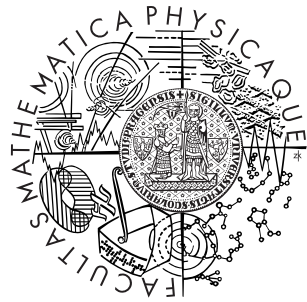


Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Josef Rubáš

Technická a fundamentální analýza

Katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jan Hurt, CSc.

Studijní program: Matematika, Obecná matematika

2009

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. RNDr. Janu Hurtovi, CSc. za cenné rady a připomínky při psaní této práce.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci napsal samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce a jejím zveřejňováním.

V Praze dne 5. srpna 2009

Josef Rubáš

Obsah

Úvod	6
1 Fundamentální analýza	7
1.1 Základní popis	7
1.2 Analýza účetních výkazů	9
1.3 Dividendové diskontní modely	10
1.3.1 Dividendový diskontní model s nulovým růstem	12
1.3.2 Dividendový diskontní model s konstantním růstem	12
1.4 Ziskové modely	12
1.4.1 Základní metoda pro odhad normálního P/E poměru	13
2 Technická analýza	14
2.1 Principy technické analýzy	14
2.2 Teorie efektivních trhů	15
2.3 Rozdělení technické analýzy	16
2.4 Úvodní definice a pojmy	16
3 Grafické formace	18
3.1 Značení a definice	18
3.2 Trend a trendové linie	19
3.2.1 Trend	19
3.2.2 Trendové linie	21
3.3 Hladiny podpory a odporu	22
3.4 Reverzní grafické formace	23
3.4.1 Vrchol a dno	24
3.4.2 Dvojitý vrchol a dno	24
3.4.3 Hlava a ramena	25
3.5 Fibonacciho procenta návratu	27
4 Klouzavé průměry	30
4.1 Prostý klouzavý průměr	31
4.2 Vážený klouzavý průměr	32
4.3 Exponenciální klouzavý průměr	33
4.4 Porovnání klouzavých průměrů	36

5	Technické indikátory	37
5.1	MACD	38
5.2	Index relativní síly	40
5.3	Parabolic SAR	42
5.4	Bollingerova pásma	44
6	Numerické ilustrace	48
6.1	Klouzavé průměry v softwaru Mathematica 6.0	48
6.2	AmiBroker	50
6.3	Zpětné testování	50
	6.3.1 MACD a Parabolic SAR	51
	6.3.2 RSI a exponenciální klouzavý průměr	52
6.4	Grafické formace a indikátory	53
7	Závěr	60
	Literatura	61

Název práce: Technická a fundamentální analýza
Autor: Josef Rubáš
Katedra: Katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky
Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Jan Hurt, CSc.
e-mail vedoucího: hurt@karlin.mff.cuni.cz

Abstrakt: V předložené práci studujeme metody technické a fundamentální analýzy jako jedny z metod pro oceňování akcií a předpovídání jejich budoucího vývoje. Jsou zde uvedeny modely fundamentální analýzy, jejímž cílem je určení vnitřní hodnoty akcie. Na základě této vnitřní hodnoty pak vyvozujeme budoucí vývoj cen akcií. Technická analýza je založena na studování vztahu poptávky a nabídky. Technická analýza je v této práci rozdělena na analýzu grafických formací, klouzavé průměry a technické indikátory. U všech metod je uvedeno použití pro reálné obchodování a u některých technických indikátorů je provedeno zpětné testování na reálných datech z americké burzy včetně výsledného zisku či ztráty. Na závěr jsou uvedeny grafické ilustrace vybraných grafických formací a technických indikátorů.

Klíčová slova: vnitřní hodnota, trend, klouzavé průměry, technické indikátory

Title: Technical and fundamental analyses
Author: Josef Rubáš
Department: Department of Probability and Mathematical Statistics
Supervisor: doc. RNDr. Jan Hurt, CSc.
Supervisor's e-mail address: hurt@karlin.mff.cuni.cz

Abstract: The Bachelor Thesis describes methods of technical and fundamental analyses as an approach to stock valuation and stocks' development forecasting. The described models of fundamental analysis lead to determine fair value of a stock which forecasts its development. Technical analysis is based on a relationship between bid and ask. The technical analysis is in this work divided into analysis of graphical formations, moving averages and technical indicators. Examples of real trading are shown by each method and some technical indicators have been back-tested on real historical data on the American stock exchange with real profit or loss result. At the end there are graphical illustrations of some graphical formations and technical indicators.

Keywords: fair value, trend, moving averages, technical indicators

Úvod

Obchodování s akciemi se v poslední době stává čím dál více populární záležitostí. Pro úspěšné a ziskové obchodování je nejprve potřeba určit vnitřní hodnotu akcie a předpovědet její budoucí vývoj. S tím nám může pomoci technická či fundamentální analýza.

Technická analýza pro oceňování používá historické ceny akcií a objemy obchodů a snaží se na základě historického vývoje určit následný vývoj ceny dané akcie. Naopak fundamentální analýza hledá vnitřní hodnotu akcie na základě rozboru globálních makroekonomických ukazatelů a analýzy účetních výkazů jednotlivých firem. Vnitřní hodnota je pak taková cena, ke které by se měl kurz akcie přibližovat.

V první kapitole jsou uvedeny základní principy fundamentální analýzy a její využití pro obchodování. Dále je uvedeno několik modelů fundamentální analýzy, které se v praxi využívají pro hledání vnitřní hodnoty akcie.

Druhá kapitola popisuje základní principy a předpoklady technické analýzy včetně počátečních definic a značení. Jsou zde také uvedeny hypotézy o efektivnosti trhu, které jsou v rozporu s fungováním technické i fundamentální analýzy.

Třetí kapitola se zabývá nejstarší částí technické analýzy, kterou je analýza grafických formací. Jsou zde uvedeny přesné definice grafických formací a jejich použití pro obchodování.

Čtvrtá kapitola se zaměřuje na další z metod technické analýzy, a to klouzavé průměry. Jsou zde uvedeny jejich definice, použití pro obchodování a rozdíly mezi jednotlivými typy.

Pátá kapitola popisuje jednotlivé technické indikátory, které tvoří poslední část technické analýzy. Je zde uvedena jejich konstrukce, vlastnosti a použití pro obchodování.

V šesté kapitole je uvedeno použití klouzavých průměrů v softwaru Mathematica 6.0. Dále je popsán profesionální software pro technickou analýzu AmiBroker. V tomto softwaru je provedeno zpětné testování některých technických indikátorů včetně zisků či ztrát při reálném obchodování. Na závěr této kapitoly jsou uvedeny ilustrace jednotlivých grafických formací a technických indikátorů na amerických akcích včetně popisu konkrétní situace.

Kapitola 1

Fundamentální analýza

1.1 Základní popis

Fundamentální analýza patří mezi nejkompexnější analytické způsoby pro vysvětlení pohybu cen akcií. Detailně zkoumá základní ekonomické, politické, sociální, geografické faktory a události, které mohou ovlivnit cenu akcií. Největší úsilí však věnuje analýze účetních výkazů.

Hlavním úkolem fundamentální analýzy je určení vnitřní hodnoty akcie (Fair value), na jejímž základě určuje, zda je akcie podhodnocena či nadhodnocena. Pokud je tato vnitřní hodnota vyšší než aktuální tržní cena akcie, znamená to, že cena akcie je podhodnocena a je pravděpodobné, že cena akcie v budoucnu poroste. Je-li vnitřní hodnota akcie naopak nižší než aktuální tržní cena, znamená to, že cena akcie je nadhodnocena a je pravděpodobné, že cena akcie bude v budoucnu klesat. Nevýhoda ale spočívá v tom, že fundamentální analýza nedokáže určit, za jak dlouho se tak stane.

Postup fundamentální analýzy můžeme rozdělit do tří skupin (úrovní). Jedná se o takzvaný přístup shora dolů, který začíná analýzou a předpovědí vývoje globální ekonomiky. Dle toho posuzuje vývoj jednotlivých odvětví ekonomiky. Poté na základě postavení jednotlivé firmy v daném odvětví předpovídá budoucí vývoj akcií této firmy.

1. Globální makroekonomická analýza

Zkoumá celkovou hospodářskou situaci světové, ale i národní ekonomiky, analyzuje makroekonomické ukazatele a následně předpovídá budoucí pohyb ceny kurzů.

Mezi nejdůležitější makroekonomické ukazatele, které globální analýza zkoumá, patří například tyto:

- HDP - s rostoucím HDP by měla růst cena akcií.
- Úrokové sazby - obecně platí inverzní vztah. Snížení úrokových sazeb má za následek zvýšení kurzů akcií a naopak.

- Inlace - jelikož je akcie podílem v akciové společnosti a hodnota majetku se zvyšuje s růstem cenové hladiny, pak by během rostoucí inflace měly úměrně růst i ceny akcií.

Dále to může být například zdanění zisku, deficit státního rozpočtu, likvidita, ekonomické a politické šoky atd.

2. Odvětvová analýza

Zkoumá vývoj v jednotlivých odvětvích a analyzuje jejich rozdílné charakteristiky. U každého odvětví se zkoumá zejména nákladová stránka výroby, zisk společnosti, inovační a exportní schopnosti společností. Odvětví se dále rozlišují dle korelace s celkovým vývojem ekonomiky na tři skupiny:

- Cyklická odvětví - zde je vysoká korelace s celkovým vývojem ekonomiky. Jako příklad můžeme uvést automobilový průmysl.
- Neutrální odvětví - korelace s celkovým vývojem ekonomiky se pohybuje okolo nuly, což znamená, že poptávka po takových produktech je stabilní a nezávisí na vývoji ekonomiky. Jako příklad lze uvést potravinářský průmysl.
- Anticyklická odvětví - korelace s vývojem ekonomiky je záporná, tedy kurzy akcií těchto firem se pohybují inverzně s vývojem ekonomiky. Důvodem je přesun poptávky od nákladnějších a kvalitnějších produktů k produktům jednodušším a levnějším. Jako příklad můžeme uvést zábavní společnosti.

3. Individuální fundamentální analýza společností

Jak již bylo uvedeno na začátku kapitoly, každá akcie má svoji vnitřní hodnotu, která vychází z historických dat o hospodaření společnosti a odhadu budoucího vývoje. Kurz akcie kolísá kolem této vnitřní hodnoty.

Fundamentální analýza má dva kroky:

1. Analýza účetních výkazů - dle finančních analýz se určí vnitřní hodnota (PV) akcie a následný možný budoucí vývoj společnosti. Na určení vnitřní hodnoty akcie existuje množství různých modelů a výpočtů (P/E poměr, dividendové modely, ziskové modely atd.). Popisu jednotlivých modelů se budeme věnovat v následujících částech této kapitoly.
2. Srovnání PV s tržní cenou a_t :

$$\begin{aligned}
 a_t < PV & \implies \text{nákupní signál, akcie je podhodnocena,} \\
 a_t > PV & \implies \text{prodejní signál, akcie je nadhodnocena.}
 \end{aligned}$$

Reference viz [8].

1.2 Analýza účetních výkazů

Analýza účetních výkazů má za úkol spočítat na základě účetních výkazů různé poměrové ukazatele o společnosti. Tyto ukazatele pak vstupují do jednotlivých modelů pro určení vnitřní hodnoty akcie.

Jejich rozdělení lze dle [2] interpretovat takto:

1. Ukazatele výnosnosti

- **Výnos z aktiv** (Return on assets - ROA)

$$\frac{\text{čistý zisk}}{\text{aktiva}} = \frac{\text{čistý zisk}}{(\text{vlastní jmění} + \text{cizí zdroje})} \quad (1.1)$$

- **Výnos z vlastního jmění** (Return on equity - ROE)

$$\frac{\text{čistý zisk}}{\text{vlastní jmění}} \quad (1.2)$$

2. Ukazatele zadluženosti

- **Celková zadluženost aktiv** (Debt ratio)

$$\frac{\text{cizí zdroje}}{\text{aktiva}} = \frac{\text{cizí zdroje}}{(\text{vlastní jmění} + \text{cizí zdroje})} \quad (1.3)$$

- **Zadluženost vlastního jmění** (Leverage ratio)

$$\frac{\text{cizí zdroje}}{\text{vlastní jmění}} \quad (1.4)$$

3. Investiční ukazatele

- **Zisk na akcii** (Earnings per share - EPS)

$$\frac{\text{čistý zisk}}{\text{počet akcií}} \quad (1.5)$$

- **Dividenda na akcii** (Dividend per share - DPS)

$$\frac{\text{celková dividenda}}{\text{počet akcií}} \quad (1.6)$$

- **Výplatní poměr** (Payout ratio)

$$\frac{\text{dividenda na akcii}}{\text{zisk na akcii}} \quad (1.7)$$

- **Akciový výnos** (Earnings yield)

$$\frac{\text{zisk na akcii}}{\text{tržní cena akcie}} \quad (1.8)$$

- **Dividendový výnos** (Dividend yield)

$$\frac{\text{dividenda na akcii}}{\text{tržní cena akcie}} \quad (1.9)$$

- **P/E poměr** (Price/earnings ratio)

$$\frac{\text{tržní cena akcie}}{\text{zisk na akcii}} = \frac{1}{\text{akciový výnos}} \quad (1.10)$$

Vlastnosti P/E poměru

P/E poměr (1.10) patří mezi nejdůležitější poměrové ukazatele. P/E poměr ukazuje, kolik je investor ochotný zaplatit za jednotku zisku. Druhá možná interpretace je, že P/E poměr udává, za kolik let si daná akcie sama na sebe vydělá.

Obecně platí pravidlo, čím nižší P/E poměr, tím výhodnější investice, jelikož to znamená možný budoucí růst zisku na akcii. Naopak vyšší hodnota P/E ukazatele pro následující období znamená, že se očekává možný pokles zisku na akcii. Ukazatel P/E bývá ovlivňován jednorázovými položkami (tyto položky ovlivňují zisk na akcii a následně pak celý ukazatel). Jednorázové položky pak mohou snížit jeho vypovídací hodnotu.

Pokud se tedy investor rozhoduje mezi akciemi stejného odvětví, měl by vybírat tu s nejnižším P/E poměrem.

1.3 Dividendové diskontní modely

Dividendové diskontní modely patří mezi nejzákladnější matematické modely fundamentální analýzy pro stanovení vnitřní hodnoty akcie.

Zavedme následující značení:

- P_t – očekávaná tržní cena akcie na konci t -tého roku,
- D_t – očekávaná dividenda na jednu akcii na konci t -tého roku,
- E_t – očekávaný zisk na jednu akcii na konci t -tého roku,
- d_t – výplatní poměr (viz. (1.7)) v t -tém roce,
- b_t – míra zadržného zisku (tj. $b_t = 1 - d_t$) v t -tém roce.

Dále je třeba určit roční diskontní úrokovou míru i pro diskontování příjmů spojených s vlastnictvím akcií. Tato úroková míra se vypočte ze vztahu

$$(1 + i) = (1 + i_r)(1 + i_f), \quad (1.11)$$

kde i_r je bezriziková úroková míra (risk-free interest rate) a i_f je úrokové prémie za riziko (risk premium).

Pro určení vnitřní hodnoty akcie stačí odhadnout pouze hodnoty D_1 a P_1 ve vzorci

$$PV = D_1(1 + i)^{-1} + P_1(1 + i)^{-1}. \quad (1.12)$$

Jelikož PV je hodnota správně oceněné akcie v čase nula, pak můžeme určit hodnotu P_1 analogickým způsobem, tedy

$$P_1 = D_2(1 + i)^{-1} + P_2(1 + i)^{-1},$$

pak dosazením do (1.12) dostáváme

$$\begin{aligned} PV &= D_1(1 + i)^{-1} + [D_2(1 + i)^{-1} + P_2(1 + i)^{-1}](1 + i)^{-1} = \\ &= D_1(1 + i)^{-1} + D_2(1 + i)^{-2} + P_2(1 + i)^{-2}. \end{aligned}$$

Tímto způsobem dále odhadneme P_2, \dots, P_n a dostáváme

$$PV = D_1(1 + i)^{-1} + \dots + D_n(1 + i)^{-n} + P_n(1 + i)^{-n}. \quad (1.13)$$

Pokud budeme předpokládat časově neomezený tok, pak dividendový diskontní model bude vypadat následovně:

$$PV = D_1(1 + i)^{-1} + D_2(1 + i)^{-2} + \dots = \sum_{t=1}^{\infty} D_t(1 + i)^{-t}. \quad (1.14)$$

Nevýhody dividendového diskontního modelu

- Předpovědi dividend o více než rok dopředu jsou většinou nerealistické
- Pro společnosti s malými či nulovými dividendami je tento model nepoužitelný
- Problematika vhodné volby diskontní úrokové míry

Typy dividendového diskontního modelu

- Dividendový diskontní model s nulovým růstem
- Dividendový diskontní model s konstantním růstem
- Dividendový diskontní model s víceúrovňovým růstem

V této práci uvedeme pouze první dva základní modely. Více informací a popis třetího modelu lze nalézt v [2].

