

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

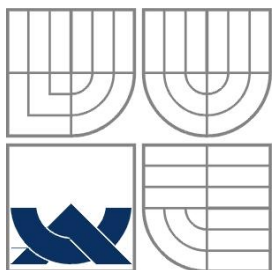
OTESTOVÁNÍ INDIKÁTORŮ TECHNICKÉ ANALÝZY
PRO BURZOVNÍ OBCHODOVÁNÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

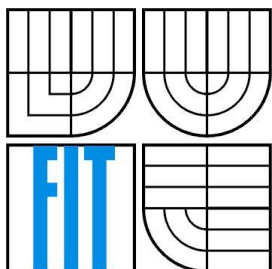
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MIROSLAV KADĚRA

BRNO 2010



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INTELIGENTNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INTELLIGENT SYSTEMS

OTESTOVÁNÍ INDIKÁTORŮ TECHNICKÉ ANALÝZY PRO BURZOVNÍ OBCHODOVÁNÍ

TESTING OF INDICATORS FOR TECHNICAL ANALYSIS IN STOCK MARKET TRADING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MIROSLAV KADĚRA

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

ING. JAROSLAV ROZMAN

BRNO 2010

Abstrakt

Tématem práce je ověření vlastností indikátorů technické analýzy z hlediska jejich vhodnosti pro použití v automatických obchodních systémech pro burzovní obchodování. Práce testuje chování jednoduchého klouzavého průměru, exponenciálního klouzavého průměru a indikátoru RSI. Ke každému indikátoru byl vytvořen jednoduchý testovací automatický obchodní systém. Výnosnost tohoto obchodního systému byla testována v závislosti na různých parametrech použitého indikátoru. Testování bylo provedeno na historických minutových datech za posledních více než 10 let. Výsledky ukazují, že výnosnost systému lze optimalizací parametrů zvýšit až o desítky procent. Pro stabilně profitující obchodování je však zřejmě nutné propracovat více pravidel, než jen parametry indikátorů.

Abstract

The topic of this thesis is testing of indicators for technical analysis, done from the point of view of their suitability for automatic stock market trading systems. The thesis tests behaviour of simple moving average, exponential moving average and the RSI indicator. A simple automatic trading system was made for each indicator. Profitability of the system was tested for various parameters of the used indicator. The testing was realized using real historical data of more than ten years historical period. The results show that profitability of the system can be increased by tens of percent. Even though for stable profitable trading the trader should work out a lot of other rules than just indicator parameters.

Klíčová slova

burzovní obchodování, indikátory technické analýzy, automatický obchodní systém, finanční trhy, klouzavý průměr, exponenciální klouzavý průměr, RSI, Profit Factor, DrawDown

Keywords

Stock market trading, indicators for technical analysis, automatic trading system, financial markets, moving average, exponential moving average, RSI, Profit Factor, DrawDown

Citace

Kaděra Miroslav: Otestování indikátorů technické analýzy pro burzovní obchodování, bakalářská práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2010

Otestování indikátorů technické analýzy pro burzovní obchodování

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Rozmana.

Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....
Miroslav Kaděra
10. května 2010

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Jaroslavu Rozmanovi, vedoucímu této bakalářské práce, za cenné rady při tvorbě této práce.

© Miroslav Kaděra, 2010

Tato práce vznikla jako školní dílo na Vysokém učení technickém v Brně, Fakultě informačních technologií. Práce je chráněna autorským zákonem a její užití bez udělení oprávnění autorem je nezákonné, s výjimkou zákonem definovaných případů.

Obsah

Obsah	5
Úvod	7
Teoretická část	8
1 Burzovní obchodování	8
1.1 Burzovní a mimoburzovní trhy	8
1.2 Způsob obchodování	9
1.3 Finanční trhy a obchodované finanční produkty	11
1.4 Analýza trhu	14
1.5 Způsoby obchodování	16
2 Obchodní systémy	18
2.1 Obchodní systém	18
2.2 Indikátory	18
2.3 Rizika	20
3 Automatické obchodní systémy	23
3.1 Základní informace	23
3.2 Hodnocení výkonnosti	23
Praktická část	25
4 Postup práce	25
4.1 Obecný postup práce	25
4.2 Konkrétní výběr indikátorů	25
4.3 Konkrétní výběr trhů	26
5 Technické provedení	28
5.1 Softwarová platforma	28
5.2 Jazyk NinjaScript	28
5.3 Testování a optimalizace systémů	30
5.4 Hostování systému	31
6 Implementace jednotlivých obchodních systémů	32
7 Postup testování a metodika hodnocení	34
8 Průběh a výsledky testů indikátorů	35
8.1 SMA	35
8.2 EMA	38
8.3 RSI	40
8.4 Shrnutí výsledků optimalizací	43
Závěr	45

Literatura	46
Seznam zkratek.....	47
Seznam příloh.....	48

Úvod

Obchodování na finančních trzích je častým zdrojem příjmů občanů, soukromých firem, ale i státních institucí a států. V souvislosti s tím objem každodenně vypořádaných obchodů na většině burzovních i neburzovních trhů roste, přičemž nemalou měrou se na tomto trendu podílí obchody provedené na základě příkazů zadaných automatickými obchodními systémy.

Existuje mnoho nástrojů, s jejichž pomocí lze budovat obchodní strategie pro tyto systémy. Indikátory technické analýzy, jakožto předmět této bakalářské práce, patří mezi těmito nástroji k nejpoužívanějším, a to jak v obchodování plně automatickém, tak i v obchodování prováděném ručně konkrétními obchodníky.

Předmětem této práce je testování indikátorů z hlediska jejich vhodnosti pro automatické obchodní systémy, s přihlédnutím k charakteru různých finančních trhů a doby držení obchodovaného aktiva. Práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou.

V teoretické části jsou stručně popsány některé základní principy obchodování na finančních trzích, burzovních i neburzovních. Dále zde nalezneme základní informace o tvorbě obchodních systémů, automatických i ne-automatických a popis funkcí a vlastností vybraných indikátorů technické analýzy. Jsou zde vysvětleny základní pojmy využívané v dalších kapitolách a zdůvodněny některé použité způsoby práce.

V úvodu praktické části práce nalezneme popis implementace základních obchodních systémů využívajících vybrané indikátory a některé technické aspekty jejich provozování.

Podstatou této práce je provedení testů jednotlivých indikátorů na skutečných historických datech. V příslušných kapitolách praktické části jsou uvedeny postupy testování, základní metodika hodnocení a stručná interpretace výsledků testů. Podrobnější výsledky testů a zdrojové kódy vytvořených obchodních systémů jsou přiloženy na CD.

V závěrečné části práce jsou z výsledků provedených testů vyvozeny některé závěry hodnotící vhodnost jednotlivých indikátorů pro různé druhy obchodování, některé praktické aspekty jejich reálného využití a také možné směry, kterými by bylo možné práci rozvíjet dál.

Problematika finančních trhů a obchodních systémů je nesmírně rozvinutým a rozsáhlým oborem. Vzhledem k omezenému rozsahu bakalářské práce byly ekonomické a finanční pojmy a souvislosti vysvětleny značně zjednodušeně a stručně. Větší důraz byl kladen na řešení související s informačními technologiemi.

Teoretická část

1 Burzovní obchodování

1.1 Burzovní a mimoburzovní trhy

Z pohledu obchodníka se veřejný sekundární kapitálový trh dělí na *burzovní* a *neburzovní*. Liší se především subjektem, který stojí za organizací trhu.

Organizátorem burzovního trhu je burza. Literatura se o významu pojmu burza zmiňuje například takto:

- „Burza je kapitálový trh, místo těch (symbolicky), kteří chtějí vložit své peníze do cenných papírů anebo z nich své peníze dostat zpět“ [2]
- „(Komoditní) burza je místo, kde se za striktního dohledu kontrolních orgánů provádějí jednotlivé obchody“ [1]
- „Burza je vrcholovou institucí kapitálových trhů. Jde o vysoce organizovanou formu trhu, která se od jiných trhů odlišuje určitými specifickými rysy a zároveň plní i určité specifické funkce. Burzy vznikly na místech, kde docházelo k pravidelným střetáváním obchodníků“ [3]

Hlavní charakteristikou *burzovních trhů* je jejich striktní regulace ze strany burzy. Obecně lze říci, že dohled kontrolních orgánů je zde považován za absolutní garanci poctivého vypořádání. To umožňuje podnikání na burze do značné míry osvobodit od některých druhů rizik.

Prísnejší kontrola a dohled nad burzovními trhy je dán především faktem, že je tato oblast poměrně podrobně upravena právními předpisy zemí, ve kterých se burzy nacházejí. Podrobnější popis dohledu a regulace burzovních trhů nespadá do tématu této práce.

Burzy můžeme dělit podle více hledisek. Jedním z nich je například druh obchodovaných aktiv. Dle literatury [3] se v tomto případě burzy dělí na

- Komoditní burzy
- Peněžní burzy
 - Burzy cenných papírů
 - Devizové burzy
 - Burzy finančních futures
 - Opční burzy
- Burzy služeb

Podrobnější vysvětlení jednotlivých typů burz dle tohoto dělení není pro účely této práce podstatné.

V rámci systému kapitálových trhů burza plní určité obecně známé funkce. Jedná se především o

- Obchodní funkci – zajišťuje možnost obchodování s aktivy a jejich likviditu
- Alokační funkci – zajišťuje přesun volných zdrojů od deficitních k přebytkovým subjektům a přesun cenných papírů opačným směrem

- Cenotvornou (informační) funkci – na burze se jako výsledek střetu poptávky a nabídky po obchodovaném aktivu tvoří jeho tržní cena (tržní kurz)
- Spekulativní funkci – umožňuje spekulovat na budoucí vývoj tržních cen (kurzů), a to jak v krátkém, tak v dlouhém horizontu, a jak malým, tak velkým obchodníkům

„Velký objem obchodů s cennými papíry probíhá i na mimoburzovních trzích.“ [3].

Termínem *mimoburzovní trhy* jsou označovány obecně všechny trhy, které nejsou organizovány institucemi spadajícími do výše vymezeného pojmu burza.

„Podíl obchodů na burzovních a mimoburzovních trzích se liší jak podle jednotlivých států, tak i podle druhů cenných papírů.“ [3]

Mimoburzovní trhy mají oproti burzám několik důležitých charakteristik. Jsou to především volnější podmínky pro vstup cenných papírů na trh. Trhy tak mohou poskytnout větší, rozmanitější nabídku produktů a jsou levnější jak pro vstup cenných papírů na trh, tak pro obchodování cenných papírů na trhu.

Burzy ve valné většině případů respektují členský princip, tj. jsou uzavřené pro členy burzy, kteří musí plnit přísné podmínky (např. informační povinnost, interní pravidla pro řízení rizik apod.). Oproti tomu mimoburzovní trhy jsou často více či méně otevřené pro obchodování mnohem širší mase obchodníků. Mimoburzovní trhy tak tvoří významnou konkurenci burzám.

Oproti tomu nižší regulace mimoburzovních trhů může být i značnou nevýhodou. Burzy jsou považovány za bezpečnější a některé subjekty (jedná se např. o subjekty kolektivního obchodování) na mimoburzovních trzích ze zákona či vnitřních předpisů obchodovat nemohou.

Důležitou vlastností burzovních trhů (oproti mnoha mimoburzovním) jsou často i striktní burzovní hodiny, mimo které není možno obchodovat. To může být pro automatické obchodní systémy značnou nevýhodou.

Pro mimoburzovní trhy je používán také pojem OTC trhy (over the counter). Pro OTC trhy je charakteristické, že účastníci obchodů stanovují podmínky kontraktu dohodou sami mezi sebou, nikoli na základě pravidel oficiální instituce (burzy). V literatuře a běžné komunikaci jsou však pojmy „mimoburzovní trh“ a „OTC trh“ většinou považovány za ekvivalentní.

1.2 Způsob obchodování

1.2.1 Uspořádání burzy

Burzy po celém světě mají vesměs podobnou strukturu a vzhledem k tomu, že velká část obchodníků působí mezinárodně, je i způsob zadávání a vypořádání obchodů na většině obchodních míst obdobný.

„Burzy cenných papírů mají centrální parket, na kterém burza dohlíží nad správností a korektností uzavíraných obchodů a zároveň garantuje jejich vypořádání. Burzy bývají obvykle založeny ve formě akciové společnosti. Vnitřní systém burzy je relativně složitý, má několik subsystémů, které jsou propojeny vzájemnými vazbami.“ [4]

Podrobné informace o struktuře a systému fungování burz nespádají do tematického zaměření této práce.

Burza pracuje na principu regulovaného členství. Přístup na burzu mají pouze členové, kteří musí splnit často přísné podmínky dané jednak interními pravidly burzy a jednak zákony

platnými v dané zemi (jedná se např. o informační povinnost, existenci interních pravidel pro řízení rizik apod.)

Soukromí drobní investoři tak mají možnost obchodovat na burze pouze prostřednictvím zprostředkovatelů. Zprostředkovatelé burzovních obchodů obchodují jak na svůj vlastní účet, tak na účet svých klientů.

1.2.2 Typy obchodních příkazů

Obchod (realizace koupě či prodeje cenného papíru) je vykonán na základě příkazu, který klient zadá svému burzovnímu obchodníkovi (většinou přes zprostředkovatele). Příkaz má předem stanovenou formu, obchodník s cennými papíry musí vést interní evidenci burzovních příkazů (a to v elektronické podobě). Konkrétní detaily formy a způsobu předávání příkazu jsou vždy dány vnitřními předpisy burzy.

