bands, Average true range (ATR) a Donchian channel.

2.3.1 Klouzavé průměry

Klouzavé průměry patří k nejzákladnějším a nejvíce používaným indikátorům technické analýzy. Nejčastěji se pro výpočet využívají uzavírací kurzy. V technické analýze se objevuje několik typů klouzavých průměrů.

Jednoduchý klouzavý průměr (SMA)

Jedná se o nejjednodušší výpočet klouzavého průměru. Za výhodu lze považovat snadný a rychlý výpočet, naopak nevýhodu je zpoždění signálů oproti níže uvedeným indikátorům.

Vzorec pro výpočet jednoduchého klouzavého průměru

$$SMA = \frac{1}{n}\sum_{1}^{n} c_i, \tag{2.1}$$

kde je

c_n uzavírací kurz,

n počet období.

Vážený klouzavý průměr (WMA)

Tento typ klouzavého průměru zohledňuje i stáří kurzů ve vybraném období. Nevýhodou jako u jednoduchého klouzavého průměru je již nezohlednění kurzů před zvoleným obdobím. Lineárně vážený klouzavý průměr vypočítáme pomocí vzorce

$$WMA = \frac{\sum_1^n w_i c_i}{\sum_1^n w_i}, \tag{2.2}$$

kde je

c_n uzavírací kurz,

n počet období,

w_i přidělená váha.

Exponenciální klouzavý průměr (EMA)

EMA jako vážený klouzavý průměr přiřazuje váhy jednotlivým kurzům, s tím rozdílem, že váhu přiřazuje i nejstaršímu kurzu. Čím kratší je stanovená perioda, tím větší váhu má nejaktuálnější kurz. Ve financích se v souvislosti s počtem období hovoří o exponenciálním klouzavém průměru délky „n“. Při prvním výpočtu se jako EMA předchozího období využije jednoduchý klouzavý průměr délky „n“. Výpočet je uveden ve vzorci

$$EMA_t = \alpha c_t + (1-\alpha) EMA_{t-1}, \tag{2.3}$$

kde je

$\alpha = \frac{2}{n+1}$,

n počet období,

c_t uzavírací kurz v čase t.

2.3.2 Moving Average Convergence/Divergence (MACD)

MACD představuje rozdíl dvou exponenciálních průměrů a to nejčastěji 26denního a 12denního EMA. Společně s MACD se užívá signální křivka neboli trigger, kterou nejčastěji představuje 9denní EMA. Takto zvolené parametry ale nemusejí být vždy optimální a mohou se tedy měnit dle potřeby.

Vzorce pro výpočet MACD a trigger

$$MACD = EMA(k_1) - EMA(k_2), \tag{2.4}$$

$$TRIGGER = EMA(MACD, k_3). \tag{2.5}$$

Pro parametry použité ve vzorci (2.4) platí následující nerovnost $k_2 > k_1$.

Hodnota indikátoru osciluje kolem nulové hranice. Pohyb MACD nad nulovou hranicí ukazuje na probíhající býčí trend, zatímco hodnoty pod nulovou linií naznačují medvědí trend. MACD se také užívá pro zjištění signálů trhu. Jestliže MACD protne signální křivku zdola, jedná se o nákupní signál, a naopak protne-li MACD signální křivku shora, jde o signál k prodeji.

2.3.3 **Commodity Channel Index** (CCI)

Commodity Channel Index vyvinul a publikoval v časopise Commodities Donald Lambert v roce 1980. CCI měří aktuální cenovou hladinu vzhledem k průměrné cenové hladině za dané období. Jsou-li ceny nad průměrem, CCI je vysoké. Naopak CCI má nízkou hodnotu, pokud jsou ceny pod průměrem.

Hodnoty CCI se stanoví podle vzorce

$$CCI_t = \frac{TP_t - SMA(TP,k)}{0{,}015 \cdot MAD(TP,k)}, \tag{2.6}$$

kde TP_t je typická cena v čase t uvedená ve vzorci (2.7), MAD značí střední absolutní odchylku uvedenou ve vzorci (2.8) a k značí stanovenou periodu.

$$TP_t = \frac{High_t + Low_t + Close_t}{3} \tag{2.7}$$

$$MAD(TP,k) = \frac{\sum_{i=1}^{k} |TP_i - SMA(TP,k)|}{k} \tag{2.8}$$

Konstanta 0,015 ve vzorci (2.6) zaručuje, že přibližně 70 % až 80 % hodnot CCI se pohybuje v rozmezí hodnot −100 a +100. Výši procenta ovlivňuje také délka období, která se nejčastěji nastavuje na 14 nebo 20 dní. Čím delší období, tím je vyšší procento výskytu v daném rozmezí.

Způsobů využití CCI je dnes již mnoho. CCI můžeme například využít k identifikaci nového trendu. Posunutí CCI nad hodnotu +100 signalizuje možný začátek býčího trendu a naopak pokles CCI pod hodnotu −100 naznačuje nový medvědí trend. Dalším využitím CCI je určení překoupenosti a přeprodanosti aktiva. Překoupenost signalizují hodnoty pohybující se nad +100 a naopak přeprodanost signalizují hodnoty pohybující se pod −100. Hodnoty ±100 se používají zejména při range trhu, tedy u trhu bez významnějšího nastoupeného trendu. V jiných případech se používá hranice ±200, pro jejíž proražení je potřeba více síly. Vrácení z přeprodané oblasti překročením hranice −100 směrem vzhůru signalizuje nákupní signál. Naopak vrácení z překoupené oblasti poklesem pod hodnotu +100 signalizuje prodejní signál.

2.3.4 **Money Flow Index** (MFI)

Money Flow Index se snaží změřit sílu toku peněz z nebo do daného aktiva, přičemž zohledňuje objem uzavřených obchodů. Hodnoty indexu se stanoví vzorcem

$$MFI_t = 100 - \frac{100}{1+MR}, \tag{2.9}$$

kde MR (Money Ration) je poměr peněz uvedený ve vzorci (2.10), PMF_t (Positive Money Flow) označuje pozitivní tok peněz, uvedený ve vzorci (2.11), NMF_t (Negative Money Flow) označuje negativní tok peněz, uvedený ve vzorci (2.12), TP_t značí typickou cenu v čase t, uvedenou ve vzorci (2.7), MF_t (Money Flow) je tok peněz, určený jako součin typické ceny a objemu obchodů v čase t a k značí stanovenou periodu.

$$MR = \frac{\sum_{i=t-k+1}^{t} PMF}{\sum_{i=t-k+1}^{t} NMF} \tag{2.10}$$

$$PMF_t = \begin{cases} MF_t, & TP_t > TP_{t-1} \\ 0, & TP_t \leq TP_{t-1} \end{cases} \tag{2.11}$$

$$NMF_t = \begin{cases} MF_t, & TP_t < TP_{t-1} \\ 0, & TP_t \geq TP_{t-1} \end{cases} \tag{2.12}$$

Tvůrci doporučené základní nastavení periody je 14 dní. Vypočtené hodnoty se pohybují v rozmezí od 0 do 100. Hodnoty indexu nad 50 naznačují býčí trend a naopak hodnoty pod 50 medvědí. Toto určování ale nemusí být vždy přesné. Indikátor se více využívá při určování překoupenosti nebo přeprodanosti daného aktiva. Aktivum se považuje za překoupené jestliže MFI se pohybuje nad hodnotou 80 a naopak MFI pod hodnotou 20 signalizuje přeprodanost. Další možná interpretace je vyhledávání divergence mezi indikátorem a pohybem kurzu. Pokud kurz roste a indikátor klesá, nebo kurz klesá a indikátor roste, lze očekávat změnu trendu.

2.3.5 **Parabolic SAR** (PSAR)

Parabolic SAR vytvořil Welles Wilder a veřejnosti představil v roce 1978 ve své knize New Concepts in Technical Trading Systems. Výpočet PSAR je dán vzorcem

$$PSAR_{t+1} = PSAR_t + \alpha(EP - PSAR_t), \tag{2.13}$$

kde EP (Extreme Point) značí extrémní bod, který se stanoví jako maximální cena v průběhu rostoucího nebo naopak minimální cena v průběhu klesajícího trendu a α značí akcelerační faktor, který má základní nastavení 0,02 a při zaznamenání nového extrémního bodu se zvýší o 0,02, přičemž dosahuje maximální hodnoty 0,2.

PSAR lze využít pro generování nákupních a prodejních signálů. Pokud se hodnoty PSAR nacházejí pod úrovní cen, jedná se o prodejní signály. Naopak pokud jsou hodnoty PSAR nad úrovní cen, jde o nákupní signály. Nejčastěji se PSAR využívá pro stanovení stop lossu či profit targetu[2].

2.3.6 **Average True Range** (ATR)

Average True Range je indikátor volatility, který vyvinul Welles Wilder. Veřejnosti indikátor představil stejně jako Parabolic SAR v roce 1978 ve své knize New Concepts in Technical Trading Systems. Základní nastavení periody W. Wilder doporučil 14 dní.

Výpočet ATR je dán vzorcem

$$ATR_t = EMA(TR, k), \tag{2.14}$$

kde je

$TR_t = max\{(High_t - Low_t);\ |High_t - Close_{t-1}|;\ |Low_t - Close_{t-1}|\}$,

k perioda.

Ze vzorce (2.14) je patrné, že čím vyšší je volatilita, tím vyšší jsou i hodnoty ATR a opačně. Nízké hodnoty ATR signalizují poměrně klidné obchodování v úzkém cenovém pásu. Vysoké hodnoty naopak naznačují hektické obchodování v širším cenovém pásmu. Extrémní hodnoty indikují změnu trendu či začátek významnějšího cenového pohybu. Indikátor se často používá při stanovení stop lossu a profit targetu.

[2] Termín stop loss a profit target bude vysvětlen v následující kapitole.

3 Obchodování na komoditních trzích

V kapitole bylo čerpáno ze zdrojů [6] a [7].

Pod název komodity můžeme zahrnout většinu surovin jako například: ropu, zlato, pšenici, kukuřici, měď, maso, rýži a další. Komodity se obchodují na komoditních burzách, které zajišťují spolehlivé prostředí pro realizaci a zúčtování obchodů. Na burze může obchodovat každý prostřednictvím zprostředkovatele (brokera), který má na burze své zástupce. Mezi nejdůležitější burzy pro běžného obchodníka patří CME Group (Chicago Mercantile Exchange) a ICE (IntercontinentalExchange).