1.3.1 Dividendový diskontní model s nulovým růstem

Jedná se o nejjednodušší dividendový diskontní model, který vychází z předpokladu konstantní výše dividendy D na akcii ve všech obdobích. Pokud dosadíme $D_t = D$ pro každé $t = 1, 2, \dots$ do řady (1.14), dostaneme, že dividendový diskontní model s nulovým růstem má následující tvar:

$$PV = \sum_{t=1}^{\infty} D_t(1+i)^{-t} = D \sum_{t=1}^{\infty} (1+i)^{-t} = \frac{D}{i}. \quad (1.15)$$

1.3.2 Dividendový diskontní model s konstantním růstem

Předpokládejme exponenciální růst výše dividendy, tzn.

$$D_t = D_0(1+g)^t = D_1(1+g)^{t-1} \quad \forall t \geq 1, \quad (1.16)$$

kde g je roční míra růstu a D_0 je naposledy vyplacená dividendy. Dále předpokládejme, že $i > g$ (jinak by (1.14) divergovala), a dosaďme vztah (1.16) do řady (1.14). Tím dostaneme, že dividendový diskontní model s konstantním růstem má následující vyjádření:

$$PV = D_1(1+i)^{-1} + D_1(1+i)^{-2}(1+g) + D_1(1+i)^{-3}(1+g)^2 + \dots = \frac{D_1}{i-g}. \quad (1.17)$$

Problém tohoto modelu spočívá v určení roční míry růstu g , neboť i malá změna parametru g výrazně ovlivní výslednou hodnotu PV . V praxi se nejčastěji používá odhad $g = b * \text{ROE}$, kde ROE je výnos z vlastního jmění (1.2) a b je míra zadrženého zisku.

Poznámka

Tento model je někdy označován jako *Gordonův model*.

Reference viz [2].

1.4 Ziskové modely

Ziskové modely jsou modely pro určení vnitřní hodnoty akcie, které pracují s veličinou čistého zisku. Tyto modely jsou preferovány analytiky, kteří na akcie pohlížejí z krátkodobého hlediska. Tyto modely navíc odstraňují nedostatky časově neohraňovaných dividendových diskontních modelů. Tyto modely jsou založeny na pojmu normální P/E poměr $((P/E)_{\text{norm}})$, jakožto odhadu průměrné hodnoty P/E poměru dané akcie.

Jako odhad vnitřní hodnoty PV se obvykle bere vztah

$$PV = (P/E)_{\text{norm}} E_1, \quad (1.18)$$

kde E_1 je odhad očekávaného zisku na akcii v příštím roce. Pro odhad $(P/E)_{\text{norm}}$ se používá několik metod. Uvedeme zde pouze metodu založenou na Gordonově modelu (1.17). Další metody lze najít v [2].

Poznámka

Někdy lze pro určení nadhodnocenosti či podhodnocenosti akcie použít jen porovnání normálního P/E poměru se skutečným P/E poměrem. Zde platí jednoduché pravidlo:

$$\begin{aligned}(P/E)_{\text{norm}} > P/E &\implies \text{akcie je podhodnocena,} \\ (P/E)_{\text{norm}} < P/E &\implies \text{akcie je nadhodnocena.}\end{aligned}$$

1.4.1 Základní metoda pro odhad normálního P/E poměru

Základní metoda pro odhad normálního P/E poměru vychází z Gordonova dividendového modelu s konstantním růstem (1.17). S využitím vzorce pro výplatní poměr $d_1 = \frac{D_1}{E_1}$ (viz (1.7)) lze (1.17) upravit následovně:

$$PV = \frac{D_1}{i - g} = \frac{E_1 d_1}{i - g}. \quad (1.19)$$

Pokud si uvědomíme, že PV by měla být současná cena správně oceněné akcie, pak lze psát, že $PV = P_0$. Pokud (1.19) podělíme veličinou E_1 , dostaneme odhad

$$(P/E)_{\text{norm}} = \frac{d_1}{i - g}. \quad (1.20)$$

Reference viz [2], [9].

Kapitola 2

Technická analýza

Technická analýza je nejstarší metodou odhadu ceny akcií. Zabývá se zejména studiem nabídky a poptávky a jejím cílem je odhadnutí budoucího vývoje cen akcií. Je založena na zkoumání minulého vývoje cen akcií a objemu obchodů, které následně využívá pro předpovídání budoucího vývoje cen. To znamená, že si obchodníci pamatují, co se stalo v minulosti a snaží se to aplikovat v budoucnosti pro své ziskové obchodování.

Technická analýza nehledá vnitřní hodnotu akcie, jak je tomu u fundamentální analýzy, ale pouze na základě pozorování grafů, vývoje minulých cen akcií, objemu obchodů a různých technických indikátorů se snaží určit bezprostřední vývoj ceny akcie.

Technická analýza předpokládá, že jediným důsledkem pohybu cen akcií je změna v nabídce a poptávce. Technická analýza nezkoumá, proč k těmto změnám došlo, ale snaží se vysvětlit, co se po této změně stane. Platí zde jednoduché pravidlo, pokud je poptávka po akcii vyšší než nabídka, pak cena akcie poroste a naopak.

2.1 Principy technické analýzy

Teorie technické analýzy je vybudována na následujících principech:

1. Tržní ceny diskontují veškeré informace

To znamená, že veškeré dostupné kurzotvorné informace (fundamentální, ekonomické, politické, atd.) jsou již v ceně akcie zahrnuty a je tedy zbytečné zkoumat účetní výkazy a hledat vnitřní hodnotu akcie. Pokud se na trhu objeví informace (například zisk společnosti), která se všeobecně očekávala, tržní cena akcie by se neměla pohnout žádným směrem, protože tento výsledek je již v ceně akcie zahrnut.

2. Ceny se pohybují v trendech a tyto trendy nějaký čas přetrvávají

Cena akcie se neustále pohybuje v určitém trendu (rostoucí, klesající a postranní) a technická analýza předpokládá, že cena akcie v daném trendu nějaký čas zůstane a nebude neustále měnit svůj směr.

3. Dění na trhu se opakuje

Jelikož se chování trhu opakuje, lze dle situací v minulosti usuzovat vývoj v budoucnosti. Důvodem je vlastnost lidí reagovat na podobné situace stejným způsobem.

Teorii technické i fundamentální analýzy lze popřít pomocí teorie efektivních trhů, kterou ve stručnosti pro úplnost popíšeme v následujícím odstavci.

V této práci budeme však předpokládat, že trhy postupně absorbují veškeré kurzotvorné informace, a tedy není naplněna teorie efektivních trhů.

2.2 Teorie efektivních trhů

Teorie efektivních trhů tvrdí, že akciové kurzy téměř okamžitě odrážejí všechny kurzotvorné informace, což by znamenalo, že se ceny pohybují skokovitě a nevytvářejí žádný trend. Na pohyb akcií mají vliv jen neočekávané informace a kurzy akcií se také pohybují neočekávaně.

To znamená, že žádná z akciových analýz nemůže být úspěšná ve snaze opakovaně dosáhnout nadprůměrného zisku.

Podle síly efektivnosti rozlišujeme tři základní formy:

1. **Slabá forma efektivnosti** - kurz akcie téměř okamžitě absorbuje všechny historické informace, a proto předpovídání budoucího vývoje cen akcií na základě analyzování minulého vývoje cen je nemožné. Ceny akcií se nepohybují v trendech, což je v přímém rozporu s předpoklady technické analýzy. Navíc by pro použití technické analýzy na slabě efektivním trhu nebyl časový prostor. Slabá forma efektivnosti trhu je spojována s pojmem teorie náhodné procházky, a tedy kurzové pohyby by byly nezávislé.
2. **Středně silná forma efektivnosti** - kurz akcie téměř okamžitě absorbuje všechny historické a současné veřejné informace. Tímto zpochybňujeme jak technickou, tak i fundamentální analýzu. K nadprůměrným ziskům by vedly pouze neveřejné informace.
3. **Silná forma efektivnosti** - kurz akcie téměř okamžitě absorbuje všechny historické a současné veřejné i neveřejné informace. Kurz akcie na silně efektivním trhu v každém okamžiku vyjadřuje objektivní hodnotu a nelze nikdy dosáhnout nadprůměrného zisku.

Reference viz [9], [10].

2.3 Rozdělení technické analýzy

Technická analýza je rozmanité téma, které se dá dělit na několik částí. V této práci rozdělíme technickou analýzu na následující části:

- **Analýza grafických formací** - hlavním úkolem analýzy grafických formací je rozpoznání a určení určitých grafických formací a následná predikce budoucího vývoje cen akcií. Této části se podrobně věnuje kapitola číslo 3.
- **Analýza technických indikátorů** - technický indikátor se dá chápat jako nějaká funkce, která pro každý obchodní den, na kterém je definována, přiřadí reálné číslo. Na základě vývoje těchto indikátorů se generují obchodní signály pro vstup či výstup z pozic. V této práci rozdělíme technické indikátory na dvě podskupiny.
 - **Klouzavé průměry** - motivací pro zvláštní kapitolu pro klouzavé průměry bylo jejich dominantní a základní postavení v analýze technických indikátorů. Jedná se o jeden z nejstarších a nejpoužívanějších nástrojů technické analýzy a řada dalších technických indikátorů vychází právě z klouzavých průměrů. Teorii věnované klouzavým průměrům se budeme věnovat v kapitole číslo 4.
 - **Technické indikátory** - v kapitole 5 probereme vybrané technické indikátory bez klouzavých průměrů, jejich konstrukci a použití pro obchodování.

2.4 Úvodní definice a pojmy

Akcie - cenný papír, který je veřejně obchodovaný na některé ze světových burz.

Obchodní den t - kterýkoli den, kdy na burze probíhalo obchodování, $t \in \mathbb{N}$.

Cena akcie a_t - kurz akcie obchodního dne t , který je stanoven na základě fixingu, neboli předpokladu, že celý obchodní den t měla akcie stejnou cenu. Ve skutečnosti tomu tak není, jelikož cena akcie se neustále pohybuje a nejčastěji se za fixing bere uzavírací cena na konci obchodního dne.

Volatilita akcie $Std_t(n)$ - jedná se o míru kolísání ceny dané akcie v čase. Nejčastěji se měří pomocí výběrové směrodatné odchylky. Je definována pro všechna $t \geq n$ následujícím způsobem:

$$Std_t(n) = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \left(a_{t-i} - SMA_t(n) \right)^2} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \left(a_{t-i} - \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} a_{t-j} \right)^2}, \quad (2.1)$$

kde $SMA_t(n)$ je prostý klouzavý průměr délky n , viz (4.1).

Dlouhá pozice - long - nakoupeny akcie v očekávání budoucího růstu jejich ceny.

- Otevření dlouhé pozice - nákup akcií
- Uzavření dlouhé pozice - prodej akcií

Krátká pozice - short - prodány vypůjčené akcie v očekávání budoucího poklesu jejich ceny. Pozdějším zpětným nakoupením za nižší cenu než v době prodeje realizujeme zisk a akcie jsou navráceny původnímu majiteli.

- Otevření krátké pozice - prodej vypůjčených akcií
- Uzavření krátké pozice - zpětný nákup vypůjčených akcií

Nákupní signál - pokud v čase t vznikne nákupní signál (na základě některé grafické formace či indikátoru), pak v čase $t + 1$ otevíráme dlouhou pozici nebo uzavíráme krátkou pozici.

Prodejní signál - pokud v čase t vznikne prodejní signál (na základě některé grafické formace či indikátoru), pak v čase $t + 1$ uzavíráme dlouhou pozici nebo otevíráme krátkou pozici.

Býčí trh (Bull market) - trh, na kterém je rostoucí trend (viz (3.5)).

Medvědí trh (Bear market) - trh, na kterém je klesající trend (viz (3.6)).

Konsolidační oblast - horizontální neboli postranní pohyb ceny akcie, kterým je dočasně přerušena některá z trendů. Po takzvaném období konsolidace bude přerušovaný trend pokračovat.

Korekce trendu - krátkodobý pohyb ceny akcie v opačném směru než aktuální trend (krátkodobý růst v klesajícím trendu nebo krátkodobý pokles v rostoucím trendu). Po období korekce dochází k obnovení a pokračování předchozího trendu.

Stop-loss pokyn - automatický obchodní příkaz pro okamžité uzavření otevřené pozice při dosažení maximální povolené ztráty. Stop-loss pokyn by měl investor používat u každé otevřené pozice. Maximální výše ztráty závisí na každém obchodníkovi zvlášť, měl by ji ale mít určenou vždy před vstupem do obchodu.

Nechť je $\varepsilon > 0$. Pokud je generován nákupní signál a obchodník otevírá dlouhou pozici za cenu a_t , pak Stop-loss pokyn umísťujeme na cenu $a_t - \varepsilon$. Pokud je generován prodejní signál a obchodník otevírá krátkou pozici za cenu a_t , pak Stop-loss pokyn umísťujeme na cenu $a_t + \varepsilon$.

Kapitola 3

Grafické formace

Grafické formace a jejich analýza patří mezi nejstarší používané metody technické analýzy. Analýza těchto formací spočívá v rozpoznání konkrétní formace na grafu dané akcie a následném vyvození závěru z její existence. To znamená, že se nejedná o žádné složité matematické modely, ale pouze o analýzu, která je založena na pouhém pozorování grafu.

Grafické formace se dělí na trendové linie, hladiny podpory a odporu a reverzní formace. Určitě by se našli i další zástupci grafických formací, ale v této práci se zaměříme na popis a aplikace pouze těchto tří typů formací, které jsou i v současné technické analýze hojně využívány.

Použití grafických formací nám dává predikci budoucího vývoje ceny akcie. Pokud podle analýzy grafických formací očekáváme budoucí růst ceny akcie, je to signál pro vstup do dlouhé pozice a naopak.

Jak je zřejmé z předchozího, analýza grafických formací je celkem nepřesný a nejednoznačný nástroj technické analýzy. Jedná se především o intuitivní identifikaci grafické formace, kdy každý investor považuje za dokončenou grafickou formaci něco jiného. Z toho plyne, že se nedá přesně určit okamžik vytvoření dané grafické formace. Navíc řada obrazců si je velice podobná a může lehce dojít k jejich záměně.

Pokud si tyto nedostatky investor uvědomí, ale zároveň se naučí správně rozeznávat různé grafické formace, může se i přesto jednat o velice silný, i když velmi jednoduchý nástroj pro realizaci řady ziskových obchodů.

3.1 Značení a definice

Na začátek uvedeme značení, specifické pro grafické formace, neboť u analýzy grafických formací se většinou nepracuje pouze s cenou a_t , ale je zapotřebí několik specifických cen během každého obchodního dne.

Zavedme následující značení:

- O_t – otevírací cena za den t ,
- L_t – nejnižší cena za den t ,
- H_t – nejvyšší cena za den t ,
- C_t – uzavírací cena za den t ,
- V_t – zobchodovaný objem za den t .

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$, kde $t_1 < t_2$. Pak označme

$$M = \{i : t_i \in T \text{ \& } H_{t_i} \text{ je lokální maximum } H_t\}, \quad (3.1)$$

$$N = \{j : t_j \in T \text{ \& } L_{t_j} \text{ je lokální minimum } H_j\}. \quad (3.2)$$

Poznámka

I v případě, že bychom uvažovali fixing, neboli obchodování pouze se závěrečnou cenou, což znamená, že máme k dispozici za každý obchodní den pouze příslušnou uzavírací cenu a_t ($a_t = C_t$), lze definovat jednotlivé grafické formace.

V následujících sekcích budou definice pouze pomocí ceny a_t uvedené vždy v závěrečné poznámce u každé grafické formace zvlášť.

3.2 Trend a trendové linie

3.2.1 Trend

Slovo trend patří mezi jedno z nejpoužívanějších slov technického analytika a jeho rozpoznání je základem pro úspěšné a ziskové obchodování. Technická analýza rozlišuje základní tři typy trendů:

- rostoucí trend,
- klesající trend,
- postranní trend.

Kritériem pro rozlišení typu trendu je sledování monotonie posloupností lokálních maxim a minim. Je zřejmé, že rostoucí trend bude charakterizován postupným zvyšováním maxim i minim. Naopak klesající trend bude charakterizován postupným snižováním maxim i minim. U postranního trendu se bude jednat o horizontální pohyb ceny akcie, neboli cena akcie bude oscilovat okolo nějaké střední hodnoty.

Obvykle se trendy dále rozdělují z hlediska jejich trvání. Nejčastější rozdělení je na krátkodobé (do tří měsíců), střednědobé (tři až šest měsíců) a dlouhodobé (šest měsíců a déle). Nejedná se ale v žádném případě o obecné pravidlo, pouze o rozdělení, které je mezi odborníky nejčastěji používáno.

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$, kde $t_1 < t_2$, a necht' máme množiny lokálních extrémů M, N .

1. Rostoucí trend je definován následovně:

$$\forall i_1, i_2 \in M : i_1 < i_2 \implies C_{t_{i_1}} < C_{t_{i_2}} \quad \& \quad \forall j_1, j_2 \in N : j_1 < j_2 \implies C_{t_{j_1}} < C_{t_{j_2}}. \quad (3.3)$$

2. Klesající trend je definován následovně:

$$\forall i_1, i_2 \in M : i_1 < i_2 \implies C_{t_{i_1}} > C_{t_{i_2}} \quad \& \quad \forall j_1, j_2 \in N : j_1 < j_2 \implies C_{t_{j_1}} > C_{t_{j_2}}. \quad (3.4)$$

3. Postranní trend je definován následovně:

Nejedná se ani o rostoucí trend ani o klesající trend.

Poznámka

Definice pro fixing, neboli obchodování pouze s uzavírací cenou a_t by vypadala následovně:

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$, kde $t_1 < t_2$, a necht' máme množiny lokálních extrémů M, N .

