



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

VYUŽITÍ AUTOMATICKÝCH OBCHODNÍCH SYSTÉMŮ NA KOMODITNÍCH TRZÍCH

USE OF AUTOMATED TRADING SYSTEMS ON COMMODITY MARKETS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BC. MARTIN HERICH

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

ING. JAN BUDÍK, PH.D.

BRNO 2015

Abstrakt

Diplomová práca sa zameriava na využitie automatizácie obchodovania s komoditami pomocou automatických obchodných systémov - expert advisors. Práca popisuje teoretické základy komoditných trhov a princípy obchodovania, technickú analýzu trhu, návrh stratégie a jej implementáciu ako automatický obchodný systém. V závere sú zhodnotené dosiahnuté výsledky.

Abstract

Focus of master's thesis is usability of automated trading of commodities with automated trading systems - expert advisors. Thesis describe theoretical background of commodity markets, trading principles, technical analysis of market, design and implementation of strategy as expert advisor. In conclusion, results are analyzed.

Klíčová slova

Automatický obchodný systém, komodity, komoditné trhy, MetaTrader, stratégia, obchodovanie.

Keywords

Automated trading system, expert advisor, commodities, commodity markets, MetaTrader, strategy, trading.

Citace

HERICH, M. *Využití automatických obchodních systémů na komoditních trzích*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2015. 72 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jan Budík, Ph.D..

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

.....

Bc. Martin Herich

20. mája 2015

Poděkování

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce, Ing. Janovi Budíkovi, Ph.D. za trpezlivosť a cenné rady k spracovaniu tejto práce. Tiež chcem poďakovať mojej rodine a priateľom, ktorí ma pri písaní práce podporovali.

Obsah

1.Úvod.....	7
2.Cieľ práce a metodika vypracovania.....	8
3.Teoretické východiská.....	9
3.1.Trh.....	9
3.1.1.Komoditný trh.....	10
3.1.2.Kontrakty.....	12
3.1.3.Komodity.....	13
3.2.Obchodovanie.....	14
3.2.1.Obchodníci.....	14
3.2.2.Burza.....	14
3.2.3.Broker.....	15
3.2.4.Obchodovanie.....	15
3.3.Analýza trhu a predikcia vývoja.....	20
3.3.1.Fundamentálna analýza.....	21
3.3.2.Psychologická analýza.....	21
3.4.Technická analýza.....	23
3.4.1.Výhody a nevýhody technickej analýzy.....	24
3.4.2.Kľzavé priemery.....	24
3.4.3.Relative Strength Index.....	26
3.4.4.Williams % R.....	27
3.5.Automatické obchodné systémy.....	29
3.5.1.Výhody a nevýhody AOS.....	30
3.5.2.Zdroje dát.....	31
3.5.3.Prehľad súčasných platforiem.....	31
3.6.Metódy umelej inteligencie.....	33
3.6.1.Genetické algoritmy.....	33
3.6.2.Fuzzy logika.....	34
3.6.3.Neurónové siete.....	34
4.Analýza súčasného stavu poznatkov.....	35
5.Návrh riešenia.....	40
5.1.Zostavenie plánu.....	43
5.1.1.Cieľ.....	43

5.1.2.Zdroje.....	44
5.1.3.Portfólio.....	44
5.1.4.Metódy.....	45
5.1.5.Money management.....	46
5.2.Programové prostriedky.....	48
5.2.1.MetaTrader 4.....	50
5.2.2.MetaEditor.....	50
5.2.3.Jazyk MQL4.....	52
5.2.4.Tester stratégií.....	52
5.3.Vstupné dáta.....	53
5.4.Návrh investičných stratégií.....	54
5.4.1.Návrh základnej stratégie.....	54
5.4.2.Implementácia v jazyku MQL4.....	56
5.5.Testovanie stratégie a optimalizácia.....	62
5.5.1.Určenie parametrov stratégie.....	62
5.6.Analýza riešenia.....	68
5.6.1.Pozitíva.....	68
5.6.2.Negatíva.....	68
5.6.3.Zhrnutie.....	69
6.Záver.....	70

1. Úvod

Obchodovanie a výmena statkov je neoddeliteľnou súčasťou modernej spoločnosti. Obchod s komoditami umožňuje naplňať ľudské potreby na globálnej úrovni. Avšak v súčasnosti obchod s komoditami nie je len o výmene komodít medzi producentom a spotrebiteľom alebo spracovávateľom.

Dnes sa obchoduje aj so samotnými dodacími zmluvami. Živosť trhu s komoditami umožňuje s týmito kontraktmi špekulovať a dosiahnuť zisk.

Vďaka nástupu informačných technológií, je takéto obchodovanie prístupné aj pre široké spektrum ľudí, ktorí ani nemusia byť profesionálni obchodníci. S dostatočnou vôľou vzdelávať sa v oblasti obchodu a informačných technológií môže aj začínajúci obchodník dosiahnuť úspech.

Táto práca popíše využitie automatizácie obchodovania s komoditami. Automatické obchodovanie vyžaduje viac znalostí v oblasti IT, ale dokáže priniesť úsporu času a energie obchodníka, a tým zlepšiť úspešnosť a zisk-

2. Cieľ práce a metodika vypracovania

Ako už napovedá názov, táto práca sa zameriava na obchodovanie pomocou automatických (robotických) systémov na kapitálových trhoch. Cieľom práce je overiť použitie týchto systémov a nájsť efektívny prístup k takémuto obchodovaniu.

Literatúra často ponúka rozdielne „zaručené“ tipy a návody, väčšinou založené na osobnej skúsenosti autora (obchodníka) a mnohokrát si rôzne zdroje vzájomne odporujú. Internetové zdroje sú častokrát veľmi povrchné a zjednodušené, pretože autori pravdepodobne nechcú prezradiť úspešné stratégie a prístupy zadarmo, čo je pochopiteľné. Na druhej strane, mnohé akademické práce sú zamerané veľmi úzko a na konkrétny problém.

Táto práca má cieľom byť niekde medzi, na pomyselnej zlatej strednej ceste, kde predstaví široké teoretické základy, navrhne a analyzuje detailný prístup k automatickému obchodovaniu ukáže smer, ktorým sa tieto prístupy môžu ďalej rozvíjať.

Metódy a postupy, ktoré slúžia na dosiahnutie tohoto cieľa budú založené na technických a programových prostriedkoch – obchodnej platforme MetaTrader (vrátane vývojového prostredia MetaEditor), a dáta, nad ktorými bude prebiehať testovanie budú historické a poskytnuté priamo od brokerských spoločností.

3. Teoretické východiská

V tejto kapitole sú stručne popísané základné pojmy a teória, na ktorej je postavená táto práca.

3.1. Trh

Pojem trh, z ekonomického hľadiska definuje miesto a nástroje, kde dochádza k interakcii medzi predajcami a nákupcami. Dochádza tam k obchodovaniu tovarov, služieb, financií a iných inštrumentov za peniaze alebo formou výmenného obchodu. Trh musí obsahovať nástroje k určení ceny, komunikácii a uskutočneniu transakcií.

Finančné trhy môžeme rozdeliť do 4 hlavných kategórií, kde deliacimi kritériami sú subjekty, nástroje a časový horizont [6].

Peňažný trh. Na tomto trhu sa obchoduje s krátkodobými finančnými nástrojmi (splatnosť kratšia ako jeden rok): s krátkodobými úvermi a krátkodobými cennými papiermi.

Kapitálový trh. Tento trh zabezpečuje dlhodobé zdroje financovania a je najdôležitejšou formou získavania investícií. Dominantnými subjektmi sú firmy a vlády, ktoré obchodujú s akciami a dlhopismi, čiže rozdelenie tohoto trhu je hlavne na akciový a dlhopisový. Ďalšie nástroje na tomto trhu sú strednodobé a krátkodobé úvery, finančný leasing, hypotekárne listy alebo podiely.

Tento trh sa ďalej delí na primárny a sekundárny.

Primárny trh je trh nových cenných papierov, vydaných subjektmi na získanie investícií.

Sekundárny trh je trh s už vydanými cennými papiermi, ktoré sa predávajú v čase medzi vydaním a splatnosťou. Tento trh sa dá ďalej rozdeliť na organizovaný (burza) a neorganizovaný.

Devízový trh. Tento trh je tiež nazývaný menový alebo forex (z angl. foreign exchange). Na tomto trhu sa prevádza kapitál z jednej meny do druhej. Subjektmi na tomto trhu sú firmy a vlády, ako aj obyvateľstvo. Nástroje tvoria valuty a hlavne devízy. Valuty sú finančné prostriedky cudzej meny v hotovostnej forme, devízy sú prostriedky cudzej meny v bezhotovostnej forme.

Trh derivátov. Na tomto trhu sa obchoduje s derivátmi, finančnými nástrojmi odvodenými od podkladového aktíva, ktoré môže byť tvorené komoditami. Cena derivátov závisí od ceny tohto aktíva. Na rozdiel od trhu s reálnymi aktívami, na trhu derivátov sa obchoduje s finančnými kontraktmi nad týmito reálnymi (podkladovými) aktívami.

3.1.1. Komoditný trh

Komoditný trh je typ finančného trhu, kde sa môže obchodovať s reálnymi aktívami alebo s derivátmi komodít. Organizovanou formou tohto trhu je komoditná burza. Na tejto burze sa obchodujú vlastnícke práva štandardizovaných množstiev alebo objemov rôznych komodít s vopred dohodnutou cenou a dátumom dodania. V súčasnosti sa hlavne obchoduje s kontraktami pred dátumom dodania, bez fyzickej manipulácie s komoditou [5].