Obchodní příkaz může být

- Limitovaný – klient (investor) stanoví nejvyšší kupní nebo nejnižší prodejní cenu, za kterou si přeje, aby byl příkaz exekurován
- Nelimitovaný – obchodník (zprostředkovatel) se pokusí exekurovat příkaz při co nejvýhodnější ceně, jaká je v daném okamžiku na trhu k dispozici.

Nutno poznamenat, že ne všichni zprostředkovatelé provádějí všechny typy příkazů. Většina běžných příkazů (přinejmenším všechny, které budeme potřebovat v rámci této práce) je však podporována všemi obchodními zprostředkovateli i organizátory trhů ve stejné podobě.

Nejčastější typy obchodních příkazů dle [6] jsou

- Příkaz MARKET
Dle [6] se jedná se o jeden z nejčastěji používaných příkazů. Jedná se o nelimitovaný příkaz – neobsahuje cenu, za kterou se má obchod provést. Příkaz představuje požadavek exekurovat příkaz co nejrychleji za aktuální cenu trhu.
- Příkaz LIMIT
Představuje požadavek klienta exekurovat příkaz za uvedenou nebo výhodnější cenu. Čas plnění zde není stanoven. Je možné jej využít např. pro uzavírání pozic.
- STOP příkaz

„Příkaz typu STOP není exekurován do doby, dokud se jej trh nedotkne, poté se mění na příkaz typu market“ [6].

Jako možné použití se nabízí příkazy pro stanovení STOP-LOSSu (STOP příkaz v trhu uzavře pozici v případě, že ztráta z obchodu dosáhne předem stanovené hranice, což umožňuje omezit absolutní hodnotu rizika ztráty z otevřených pozic) – podrobnější vysvětlení STOP-LOSSu viz kapitola o omezení tržního rizika

Mezi další, méně používané příkazy patří například příkaz MIT, STOP LIMIT či OCO. Podrobné informace však nespádají do zaměření této práce, odkazujeme zde na referenční a zdrojovou literaturu.

1.3 Finanční trhy a obchodované finanční produkty

1.3.1 Finanční trhy

Aktivy obchodovanými na finančních trzích jsou zejména cenné papíry. Definici cenného papíru můžeme nalézt např. v [3]:

„Cenný papír je listina, která ztělesňuje právní nárok jejího vlastníka na určité finanční plnění.“ [3]

Je vhodné poznamenat, že cenný papír má v dnešní době většinou elektronickou, nikoli papírovou podobu. Podrobné členění, ani popis jednotlivých typů cenných papírů není obsahem této práce. Uvedme pouze, že dle [3] patří mezi nejvíce používané cenné papíry především

- Akcie
- Zatímní listy
- Podílové listy
- Dluhopisy
- Kupony
- Směnky
- Šeky
- Hypoteční zástavní listy

Samostatnou kapitolou jsou finanční deriváty. Ty mohou, ale nemusí být cennými papíry. Finanční deriváty jsou finanční produkty (nástroje, instrumenty), jejichž cena je odvozena od ceny jiného (tzv. podkladového) aktiva.

„Finanční deriváty jsou pak založeny na principu časového nesouladu mezi sjednáním a plněním daného kontraktu. Jinými slovy můžeme říci, že v současnosti uzavřeme s naším partnerem obchod, ihned s ním sjednáme všechny podmínky obchodu (tj. splatnost, cena, atd.). V době splatnosti kontraktu pak pouze dochází k dodání podkladových aktiv, tzv. bazických instrumentů.“ [3]

V literatuře [3] můžeme nalézt následující dělení finančních derivátů dle podkladového aktiva:

- Komoditní deriváty
- Měnové deriváty
- Úrokové deriváty
- Deriváty na nákup či prodej cenných papírů (akcií, dluhopisů, indexů, ...)

V souvislosti s obchodovanými aktivy můžeme dělit finanční trhy dle typu obchodovaných produktů. Literatura [3] uvádí následující dělení:

- Dluhové trhy

- Trhy s úvěry a půjčkami a trhy s dluhovými cennými papíry (obchodované cenné papíry mají obvykle konečnou dobu splatnosti)
- Akciové trhy
 - Trhy s cennými papíry s nekonečnou dobou splatnosti (s akciemi)
- Komoditní trhy
 - Trhy s komoditami (kukuřice, ropa, dřevo, cenné kovy, ...)
- Měnové trhy
 - Trhy s měnami a finančními aktivy v cizích měnách

1.3.2 Důležité vlastnosti trhů

Vzhledem k faktu, že většina zprostředkovatelů má velmi širokou nabídku burz a trhů, na kterých umožňuje klientům obchodovat, obchodník zabývající se technickou analýzou má k dispozici širokou nabídku trhů, na nichž může svůj obchodní systém provozovat.

Je vhodné poznamenat, že valná většina obchodních příkazů (všechny základní a většina těch méně používaných) je akceptována všemi burzami a zprostředkovateli. Výběr trhu je potom čistě na obchodníkovi a podřizuje se vlastnostem, které jsou důležité pro výnosný chod daného konkrétního obchodního systému. Při rozhodování o vhodnosti trhu pro obchodní systém nás zajímá několik základních vlastností.

Volatilita

Jednou z nich je *volatilita* daného trhu. Ta označuje míru kolísání hodnoty kurzu či výnosů. Obvykle se vyjadřuje jako směrodatná odchylka těchto hodnot. Volatilita v důsledku značí míru nestálosti či kolísání ceny zkoumaného aktiva. V praxi se projevuje jako „dravost“ trhu, jako rychlost, s jakou se kurzy mění a především jako velikost průměrných pohybů (úseček grafu). Volatilita trhu tak zprostředkovaně určuje velikost rizika ztráty obchodu. Jako příklad uvádí [1] srovnání trhů kukuřice a ropy:

„Běžná denní úsečka grafu kukuřice (Corn) má rozpětí cca 200USD, v době maximální volatility cca 600 USD. Oproti tomu např. ropa (Crude Oil) má rozpětí běžného dne cca 1200USD, najdou se však i dny, kde se cena za jediný den změnila o více než 3400USD.“ [1]

Pro automatický obchodní systém je důležité, že volatilní trh i v rámci jasně etablovaného trendu mění svou cenu různým směrem – vyskytují se korekce. Problém v tom případě činí především fakt, že korekce může vyústit v exekuci stop-lossu a tím ztrátové uzavření pozice, která by měla potenciál stát se ziskovou. Definici a podrobnější vysvětlení pojmu stop-loss jsou uvedeny v kapitole o ochraně proti tržnímu riziku.

Platí, že ve volatilnějších trzích je třeba udržovat vzdálenější (větší) stop-loss. Budeme-li předpokládat výši stop-lossu určitým způsobem úměrnou výši účtu, se kterým obchodník obchoduje (běžně se stanovuje míra rizika 2-5% na jeden obchod – zdroj: [1]), pak volatilita trhu implikuje požadovanou velikost účtu.

Je třeba poznamenat, že volatilita trhu se liší dle trhu, dle druhu obchodovaného aktiva, ale také dle roční doby či uveřejňování fundamentálních zpráv.

Likvidita

Další základní vlastností trhu je jeho likvidita. Likvidní trh obchodníkovi umožňuje prodat či koupit aktivum za cenu blízkou aktuálně kótované ceně a to v poměrně krátkém čase. V dostatečně likvidním trhu má také jeden uzavřený obchod zanedbatelný vliv na změnu ceny.

Likvidita daného trhu/aktiva se liší jednak dle konkrétního obchodovaného trhu či burzy, jednak dle druhu či skupiny obchodovaných aktiv.

„U komodit bývají vysoce likvidní především aktuálně obchodované (tzv. front) měsíce většiny běžných komoditních kontraktů.“ [1]

V nedostatečně likvidních trzích dochází k situacím, kdy se sice podaří příkaz uskutečnit, avšak za méně výhodnou (či dokonce ztrátovou) cenu. Pokud není nízká likvidita trhu přímo zakomponována do obchodní strategie, jsou obchodní systémy v nelikvidních trzích prakticky nepoužitelné.

Likvidita trhu je poměrně snadno zjištělná z údaje o zobchodovaném objemu (VOLUME), což je jeden ze základních údajů dostupných jako výstup burzy.

S likviditou trhu úzce souvisí i další vlastnost trhů, která má vliv na účinnost obchodních systémů. Jedná se o výskyt tzv. „gapů“. Termínem „gap“ se obvykle označuje nespojitě chování grafu ceny – prudké změny v cenách obchodovaného aktiva, které jsou pod úrovní obchodovaného časového rámce. Výskyt gapů je častější v méně likvidních trzích. Jejich negativním účinkem je především fakt, že mohou narušovat účinnost (spolehlivost) některých za jiných okolností funkčních pravidel technické analýzy.

Kvalita plnění příkazů

Pro správnou funkci obchodních systémů je zapotřebí, aby příkazy, které obchodník či jeho systém zadávají, byly exekuvány kvalitně.

Špatná kvalita exekucí příkazů se projevuje především dlouhou dobou mezi zadáním příkazu a získáním plnění. Je nutné poznamenat, že kvalita exekucí příkazů se může významně lišit na mimoburzovních trzích.

Typ trhu

Dle způsobu vypořádání obchodů můžeme trhy dělit především na (dělení dle [1]):

- Elektronické trhy
- Pitové trhy

Na elektronickém trhu probíhá spárování jednotlivých obchodních příkazů elektronicky na serveru burzy, zatímco na pitovém trhu jsou obchody párovány ručně pitovými obchodníky přímo v místě obchodování (na obchodním parketu burzy).

Pitově obchodované trhy mají u brokerů řádově mnohem vyšší provize, poplatky. Dále platí, že doba mezi zadáním příkazu a jeho exekucí je u pitově obchodovaných trhů dlouhá (až desítky minut dle [1]). Z těchto důvodů je možné říci, že pro automatické obchodní systémy nejsou pitově obchodované trhy vhodné.

Korelace trhů

Pro automatické obchodní systémy je důležitá i míra korelací kurzů jednotlivých dvojic trhů. Informace o korelacích jednotlivých trhů poskytují většinou burzy na svých internetových stránkách. Mají využití v tzv. intermarket analýze.

Mohou sloužit například jako další kritérium pro filtrování potenciálních vstupních či výstupních signálů. Na některé události reagují některé trhy rychleji a některé pomaleji. Dostává-li tedy obchodník signál z rychlejšího trhu, může vstoupit včas na pomalejším trhu.

Dále platí, že trhy mají často tendenci vytvářet společné hranice (high/low). Zajímavým poznatkem může být také neobvyklé chování vzhledem k obvyklým korelacím. Chová-li se jeden trh odlišně než většina ostatních sledovaných, které s ním často korelují, můžeme pochybovat o spolehlivosti signálů, které nám tento trh dává.

Informace o korelacích se nejčastěji využívají u měnových párů (forex), případně se sledují korelace měnových párů a komoditních či akciových trhů a indexů.

Míra ovlivnění fundamentálními zprávami

Chceme-li obchodovat čistě na základě technické analýzy (což je případ zadání této bakalářské práce), jsou prudké pohyby kurzů způsobené fundamentálními zprávami nevídané. Různé trhy reagují různě na jednotlivé fundamentální zprávy.

Pro obchodníka je také zajímavé, že některé fundamentální zprávy se vyskytují v předem známých časech či ročních dobách. Je tedy možné v tuto dobu neobchodovat, či vysledovat reakce trhu na fundamentální zprávy a zakomponovat je do AOS.

Technické požadavky

Technické požadavky obchodování jednotlivých trhů jsou dány především obchodní softwarovou platformou zprostředkovatele, který obchodování na daném trhu umožňuje. Důležité je také, zda broker při použití dané platformy umožňuje exekuci všech požadovaných typů příkazů.

Technické požadavky obchodování na jednotlivých trzích však nejsou předmětem zadání této bakalářské práce.

Kapitálové požadavky

Z některých výše uvedených bodů vyplývají především kapitálové požadavky na obchodování daného trhu. Vzhledem k tomu, že automatický obchodní systém je vždy třeba přizpůsobit určité výši účtu obchodníka, je tomu potom podřízen logicky i výběr trhu. Především zde platí výše uvedené body o likviditě a volatilitě a jejich vztahu na požadovanou výši stop-lossu (viz dále).

1.4 Analýza trhu

Ve snaze dosáhnout ziskových obchodních strategií hledají obchodníci způsob, jak nalézt okamžiky vhodné pro uskutečňování obchodů. Podstatné informace jsou v tomto případě

- Okamžik vstupu do pozice (otevření pozice)
- Okamžik výstupu z pozice (uzavření pozice)
- Objem obchodu (počet kontraktů)
- Udržování pozice, money-management a správa pozic – zvyšování či snižování udržovaných pozic.
- Typ vstupního či výstupního příkazu
- Ochranné prostředky pro omezení rizik

Tyto vstupní informace má obchodníkovi nadělit jeho obchodní strategie (obchodní systém, obchodní plán). Ta musí být založena na informacích, které má obchodník k dispozici. Jedná se o:

- Historické ceny
- Objemy obchodů a jejich historie
- Zprávy a podstatné informace z odvětví, kterých se to týká (tzv. fundamenty)

- Znalosti z oblasti psychologie burzovních obchodníků

Na základě toho při analýze burzovních informací hovoříme o

- Technické analýze
- Fundamentální analýze
- Psychologické analýze
- Kombinaci výše uvedených

Fundamentální analýza pracuje především s informacemi z těch odvětví světového hospodářství, která mají vliv na vývoj ceny obchodovaných instrumentů. Technická analýza naproti tomu pracuje především s historickými hodnotami ceny obchodovaného aktiva a dalšími informacemi, které k danému trhu/trhům burza poskytuje. Psychologická analýza je založena na znalosti psychologických souvislostí chování davu. Je vhodné poznamenat, že hranice mezi jednotlivými způsoby analýzy trhů nejsou jasně stanoveny.