1. Rostoucí trend je definován následovně:

$$\forall i_1, i_2 \in M : i_1 < i_2 \implies a_{t_{i_1}} < a_{t_{i_2}}. \quad (3.5)$$

2. Klesající trend je definován následovně:

$$\forall j_1, j_2 \in N : j_1 < j_2 \implies a_{t_{j_1}} > a_{t_{j_2}}. \quad (3.6)$$

3. Postranní trend je definován následovně:

Nejedná se ani o rostoucí trend ani o klesající trend.

Akcie se nachází v netrendové části svého vývoje (je v postranním trendu) až v 70% času. Je dobré se zaměřit na akcie v rostoucím či klesajícím trendu a neobchodovat s akciemi, které se pohybují v postranním trendu. Nesnažit se tedy zachytit jakýkoliv začátek trendu. Tento způsob obchodování (někdy nazýváno pravidlo "Buy low, sell high") by mohl vést k mnoha ztrátovým obchodům. Daleko rozumnější je použít pravidlo "Buy high, sell higher", kde se obchodník snaží zachytit nejhlavnější a nejsilnější část trendu.

Reference viz [10], [8].

3.2.2 Trendové linie

Pro identifikaci trendů a trendových zvrátů se nejčastěji používají trendové linie, neboli Trendline. Trendová linie je přímka, která spojuje lokální maxima či minima v posloupnosti cen. Je zřejmé, že nutnou podmínkou pro konstrukci trendové linie je existence alespoň dvou lokálních extrémů stejného typu. Přičemž vzestupná trendová linie je přímka spojující lokální minima (přesněji řečeno první a poslední lokální minimum, neboli dna korekce rostoucího trendu) posloupnosti cen. Sestupná trendová linie spojuje lokální maxima (první a poslední lokální maximum, neboli vrcholí korekce klesajícího trendu) posloupnosti cen. Trendová linie neurčuje trend, ale pouze jeho sílu a směr.

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$, kde $t_1 < t_2$, a nechť máme množiny lokálních extrémů M, N , kde $|M| \geq 2, |N| \geq 2$.

1. Vzestupná trendová linie

Nechť C_t má na T rostoucí trend. Pak vzestupná trendová linie je definována následujícím způsobem:

$$\text{TL}_u(t) = C_{t_n} + \frac{C_{t_m} - C_{t_n}}{t_m - t_n}t, \text{ kde } t \in [t_1, t_2] \text{ a } m = \max_{j \in N} j, n = \min_{j \in N} j. \quad (3.7)$$

2. Sestupná trendová linie

Nechť C_t má na T klesající trend. Pak sestupná trendová linie je definována následujícím způsobem:

$$\text{TL}_d(t) = C_{t_n} + \frac{C_{t_n} - C_{t_m}}{t_m - t_n}t, \text{ kde } t \in [t_1, t_2] \text{ a } m = \max_{i \in M} i, n = \min_{i \in M} i. \quad (3.8)$$

Z následujících definic je zřejmé, že při rostoucím trendu se trendová linie kreslí pod cenami a při klesajícím trendu nad cenami. V praxi se trendová linie zakreslí, jakmile cena akcie vykreslí dvě maxima či minima. Pokud se i třetí maximum či minimum dotkne této trendové linie, jedná se o platnou trendovou linii a každý další dotyk zvyšuje pravděpodobnost, že pohyb ceny akcie bude v budoucnu tuto trendovou linii dodržovat.

Dalším faktorem, který ovlivňuje důvěryhodnost trendové linie je její délka, přičemž zde platí přímá úměra. Čím delší trendová linie je, tím je důvěryhodnější. Dále to je její sklon, neboli velikost směrnice dané trendové linie. Zde platí pravidlo, že čím menší tento úhel je, tím významnější daná trendová linie je. Důvod této nepřímé úměry spočívá v tom, že strmější trendové linie mohou být snadněji prolomeny postranním konsolidačním pohybem.

Použití trendových linií při obchodování

1. Mezi nejjednodušší použití patří následující pravidlo:

$$a_t \approx \text{TL}_u(t) \implies \text{nákupní signál}, \quad (3.9)$$

$$a_t \approx \text{TL}_d(t) \implies \text{prodejní signál}. \quad (3.10)$$

Je zde ale velké riziko, že cena akcie prolomí tuto trendovou linii a bude pokračovat ve svém vývoji. Proto je dobré do vzdálenosti $\varepsilon > 0$ umístit Stop-loss pokyn.

2. Druhé obchodní pravidlo je založeno na proražení trendové linie. Někteří obchodníci tvrdí, aby bylo proražení trendové linie platné, musí být trendová linie proražena alespoň třemi procentními body ceny akcie a po dva poslední obchodní dny musí růst objemy obchodů.

Nechť je $TL_d(t)$ klesající trendová linie na intervalu $[t_1, t_2]$, pak platí:

$$C_{t_2} > 1.03 * TL_d(t_2) \quad \& \quad V_{t_2-2} < V_{t_2-1} < V_{t_2} \implies \text{nákupní signál.} \quad (3.11)$$

Nechť je $TL_u(t)$ rostoucí trendová linie na intervalu $[t_1, t_2]$, pak platí:

$$C_{t_2} < 0.97 * TL_u(t_2) \quad \& \quad V_{t_2-2} < V_{t_2-1} < V_{t_2} \implies \text{prodejní signál.} \quad (3.12)$$

Poznámka

Pro konstrukci trendových linií se výhradně používají uzavírací ceny. Proto pokud uvažujeme fixing, neboli obchodování pouze s uzavíracími cenami a_t , můžeme pro definování trendových linií použít stejné definice. Protože překročení trendové linie cenou akcie během dne není považováno za prolomení linie, můžeme kontinuální obchodování aproximovat obchodováním jen se závěrečnými cenami.

Reference viz [10], [8].

3.3 Hladiny podpory a odporu

Hladina podpory (Support level) a odporu (Resistance level) jsou dočasnými hranicemi pohybu ceny dané akcie. V této kapitole se omezíme pouze na konstantní hranice podpory a odporu. Hranice podpory a odporu, které vznikají aplikací klouzavých průměrů probereme v kapitole věnované klouzavým průměrům.

Někdy je termín podpora a odpor zaměňován se slovy poptávka a nabídka. Hladina podpory je totiž taková úroveň ceny akcie, kde je poptávka po dané akci už tak velká, že zastaví pokles ceny a obvykle i otočí pohyb ceny akcie směrem nahoru. Opačně, hladina odporu je taková úroveň ceny akcie, kde nabídka akcie je už tak vysoká, že zastaví růst ceny akcie a obvykle i otočí pohyb ceny akcie směrem dolů.

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$, kde $t_1 < t_2$.

1. Hladina podpory

Nechť na množině obchodních dní T existuje množina lokálních minim N a nechť $|N| \geq 2$.

Nechť existuje $s > 0$ takové, že

$$\forall t \in T : C_t \geq s \quad \& \quad \forall j \in N : C_{t_j} \approx s. \quad (3.13)$$

Pak $S_t = s$, kde $t \geq t_1$, se nazývá hladina podpory.

2. Hladina odporu

Nechť na množině obchodních dní T existuje množina lokálních maxim M a nechtě $|M| \geq 2$.

Nechť existuje $r > 0$ takové, že

$$\forall t \in T : C_t \leq r \quad \& \quad \forall i \in M : C_{t_i} \approx r. \quad (3.14)$$

Pak $R_t = r$, kde $t \geq t_1$, se nazývá hladina odporu.

Použití při obchodování

Velmi jednoduché, ale v praxi často používané pravidlo říká, že nákupní signál vzniká v okamžiku, kdy se cena přiblíží hladině podpory. Naopak, prodejní signál je generován v okamžiku, kdy se cena akcie přiblíží hladině odporu. Zapsáno symbolicky:

$$a_t \approx S_t \implies \text{nákupní signál}, \quad (3.15)$$

$$a_t \approx R_t \implies \text{prodejní signál}. \quad (3.16)$$

Opět je zde velké riziko, že cena akcie prolomí tuto hladinu a bude pokračovat ve svém předchozím pohybu. Proto je dobré do vzdálenosti $\varepsilon > 0$ umístit Stop-loss pokyn.

V reálném obchodování často dochází k situaci, kdy role hladiny odporu přechází do role hladiny podpory. Stane se tak v případě, kdy se cena akcie nachází v rostoucím trendu a hladina odporu je proražena. Při následné korekci se pád ceny akcie většinou zastaví v blízkosti této hladiny. Naopak, role hladiny podpory přechází do role hladiny odporu, pokud se cena akcie nachází v klesajícím trendu a hladina podpory je proražena.

Proražení jedné z hladin je většinou doprovázeno zvýšenými objemy. Pokud se cena akcie nachází v blízkosti jedné z linií a objemy jsou vyšší, je pravděpodobné, že dojde k proražení této linie. Jsou-li naopak objemy nízké, je dobré použít pravidla (3.15) a (3.16).

Poznámka

Pokud uvažujeme fixing, neboli obchodování pouze se závěrečnou cenou, můžeme v definicích (3.13) a (3.14) nahradit ceny C_t cenami a_t a definice se nijak nezmění.

Reference viz [10], [8].

3.4 Reverzní grafické formace

Reverzní grafické formace jsou takové formace, které obchodníkovi signalizují možnou změnu v trendu vývoje ceny akcie. To znamená, že pokud graf dané akcie vykreslí tuto grafickou formaci, pak se s velkou pravděpodobností klesající trend změní

na rostoucí a naopak. Co se týče spolehlivosti těchto signálů, platí zde pravidlo, čím déle se daný obrazec vykresluje, tím spolehlivější bude jím generovaný signál.

3.4.1 Vrchol a dno

Vrchol a dno (Top and Bottom) patří mezi nezákladnější grafické formace. Vznikají velmi často, a to i ve velice krátkém období, například i několikrát za den. Samy o sobě neindikují spolehlivé obchodní signály, ale bývají součástí složitějších grafických formací, proto je dobré si uvést jejich definice bez následného použití při obchodování.

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$, kde $t_1 < t_2$.

1. Vrchol

Vrchol utvořený na množině obchodních dní T znamená, že uzavírací cena C_t napřed roste, dosáhne svého maxima, a poté klesá ke své počáteční hodnotě. Celý tento proces je doprovázen zvýšenými objemy.

Nechť existuje $t_1 < t_0 < t_2$. Pak grafická formace vrchol je definována následovně:

$$C_{t_1} < \dots < C_{t_0} > \dots > C_{t_2} \quad \& \quad C_{t_1} \approx C_{t_2} \quad \& \quad V_t \text{ jsou vyšší } \forall t \in T. \quad (3.17)$$

2. Dno

Dno utvořené na množině obchodních dní T znamená, že uzavírací cena C_t napřed klesá, dosáhne svého minima, a poté roste zpět ke své počáteční hodnotě. Celý tento proces je doprovázen zvýšenými objemy.

Nechť existuje $t_1 < t_0 < t_2$. Pak grafická formace dno je definována následovně:

$$C_{t_1} > \dots > C_{t_0} < \dots < C_{t_2} \quad \& \quad C_{t_1} \approx C_{t_2} \quad \& \quad V_t \text{ jsou vyšší } \forall t \in T. \quad (3.18)$$

Poznámka

Pokud uvažujeme fixing, neboli obchodování pouze se závěrečnou cenou, můžeme v definicích (3.17) a (3.18) nahradit ceny C_t cenami a_t a definice se nijak nezmění.

Reference viz [10], [8].

3.4.2 Dvojitý vrchol a dno

Grafické formace dvojitý vrchol a dno (Double top and bottom) vznikají kombinací základních reverzních grafických formací, a to dna a vrcholu. Tyto formace se příliš často nevyskytují, ale při jejich výskytu vznikají důvěryhodné signály. Dvojitý vrchol či dno vzniká tak, že cena vytvoří nový vrchol či nové dno, po kterém následuje korekce následovaná opětovným vytvořením nového vrcholu či nového dna, které není již překonáno a cena akcie se vrací zpět na původní hodnotu. Vytvoření této formace nám dává signál o tom, že obchodníci odmítají obchodovat za cenu ještě výše nebo naopak ještě níže, a tak můžeme s největší pravděpodobností očekávat obrat trendu.

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_d, t_d + 1, \dots, t_u\}$, kde $t_d < t_u$.

1. Dvojitý vrchol

Nechť existuje $t_d < t_1 < t_2 < t_3 < t_u$, $M = \{1, 3\}$ a $N = \{2\}$. Pak grafická formace dvojitý vrchol vzniká, pokud jsou splněny následující podmínky:

$$\begin{aligned} H_{t_1} \approx H_{t_3} > L_{t_2} > C_{t_d} \approx C_{t_u} \quad &\& \quad V_{t_d} < V_{t_d+1} < \dots < V_{t_1} \quad &\& \\ &\& \quad V_{t_2} < V_{t_2+1} < \dots < V_{t_3} \quad &\& \quad V_{t_1} \gg V_{t_3}. \end{aligned} \quad (3.19)$$

2. Dvojité dno

Nechť existuje $t_d < t_1 < t_2 < t_3 < t_u$, $M = \{2\}$ a $N = \{1, 3\}$. Pak grafická formace dvojité dno vzniká, pokud jsou splněny následující podmínky:

$$\begin{aligned} H_{t_1} \approx H_{t_3} < L_{t_2} < C_{t_d} \approx C_{t_u} \quad &\& \quad V_{t_1} < V_{t_1+1} < \dots < V_{t_2} \quad &\& \\ &\& \quad V_{t_3} < V_{t_3+1} < \dots < V_{t_u} \quad &\& \quad V_{t_2} \ll V_{t_u}. \end{aligned} \quad (3.20)$$

Použití při obchodování

V čase t_u dokončena grafická formace (3.20) $\& \quad C_{t_u+1} > C_{t_u} \implies$ nákupní signál. (3.21)

V čase t_u dokončena grafická formace (3.19) $\& \quad C_{t_u+1} < C_{t_u} \implies$ prodejní signál. (3.22)

Důvěryhodnost takto generovaných signálů je tím vyšší, čím delší dobu se utvářely. Dále by mělo platit, že vzdálenost vrcholů, respektive den, by měla být dostatečně velká. Pokud leží blízko sebe, jedná se o konsolidační oblast a ne o grafickou formaci dvojitý vrchol či dno. Volba této dostatečné vzdálenosti je opět na každém obchodníkovi dle jeho zkušeností, ale obecně se při dlouhodobém obchodování doporučuje hodnota alespoň jeden měsíc. To znamená, že výše uvedené signály by mohly být doplněny požadavkem, že $t_3 - t_1 \geq 22$.

Poznámka

Pokud uvažujeme fixing, neboli obchodování pouze se závěrečnou cenou, můžeme v definicích (3.19) a (3.20) nahradit ceny C_t , H_t a L_t cenami a_t , čímž se definice a použití při obchodování nijak nezmění.

Reference viz [10], [5], [8].

3.4.3 Hlava a ramena

Grafická formace hlava a ramena (Head and Shoulders) je opět speciální kombinací základních reverzních formací vrcholu a dna. Jedná se o jednu z nejvýznamnějších grafických formací, které nám signalizují obrat trendu.

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_d, t_d + 1, \dots, t_u\}$, kde $t_d < t_u$.

1. Hlava a ramena - vrchol

Tento typ grafické formace hlava a ramena vzniká na konci dlouhodobějšího rostoucího trendu. Nejprve se na grafu akcie vytvoří lokální maximum (levé rameno), po kterém bude následovat mírná korekce směrem dolů k vytvoření lokálního minima. Po této korekci dojde k opětovnému růstu ceny akcie a vytvoření vyššího maxima, po kterém bude opět následovat korekce k úrovni předchozího minima (hlava). Poté ceny opět vzrostou na úroveň levého ramena a opět následně klesnou (pravé rameno), čímž se zakončí celá grafická formace.

Poté se do grafu zakreslí tzv. linie krku, která vznikne spojením minim mezi rameny a hlavou.

Důležitý je také vývoj objemů, kdy rostoucí část levého ramene a rostoucí část hlavy je doprovázena zvýšenými objemy. Po dokončení těchto rostoucích fází objemy klesnou. Při rostoucí části pravého ramene objemy opět vzrostou, avšak méně než při předchozích růstech.

Nechť existuje $t_d < t_1 < t_2 < t_3 < t_4 < t_5 < t_u$, nechť $M = \{1, 3, 5\}$ a $N = \{2, 4\}$ jsou nejen množiny lokálních extrémů cen akcie, ale zároveň množiny lokálních extrémů objemu obchodů dané akcie. Pak grafická formace hlava a ramena - vrchol je utvořena, pokud jsou splněny následující podmínky:

$$\begin{aligned} & C_{t_1} \approx C_{t_5} < C_{t_3} \quad \& \quad C_{t_2} \approx C_{t_4} \quad \& \\ \& \quad V_{t_3} \geq V_{t_1} > V_{t_5} \quad \& \quad V_{t_2} \approx V_{t_4}. \end{aligned} \quad (3.23)$$

2. Hlava a ramena - dno

Tento typ grafické formace hlava a ramena vzniká na konci dlouhodobějšího klesajícího trendu. Vývoj cen je opačný než u grafické formace hlava a ramena - vrchol (souměrný podle linie krku). Linie krku se opět zakreslí jako spojnice maxim mezi rameny a hlavou. Největší objemy nastávají při dokončování pravého ramene, tedy při překročení linie krku. Pokud tomu tak není, může se jednat o falešný signál s následným dalším poklesem. Při rostoucích částech se naopak objemy snižují.