Pod pojmom komodita rozumieme fyzické substancie prírodnej alebo priemyselnej produkcie ako zlato, meď, ropa, káva, sója. Komodity sa bežne delia do troch základných kategórií:

- *Kovy* (zlato, striebro, meď, platina, vzácne/alkalické kovy)
- *Palivá* (ropa, uhlie, zemný plyn)
- *Lahké komodity* (hlavne poľnohospodárske produkty – plodiny)

Nevýhodou investovania do komodít je hlavne to, že ich držanie neprináša žiadnu hodnotu. Ale napriek tomu, obchodovanie s komoditami prináša veľkú výhodu v tom, že cena komodít rastie [8]. Rast cien za posledných 10 rokov znázorňuje nasledujúca tabuľka:

Komodita	Cena 12/2003 (USD)	Cena 12/2013 (USD)	Približný nárast (%)
Ropa (barel)	29,95	105,49	352
Zlato (oz t)	406,95	1224,45	300
Pšenica (t)	165,57	291,56	176
Káva (t)	1646,58	2824,54	171

Tabuľka 1: Ceny komodít 2003-2013. Zdroj:

<http://www.indexmundi.com/commodities/>

Z tabuľky 1 je vidieť jasný trend v raste cien. Táto tabuľka avšak zobrazuje dlhý časový horizont a nereflektuje napríklad aktuálny pokles cien zlata. No ukazuje dlhodobý trend rast cien komodít. Hlavné dôvody rastu cien komodít sú nasledovné [8]:

- *Obmedzenosť zdrojov.* Náročnosť získavania komodít stúpa s vyťažovaním ľahko dostupných zdrojov. Mnoho základných komodít je neobnoviteľných a v obmedzenom množstve.
- *Znehodnocovanie peňazí.* Inflácia a neustále emitovanie ďalších peňazí do obehu znehodnocuje menu a zdražuje komodity.
- *Ekonomický rast.* Ekonomický rozvoj a zlepšovanie životnej úrovne v štátoch ak Čína, India a Brazília zvyšuje dopyt (poptávku) po surovinách.

Zjednodušené rozdelenie komoditných obchodov je nasledujúce [1]:

- **Spot obchodovanie** – dodávka komodity je v krátkom časovom horizonte. Súčasťou tohto typu obchodu môžu byť vzorky komodít.
- **Forward kontrakt** – základný spôsob obchodovania s komoditami. Kontrakt špecifikuje presnú cenu, určitý objem komodity, kvalitu a dátum dodania. Typom forward kontraktu je derivát *futures*, ktorý štandardizuje kvalitu a objem, dohadovanie prebieha hlavne o cene [1][7].

3.1.2. Kontrakty

Najobchodovanejšími typmi kontraktov na komoditných trhoch sú *futures* a *CFD*. Tieto kontrakty sú si v mnohom spoločné, no majú niekoľko zásadných rozdielov. Obidva typy sa obchodujú na trhoch, ktoré sú v angličtine nazývané futures markets. Taktiež v oboch prípadoch kontrakty umožňujú dlhodobé a aj krátkodobé obchody, a jedná sa o finančné deriváty.

Futures, tiež nazývané termínové kontrakty, sú dohody (zmluvy) medzi dvoma stranami o dodaní komodity za zmluvnú cenu v presne stanovený dátum dodania. Táto dohoda prebieha na pôde autorizovanej burzy. Kupujúci má právo požiadať o dodanie komodity, ale väčšina vyrovnaní prebieha bez dodania komodity vyrovnaním finančných pohľadávok. Pri týchto kontraktoch broker vystupuje ako sprostredkovateľ. Z toho dôvodu sa futures považujú za maržový nástroj (derivát), a obchodníkovi pri otvorení kontraktu stačí menšia zábezpeka (väčšinou 10% hodnoty kontraktu) [1].

Je to historicky najstarší typ kontraktu, ktorý vznikol v 19. storočí na prvých komoditných burzách v USA. V súčasnosti je najpoužívanější typ kontraktu [9].

Výhodou futures kontraktov sú teda nižšie vstupné náklady a poplatky. Nevýhodou je väčší požadovaný objem komodity (pre menších investorov) a expirácia kontraktu v stanovený deň, kedy tento nástroj prestane existovať.

CFD (contract for difference, kontrakt na vyrovanie) je kontrakt, ktorého podkladovým aktívom môže byť práve termínový kontrakt. CFD kontrakty už nemajú dátum dodania (expirácie). Obchodovanie s CFD nie je spojené s vlastníctvom podkladového aktíva, ale je zamerané na cenový rozdiel. Protistranou v tomto obchode nebýva zväčša burza, ale práve broker. CFD mávajú vyššie poplatky a väčší rozdiel medzi nákupnou a predajnou cenou (spread), preto sa nehodia na intradenné obchodovanie [19].

3.1.3. Komodity

V časti o komoditných trhoch boli stručne uvedené kategórie komodít a ktoré komodity do tých kategórií patria. V tejto časti budú popísané najbežnejšie obchodované komodity na svetových burzách [1][17].

Ropa je strategická surovina a motor dnešnej civilizácie. Trh s ropou je veľmi likvidný a volatilný, silne ovplyvňovaný fundamentálnymi faktormi. Najväčšími exportérmi sú krajiny Blízkeho východu, Líbya, Nigéria, Rusko, Kanada a USA. Najobchodovanejšími typmi ropy je ropa Brent zo Severného mora a americká WTI (West Texas Intermediate). Trh s ropou nie je vhodný pre začínajúcich obchodníkov.

Zlato je ďalšia z často obchodovaných komodít. Je často vyhľadávaná dlhodobými investormi, pretože si drží stabilne stúpajúci trend ceny. Krátkodobé zmeny sa často pohybujú proti vývoji ceny amerického dolára.

Striebro je často obchodovaná komodita s veľkou volatilitou a veľkým objemom obchodov. Práve veľký objem obchodov vyžaduje aj od malých špekulantov veľký obchodný kapitál.

Sója predstavuje likvidný trh, ale silne závislý na počasí a preto je náročnejší na predvídanie vývoja.

Kukurica je, podobne ako sója, populárny a likvidný trh, no ovplyvňovaný počasím.

Cukor je jedna z najobchodovanejších komodít medzi potravinovými komoditami. Predstavuje volatilný trh kde obchoduje veľa malých obchodníkov, vrátane začínajúcich.

3.2. Obchodovanie

V predchádzajúcich častiach sme si predstavili trhy, spôsoby analyzovania trhov, a programové prostriedky. V tejto časti budú popísané prvky samotného obchodovania ako burza, broker a ako prebieha samotný obchod.

3.2.1. Obchodníci

Na trhoch s komoditami obchodujú rôzne druhy obchodníkov. Dajú sa rozdeliť do troch základných kategórií [16].

- Komerčné subjekty: používajú komoditné trhy na zaistenie komerčnej produkcie, či už sa jedná o producentov (farmy, bane) alebo spotrebiteľov (oceliarne). V angličtine sú nazývaní *hedgers*.
- Veľký špekulanti: profesionáli z bánk a fondov, špekulujú na zmene ceny, a obchodujú s rádovo stovkami kontraktov.
- Malí špekulanti: obchodníci, ktorí nespádajú do vyššie uvedených kategórií.

Malí obchodníci sa zameriavajú práve na technické obchodovanie.

3.2.2. Burza

Burza (angl. market) je voľne definované mieste kde prebieha obchod, teda výmena statkov. V kontexte tejto práce a trhov vyššie popísaných, je to miesto kde prebieha samotné obchodovanie s kontraktami na komodity.

Komoditných búrz existuje vo svete množstvo. Na veľkých burzách objem obchodovaných komodít umožňuje špekulácie (teda obchodovanie s kontraktami), malé burzy (ako napr. Komoditní Burza Praha) sú viac zamerané na obchody medzi producentmi a odberateľmi.

3.2.3. Broker

Broker, alebo tiež nazývaný *maklér*, je vo väčšine prípadov osoba, ktorá vykonáva príkazy obchodníka na burze alebo burzách. Jedná sa vlastne o sprostredkovateľa medzi obchodníkom a burzou. Komunikácia príkazov medzi brokerom a obchodníkom môže byť telefonická, emailová, alebo čisto elektronická na úrovni obchodného softvéru. Keďže príkazy majú často dlhodobjší charakter, samotné vykonávanie obsahuje mimo predaja a nákupu aj sledovanie vývoja cien, čakanie na konkrétnu cenovú hladinu, apod. Okrem toho môžu brokeri poskytovať aj ďalšie služby ako konzultácie, kontrolu, rady a tipy (tzv. full service)[16]. Brokerom sa za ich služby platí poplatok tzv. *comission* alebo *fee*, ktorý je účtovaný za tzv. *round turn* (RT), čo je uzatvorený obchod. Pri intradennom obchodovaní, je tento poplatok výrazne nižší ako pri dlhodobom.

Brokeri môžu fungovať samostatne, ale bývajú združení v brokerských domoch, čo sú v podstate firmy poskytujúce celú škálu služieb pre obchodníkov, ako spravodajstvo, burzové dáta, analýzy, brokerské služby, školenia. Pri využívaní AOS sa obchodná platforma napojí práve na servery brokerského domu, odkiaľ čerpá aktuálne tržné dáta, kde je tiež spravovaný obchodný účet, a kde sa vykonávajú príkazy zadane cez systém. V Českej republike pôsobia napr. spoločnosti Admiral Markets, Xtrade Brokers a iné.

3.2.4. Obchodovanie

Obchodovanie prebieha pomocou príkazov na burze. Existuje niekoľko základných príkazov, ktoré sa dajú rozdeliť na dve skupiny, a to príkazy pre nákup a pre predaj. Obidve tieto skupiny sa ďalej dajú rozdeliť na dve podskupiny a to príkazy s okamžitým vykonaním, a čakajúce príkazy. Čakajúce príkazy majú podmienku, pri ktorej sa vykonajú (napr. dosiahnutie určitej ceny) [16].

Príkaz teda môže mať nasledujúcu formu:

BUY 1 GCQ5 1,204.90

Tento príkaz sa interpretuje ako okamžitý nákup jedného kontraktu zlata (termín dodania august 2015¹) za cenu 1204,9 amerických dolárov.