3.1 Futures trading

Futures trading je obchodování s komoditami s určitým termínem dodání. Můžeme tedy nakoupit určitou komoditu s dodáním až příští rok. Nákupy se uzavírají smlouvou tzv. futures kontrakt, který musí obsahovat nejenom název obchodované komodity s termínem dodání, ale i LTD – last trading day a obvykle i FND – first notice day. LTD je poslední možný den prodeje kontraktu, aniž bychom museli převzít danou komoditu. FND je den, kdy budeme upozorněni, že pokud v nejbližší době nebude kontrakt prodán, dojde k dodání komodity. Spekulanti většinou kontrakty prodávají po několika málo dnech, takže se FND nemusejí zaobírat. Každý kontrakt má pevně stanovené množství dané komodity, které nelze měnit. Jeden kontrakt například obsahuje 1 000 barelů ropy, 50 000 liber bavlny nebo 100 uncí zlata.

Díky termínovanému charakteru futures může investor spekulovat jak na vzestup, tak i na pokles kurzu. Spekuluje-li investor o růstu kurzu, nakupuje a tím vstupuje do dlouhé pozice (long) a naopak předpokládá-li pokles kurzu, prodává, a tím vstupuje do krátké pozice (short). Vzroste-li dosažená cena, potom profituje dlouhá pozice a ztrácí krátká pozice. Klesne-li naopak dosažená cena, profituje krátká pozice a ztrácí dlouhá pozice. Ztráta či zisk jsou rovny změně kurzu.

Při každém obchodu by investor neměl zapomínat na nastavení tzv. stop lossu a profit targetu. Stop loss je nástroj, pomocí kterého investor limituje riziko obchodu. Při překročení předem stanovené hranice stop lossu investor uzavře svojí pozici, aby nedošlo k větší ztrátě. Naopak profit target nám určuje velikost očekávaného zisku. Překročí-li cena úroveň profit targetu, investor vystoupí z obchodu s předem stanoveným ziskem.

3.2 Pákový efekt (Leverage)

Pro futures kontrakty je specifické, že pro jejich nákup či prodej stačí složit pouze nepatrnou zálohu, nikoliv plnou cenu. Tento způsob nákupu a prodeje se nazývá pákový efekt. Se složenou zálohou lze tedy kontrolovat velké množství komodity po neomezeně dlouhou dobu. Malý pohyb v ceně komodity může způsobit vysoký zisk, ale i vysokou ztrátu.

Složená záloha, tzv. margin, představuje pouze zlomek hodnoty kontraktu, která je po dobu držení dané komodity blokována brokerem a po ukončení obchodu je opět odblokována. Existují dva druhy marginu – initial margin a maintenance margin. Initial margin, neboli vstupní margin, je velikost blokovaných peněžních prostředků potřebných k otevření pozice. Maintenance margin, neboli udržovací margin, je minimální výše vlastního kapitálu potřebného k udržení otevřené pozice. Klesne-li velikost vlastního kapitálu pod udržovací margin, přijde margin call, který označuje požadavek brokera k navýšení vlastního kapitálu. Investor se poté rozhoduje, zda uzavřít pozici se ztrátou či dodat další prostředky na účet. Minimální hodnoty marginu určují burzy a brokeři obvykle ještě tyto hodnoty navyšují.

Funkce pákového efektu je demonstrována na následujícím příkladu. Jak již bylo výše zmíněno, ropa se na komoditních burzách obchoduje v kontraktech o velikosti 1 000 barelů. V březnu 2014 se cena ropy pohybovala okolo 100 USD za barel. Celková hodnota kontraktu tak byla 100 000 USD. Margin za jeden kontrakt ropy je burzou stanoven na 3 190 USD. Zablokováním zálohy 3 190 USD je tak kontrolován kontrakt ropy v hodnotě 100 000 USD. Dojde-li ke změně ceny ropy o dolar správným směrem, investor vydělá 1 000 USD, protože kontrakt obsahuje 1 000 barelů. Udržovací margin je burzou stanoven na 2 900 USD. Aby nepřišel margin call, musí mít investor na účtu alespoň 2 900 USD.

3.3 Možnosti obchodování na komoditních trzích pro investora žijícího v ČR

Jak již bylo zmíněno, obchodování na komoditní burze lze uskutečnit pomocí futures kontraktů prostřednictvím brokera, který pro nás nakupuje a prodává dané komodity. Za tuto službu si samozřejmě účtuje poplatek – brokerskou komisi. Brokerské služby poskytují brokerské domy, brokerské společnosti či bankovní instituce. Investor si může zvolit i zahraničního brokera, jehož výhodou může být díky vyšší konkurenci nižší komise nebo rychlejší plnění příkazů. Za nevýhodu lze považovat komunikaci v cizím jazyce nebo ztíženou možnost osobní schůzky.

Brokerské služby lze rozčlenit na 3 druhy:

- ***Full service*** **–** je vhodný zejména pro začínající obchodníky, protože zahrnuje nejen plnění zadaných obchodních příkazů, ale i poskytování konzultací, rad či tipů. Tato služba je zpravidla nejdražší službou, což kompenzuje relativní dohled brokera na naše obchodování.
- ***Discount service*** – využije investor, pokud již nevyžaduje žádné poradenství či kontrolu zadaných příkazů. Broker pouze splní příkazy sdělené po telefonu či e-mailu.
- ***Online service*** **–** využívá k zadávání příkazů elektronickou formu. Obchodování probíhá přes počítač prostřednictvím on-line obchodní platformy, kterou investor obdrží od brokerské společnosti.

Ne každá brokerská společnost umožňuje všechny tyto druhy služeb, proto si investor musí nejprve rozmyslet, jakou službu bude požadovat a podle toho hledat svého brokera. Při výběru je také důležité sledovat, na jakých burzách daný broker obchoduje. Mezi nejznámější společnosti na českém trhu poskytující možnost investování na komoditních trzích patří: Brokerjet České spořitelny a.s., Colosseum a.s., Fio banka a.s., HighSky brokers a.s., Saxo Bank či X-Trade Brokers. V tabulce 3.1 jsou uvedené poplatky pro vybrané brokerské společnosti. Součástí poplatku brokera není poplatek za kontrakt burze, který pro ropu činí 1,47 USD. Některé společnosti si účtují poplatek za otevření a uzavření zvlášť, u některých jsou v poplatku zahrnuty obě situace.

Tabulka 3.1: Poplatky vybraných brokerských společností.

Broker	Objem obchodu	Poplatek
Brokejet České spořitelny	1 kontrakt: Více kontraktů – individuální nastavení poplatků	6,00 USD / 1 zobchodovaný pokyn Minimum za obchod: 10 USD
Fio banka	Do 250 kontraktů měsíčně: Od 251 a více kontraktů měsíčně:	5,95 USD / 1 zobchodovaný kontrakt 3,95 USD / 1 zobchodovaný kontrakt Minimum za obchod: 9,95 USD
Saxo Bank	Do 250 kontraktů měsíčně: Od 251 a 1000 kontraktů měsíčně: Od 1001 do 5000 kontraktů měsíčně:	6,00 USD / 1 zobchodovaný pokyn 3,00 USD / 1 zobchodovaný pokyn 1,59 USD / 1 zobchodovaný pokyn Minimum za obchod: 10 USD
X-Trade Brokers	Libovolný	5,00 USD / 1 zobchodovaný pokyn

Z údajů v tabulce 3.1 je patrné, že z pohledu poplatků je nejvýhodnější obchodovat u Fio banky, které při objemu do 250 kontraktů měsíčně si účtuje za jeden zobchodovaný kontrakt 9,95 USD. Za každý kontrakt ropy si burza účtuje 1,47 USD. Za jeden kontrakt tedy investor zaplatí na poplatcích 11,42 USD. Při investování například u České spořitelny, která si účtuje poplatek za pokyn, by poplatek za celý kontrakt činil 13,47 USD. Za další výhodu Fio banky lze pokládat dobrou dostupnost ve většině větších měst v České republice nebo obchodní platformu v českém jazyce. Pro potřeby této práce bude nadále uvažováno obchodování u Fio banky.

4 Ropa

Na hlavních světových komoditních trzích se zejména obchoduje se dvěma hlavními druhy ropy – ropa typu Brent a ropa typu WTI (West Texas Intermediate). Ropa Brent se těží v Severním moři a ropa WTI na americkém kontinentě. Hlavní rozdíly mezi těmito druhy ropy je obsah síry, způsobu zpracování a jejich využití. Ropa WTI je lehká, protože má relativně nízkou hustotu a obsahuje menší podíl síry. S oběma druhy ropy se obchoduje na rozdílných komoditních trzích. S ropou WTI se obchoduje v Americe na CME, zatímco ropa Brent v Londýně na ICE. Mezi další důležité typy patří Ománská a Dubajská ropa.

Pro účely této práce byla zvolena americká ropa WTI. Historická denní data byla převzata ze zdroje [8]. Pro potřeby delší historie dat na optimalizaci obchodního systému bylo využito tzv. kontinuálních kontraktů (continuous contract). Tyto kontrakty vznikají pospojováním jednotlivých kontraktních měsíců. Kontrakt s nejbližším měsícem dodání se nazývá front kontrakt, který často nahrazuje spotovou cenu. Zvolená historická data jsou označena CL1, kde CL označuje ropu a číslice 1 označuje kontinuální kontrakt složený z kontaktů s nejbližším měsícem dodáním – front kontrakty. Pro přechod mezi kontrakty se užívají různé rolovací algoritmy. Zdroj čerpá data z CME a při vytváření kontinuálních kontraktů využívá nejjednoduššího typu rolování a to, že kontrakt CL1 je po posledním obchodním dnu nahrazen kontraktem CL2, přičemž nedochází k žádné úpravě ceny.