Mezi výhody *technické analýzy* patří především relativně snadná možnost ji zautomatizovat. Používané prvky analýzy (tzv. *patterny* – viz literatura) jsou málo závislé na nepředvídatelných skutečnostech a systém se tak často obejde bez stálé účasti obchodníka a je poměrně snadno přenositelný na jiné trhy.

Technická analýza obchodníkovi při vhodném využití umožní volbu časového rámce, ve kterém chce obchodovat, volbu trhu, na kterém chce obchodovat a volbu objemu prostředků, které chce do jednotlivých obchodů investovat.

Technickou analýzu je také možné snadno kombinovat s pravidly obchodníka v oblasti money-managementu, lze ji dobře přizpůsobit požadovanému Risk-Reward-Ratio (viz kapitola o omezení tržních rizik).

Technická analýza má mnoho odpůrců, kteří zastávají názor, že mnohá pravidla dlouhodobě nefungují. Nezanedbatelnou nevýhodou je také fakt, že některé signály, *patterny* či pravidla, která empiricky fungují, nejsme schopni vědecky přesně zdůvodnit.

Drtivou většinu pravidel *fundamentální analýzy* oproti tomu lze racionálně zdůvodnit. Obchodované principy také platí již mnoho let a nemění se příliš často.

Fundamentální obchodník má velké nároky na zdroj fundamentálních informací. Přísun těchto informací musí být velmi rychlý a informace musí být správné a kvalitní. Je rovněž velmi složité mezi velkým množstvím fundamentálních zpráv vybírat. Mnohé fundamentální zprávy také nemají jednoznačnou interpretaci.

Významnou nevýhodu fundamentální analýzy také představuje fakt, že obchodník musí mít hlubokou znalost daného instrumentu, komodity apod. Není tak snadné obchodovat na různých trzích (např. za účelem diverzifikace) či se věnovat různým hodně odlišným oblastem.

Psychologická analýza vychází z předpokladu, že kurzy aktiv jsou silně ovlivněny psychologii jednotlivých obchodníků a chováním masy obchodníků na burze. Zdroj [3] uvádí čtyři základní teoretické koncepce psychologické analýzy

- Keynesova investiční psychologie
- Kostolanyho burzovní psychologie
- Teorie spekulativních bublin
- Drasnarova koncepce psychologické analýzy

Zmínit lze také teorii efektivních trhů, která říká, že v dlouhodobém časovém horizontu není možné dosáhnout nadprůměrně vysokých zisků. I na efektivních trzích se sice vyskytují anomálie (lednový efekt, efekt malé firmy, víkendový efekt – viz zdrojová literatura), ale odchylky

od efektivního chování jsou dle zastánců teorie příliš malé na to, aby pokryly náklady s obchodováním spojené. Podrobnější informace lze nalézt v citované literatuře.

1.5 Způsoby obchodování

Existují různé přístupy k obchodování na finančních trzích. Literatura [1] je rozděluje především takto:

- Mechanické obchodování - obchodník má předem naprosto jednoznačně daná pravidla pro řízení obchodů (včetně pravidel pro vstupy, výstupy, posouvání stop-lossů atd.)
- Diskréční obchodování – obchodník může mít přesný obchodní plán, ale jeho obchodování klade nezanedbatelnou váhu na subjektivní úsudek v okamžiku obchodování

Každý z těchto přístupů má svá charakteristická negativa a pozitiva. Z mnohých internetových diskuzí je možné vyčíst, že každý z těchto přístupů má své zastánce a aktivní obchodníky a vezmeme-li v potaz různorodou strukturu obchodníků na finančních trzích, není možné říci, který z těchto přístupů je mezi obchodníky oblíbenější či častější. Vzhledem k množství obchodů, které jsou na největších světových burzách denně zobchodovány (řádově stovky milionů obchodů každý den) se lze domnívat, že větší část těchto obchodů je uskutečňována automatickými systémy.

Mezi výhody mechanického obchodování lze zařadit možnost jeho automatizace. Vytvořený automatický obchodní systém (zkráceně AOS) lze snadno zpětně testovat (tzv. backtest) či ho automaticky testovat na „virtuálních“ penězích – tzv. demo-účtech. Je také možné aplikovat tento přístup na větší množství obchodovaných aktiv či produktů finančního trhu a najít tak ten nejvhodnější.

Mechanický obchodní systém může také pracovat v různých časových rámcích – značná část obchodníků tzv. skalpuje – udržuje své pozice nanejvýš v řádech sekund a profituje na velmi krátkých změnách kurzu.

Nezanedbatelnou výhodou mechanických obchodních systémů je jejich relativní nezávislost na konkrétním jedinci (obchodníkovi). To umožňuje snazší spolupráci více lidí, ale také prodej či pronájem hotových obchodních systémů.

Diskréční obchodní systém je v tomto ohledu opačným přístupem. Literatura [1] uvádí:

„Diskréční obchodní systém naproti tomu klade velkou váhu na zkušenosti a úsudek obchodníka.“ [1]

Diskréční obchodování zahrnuje rozhodování na základě kritérií, která nejsou předem stanovena před zahájením obchodování. Může se jednat např. o

- Složitá kritéria, která obchodník není schopen předem přesně a jednoznačně popsat
- Vlastní úsudek obchodníka na základě jeho emocí, citu
- Fundamentální prvky
- Ne zcela racionálně zdůvodněná omezení (typicky výsledky statistik, psychologických aspektů obchodování apod.)

Mezi nevýhody diskrečního obchodního přístupu patří především nutnost přítomnosti obchodníka po celou dobu obchodování. Tento typ obchodování rovněž vyžaduje zkušenosti a je velmi závislý na konkrétních jedincích – obchodní systém se tak nedá snadno prodat či pronajmout a spolupráce více lidí je zde obtížnější. Méně snadné je rovněž testování na historických datech a ne vždy je možné přenést vypracovaný obchodní systém na jiný trh, jinou burzu, apod.

Ze zkušeností obchodníků (což můžeme vyčíst z četných příspěvků na internetových fórech) však vyplývá, že diskreční přístup k obchodování umožňuje dosáhnout často větší efektivity obchodů a může nadělovat vyšší zisky. Obchodník také své zkušenosti může uplatnit jako významnou konkurenční výhodu.

2 Obchodní systémy

2.1 Obchodní systém

Pojmem „obchodní systém“ bývá zpravidla označována skupina pravidel, kterými se obchodník řídí při obchodování na finančních trzích. Jedná se většinou o

- Pravidla pro vstupy (otevírání pozic)
- Pravidla pro výstupy (uzavírání pozic)
- Pravidla pro řízení rizik (viz následující kapitola)
- Pravidla pro udržování otevřených pozic, jejich zvyšování či snižování
- Pravidla pro správu peněz na obchodním účtu
- Pravidla pro obchodní dny/hodiny
- Pravidla pro testování a nasazování jednotlivých strategií
- Ostatní pravidla (např. pro chování v nestandardních situacích apod.)

Je zřejmé, že část těchto pravidel je možné integrovat přímo do automatického obchodního systému, část ovšem stále zůstává na obchodníkovi (či provozovateli systému). V rámci této bakalářské práce se budeme zabývat pouze pravidly pro vstupy, výstupy a částečně pravidly pro řízení rizik.

2.2 Indikátory

Obchodník (případně automatický obchodní systém) analyzuje vývoj cen na obchodovaných trzích. Z toho pro něj plynou signály pro obchodování a chování v trzích. Při této analýze (ať už se jedná o technickou, fundamentální či psychologickou analýzu) potřebuje obchodník často (ne vždy) znát i další údaje mimo samotnou cenu obchodovaného aktiva.

Tyto údaje mohou pocházet jednak z externích zdrojů (např. fundamentální zprávy) a jednak přímo z vývoje ceny či jiných informací poskytovaných burzou. Údaji z externích zdrojů se v této práci nebudeme zabývat.

Hlavním a jediným v této práci diskutovaným údajem poskytovaným přímo burzou je údaj o objemu aktuálně uzavíraných obchodů. Ten je poskytován například v těchto formách:

- Objem uzavřených obchodů za jednotku času, v rámci které obchodujeme
- Objem aktuálně otevřených pozic
- Počet aktuálně otevřených pozic

Pro tuto práci budeme využívat první z nich. Ta se obvykle označuje jako hodnota „VOLUME“.

Další rozsáhlou skupinou informací jsou *indikátory*. Jedná se zpravidla o funkce několika posledních cen trhu, případně dalších burzovních informací (jako např. výše zmíněné VOLUME). Hodnoty těchto funkcí (ať už číselné či graficky vyjádřené v grafu) nám mohou sloužit jako podklad k obchodním rozhodnutím (obchodní strategii). Jsou hojně využívány jak automatickými obchodními systémy, tak diskrečními obchodníky.

Obsahem této práce je právě testování vhodnosti několika základních indikátorů jako podkladu pro automatické obchodní systémy. Stručný popis testovaných indikátorů můžete nalézt v následujících dvou podkapitolách.

2.2.1 Klouzavé průměry

Klouzavý průměr (anglicky Moving Average) je jedním ze základních indikátorů technické analýzy. Jedná se o průměr několika posledních cen (většinou se používají zavírací ceny – CLOSE) daného aktiva. Počet užitých zavíracích cen určuje tzv. periodu klouzavého průměru.

Jednoduchý klouzavý průměr SMA

Jednoduchý klouzavý průměr (simple moving average) je dán vztahem

$$SMA = \frac{P1 + P2 + \dots + Pn}{n}$$

Představuje aritmetický průměr n posledních zavíracích cen, kde n je perioda klouzavého průměru. Jeho hlavní výhodou je jeho jednoduchost a jednoduchá a jednoznačná interpretace. Další podstatnou výhodou je, že většina analytických programů má tento základní indikátor vestavěný a není jej tedy nutné počítat ručně ani vlastními programy.

Experimentováním s periodou použitých klouzavých průměrů se dostaneme k velmi odlišným výsledkům. Různé průměry pak poskytují informace buď o krátkodobém či dlouhodobém trendu. Obchodní systém je potom možno postavit na více klouzavých průměrech (viz praktická část – dvojité klouzavé průměry).

Hlavní nevýhodou klouzavého průměru je jeho zpoždění – z principu reaguje opožděně. Délka zpoždění samozřejmě závisí na použité periodě. Je také pravdou, že v málo likvidních trzích nebo špatně trendujících trzích má hodnota klouzavého průměru malou vypovídací hodnotu.

Jednoduchý klouzavý průměr SMA můžeme používat v rámci obchodního systému několika způsoby:

1. Jako pomocný identifikátor trendu k dalším strategiím
Používá se zpravidla klouzavý průměr mnohem delší periody, než jaká je základní perioda strategie. SMA pak určuje (potvrzuje, vyvrací) dlouhodobější trend a může např. sloužit jako jedna z podmínek funkčnosti strategie.
2. Protnutí ceny a klouzavého průměru
„Pokud protne cena klouzavý průměr, je toto považováno jako vstupní či výstupní signál. Pokud cena protne klouzavý průměr směrem dolů, je to považováno za signál k prodeji. Pokud cena protne klouzavý průměr směrem nahoru, je to považováno za signál k nákupu.“ [1]
3. Protnutí dvou či více klouzavých průměrů
Můžeme využít dvou klouzavých průměrů s odlišnými periodami. Ten s kratší periodou reaguje zákonitě rychleji a ukazuje tak obchodníkovi krátkodobé změny, zatímco ten s delší periodou reaguje pomaleji, ale potvrzuje či vyvrací dlouhodobější trend. Za signál ke vstupu do pozice je považováno překřížení pomalejšího a rychlejšího klouzavého průměru.

Vážený klouzavý průměr

Hlavní nevýhodu klouzavého průměru – zpoždění a nechtěnou setrvačnost indikátoru – můžeme částečně řešit tím, že jednotlivé historické ceny, které vstupují do výpočtu průměru, budeme vážit (násobit) koeficienty tak, že nejvyšší váhu má nejnovější cena a nejnižší váhu má nejstarší cena.

Exponenciální klouzavý průměr

Jedná se o vážený průměr několika posledních cen, kdy nejvyšší váhu má nejnovější cena a směrem ke starším cenám se váhy snižují exponenciálně. Pohyb exponenciálního průměru je více elastický a lépe tak kopíruje cenu titulu.

2.2.2 RSI

Indikátor RSI (zkratka Relative Strength Index – index relativní síly trhu) si klade za cíl identifikovat překoupené či přeprodané trhy, jinými slovy trhy, v níž je očekáván vzestup či trhy, v níž je očekáván pokles ceny tím, že má indikovat aktuální či historickou sílu či slabost trhu.

„Za autora indikátoru je obecně považován obchodník J. W. Wilder junior, který RSI vytvořil jakožto způsob měření síly v trhu.“ [8]

Definiční vztah výpočtu Relative Strength Indexu vychází z poměru počtu jednotek změny (úseček na grafu), které uzavřely s vyšší a s nižší cenou, než je aktuální úsečka. Matematicky vyjádřeno:

$$RSI = \left[1 - \frac{1}{1 + RS} \right] * 100$$

kde RS je právě výše zmíněný poměr, tj. matematicky vyjádřeno

$$\frac{\text{počet úseček s CLOSE cenou vyšší než aktuální úsečka}}{\text{počet úseček s CLOSE cenou nižší než aktuální úsečka}}$$

Přičemž existují hranice, jejichž protnutí indikuje právě překoupenost a přeprodanost trhu. Obecně doporučované hranice jsou 80 a 20. Opustí-li hodnoty funkce indikátoru zmíněné překoupené či přeprodané hranice (úseky, rozmezí), je to považováno za signál k nákupu či prodeji.

Jinými slovy, překročení horní hranice směrem dolů je považováno za signál k prodeji a překročení dolní hranice směrem nahoru je považováno za signál k nákupu.