Online obchodná platforma MetaTrader 4, ktorá bude popísaná ďalej v texte pracuje s nasledujúcimi 6 príkazmi:

- BUY - okamžitý nákup.
- SELL - okamžitý predaj.
- BUYLIMIT - čakajúci nákup, ktorý sa aktivuje keď cena klesne k zadanej hranici.
- SELLLIMIT - čakajúci predaj, ktorý sa aktivuje keď cena stúpne k zadanej hranici.
- BUYSTOP - čakajúci nákup, ktorý sa aktivuje keď cena stúpne k zadanej hranici.
- SELLSTOP - čakajúci predaj, ktorý sa aktivuje keď cena klesne k zadanej hranici.

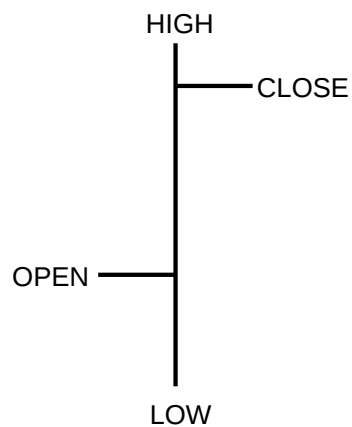
Okrem aktuálnej predajnej a nákupnej ceny inštrumentu, obchodník pri analýze stavu trhu pracuje ešte ďalšími cenovými hladinami pre danú časovú jednotku. Pri grafovej analýze vývoja trhu sa používajú tieto premenné:

- OPEN - otváracia cena, teda cena na začiatku časovej jednotky (napr. na začiatku obchodného dňa).
- CLOSE - zatváracia cena, teda cena na konci časovej jednotky.
- HIGH - najvyššia cena, ktorá bola za danú časovú jednotku dosiahnutá.
- LOW - najnižšia cena, ktorá bola za danú časovú jednotku dosiahnutá.

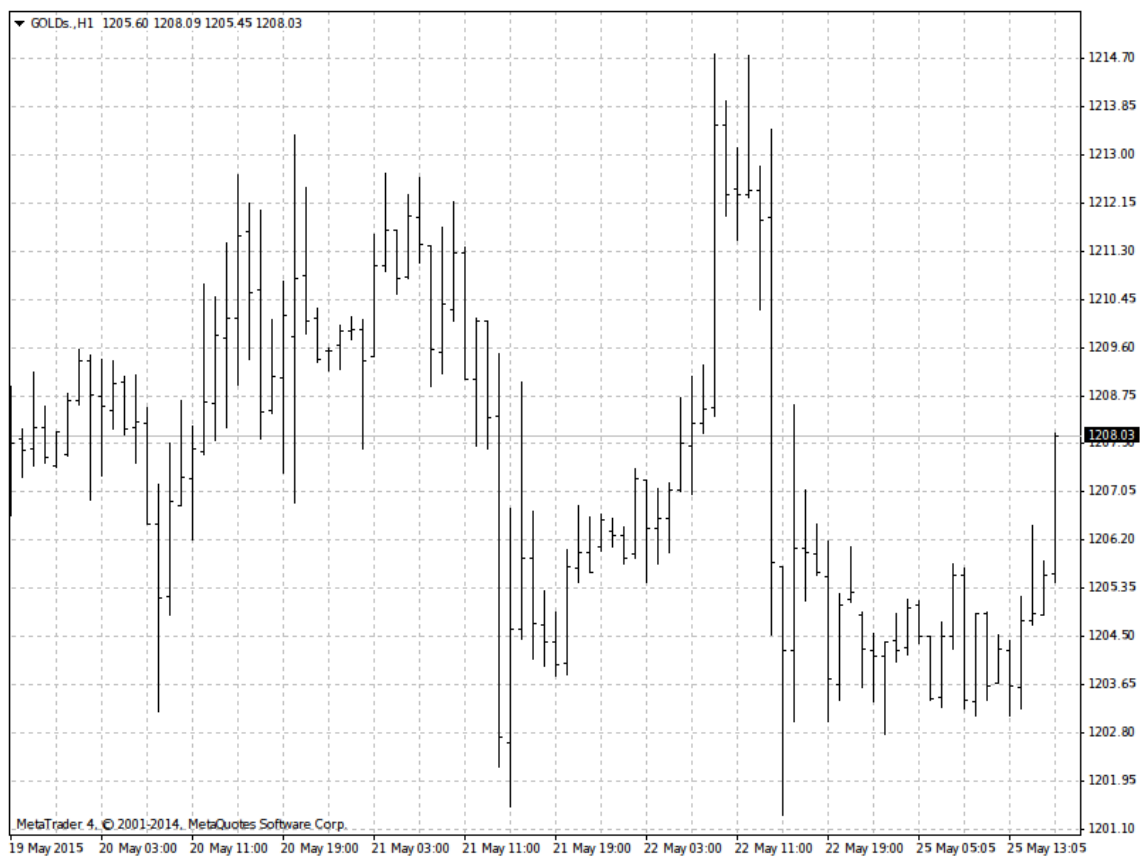
Časová jednotka je určená podľa nastavení grafu, môže to byť od 1 minúty, cez 4-hodinové intervaly a dni, až po týždne. Jedna takáto jednotka môže byť potom v grafe zakreslená spolu s cenami ako je zobrazené na obrázku 1.

1 Komoditné kontrakty majú špecifickú vlastnosť, a to *last trading day*.

Do tohto dňa je možné s kontraktom obchodovať, po tomto dni je vlastník kontraktu prevziať komoditu.



Obrázok 1: Detail zobrazenia cien za časovú jednotku



Obrázok 2: Graf s cenovými hladinami pre každú časovú jednotku.

V grafe cien, ktorý sa potom používa na analýzu, zobrazenie cien vyzerá nasledovne ako je zobrazené na obrázku 2.

Intuitívnym chápaním fungovania trhu, burzy a z jednoduchej analýzy grafu je jasné, že keď cena stúpa, je vhodné nakupovať, keď klesá, rýchlo prediť. Obchodovanie s finančnými derivátmi a inštrumentami však ale umožňuje aj zarábať pri klesaní ceny.

Držanie kontraktu sa nazýva *pozícia*. Teda prvotný príkaz (napr. nákup) na uskutočnenie obchodu je tzv. vstup do pozície. Keď sa obchod ukončí (t.j. príkaz na predaj), nazýva sa to vystúpenie z pozície.

Prvý, intuitívny prípad, keď obchodník vydá príkaz na nákup a dúfa v predaj za vyššiu sumu sa nazýva *dlhá pozícia*. To je klasický príklad „nakúp lacno, predaj draho“. Vstup do dlhej pozície je vhodný, ak trh práve rastie, tzn., že cena komodity stúpa.

Druhý, menej intuitívny prípad pozície, je tzv. *krátka pozícia*. Vstup do krátkej pozície začína príkazom na predaj. Ide o predaj kontraktu, ktorý obchodník nevlastní. Týmto príkazom sa zaväzuje na nákup rovnakého množstva kontraktov na ukončenie obchodu v budúcnosti. Takýto typ obchodu je ziskový ak trh klesá.[16][17]

Obchodovanie sa rozdeľuje na základe dĺžky kontraktov na tieto druhy:

- *Investovanie* - je to dlhodobá obchodná stratégia, kde na základne fundamentálnej analýzy obchodník drží pozície mesiace až roky.
- *Pozičné* - ide o stratégiu držania pozícií na základe fundamentálnej analýzy a obchodovanie na základe technických indikátorov. Pozície sa držia otvorené rádovo v týždňoch až mesiacoch.
- *Swingové* - pozície sú držané rádovo v hodinách až dňoch, obchodník pracuje s prevažne technickými indikátormi.
- *Intradenné* - pri tomto type obchodovania sú všetky obchody uzatvorené v rámci jedného obchodného dňa. Každý deň začína obchodník s „čistým stolom“. Pozície sú teda držané

v ráde minút až hodín. Obchodné signály sú v drvivej väčšine založené na technickej analýze.

- *Scalping* – tento štýl obchodovania by sa dal zaradiť do intradenného, no je na hranici extrému, pozície v tomto štýle sú držané v ráde sekúnd až minút.

Swingové obchodovanie je štatisticky najziskovejšie, najbezpečnejšie pre začínajúcich obchodníkov a vhodné na automatické spracovanie [17].

Ďalšie dôležité pojmy pri obchodovaní a dôležité na pochopenie návrhu riešenia v tejto práci je *margin* a *leverage*.

Margin, alebo zábezpeka, záloha, je časť ceny kontraktu, ktorá sa zablokuje na účte obchodníka pri otvorení pozície a odblokuje sa pri uzatvorení pozície, čiže pri (ziskovom alebo stratovom) ukončení obchodu. Na obchodovanie teda nie je nutné zaplatiť celú hodnotu kontraktu, ale len časť, ktorú určuje broker (brokerská spoločnosť). Zisk a strata sa po uzatvorení pozície započítava v plnej výške.

Hodnota zálohy pre kontrakt sa vypočítava podľa *pákového efektu* (*leverage effect*). Hodnota *páky* (*leverage*) je určená brokerom. Môže byť napríklad 1:100, čo znamená, na obchod s kontraktom stačí 1 stotina ceny, napr. na kontrakt v hodnote 10000 Kč stačí záloha 100 Kč. Tento systém umožňuje s menším účtom vysoké zisky, ale aj vysoké straty [16].

Komoditné kontrakty zaistujú istý objem konkrétnej komodity. Jeden kontrakt sa nazýva *lot*. Väčšinou sa obchoduje s celočíselným násobkom 1 lotu. Čiže 10 lotov je 10 kontraktov². Objem reálnej komodity za týmito kontraktami/lotmi ilustruje tabuľka 2 (objem komodity za komoditami môže byť rozdielny pri rôznych brokeroch a burzách):

² Obchodovanie s menami u niektorých brokerov umožňuje mini a mikro loty [17].