4.1 Korelační analýza ceny ropy

4.1.1 Korelace

Korelační koeficient ρ vyjadřuje míru lineární závislosti dvou veličin. Je-li (X, Y) dvourozměrná veličina s kladnými rozptyly $D(X), D(Y)$ a kovariancí $cov(X, Y)$, potom je korelační koeficient definován předpisem [9]

$$\rho = \rho_{XY} = \frac{cov(X,Y)}{\sqrt{D(X)\,D(Y)}}. \tag{4.1}$$

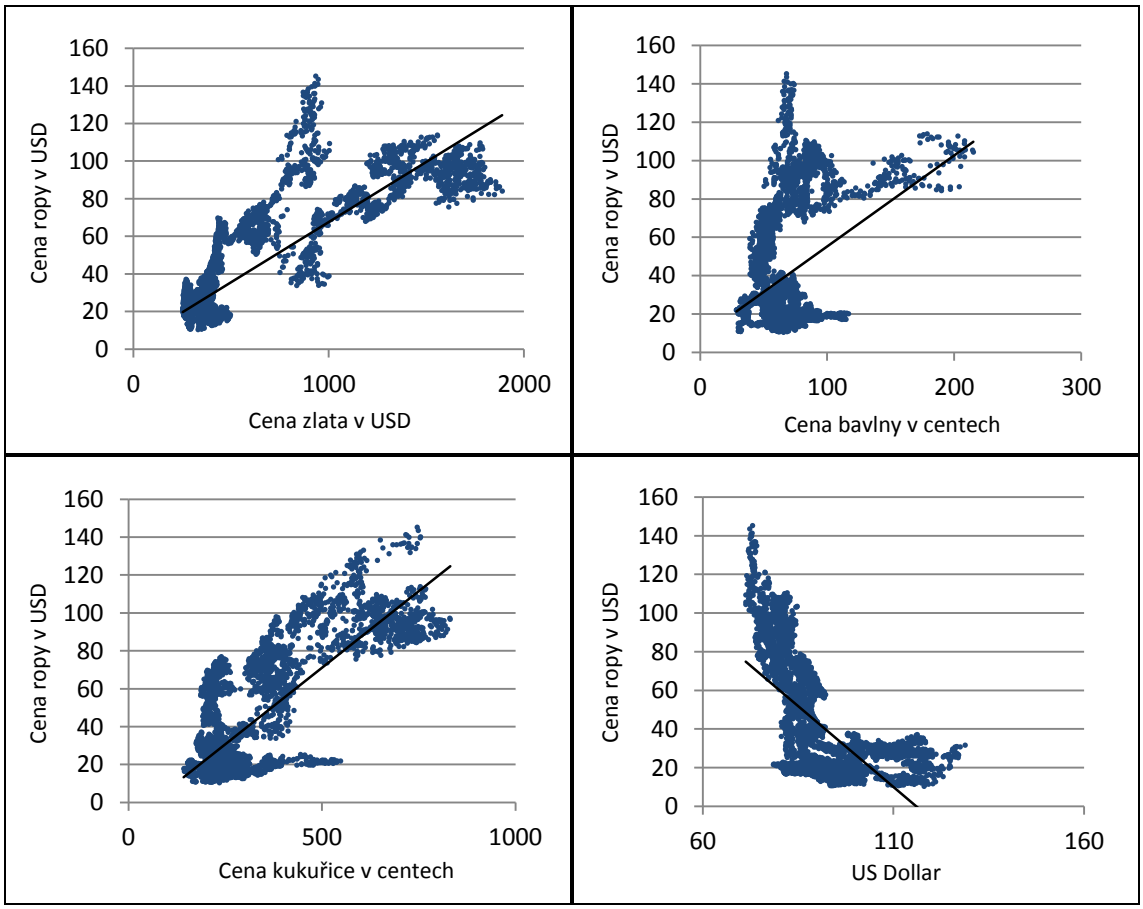
Korelační koeficient je symetrický, platí proto rovnost $\rho_{XY} = \rho_{YX}$. Koeficient nabývá hodnot od -1 do $+1$. Hodnota $+1$ ukazuje silnou lineární závislost, body (X, Y) leží na přímce s kladnou směrnicí. Proto určitě platí rovnost $\rho_{XX} = 1$. Hodnota -1 ukazuje silnou klesající lineární závislost, data opět leží na přímce, tentokrát se zápornou směrnicí. Je-li koeficient nulový, říkáme, že veličiny jsou nekorelované, což napovídá o lineární nezávislosti. Nekorelované veličiny nemusejí být ještě nezávislé, může mezi nimi existovat nelineární závislost.

4.1.2 Korelace ceny ropy a dalších vybraných komodit

Zkoumána byla závislost ceny ropy na ceně vybraných komodit – zlata, bavlny a kukuřice. Vybrané komodity patří k nejčastěji obchodovaným a byly voleny tak, aby z každé skupiny komodit byla vybrána maximálně jedna − zlato ze skupiny drahých kovů, kukuřice ze skupiny obilnin a bavlna jako textilní plodina. Zkoumán byl i vliv amerického dolaru na ropu pomocí Indexu amerického dolaru (US Dollar Index), který nám dává informaci o hodnotě dolaru vzhledem ke koši ostatních světových měn. Index vznikl v roce 1973 na hodnotě 100 a obsah koše byl měněn pouze jednou, a to na začátku roku 1999 se zavedením eura. Od té doby je v koši 6 měn – euro, japonský jen, britská libra, kanadský dolar, švédská koruna a švýcarský frank, přičemž více než 50 % váhy zaujímá euro.

Historická data potřebná pro výpočet korelace byla převzata stejně jako data pro ropu ze zdroje [9]. Na obrázku 4.1 jsou zobrazeny grafy denních cen ropy a výše zmiňovaných komodit od roku 1985 do roku 2013, které jsou pouze pro ilustraci doplněny příslušnou trendovou křivkou. Z grafů je patrné, že zvýšená cena zlata, bavlny a kukuřice je doprovázena zvýšení ceny ropy. Výjimkou je graf ropy a indexu amerického dolaru, který ukazuje opačnou závislost. Zvýšení ceny indexu je tedy doprovázeno snížení ceny ropy. Tento poznatek potvrzuje obecně známé tvrzení, že pokud dolar oslabuje, zvyšuje se cena ropy a naopak.

Obrázek 4.1: Grafy korelací ropy v letech 1985−2013.



Za pomoci Lillieforsova testu bylo testováno, zda data pocházejí z normálního rozdělení, které je předpokladem pro test významnosti koeficientů. Na hladině významnosti $\alpha = 0{,}1$ proběhlo testování normality dat v programu Matlab v souboru TestNormalnihoRozdeleni.m dostupném v přiloženém CD a výsledky jsou zaznamenány v souboru Normalita.xlsx. Výsledky testů normality jsou uvedeny v tabulce 4.1, kde sloupeček TEST ukazuje hodnotu testu a KH je příslušná kritická hodnota. Hypotézu o normalitě dat lze tedy zamítnout, pokud je hodnota TEST vyšší než kritická hodnota, což platí pro všechna testovaná data.

Tabulka 4.1: Výsledky testu normality dat

	Ropa		Zlato		Bavlna		Kukuřice		US Dolar	
	TEST	KH	TEST	KH	TEST	KH	TEST	KH	TEST	KH
1985-2014	0,240	0,010	0,316	0,010	0,121	0,010	0,232	0,010	0,069	0,010
1985-1998	0,090	0,014	0,081	0,014	0,078	0,014	0,118	0,014	0,082	0,014
1999-2014	0,138	0,014	0,194	0,014	0,147	0,014	0,206	0,014	0,148	0,014

Z důvodu porušení normality dat, byla hodnota korelace počítaná pomocí Spearmanova koeficientu pořadové korelace, který je pro náhodný výběr $(x_i, y_i), (i = 1,2, \dots, n)$ z dvourozměrného rozdělení (X, Y) definovaný předpisem

$$r^{(s)} = 1 - \frac{6}{n^3 - n} \sum_{i=1}^{n} (P_i - Q_i)^2, \tag{4.2}$$

kde je

P_i pořadí vzestupně seřazené veličiny X_i ,

Q_i pořadí vzestupně seřazené veličiny Y_i,

n počet dat.

Pro velké rozměry veličin má $r^{(s)}$ přibližně rozdělení $N(0, \sqrt{n-1})$ a koeficient lze považovat za významný na hladině významnosti α, platí-li $\left|r^{(s)}\right| > \frac{u_{1-\frac{1}{n}}}{\sqrt{(n-1)}}$ [9].

Přesné hodnoty koeficientů pořadové korelace jsou vyčísleny v prvním sloupci tabulky 4.2. Hodnoty potvrzují závěry vyvozené z grafů. Vyšší kladná korelace je jak mezi ropou a zlatem, tak mezi ropou a kukuřicí. Naopak nízkou hodnotu má korelace mezi ropou a bavlnou. Jediná záporná korelace je u ropy a indexu dolaru. Testována byla významnost koeficientů podle výše uvedeného pravidla. Tučně zvýrazněné hodnoty v tabulce jsou statisticky významné na hladině významnosti $\alpha = 0{,}05$, což připouští 5% chybu prvního druhu, která vyjadřuje pravděpodobnost chybného zamítnutí nulové hypotézy.

Tabulka 4.2: Pořadové koeficienty korelace ropy

	1985–2013	1985–1998	1999–2013
Zlato	**0,5885**	-0,0224	**0,9044**
Bavlna	**0,0677**	**0,2106**	**0,6877**
Kukuřice	**0,4730**	**0,1155**	**0,8077**
Index dolaru	**-0,6031**	**-0,3886**	**-0,8893**

Tabulka 4.2 je také doplněná o hodnoty korelace v meziobdobí pro zobrazení vývoje korelace. Pro rozdělení do dvou období byl jako mezník zvolen rok 1999, kdy došlo k zavedení eura, které bude mít pravděpodobně vliv na hodnotu dolaru. Korelace je v letech 1985–1998 výrazně nižší než v letech 1999–2013. Výsledky testů významnosti koeficientu dokonce ukazují, že v období 1985–1998 lze označit pořadový koeficient korelace ropy a zlata za nevýznamný. Naopak v letech 1999–2013 došlo k velkému nárůstu závislosti. Všechny výpočty a grafy korelace obsahuje soubor Korelace_VyjadreniCeny.xlxs v přiloženém CD.

Chceme-li eliminovat vliv nějaké veličiny, použijeme výběrový koeficient parciální korelace uvedený ve vzorci (4.3), kde r je výběrovým koeficientem korelace a Z je veličina, jejíž vliv chceme eliminovat [9].

$$r_{XY \cdot Z} = \frac{r_{XY} - r_{XZ} r_{YZ}}{\sqrt{(1 - r_{XZ}^2)(1 - r_{YZ}^2)}} \tag{4.3}$$

V tabulce 4.3 jsou uvedeny hodnoty výběrové korelace a korelace s vyloučením vlivu dolaru. I tyto hodnoty jsou podstatně vyšší ve druhém časovém období než v prvním. Test normality dat byl proveden jak na celém, tak i na po částech rozdělených obdobích a výsledky jsou zaznamenány v tabulce 4.1. Závěry testů jsou pro všechna časová období stejná – zamítnutí hypotézy o normalitě dat. Přestože není splněn požadavek normality dat a výsledky tedy nelze považovat za směrodatné, u korelace ropy a zlata lze opět pozorovat obrovský rozdíl ve výši korelace v obou obdobích.