Tuto strategii využití indikátoru budeme testovat v praktické části této práce. V literatuře dále můžeme nalézt i jiné způsoby využití indikátoru (např. překročení centrální hranice 50, apod.), ale jejich interpretace již není tak jednoznačná a v této práci se jimi zabývat nebudeme.

2.3 Rizika

2.3.1 Základní dělení finančních rizik

Ve finančním sektoru se setkáváme s následujícími typy rizik (dělení dle [3]):

- Úvěrové riziko
- Tržní riziko

- Riziko likvidity
- Operační riziko
- Právní riziko

Úvěrové riziko představuje riziko na straně věřitele, který se obává, že dlužník nedostojí svým závazkům dle předem domluvených podmínek kontraktu.

Tržní riziko je riziko plynoucí z nečekaných změn ceny kurzu obchodovaného aktiva. Tržní riziko představuje možnost výskytu ztrátových obchodů plynoucích ze špatných obchodních rozhodnutí.

Riziko likvidity značí riziko, že obchodník nemůže prodat aktiva, která nakoupil a zamýšlí je prodat (riziko tržní likvidity) či riziko, že obchodník nemůže v důsledku momentální platební neschopnosti uskutečnit plánovaný obchod (riziko cash-flow).

Operační riziko představuje riziko vzniku lidských chyb, podvodů či výpadků systému.

Právní riziko v podobném smyslu představuje možnou neproveditelnost kontraktu z právních důvodů.

Vzhledem k zaměření této bakalářské práce se budeme věnovat ochraně pouze proti riziku tržnímu. Obchodní systém určený ke generování konzistentních příjmů však musí počítat se všemi typy rizik – i když se jedná o mechanický (automatizovaný, automatický) obchodní systém. Pro účely zajištění proti ostatním typům rizik existuje v rámci finančnictví mnoho produktů. Jejich popis není předmětem této bakalářské práce.

2.3.2 Ochrana proti tržnímu riziku

Jediným rizikem, jehož výši jsme v rámci obchodního systému schopni absolutně omezit (teoreticky) je tržní riziko (dále budeme používat pojem „riziko“). V této kapitole se budeme zabývat právě ochranou proti tomuto typu rizika.

Je známým faktem, že výše rizika je jedním ze základních parametrů obchodního systému. Hlavním důvodem je fakt, že vysoké riziko může v dlouhodobém horizontu zruinovat i velmi ziskový obchodní systém. Zatímco ziskovost systému je parametr působící relativně krátkodobě, riziko systému se projevuje především v dlouhém období. Jednou ze základních možností, jak v rámci automatického obchodního systému zajistit ochranu proti riziku je tzv. money-management.

„Money management je schopnost vybírat a plánovat obchody a strategie s vyšším potenciálem zisku, než je výše předem stanoveného riziku.“ [1]

Této schopnosti není snadné dosáhnout. Přirozenou snahou tvůrců obchodních systémů je zvýšit pravděpodobnost uhádnutí směru pohybu kurzu. Zdroj [7] však uvádí:

„Stabilně hádat, kam trh půjde zítra s přesností větší než 50-60% dokáže jen pár nejzkušenějších obchodníků a analytiků.“ [7]

Nízkou pravděpodobnost „uhádnutí“ směru trhu můžeme vykompenzovat jen přijatelným poměrem riziku a pravděpodobného zisku (tento poměr je při číselném vyjádření označován jako Risk Reward Ratio – RRR). Vyjádříme-li pravděpodobný zisk (např. průměrem získaným z minulých zkušeností) a risk (absolutní omezení horní hranice možné ztráty), pak můžeme náš automatický obchodní systém optimalizovat nikoli na ziskovost, ale právě na RRR. Platí totiž, že systém, který sice naděluje velké zisky, ale nemá přijatelný RRR je z dlouhodobého hlediska velice nevhodný.

Abychom byli schopni dosáhnout požadovaného RRR, musíme omezit riziko možné ztráty. Základní metodou omezení maximální možné ztráty je používání tzv. STOP LOSSu. Jedná se o STOP příkaz, který umístíme do trhu současně s nákupním či prodejním příkazem. Umístíme jej na předem definovanou cenu (do předem dané vzdálenosti od ceny nákupního/prodejního příkazu). Příkaz je exekuván ve chvíli, kdy naše ztráta dosáhne této předem dané hranice. Není tak možné dosáhnout větší ztráty (zanedbáme-li nekvalitní plnění příkazů).

STOP LOSS můžeme v průběhu držení otevřené pozice posouvat tak, aby hranice ztráty byla stále stejně vzdálená od aktuální ceny, ale systém přesto inkasoval potenciálně neomezené zisky. Použitím STOP LOSSu můžeme tedy kontrolovat riziko plynoucí z obchodu a optimalizovat tím obchodní systém na ideální poměr RRR. Literatura [1] doporučuje při intradenním obchodování maximální risk na jeden obchod v rozmezí 2-5% velikosti účtu, se kterým obchodujeme.

Správné použití STOP LOSSu nám také umožňuje stabilně vydělávat i při relativně malé pravděpodobnosti hádání směru trhu. Některé teorie dokonce tvrdí, že při správném money-managementu může obchodník vstupovat do trhu i na základě náhodného výběru směru obchodu.

Na základě zkušeností s konkrétním komplexním obchodním systémem můžeme za ochranu proti tržnímu riziku považovat i diverzifikaci mezi jednotlivými trhy, jednotlivými indikátory či jednotlivými obchodními strategiemi. To však překračuje rámec této práce (jedná se již o ochranu účtu obchodníka, nikoli jednoho konkrétního automatického obchodního systému či indikátoru).

3 Automatické obchodní systémy

3.1 Základní informace

Za automatický obchodní systém lze považovat systém, který zadává obchodní příkazy bez nutné neustálé přítomnosti obchodníka. Většina automatických obchodních systémů je založena na pravidlech technické analýzy. To je dáno především faktem, že pravidla technické analýzy lze mnohem jednodušeji algoritmizovat a jsou často použitelná pro více obchodníků a různé trhy (více v kapitole o analýzách a způsobech obchodování).

Podstatou této práce je hodnocení indikátorů, nikoli komplexních automatických obchodních systémů. Komplexní AOS musí kromě hlavního principu (např. indikátoru) obsahovat také pravidla pro money-management a řízení rizik, pravidla pro chování v nestandardních či krizových situacích, pravidla pro výstup z pozic mimo základní výstupní strategii apod.

Indikátory pro AOS však není možné bez jednoduchých obchodních systémů testovat. Proto je v následující kapitole uvedeno několik málo informací o tom, jak lze hodnotit automatické obchodní systémy (a na základě tohoto hodnocení poté testovat jednotlivé indikátory).

3.2 Hodnocení výkonnosti

Posuzování, který automatický obchodní systém je lepší, je do značné míry neexaktní a těžko specifikovatelný problém. Je to dáno především tím, že každý obchodník má od svého systému zcela jiná očekávání, klade na něj jiné požadavky a za úspěch či neúspěch považuje odlišné situace.

Automatický obchodní systém není možno jednoznačně hodnotit také proto, že velmi často se v jiném kontextu (např. jiná obchodní strategie, jiný obchodník, jiná velikost účtu, jiný trh, ...) může jevit z hlediska výhodnosti zcela odlišně. Zatímco obchodníkovi vyhledávajícímu rychlé, prudké zisky i za cenu vyššího rizika se může systém jevit perfektní, pro obchodníka konzervativního, který vyhledává dlouhodobě stabilní zisky a preferuje minimalizaci rizika, se může jednat o systém naprosto nevhodný. Stejně tak obchodník s desetkrát větším účtem se může k absolutní hodnotě rizika vyjádřit jinak než obchodník s účtem menším.

V rámci této práce musíme automatické obchodní systémy hodnotit pokud možno objektivně tak, abychom byli schopni otestovat funkčnost jednotlivých indikátorů, na kterých budou naše systémy postaveny.

Budeme používat níže uvedené metriky, které jsou obecně mezi tvůrci a uživateli AOS považovány za obvyklé, standardní, a u většiny komerčně prodávaných či pronajímaných AOS je můžeme najít.

Je třeba poznamenat, že při hodnocení nebudeme uvažovat žádné poplatky (komise). To by v reálném obchodování mohlo představovat vážný problém, neboť výše poplatků může snadno z profitabilního systému udělat vysoce ztrátový. Vzhledem k tomu, že výše poplatků je výsledek aktuální situace na konkrétních trzích a že účelem této práce není hodnocení komplexních obchodních strategií (nýbrž hodnocení konkrétních indikátorů), nebudeme poplatky (komise) při hodnocení brát v úvahu vůbec.

Zároveň nebudeme uvažovat slippage, tj. rozdíl mezi požadovaným a získaným plněním obchodního příkazu. Dalším zjednodušením oproti reálnému stavu bude předpoklad, že příkazy vygenerované našimi systémy budou exekuvány v zanedbatelně krátké době.

Z hlediska základního hodnocení čistě na základě velikosti zisků a ztrát z obchodů budeme využívat především

- *Celkový brutto výnos* – součet zisků všech ziskových obchodů
- *Celková brutto ztráta* – součet ztrát všech ztrátových obchodů
- *Profit factor* – podíl celkového brutto výnosu a celkové brutto ztráty
- *Počet obchodů* – implikuje náročnost na poplatky a některá rizika při budoucím reálném využití

Při systematickém obchodování na kapitálových trzích však zisky a ztráty nepředstavují jediné měřítko hodnocení strategie. Pro systematické obchodování je důležité určitým způsobem vyjádřit či vyčíslit rizika, která z obchodování daného systému plynou.

Další z vlastností obchodních systémů, které budeme při hodnocení uvažovat, proto bude *maximální DrawDown*, tedy největší pokles vloženého kapitálu. Jedná se o největší sérii ztrátových obchodů během sledovaného období, v tomto případě vyjádřenou jako součet ztrát.

Tento parametr je velmi důležitý především při úvahách o velikosti účtu, se kterým chceme obchodní systém provozovat. Dlouhou či peněžně výraznou sérii ztrát obchodník s relativně malým účtem nemusí přestat a nemusí být schopen dál obchodovat.

O jiný způsob hodnocení rizik plynoucích z obchodování s cennými papíry se pokusil finanční teoretik a laureát Nobelovy ceny, profesor William Forsyth Sharpe (1994) v podobě tzv. *Sharpeho poměru*. Dle toho je za efektivnější investici považována investice s vyšší hodnotou poměru výnos/riziko, přičemž riziko je při výpočtu vyjadřováno jako směrodatná odchylka výnosů.

Sharpeho poměr (Sharpe ratio) můžeme vyjádřit vztahem

$$S = \frac{E(R - R_f)}{\sigma}$$

- R je výnosnost sledované investice nebo aktiva
- R_f je výnos benchmarkové investice (zpravidla bezriziková úroková míra)
- $E(R - R_f)$ je očekávaný výnos investice nad benchmark (bezrizikový výnos)
- σ je směrodatná odchylka výnosu nad benchmark (bezrizikový výnos)

Pro účely této práce můžeme za bezrizikovou úrokovou míru považovat míru 0%.

Nevýhodou Sharpeho poměru je fakt, že pro vyjádření rizika bere v úvahu jak pozitivní, tak negativní odchylky. Obdobou Sharpeho poměru je např. *Sortiniho poměr*, který bere v úvahu pouze negativní odchylky.

Obměnou Sharpeho/Sortiniho poměru může být vyjádření míry rizika nikoli jako směrodatné odchylky výnosu, ale jako maximální DrawDown (viz výše). Takto počítaná metrika je označována za *Sterlingův poměr* a jedná se tedy o výnos za sledované období dělený průměrným maximálním DrawDownem v daném období. Pro některé účely se od průměrného DrawDownu odečítá volatilita benchmarku, se kterým se daná investice porovnává (např. při obchodování akciových trhů se využívají vlastnosti daného indexu apod.)

Mezi další často používané metriky patří též metriky, které berou v potaz průběh jednotlivých obchodů. Jedná se především o tzv. *MAE* – maximální nepříznivá odchylka (maximum adverse excursion), která značí maximální dosaženou ztrátu v období před uzavřením obchodu. Při budování komplexní obchodní strategie je tato metrika důležitá zejména pro strategii výstupů z pozic či stanovování stop-lossů a profit-targetů. Opačnou metrikou je parametr *MFE* – maximální příznivá odchylka (maximum favorable excursion), která udává, jaký byl dosažený (teoreticky dosažený) maximální zisk v období před uzavřením obchodu.

Pro subjektivní hodnocení obchodníků a jejich obchodních systémů je často využívána tzv. *equity křivka*, což je graf znázorňující kumulovaný zisk (kumulativní růst velikosti obchodního účtu). Pro stabilně profitabilní obchodování je žádoucí, aby křivka měla tvar pokud možno podobný lineární rostoucí funkci (tj. aby obchodní systém dosahoval dlouhodobě pravidelných a stabilních zisků).

Praktická část

4 Postup práce

4.1 Obecný postup práce

V rámci praktické části této bakalářské práce se budeme snažit otestovat některé indikátory technické analýzy a jejich vhodnost pro automatické obchodní systémy.

Je vhodné poznamenat, že není ambicí této práce dosáhnout jednoznačného výsledku, který by objektivně srovnal jednotlivé identifikátory a řekl o některém, že je lepší či horší, než ostatní. Dosti pravděpodobně ani není možné se takového výsledku dobat.

Ambicí této práce je především vyslovit názor, zda je možné obchodovat pouze s pomocí testovaných indikátorů. Pokud ano, pokusíme se stanovit, které z testovaných indikátorů jsou vhodnější a které méně vhodné. Pokud ne, pokusíme se stanovit, zda lze indikátory využít jako podpůrný prostředek pro další automatické obchodní strategie.