Nechť existuje $t_d < t_1 < t_2 < t_3 < t_4 < t_5 < t_u$, nechť $M = \{2, 4\}$ a $N = \{1, 3, 5\}$ jsou opět nejen množiny lokálních extrémů cen akcie, ale i zároveň množiny lokálních extrémů objemu obchodů dané akcie. Pak grafická formace hlava a ramena - dno je utvořena, pokud jsou splněny následující podmínky:

$$\begin{aligned} & C_{t_1} \approx C_{t_5} > C_{t_3} \quad \& \quad C_{t_2} \approx C_{t_4} \quad \& \\ \& \quad V_{t_3} \leq V_{t_1} < V_{t_5} \quad \& \quad V_{t_2} \approx V_{t_4} < V_{t_u}. \end{aligned} \quad (3.24)$$

Cena C_{t_3} tvoří hlavu, ceny C_{t_1} a C_{t_5} tvoří ramena a přímka spojující obě lokální

minima, respektive maxima C_{t_2} a C_{t_4} se nazývá linie krku.

Použití při obchodování

V čase t_u dokončena grafická formace (3.24) & $C_{t_{u+1}} > C_{t_u} \implies$ nákupní signál. (3.25)

V čase t_u dokončena grafická formace (3.23) & $C_{t_{u+1}} < C_{t_u} \implies$ prodejní signál. (3.26)

Pokud se tedy na grafu akcie vytvoří grafická formace hlava a ramena - dno a cena následně vzroste nad linii krku, cena by měla i nadále růst. Často se uvádí, že tento růst by měl být minimálně o vzdálenost minima hlavy od minima ramen. Stejně pravidlo platí i pro grafickou formaci hlava a ramena - vrchol, tedy pokud cena po vytvoření této grafické formace klesne pod linii krku, měla by nadále klesat, a to minimálně o vzdálenost maxima hlavy od maxima ramene.

Poznámka

Grafická formace hlava a ramena nebývá v praxi často symetrická. Proto linie krku nemusí být vodorovná přímka. Častěji se jedná o mírně klesající nebo rostoucí přímku. Zároveň nemusí být ani stejná výška obou ramen.

Poznámka

Pokud uvažujeme fixing, neboli obchodování pouze se závěrečnou cenou, můžeme v definicích (3.23) a (3.24) nahradit ceny C_t cenami a_t , čímž se definice a použití pro obchodování nijak nezmění.

Reference viz [10], [5], [8].

3.5 Fibonacciho procenta návratu

Pokud má cena akcie po určitou dobu rostoucí či klesající trend, pak Fibonacciho procenta návratu jsou polopřímky v určité výši vertikálního pohybu ceny akcie, kde cena akcie zastavuje svoji korekci a vrací se zpět do původního trendu nebo nastává změna trendu. Tato výše je určena pomocí Fibonacciho čísel.

Definice

Posloupnost čísel $\{F_0, F_1, F_2, F_3, \dots\}$ nazveme Fibonacciho posloupností, jestliže je definována rekurentně takto:

$$\begin{aligned} F_0 &= 1, \\ F_1 &= 1, \\ F_n &= F_{n-1} + F_{n-2}, \text{ pro celá } n, n \geq 3. \end{aligned} \tag{3.27}$$

Tedy Fibonacciho posloupnost vypadá takto: $\{1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, \dots\}$.
Navíc platí, že

$$GR = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{F_n + F_{n-1}}{F_n} = \frac{3 + \sqrt{5}}{1 + \sqrt{5}} \doteq 1.618$$

a GR se nazývá zlatý řez (Golden ratio).

Hodnoty procent návratu dle Fibonacciho čísel

$$\begin{aligned} f_1 &= \frac{1}{GR} = \frac{1 + \sqrt{5}}{3 + \sqrt{5}} \doteq 0.618 \\ f_2 &= \frac{F_2}{F_3} = 0.5 \\ f_3 &= \frac{f_1}{GR} = \frac{(1 + \sqrt{5})^2}{(3 + \sqrt{5})^2} \doteq 0.382 \end{aligned} \quad (3.28)$$

1. Fibonacciho procenta návratu v rostoucím trendu

Nechť existuje $t_1 < t_2$ a nechť má akcie na množině obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$ rostoucí trend.

Pak polopřímky

$$\begin{aligned} FU_1 &= FU_1(t) = C_{t_2} - f_3 * (C_{t_2} - C_{t_1}) = C_{t_2} - 0.382 * (C_{t_2} - C_{t_1}), \\ FU_2 &= FU_2(t) = C_{t_2} - f_2 * (C_{t_2} - C_{t_1}) = C_{t_2} - 0.5 * (C_{t_2} - C_{t_1}), \\ FU_3 &= FU_3(t) = C_{t_2} - f_1 * (C_{t_2} - C_{t_1}) = C_{t_2} - 0.618 * (C_{t_2} - C_{t_1}) \end{aligned} \quad (3.29)$$

nazýváme pro každé $t > t_2$ Fibonacciho procenta návratu v rostoucím trendu.

2. Fibonacciho procenta návratu v klesajícím trendu

Nechť existuje $t_1 < t_2$ a nechť má akcie na množině obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$ klesající trend.

Pak polopřímky

$$\begin{aligned} FD_1 &= FD_1(t) = C_{t_2} + f_3 * (C_{t_1} - C_{t_2}) = C_{t_2} + 0.382 * (C_{t_1} - C_{t_2}), \\ FD_2 &= FD_2(t) = C_{t_2} + f_2 * (C_{t_1} - C_{t_2}) = C_{t_2} + 0.5 * (C_{t_1} - C_{t_2}), \\ FD_3 &= FD_3(t) = C_{t_2} + f_1 * (C_{t_1} - C_{t_2}) = C_{t_2} + 0.618 * (C_{t_1} - C_{t_2}) \end{aligned} \quad (3.30)$$

nazýváme pro každé $t > t_2$ Fibonacciho procenta návratu v klesajícím trendu.

Použití při obchodování

Nechť existuje $t_1 < t_2$, nechť $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$ je množina obchodních dní a nechť je $M = \{2\}$, $N = \{1\}$ pro rostoucí trend a $M = \{1\}$, $N = \{2\}$ pro klesající trend.

1. Změna trendu vývoje akcie

Klesne-li cena akcie o více než 61.8% z vrcholu rostoucího trendu (klesne pod křivku FU_3), lze poté očekávat obrat trendu na trend klesající. Podobně vyroste-li cena akcie o více než 61.8% z minima klesajícího trendu (vyroste nad křivku FD_3), pak lze očekávat obrat trendu na trend rostoucí.

- Jestliže C_t má na T klesající trend a jestliže existuje $t_r > t_2$ takové, že

$$C_{t_2} < C_{t_2+1} < \dots < C_{t_r} \approx FD_3 < C_{t_r+1}$$

\implies nákupní signál a obrat v rostoucí trend.

- Jestliže C_t má na T rostoucí trend a jestliže existuje $t_l > t_2$ takové, že

$$C_{t_2} > C_{t_2+1} > \dots > C_{t_l} \approx FU_3 > C_{t_l+1}$$

\implies prodejní signál a obrat v klesající trend.

2. Pokračování původního trendu

Pokud se cena akcie vrátí o 38.2% až 50% svého předchozího pohybu (nastane korekce současného trendu mezi první a druhé procento návratu), a poté se vrátí zpět nad respektive pod první procento návratu, lze očekávat, že původní trend bude nadále pokračovat.

- Jestliže C_t má na T rostoucí trend a jestliže existuje $t_4 > t_3 > t_2$ takové, že

$$\begin{aligned} C_{t_2} > C_{t_2+1} < \dots < C_{t_3} \quad \& \quad FU_2 < C_{t_3} < FU_1 \quad \& \\ \& \quad C_{t_3} < C_{t_3+1} < \dots < C_{t_4} \approx FU_1 < C_{t_4+1} \end{aligned}$$

\implies nákupní signál a pokračování rostoucího trendu.

- Jestliže C_t má na T klesající trend a jestliže existuje $t_4 > t_3 > t_2$ takové, že

$$\begin{aligned} C_{t_2} < C_{t_2+1} < \dots < C_{t_3} \quad \& \quad FD_1 < C_{t_3} < FD_2 \quad \& \\ \& \quad C_{t_3} > C_{t_3+1} > \dots > C_{t_4} \approx FD_1 > C_{t_4+1} \end{aligned}$$

\implies prodejní signál a pokračování klesajícího trendu.

Poznámka

Pokud uvažujeme fixing, neboli obchodování pouze se závěrečnou cenou, můžeme v definicích (3.29) a (3.30) nahradit ceny C_t cenami a_t , čímž se definice a použití pro obchodování nijak nezmění.

Reference viz [10], [4].

Kapitola 4

Klouzavé průměry

Klouzavé průměry (Moving averages) tvoří základ současné technické analýzy. Uplatňují se zejména při určování trendu a slouží pro vyhlazení prudkých výkyvů cen. Toto vyhlazení závisí na délce klouzavého průměru. Tvoří také základní stavební kámen mnoha dalších indikátorů, jako například MACD a Bollinger Bands.

Za průkopníky používání klouzavých průměrů v současné technické analýze jsou považováni Richard Donchian a J.M. Hurst. Donchian byl zaměstnanec firmy Merrill Lynch, který rozvinul metodu založenou na překřížování klouzavých průměrů a Hurst aplikoval klouzavé průměry ve své knize o obchodování, viz [3].

Existuje několik typů klouzavých průměrů, ale v praxi se nejvíce používá prostý klouzavý průměr (SMA), exponenciální klouzavý průměr (EMA) a vážený klouzavý průměr (WMA). Na tyto tři vybrané klouzavé průměry se zaměříme i v této práci. Ukážeme si jejich konstrukci, výhody a nevýhody a jejich použití při obchodování v praxi.

Jak už název sám napovídá, jedná se o lineární kombinaci určitého (vždy konečného) počtu cen dané akcie. Přičemž musí vždy platit, že součet koeficientů této lineární kombinace musí být roven jedné.

K výpočtu nám stačí pouze časová řada tvořená posloupností tržních cen (může se jednat o zavírací ceny, nejvyšší cenu během dne, atd.) a předem zvolený parametr n , který nám udává délku klouzavého průměru. V případě jednoduchého a váženého klouzavého průměru nám tento parametr udává počet minulých cen, ze kterých počítáme průměr. U exponenciálního klouzavého průměru nám parametr n určuje výši tzv. vyrovnávací konstanty (4.11).

Základem úspěchu při používání klouzavých průměrů je volba parametru n . Obecně platí zásada, že kratší klouzavé průměry používáme pro postranní trh (reagují rychleji a častěji) a delší klouzavé průměry pro trhy s trendem (abychom nedostávali zbytečné signály). Druhé pravidlo říká, že čím menší zvolíme parametr n , tím častěji budeme dostávat signály k obchodování.

Klouzavé průměry také slouží jako zóny pro supporty a rezistance. Pokud MA roste, vytváří se pod cenami dno, pokud naopak MA klesá, vytváří se strop nad nimi (viz obr. (6.1)). Pohyblivé průměry navíc nemusejí být aplikovány jen na ceny, ale i na indikátory (tzv. Trigger) či na objemy obchodů. Jedná se bezesporu o jeden z nejrozsáhlejších a nejpoužívanějších nástrojů technické analýzy.

Mezi nevýhody klouzavých průměrů patří zejména jejich opožděnost za aktuálním vývojem ceny a signál, který nám dává klouzavý průměr, by neměl být jediný, podle kterého se obchodník bude rozhodovat pro vstup či výstup z pozice.

4.1 Prostý klouzavý průměr

Mezi nejjednodušší zástupce klouzavých průměrů patří prostý klouzavý průměr, neboli Simple moving average (SMA). Jedná se o klasický aritmetický průměr posledních n cen. Všem hodnotám je přiřazena stejná váha $\frac{1}{n}$.

Předpokládejme, že máme napozorovanou časovou řadu o délce N a chceme sestavit SMA o délce n . Jedná se o posloupnost čísel, z nichž n -té je definované vztahem

$$\text{SMA}_t(n) = \frac{a_t + a_{t-1} + \dots + a_{t-n+1}}{n}. \quad (4.1)$$

SMA je definován pro každé $n \leq N$ a pro každé $t > n - 1$.

Dle definice je zřejmé, že na prvních $n - 1$ dat nelze SMA aplikovat. Tento problém ale řešit nemusíme, protože většinou máme $n \ll N$ a na začátek řady SMA můžeme doplnit například napozorované hodnoty. Zapsáno symbolicky:

$$\text{SMA}_i(n) = a_i \quad \forall i < n.$$

Použití při obchodování

Způsobů jak klouzavých průměrů využít při obchodování je několik. Mezi základní patří použití křížení SMA a grafu cenového průběhu nějaké akcie či křížení dvou klouzavých průměrů rozdílné délky.

1. Překřížení ceny akcie a klouzavého průměru

Toto pravidlo říká, pokud protne cena akcie svůj klouzavý průměr zdola nahoru, pak nakupujte. Pokud se tak stane v opačném směru, pak prodávejte. Zapsáno symbolicky:

$$a_{t-1} \leq \text{SMA}_{t-1}(n) \quad \& \quad a_t > \text{SMA}_t(n) \implies \text{nákupní signál}, \quad (4.2)$$

$$a_{t-1} \geq \text{SMA}_{t-1}(n) \quad \& \quad a_t < \text{SMA}_t(n) \implies \text{prodejní signál}. \quad (4.3)$$

Mezi oblíbené volby délky n patří 10 a 15 pro krátkodobý klouzavý průměr a 50, 100 či 200 pro dlouhodobý klouzavý průměr. Ale volit lze i jiné délky, vše závisí

na každém obchodníkovi a jeho stylu obchodování.

2. Překřížení dvou klouzavých průměrů rozdílné délky, kde $n_1 < n_2$

Pokud krátkodobý SMA vyrostle nad dlouhodobý SMA, jedná se o nákupní signál, pokud naopak, měli bychom prodávat či otevírat krátké pozice. Zapsáno symbolicky:

$$SMA_{t-1}(n_1) \leq SMA_{t-1}(n_2) \quad \& \quad SMA_t(n_1) > SMA_t(n_2) \implies \text{nákupní signál, (4.4)}$$

$$SMA_{t-1}(n_1) \geq SMA_{t-1}(n_2) \quad \& \quad SMA_t(n_1) < SMA_t(n_2) \implies \text{prodejní signál. (4.5)}$$

Nevýhody SMA

Jelikož všechny pozorování vstupující do SMA mají stejnou váhu, není respektováno stáří těchto dat. A protože budoucí vývoj dané akcie nejvíce ovlivňuje předcházející vývoj, může vznikat mnoho falešných signálů, které mohou způsobovat starší hodnoty. Další nevýhoda je ve vypouštění starých dat. Hodnota je vypouštěna celá najednou, a tedy pokud se jedná o kratší SMA a vypouštíme z výpočtu extrémní hodnotu, může to významně ovlivnit výslednou velikost SMA.

Poznámka

Obchodník by se neměl při svých obchodech řídit pouze podle klouzavých průměrů. Ty ho mají primárně upozornit, v jakém trendu se daná akcie nachází, či dát upozornění, že se blíží čas nákupu či prodeje. Tyto signály by měly být potvrzeny dalšími indikátory.

4.2 Vážený klouzavý průměr

Vážený klouzavý průměr, neboli Weighted moving average (WMA) je vylepšený SMA. Budeme předpokládat také lineární rozložení vah, ale největší váha bude přiřazena současnému datu a směrem do minulosti budou váhy lineárně klesat.

Pro každé $t > n - 1$ a pro každé $n \leq N$ se WMA definujeme

$$WMA_t(n) = \frac{na_t + (n-1)a_{t-1} + \dots + 2a_{t-n+2} + a_{t-n+1}}{\sum_{i=1}^n i}. \quad (4.6)$$

Víme, že

$$\sum_{i=1}^n i = \frac{n(n+1)}{2},$$

tedy (4.6) se dá přepsat do tvaru

$$WMA_t(n) = \frac{2}{n(n+1)} \sum_{i=0}^{n-1} (n-i)a_{t-i}. \quad (4.7)$$

Snadno nahlédneme, že součet vah je roven jedné a tedy WMA je dobře definován.

Použití při obchodování

Stejně jako u SMA (viz (4.2), (4.3), (4.4), (4.5)).

4.3 Exponenciální klouzavý průměr

Exponenciální klouzavý průměr, neboli Exponential moving average (EMA) je formou váženého klouzavého průměru, jehož váhy nejsou rozloženy lineárně, nýbrž exponenciálně. Stejně jako u WMA má nejvyšší váhu současná hodnota a směrem do minulosti váhy klesají.

EMA vychází z jednoduchého exponenciálního vyrovnávání (viz [1]), kde předpokládáme, že časová řada ceny akcie se dá rozepsat jako $a_t = Tr_t + \varepsilon_t$, kde Tr_t je trend, který lze v krátkých časových úsecích považovat za konstantní. ε_t je reziduální složka. Jelikož jeden z předpokladů technické analýzy říká, že se ceny pohybují v trendech a tyto trendy nějaký čas vytrvávají, můžeme tuto úvahu považovat za správnou a použít ji.

Metoda exponenciálního vyrovnávání je založena na modifikované metodě nejmenších čtverců, kde váhy jednotlivých čtverců v minimalizovaném součtu směrem do minulosti exponenciálně klesají. Pokud si označíme \bar{a}_t jako vyrovnanou hodnotu v čase t , pak budeme minimalizovat výraz

$$(a_t - \bar{a}_t)^2 + (a_t - \bar{a}_t)^2\beta + (a_t - \bar{a}_t)^2\beta^2 + \dots, \quad (4.8)$$

kde $\beta \in (0, 1)$ je konstanta.