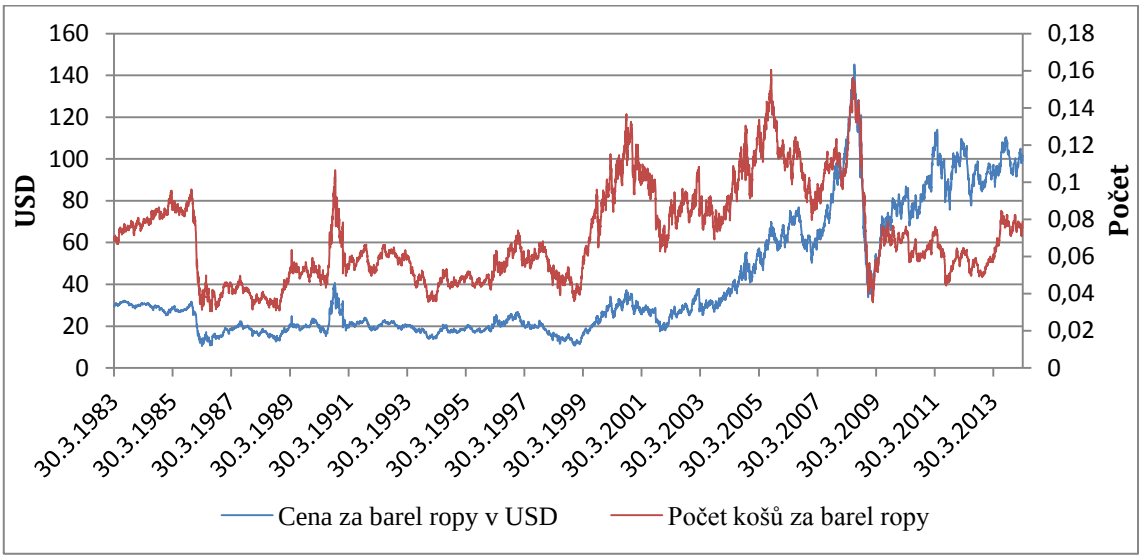
Tabulka 4.3: Výběrové korelace ropy a korelace s vyloučením vlivu dolaru

	1985–2013		1985–1998		1999–2013	
	r	$r_{XY \cdot Z}$	r	$r_{XY \cdot Z}$	r	$r_{XY \cdot Z}$
Zlato	0,8612	0,7714	0,0757	0,0122	0,8454	0,6313
Bavlna	0,3413	0,0694	0,1935	0,0659	0,5926	0,3501
Kukuřice	0,7889	0,6597	0,1217	0,0312	0,8245	0,6421
Index dolaru	-0,6320		-0,3340		-0,8266	

4.2 Vyjádření ceny ropy za pomoci jiných komodit

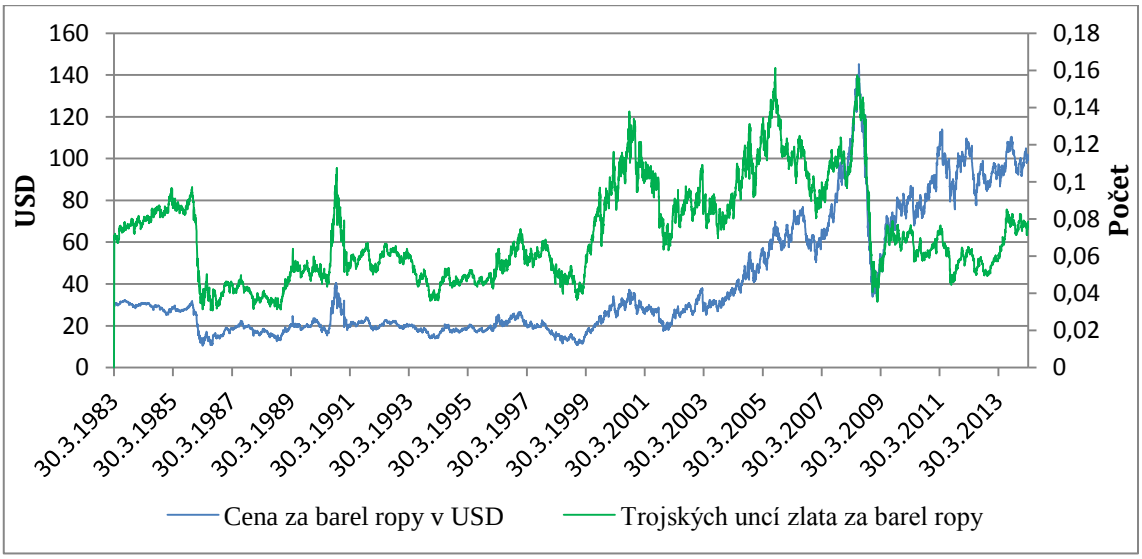
V této podkapitole se pokusíme alternativně vyjádřit cenu ropy a to za pomoci koše vybraných komodit. Do tohoto koše je zahrnuta 1 unce zlata (31,103 g), 1 libra bavlny (0,454 kg) a 1 bušl kukuřice (0,035 m^3). Hlavním důvodem pro takto vyjadřování ceny ropy je snaha o vytvoření nového indikátoru, který zohlední relativní cenu ropu. Hodnota ropy bude vyjádřená velikostí koše, který je možný zakoupit za jeden barel v daný den. Na obrázku 4.2 je modrou křivkou znázorněna cena ropy v USD a červenou křivkou počet košů za barel.

Obrázek 4.2: Graf ceny ropy v USD a počtu košů komodit za barel ropy.



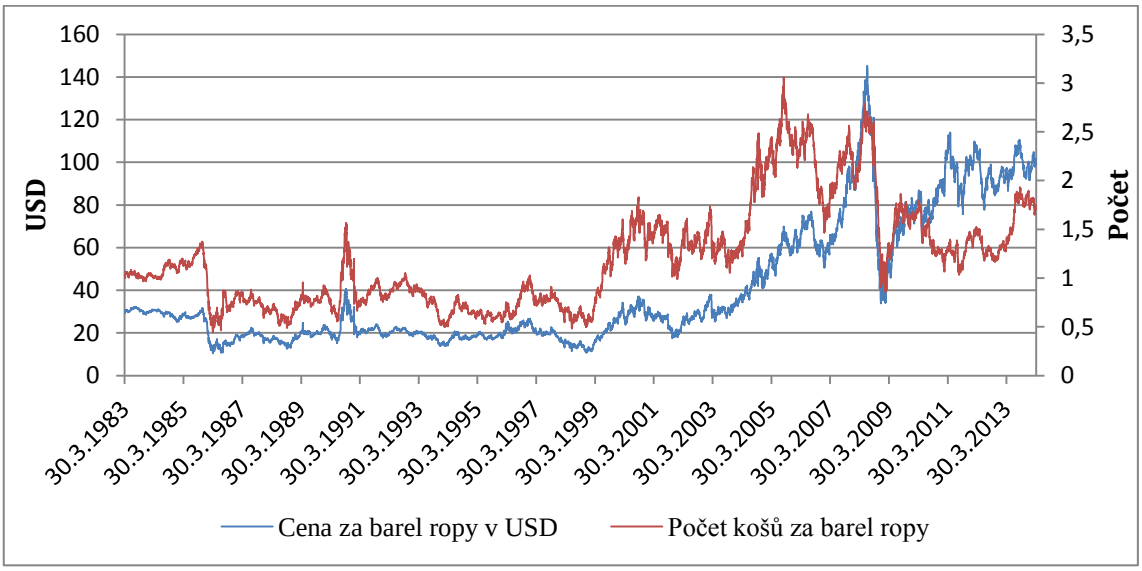
Z obrázku je patrné, že pokud cena klesne, klesne i velikost koše, který lze zakoupit za jeden barel. Dále je z grafu patrná vyšší volatilita počtu košů za barel. Malý pokles v ceně ropy je tedy doprovázen vyšším poklesem počtu košů. Při takto stanoveném obsahu koše má dominantní vliv zlato. Pro znázornění je na obrázku 4.3 zobrazen zelenou křivkou počet trojských uncí zlata za barel ropy.

Obrázek 4.3: Graf ceny ropy v USD a počet trojských uncí zlata za barel ropy.



Z důvodu snížení dominance zlata v koši byl pozměněn poměr jednotlivých komodit v koši. K 30. 3. 1993 byl objem komodit uzpůsoben tak, aby se za přibližně jeden barel ropy dal opatřit jeden koš komodit. Jednotlivé objemy komodit byly voleny tak, aby hodnota dané komodity byla přibližně v ceně jedné třetiny ceny barelu ropy. Koš tedy obsahuje 0,024 trojských uncí zlata (0,746 g), 13 liber bavlny (5,897 kg) a 3 bušle kukuřice (0,106 m^3). Při takto stanoveném koši je vyjádření ceny ropy zobrazeno na obrázku 4.4 červenou křivkou, modrá křivka opět vyznačuje cenu ropy v USD.

Obrázek 4.4: Graf ceny ropy v USD a počtu košů komodit za barel ropy.



Na obrázku 4.4 je patrné krátkodobé výrazné zvýšení ceny ropy až na 40 USD v srpnu 1990, které bylo způsobené invazí íránských vojsk do Kuvajtu. Po roce 1999, kdy ropa byla na ceně kolem 12 USD v důsledku asijské ekonomické krize, cena začala stoupat až na 71 USD v důsledku hurikánu Katrina v srpnu 2005. Tento růst je mnohem výraznější na grafu vyjádřené ceny pomocí koše komodit než na grafu ceny ropy v dolarech. Na tento růst měla pravděpodobně vliv skutečnost, že hurikán postihl americký kontinent, ze kterého obchodovaná ropa pochází. V roce 2008 ceny ropy vzrostly na své nové maximum v důsledku obav, že organizace OPEC[3] nebude schopna dostatečně zásobovat trh. Po překročení maxima 140 USD ovšem ropa začala prudce klesat až pod cenu 40 USD v důsledku finanční krize. V roce 2009 dochází opět k růstu cen, který byl podpořen zprávami o nižší zásobě ropy. V současné době se cena ropy pohybuje kolem 110 USD.

Všechny zobrazené grafy a data potřebná pro jejich konstrukci jsou umístěny v přiloženém CD v souboru Korelace_VyjadreniCeny.xlxs.

[3] Organizace zemí vyvážející ropu (OPEC) sdružuje 12 zemí exportující ropu a kontroluje 75 % veškerých světových zásob ropy.

5 Obchodní systém

Obchodní systém je soubor pravidel, jehož úkolem je při jeho dodržování přinášet investorovi zisk.

Každý obchodní systém by měl obsahovat:

- ***Vstupní strategie*** – podmínky, při jejichž splnění investor vstoupí do obchodu.
- ***Metody umisťování a posouvání stop lossu a profit targetu***
- ***Výstupní strategie*** – podmínky, při jejichž splnění investor vystoupí z obchodu.
- ***Money-management*** – proces řízení peněz, jehož hlavní otázkou je, kolik procent kapitálu by měl investor v obchodu riskovat.

5.1 Pravidla obchodního systému

Do obchodního systému je z každé skupiny indikátorů technické analýzy zahrnut alespoň jeden indikátor.