Komodita	Objem jedného lotu	Prevod do SI
Zlato	100 trójskych uncí	3,11035 kg
Ropa WTI	1 000 barelov	159 000 l
Pšenica	5 000 bušelov	136 080 kg
Káva	112 000 libier	50 803,2 kg
Cukor	37 500 libier	17 010 kg

Tabuľka 2: Príklad veľkosti kontraktov komodít [18].

3.3. Analýza trhu a predikcia vývoja

Pre úspešné investovanie na komoditnom trhu a finančných trhoch obecné musí investor poznať aktuálnu situáciu a musí mať odhad budúceho vývoja na trhu. Samotný trh je komplexný systém, ktorý sa riadi jednak matematickými zákonmi, ale aj ťažko opísateľnými sociálnymi a psychologickými faktormi. Úspešný investor dokáže tieto faktory analyzovať vďaka svojej inteligencii, skúsenostiam a znalostiam. Avšak v dnešnej dobe veľké množstvo obchodov prebieha v rade sekúnd a vykonávajú ich počítače. Preto je využitie systémov na podporu rozhodovania a aj samotných agentov (obchodných systémov) veľmi výhodné.

Existujú tri základné prístupy k analyzovaniu tržnej situácie. Sociálno-ekonomickými aspektmi sa zaoberá fundamentálna analýza, technická analýza využíva matematické modelovanie a ľudským faktorom sa zaoberá psychologická analýza.

V nasledujúcich podkapitolách budú tieto analýzy popísané. Vzhľadom na zameranie tejto práce, technická analýza bude opísaná detailnejšie.

3.3.1. Fundamentálna analýza

Fundamentálna analýza je veľmi komplexná a riadi sa ponukou a dopytom (poptávkou a nabídkou) konkrétnej komodity. Investor v tejto analýze zahrňuje veľké množstvo sociálnych, geografických a ekonomických faktorov ako napríklad počasie, katastrofy, politické zmeny, ozbrojené konflikty, výsledky hospodárenia firiem apod. Začínajúci investori majú niekedy pocit, že túto analýzu zvládajú sledovaním správ a čítaním novín, avšak relevantné zmeny sú už započítané v cene komodít v čase keď sa tieto informácie dostanú do širokého spravodajstva.

Pri fundamentálnej analýze je cieľom nájsť vnútornú hodnotu finančného nástroja. Táto cena odpovedá kapitalizácii tohto nástroja a ak sa líši od aktuálnej tržnej ceny, vytvára sa priestor na zisk (alebo stratu). Jedná sa teda o proces zbierania čo najväčšieho množstva relevantných informácií pre odhad budúceho vývoja.

Pri tejto analýze je dôležitá špecializácia na konkrétnu komoditu alebo skupinu komodít. Rôzne skupiny komodít majú odlišné cykly správania.

Palivá a priemyselné komodity majú stabilnú ponuku, ale sú silne cyklické, pretože závisia od dopytu (poptávky) na základe hospodárskeho cyklu. Túto skupinu komodít ovplyvňuje priemyselný rast v Číne (a ďalších prudko rozvíjajúcich sa ekonomik ako India, Brazília, juhovýchodná Ázia) a celková globálna (od americkej ekonomiky závislá) situácia.

Trh *ľahkých poľnohospodárskych komodít* má naopak stabilný dopyt (poptávku), ktorá rastie so zväčšujúcou sa populáciou planéty a rastúcou životnou úrovňou v rozvojových krajinách.

Fundamentálna analýza budí dojem, že sa dá ľahko pochopiť, no pre jej komplexnosť je vhodnejšie pre začínajúcich obchodníkov využívať technickú analýzu. (Zdroj [11][12]).

3.3.2. Psychologická analýza

Psychologická analýza sa dá rozdeliť na dve základné časti. Analýza *psychológie davu* popisuje správanie a ďalší vývoj ostatných investorov na trhu. Analýza vlastnej psychiky a určenie „stratégie“ vlastného

správania sa je veľmi dôležitá pre úspešného obchodníka, a súhrnne sa označuje ako *psychológia obchodovania*.

Psychológia davu. Trh je málo štruktúrovaný dav, kde jednotlivci vsádzajú na rast alebo pokles cien. Obchodníci v skutočnosti vsádzajú svoje peniaze na budúcom (očakávanom) psychickom stave davu. Tento stav osciluje medzi optimizmom a pesimizmom, respektíve medzi nádejou a strachom. Mnoho obchodníkov sa potom nedrží vlastných stratégií, ale nechajú sa ovplyvňovať davom [2].

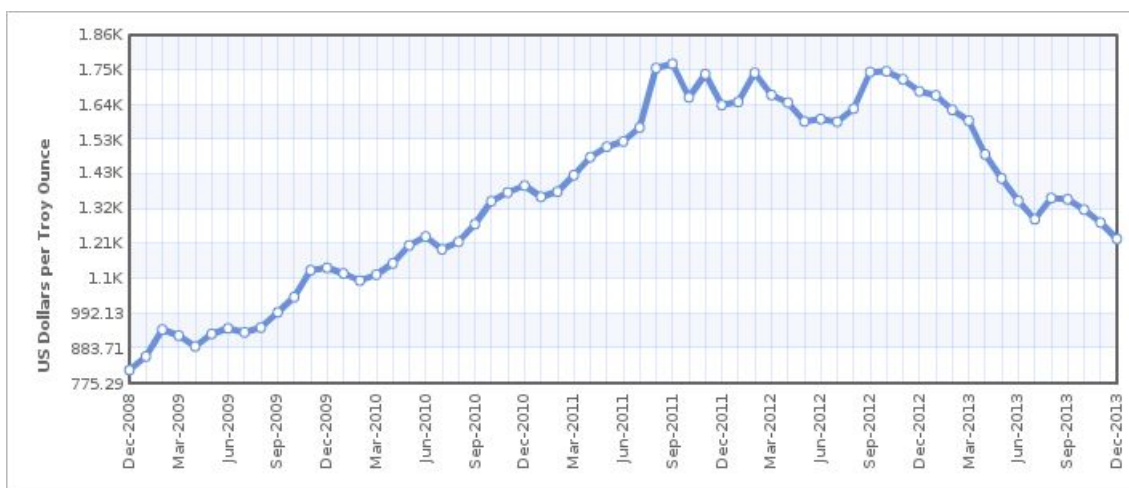
Wall Street delí obchodníkov do 4 kategórií:

1. Býk (bull). Títo obchodníci nakupujú, a teda vsádzajú na rast cien.
2. Medveď (bear). Tento typ predáva, vsádza na pokles cien.
3. Prasa (pig). Je to typ obchodníka, čo neustále čaká na zlepšenie svojej pozície aj keď trendy sú už obrátené iným smerom. Aj nepatrný pohyb trhu ľahko zničí ich pozície.
4. Ovca (sheep). Títo obchodníci slepo nasledujú trendy a úspešných investorov.

Táto kolektívna psychológia sa využíva v technickej analýze. Viac o tom bude popísané v odpovedajúcej podkapitole.

Psychológia obchodovania. Kniha *Trade your way to financial freedom* od publicistu a obchodníka Van Tharpa uvádza, že 60% úspešného obchodovania je o psychológii. Tri základné aspekty vlastnej psychiky sú disciplína, kázeň a schopnosť vyrovnať sa so stratami. Obchodník sa musí vyvarovať prehnaného optimizmu a pripraviť sa na menšie a aj väčšie straty [12].

Obchodovanie s komoditami je špekulatívne investovanie, a tam neexistuje stabilný výnos. Dlhodobé trendy cien komodít ukazujú rast, ale v kratších časových úsekoch je viditeľná volatilita a aj výraznejšie poklesy. Príkladom môže byť cena zlata v posledných rokoch, viď nasledujúci obrázok 3.



Obrázok 3: Vývoj cien zlata. Zdroj:

<http://www.indexmundi.com/commodities/?commodity=gold&months=60>

Kázeň a disciplína sú dôležité z pohľadu držania sa vlastnej stratégie a nepodľahnúť špekulatívnym informáciám z médií, selektívnemu vyhľadávaniu informácií a nepodľahnúť negatívne správaniu sa davu (viď psychológia davu) [1].

3.4. Technická analýza

Technická analýza je jedna zo základných analýz vývoja na trhu. Využíva matematické postupy pri analyzovaní cien trhových nástrojov. Jej jednoduchosť spočíva v tom, že analyzuje len tieto vývoj cien, pričom uvažuje, že tieto zmeny majú v sebe obsiahnuté všetky aspekty, ktoré skúma fundamentálna analýza a aj psychologická analýza. Preto sa tiež nazýva klasická analýza grafov [2].

Účelom tejto analýzy je identifikovať opakujúce sa cenové trendy. Väčšinou sa pracuje s histogramami vývoja, ktoré interpretujú najvyššiu, najnižšiu, otváraciu a uzatváraciu cenu, objem a čas obchodu v danej perióde.

Technická analýza sa prvýkrát objavila na začiatku 20. storočia, kedy ju začal využívať Charles Dow a William Hamilton.

3.4.1. Výhody a nevýhody technickej analýzy

Pokiaľ sa s technickou analýzou pracuje správne, umožňuje získať veľmi presné informácie o nálade na trhu. Dá sa určiť, či sa jedná o trh medvedí, býčí, alebo stagnujúci. Cena zobrazená v grafe v sebe zahrňuje špekulácie, odhady, fundamentálne informácie a momentálne zmýšľanie na trhu. Obchodník a publicista Mark Shipman tvrdí:

„Technicky povedané, som presvedčený o tom, že je nutné pracovať s čo najjednoduchšou a jasnou analýzou, ako je to len možné. Behom svojej investičnej kariéry som experimentoval s mnohými rôznymi metódami, ktoré zahrňovali zložité počítačové programy a abstraktné algoritmy. Za tú dobu som dospel k tomu, že teraz používam len niekoľko jednoduchých technických analýz.“ [1]

Medzi nevýhody technickej analýzy sa považuje sklon k veľmi presným predpovediam, ktoré často končia ako bezvýznamné čísla [1].