Označíme si $Tr_1 = \beta_0$ a potřebujeme odhadnout parametr β_0 . Jelikož se jedná o adaptivní přístup k vyrovnávání řady, bude tento odhad záviset na časovém okamžiku, v němž byl odhad proveden.

Využijeme výraz (4.8) a budeme minimalizovat

$$\sum_{j=0}^{\infty} (a_{t-j} - \beta_0)^2 \beta^j, \quad (4.9)$$

kde β je předem zvolená konstanta z intervalu $(0, 1)$.

Jedná se o nekonečnou řadu. V technické analýze však pracujeme vždy s konečným počtem dat (pozorování). Práce s nekonečnou řadou nám však zjednoduší příslušné vzorce.

Pokud (4.9) zderivujeme podle β_0 a derivaci položíme rovnu nule, dostaneme požadované minimum funkce. Nejprve ale musíme ověřit, zda suma (4.9) konverguje.

Ve výrazu (4.9) nahraďme pro zjednodušení a_{t-j} konstantami \tilde{a}_j , pak

$$f(\beta_0) = \sum_{j=0}^{\infty} (\tilde{a}_j - \beta_0)^2 \beta^j.$$

Jelikož \tilde{a}_j je cena akcie, víme, že $\tilde{a}_j \leq K$ pro každé $j = 0, 1, 2, \dots$, kde $K \in (0, \infty)$. Pak pro $\beta \in (0, 1)$ můžeme z vlastností mocniných řad psát

$$\begin{aligned} f(\beta_0) &= \sum_{j=0}^{\infty} (\tilde{a}_j - \beta_0)^2 \beta^j = \sum_{j=0}^{\infty} (\tilde{a}_j^2 - 2\beta_0 \tilde{a}_j + \beta_0^2) \beta^j = \\ &= \sum_{j=0}^{\infty} \tilde{a}_j^2 \beta^j - 2\beta_0 \sum_{j=0}^{\infty} \tilde{a}_j \beta^j + \beta_0^2 \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \leq \\ &\leq \frac{K^2}{1-\beta} - \frac{2\beta_0 K}{1-\beta} + \frac{\beta_0^2}{1-\beta} < \infty, \end{aligned}$$

protože $K < \infty$ a $\beta_0 < \infty$.

Tím jsme dokázali, že suma (4.9) konverguje a můžeme provést samotnou derivaci.

Výraz (4.9) si rozepíšeme následovně:

$$\sum_{j=0}^{\infty} (a_{t-j}^2 \beta^j - 2a_{t-j} \beta_0 \beta^j + \beta_0^2 \beta^j).$$

Zderivujeme podle β_0 a využijeme vzorec pro součet geometrické řady

$$\sum_{j=0}^{\infty} \beta^j = \frac{1}{1-\beta}.$$

Zderivovaný výraz položíme roven nule a dostaneme

$$\hat{a}_t = (1-\beta) \sum_{j=0}^{\infty} a_{t-j} \beta^j, \quad (4.10)$$

přičemž parametr α definovaný jako

$$\alpha = 1 - \beta \quad (4.11)$$

se nazývá **vyrovnávací konstanta**.

Vidíme, že se jedná o vážený průměr s exponenciálně klesajícími váhami

$$1 - \beta, (1 - \beta)\beta, (1 - \beta)\beta^2, \dots$$

Výraz (4.10) je pro praktické výpočty těžko použitelný, proto bude lepší si ho převést na rekurentní vztah. Pokud si rozepíšeme několik prvních členů, dostaneme, že

$$\begin{aligned}\hat{a}_1 &= \alpha a_1, \\ \hat{a}_2 &= \alpha a_2 + \alpha(1 - \alpha)a_1 = \alpha a_2 + (1 - \alpha)\hat{a}_1, \\ \hat{a}_3 &= \alpha a_3 + \alpha(1 - \alpha)a_2 + \alpha(1 - \alpha)^2 a_1 = \alpha a_3 + (1 - \alpha)\hat{a}_2.\end{aligned}$$

Pak exponenciální klouzavý průměr (EMA) definujeme rekurentním vztahem

$$\text{EMA}_t(\alpha) = \alpha a_t + (1 - \alpha)\text{EMA}_{t-1}(\alpha). \quad (4.12)$$

Můžeme také použít ekvivalentní definici

$$\text{EMA}_t(n) = \alpha a_t + (1 - \alpha)\text{EMA}_{t-1}(n). \quad (4.13)$$

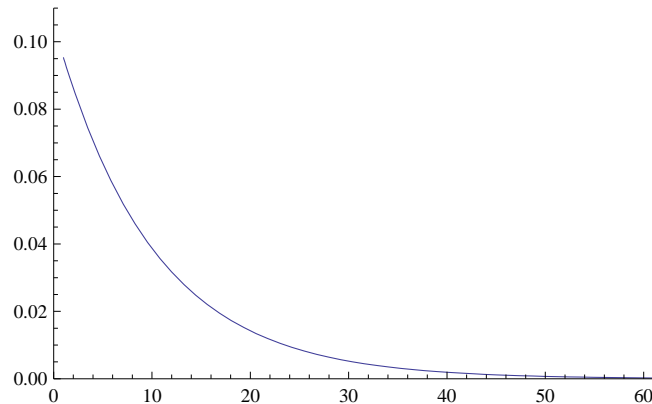
Snadno se ověří, že součet vah je roven jedné a jde o správně konstruovaný vážený průměr.

Poznámky

- V technické analýze se prakticky vždy volí $\alpha = \frac{2}{n+1}$, kde n je požadovaná délka klouzavého průměru. Tato volba vyrovnávací konstanty je i zabudována ve všech specializovaných programech pro technickou analýzu.
- Pokud uvažujeme EMA délky n , prvních $n - 1$ členů nepočítáme či nahradíme skutečnými hodnotami, n -tý prvek spočteme jako klasický prostý průměr délky n a poté počítáme další členy dle vzorce (4.13) či dle (4.12).

Poznámka

Uvědomme si, že název exponenciální neznamenaá, že napozorovaná data prokládáme exponenciálou, ale pouze, že váhy tohoto klouzavého průměru mají tvar exponenciály (viz obr. (4.1)).



Obrázek 4.1: Rozložení vah u EMA(20)

Výhody EMA

Vedle exponenciálního rozložení vah EMA je další nespornou výhodou i exponenciální rozpouštění starých dat. Jelikož SMA i WMA vypouštěly stará data najednou, což mohlo velikost klouzavého průměru výrazně ovlivnit (u SMA mnohem více než u WMA z důvodu konstantních vah), a tím generovat řadu falešných signálů k nákupu či prodeji.

Použití při obchodování

Stejně jako u SMA (viz (4.2), (4.3), (4.4), (4.5)).

Volba délky EMA

Opět nejde říci, která volba parametru n , by byla nejlepší. Záleží na každém obchodníkovi, co mu vyhovuje a co má vyzkoušené z praxe. Jediné omezení je na minimální velikost délky. Doporučuje se volit délku alespoň 8.

4.4 Porovnání klouzavých průměrů

Pokud porovnáme tyto 3 typy klouzavých průměrů (viz. obr. (6.1)), zjistíme, že nejlépe kopíruje cenu akcie, a tím pádem dává nejvíce signálů WMA. Je zřejmé, že nejhorším klouzavým průměrem je SMA, což je dáno jeho konstantním rozložením vah. I přesto je stále nejpoužívanějším klouzavým průměrem. I když WMA vychází jako nejlepší klouzavý průměr, v praxi se příliš nepoužívá a ani z něho nevychází žádný jiný indikátor. EMA se stává stále oblíbenějším klouzavým průměrem, jelikož výpočet je velmi snadný a dává věrohodnější signály než klasický SMA.

Kapitola 5

Technické indikátory

Technické indikátory jsou funkce, které pro každý obchodní den, na kterém jsou definovány, přiřadí nějaké reálné číslo. Na základě vývoje těchto indikátorů se generují obchodní signály pro vstup či výstup z pozic. Mezi technické indikátory také patří klouzavé průměry, které jsme z důvodu jejich rozsáhlosti a výsadního postavení popsal v předchozí kapitole.

Technické indikátory můžeme rozdělit na dvě základní skupiny:

1. Trendové indikátory

Tyto indikátory slouží k určení trendu, kde pomocí matematického vzorce vytvoří z cen akcií křivku či množinu bodů, které nám určují trend. Mezi trendové indikátory patří:

- Klouzavé průměry
- MACD
- Parabolic SAR
- Bollingerova pásma

2. Oscilátory

Tyto indikátory slouží k určení síly a rychlosti, jakými se ceny pohybují. Dávají signály o změně trendu dříve než se stane. Nepoužívají se většinou na velmi silných trendových trzích. Mezi zástupce oscilátorů patří například:

- RSI

V praxi existuje několik desítek technických indikátorů, ale v této práci uvedeme pouze několik nejpoužívanějších technických indikátorů. Kompletní přehled všech indikátorů by byl nad rámec této práce.

5.1 MACD

Moving Average Convergence/Divergence (MACD) patří mezi základní trendové technické indikátory. Jak už je patrné z názvu, jedná se o indikátor, který sleduje sbíhavost a rozbíhavost klouzavých průměrů. Tento indikátor byl zkonstruován analytikem a manažerem Geraldem Aplem v roce 1960, viz [6]. MACD využívá třech různých exponenciálních průměrů. Kompletní indikátor se skládá z křivky MACD, signální křivky a MACD-Histogramu.

Nechť máme n_1 , n_2 a n_3 , kde $n_i \in \mathbb{N}$ pro $i = 1, 2, 3$, a nechť $n_1 < n_2$. Pak MACD křivka je definována pro každé $t \geq n_2$ následovně:

$$\text{MACD}_t(n_1, n_2) = \text{EMA}_t(n_1) - \text{EMA}_t(n_2). \quad (5.1)$$

Signální křivka je definována pro každé $t \geq n_2 + n_3 - 1$ jako tzv. Trigger MACD křivky, neboli exponenciální klouzavý průměr použitý na MACD křivku (z tohoto důvodu uvádíme ve vzorci (5.2) u EMA dva parametry namísto pouze jednoho, jak je tomu v definici (4.13)). Tedy

$$\text{Signal}_t(n_3) = \text{Trigger}(\text{MACD}_t(n_1, n_2)) = \text{EMA}_t(n_3, \text{MACD}_t(n_1, n_2)). \quad (5.2)$$

Histogram je definován pro každé $t \geq n_2 + n_3 - 1$ následovně:

$$\text{Hist}_t = \text{MACD}_t(n_1, n_2) - \text{Signal}_t(n_3). \quad (5.3)$$

MACD křivce se také někdy říká rychlá a signální křivce pomalá křivka. Z definice je vidět že indikátor MACD osciluje kolem nuly a není nijak omezený.

Aby indikátor MACD dával správné signály, je důležitá počáteční volba parametrů $\{n_1, n_2, n_3\}$. Jako vždy je volba na každém obchodníkovi zvlášť, ale mezi vyzkoušené a doporučené volby parametrů patří:

$$\{n_1, n_2, n_3\} = \{12, 26, 9\} \vee \{5, 34, 7\}.$$

Použití MACD při obchodování

Pokud MACD křivka vzroste nad svoji signální křivku, měli bychom vstoupit do dlouhé pozice či uzavírat krátké pozice. Naopak klesne-li MACD křivka pod svoji signální křivku, nastává čas uzavírání dlouhých pozic či otevírání krátkých pozic. Zapsáno symbolicky:

$$\text{MACD}_{t-1} \leq \text{Signal}_{t-1} \quad \& \quad \text{MACD}_t > \text{Signal}_t \implies \text{nákupní signál}, \quad (5.4)$$

$$\text{MACD}_{t-1} \geq \text{Signal}_{t-1} \quad \& \quad \text{MACD}_t < \text{Signal}_t \implies \text{prodejní signál}. \quad (5.5)$$

Toto pravidlo nám pomáhá zachytit všechny hlavní obraty trendů a zároveň vytváří méně falešných signálů než jen klasické překřížení ceny akcie a nějakého klouzavého průměru.

Použití MACD-Histogramu při obchodování

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$, kde $t_1 < t_2$.

Signál k nákupu vzniká, pokud má MACD-Histogram na T klesající trend a v čase t_2 se vytvoří lokální minimum, tedy

$$\text{Hist}_{t_1} > \text{Hist}_{t_1+1} > \dots > \text{Hist}_{t_2} < \text{Hist}_{t_2+1} \implies \text{nákupní signál.}$$

Naopak signál k prodeji vzniká, pokud má MACD-Histogram na T rostoucí trend a v čase t_2 se vytvoří lokální maximum, tedy

$$\text{Hist}_{t_1} < \text{Hist}_{t_1+1} < \dots < \text{Hist}_{t_2} > \text{Hist}_{t_2+1} \implies \text{prodejní signál.}$$

Dalším důležitým prvkem je také sklon MACD-Histogramu bez ohledu na to, zda se nacházíme nad či pod středovou osou. Sklon nám totiž identifikuje dominantní skupinu na trhu. Pokud křivka MACD roste rychleji než signální křivka, roste i MACD-Histogram a znamená to, že nakupující jsou silnější než byli, což je pravá chvíle pro vstup do dlouhých pozic či pro uzavírání krátkých pozic. Pokud naopak MACD křivka roste pomaleji než signální, sklon histogramu klesá, což nám dává znamení, že na trhu začínají převládat prodejci a je čas otevřít krátké pozice či uzavírat dlouhé pozice.

Divergence mezi MACD-Histogramem a cenami

Divergence mezi MACD-Histogramem a cenami se sice na trhu objevuje jen několikrát za rok, ale jedná se o jeden z nejsilnějších signálů technické analýzy vůbec. Jedná se o nesoulad mezi sklonem ceny akcie a MACD-Histogramu. Divergence se sice neobjevuje u každého lokálního dna či vrcholu, pokud se ale objeví, dá se s velkou pravděpodobností očekávat bod zlomu.

Medvědí divergence nastává, pokud ceny akcií vytvářejí nová maxima, ale MACD-Histogram vytváří nižší maxima než dříve. To je signál, že předchozí rostoucí pohyb je ukončen a trhy se obrátí směrem dolů. Naopak býčí divergence je typická tím, že ceny akcie vytvářejí nová minima, ale MACD-Histogram vytvoří vyšší minimum než dříve. To je signál, že předchozí klesající pohyb je ukončen a trhy se obrátí směrem vzhůru.

Nechť máme množinu obchodních dní $T = \{t_1, t_1 + 1, \dots, t_2\}$, kde $t_1 < t_2$.

Pokud na T existují alespoň dvě lokální maxima (vrcholy dle (3.17)) pak definujeme množinu

$$I = \{t_3, t_4, \text{ kde } t_3, t_4 \in T \text{ a } a_{t_3}, a_{t_4} \text{ jsou po sobě následující lokální maxima } a_t\}. \quad (5.6)$$

Pokud na T existují alespoň dvě lokální minima (dna dle (3.18)) pak definujeme množinu

$$J = \{t_5, t_6, \text{ kde } t_5, t_6 \in T \text{ a } a_{t_5}, a_{t_6} \text{ jsou po sobě následující lokální minima } a_t\}. \quad (5.7)$$

Pak se medvědí a býčí divergence definuje následovně:

$$a_{t_5} > a_{t_6} \quad \& \quad \text{Hist}_{t_5} < \text{Hist}_{t_6} \implies \text{nákupní signál, býčí divergence,} \quad (5.8)$$

$$a_{t_3} < a_{t_4} \quad \& \quad \text{Hist}_{t_3} > \text{Hist}_{t_4} \implies \text{prodejní signál, medvědí divergence.} \quad (5.9)$$

Indikátor MACD je i přes jeho snadný výpočet a konstrukci velmi silný nástroj technické analýzy, který nám může umožnit realizace mnoha ziskových obchodů, obzvláště pokud se naučíme správně rozeznávat divergence a konvergence. Nesmíme ale zapomínat, že se jedná o trendový indikátor, který může při používání na postranních trzích dávat řadu falešných signálů. Proto by měl každý obchodník nejprve zanalyzovat aktuální situaci na trhu, a poté se rozhodnout, zda je použití indikátoru MACD správné. Opět zde platí pravidlo, že signál pro vstup do některé z pozic by měl být ověřen dalším indikátorem.

Reference viz [10], [6], [8].

5.2 Index relativní síly

Index relativní síly neboli Relative strength index (RSI) je v současné době velice populární a často používaný typ oscilátoru na všech typech trhů (akciové, komoditní, derivátové). Autorem indikátoru je J. Welles Wilder, který jej poprvé publikoval v červnu 1978 v časopise *Commodities Magazine* (nyní *Futures Magazine*) viz [6]. Původně byl RSI konstruován jen pro postranní trh, kde dával velmi dobré signály. Nyní se už za určitých podmínek používá pro všechny typy trhů.

Hlavním úkolem indikátoru RSI je nalezení takzvaných **překoupených** a **přeprodaných** oblastí (overbought, oversold). Překoupená oblast je takový stav na trhu, kde delší dobu dominují kupující a dá se očekávat korekce směrem dolů či obrát trendu. Naopak přeprodaná oblast je taková, kde delší dobu dominují prodejci a dá se očekávat následný krátký růst či opět následná změna trendu.

Pro samotný výpočet RSI nejprve potřebujeme stanovit jeho délku n a konstanty h, d , které nám udávají výši hranice pro stanovení překoupených oblastí trhu, respektive výši hranice pro stanovení přeprodaných oblastí trhu.