Pokusíme se také stručně zhodnotit, zda jsou standardně používané metody hodnocení vhodné pro hodnocení indikátorů, či zda jsou vhodné pouze pro komplexní automatické obchodní systémy. Konkrétní postup práce bude následující:

1. Vybereme indikátory pro testování
2. Pro každý indikátor
 - a. Zjistíme základní metody obchodování s nimi (z literatury). Poznamenejme, že tento bod byl ze značné části popsán v teoretické části práce.
 - b. Pokusíme se o zjednodušenou implementaci AOS na základě tohoto indikátoru (poznamenejme, že se nejedná o komplexní AOS – pouze o prostředek pro otestování indikátoru)
 - c. Stanovíme, které parametry indikátor má, a jaký mají vliv na chování AOS
 - d. Provedeme testy pro jednotlivé kombinace hodnot parametrů
 - e. Testy provedeme na několika různých trzích
 - f. Vyhodnotíme, na kterých trzích indikátor fungoval nejlépe
 - g. Vyhodnotíme, pro které hodnoty parametrů indikátor fungoval nejlépe
3. Vyvodíme závěr.

4.2 Konkrétní výběr indikátorů

Poznamenejme opět, že zadáním této bakalářské práce je test indikátorů, nikoli tvorba komplexního obchodního systému. Z toho důvodu musíme pro testování vybírat především indikátory, které umožňují testování tak, aby byla ověřena jejich funkčnost, nikoli funkčnost celého komplexního obchodního systému. Ve chvíli, kdy je použití indikátoru či jeho interpretace nejasná a dochází k tomu, že více (princiálně odlišných) použití indikátoru poskytuje uspokojivé výsledky, pak jsme schopni testovat pouze komplexní obchodní strategii používající indikátor, nikoli indikátor samotný.

S přihlédnutím k těmto skutečnostem pro naše účely vyhoví indikátory dvou různých skupin. V rámci cenových indikátorů budeme testovat dva typy klouzavých průměrů – jednoduchý klouzavý průměr a exponenciálně vážený klouzavý průměr. V rámci indikátorů na bázi momenta trhu (podrobnější vysvětlení viz literatura) budeme testovat indikátor RSI v jeho variantě s prolomením horní a dolní hranice.

4.3 Konkrétní výběr trhů

Zadáním této bakalářské práce není testovat ekonomické vlastnosti trhů. Pro účely praktické části bychom tedy měli vybírat trhy, na kterých se nejvíce projeví vlastnosti konkrétních indikátorů.

Poznamenejme také, že zanedbáváme spoustu vlastností konkrétních obchodních situací: (konkrétní vysvětlení jednotlivých pojmů viz literatura)

- Slippage (rozdíl mezi požadovaným a získaným plněním)
- Poplatky (komise)
- Dobu a kvalitu exekuce

Pro naše účely hledáme trh s následujícími vlastnostmi

- Má vždy dostatečnou likviditu
- Nabízí co nejmenší omezení hodin obchodování
- Vyznačuje se slabou ovlivnitelností fundamentálními zprávami
- Jeho chování se příliš neliší v rámci roční doby (případně týdnů v měsíci či dnů v týdnu)
- V budoucnu umožní obchodování s co nejmenšími poplatky
- V reálu nabízí kvalitní plnění (elektronické)

V případě, že bychom indikátory testovali na trhu, který výše uvedené vlastnosti nespĺňuje, mohlo by se stát, že testy dopadnou dobře na historických datech, ale v reálných trzích budou systémy ztrátové.

Protože budeme používat automatické obchodní systémy, nikoli obchodovat diskrečně, máme na trhy také určité technické požadavky, především

- Existenci kvalitního zdroje dat za nízkou cenu
- Možnost získat historická data do co nejhlubší historie, za co nejnižší cenu

Všechny výše uvedené požadavky asi nejlépe splňují forexové trhy. Především z následujících důvodů:

- Obchodují se elektronicky, plnění je takřka 100% kvalitní
- Obchodují se za poměrně malé poplatky
- Mají velkou likviditu
- Nejsou závislé na ročním období
- Obchodují se 24 hodin denně celý pracovní týden
- Fundamentálními zprávami jsou ovlivněné, netýkají se však jen jednoho odvětví a je jich velmi mnoho. Jejich vliv na cenu kurzu tedy můžeme považovat za relativně náhodný.
- Mají k dispozici data zdarma, i historická

V rámci forexu se obchodují 4 základní měny – japonský Jen, švýcarský Frank, Euro a britská Libra a jejich kurzy proti dolaru. V návaznosti na tyto páry můžeme na forexu obchodovat další měny (kterých jsou řádově desítky).

Vzhledem k tomu, že základní měny mají největší likviditu, budeme systémy testovat právě na nich. Naše obchody by tak neměly ovlivnit výkyvy v kvalitě plnění. Pro účely této práce všechny základní testy provedeme na nejlikvidnějším trhu – EUR/USD. Největší část forexových obchodů probíhá právě na tomto trhu.

Výsledky testů na jiných trzích by mohly mít horší vypovídací hodnotu. V reálu (v budoucnosti) by totiž systémy mohly být ovlivněny špatným plněním. V rámci forexu navíc značná část měn se základními měnami koreluje (viz pravidelně vydávaná tabulka korelací forexových měnových párů, kterou můžeme nalézt na stránkách [9]), takže testování na různých forexových trzích v dlouhodobém horizontu ztrácí smysl.

5 Technické provedení

5.1 Softwarová platforma

Pro testování obchodních systémů založených na jednoduchých indikátorech budeme využívat prostředí NinjaTrader. Tato platforma se vyznačuje relativní jednoduchostí. Pro účely této práce nepotřebujeme žádné specializované analytické možnosti, jaké často používají obchodníci. Všechny základní možnosti testování obchodních strategií, které budeme potřebovat, platforma NinjaTrader poskytuje.

Software NinjaTrader je pro „neživé“ obchodování zdarma. Umožňuje napojení na burzovní data drtivé většiny světových poskytovatelů a obchodníkům poskytuje možnost exportu potřebných dat (takřka všech výstupních dat) do Microsoft Excel, což umožňuje snadné zpracování tabulek a grafů.

Nevýhodou softwaru NinjaTrader jsou jeho relativně vyšší hardwarové nároky. V porovnání s některými jinými (např. MetaTrader) pracuje poměrně pomalu, testování strategií a optimalizace jednotlivých parametrů často probíhá až jednotky hodin.

Automatické obchodní systémy pro testování jednotlivých indikátorů budeme implementovat v jazyce NinjaScript, který je základním jazykem pro skriptování obchodování na platformě NinjaTrader a je do tohoto softwaru plně integrován. Jedná se o rozšíření jazyka C# o knihovny a funkce pro obchodování.

Jazyk NinjaScript umožňuje využít velkou většinu knihoven .NET Framework. Můžeme tak doplnit obchodování o vlastní funkcionalitu (vedení statistik na databázovém serveru, posílání e-mailových oznámení, spolupráce s dalšími programy apod.). Pohybujeme se také v prostředí, které je programátorům dobře známé, kvalitně zdokumentované a jednoduché na pochopení a má perspektivu dlouhodobého vývoje.

Značnou výhodou je, že kód v C# syntaxi je velmi dobře čitelný a pojmenování funkcí či knihoven pro obchodování je velmi snadno pochopitelné i pro neznalého člověka. To činí z tohoto jazyka poměrně vhodný nástroj pro ukázkové kódy (jako příklad uveďme pojmenování funkcí `CrossAbove()`, `CrossBelow()` pro „překřížení“ grafů funkcí či `EnterLong()` a `EnterShort()` pro vstupy do pozic).

5.2 Jazyk NinjaScript

Účelem této podkapitoly je velmi stručně vysvětlit, jak se v použitém jazyce NinjaScript implementují některé základní úkoly používané pro účely této práce.

Automatická obchodní strategie je v NinjaScriptu (C#) implementována jako třída, která dědí z třídy `NinjaTrader.Strategy.Strategy`. Tuto třídu můžeme v programu NinjaTrader napsat buď ručně, nebo využít průvodce. Základní metody, které je třeba přepsat z nadřazené třídy, jsou především:

- `Initialize` – metoda volaná ihned po spuštění strategie – ještě před zahájením obchodování
- `OnBarUpdate` – metoda volaná při každé změně ceny – hlavní metoda pro analyzování situace na trhu a zadávání obchodních příkazů

Základní „čistá“ třída obchodní strategie v jazyce NinjaScript tedy vypadá přibližně následovně:

```

namespace NinjaTrader.Strategy
{
    public class TridaObchodniStrategie : Strategy
    {
        protected override void Initialize()
        {

        }

        protected override void OnBarUpdate()
        {

        }
    }
}

```

Metoda `Initialize()` má obsahovat akce provedené před začátkem obchodování. Jedná se především o nastavení `STOP LOSS`u, `PROFIT TARGET`u, nastavení základních parametrů apod. Podrobnější vysvětlení použitých funkcí a vlastností nalezne čtenář v manuálu jazyka NinjaScript, který je volně k dispozici na webových stránkách programu NinjaTrader.

Metoda `OnBarUpdate()` má obsahovat hlavní logiku obchodní strategie, tj. analýzu vývoje ceny, hodnot indikátorů a zadání obchodních příkazů. Metoda je volána periodicky pokaždé při příchodu nové informace o ceně na trhu (s tím, že perioda závisí na zvoleném `TimeFrame`).

Pro analýzu trhu má strategie k dispozici několik základních funkcí a vlastností (jmenujeme jen některé z nich, pro informace o ostatních odkazujeme na manuál jazyka NinjaScript dostupný na webových stránkách platformy NinjaTrader):

- Vlastnost `Position.MarketPosition` – obsahuje informaci o aktuální uzavřené pozici, tj. zda se v současné chvíli strategie nachází v otevřené dlouhé pozici, otevřené krátké pozici, či zda není otevřena žádná pozice.
- Vlastnost `Position.Quantity` – v návaznosti na předchozí jmenovanou vlastnost obsahuje informaci o aktuálně nakoupeném/prodaném množství.
- Funkce pro výpočet hodnot jednotlivých indikátorů – návratového typu `IDataSeries`, z něhož je možné získat historické hodnoty a aktuální hodnotu (např. implicitní konverzi na datový typ `double`)
 - `EMA(int period)` – výpočet exponenciálního klouzavého průměru s danou periodou
 - `SMA(int period)` – výpočet jednoduchého klouzavého průměru s danou periodou
 - `RSI(int period, int smooth)` – výpočet hodnoty indikátoru RSI s danou periodou a danou periodou vyhlazovacího klouzavého průměru
- Funkce pro identifikaci změn hodnot v čase
 - `CrossAbove(IDataSeries series1, IDataSeries series2)` – indikuje překřížení dvou `IDataSeries` (vyjadřujících např. hodnoty indikátorů) směrem vzhůru, tj. vrací `TRUE`, pokud `series1` měla v minulé periodě menší hodnotu než `series2` a v aktuální periodě je tomu naopak
 - `CrossBelow(IDataSeries series1, IDataSeries series2)` – indikuje překřížení dvou `IDataSeries` (vyjadřujících např. hodnoty indikátorů) směrem dolů, tj. vrací `TRUE`, pokud `series1` měla v minulé periodě větší hodnotu než `series2` a v aktuální periodě je tomu naopak

- Funkce pro zadání obchodních příkazů
 - `EnterLong(int quantity)` – otevření dlouhé pozice (nákup) příkazem typu MARKET
 - `EnterShort(int quantity)` – otevření krátké pozice (prodej) příkazem typu MARKET
 - `EnterLongLimit(int quantity, double limitPrice)` – zadání limitního příkazu pro nákup
 - `EnterShortLimit(int quantity, double limitPrice)` – zadání limitního příkazu pro prodej

Pomocí těchto funkcí můžeme uvnitř procedury `OnBarUpdate()` analyzovat aktuální situaci na trhu, historický vývoj cen a zadávat příkazy pro kontrolu otevřených pozic. Podrobnější informace o konkrétním využití pro testování vybraných indikátorů v rámci této práce jsou uvedeny v následující kapitole.

Je vhodné parametry obchodního systému implementovat jako veřejné vlastnosti (public properties). To umožňuje v rámci obchodní platformy NinjaTrader optimalizovat a zpětně testovat systémy automaticky.

5.3 Testování a optimalizace systémů

Platforma NinjaTrader umožňuje vytvořené obchodní strategie

- Spustit na reálných datech
- Zpětně testovat na historických datech
- Optimalizovat na základě zadaných rozmezí volitelných parametrů – provést zpětné testy pro všechny kombinace volitelných parametrů s vyhodnocením kombinací, které vedly k nejlepším výsledkům

Spuštění strategie na reálných (živých) datech je možné ovládat a sledovat v záložce Strategies hlavního okna programu (Control Center). V rámci tohoto okna nalezneme také informace o zadaných příkazech, uskutečněných obchodech a komplexních výsledcích obchodování (grafy kumulovaných profitů apod.).

Ke zpětnému testování a optimalizacím slouží nástroj Strategy Analyzer, spouštěný z hlavní nabídky programu. Zde je nutné zadat všechny potřebné parametry, tj. zejména

- Hodnoty, případně rozmezí všech parametrů obchodního systému
- TimeFrame, na kterém se má strategie spouštět
- Časové rozmezí pro spuštění zpětného testu (interval v historických datech)
- Parametry obchodních hodin (především víkendy, obchodní hodiny apod.)
- Započítávání komisí, poplatků a negativních dopadů nekvalitního plnění příkazů
- Výchozí velikost otevíraných pozic
- Časové pásmo pro testování systému.