3.4.2. Kľzavé priemery

Kľzavé priemery sú jedným z najčastejšie využívaných nástrojov technickej analýzy. Začali sa používať na finančných trhoch po 2. svetovej vojne, kde sa predtým používali na zameriavanie protiletadlovej palby. Prvý odborníci na kľzavé priemery boli Richard Donchian a J.M. Hurst. Donchian využíval tento indikátor práve na trhu komodít a futures.

Kľzavé priemery patria do skupiny *trendových indikátorov* (určujú trend na trhu). Efektivita kľzavých priemerov je v tom, že dokážu vyrovnať cenové fluktuácie a tým prinášajú čistejší pohľad na hlavné trendy. Trh je zložený z veľkého množstva ľudí a kľzavý priemer identifikuje smer masového pohybu.

Kľzavý priemer (MA – moving average) ukazuje priemernú hodnotu vo svojom časovom pásme. Spojenie hodnôt MA vo všetkých časových intervaloch vytvorí krivku kľzavého priemeru.

Vzorec jednoduchého kľzavého priemeru MA:

$$MA = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{N}$$

Kde P je cena, z ktorej sa počíta priemer a N je počet časových jednotiek v danej perióde.

Nevýhodou jednoduchého MA je, ak sa stane že je na konci periódy (časového rámca) vypustená cena. Vtedy sa MA zmení tak, že neodráža trend na trhu.

Ďalšou variantou je *exponenciálny* kľzavý priemer EMA. Ten prikladá väčšiu váhu aktuálnym dátam a reaguje na zmeny rýchlejšie než jednoduchý MA. Vzorec exponenciálneho kľzavého priemeru:

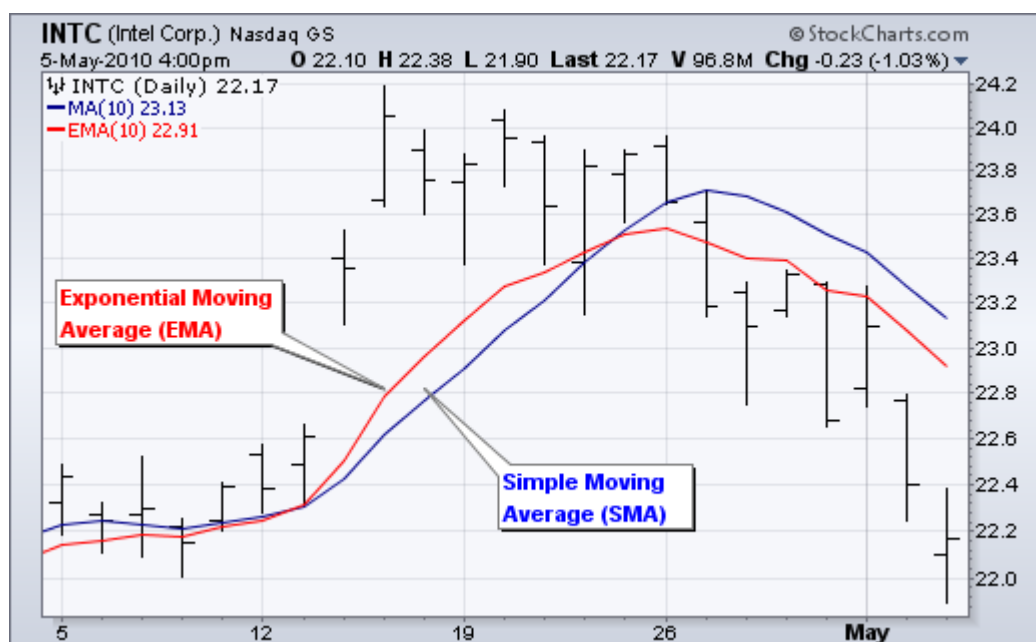
$$EMA = P_{tod} \cdot K + EMA_{yest} \cdot (1 - K)$$

Kde

- $K = \frac{2}{N+1}$
- N = počet časových jednotiek pre kt. sa EMA počíta.
- P_{tod} = aktuálna cena.
- EMA_{yest} je predchádzajúca hodnota EMA.

Krátky EMA je citlivejší na cenové zmeny a umožňuje rýchlejšie zachytenie trendu.

Na nasledujúcom obrázku 4 je príklad zobrazenia trendu na trhu pomocou kľzavých priemerov a exponenciálnych kľzavých priemerov.



Obrázok 4: Príklad grafu s kľavými priemermi.

Zdroj: <http://stockcharts.com>.

3.4.3. Relative Strength Index

Relative Strength Index (RSI) je *oscilátor*. Cenový oscilátor je indikátor založený na rozdieloch dvoch kľavých priemerov.

RSI meria silu trhu monitorovaním zmien jeho zatváracích cien, inak povedané meria vnútornú silu finančného inštrumentu.

Výpočet RSI je nasledujúci:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + RS}$$

Kde RS je *podiel priemeru čistých rastových zatváracích zmien za N dní a priemeru čistých poklesových zatváracích zmien za N dní*.

RSI kolísava v intervale 0 až 100. Keď dosiahne maxima, smer krivky sa otočí, rovnako ako keď dosiahne minima.

Zatváracie ceny odrážajú náladu na trhu na v najdôležitejšom momente, pretože na nej závisí vyrovnanie obchodných účtov. Na futures trhoch sú peniaze presúvané konci obchodného dňa, takže RSI ukazuje ktorý typ obchodníka bol úspešnejší predajci (medvedi) alebo nakupujúci (býci).

Na obrázku 5 vidno, že RSI dáva najlepšie obchodné signály keď ceny dosiahnu nový vrchol alebo dno a zároveň krivka RSI neprekročí referenčné horizontálne línie prekúpenej (overbought) alebo prepredanej (oversold) hladiny.



Obrázok 5: Príklad RSI grafu s grafom zatváracích cien.

Zdroj: <http://stockcharts.com>.

3.4.4. Williams % R

Williams % R (Williams Percent Range, W%R) je ďalší z používaných oscilátorov. Oproti RSI nie je založený len na zatváracích cenách, ale používa aj najvyššiu a najnižšiu cenu za určené obdobie.

$$\%R = \frac{(H_n - C_a)}{(H_n - L_n)} \cdot (-100)$$

Kde:

- H_n = najvyššia cena za posledných n časových jednotiek.
- L_n = najnižšia cena za posledných n časových jednotiek.
- C_a = posledná zatváracia cena.

Hodnota %R je udaná v percentách, a majú teda rozsah 0 až -100. Hodnoty -80 až -100 značia, že trh je *prepredaný*, a následný pokles hodnôt je signálom pre nákup, a naopak, hodnoty 0 až -20 znamenajú, že trh je *prekúpený*, a rast hodnôt z tohto pásma je signál pre predaj. Tieto hodnoty nie sú dogma, často sa prispôbujú konkrétnym intervalom a trhom.

Oscilátor Williams % R je zobrazený na obrázku 6.



Obrázok 6: Príklad W%R grafu s čiarovým grafom vývoja cien. Zdroj: <http://stockcharts.com>.

Tento oscilátor dobre funguje na trhoch, ktoré idú tzv. *do strany*, na trendových trhoch produkuje mnoho falošných signálov.

3.5. Automatické obchodné systémy

Automatické obchodné systémy (AOS), v angličtine nazývané EA – *expert advisors*, sú súčasťou elektronického obchodovania. Elektronické obchodovanie je založené na obchodovaní pomocou softvérových platforiem.

Tieto softvérové (elektronické) platformy sa delia do niekoľkých základných kategórií. Softvérová platforma môže byť dedikovaný softvér (pre osobné počítače), cloudová služba prístupná cez webové rozhranie alebo špecializovaná mobilná aplikácia.

Automatické obchodné systémy využívajú na analýzu trhu technickú analýzu a technické indikátory. Niektoré AOS využívajú aj prvky umelej inteligencie.

Podľa miery kontroly nad systémom sa platformy delia na toolboxy, blackboxy a greyboxy [2].

- *Toolbox* je sada nástrojov. Umožňuje úplnú manipuláciu s indikátormi. Sú najnáročnejšie na pochopenie a obsluhu, ale pre dobrých obchodníkov sú najlepšou cestou k zisku.
- *Blackbox* je nástroj, ktorý oznamuje čo a kde kúpiť alebo predáť. Obchodník sa nemusí starať o indikátory, len zadá vstupné dáta. Takýto softvér je nákladný, ale jednoduchý na používanie. No vzhľadom na neustále zmeny na trhoch tieto nástroje strácajú efektivitu.
- *Graybox* je niečo medzi vyššie spomenutými typmi. Väčšinu úkonov vykonáva uzavrete, ale umožňuje obchodníkovi vidieť použité indikátory a čiastočne ich modifikovať.

Ďalej sa softvérové platformy delia na automatické a poloautomatické.

- Poloautomatické: analyzujú situáciu na trhu a vysielajú signál obchodníkovi na nákup alebo predaj. Samotná obchodná transakcia ale musí byť zrealizovaná manuálne obchodníkom.

- Automatické: analyzuje situáciu na trhu a sám vstupuje do obchodu a vykonáva transakcie.

Automatický obchodný systém sa môže definovať ako *stratégia*, ktorá sa nevykonáva na základe rozhodnutí obchodníka, ale na základe ním stanovených *pravidiel*. Systém je množina pravidiel, pričom pravidlá sú tvorené vstupmi a výstupmi trhu [13].

AOS sa tiež niekedy nazývajú roboty.

3.5.1. Výhody a nevýhody AOS

Výhody poskytované AOS sú nasledujúce [10]:

- Okamžitá informácia – informácie o trhu dostupné v reálnom čase.
- Rýchlosť – obchody sú realizované bez čakania.
- Automatické obchodovanie – automatizácia minimalizuje ľudské chyby. AOS pracuje bez emócií a vplyvu psychológie. Pracuje 24 hodín denne.
- Jednoznačnosť – systém má záznam o všetkých obchodoch.
- Prehľadnosť – obchodník má okamžitý prístup k stavu účtu, ziskom a stratám.