RSI je definovaný pro každé $t \geq n$ následovně:

$$\begin{aligned} \text{RSI}_t &= 100 - \left(\frac{100}{1 + \frac{U_t(n)}{D_t(n)}} \right), & (5.10) \\ U_t(n) &= \frac{\sum_{i=0}^{n-1} [a_{t-i} - a_{t-i-1}]^+}{n}, \\ D_t(n) &= \frac{\sum_{i=0}^{n-1} [a_{t-i} - a_{t-i-1}]^-}{n}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}h_t &= h, \\d_t &= d,\end{aligned}$$

kde

- $U_t(n)$ – průměr čistých růstových zavíracích změn za období n ,
- $D_t(n)$ – průměr čistých klesajících zavíracích změn za období n ,
- h_t – konstantní funkce pro určení překoupené oblasti,
- d_t – konstantní funkce pro určení přeprodané oblasti.

Volba parametrů

Nejpoužívanější volba délky indikátoru RSI je $n = 14$. Další oblíbené volby jsou $n = 25$ nebo $n = 9$. Opět ale záleží na každém obchodníkovi zvlášť.

Obvyklé a nejčastěji používané hodnoty dvojice $\{h, d\}$ jsou následující:

$$\{h, d\} = \{70, 30\} \vee \{75, 25\} \vee \{80, 20\}.$$

Vlastnosti

1. $RSI_t(n) \in [0, 100]$.
2. Vysoké hodnoty indikátoru znamenají, že trh je překoupen (kladné cenové změny převládají nad zápornými cenovými změnami). Jestliže jsou v extrémním případě všechny seance za n dní růstové, pak je zřejmě $D_t(n) = 0$ a v (5.10) klademe $RSI_t = 100$.
3. Naopak nízké hodnoty indikátoru znamenají, že trh je přeprodán (záporné cenové změny převládají nad kladnými cenovými změnami). Jestliže jsou v extrémním případě všechny seance za n dní klesající, pak je zřejmě $U_t(n) = 0$ a v (5.10) klademe $RSI_t = 0$.

Použití při obchodování

Použití indikátoru RSI je několik a každý autor doporučuje něco jiného. Mezi nej-jednodušší obchodní signály patří:

$$RSI_t(n) < d \implies \text{nákupní signál}, \quad (5.11)$$

$$RSI_t(n) > h \implies \text{prodejní signál}. \quad (5.12)$$

Toto pravidlo říká, že signál k nákupu vzniká, jakmile RSI klesne pod hodnotu d a signál k prodeji, jakmile RSI vyroste nad hodnotu h . Toto je možno aplikovat jen na postranním trhu, pro něhož byl původně RSI konstruován. Pokud se nacházíme v silném trendu, hodnoty RSI se dostávají do překoupených či do přeprodaných oblastí velice rychle a nějaký čas v nich přetrvávají. To by znamenalo, že za použití prvního pravidla bychom do obchodů vstupovali v nepravý čas. Pokud se tedy

nacházíme v trendové části trhu, je potřeba předchozí pravidlo upravit následujícím způsobem:

$$RSI_{t-1}(n) \leq d \quad \& \quad RSI_t(n) > d \implies \text{nákupní signál,} \quad (5.13)$$

$$RSI_{t-1}(n) \geq h \quad \& \quad RSI_t(n) < h \implies \text{prodejní signál.} \quad (5.14)$$

Při použití tohoto pravidla investor nenakupuje ihned po protnutí linie, ale pokud se cena akcie dostane pod hodnotu d či nad hodnotu h , investor pouze dostává znamení, že se může blížít obrát trendu a s nákupem či prodejem by měl vyčkat až se cena akcie dostane zpět z pásma.

Analýza divergencí

Stejně jako u MACD-Histogramu i zde zkoumáme soulad či nesoulad průběhu ceny akcie a indikátoru RSI, neboli analýzu divergencí. Jedná se opět o velmi silný signál technické analýzy, který se vyskytuje jen několikrát za rok u hlavních trendových obrátů. Pokud se indikátor RSI vyvíjí opačně než cena akcie, je velmi pravděpodobné, že se blíží změna trendu.

Pokud si označíme množinu I stejně jako v (5.6) a množinu J stejně jako v (5.7), pak se medvědí a býčí divergence definuje následovně:

$$a_{t_5} > a_{t_6} \quad \& \quad RSI_{t_5}(n) < RSI_{t_6}(n) \implies \text{nákupní signál, býčí divergence,} \quad (5.15)$$

$$a_{t_3} < a_{t_4} \quad \& \quad RSI_{t_3}(n) > RSI_{t_4}(n) \implies \text{prodejní signál, medvědí divergence.} \quad (5.16)$$

Signály, které RSI nabízí, mohou být výchozím bodem pro vstup do pozice, nikoliv jediným důvodem. Je zapotřebí odfiltrovat falešné signály. V tom nám mohou pomoci trendové indikátory, jako např MACD či klouzavé průměry. Tímto zamezíme falešným signálům v obdobích, kdy na trhu panuje silný trend a trhy ignorují známky přeprodanosti nebo překoupenosti.

Reference viz [10], [4], [5].

5.3 Parabolic SAR

Indikátor Parabolic SAR pochází stejně jako indikátor RSI z dílny J. Welles Wildera a světu byl představen také v roce 1978. Jedná se o velmi důmyslný indikátor, který si mezi technickými analytiky vydobyl přezdívku „Inteligentní ochrana zisků“. Slovo parabolic nám říká, že indikátor má tvar paraboly a zkratka SAR je utvořena z anglických slov „Stop and Reverse“ neboli „Zastavení-A-Obrácení“.

Parabolic SAR netvoří spojitou křivku, ale vykresluje pouze jeden bod pro každou svíčku na grafu (pro tento indikátor je dobré využívat svíčkové grafy). U rostoucího

trendu je tento bod zobrazen pod svíčkou, u klesajícího trendu naopak nad ní.

Parabolic SAR je funkcí času a ceny akcie. Wilder při konstrukci indikátoru vycházel z předpokladu, že trend vždy začíná pomalým tempem a postupem času akceleruje až do svého vyčerpání, neboli graf takového pohybu by měl připomínat parabolu. Pokud cena neroste dostatečně rychle (přestane kopírovat parabolu), Parabolic SAR ji v takovém případě předstihne a doporučí nám vystoupit z pozice, což je hlavní úkol tohoto indikátoru.

Konstrukce Parabolic SAR je následující:

$$\text{SAR}_t(a) = \text{SAR}_{t-1}(a) + a(\text{EB} - \text{SAR}_{t-1}(a)). \quad (5.17)$$

EB se nazývá extrémní bod. Je to maximální cena akcie zaznamenaná v aktuálním rostoucím trendu a minimální cena akcie zaznamenaná v aktuálním klesajícím trendu. Z toho plyne, že se tato hodnota mění s každou novou svíčkou, na které byl dosažen nový extrém. Pokud si označíme $U = \{t_1, t_2, \dots, t_u\}$ jako množinu po sobě následujících obchodních dní, kdy se cena a_{t_i} nacházela v aktuálním rostoucím trendu (dle indikátoru Parabolic SAR) a naopak $D = \{t_1, t_2, \dots, t_d\}$ jako množinu po sobě následujících obchodních dní, kdy se cena a_{t_j} nacházela v aktuálním klesajícím trendu (dle Parabolic SAR). Pak lze EB definovat následujícím způsobem:

- **pro rostoucí trend** - pokud $t_i \in U$, pak víme, že se cena a_{t_i} nacházela v rostoucím trendu pro $i = 1, \dots, u$.

$$\text{EB}_1 = a_{t_1}$$

a pro $i = 2, \dots, u$ definujeme

$$\text{EB}_i = \begin{cases} \text{EB}_{t_{i-1}} & \text{pokud } a_{t_i} \leq \text{EB}_{t_{i-1}}, \\ a_{t_i} & \text{pokud } a_{t_i} > \text{EB}_{t_{i-1}}. \end{cases} \quad (5.18)$$

- **pro klesající trend** - pokud $t_i \in D$, pak víme, že se cena a_{t_i} nacházela v klesajícím trendu pro $i = 1, \dots, d$.

$$\text{EB}_1 = a_{t_1}$$

a pro $i = 2, \dots, d$ definujeme

$$\text{EB}_i = \begin{cases} \text{EB}_{t_{i-1}} & \text{pokud } a_{t_i} \geq \text{EB}_{t_{i-1}}, \\ a_{t_i} & \text{pokud } a_{t_i} < \text{EB}_{t_{i-1}}. \end{cases} \quad (5.19)$$

a se nazývá akcelerační koeficient. Tento parametr se skládá ze dvou částí, a to z kroku (Step) a z maxima. Krok nám definuje hodnotu, o kolik se akcelerační koeficient zvýší při každém novém dosaženém EB. Je to zároveň i počáteční hodnota parametru a . Maximum je hodnota, u které toto navyšování parametru a končí, což nám zajistí, aby a nedosáhlo neúměrné velikosti. Doporučovaná hodnota kroku je 0.02 a maxima 0.2.

Použití při obchodování

Jak je ze zkratky SAR patrné, Parabolic SAR má následující dva typy použití.

- **Stop** nám říká, že Parabolic SAR je možné využít jako již jednou zmiňovanou inteligentní ochranu zisků formou tzv. Trailing stopu, neboli posouvání Stop-loss pozice na aktuální hodnotu Parabolic SAR. To má nespornou výhodu v tom, že si efektivně upravujeme maximální možnou hodnotu ztráty a díky efektu akcelerace indikátoru máme zajištěn výhodnější výstup z pozice než jen za asistence klouzavých průměrů, a to navíc s menším rizikem. Obchodní signály pomocí indikátoru Parabolic SAR jsou definovány následovně:

$$\text{SAR}_{t-1} \leq a_{t-1} \quad \& \quad \text{SAR}_t > a_t \implies \text{ukončení dlouhé pozice}, \quad (5.20)$$

$$\text{SAR}_{t-1} \geq a_{t-1} \quad \& \quad \text{SAR}_t < a_t \implies \text{ukončení krátké pozice}. \quad (5.21)$$

Pokud Parabolic SAR překříží cenu akcie (dostaneme signál k ukončení pozice a dle Parabolic SAR se změní trend), nastaví se parametry a a EB na své počáteční hodnoty.

- **Reverse** vychází z předpokladu, že ke změně trendu dochází při každém zásahu Stop-lossu. Pravidlo reverse tedy říká, že okamžitě po zasažení Stop-lossu máme vstoupit do opačné pozice a být pořád na trhu. Pokud si ale uvědomíme, že Parabolic SAR je trendový indikátor, pak bychom při takovém stylu obchodování utrpěli v období konsolidace řadu ztrát. Proto bychom měli pro vstup do pozice přidat nějaký další indikátor, například MACD a vstupovat pouze tehdy, když vstup do pozice signalizují oba dva indikátory.

Parabolic SAR je výborným nástrojem a má skvělé výsledky na trendových trzích. Naopak na klidných netrendových trzích bude dávat řadu falešných signálů a je tedy nevýhodné ho používat. Netrendový trh se podle Parabolic SAR dá definovat tak, že indikátor vytvoří dvakrát za sebou pilovitý útvar. V ten okamžik je správné přestat Parabolic SAR používat, ale určitě by ho měl obchodník nadále sledovat. Pokud opět dostaneme dva dobré signály, je dobré ho zařadit zpět mezi používané indikátory.

Reference viz [6], [7].

5.4 Bollingerova pásma

Bollingerova pásma neboli Bollinger Bands (BB), je indikátor, který byl vynalezen obchodníkem Johnem Bollingerem a byl poprvé publikován v roce 1980, viz [5]. Tento indikátor patří do takzvané kategorie pásmové analýzy, kdy se nejprve vytvoří libovolný klouzavý průměr ceny dané akcie, který tvoří střed pásma, a poté se vytvoří horní a dolní hranice pásma, která může být buď v konstantní vzdálenosti od středu, nebo se tato vzdálenost může měnit v závislosti na volatilitě dané akcie, což je případ

tohoto indikátoru.

Jedná se o indikátor založený na základě základních znalostí statistiky, zejména na teorii statistické distribuce dat, která říká, že 95 % všech dat se v daném časovém rozmezí nachází v rozpětí takzvaných dvou směrodatných odchylek. To znamená, že 95 % všech cen dané akcie bude v rozpětí dvou směrodatných odchylek od průměru, pak lze s vysokou pravděpodobností očekávat brzký návrat ceny akcie zpět do tohoto pásma. A to je princip, na kterém je založen indikátor Bollingerova pásma.

Jde o indikátor, který se skládá z křivky libovolného klouzavého průměru a křivek horního a dolního pásma, jejichž vzdálenost od středu se mění v závislosti na volatilitě dané akcie a lze ji ovlivnit zadáním násobku směrodatné odchylky. Obecně může být pro konstrukci použit libovolný klouzavý průměr, ale sám autor indikátoru doporučuje používat prostý klouzavý průměr a v žádné jiné literatuře se ani s jiným typem nesetkáme.

Bollingerova pásma jsou definovány pro každé $t \geq n$ následovně:

$$\begin{aligned} \text{BB}_t^h &= \text{SMA}_t(n) + k\text{Std}_t(n) = \text{SMA}_t(n) + k\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \left(a_{t-i} - \text{SMA}_t(n)\right)^2} = \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} a_{t-i} + k\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \left(a_{t-i} - \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} a_{t-j}\right)^2}, \end{aligned} \quad (5.22)$$

$$\begin{aligned} \text{BB}_t^d &= \text{SMA}_t(n) - k\text{Std}_t(n) = \text{SMA}_t(n) - k\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \left(a_{t-i} - \text{SMA}_t(n)\right)^2} = \\ &= \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} a_{t-i} - k\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} \left(a_{t-i} - \frac{1}{n} \sum_{j=0}^{n-1} a_{t-j}\right)^2}, \end{aligned} \quad (5.23)$$

kde

- BB_t^h – horní hranice pásma,
- BB_t^d – dolní hranice pásma,
- $\text{SMA}_t(n)$ – prostý klouzavý průměr délky n v čase t z ceny akcie a_t , viz (4.1),
- $\text{Std}_t(n)$ – směrodatná odchylka ceny akcie a_t za období délky n , viz (2.1),
- k – parametr určující šířku pásma, udává násobek směrodatné odchylky.

Doporučené a nejpoužívanější hodnoty parametrů jsou: $n = 20$, $k = 2$. Pokud dosadíme tyto hodnoty do výrazů (5.22) a (5.23), bude indikátor BB vypadat následovně:

$$\begin{aligned}
BB_t^h &= SMA_t(20) + 2Std_t(20) = \\
&= SMA_t(20) + 2\sqrt{\frac{1}{20} \sum_{i=0}^{19} (a_{t-i} - SMA_t(20))^2} = \\
&= \frac{1}{20} \sum_{i=0}^{19} a_{t-i} + 2\sqrt{\frac{1}{20} \sum_{i=0}^{19} \left(a_{t-i} - \frac{1}{20} \sum_{j=0}^{19} a_{t-j}\right)^2}, \quad (5.24)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
BB_t^d &= SMA_t(20) - 2Std_t(20) = \\
&= SMA_t(20) - 2\sqrt{\frac{1}{20} \sum_{i=0}^{19} (a_{t-i} - SMA_t(20))^2} = \\
&= \frac{1}{20} \sum_{i=0}^{19} a_{t-i} - 2\sqrt{\frac{1}{20} \sum_{i=0}^{19} \left(a_{t-i} - \frac{1}{20} \sum_{j=0}^{19} a_{t-j}\right)^2}. \quad (5.25)
\end{aligned}$$

Pokud předpokládáme konstantní trend ceny akcie a normalitu reziduí, neboli že se cena akcie dá rozepsat na $a_t = Tr_t + \varepsilon_t$ pro každé $t = 1, \dots, n$, kde $Tr_t = \beta_0$ a $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2)$, pak $(1 - \alpha)100$ procentní předpovědní interval má tvar (viz [1]):

$$\left(b_t - S_t t_{n-1} \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{\frac{n+1}{n}}, b_t + S_t t_{n-1} \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{\frac{n+1}{n}} \right),$$

kde

$$\begin{aligned}
b_t &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_t = SMA_t(n), \\
S_t &= \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left(a_i - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n a_j\right)^2} = \sqrt{\frac{n}{n-1}} Std_t(n).
\end{aligned}$$

Navíc pro $\alpha = 5\%$ a pro $n \geq 20$ platí

$$t_{n-1} \left(1 - \frac{\alpha}{2}\right) \sqrt{\frac{n+1}{n-1}} \doteq 2.$$

Tím jsme dokázali, že v každém čase bude cena akcie s pravděpodobností 95 % ležet v intervalu (BB_t^d, BB_t^h) , kde BB_t^d je definováno v (5.25) a BB_t^h je definováno v (5.24).

Vlastnosti

1. Čím menší volatilita, tím užší šířka pásma a naopak.
2. Výrazné cenové změny nastávají poté, co se pásmo zúžilo, tedy po zmenšení volatility akcie.
3. Pokud se ceny pohybují vně pásma, znamená to, že silný trend ještě neskončil, ale zároveň to může značit, že v brzké době dojde k obratu trendu.