Po zadání parametrů je možné spustit automatizované testování obchodního systému na zpětných historických datech. Ta je nutné do programu importovat, jelikož poskytovatel forexových dat integrovaných do platformy NinjaTrader tato data bezplatně nenabízí.

K importu byla zvolena data, která umožňuje stáhnout bezplatně systém MetaTrader nabízený pro neživé obchodování bezplatně např. brokerem XTradeBrokers CZ. Data exportovaná z tohoto programu mají formát CSV souboru s pořadím jednotlivých sloupců:

datum, čas, open, high, low, close, volume

Přesněji

yyyy.MM.dd, HH:mm, open, high, low, close, volume

Formát akceptovaný programem NinjaTrader je rovněž CSV soubor. Ten ale musí být pojmenovaný názvem trhu, příponou „.txt“ a pořadí sloupců v tomto souboru musí být:

yyyyMMdd HHmmss;open;high;low;close;volume

Pro převod mezi těmito formáty je třeba napsat aplikaci. Použitá aplikace napsaná v jazyce C# je k nalezení na příloženém CD včetně zdrojových kódů.

5.4 Hostování systému

Vzhledem k tomu, že testování a optimalizace indikátorů technické analýzy jsou časově náročné, byl k těmto účelům při práci využit vyhrazený server. Jednalo se o virtuální server na platformě Microsoft Windows Server 2003 s následujícími vlastnostmi:

- Základní konfigurace systému: 512 MB RAM, 25GB diskového prostoru pro uživatelská data
- Server hostován ve virtualizovaném prostředí Hyper-V
- Fyzický server umístěn v datovém centru na páteřní síti internetu
- Na serveru je nainstalováno:
- .NET Framework verze 3.5 (software pro obchodování potřebuje .NET Framework 2.0)
- IIS 6 pro asp.net funkcionalitu (zřejmě nebude využito)
- K dispozici je databáze na databázovém stroji Microsoft SQL Server 2008 na odděleném fyzickém serveru (nevirtualizovaná)
- K dispozici je oddělený e-mailový server
- Je zajištěno zálohování všech uživatelských dat (z virtuálních serverů i DB)

6 Implementace jednotlivých obchodních systémů

Vzhledem k tomu, že účelem této práce je posuzovat indikátory, nikoli komplexní obchodní systémy, budeme pro testování volit vždy základní metody obchodování jednotlivých indikátorů tak, jak je uvádí literatura či internetové zdroje.

Můžeme předpokládat, že komplexní obchodní systém (doplněný o mnoho dalších pravidel) může mít potom mnohem větší výkonnost, než jsou data získaná z testovaných indikátorů.

Důležitým faktorem obchodování je časový rámec (TimeFrame), na kterém obchodujeme. Obchodní systém vždy reaguje na změny v ceně obchodovaného aktiva. Informace o těchto změnách dostáváme od poskytovatele dat (zprostředkovaně z burzy). TimeFrame poté udává frekvenci, s jakou dostáváme informace o změnách.

Obchodní systém budeme implementovat na konkrétním TimeFrame. Bude tedy vyhodnocovat situaci a reagovat vždy periodicky s periodou danou právě hodnotou TimeFrame. Všechny indikátory budeme testovat na obvyklé hodnoty TimeFrame pro intradenní obchodování a poté budeme používat TimeFrame, na kterém systém dosáhl nejlepších výsledků.

Pro indikátory vybrané v předchozí kapitole budeme testovat následující obchodní systémy:

- SMA
 - Vstup na překřížení rychlejšího a pomalejšího klouzavého průměru
 - Výstup po dosažení předem daného zisku či ztráty
 - Případná filtrace vstupních signálů na základě VOLUME
 - Optimalizace TimeFrame, filtračního VOLUME, period průměrů
- EMA
 - Vstup na překřížení rychlejšího a pomalejšího klouzavého průměru
 - Výstup po dosažení předem daného zisku či ztráty
 - Případná filtrace vstupních signálů na základě VOLUME
 - Optimalizace TimeFrame, filtračního VOLUME, period průměrů
- RSI
 - Budeme používat RSI indikátor vyhlazený exponenciálním klouzavým průměrem
 - Vstup na jednostranném překřížení RSI s horní či dolní hranicí
 - překročí horní hranici směrem dolů → prodej
 - překročí dolní hranici směrem nahoru → nákup
 - Výstup po dosažení předem daného zisku či ztráty
 - Optimalizace TimeFrame, horní a dolní hranice, periody RSI, periody vyhlazovacího EMA

Pro ilustraci, zdrojový kód takové obchodní strategie v jazyce NinjaTrader může vypadat např. následovně: (ukázka je úryvek z výše popsaného obchodního systému pro testování indikátoru EMA)

```

// vstupujeme jen v dostatecne likvidnim trhu
// vystupujeme jen na zaklade SL/PT ==> pokud uz v pozici jsme,
// do dalsi(opacne) nevstoupime

if( prumerneVolume > volumeLimit &&
    Position.MarketPosition == MarketPosition.Flat)
{
    // prekrizeni smerem nahoru ==> signal pro vstup do dlouhe pozice
    if (CrossAbove(EMA(Fast), EMA(Slow), 1))
    {
        EnterLong(DefaultQuantity, "");
    }
    // prekrizeni smerem dolu ==> signal pro vstup do kratke pozice
    if (CrossBelow(EMA(Fast), EMA(Slow), 1))
    {
        EnterShort(DefaultQuantity, "");
    }
}

```

V ukázce můžeme vidět podmínky

- zda je trh momentálně dostatečně likvidní (filtrace signálů na základě volume)
- zda není otevřená žádná pozice (systém je nastaven, aby v jeden okamžik měl otevřenou pouze jednu pozici, a z pozic vystupoval na základě stop-lossů a profit-targetů, nikoli otevřením opačných pozic).
- v případě splnění výše uvedených dvou podmínek je testováno, zda došlo k překřížení klouzavých průměrů

V případě splnění všech těchto podmínek zadá systém obchodní příkaz k nákupu či prodeji s výchozím objemem aktiva.

Kompletní zdrojové kódy použitých strategií nalezne čtenář na přiloženém CD, včetně komentářů v češtině.

7 Postup testování a metodika hodnocení

Pro testování indikátorů byl zvolen postup v následujících krocích:

- 1) U každého ze tří testovaných indikátorů zvolíme základní konfiguraci (vyčteme z literatury, internetových diskuzí apod.).
- 2) Provedeme testování základní konfigurace na běžných TimeFrame pro intradenní obchodování
 - 1min
 - 3min
 - 5min
 - 1hod
- 3) Z výsledků testů vybereme TimeFrame, na kterém indikátor vykazuje nejlepší výsledky
- 4) Pokusíme se o základní úpravy obchodního systému pro zkvalitnění výsledků – tak, aby se ještě nejednalo o optimalizaci na konkrétní historická data. Pokusíme se o filtraci vstupních signálů
 - V případě klouzavých průměrů filtrujeme signály vygenerované při nedostatečné likviditě trhu
 - V případě RSI indikátoru optimalizujeme horní a dolní hranici pro posuzování RSI indikátoru
- 5) Programově na serveru provedeme testování indikátoru na historických datech pro všechny běžné kombinace parametrů. Vybereme nejvhodnější kombinaci parametrů (z hlediska výstupního hodnocení systému)

Výše uvedené kroky znamenají ve zkratce vlastně vícestupňovou optimalizaci:

- Optimalizace TimeFrame
- Optimalizace filtrování a úpravy systému
- Optimalizace parametrů

Všechny výše uvedené testy budeme provádět na historických intradenních datech (řádově minutové TimeFrame) o celkové hloubce 10 let (1. 1. 2000 – 1. čtvrtletí 2010). Jako kritéria pro porovnání úspěšnosti indikátoru (jeho obchodního systému) budeme používat:

- Podíl hrubého zisku a hrubých ztrát (Profit Factor)
- Maximální DrawDown
- Počet obchodů (který implikuje nákladovost na poplatcích)

Čistý zisk nebudeme považovat za relevantní kritérium (vypovídá vždy jen o konkrétním komplexním obchodním systému, tj. kombinaci pravidel pro vstupy, výstupy, money management, position sizeing, velikost účtu a obchodované období).

8 Průběh a výsledky testů indikátorů

V této kapitole nalezneme výsledky testů popsaných v předchozích kapitolách. Postup testování je pro všechny indikátory obdobný.

8.1 SMA

Z literatury, z internetových zdrojů i z různých internetových diskuzí můžeme vyčíst, že klouzavé průměry jsou používány v mnoha různých kombinacích. Jeden z prověřených systémů, o kterém se můžeme dočíst poměrně často, je systém využívající klouzavé průměry s periodami 10 a 25.

8.1.1 TimeFrame

Prvním z testů, které provedeme, je zpětné testování klouzavého průměru se základními parametry (viz předchozí odstavec) na základních intradenních TimeFrame. Výsledky tohoto zpětného testu jsou v následujících tabulkách:

	1min			3min		
	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)
Čistý zisk	2360	3515	-1155	2681	3702	-1021
Hrubý zisk	78754	41430	37324	78903	41553	37350
Hrubá ztráta	-76394	-37915	-38479	-76222	-37851	-38371
Profit Factor	1,03	1,09	0,97	1,04	1,1	0,97
Max. DrawDown	-23,01%	-14,08%	-36,96%	-23,01%	-14,08%	-36,96%
Počet obchodů	2671	1362	1309	2670	1364	1306
Poměr ziskových obchodů	50,24%	50,88%	49,58%	50,26%	50,95%	49,54%
Počet ziskových obchodů	1342	693	649	1342	695	647
Počet ztrátových obchodů	1329	669	660	1328	669	659

	5min			60min		
	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)
Čistý zisk	2261	3478	-1217	4055	4003	52
Hrubý zisk	78664	41522	37142	42113	22726	19387
Hrubá ztráta	-76403	-38044	-38359	-38058	-18723	-19335
Profit Factor	1,03	1,09	0,97	1,11	1,21	1
Max. DrawDown	-23,01%	-14,08%	36,96%	-11,54%	-6,56%	-17,13%
Počet obchodů	2666	1362	1304	1960	970	990
Poměr ziskových obchodů	50,23%	50,95%	49,46%	51,79%	54,43%	49,19%
Počet ziskových obchodů	1339	694	645	1015	528	487
Počet ztrátových obchodů	1327	668	659	945	442	503

Tabulka 1 Výsledky výběru nejvhodnějšího TimeFrame pro testování SMA indikátoru

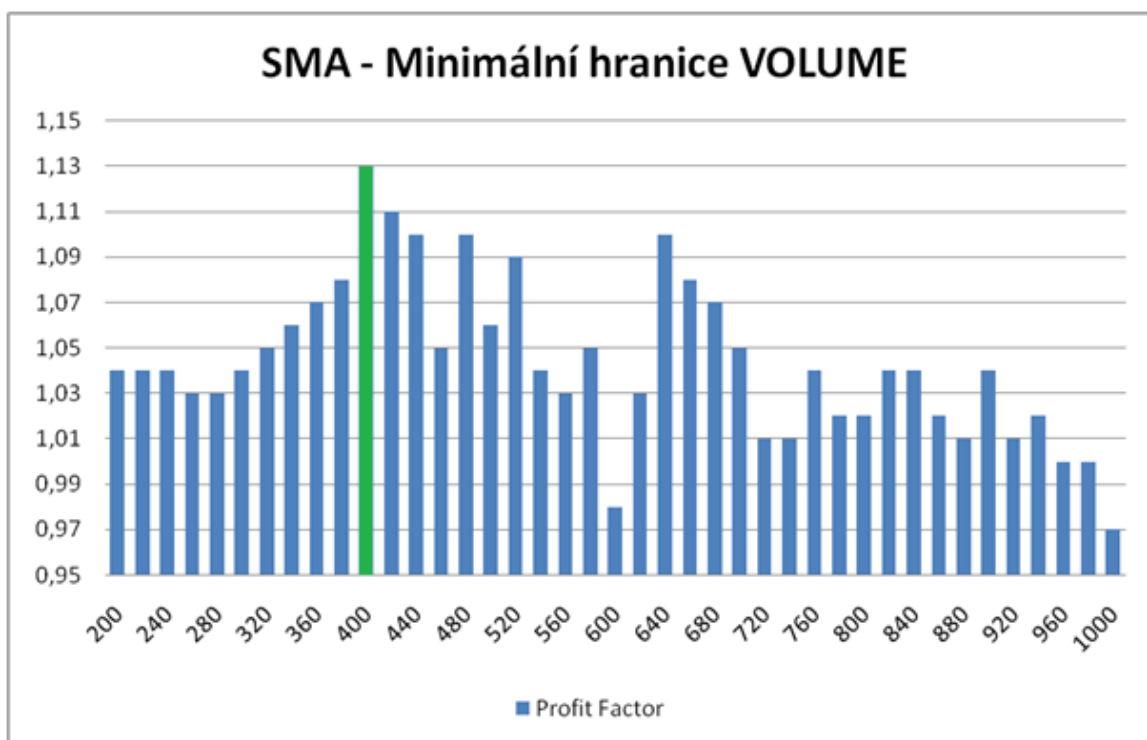
Je vidět, že nejlepší chování z hlediska poměru zisků a ztrát poskytuje hodinový TimeFrame. Pro další testování budeme tedy používat právě tuto periodu.

8.1.2 Filtrace dle likvidity

Problémem obchodního systému v této konfiguraci je poměrně velký počet obchodů, který implikuje vysokou nákladovost systému (poplatky, komise). Je také známou pravdou, že klouzavé průměry nevykazují dobré chování v málo likvidních trzích. Generují mnoho signálů přesto, že trh často nemá jasný a významný trend. Tyto signály vedou často ke ztrátovým obchodům.