Najviditeľnejšie **nevýhody** obchodovania pomocou AOS sú tieto [13]:

- Veľké množstvo dostupných AOS. Začínajúci obchodník sa musí vyznať medzi ponúkanými AOS rozdielnej kvality, často krát podľa marketingových informácií.
- Testovanie. Výsledky demo testov sú zvyčajne lepšie ako výsledky reálnych obchodov. Taktiež sa podceňuje backtesting na neočakávané udalosti, ktoré spôsobia veľké zmeny na trhu.
- Programovanie indikátorov a UI. V AOS typu toolbox, je nutné rozumieť programovaciemu jazyku platformy a vedieť v ňom aplikovať rozhodovanie podľa technických indikátorov. V súčasnosti AOS sú užívateľsky prívetivé, takže tento problém nie je až tak markantný. No aplikovanie prvkov umelej inteligencie nemusí byť pre obchodníka triviálne.

- Stabilita prostredia. Počítač na ktorom beží AOS musí byť zabezpečený fyzicky i softvérovo. Počítač by mal autentizovať a autorizovať užívateľov AOS a operačného systému, v prípade intenzívneho (intradenného obchodovania) by počítač mal mať zálohované pripojenie k internetu a záložný zdroj energie.

3.5.2. Zdroje dát

Zdrojmi dát pre AOS sú zvyčajne rôzne internetové databázy. Mnoho z nich poskytuje menej presné historické údaje voľne. Zdroje aktuálnych dát sú prístupné väčšinou za menší mesačný poplatok. Obchodníci potrebujú reálne dáta hlavne pre denné a intradenné obchodovanie. Pre pozičné obchodovanie stačia historické dáta (samozrejme to závisí od intervalom medzi vstupom a výstupom z pozície).

Alexander Elder v knihe *Tradingem k bohatství* doporučuje pri nákupe historických dát vybrať dva „medvedie“ trhy a dva „býčie“ trhy (symboliku medveďa a býka vid' sekcia *Psychologická analýza*) [2].

3.5.3. Prehľad súčasných platforiem

V tejto sekcii sú vypísané najrozšírenejšie platformy na automatické obchodovanie spolu so stručným popisom [14].

MetaTrader³ je jedna z najrozšírenejších platforiem na elektronické obchodovanie. Poskytuje veľmi širokú paletu funkcií, od vizualizácie tržnej situácie, prístup k rôznym zdrojom dát, pokročilé nástroje pre technickú analýzu a aj pre fundamentálnu analýzu. Má predpripravené roboty a indikátory pre automatizované obchodovanie a zjednodušený skriptovací jazyk MQL pre ich programovanie. Na testovacie a simulačné účely je dostupný zdarma.

Ninja Trader⁴ je ďalší široko používaný analytický nástroj a AOS. Medzi jeho hlavné funkcie patrí vizualizácia grafov a indikátorov, široká

³ <http://www.metatrader5.com/en/trading-platform/>

⁴ <http://www.ninjatrader.com/>

paleta brokerov a poskytovateľov dát. Má vlastný programovací jazyk NinjaScript odvodený od jazyka C#. Na simulácie a testovanie je dostupný zdarma, cena za prenájom v súčasnosti (2014) začína na 50\$ mesačne. Doživotná licencia je od 995\$.

Saxo Trader⁵ je rozšírená obchodná platforma. Medzi jej výhody patrí možnosť personalizovať si prostredie podľa vlastných preferencií, veľký počet produktov a tržných analýz. Za nevýhody sa dajú považovať (z určitého uhľa pohľadu), že platforma je poloautomatická, jedná sa hlavne o analytický nástroj, a je zviazaná s brokerskou spoločnosťou Saxo Bank. Platforma je zdarma, spolu s webovým rozhraním a mobilnou aplikáciou. Bežný účet v Saxo Bank má minimálny vklad 10000\$ (2014).

TradeStation⁶ je ustupujúca obchodná platforma a AOS. Momentálne už nie je tak rozšírená ako v minulosti. Medzi jej výhody patrí komplexnosť a úspešnosť na poli AOS. Skriptovací jazyk je odvodený od jazyka Pascal a je obtiažnejší na naučenie pre bežných obchodníkov. Avšak pre skúsenejšieho človeka poskytuje silný nástroj. Platforma má taktiež webové a mobilné rozhranie. Pre zákazníkov vlastnej brokerskej spoločnosti je zdarma, ale pre ostatných je platená. Cena začína od 249\$ mesačne (aj pre simulačné a testovanie účely).

Mobilné platformy. Pod týmto pojmom sa rozumie obchodná platforma bežiaci na nejakom type mobilného zariadenia typu smartfón, tablet alebo PDA. Dostupných je veľké množstvo aplikácií, ktoré sa líšia funkcionalitou. Medzi výhody týchto platforiem patria okamžitý prístup k údajom o svetových trhoch, prístup k údajom o účte a možnosť schvaľovania obchodov v reálnom čase, aj bez prístupu k osobnému počítaču. Nevýhodou je hlavne obmedzené množstvo funkcií oproti počítačovým programom a psychologický vplyv na obchodníka, tzv. *overtrading*. Obchodník má tendenciu k neustálemu kontrolovaniu trhu a systému. Z toho dôvodu sú mobilné platformy vhodnejšie ako doplnok k hlavnému obchodnému nástroju.

5 <http://cz.saxobank.com/trading-platforms/saxotrader/>

6 <http://www.tradestation.com/>

3.6. Metódy umelej inteligencie

Umelá inteligencia je široký pojem, ktorý zahŕňa množstvo vedeckých a priemyselných aplikácií. Je to schopnosť počítača riešiť komplexné nedeterministické problémy napodobňovaním biologických procesov. Tento pojem je všeobecne spájaný s robotikou, ale objavuje sa aj v množstve ďalších oblastí, ako hlasové ovládanie, rozpoznávanie ľudí na fotkách, online diagnostika chorôb, počítačové vírusy a aj učenie a predikcia či už vyhľadávania na internete alebo vývoja trhu.

V oblasti finančných trhov a automatických obchodných systémov sa jedná hlavne o analýzu vývoja podľa historických dát, vyvodenie a „naučenie“ sa pravidiel z nich vychádzajúcich, a následnú aplikáciu pri predpovedaní vývoja aktuálnej situácie. V nasledujúcom texte budú zjednodušene popísané tri rozšírené algoritmy využívané v tejto oblasti.

3.6.1. Genetické algoritmy

Genetické algoritmy sú založené na evolučnej teórii od Charlesa Darwina. Jadro týchto algoritmov napodobňuje náhodné mutácie na dosiahnutie najlepších charakteristík.

Inšpiráciou v prírode sú populácie organizmov, kde každý jedinec má rôzne charakteristiky. Tieto vlastnosti sú uložené v chromozómoch. Pri krížení má vznikajúci jedinec kombináciu vlastností (chromozómov) po rodičovských organizmoch. V niektorých prípadoch môže dôjsť k náhodnej zmene v chromozóme, tzv. mutácii. Výsledné charakteristiky dávajú jedincovi lepšie alebo horšie schopnosti prežitia a ďalšieho množenia.

V teórii umelej inteligencie genetické algoritmy analogicky pristupujú k riešeniu nedeterministických zložitých problémov. Postupne sa vylepšuje populácia jedincov (riešení) opakovaným aplikovaním genetických operátorov. Princípom je kopírovanie a vymieňanie chromozómov, tj. Riešení. Na konci by mali zostať len najlepší jedinci, ktorých chromozómy najlepšie reprezentujú riešenie problému.

Výhody genetických algoritmov sú nevyžadujú špeciálne znalosti o cieľovom riešení, majú najlepšie výsledky pri zložitých problémoch s množstvom pravidiel a obmedzení, a sú vhodné pre širokú škálu optimalizačných úloh.

Nevýhodou je nepresnosť cieľového optima (riešenia), mnohonásobné opakovanie vyhodnocovania cieľovej funkcie (riešenia) a netriviálna implementácia. (Zdroj: [15][4]).

3.6.2. Fuzzy logika

Fuzzy logika je matematický odbor vychádzajúci z teórie fuzzy množín. Prvky fuzzy množín môžu patriť do viacerých množín s rôznym stupňom príslušnosti. Tento stupeň je na rozdiel o Booleovskej (výrokovej) logiky celý interval $<0..1>$, tzn. stupeň príslušnosti môže byť 0,1 alebo 0,8 apod.

Výhodou fuzzy logiky je jednoduchá implementácia a robustnosť riešenia, no nevýhodou nepresnosť.

Fuzzy logika je založená na spracovaní vágnych informácií. Nástroj, ktorý spracováva vágne informácie pomocou fuzzy algoritmov sa označuje ako *fuzzy expertný systém* [3].

3.6.3. Neurónové siete

Neurónová sieť je matematický model, ktorý napodobňuje vlastnosti biologických nervových systémov. Neurónová sieť funguje v dvoch fázach. Prvá fáza *učenia* vytvára pravidlá na základe vstupných a výstupných dát. Druhá fáza, *expertná*, vyvodzuje nové výsledky na základe týchto pravidiel (pre nové vstupné dáta). To je vhodné pre aplikáciu v AOS, kde neurónová sieť ako expertný systém predikuje vývoj na trhu z historických dát.

Neurónové siete sú tiež označované ako tzv. *čierne skrinky* (black box), pretože ich vnútornú štruktúru je možné spoznať do detailov.

Existuje mnoho typov neurónových sietí, jednoduché jednovrstvové, viacvrstvové, adaptívne (s meniacou sa vnútornou štruktúrou).

4. Analýza súčasného stavu poznatkov

Táto kapitola stručne predstaví súčasný stav modelovania a predvídania vývoja kapitálových a komoditných trhov. Poznatky v tejto kapitole sú čerpané prednostne z kvalifikačných záverečných prác publikovaných v rámci VUT.

Diplomová práca *Investiční modely v prostředí finančních trhů* [20] od Martina Repky sa zameraním blíži najviac cieľom tejto práce. Práca pojednáva o automatickom obchodovaní založenom na technickej analýze na komoditných trhoch a jej cieľom je navrhnúť funkčné investičné modely.