Použití při obchodování

Mezi základní použití indikátoru BB patří pravidlo:

$$a_t \approx BB_t^d \implies \text{nákupní signál,} \quad (5.26)$$

$$a_t \approx BB_t^h \implies \text{prodejní signál.} \quad (5.27)$$

Toto zadání signálu je ale velmi nepřesné a nejednoznačné. K situacím, kdy se cena akcie nachází poblíž jednoho z pásem, dochází velmi často. Proto záleží na zkušenostech každého obchodníka, kdy danou situaci vyhodnotí jako obchodní signál či nikoli. Pomoci mu mohou i jiné indikátory. Mezi jednoznačnější a více používaný signál patří následující:

$$a_{t-1} < BB_{t-1}^d \quad \& \quad a_t \geq BB_t^d \implies \text{nákupní signál,} \quad (5.28)$$

$$a_{t-1} > BB_{t-1}^h \quad \& \quad a_t \leq BB_t^h \implies \text{prodejní signál.} \quad (5.29)$$

Jedná se o pravidlo, které nám radí nakupovat, pokud se cena nachází pod spodní hranicí, následně protne tuto hranici zespoda a dostane se zpět do pásma. Naopak prodejní signál nastává, pokud je cena nad horní hranicí a následně protne tuto hranici a dostane se zpět do pásma.

I když jde o indikátor, který je zkonstruován na základě statistické teorie, nejedná se v žádném případě o bezchybný nástroj, jehož signály by nemohly přinést ztrátu. Pokud však tento indikátor doplníme o další vhodné indikátory a naučíme se jej správně používat, bude se jednat o velmi silný nástroj, který nám zajistí mnoho ziskových obchodů.

Reference viz [10], [6].

Kapitola 6

Numerické ilustrace

V této kapitole uvedeme numerické a grafické ilustrace jednotlivých grafických formací a indikátorů. Některé ilustrace provedeme pomocí softwaru Mathematica 6.0 a zbytek pomocí speciálního softwaru pro technickou analýzu AmiBroker. Provedeme také zpětné testování (tzv. backtesting) některých strategií i s uvedením zisku či ztráty při reálném obchodování.

6.1 Klouzavé průměry v softwaru Mathematica 6.0

V softwaru Mathematica 6.0 je použití prostého a váženého klouzavého průměru velmi jednoduché, jelikož jsou zabudované jako funkce `MovingAverage`. Dále je potřeba použít funkci `FinancialData`, která do programu stáhne uzavírací kurzy zvolené akcie za zvolené období. Exponenciální klouzavý průměr (4.13) v systému zabudovaný není a je třeba si jej nadefinovat. Zdrojový kód v Mathematice by mohl vypadat následovně:

$$\begin{aligned}ema1[x_-, n_-, 1] &:= \frac{\sum_{i=1}^n x[[i]]}{n}; \\ema1[x_-, n_-, t_+] &:= \left(\frac{2}{n+1}x[[t+n-1]] + \left(1 - \frac{2}{n+1}\right)ema1[x, n, t-1]\right); \\ema[x_-, n_+] &:= \text{Join}[\text{Table}[x[[i]], \{i, 1, n-1\}], N[\text{Table}[ema1[x, n, t], \\&\{t, 1, (\text{Length}[x] - n + 1)\}]]];\end{aligned}$$

Jelikož se jedná o rekurzivní definici, je potřeba zvětšit hloubku rekurze příkazem `$RecursionLimit=Infinity`.

Pokud vybereme akcie společnosti Mastercard, jejíž označení (Ticker) je MA a budeme chtít zakreslit do grafu všechny tři typy klouzavých průměrů délky 100 od začátku roku 2006, pak zdrojový kód v Mathematice bude následující:

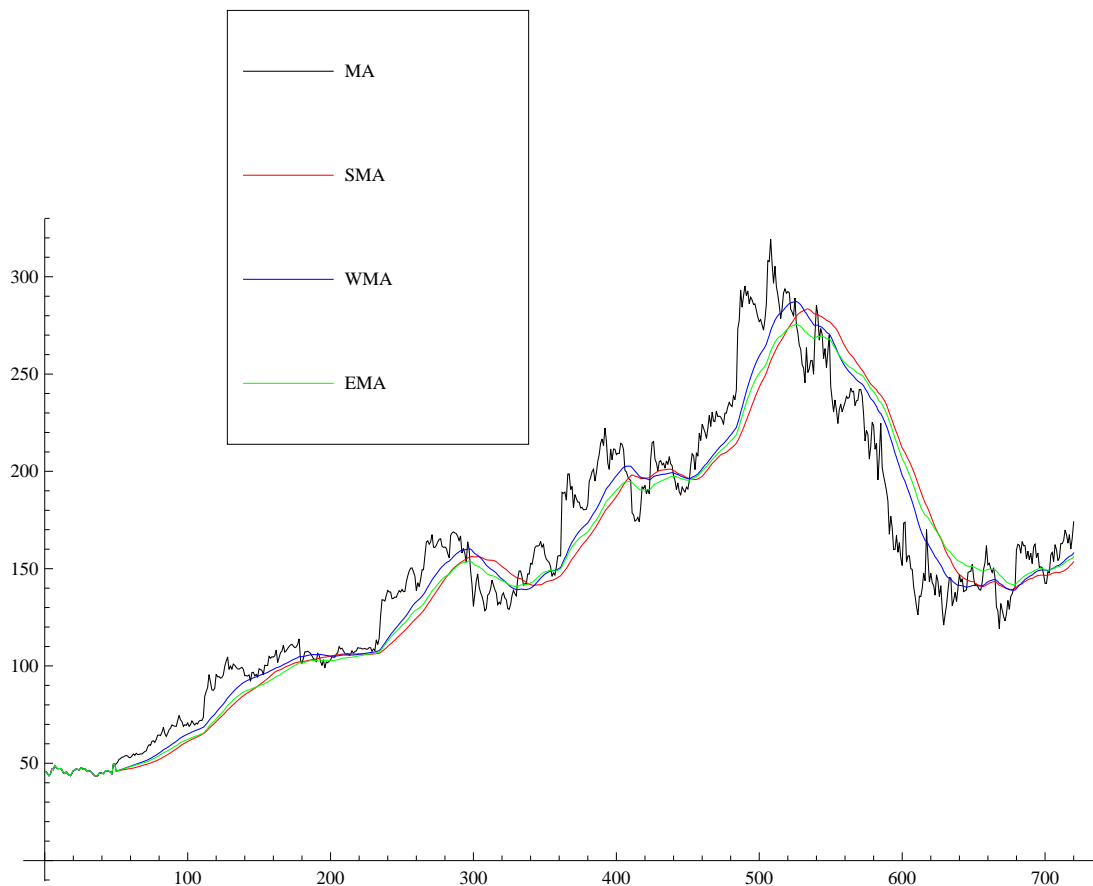
```
n = 100;
ma = FinancialData["MA", "Jan.1, 2006"];
```



```

ceny = Table[data1[[i, 2]], {i, 1, Length[ma]};
sma = Join[Table[ceny[[i]], {i, 1, delka - 1}], MovingAverage[ceny, n]];
wma = Join[Table[ceny[[i]], {i, 1, delka - 1}], MovingAverage[ceny, Range[n]]];
ema2 = ema[ceny, n];
<< PlotLegends'
grafma = ListPlot[{ceny, sma, wma, ema2},
Joined -> {True, True, True, True},
PlotStyle -> {Black, Red, Blue, Green},
PlotLegend -> {"MA", "SMA", "WMA", "EMA"},
LegendPosition -> {-0.6, 0.2}, LegendShadow - None]

```



Obrázek 6.1: Zde vidíme rozdíl mezi klouzavými průměry délky 100 aplikovanými na akcie Mastercard od začátku roku 2006. Zároveň vidíme jak zpočátku klouzavé průměry vytvářejí hladinu podpory pro cenu akcie a od 540. dne se hladina podpory mění na hladinu odporu.

6.2 AmiBroker

AmiBroker je rozsáhlý profesionální program pro technickou analýzu s možnostmi profesionálního kreslení grafů, zpětným testováním, automatickým stahováním kurzů a vyhledávacími schopnostmi.

Automatické stahování dat provádí ze serveru `finance.yahoo.com` (lze i z jiných serverů). Pro českou burzu lze manuálně importovat data z textového či tabulkového programu.

AmiBroker má zabudované všechny dostupné technické indikátory, lze zakreslovat různé grafické útvary a vlastní poznámky přímo do grafu.

Programovacím jazykem AmiBrokeru je AFL jazyk, jež je pokročilým programovacím jazykem umožňujícím tvorbu vlastních ukazatelů, obchodních systémů a komentářů. Je vytvořen speciálně pro obchodníky, takže psaní analytických vzorců a formulací je lehčí a rychlejší než v univerzálních jazycích. Podporuje neomezené proměnné, neomezené vkládání závorek, neomezené vnořené volání funkcí a složené logické operátory.

Reference viz [7].

6.3 Zpětné testování

V této části provedeme zpětné testování (tzv. backtesting) jednoduchých obchodních strategií (kombinace technických indikátorů) na amerických akcích včetně konečného zisku či ztráty. Toto testování je prováděno v softwaru AmiBroker.

Předpoklady

- Počáteční kapitál v hodnotě 10 000 USD
- Pro otevření jedné pozice použijeme 5 000 USD
- Je povoleno otevírání krátkých pozic
- V jedné chvíli může být otevřena jen jedna pozice
- Pokud v čase t je generován obchodní příkaz, pak do pozice vstupujeme v čase $t + 1$ za otevírací cenu
- Stop-loss (maximální ztráta z jednoho obchodu) hodnota nastavena na 5%
- Testováno na datech od ledna 2008 do konce června 2009

Strategie budeme zvlášť testovat na těchto amerických akciích (za názvem akcie je uveden její Ticker):

- Alcoa - AA
- Boeing - BA
- Walt Disney - DIS
- Mastercard - MA
- McDonald's - MCD

6.3.1 MACD a Parabolic SAR

První obchodní strategie je založena na indikátoru MACD (viz (5.1)), podle kterého vstupujeme do dlouhé i krátké pozice (viz (5.4) a (5.5)). Indikátor Parabolic SAR (viz (5.17)) nám pak generuje signály pro výstup z obou pozic (viz (5.20) a (5.21)).

Zdrojový kód v jazyce AFL bude následovný:

```

Buy = Cross(MACD(), Signal());
Sell = Cross(SAR(), Close);
Short = Cross(Signal(), MACD());
Cover = Cross(Close, SAR());
BuyPrice = SellPrice = Open;
PositionSize = 5000;
SetTradeDelays (1, 1, 1, 1);

```

Výsledky

Ticker	# dlouhých pozic	# krátkých pozic	# ziskových obchodů	Zisk/Ztráta v \$	Zisk/Ztráta v %
AA	11	12	7	-106.5	-1.1
BA	12	13	12	1721.4	17.2
DIS	14	15	9	585.1	5.9
MA	15	14	8	-1078.8	-10.8
MCD	16	16	11	-106.6	-1.1

Vidíme, že tento obchodní plán generoval mnoho signálů, z nichž ale většina skončila aktivováním Stop-loss pokynu. Bez tohoto pokynu k omezení ztráty by byly výsledky mnohem horší.

6.3.2 RSI a exponenciální klouzavý průměr

Druhá obchodní strategie je založena na indikátoru RSI (viz (5.10)), podle kterého vstupujeme do obou pozic (viz (5.13) a (5.14)). Hodnoty parametrů jsou

$$\{n, d, h\} = \{14, 25, 75\}.$$

Pro výstup z pozic používáme opět indikátor RSI s hodnotami parametrů

$$\{n, d, h\} = \{14, 30, 70\}.$$

Druhou možností pro výstup z pozice je použití obchodních signálů generovaných křížením exponenciálního klouzavého průměru (4.13) a ceny akcie (viz (4.2) a (4.3) aplikovaných na EMA).

Zdrojový kód v jazyce AFL bude následovný:

```
Buy = Cross(RSI(), 25);
Sell = Cross(70, RSI()) OR Cross(EMA(Close, 15), Close);
Short = Cross(75, RSI());
Cover = Cross(RSI(), 30) OR Cross(Close, EMA(Close, 15));
BuyPrice = SellPrice = Open;
PositionSize = 5000;
SetTradeDelays (1, 1, 1, 1);
```

Výsledky

Ticker	# dlouhých pozic	# krátkých pozic	# ziskových obchodů	Zisk/Ztráta v \$	Zisk/Ztráta v %
AA	4	1	1	-2312.6	-23.1
BA	4	1	2	945.8	9.5
DIS	3	1	3	1229.7	12.3
MA	0	2	2	666.2	6.7
MCD	0	0	0	0.0	0.0

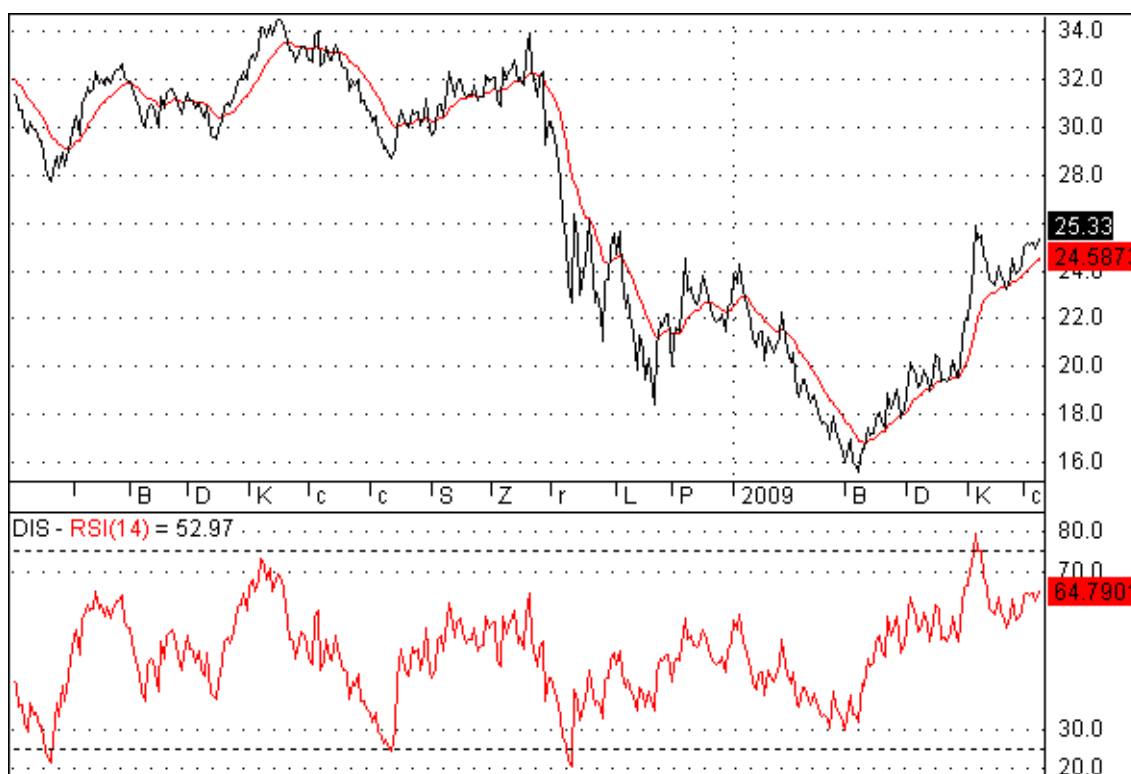
Vidíme, že tento obchodní plán generoval málo signálů, díky velmi malému pásmu pro překoupenost a přeprodanost trhu. Velká ztráta u akcií společnosti Alcoa byla způsobena kolísáním indikátoru RSI okolo hodnoty 25 v říjnu roku 2008.

Následující tabulka udává datумы vstupů a výstupů z pozic pro akcie Walt Disney u druhé obchodní strategie. Tato tabulka je doplněna obrázkem (6.2), kde vidíme cenový průběh akcií a indikátoru RSI.

Pozice	Datum vstupu	Cena v \$	Datum výstupu	Cena v \$	Zisk/Ztráta
Dlouhá	24.01.2008	28.16	05.03.2008	31.43	11.6%
Dlouhá	16.07.2008	29.06	22.07.2008	29.97	3.1%
Dlouhá	14.10.2009	27.55	15.10.2008	24.73	-10.2%
Krátká	08.05.2009	25.70	26.05.2009	23.47	8.7%

Poznámka

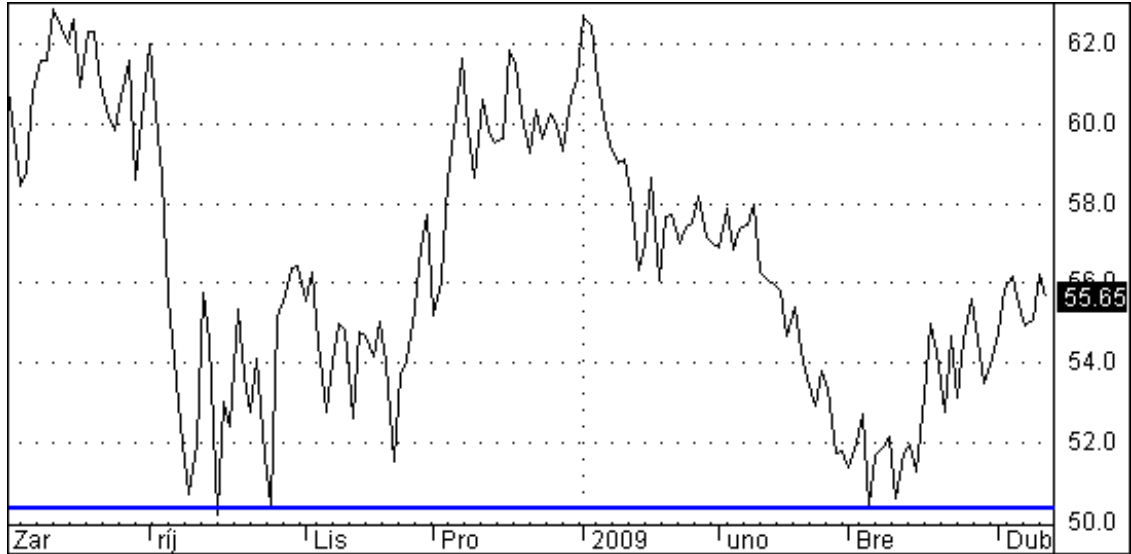
Ztráta 10.21% (větší než hodnota Stop-loss pokynu 5%) je způsobena tím, že akcie otevřela velkým rozdílem oproti předchozímu obchodnímu dni. Tím se aktivoval Stop-loss pokyn a pozice byla uzavřena za otevírací cenu.