Zástupcem skupiny trendových ukazatelů byl zvolen MACD, který nám snadno a rychle udává informace o probíhajícím trendu. Klesající trend naznačuje situace, kdy krátkodobý exponenciální průměr má nižší hodnoty než dlouhodobý. MACD se v tomto případě pohybuje v záporných hodnotách. Naopak vyšší hodnoty krátkodobého exponenciálního průměru oproti dlouhodobému indikují rostoucí trend a hodnoty MACD jsou kladné. Proto jednou z podmínek vstupu do long pozice jsou kladné hodnoty MACD a jejího exponenciálního průměru (triggeru). Naopak do short pozice jsou podmínkou záporné hodnoty.

Dalším indikátorem ze skupiny trendových ukazatelů byl vybrán Parabolic SAR. Tento indikátor byl zvolen především pro potřeby určování pozic stop lossu. Stop loss bude vždy posouván na aktuální hodnotu Parabolic SAR. Z vlastnosti tohoto indikátoru je patrné, že u rostoucího trendu bude hodnota Parabolic SAR pro každou novou svíčku růst nebo zůstane stejná. Alternativně u klesajícího trendu bude hodnota klesat nebo zůstávat na stejné hodnotě. Z toho vyplývá, že vždy při vstupu do obchodu bude známo riziko – maximální možná ztráta, která se již může jen snižovat.

Skupinu oscilátorů v obchodním systému zastupuje CCI, protože zohledňuje odchylku cen a jak již název napovídá, byl vyvinut při obchodování na komoditních trzích. Pokud je cenová hladina nad průměrem, hodnoty CCI jsou kladné a naopak. Proto další podmínkou pro vstup do long pozice je kladná hodnota CCI a pro vstup do pozice short záporná hodnota.

Ze skupiny objemových indikátorů je do obchodního systému zahrnut MFI, protože zachycuje sílu kapitálu, který proudí z/do daného aktiva. V obchodním systému je důležitá hranice 50. Podmínky pro vstup do long pozice jsou hodnoty vyšší než tato stanovená hranice a naopak nižší hodnoty pro vstup do short pozice.

Indikátor ATR jako zástupce poslední skupiny indikátorů, měří volatilitu daného aktiva, neboli kvantifikuje sílu pohybu cen. Při výběru tohoto indikátoru bylo zohledněno jeho možné využití při stanování profit targetu. Ten bude umístěn ve stanoveném násobku ATR nad cenou nákupu při long pozici či pod cenou prodeje při short pozici. Výhodou takto stanového profit targetu je aktuální přizpůsobení situaci na trhu.

Všechny výše uvedené indikátory jsou popsány v kapitole 2.3.

Shrnutí celého obchodního systému je uvedeno v tabulce 5.1, kde parametr c značí cenu nákupu při long pozici popřípadě cenu prodeje při short pozici a parametr x je kladný koeficient potřebný pro stanovení profit targetu.

Tabulka 5.1: Pravidla obchodního systému.

Podmínky pro vstup do Long pozice	$MACD\ a\ Trigger > 0$ $CCI > 0$ $MFI > 50$ $PSAR\ pod\ svíčkou$ $ATR > 1$
Stop Loss	$Aktuální\ hodnota\ PSAR$
Profit Target	$PT = c + (x * ATR)$
Podmínky pro výstup z Long pozice	Dosažení aktuálního Profit targetu nebo Stop lossu Splnění podmínek pro vstup do Short pozice
Podmínky vstupu do Short pozice	$MACD\ a\ Trigger < 0$ $CCI < 0$ $MFI < 50$ $PSAR\ nad\ svíčkou$ $ATR > 1$
Stop Loss	$Aktuální\ hodnota\ PSAR$
Profit Target	$PT = c - (x * ATR)$
Podmínky výstupu z Short pozice	Dosažení aktuálního Profit targetu nebo Stop lossu Splnění podmínek pro vstup do Long pozice

5.2 Optimalizace obchodního systému

Obchodní systém byl optimalizován na historických datech ropy od 5. 1. 2004. Pro optimalizaci systému je zapotřebí dostatečně dlouhá historie dat, ale ani příliš mnoho dat není ideální. Obecně je doporučeno provádět optimalizaci na minimálně 100 obchodech [10]. Z toho důvodu bylo pro potřeby optimalizace zvoleno období od roku 2004. Na přiloženém CD jsou naprogramovány jednotlivé indikátory použité v obchodním systému v programu Matlab, ve kterém v souboru Optimalizace.m byly zjištěny nejlepší hodnoty jednotlivých parametrů. Výsledky optimalizace jsou zaznamenány v programu Excel v souboru ObchodniSystem.xlsm, který je taktéž umístěn na přiloženém CD.

Z důvodu časové náročnosti nebude optimalizace prováděna pro všechny možné kombinace parametrů indikátorů. Taktéž ani komerční specializované softwary nefungují na tomto principu „hrubé síly“. Postup optimalizace lze tedy rozdělit do dvou kroků. Nejdříve byly optimalizovány jednotlivé parametry při zachování výchozích hodnot zbylých parametrů. Jako výchozí hodnoty indikátorů byly nastaveny doporučené hodnoty. V druhém kroku byla provedena optimalizace všech parametrů v blízkosti nalezených maximálních hodnot. Optimalizace byla prováděna pro jeden kontrakt, který obsahuje 1 000 barelů ropy.

Parametry indikátorů CCI, ATR a MFI byly optimalizovány v intervalu od 5 do 30 dnů. Výpočet hodnoty indikátoru MACD vyžaduje dva parametry, proto byly parametry fast a slow optimalizovány dohromady. Pro parametr fast byl zvolen interval od 5 do 20 dní a pro parametr slow od 16 do 36 dní, přičemž při optimalizaci byla vždy hodnota parametru fast nižší než hodnota parametru slow. Poslední parametr trigger byl testován v intervalu od 3 do 14 dní. Nejvyšší hodnoty parametrů pro optimalizaci byly voleny relativně nízké hodnoty s ohledem na požadavek dostatečného množství signálu u každého indikátoru a zohlednění spíše novějších dat z důvodu vyšší volatility cen ropy. S již optimalizovanými parametry byla zjištěna nejlepší hodnota parametru pro stanovení profit targetu. Parametry indikátoru PSAR nebudou optimalizovány, ale ponechány na doporučených hodnotách, které nastavil světoznámý obchodník W. Wilder. Takto nastavené hodnoty jsou doporučeny při obchodování s komoditami a zaručují, že se PSAR nikdy příliš nevzdálí od kurzu.

Celý postup optimalizace bude názorně ukázán na první optimalizaci, která proběhla na historických datech od roku 2004 do roku 2011. Soubor Optimalizace.m vyhodnotí obchodování na stanoveném časovém období pro dané rozmezí parametrů. Základní nastavení parametrů obchodního systému je uvedeno v tabulce 5.2, kde v posledním řádku je informace a ztrátě, která by nastala při obchodování s takto nastavenými parametry za období 2004–2011.

Tabulka 5.2: Základní parametry indikátorů.

Parametry		Základní
MACD	Fast	12
	Slow	26
	Trigger	9
CCI		14
ATR		14
MFI		14
Parametr pro PT		2
Zisk/Ztráta		-6 555,43 USD

První vezmeme například indikátor MACD, který se počítá jakou rozdíl exponenciálního průměru s periodou fast a exponenciálního průměru s periodou slow. Optimalizovány tedy budou hodnoty fast a slow a to na výše zmíněných intervalech. Ostatní parametry indikátorů zůstanou na výchozích – doporučených hodnotách. Výsledné zisky/ztráty jsou uvedeny v tabulce 5.3, kde nejtmavší barvou jsou zvýrazněny nejvyšší hodnoty a pro přehlednost je ještě 10 nejvyšších zisků označeno tučně. Červeně označené číslo ukazuje ztrátu při nastavení parametrů na výchozí nastavení. Maximální zisk při zachování ostatních parametrů je pro délku periody fast 5 a pro délku periody slow 23. Maximální zisk by v tomto případě za období 2004–2011 činil 32 903 USD. Ostatní parametry budou již optimalizovány samostatně na stejném principu jako předchozí optimalizace.

Tabulka 5.3: Optimalizace parametrů fast a slow.

S\F	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
16	16 940	21 816	**24 751**	19 752	17 911	-2 127	-15 620	-12 163	-12 023	-10 421	-11 996					
17	22 785	23 536	19 135	21 339	3 122	-10 935	-11 413	-10 859	-10 402	-6 763	-16 911	-9 174				
18	21 177	18 285	17 641	**25 060**	-729	-14 700	-5 154	-11 912	-5 881	-10 688	-9 994	-19 054	-17 768			
19	18 508	15 335	23 098	20 433	-7 908	-7 519	-7 069	-5 191	-11 028	-10 723	-19 224	-16 084	-18 787	-12 817		
20	**28 712**	21 111	19 443	4 206	-5 342	-5 659	-8 571	-7 025	-16 244	-17 574	-14 572	-16 588	-12 417	-3 777	9 256	
21	23 433	**30 186**	**26 380**	5 308	-6 012	-9 665	-6 545	-10 268	-9 113	-15 212	-16 636	-14 097	-5 579	9 256	959	-2 301
22	20 080	**25 930**	21 264	338	-6 116	-5 166	-7 185	-9 087	-15 802	-18 168	-15 187	-718	7 744	-1 573	-2 301	4 281
23	**32 903**	**24 000**	1 854	4 465	2 393	735	-11 015	-19 835	-17 368	-13 372	-3 728	1 800	-73	-2 023	4 701	9 174
24	23 727	23 145	6 965	-941	5 401	4 573	-1 168	-10 815	-8 557	-1 550	-830	-77	1 200	1 440	9 174	15 020
25	**24 277**	15 276	7 591	6 009	3 899	9 627	-3 993	-7 281	-2 980	-2 710	1 183	1 200	2 920	8 436	13 880	15 229
26	22 288	17 614	4 821	8 517	7 453	9 066	-4 999	***-6 555***	-4 120	3 302	4 004	4 910	10 476	12 442	14 330	14 610
27	19 361	16 724	12 110	7 927	11 908	5 305	-8 481	1 240	-250	4 376	1 160	10 448	12 760	13 653	14 610	17 767
28	20 687	2 283	10 208	7 215	12 332	-2 272	-2 530	-2 710	9 326	4 264	7 257	11 994	14 441	14 610	17 767	21 091
29	17 857	4 445	10 805	13 221	8 091	-670	2 523	5 925	6 464	12 061	11 834	13 370	19 209	20 095	20 161	19 813
30	13 210	11 241	6 960	17 723	8 914	2 030	-1 237	6 063	6 851	7 337	16 051	18 209	19 543	15 700	19 813	18 089
31	11 291	8 801	6 488	13 530	3 949	9 116	9 771	1 394	10 551	15 680	19 547	18 789	16 038	20 457	17 259	9 640
32	18 490	8 941	13 432	13 103	7 845	7 416	8 129	14 507	14 213	20 378	21 423	19 629	20 397	17 259	15 459	11 770
33	18 000	9 711	6 875	14 427	9 650	10 958	6 267	11 307	19 584	18 231	22 079	21 407	16 309	15 459	10 976	16 966
34	19 090	5 132	7 756	2 208	3 190	10 286	7 291	12 457	21 147	18 367	**24 616**	19 253	15 849	8 540	15 866	15 866
35	20 344	9 300	10 579	5 346	6 501	5 618	11 518	21 274	19 547	21 206	21 396	16 809	9 844	14 606	16 366	19 642
36	17 665	9 830	9 329	2 286	11 016	9 734	14 063	23 526	19 939	23 573	18 852	11 614	14 952	16 096	14 927	20 898

Maximální zisky při změně pouze jednoho parametru jsou uvedeny v tabulce 5.4. Pro porovnání, jak je již v tabulce 5.2 uvedeno, při základním nastavení parametrů činila za příslušné období ztráta 6 555 USD. Pouze při změně parametru ATR je obchodní systém ztrátový. Ztráta je již menší než se základním nastavením parametru, ale záporná hodnota naznačuje menší vliv indikátoru ATR na obchodní systém.