Finančné inštrumenty, s ktorými sa pracovalo, boli futures kontrakty zlata a kakaa. Tieto komodity boli zvolené po analýze vzájomnej korelácie trhov, ktorá je v prípade týchto dvoch komodít minimálna. Technické nástroje tvorili platformy Adaptrade Builder a MetaTrader. Prvý spomenutý program slúži na vytvorenie stratégie a tento softvér vytvára stratégie s využitím prvkov umelej inteligencie, a to konkrétne genetických algoritmov. Druhá spomenutá platforma slúžila na otestovanie stratégií. Zdrojom testovacích dát bol platený poskytovateľ a dáta boli intradenné (5 minútové intervaly) za dva roky, z čoho 1,5 ročné dáta slúžili na vývoj a optimalizáciu a polročné dáta na testovanie. Finálne testovanie

prebiehalo na dátach s časovým odstupom. Technické indikátory pre vývoj stratégií boli kľzavé priemery, MACD, CCI, RSI a Bollingerove pásma. Ďalšie samostatne testované indikátory boli založené na break-out logike.

Práca navrhla 12 stratégií, rozdelených po 6 pre každú komoditu a ďalej rozdelených po 3 pre klasickú technickú analýzu a po 3 pre break-out logiku.

Výsledné portfólio bolo tvorené 4 stratégiami, 2 pre každú komoditu tvorené jednou stratégiou založenou na technickej analýze a jednou na break-out logike.

Prvá stratégia pre kakao je založená na break-out logike uzatváracích cien a vstupu obmedzenom na short pozície. Táto stratégia dosiahla na dátach za 2 roky (prvá fáza testovania) ziskovosť na približne 50% zrealizovaných obchodov. Absolútna hodnota priemerného zisku bola približne dvojnásobná oproti oproti absolútnej hodnote priemernej straty. V druhej fáze testovania bola dosiahnutá úspešnosť približne 31% uskutočnených obchodov a celkové zhodnotenie kapitálu 8,2%.

Druhá stratégia pre kakao bola zvolená z najúspešnejšej stratégie založenej na technických indikátoroch, a to konkrétne na kľzavých priemeroch a oscilátore RSI (Relative Strength Index). Výsledky počiatočného testovania ukázali ziskovosť len približne 20% uskutočnených obchodov, no pozitívny pomer zisku a strát ukázal túto stratégiu ako ziskovú. V druhej fáze testovania bolo približne 22% obchodov ziskových a celkové zhodnotenie kapitálu dosiahlo 15,3%.

Break-out stratégia pre zlato bola založená na otváracích, uzatváracích, minimálnych a maximálnych cenách. V prvej fáze testovania dosiahla zhodnotenie kapitálu približne 10%. Druhá fáza testovania ukázala úspešnosť obchodov na úrovni približne 46%.

Stratégia pre zlato založená na klasických technických indikátoroch bola založená na jednoduchom kľzavom priemere, exponenciálnom kľzavom priemere a oscilátore RSI. V prvej fáze testovania bola táto stratégia úspešná v približne 40% obchodov, priemerne obchodovala s 1,5% hodnotou počiatočného kapitálu a maximálne ziskový obchod mal zisk 40% počiatočného kapitálu. Druhá fáza testovania ukázala celkové zhodnotenie kapitálu na úrovni približne 9% pri 38% úspešných obchodov.

Z výsledkov analyzovanej práce vidíme, ktoré prístupy k technickej analýze sa v týchto konkrétnych prípadoch ukázali ako výhodné a ktoré nevýhodné. Technické indikátory, ktoré sú jednoduché sú aj relatívne efektívne, čo sa spomína aj v ďalšej literatúre [1]. Na optimalizovanie stratégií boli vyžité aj prostriedky umelej inteligencie, čo ukazuje ich potenciál. Dôležitým poznatkom sú viditeľné rozdiely medzi časovo oddelenými úsekmi testovania, a to ukazuje na dôvod k opatrnému prístupu k stratégiám založeným na historických dátach v reálnej prevádzke.

Problému predikcie vývoja trhu pomocou umelej inteligencie sa venuje v diplomovej práci *Využití prostředků umělé inteligence na kapitálových trzích* [21] Michal Turoň. V danej práci sa využíva na predikciu vývoja na trhu neurónová sieť, konkrétne nelineárny autoregresný model s exogénnymi vstupmi. Tento typ neurónovej siete využíva na predikciu hodnôt v časovej rade hodnoty minulé, a rozširuje vstupy o exogénne dáta ako napríklad technické indikátory. Základnými vstupnými dátami pre učenie siete boli ceny zlata za obdobie od začiatku roku 1970 do konca roku 2010 s periódou jeden mesiac. Na testovanie naučenej neurónovej siete slúžili dáta od začiatku roku 2011 do konca roku 2012 s periódou jeden týždeň. Na samotnú optimalizáciu siete boli použité metódy úpravy parametrov siete, pridanie fuzzy logiky alebo vstup technických indikátorov, konkrétne CCI (Commodity Channel Index) a RSI.

Z výsledkov práce je vidieť, že niektoré modely neurónových sietí dosiahli na historických dátach vysokú úspešnosť a to zhodnotenie kapitálu na úrovni 160%. Zaujímavé je, že využitie technických indikátorov prinieslo len čiastočné optimalizovanie sietí. Najlepšie optimalizovanie indikátorom CCI bolo dosiahnuté na trénovacej funkcii Conjugate gradient backpropagation, a to zlepšenie úspešnosti predikcie o 10%. Indikátor RSI najlepšie optimalizoval funkciu Levenberg- Marquardt, a to o 5%. Kombinácia oboch indikátorov optimalizovala najlepšie funkciu typu Multi-Layer Perceptron, a to o 30%.

Z toho vyplýva, že využitie neurónových sietí optimalizovaných technickými indikátormi je možné, avšak veľmi závisí od použitého typu siete a kombinácie indikátorov.

Ďalšia práca, ktorá sa zaoberá samotnými technickými indikátormi, je diplomová práca *Technická analýza* [22] od Davida Záděri. Táto práca analyzovala a navrhla využitie technických indikátorov pri obchodovaní s akciami 13 spoločností na dátach v období jedného roka (od 2.1.2012 do 28.12.2012). Indikátory, s ktorými sa pracovalo sú jednoduchý a exponenciálny kĺzavý priemer, MACD a RSI. Autor práce hodnotí výsledky testovania indikátorov nasledovne:

- Kĺzavé priemery – táto metóda dosiahla najlepšie výsledky na menej volatilných trhoch s prevažujúcim rastúcim trendom, s dlhšou periódou obchodovania (niekoľko týždňov). Nevýhodou sú falošné signály pri krátkodobých veľkých výkyvoch.
- MACD – pri testovaní táto metóda vychádzala ako najziskovejšia. Túto metódu ale silne ovplyvňuje časové obdobie, volatilita a aj samotný typ trhu. Ako výhodu autor hodnotí rýchlosť reakcie na zmenu na trhu.
- RSI – táto metóda dosiahla najväčší podiel ziskových obchodov a celkového zisku. Tento pozitívny výsledok autor pripisuje nízkemu počtu falošných signálov. Autor túto metódu doporučuje pri strednodobých obchodoch.

K metódam MACD a RSI je dodané, že zhodnotenie niektorých akcií dosiahlo viac než 50%, no vyskytli sa aj veľké straty. Z toho vyvodzuje, že tieto metódy dávajú dobré výsledky pri jednosmerne prevažujúcom trende vývoja trhu a zlé výsledky vysokej volatility a klesajúcim trendom. Taktiež veľký počet obchodov vytvára falošné signály.

Z výsledkov týchto prác vidíme, že využitie technických indikátorov vykazuje úspešnosť, ale táto úspešnosť silne závisí na viacerých faktoroch a nedá sa doporučiť jedna univerzálne úspešná metóda obchodovania. Z toho vyplýva, že vytvorenie dobrej obchodnej stratégie vyžaduje nie len znalosť jednotlivých metód, ale aj špecifiká konkrétnych trhov a vplyv faktorov na tieto metódy. To vyžaduje rozsiahle testovanie a automatická obchodná platforma je na to ideálny prostriedok. Zároveň sa ukazuje aký silný vplyv na automatické obchodovanie má využitie umelej inteligencie,

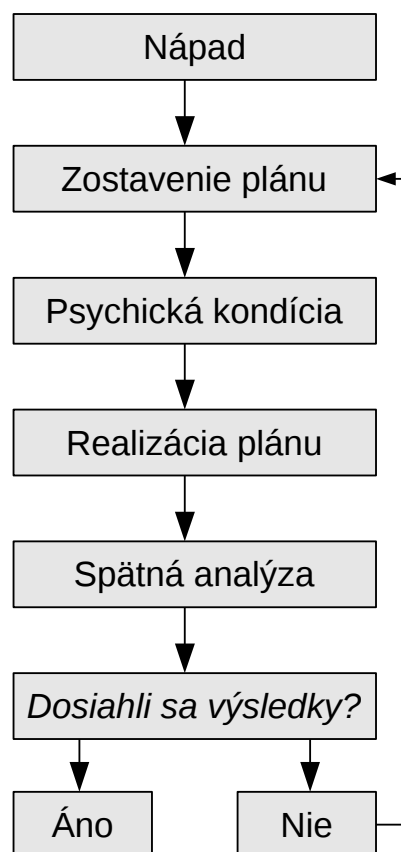
ktorá sa môže využiť na samostatnú predikciu vývoja trhu alebo ako optimalizácia iných metód. Tento prístup je pomerne odlišný od klasickej technickej analýzy a vyžaduje hlbšie pochopenie problematiky a taktiež dôkladné testovanie.

5. Návrh riešenia

Cieľom tejto práce je využitie automatizovaného obchodovania. Automatizované obchodovanie je nadstavbou „klasického“ obchodovania, v zmysle elektronického obchodovania.