Obrázek 6.2: Průběh ceny akcií společnosti Walt Disney a jejich indikátoru RSI od začátku roku 2008 do konce června 2009.

6.4 Grafické formace a indikátory

V následující části uvedeme ilustrace některých grafických formací a technických indikátorů včetně rozboru situace, která nastala. Zdrojem těchto ilustrací je software AmiBroker.



Obrázek 6.3: Zde vidíme grafickou formaci hladina podpory (viz (3.13)) u akcií společnosti McDonald's od září 2008. Během této doby se pokles ceny akcie již pětkrát zastavil na této hranici u 50 USD.



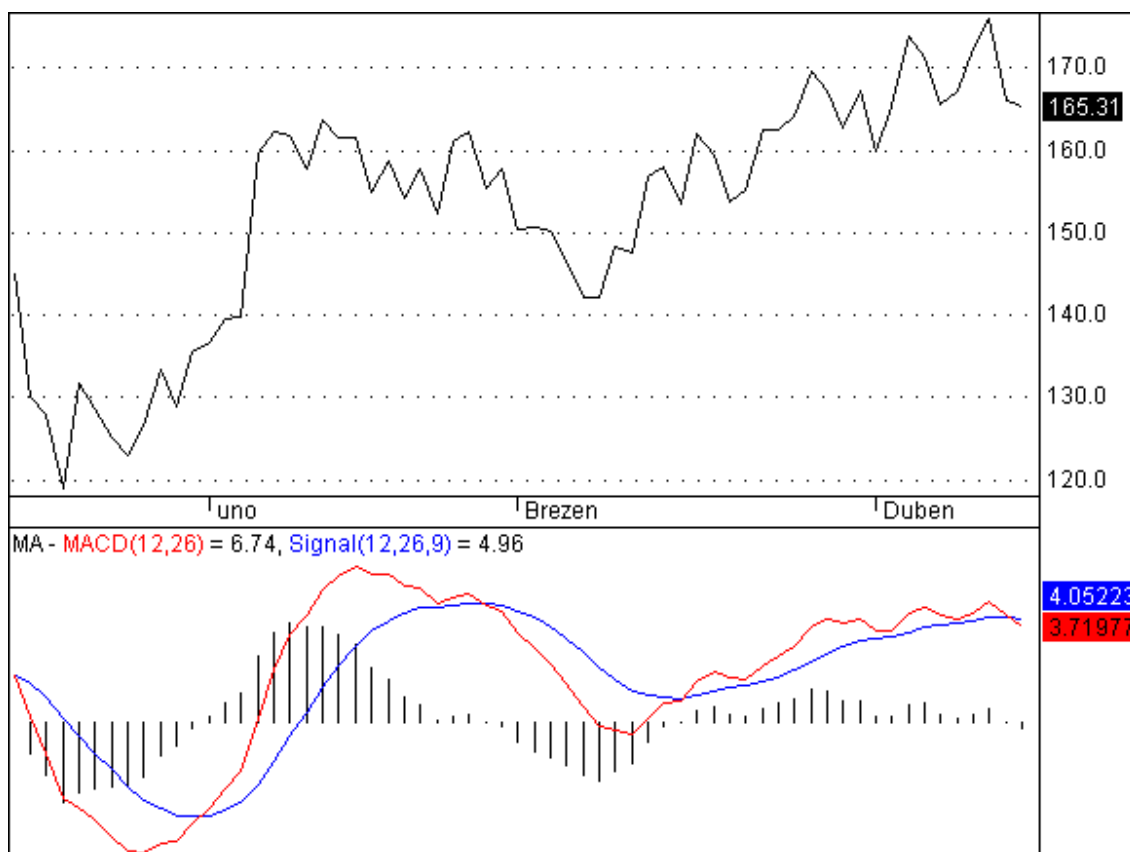
Obrázek 6.4: Zde vidíme vytvoření grafické formace dvojité dno (viz (3.20)) na akciích společnosti Honeywell mezi listopadem 2008 a březnem 2009 (rozmezí mezi oběma dny je dostatečně velké). Vidíme, že dlouhodobý pokles byl zakončen touto grafickou formací, po které následoval růst.



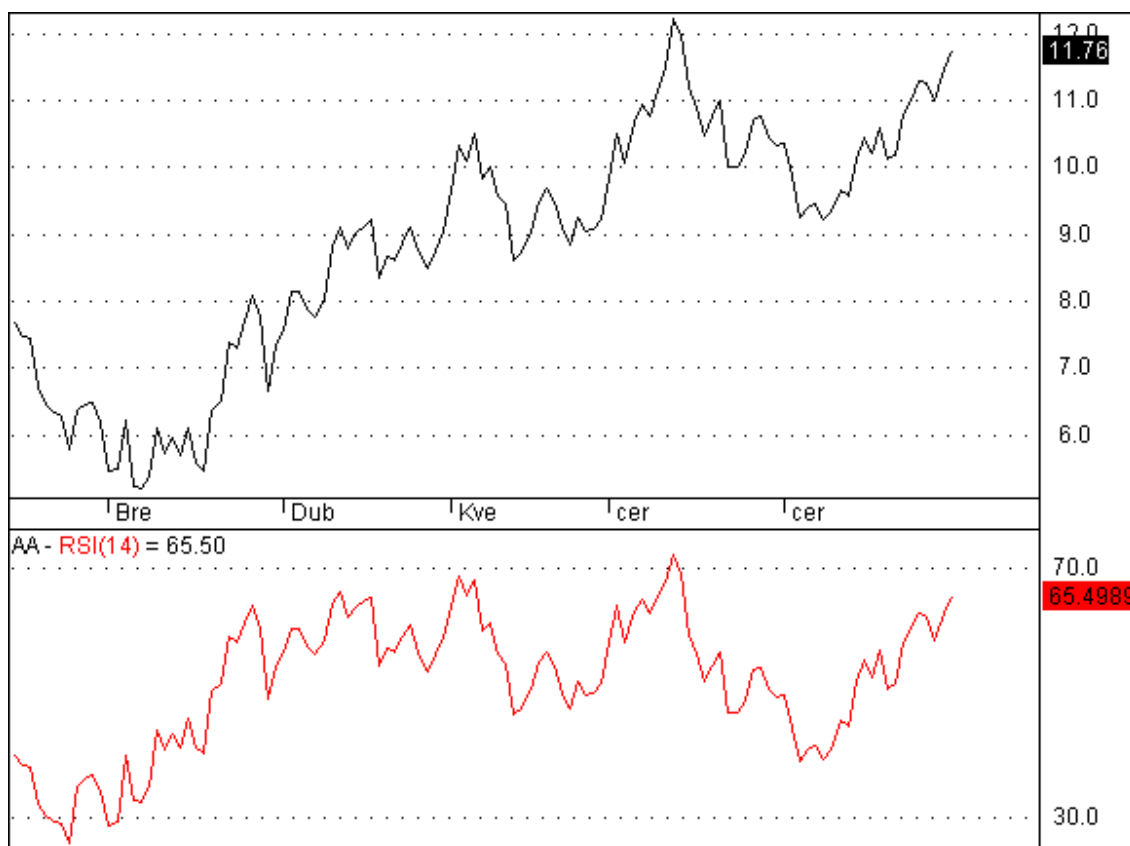
Obrázek 6.5: Zde vidíme vytvoření grafické formace hlava a ramena - vrchol (viz (3.23)) na akciích společnosti Mastercard v červnu roku 2008. Vidíme, že dlouhodobý růst byl zakončen touto grafickou formací, která se vytvářela od května do konce června. Po vytvoření této formace pak následoval dlouhodobý pokles ceny.



Obrázek 6.6: Zde vidíme aplikaci grafické formace Fibonacciho procenta návratu v klesajícím trendu (viz (3.30)) na akcie společnosti McDonald's od začátku roku 2009, kdy cena akcie vytvořila nové lokální maximum. Fibonacciho procenta návratu jsme mohli zakreslit až v půlce března, kdy se vytvořilo lokální minimum. Vidíme, že se v půlce dubna cena akcie zastavila v pásmu mezi 38.2% a 50%, a poté následoval opětovný pokles ceny, avšak nedošlo k vytvoření menšího minima. Změna trendu na trend rostoucí nastala až v půlce května, kdy cena akcie prorazila 50% hranici a vzrostla až nad hranici 61.8% předchozího poklesu ceny akcie.



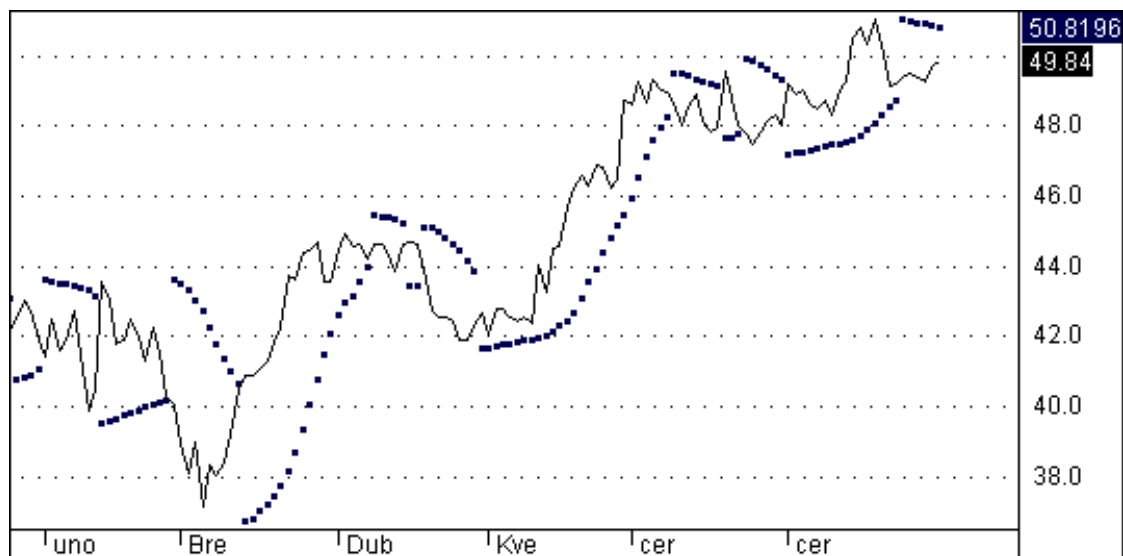
Obrázek 6.7: Zde vidíme aplikaci indikátoru MACD (viz (5.1) a (5.2)) s parametry $\{n_1, n_2, n_3\} = \{12, 26, 9\}$ (dolní obrázek) na akcie společnosti Mastercard od začátku roku 2009. První nákupní signál (5.4) byl generován na konci ledna na ceně okolo 130 USD. Prodejní signál (5.5) byl generován na konci února na ceně okolo 150 USD. To znamená zhodnocení okolo 15.4% za jeden měsíc. Další nákupní signál byl generován v půlce března a další prodejní signál byl generován v půlce dubna.



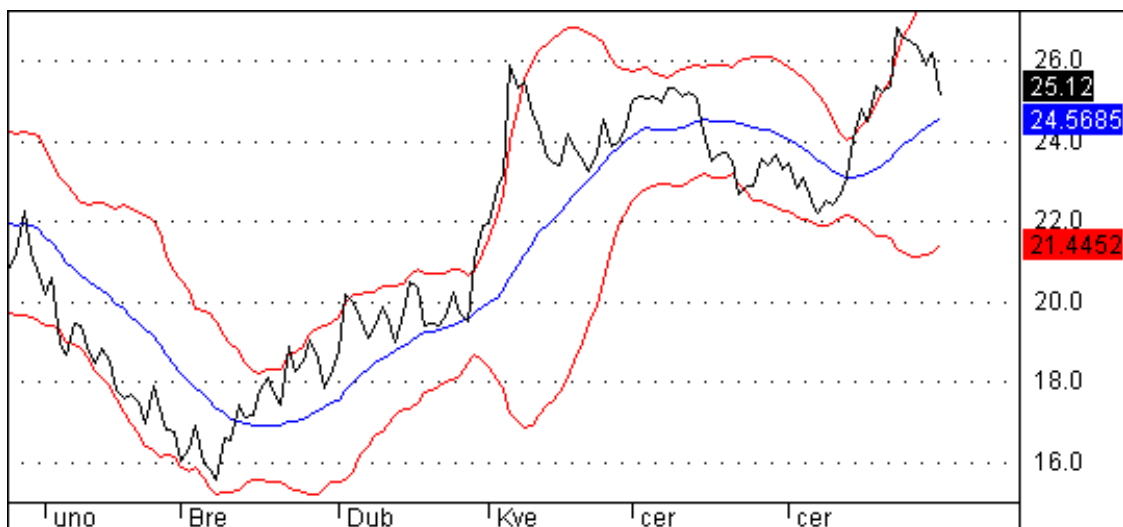
Obrázek 6.8: Zde vidíme aplikaci indikátoru RSI (viz (5.10)) s parametrem $n = 14$ na akcie společnosti Alcoa od půlky února 2009 (dolní obrázek). První nákupní signál (5.13) byl generován na konci února. Po krátkém růstu však začala cena akcií klesat. Nastavením Stop-loss příkazu na nákupní hodnotu bychom několik dní po nákupu pozici uzavřeli. Další nákupní signál byl generován na začátku března za cenu okolo 5.5 USD. Použitím pouze indikátoru RSI bychom akcie drželi až do června, kde vzniknul prodejní signál (5.14) na ceně okolo 11 USD. Jednalo by se tedy o zisk okolo 100% za několik měsíců.



Obrázek 6.9: Zde vidíme výskyt medvědí divergence (viz (5.16)) mezi cenou akcie společnosti Coca Cola a jejím indikátorem RSI na konci roku 2007. Vidíme, že se jedná o skutečně silný nástroj technické analýzy, který předchází změně trendu.



Obrázek 6.10: Zde vidíme aplikaci indikátoru Parabolic SAR (viz (5.17)) s parametry $a = 0.02$ a maximem nastaveném na hodnotu 0.2 na akcie společnosti Coca Cola od února 2009. Vidíme, že na trendovém trhu indikátor dává spolehlivé signály a dokáže na spolehlivě odhalit období korekce.



Obrázek 6.11: Zde vidíme aplikaci indikátoru BB (viz (5.24) a (5.25)) s parametry $n = 20$ a $k = 2$ na akcie společnosti Walt Disney od půlky února 2009. Vidíme, že většinu času se cena akcie nachází v pásmu dvou směrodatných odchylek od průměru.

Kapitola 7

Závěr

Investování na akciových trzích pomocí technické analýzy je založeno na zkušenostech technického analytika a jeho subjektivních metodách. Nejprve je nutné otestovat technické indikátory s různými parametry, a poté vybrat ty pro reálné obchodování. Úspěšné obchodování pomocí fundamentální analýzy závisí na vhodné volbě modelu a správném určení vstupujících parametrů. V praxi se většinou používá několik metod najednou a výsledná vnitřní hodnota je stanovena jako vážený průměr jednotlivých vnitřních hodnot.

Zpětné testování dokazuje, že lze jen podle použití technických indikátorů dosáhnout ziskového obchodování. V praxi by ale měly být technické indikátory doplněny o analýzu grafických formací. Z uvedených grafů je vidět, že i tak jednoduchý nástroj, jakým je utvoření nějaké grafické formace, může vést k ziskovému obchodování.

V praxi se často fundamentální analýza používá pro dlouhodobé investování a technická analýza pro krátkodobé obchodování. Druhou možností, jak využít technickou a fundamentální analýzu společně, je ta, že dle fundamentální analýzy vybereme oblast, do které by bylo nejlepší investovat, a technická analýza nám určí, kdy a do které akcie z této oblasti investovat.

Technická a fundamentální analýza je tak rozmanité téma, že nebylo možné v této práci popsat všechny metody. Jsou zde popsány jen základní principy obou metod a několik vybraných modelů a technických indikátorů.

Literatura

- [1] Cipra T.: *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii*, SNTL, Praha, 1986.
- [2] Cipra T.: *Matematika cenných papírů*, HZ Praha, Praha, 2000.
- [3] Elder A.: *Trading for a Living*, John Wiley & Sons, New York, 1993.
- [4] Fanta J.: *Technická analýza kapitálových trhů*, Karolinum, Praha, 1996.
- [5] <http://www.financnik.cz>.
- [6] <http://www.investujeme.cz>.
- [7] Software AmiBroker 4.80.2, Tomasz Janeczko, Copyright © 2001-2008.
- [8] Turek L.: *První kroky na burze*, Computer Press, Brno, 2008.
- [9] Veselá J.: *Investování na kapitálových trzích*, ASPI, Praha, 2007.
- [10] Víšková H.: *Technická analýza akcií*, HZ Systém, Praha, 1997.