Tabulka 5.4: Nejlepší hodnoty parametrů jednotlivých indikátorů.

	Fast	Slow	Trigger	CCI	ATR	MFI
Perioda	5	23	3	6	28	7
Zisk (v USD)	32 903,22		31 878,83	2 514,88	-244,67	9 602,04

Máme-li stanovené hodnoty zisku pro každý parametr, provedeme celkovou optimalizaci. Pro každý parametr vybereme oblast, která obsahuje maximum, popřípadě robustnější oblast obsahující lokální maximum. V případě MACD vezmeme dostatečně robustní oblast obsahující maximum, která je ohraničena v tabulce 5.3.

Vybrané oblasti optimalizace pro všechny parametry jsou uvedeny v druhém řádku tabulky 5.5. Celková optimalizace opět proběhla v souboru Optimalizace.m a hodnoty zisků pro všechny kombinace parametrů jsou uvedeny v souboru ObchodniSystem.xlsm. Parametry generující nejvyšší zisk jsou seřazeny sestupně v tabulce 5.5, kde nejvyšší zisk za období 2004–2011 je zvýrazněn tučně i s příslušnými hodnotami parametrů.

Tabulka 5.5: Optimalizace parametrů za období 2004−2011.

Fast	*Slow*	*Trigger*	*CCI*	*ATR*	*MFI*	*Zisk*
5-6	20-25	3-5	5-7	28-30	7-9	(v USD)
6	**23**	**4**	**7**	**30**	**7**	**42 115,68**
6	23	4	7	29	7	42 052,03
6	23	4	7	28	7	42 046,67
6	23	5	7	30	7	41 740,69
6	23	5	7	29	7	41 646,12
6	23	5	7	28	7	41 606,76
6	23	4	6	30	7	40 571,59
6	23	4	6	28	7	40 552,23
6	23	4	6	29	7	40 531,98
5	22	5	7	30	7	40 324,10
5	22	5	7	29	7	40 258,09
5	22	5	7	28	7	40 250,53

Posledním krokem optimalizace je určení parametru pro stanovení profit targetu. Tento parametr nám udává, v jakém násobku hodnoty ATR máme umístit profit target. Při optimalizaci použijeme interval 1,9–2,5 z důvodu dostatečného, ale ne příliš velkého požadovaného zisku. Nejprve vezmeme nejlepší nalezené parametry generující nejvyšší zisk a na zvoleném intervalu s krokem 0,01 určíme příslušné zisky. Po nalezení maxima byl zmenšen interval na jeho okolí a zmenšen byl i krok na 0,001. Tímto způsobem se pokračovalo až do nalezení parametru s přesností na pět desetinných míst.

Tato část optimalizace opět proběhla v souboru Optimalizace.m a výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.6, kde první a druhý sloupec není kompletní, ale jsou zde uvedeny zisky pouze v okolí nalezeného maxima.

Tabulka 5.6: Optimalizace parametru pro určení PT na období 2004−2011.

Parametr	*Zisk*	*Parametr*	*Zisk*	*Parametr*	*Zisk*	*Parametr*	*Zisk*
2,05	41 932,49	2,14	48 263,45	2,145	49 038,76	2,1459	49 178,32
2,06	44 042,52	2,141	48 418,51	2,1451	49 054,27	2,14591	49 179,87
2,07	46 568,99	2,142	48 573,57	2,1452	49 069,78	2,14592	49 181,42
2,08	45 633,93	2,143	48 728,64	2,1453	49 085,28	2,14593	49 182,97
2,09	43 616,49	2,144	48 883,70	2,1454	49 100,79	2,14594	49 184,52
2,1	42 774,02	2,145	49 038,76	2,1455	49 116,30	2,14595	49 186,07
2,11	45 162,20	**2,146**	**49 193,83**	2,1456	49 131,80	2,14596	49 187,63
2,12	46 728,95	2,147	47 918,82	2,1457	49 147,31	2,14597	49 189,18
2,13	47 338,67	2,148	48 072,33	2,1458	49 162,81	2,14598	49 190,73
2,14	48 263,45	2,149	48 225,85	2,1459	49 178,32	2,14599	49 192,28
2,15	**48 379,36**	2,15	48 379,36	**2,146**	**49 193,83**	2,146	49 193,83
2,16	42 941,15	2,151	48 532,88	2,1461	47 780,65	2,14601	49 195,38
2,17	44 439,39	2,152	48 686,40	2,1462	47 796,00	2,14602	49 196,93
2,18	45 937,62	2,153	44 287,61	2,1463	47 811,35	**2,14603**	**49 198,48**
2,19	39 140,59	2,154	44 439,43	2,1464	47 826,71	2,14604	47 771,44
2,2	35 628,60	2,155	44 591,24	2,1465	47 842,06	2,14605	47 772,97
2,21	37 205,43	2,156	44 743,06	2,1466	47 857,41	2,14606	47 774,51
2,22	34 720,34	2,157	44 894,87	2,1467	47 872,76	2,14607	47 776,05
2,23	34 972,63	2,158	45 046,69	2,1468	47 888,11	2,14608	47 777,58
2,24	29 693,70	2,159	45 198,50	2,1469	47 903,46	2,14609	47 779,12
2,25	21 778,98	2,16	42 941,15	2,147	47 918,82	2,1461	47 780,65

Výsledky kompletní optimalizace jsou shrnuty v tabulce 5.7, kde v druhém sloupci jsou uvedeny počáteční parametry a ve třetím již optimalizované. Poslední řádek nám dává informaci o zisku/ztrátě, pokud by probíhalo obchodování s danými parametry v období 2004–2011.

Tabulka 5.7: Výchozí a optimalizované parametry indikátorů za období 2004−2011.

Parametry		Základní	Optimalizované
MACD	Fast	12	6
	Slow	26	23
	Trigger	9	4
CCI		14	7
ATR		14	30
MFI		14	7
Parametr pro PT		2	2,14603
Zisk/Ztráta		-6 555 USD	49 198,48 USD

S takto optimalizovanými parametry bude v další části práce proveden tzv. paper trading na následujícím roce 2012.

Stejným způsobem byla později pro rok 2013 provedena aktualizace optimalizovaných parametrů na o rok rozšířených historických datech. Optimalizovat se tentokrát nebudou základní parametry indikátorů, nýbrž již ty optimalizované. Poslední optimalizace pro rok 2014 je tedy provedena na datech od 2004–2013 a jako výchozí parametry byly zvoleny optimalizované parametry na datech od 2004−2012. Hodnoty všech parametrů pro každé období jsou uvedeny v tabulce 5.8.

Tabulka 5.8: Optimalizace parametrů na zvolených obdobích.

Parametry		Optimalizace 2004–2011	Optimalizace 2004–2012	Optimalizace 2004–2013
MACD	Fast	6	6	6
	Slow	23	34	34
	Trigger	4	4	4
CCI		7	8	29
ATR		30	26	26
MFI		7	7	7
Parametr pro PT		2,14603	2,15383	2,15383

Z tabulky je vidět, že parametry fast, trigger a MFI zůstávají pro všechna tři období stejná. Výraznější je změna parametru slow z 23 po první optimalizaci na hodnotu 34 po druhé optimalizaci. Nejvyšší změnu lze pozorovat po poslední optimalizaci, kdy se hodnota parametru CCI zvýšila z 8 na 29. Tato změna parametru s ohledem na předešlé optimalizace není překvapivá. V okolí hodnoty 29 lze v předešlých optimalizacích pozorovat lokální maximum, přičemž až v optimalizaci na období 2004–2013 je oblast dostatečně robustní a obsahuje i maximum.

5.3 Paper trading

Paper trading je nástroj pro simulování obchodování v praxi na reálných datech bez riskování skutečných peněz. S příslušnými optimalizovanými parametry byl proveden na datech od 3. 1. 2012 do 31. 3. 2014. Paper trading stejně jako optimalizace bude aplikován na jeden kontrakt ropy. Fio banka stanovila velikost vstupního i udržovacího marginu na 4 961 USD.

Výše počátečního kapitálu byla volena jako nejnižší částka, při které v historii nikdy nedošlo k margin callu, a bezpečnostní přirážka. Nasimulováno bylo obchodování s optimalizovanými parametry v období 2004–2011 v souboru OchodniSystem.xlsm. Potřebný nejnižší počáteční kapitál pro toto období činil 22 317 USD. K této částce se připočte přirážka a paper trading proběhne s počátečním kapitálem 25 000 USD.

Při obchodování během roku 2012 bylo využito parametrů optimalizovaných na období 2004−2011. V dalším roce byly parametry změněny a obchodování proběhlo s optimalizovanými parametry na období 2004−2012 a poslední obchodování proběhlo v prvním čtvrtletí roku 2014 s parametry optimalizovanými na období 2004−2013. Část vývoje obchodu je zobrazena v tabulce 5.9. Celkový záznam o vývoji obchodování je v přiloženém CD v souboru ObchodniSystem.xlsm, kde byl vytvořen pomocí makra. V tabulce je uvedena vstupní cena a datum vstupu do obchodu na základě signálů obchodního systému. Dále je uveden signál výstupu formou stop lossu (SL) nebo profit targetu (PT) s příslušnou výstupní cenou a datem výstupu. Poplatek za zobchodovaný kontrakt je stanoven, jak již bylo zmíněno, podle ceníku Fio banky. Poslední dva sloupce tabulky zaznamenávají příslušný zisk, respektive ztrátu za daný obchod a celkový stav účtu.

Tabulka 5.9: Vývoj obchodování.