Jedním z důvodů neexistence významného trendu bývá obvykle malá likvidita trhu. Signály generované klouzavými průměry se tedy můžeme pokusit filtrovat a za platné považovat jen ty, které byly vygenerovány v době, kdy je trh dostatečně likvidní. Za měřítko likvidity budeme považovat průměrné VOLUME za posledních 5 úseček a signály přijímat za platné jen když je toto průměrné VOLUME vyšší než stanovená hranice.

V závislosti na stanovené hranici průměrného minimálního VOLUME získáváme při testech systému různé výsledky – viz následující graf:



Obrázek 1 Výsledky optimalizace minimální likvidity pro obchodování SMA indikátoru

Vidíme, že nejlepšího Profit Factoru systém dosáhl, obchodoval-li při minimálním průměrném VOLUME 400. Pro další testy budeme tedy používat právě tento filtr.

8.1.3 Periody

Nyní se v souladu s postupem práce stanoveným v předchozích kapitolách pokusíme stanovit optimální kombinaci period delšího a kratšího klouzavého průměru.

Optimalizaci provádíme pro všechny platné kombinace (tj. delší průměr má větší periodu než kratší průměr) s krokem 5 v rozmezí

- Kratší SMA – 5 – 100 úseček
- Delší SMA – 10 – 200 úseček

V následující tabulce jsou uvedeny výsledky několika nejlepších kombinací. Jako nejvhodnější se ukázala kombinace period 75 a 160. (poslední řádky v tabulce oddělené znakem „...“ jsou uvedeny jen jako namátkový příklad některých méně vhodných kombinací pro ilustraci)

Perioda Fast	Perioda Slow	Čistý zisk	Hrubý zisk	Hrubá ztráta	Profit Factor	Max. DrawDown
75	160	2343	5697	-3354	1,7	5,36%
75	170	1926	5113	-3187	1,6	3,26%
75	165	1838	4944	-3106	1,59	3,80%
75	175	1632	5082	-3450	1,47	2,36%
30	90	2642	9002	-6360	1,42	4,93%
35	75	2775	9948	-7173	1,39	8,82%
80	160	1422	5098	-3676	1,39	2,99%

...

60	65	3080	14153	-11073	1,28	7,08%
95	165	776	4580	-3804	1,2	4,07%
40	60	1543	12078	-10535	1,15	7,84%

Tabulka 2 Výsledky výběru nejvhodnější kombinace period SMA indikátoru

8.2 EMA

Dalším testovaným indikátorem byl exponenciální klouzavý průměr. Postup testů byl stejný jako u jednoduchého klouzavého průměru.

8.2.1 TimeFrame

Zpětné testy na jednotlivých intradenních TimeFrame přinesly výsledky uvedené v následující tabulce:

	1min			3min		
	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)
Čistý zisk	3928	3597	331	3981	3654	327
Hrubý zisk	79195	41304	37891	79197	41480	37717
Hrubá ztráta	-75267	-37707	-37560	-75216	-37826	-37390
Profit Factor	1,05	1,1	1,01	1,05	1,1	1,01
Max. DrawDown	-20,21%	-16,86%	-24,95%	-20,21%	-16,86%	-24,95%
Počet obchodů	2669	1350	1319	2667	1351	1316
Poměr ziskových obchodů	50,47%	51,04%	49,89%	50,51%	51,15%	49,85%
Počet ziskových obchodů	1347	689	658	1347	691	656
Počet ztrátových obchodů	1322	661	661	1320	660	660

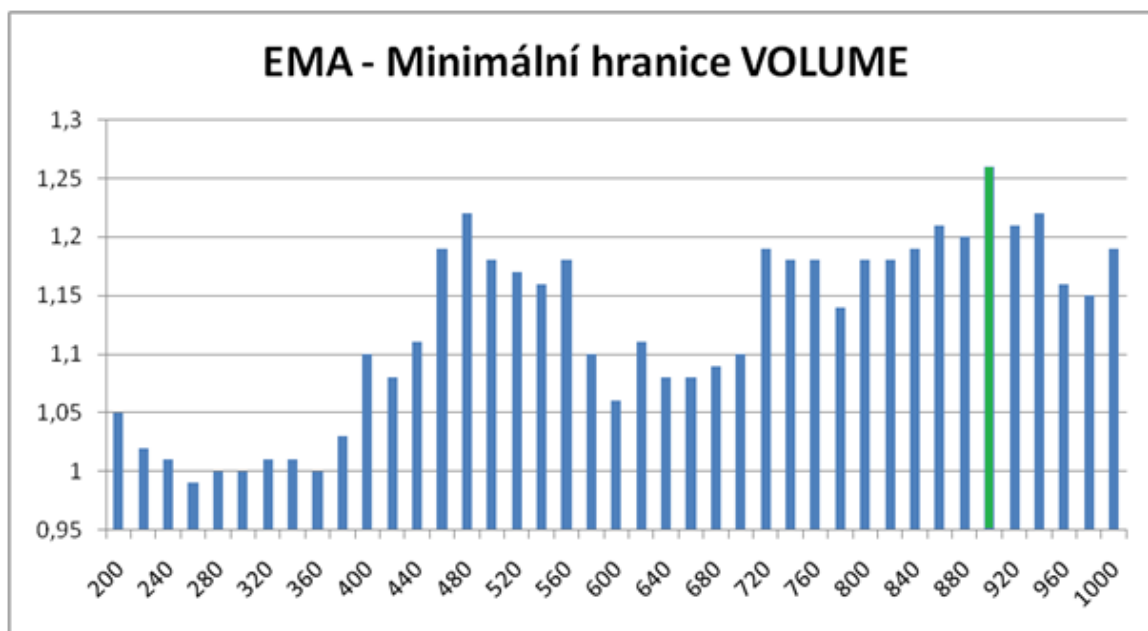
	5min			60min		
	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)
Čistý zisk	4076	3692	384	1738	2583	-845
Hrubý zisk	79268	41440	37828	30803	16638	14165
Hrubá ztráta	-75192	-37748	-37444	-29065	-14055	-15010
Profit Factor	1,05	1,1	1,01	1,06	1,18	0,94
Max. DrawDown	-20,21%	-16,86%	-24,95%	-20,03%	-7,53%	-17,26%
Počet obchodů	2664	1348	1316	1544	759	785
Poměr ziskových obchodů	50,53%	51,11%	49,92%	51,10%	52,96%	49,30%
Počet ziskových obchodů	1346	689	657	789	402	387
Počet ztrátových obchodů	1318	659	659	755	357	389

Tabulka 3 Výsledky výběru nejvhodnějšího TimeFrame pro testování EMA indikátoru

Vidíme, že hodinový TimeFrame se opět ukázal jako nejvhodnější. Nárůst Profit Factoru je sice malý (1,06 oproti 1,05), ale počet obchodů je výrazně menší a obchodní systém je tak vhodnější z hlediska poplatků.

8.2.2 Volume

Test optimalizace na průměrné VOLUME jako minimální hranici pro filtraci vstupních signálů přinesl výsledky znázorněné v následujícím grafu:



Obrázek 2 Výsledky optimalizace minimální likvidity pro obchodování EMA indikátoru

Nejlepších výsledků systém dosáhl pro minimální průměrné VOLUME 900. Pro další testy budeme tedy používat právě tuto hodnotu.

8.2.3 Periody

Stejně tak provedeme automatizovanou sérii testů pro platné kombinace period. Rozmezí testujeme opět s krokem 5:

- Kratší SMA – 5 – 100 úseček
- Delší SMA – 10 – 200 úseček

Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

Fast	Slow	Čistý zisk	Hrubý zisk	Hrubá ztráta	Profit Factor	Max. DrawDown
5	145	1409	3505	-2096	1,67	3,47%
25	35	1754	4708	-2954	1,59	3,51%
5	130	1170	3397	-2227	1,53	3,08%
20	40	1481	4326	-2845	1,52	3,51%
65	160	385	1173	-788	1,49	2,19%
5	175	966	3030	-2064	1,47	2,66%
5	140	1085	3453	-2368	1,46	3,20%
			...			
5	100	1118	4467	-3349	1,33	6,28%
			...			
15	25	1201	5535	-4334	1,28	6,14%

Tabulka 4 Výsledky výběru nejvhodnější kombinace period EMA indikátoru

Nejlepší poměr zisků a ztrát poskytuje kombinace 5/45 s Profit Factorem rovným 1,67.

8.3 RSI

Posledním testovaným indikátorem byl indikátor RSI. Testy byly prováděny stejným postupem jako u předchozích indikátorů. Jen místo optimalizace minimální likvidity (VOLUME) byly optimalizovány horní a dolní hranice indikátoru RSI.

8.3.1 TimeFrame

Prvním testem byla opět volba nejvhodnějšího TimeFrame. Výsledky jsou v následujících tabulkách.

	1min			3min		
	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)
Čistý zisk	4649	5129	-480	4003	4828	-825
Hrubý zisk	88332	45976	42356	87934	45906	42028
Hrubá ztráta	-83683	-40847	-42836	-83931	-41078	-42853
Profit Factor	1,06	1,13	0,99	1,05	1,12	0,98
Max. DrawDown	-20,96%	-17,24%	-30,59%	-20,96%	-17,24%	-30,59%
Počet obchodů	3372	1715	1657	3372	1718	1654
Poměr ziskových obchodů	49,58%	51,20%	47,92%	49,35%	50,99%	47,64%
Počet ziskových obchodů	1672	878	794	1664	876	788
Počet ztrátových obchodů	1700	837	863	1708	842	866

	5min			60min		
	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)	Všechny obchody	Nákupy (long)	Prodeje (short)
Čistý zisk	4194	4975	-781	368	-977	1345
Hrubý zisk	88040	45972	42068	28432	13226	15206
Hrubá ztráta	-83846	-40997	-42849	-28064	-14203	-13861
Profit Factor	1,05	1,12	0,98	1,01	0,93	1,1
Max. DrawDown	-20,96%	-17,24%	-30,59%	-18,58%	-16,05%	-6,40%
Počet obchodů	3369	1717	1652	1452	693	759
Poměr ziskových obchodů	49,36%	51,02%	47,64%	48,69%	49,64%	47,83%
Počet ziskových obchodů	1663	876	787	707	344	363
Počet ztrátových obchodů	1706	841	865	745	349	396

Tabulka 5 Výsledky výběru nejvhodnějšího TimeFrame pro testování RSI indikátoru

Nejvhodnější se ukázal nejkratší TimeFrame 1min. Rozdíly jsou však velmi malé a systém se jeví poměrně nevýhodný.

8.3.2 Top/Bottom

Další optimalizací byla série testů pro zjištění nejvhodnějších hranic TOP a BOTTOM pro indikaci překoupených a přeprodaných trhů. Jako nejlepší kombinace se ukázaly hranice 45 a 65, což je relativně překvapivý výsledek, jelikož doporučené hodnoty uvedené v literatuře jsou v drtivé většině 30 a 70 nebo 20 a 80.

Poznamenejme však, že ani po téhle optimalizaci nedosáhl poměr zisků a ztrát (Profit Factor) příznivé hodnoty (konkrétně 1,14, což je v porovnání s klouzavými průměry znatelně méně).

Spodní hranice RSI	Horní hranice RSI	Čistý zisk	Hrubý zisk	Hrubá ztráta	Profit Factor	Max. DrawDown
45	65	11600	96133	-84533	1,14	23,21%
50	65	11142	94981	-83839	1,13	22,65%
45	60	10034	95081	-85047	1,12	25,31%
45	70	9920	95201	-85281	1,12	25,96%
50	60	9335	94041	-84706	1,11	18,33%
45	55	8465	92899	-84434	1,1	24,29%
35	65	8169	94583	-86414	1,09	17,68%
			...			
35	70	5085	92272	-87187	1,06	46,71%
			...			
25	70	833	79796	-78963	1,01	37,52%
			...			
20	75	-1465	51600	-53065	0,97	43,38%

Tabulka 6 Výsledky výběru nejlepší kombinace TOP/BOTTOM hranic pro obchodování RSI indikátoru

8.3.3 Periody

Posledním testem tohoto indikátoru byly optimalizace základní periody RSI a periody vyhlazovacího exponenciálního klouzavého průměru. Výsledky testů jsou uvedeny v následující tabulce:

Perioda RSI	Vyhlažovací perioda	Čistý zisk	Hrubý zisk	ubá ztráta	Profit Factor	Max. DrawDown	Počet obchodů
18	6	11637	94997	-83360	1,14	-15,48%	3427
18	8	11637	94997	-83360	1,14	-15,48%	3427
18	4	11637	94997	-83360	1,14	-15,48%	3427
18	1	11637	94997	-83360	1,14	-15,48%	3427
18	2	11637	94997	-83360	1,14	-15,48%	3427
18	10	11637	94997	-83360	1,14	-15,48%	3427
18	18	11637	94997	-83360	1,14	-15,48%	3427
			...				
16	14	11265	95609	-84344	1,13	-16,71%	3445
			...				
22	14	8976	92421	-83445	1,11	-17,80%	3416
			...				
32	14	5259	87178	-81919	1,06	-30,98%	3355

Tabulka 7 Výsledky výběru nejvhodnější kombinace period RSI indikátoru

Výsledky této optimalizace ukázaly, že poměr zisku a ztrát se nezlepšil (stále 1,14) ani pro všechny ostatní kombinace period. To svědčí o tom, že hodnoty doporučené v literatuře jsou skutečně nejvhodnější či s nadsázkou řečeno jediné vhodné.

8.4 Shrnutí výsledků optimalizací

Testovali jsme tři základní indikátory technické analýzy. Pro každý z indikátorů jsme provedli tři základní optimalizace.

Následující tři tabulky ukazují výsledky, nakolik byly jednotlivé optimalizace úspěšné: (sledujeme především sloupec s poměrem zisků a ztrát – Profit Factor)

	SMA		
	Profit Factor	Max DrawDown	Počet obchodů
Po výběru TimeFrame	1,11	-11,54%	1960
Po optimalizaci VOLUME	1,13	-8,93%	1351
Po optimalizaci PERIOD	1,7	-5,36%	218

	EMA		
	Profit Factor	Max DrawDown	Počet obchodů
Po výběru TimeFrame	1,06	-20,03%	1544
Po optimalizaci VOLUME	1,26	-4,24%	225
Po optimalizaci PERIOD	1,67	-3,47%	110

	RSI		
	Profit Factor	Max DrawDown	Počet obchodů
Po výběru TimeFrame	1,06	-20,96%	3372
Po optimalizaci TOP/BOTTOM	1,14	-23,21%	3453
Po optimalizaci PERIOD	1,14	-15,48%	3427

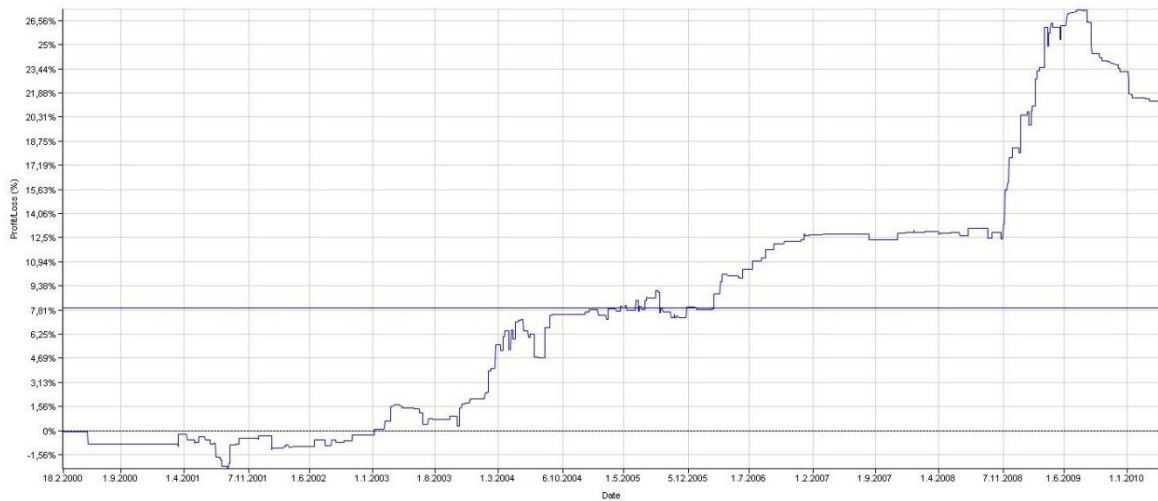
Tabulka 8 Souhrn dosažených hodnot ukazatelů po provedení jednotlivých optimalizací na testovaných indikátorech

Z výsledků vidíme, že filtrace pomocí VOLUME byla neúspěšnější u exponenciálního klouzavého průměru (zlepšení z 1,06 na 1,26), zatímco u jednoduchého klouzavého průměru přinesla jen nepatrné zlepšení (1,11 na 1,13).

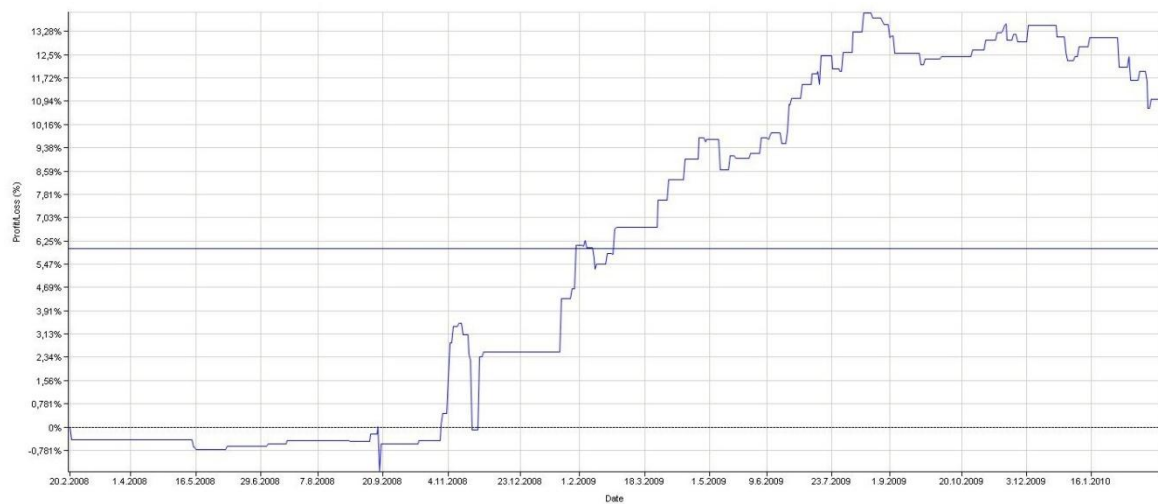
Optimalizace period přinesla u obou klouzavých průměrů znatelné zlepšení – v obou případech až na velmi příznivý poměr 1,67 resp. 1,7.

V případě indikátoru RSI přinesla zlepšení pouze optimalizace hranic TOP a BOTTOM. Toto zlepšení však nemůžeme považovat za významné. S přihlédnutím k tomu, že se tyto hranice značně liší od literaturou doporučovaných, můžeme tvrdit, že se v tomto případě jedná čistě o optimalizaci na historická data a je velmi pravděpodobné, že v reálných trzích (budoucích datech) by systém nevykazoval příznivé výsledky. Optimalizace period v tomto případě nezlepšila výkonnost systému.

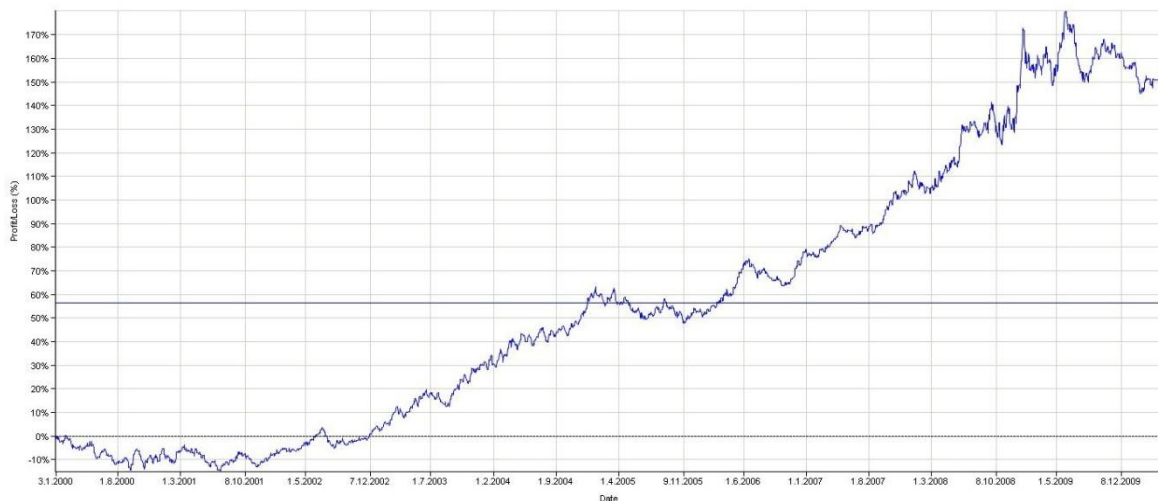
Zajímavé může být porovnání grafu kumulovaného profitu (obvykle zvaném equity graf). V tomto případě je naší tendencí dostat se na co nejstabilnější a nejrovnoměrnější růst. Na následujících třech grafech jsou znázorněny equity grafy pro nejlepší (optimální) kombinace parametrů všech tří testovaných indikátorů:



Obrázek 3 Kumulovaný profit optimalizovaného AOS testujícího SMA indikátor



Obrázek 4 Kumulovaný profit optimalizovaného AOS testujícího EMA indikátor



Obrázek 5 Kumulovaný profit optimalizovaného AOS testujícího RSI indikátor

Vidíme, že ačkoli systém založený na indikátoru RSI má nejmenší ProfitFactor, jeho equity křivka je mnohem vyrovnanější a nadělované zisky jsou tak mnohem stabilnější. To může znamenat, že při správném money-managementu může být tento systém dokonce výhodnější než předchozí dva.

Závěr

Indikátory technické analýzy jsou bezesporu důležitým prvkem obchodních strategií mnoha obchodních systémů. Tato práce se u vybraných indikátorů pokouší posoudit jejich vhodnost pro využití jako základní stavební kámen takové strategie.

V rámci toho bylo provedeno velké množství testů (řádově tisíce až desetitisíce automaticky provedených testů) na všech základních časových rámcích obchodování, a to na skutečných historických datech za posledních přibližně deset let.

Z výsledků těchto testů nelze vyvodit jednoznačný závěr, který by objektivně hodnotil vhodnost použitých indikátorů pro konkrétní typ obchodních strategií. Lze však vyvodit určité závěry ohledně vhodnosti použití těchto indikátorů jakožto klíčových prvků pro obchodní strategie obecně.

Při základním použití indikátorů s parametry bez zásadních optimalizací systémy sice vždy vykazovaly profitabilní charakter, ale v praxi by se zřejmě z důvodů poplatků či jiných praktických aspektů obchodování jevíly jako zcela nevhodné.

Po provedení mnoha testů a optimalizací se parametry těchto jednoduchých obchodních systémů podstatně zlepšily (řádově až o 60%). Obchodní systémy s podobnou výkonností již mají velký potenciál stát se stabilně ziskovými.

Je však nutné poznamenat, že základní obchodní systémy postavené na testovaných indikátorech by v těchto podobách nebyly použitelné pro stabilní dlouhodobé obchodování – především proto, že s obchodováním je spojeno mnoho rizik a vedlejších nákladů, se kterými obchodní systémy použité při testování nepočítají.

Na základě výsledků dosažených při testování lze tedy říci, že pouhé využití indikátorů k dlouhodobě profitabilnímu automatickému obchodování nestačí ani po provedení úspěšných optimalizací. Vzhledem k získaným výsledkům však lze s jistotou tvrdit, že by tyto indikátory mohly sloužit jako důležitý prvek komplexnější obchodní strategie.

Tato práce může také sloužit jako podnět k dalšímu výzkumu, především k dalšímu testování vybraných indikátorů, jejich kombinací s jinými indikátory či k vývoji strategií týkajících se money-managementu a ochrany proti tržním rizikům. Lze tvrdit, že výsledky takového výzkumu by měly slibný potenciál stát se finančně úspěšnými.

Literatura

- [1] NESNÍDAL, Tomáš; PODHAJSKÝ, Petr. *Obchodování na komoditních trzích : průvodce spekulanta*. 2. rozš. vyd. Praha : Grada, 2007. 200 s. ISBN 80-247-1851-0.
- [2] KOSTOLANY, André. *Kostolanyho burzovní seminář pro kapitálové investory a spekulanty : průvodce spekulanta*. P. Jeřábek. Praha : Mirage, 2000. 207 s. ISBN 80-238-5969-2.
- [3] FUCHS, David. *Finanční trhy*. Brno : Masarykova univerzita, 2004. 120 s. ISBN 80-210-3526-9.
- [4] NÝVLTOVÁ, Romana; REŽŇÁKOVÁ, Mária. *Mezinárodní kapitálové trhy : zdroj financování*. Praha : Grada, 2007. 222 s. ISBN 978-80-247-1922-1.
- [5] PODHAJSKÝ, Petr. *Financnik.cz* [online]. 27. 7. 2006 [cit. 2010-04-07]. Mechanický vs. diskreční přístup k obchodování. Dostupné z WWW: <http://www.financnik.cz/komodity/fin_obchod/mechanicke-vs-diskrejni-obchodovani.html>.
- [6] PODHAJSKÝ, Petr. *Financnik.cz* [online]. 3. 3. 2005 [cit. 2010-04-07]. Typy obchodních příkazů. Dostupné z WWW: <http://www.financnik.cz/komodity/fin_obchod/typy-obchodnich-prikazu.html>.
- [7] PODHAJSKÝ, Petr; NESNÍDAL, Tomáš. *Financnik.cz* [online]. 8. 12. 2004 [cit. 2010-04-07]. Money-management. Dostupné z WWW: <<http://www.financnik.cz/komodity/manual/money-management.html>>.
- [8] NESNÍDAL, Tomáš. *Měšec.cz* [online]. 10. 8. 2005 [cit. 2010-04-07]. RSI - silný nástroj k bohatým ziskům. Dostupné z WWW: <<http://www.mesec.cz/clanky/rsi-silny-nastroj-k-bohatym-ziskum/>>.
- [9] *FXstreet.cz : Svět obchodování na FOREXu* [online]. 2010 [cit. 2010-04-07]. Korelace měn. Dostupné z WWW: <<http://www.fxstreet.cz/korelace-men.html>>.

Seznam zkratek

AOS	Automatický obchodní systém
CP	Cenný papír
EMA	Exponential Moving Average (Exponenciální klouzavý průměr)
OTC	Over The Counter (časté označení mimoburzovních trhů)
RSI	Relative Strength Index
SMA	Simple Moving Average (Jednoduchý klouzavý průměr)

Seznam příloh

Příloha 1: CD obsahující

- Historická data, na kterých byly prováděny testy indikátorů
- Zdrojové kódy aplikace pro převod historických dat do formátu vhodného pro import do programu NinjaTrader
- Výsledky testů a optimalizací v tabulkách Microsoft Excel
- Zdrojové kódy automatických obchodních systémů použitých pro testování indikátorů