Vstup	Signál	Cena	Výstup	Signál	Cena	Poplatek	Zisk/ Ztráta	Stav účtu
								$25 000,00
4. 1. 2012	buy	$102,99	12. 1. 2012	SL	$98,85	$11,42	-$4 150,59	$20 849,41
31. 1. 2012	sell	$98,88	2. 2. 2012	SL	$97,40	$11,42	$1 468,58	$22 317,99
6. 2. 2012	sell	$97,74	8. 2. 2012	SL	$99,17	$11,42	-$1 443,90	$20 874,09
15. 2. 2012	buy	$100,90	21. 2. 2012	PT	$105,84	$11,42	$4 840,06	$25 714,15
23. 2. 2012	buy	$105,95	29. 2. 2012	SL	$105,28	$11,42	-$684,98	$25 029,17
27. 3. 2012	buy	$107,09	28. 3. 2012	SL	$105,16	$11,42	-$1 941,42	$23 087,75
2. 4. 2012	sell	$103,27	17. 4. 2012	SL	$104,24	$11,42	-$981,42	$22 106,33
1. 5. 2012	buy	$104,89	3. 5. 2012	SL	$103,07	$11,42	-$1 833,34	$20 273,00
7. 5. 2012	sell	$98,05	15. 5. 2012	SL	$102,69	$11,42	$4 680,34	$24 953,33
17. 5. 2012	sell	$92,77	30. 5. 2012	SL	$92,27	$11,42	$4 403,05	$29 356,38
1. 6. 2012	sell	$86,44	4. 6. 2012	SL	$90,94	$11,42	$4 953,62	$34 310,00
6. 6. 2012	sell	$84,12	7. 6. 2012	SL	$86,33	$11,42	-$2 221,42	$32 088,58
13. 6. 2012	sell	$83,51	21. 6. 2012	SL	$85,61	$11,42	$5 517,80	$37 606,38
27. 6. 2012	sell	$79,47	29. 6. 2012	SL	$82,27	$11,42	-$2 810,62	$34 795,76
16. 7. 2012	buy	$87,13	19. 7. 2012	PT	$92,66	$11,42	$5 674,25	$40 470,00
23. 7. 2012	buy	$91,61	25. 7. 2012	SL	$87,75	$11,42	-$3 874,87	$36 595,13
7. 8. 2012	buy	$92,05	21. 8. 2012	PT	$96,68	$11,42	$4 667,60	$41 262,74

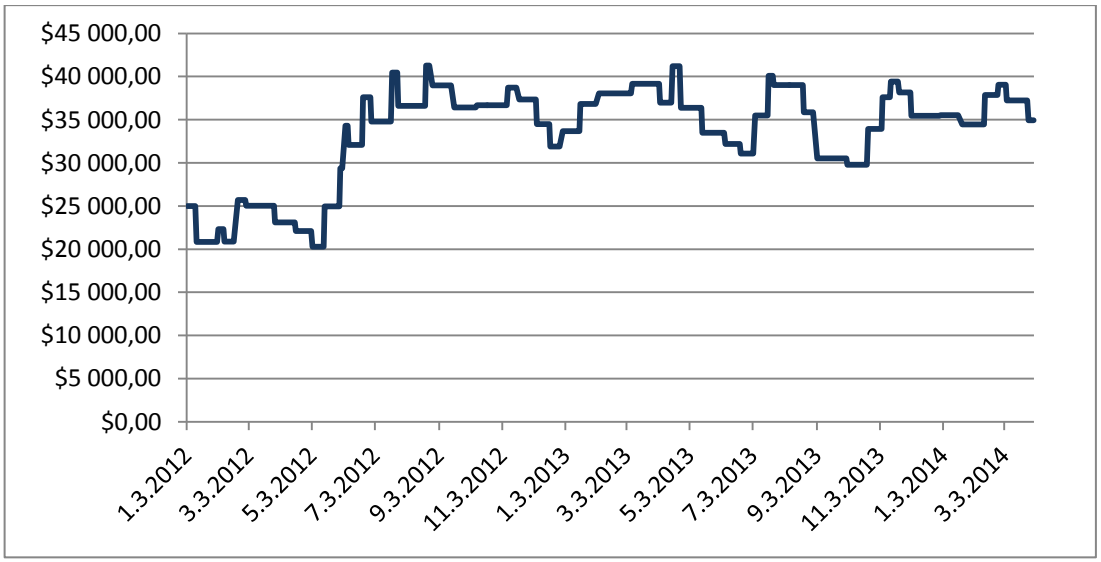
Za rok 2012 bylo uskutečněno 25 obchodů s celkovým profitem 8 686,92 USD. V tomto roce byl profitující pouze obchod v short pozicích s celkovým profitem 11 929,24 USD za 13 uskutečněných obchodů. Naopak long pozice generují ztrátu 3 242,33 USD za 12 obchodů. Také rok 2013 generuje zisk pouze short pozice. Za celý rok se uskutečnilo 21 obchodů s celkovým ziskem 1 825,88 USD. V prvním čtvrtletí roku 2014 se situace otočila a ziskový byl obchod v pozicích long a ztrátový v pozicích short. Za celkem 5 uskutečněných obchodů byla ztráta 590,98 USD. Všechny zisky či ztráty jsou uvedeny v tabulce 5.10.

Tabulka 5.10: Zisky a ztráty obchodů za daná období.

	2012	2013	1. 1. - 31. 3. 2014	Celkem
Short	$11 929,24	$2 651,72	-$3 382,84	$11 198,12
Long	-$3 242,33	-$825,84	$2 791,86	-$1 276,31
Celkem	$8 686,92	$1 825,88	-$590,98	$9 921,81

Celkově za roky 2012, 2013 a první čtvrtletí roku 2014 byl profit 9 921,81 USD za celkem 51 uskutečněných obchodů. Z toho 26 v pozici long generující ztrátu 1 276,31 USD a 25 v pozici short generující zisk 11 198,12 USD. Vývoj stavu účtu je zobrazen na obrázku 5.1.

Obrázek 5.1: Stav účtu.



5.4 Zohlednění daně a kurzu dolaru

Začátek investování je datován k 3. 1. 2012, kdy činil kurz dolaru 19,728 dle ČNB. Pro pořízení 25 000 USD bylo proto zapotřebí 493 200 Kč. Investování bylo ukončeno 31. 3. 2014, kdy kurz činil dle ČNB 19,901. K tomuto datu bylo na účtu investora 34 921,81 USD, což je v přepočtu 694 978,90 Kč. Zisk tedy činí 201 778,90 Kč.

Příjem z investování podléhá dani z příjmů dle zákona č. 586/1992 Sb., o daních z příjmů. Základem daně je příjem snížený o výdaje prokazatelně vynaložené na jeho dosažení. V našem případě za výdaje můžeme považovat komise a poplatky burzy. Sazba daně dle § 16 činí 15 %. Pro účely vypočtení daní bylo využito jednotných kurzů dolarů dle pokynů D ze zdrojů [11] a [12]. Při výpočtu výše daně předpokládáme, že investor pracuje a odpočitatelné položky uplatňuje tam.

Tabulka 5.11: Daň z příjmů z investování rok 2012 a 2013.

Rok	Zisk	Kurz dolaru	Základ daně	Daň
2012	8 686,92 USD	19,45	168 960,50 Kč	25 344,08 Kč
2013	1 825,88 USD	19,56	35 714,15 Kč	5 357,12 Kč

Výpočet daně pro rok 2012 a 2013 je uveden v tabulce 5.11. První čtvrtletí roku 2014 vykazuje ztrátu, proto je za rok 2014 nulová daňová povinnost z příjmů z investování. Celková daň za celou dobu obchodování je 30 701 Kč. Ke dni 31. 3. 2014 činí čistý zisk investora 171 077,70 Kč.

6 Zohlednění vyjádřené ceny ropy v obchodním systému

V této kapitole se pokusíme začlenit vyjádřenou cenu ropy pomocí jiných komodit do obchodního systému. Cena ropy byla vyjádřena v kapitole 4.2 pomocí koše komodit, který obsahuje 0,024 trojských uncí zlata, 13 liber bavlny a 3 bušle kukuřice. Toto vyjádření nám tedy udává, kolik těchto košů komodit si můžeme pořídit za jeden barel ropy v daný den.

6.1 Rozšířený obchodní systém

Nový obchodní systém vytvoříme přidáním indikátoru založeného na vyjádřené ceně k obchodnímu systému, uvedeného v kapitole 5.1. Tento indikátor bude jednoduše vytvořen pomocí vyjádřené ceny a exponenciálního klouzavého průměru této vyjádřené ceny. Vyšší hodnota počtu košů než hodnota exponenciálního průměru napovídá o rostoucím trendu a naopak vyšší exponenciální průměr naznačuje klesající trend. Pravidla obchodního systému doplněného o výše vytvořený indikátor jsou uvedena v tabulce 6.1, kde PK představuje počet košů za barel, parametr c značí cenu nákupu popřípadě prodeje a parametr x je stanovený kladný koeficient potřebný pro určení profit targetu.

Tabulka 6.1: Pravidla rozšířeného obchodního systému.

Podmínky pro vstup do Long pozice	$MACD\ a\ Trigger > 0$ $CCI > 0$ $MFI > 50$ $PSAR\ pod\ svíčkou$ $ATR > 1$ $PK > EMA(PK, k)$
Stop Loss	$Aktuální\ hodnota\ PSAR$
Profit Target	$PT = c + (x * ATR)$
Podmínky pro výstup z Long pozice	Dosažení aktuálního Profit targetu nebo Stop lossu Splnění podmínek pro vstup do Short pozice
Podmínky vstupu do Short pozice	$MACD\ a\ Trigger < 0$ $CCI < 0$ $MFI < 50$ $PSAR\ nad\ svíčkou$ $ATR > 1$ $PK < EMA(PK, k)$
Stop Loss	$Aktuální\ hodnota\ PSAR$
Profit Target	$PT = c - (x * ATR)$
Podmínky výstupu z Short pozice	Dosažení aktuálního Profit targetu nebo Stop lossu Splnění podmínek pro vstup do Long pozice

Vhodnost zařazení vyjádřené ceny ropy do obchodního systému otestujeme na datech od roku 2012 do 31. 3. 2014. Při výpočtu počtu košů komodit je zapotřebí každý obchodní den ceny všech komodit obsažených v koši. Ne každý obchodní den byla z již zmíněného zdroje data dostupná pro každou komoditu, z toho důvodu pokud všechna data nebudou k dispozici, bude chybějící vyjádřená cena nahrazena tou poslední dostupnou.

Před provedením paper tradingu budou optimalizovány všechny parametry obchodního systému. Optimalizace bude provedena stejně jako u původního obchodního systému s tím rozdílem, že se bude optimalizovat i délka exponenciálního průměru počtu košů. Délka toho exponenciálního průměru byla optimalizována v rozmezí 7 až 30. Nejkratší délka byla volena s ohledem na nahrazování chybějících dat a horní hranice pro optimalizaci byla zvolena stejně jako u ostatních jedno-parametrových indikátorů. Ostatní indikátory byly optimalizovány ve stejném rozmezí jako původní obchodní systém. Optimalizované stejně jako výchozí parametry jsou uvedené v tabulce 6.2.

Tabulka 6.2: Výchozí a optimalizované parametry indikátorů.

Parametry		Výchozí	Optimalizace 2004–2011	Optimalizace 2004–2012	Optimalizace 2004–2013
MACD	Fast	12	6	9	6
	Slow	26	20	25	24
	Trigger	9	5	10	5
CCI		14	7	8	29
ATR		14	28	29	29
MFI		14	9	9	7
EMA(PK)		14	22	23	24
Parametr pro PT		2	2,00441	2,00811	2,14513

Z tabulky je patrné, že stejně jako u původní obchodního systému, největší změna parametru nastala po poslední optimalizaci u indikátoru CCI. Další výraznější změnu lze pozorovat u indikátoru MACD, kde se po druhé optimalizaci se zvýšením parametrů slow a fast, zvýšila i hodnota parametru trigger na dvojnásobek. Po poslední optimalizaci se hodnoty fast a trigger opět vrátily na hodnoty po první optimalizaci.

S optimalizovanými parametry byl proveden paper trading. Výsledky obchodování jsou zaznamenány v tabulce 6.3 a počty obchodů jsou uvedeny v tabulce 6.4. Celkový zisk za všechna období činí 1 568,95 USD za celkem 47 obchodů, přičemž v součtu generují zisk pouze obchody v pozicích short.

Tabulka 6.3: Zisky a ztráty pro rozšířený obchodní systém.

	2012	2013	1. 1. - 31. 3. 2014	Celkem
Short	$9 458,91	-$742,29	-$1 962,84	$6 753,78
Long	-$7 443,01	-$2 289,10	$4 547,28	-$5 184,83
Celkem	$2 015,89	-$3 031,39	$2 584,44	$1 568,95

Tabulka 6.4: Počty uskutečněných obchodů.

	2012	2013	1. 1. -31. 3. 2014	Celkem
Short	13	8	2	23
Long	11	11	2	24
Celkem	24	19	4	47

6.2 Srovnání obchodních systémů

V tabulce 6.5 jsou uvedeny optimalizované parametry pro původní i pro rozšířený obchodní systém. Z tabulky je patrný nejvyšší rozdíl ve výši parametru slow a trigger ve druhé a ve výši parametru slow ve třetí optimalizaci. Ostatní parametry nevykazují výraznější rozdíly.

Tabulka 6.5: Optimalizované parametry.

		Optimalizace 2004–2011		Optimalizace 2004–2012		Optimalizace 2004–2013	
Parametry		Původní	Rozšířený	Původní	Rozšířený	Původní	Rozšířený
MACD	Fast	6	6	6	9	6	6
	Slow	23	20	34	25	34	24
	Trigger	4	5	4	10	4	5
CCI		7	7	8	8	29	29
ATR		30	28	26	29	26	29
MFI		7	9	7	9	7	7
EMA(PK)			22		23		24
Parametr pro PT		2,14603	2,00441	2,15383	2,00811	2,15383	2,14513

Porovnání výnosnosti obou obchodních systémů je uvedeno v tabulce 6.6. V roce 2012 rozšířený obchodní systém vykazuje výraznější ztrátu v pozicích long, která převážně způsobuje nižší celkový zisk oproti původnímu obchodnímu systému. Rozšířený obchodní systém v roce 2013 vykazuje ztrátu v obou pozicích, takže ani v tomto roce není výhodnější obchodování s tímto systémem. Poslední období – první čtvrtletí roku 2014 je jediné období, kdy obchodní systém obsahující indikátor vyjádřené ceny ropy pomocí koše jiných komodit zaznamenává lepší výsledky jak v pozicích long, tak v pozicích short. V posledním období tedy rozšířený obchodní systém generuje profit na rozdíl od původního obchodního systému, který je ztrátový.

Tabulka 6.6: Zisky a ztráty původního a rozšířeného obchodního systému.

	2012	2013	1. 1. - 31. 3. 2014	Celkem
Původní obchodní systém				
Short	$11 929,24	$2 651,72	-$3 382,84	$11 198,12
Long	-$3 242,33	-$825,84	$2 791,86	-$1 276,31
Celkem	$8 686,92	$1 825,88	-$590,98	$9 921,81
Rozšířený obchodní systém				
Short	$9 458,91	-$742,29	-$1 962,84	$6 753,78
Long	-$7 443,01	-$2 289,10	$4 547,28	-$5 184,83
Celkem	$2 015,89	-$3 031,39	$2 584,44	$1 568,95

Rozšířený obchodní systém za všechna obchodní období generuje zisk 1 568,95 USD za 47 obchodů, zatímco původní obchodní systém vykazuje několikanásobně vyšší zisk za 51 obchodů. Pro oba obchodní systémy je celkově ziskový obchod v pozicích short a ztrátový obchod v pozicích long. Pro obchodování je tedy v našem případě výhodnější původní obchodní systém.

Závěr

Tato práce čtenáři přiblížila možnosti investování do ropy pomocí technické analýzy. První část práce se věnovala možným přístupům k obchodování, přičemž nejpodrobněji byla probrána technická analýza společně s jejími nástroji. Další část práce se již věnovala ropě. Nejprve byla zkoumána závislost ceny ropy a vybraných komodit – zlata, bavlny, kukuřice, a poté byla vyjádřena cena ropy pomocí koše těchto komodit. Hlavním důvodem pro takto vyjadřování ceny ropy byla snaha o vytvoření nového indikátoru, který byl později začleněn do obchodního systému.

Hlavní část práce byla zaměřena na vytvoření obchodního systému založeného na indikátorech technické analýzy, které byly podrobněji popsány. Indikátory vybrané do obchodního systému byly voleny tak, aby každá skupina indikátorů měla v obchodním systému svého zástupce. Pravidla obchodního systému společně s jednotlivými indikátory byly implementovány do programu Matlab, kde byla následně provedena optimalizace parametrů indikátorů. Optimalizace proběhla na základě historických dat od roku 2004. Výsledky optimalizace byly zaznamenány v programu Excel, kde byl proveden i následný paper trading. Fiktivní obchodování proběhlo na datech roku 2012, 2013 a na prvním čtvrtletí roku 2014. Za stanovené období činil zisk 9 921,81 USD za celkem 51 obchodů. Po zohlednění kurzu dolaru a daně z příjmů činil zisk 171 077,70 Kč.

V poslední části práce byl vytvořen nový obchodní systém, který vznikl přidáním indikátoru do původního obchodního systému. Nový indikátor tvoří vyjádřená cena ropy vzhledem ke koši vybraných komodit a exponenciální klouzavý průměr vyjádřené ceny. Pro rozšířený obchodní systém byla provedena optimalizace a následně i paper trading. Fiktivní obchodování proběhlo na stejném časovém období jako původní obchodní systém, kdy za celkem 47 obchodů činil zisk 1 568,96 USD. Rozšířený obchodní systém tedy vykazuje několikanásobně nižší zisk než původní obchodní systém.

Literatura

[1] ŠTÝBR, David, Petr KLEPETKO a Pavlína ONDRÁČKOVÁ. Začínáme investovat a obchodovat na kapitálových trzích. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 156 s. Finance pro každého. ISBN 978-80-247-3648-8

[2] VESELÁ, Jitka. Investování na kapitálových trzích. 2., aktualiz. vyd. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011, 789 s. ISBN 978-80-7357-647-9.

[3] ŘÍHA, Jaromír. Technická analýza cenných papírů. Praha: Comenia Nova, 1994, 103 s. ISBN 80-901-7840-5.

[4] BRADA, Jaroslav. Technická analýza. Vyd. 1. V Praze: Vysoká škola ekonomická v Praze, 2000, 171 s. ISBN 80-245-0096-5.

[5] StockCharts.com. Technical Indicators and Overlays [online]. c1999-2014 [cit. 2014-02-12]. Dostupné z: http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart_school:technical_indicators.

[6] SHARPE, William F. *Investice*. Praha: Victoria Publishing, 1994, 810 s. ISBN 80-856-0547-3.

[7] NESNÍDAL, Tomáš. *Obchodování na komoditních trzích: průvodce spekulanta*. 2. rozš. vyd. /. Praha: Grada, 2007, 200 s. ISBN 80-247-1851-0.

[8] Quandl. Futures [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: http://www.quandl.com/

[9] REIF, Jiří. *Metody matematické statistiky*. 1. vyd. Plzeň: Západočeská univerzita, Fakulta aplikovaných věd, 2000, 286 s. ISBN 80-708-2593-6.

[10] Backtesting a papertrading - prakticky a podrobněji. *Financnik.cz - komodity, akcie, burza, forex* [online]. 2008 [cit. 2014-05-18]. Dostupné z: http://www.financnik.cz/komodity/zkusenosti/backtesting-papertrading.html

[11] *Finanční správa České republiky* [online]. 2. 1. 2013 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z:http://www.financnisprava.cz/assets/cs/prilohy/d-seznam-dani/Pokyn_GFR_D-14.pdf

[12] *Finanční správa České republiky* [online]. 2. 1. 2014 [cit. 2014-05-15]. Dostupné z:http://www.financnisprava.cz/assets/cs/prilohy/d-zakony/Pokyn_GFR_D-16.pdf

Přílohy

- **VetrovskaZuzanaBP.pdf** – soubor obsahující text bakalářské práce

- **ObchodniSystem.xlsm** – soubor obsahující výsledky optimalizace obchodního systému, na jejichž základě simuluje obchodování

- **RozsirenyObchodniSystem.xlsm** – soubor obsahující výsledky optimalizace obchodního systému rozšířeného o nový indikátor zohledňující vyjádřenou cenu ropy, na jejichž základě simuluje obchodování

- **Korelace_VyjadreniCeny.xlsx** – soubor obsahující výpočet hodnot korelací a vyjádření ceny ropy pomocí koše vybraných komodit

- **Normalita.xlsx** – soubor obsahující výsledky testů normality dat

- **Optimalizace.m** – soubor, ve kterém probíhá optimalizace obchodního systému

- **atr.m, cci.m, ema.m, mecd.m, mfi.m, psar.m, sma.m** − soubory obsahující programy pro výpočet hodnot jednotlivých indikátorů

- **data2004-2011.mat, data2004-2012.mat, data2004-2013.mat** – soubory s daty potřebnými pro optimalizaci prováděnou v Matlabu

- **TestNormalnihoRozdeleni.m** – soubor, ve kterém probíhá test normality dat

- **data.mat** – soubor s daty potřebných pro test normality