Klasické obchodovanie, ale na to, aby bolo úspešné, vyžaduje uvážlivý prístup a *plán* ako postupovať. Samotné vytvorenie stratégie nie je dostatočné, a môže viesť k zlyhaniu. No keďže táto práca sa zameriava na automatizáciu, časť o tvorbe a analýze automatického obchodného systému bude podrobná.

Myšlienkový proces pri obchodovaní sa dá rozdeliť do nasledujúcich fáz [17] ilustrovaných na obrázku 7.



Obrázok 7: Myšlienkový proces pri obchodovaní. Zdroj: [17].

Tento myšlienkový proces sa dá všeobecne aplikovať. V kontexte komoditného obchodovania a cieľov tejto práce by sa obsah jednotlivých krokov dal popísať nasledovne:

- **Nápad:** Prvý krok je o tom mať nejaký nápad alebo víziu. V tomto riešení je to využiť na obchodovanie *automatický obchodný systém*. Nie je nutné, aby nápad bol prelomový alebo inovatívny, ale úspešný, čiže dosiahol nejaké stanovené ciele.
- **Zostavenie plánu:** Jedná sa o dôležitú fázu, ktorá je často podceňovaná, hlavne začiatočníkmi. V tejto fáze je dôležité stanoviť ciele, ktoré majú byť dosiahnuté a ako budú dosiahnuté. Cieľ môže byť zostavenie ziskovej stratégie a následné dosiahnutie zisku pomocou nej. Tento cieľ je ale

veľmi všeobecný, je lepšie pracovať so S.M.A.R.T. metódou a stanoviť si čiastkové ciele, ako napríklad dosiahnutie zisku istého percenta kapitálu, minimalizácia strát, apod. Po stanovení cieľov prichádza samotné zostavenie plánu, ktorými ich dosiahneme. Tejto fáze bude venovaná pozornosť v ďalšom texte.

- **Psychická kondícia:** Psychická kondícia je vo svete obchodovania nesmierne dôležitá, často na nej stojí a padá úspech obchodníka, či už klasického alebo využívajúceho automatizovaný systém. Táto problematika je ale veľmi obsiahla a presahuje rozsah a zameranie tejto práce. Venuje sa jej iná literatúra, napr. [1], [2], [16] a [17].
- **Realizácia plánu:** Po zostavení plánu prichádza ich realizácia. Realizácia plánu pôsobí najdôležitejšie, no je lepšie k nej pristupovať rovnako vážne ako k fáze zostavovania (resp. postaviť zostavovanie zároveň realizácii). V kontexte obchodovania realizácia znamená samotné zostavenie stratégie na základe stanovených cieľov a jej prípadné použitie v praxi. Realizácii plánu bude tiež venovaná detailnejšia pozornosť v nasledujúcom texte.
- **Spätná analýza:** Analyzovanie dosiahnutých výsledkov je základom zlepšovania sa a postupovania vpred. Ak boli výsledky úspešné alebo neúspešné, je dôležité analyzovať ktoré parametre stratégie v tom zohrali kľúčovú rolu.
- **Dosiahnutie výsledkov:** Ak boli výsledky dosiahnuté, dá sa to považovať za úspech. V prípade obchodovania to znamená zisk. Obchodovanie ale nie je konečný proces, prebieha kontinuálne, a plán, ktorý v minulosti fungoval už viac nemusí. Preto je častejší prípad neustály kolobeh analyzovania a prispôsobovania sa situácii na trhoch.

5.1. Zostavenie plánu

Plán by mal definovať rámce v ktorých sa budeme pri obchodovaní pohybovať. Mal by definovať ciele, ktoré majú byť dosiahnuté, zdroje, ktoré budú využité, metódy, ktoré sa použijú, a mal by byť jednoduchý.

Literatúra, ktorej autori sú obchodníci so skúsenosťami často zdôrazňujú, že najefektívnejší prístup je jednoduchosť. Jednoduché (ale dobre nastavené) stratégie a plány majú lepší pomer vloženéj práce/energie a výsledkov ako komplexné plány, ktoré sú náročné na udržanie [1][16][17]. Plán, na ktorom bude založené navrhované riešenie bude postavený na princípe *KISS* (keep it simple stupid), čiže udržať to „hlúpo“ jednoduché [17].

5.1.1. Cieľ

Táto práca má cieľ predstaviť a analyzovať základné využitie automatických obchodných systémov. Tento cieľ je ale veľmi široký pre samotný obchodný plán. Konkrétne ciele plánu, resp. návrhu riešenia by mali spĺňať aspoň 3 vlastnosti z metodológie S.M.A.R.T. Cieľ by teda mal byť minimálne konkrétny, merateľný a reálny.

- *Konkrétny* cieľ pre navrhnutú stratégiu je teda *ziskovosť*. Stratégia, ktorá nie je zisková, nevyhovuje.
- *Merateľnosť* ziskovosti cieľa bude meraná v percentách zhodnotenia obchodného účtu.
- *Reálnosť* bude určená minimálnou hranicou, ktorú musí stratégia prekonať. Táto hranica bude zahŕňať infláciu a minimálny zisk, tak aby zároveň reflektovala to, že sa jedná o základné stratégie. Táto hranica je stanovená na 10% na konci testovaného obdobia.

5.1.2. Zdroje

Zdroje, ktoré slúžia na dosiahnutie cieľa sú primárne programové prostriedky na obchodovanie, analýzu a programovanie AOS, a historické dáta, na ktorých budú stratégie testované. Tieto zdroje budú konkrétnejšie popísané v ďalších častiach textu.

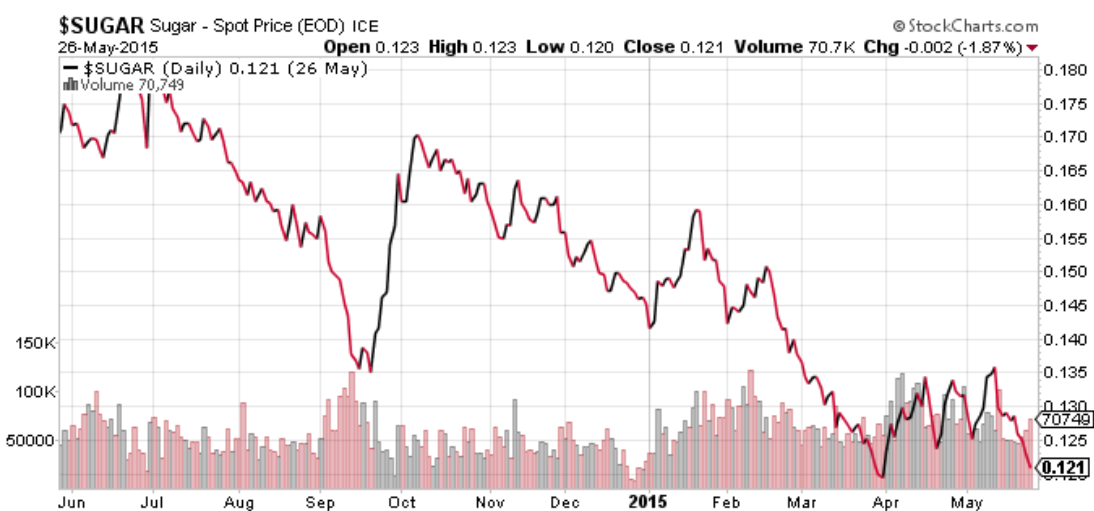
5.1.3. Portfólio

Populárne komodity boli popísané na začiatku teoretickej časti textu. Pre dosiahnutie cieľa budú do portfólia vybrané komodity trhy, ktoré sú vhodné pre začínajúcich obchodníkov a programovanie AOS na týchto trhoch nebude skomplikované nedostatkom skúseností z reálneho obchodovania.

Cukor

Trh s cukrom je príkladom takéhoto trhu medzi širokým spektrom obchodníkov. Vyznačuje sa veľkou cenovou aktivitou a volatilitou. Preto sa doporučuje aj začínajúcim obchodníkom [16][17].

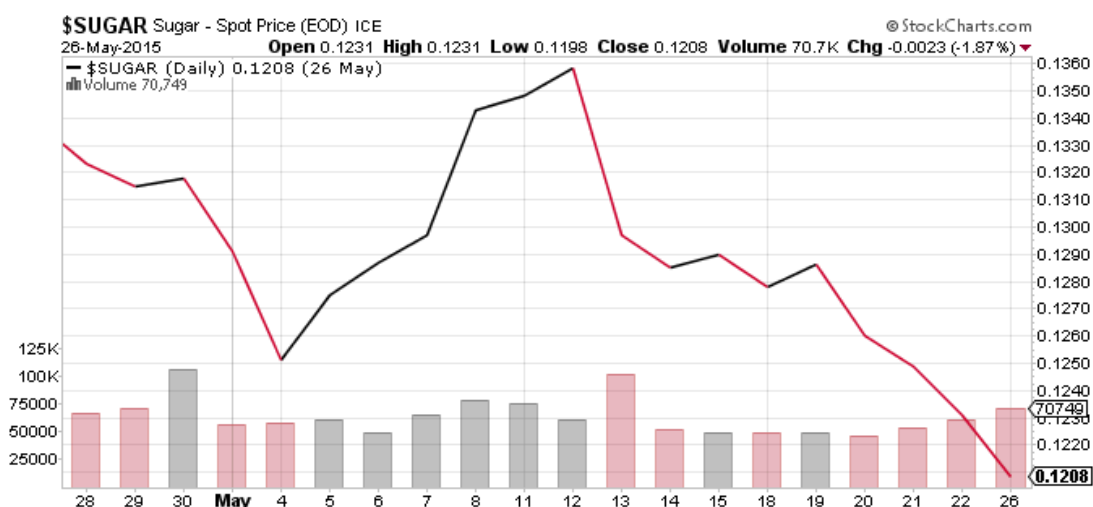
Z grafu na obrázku 8 vidno, že za posledný rok sa cena komodity prepádla, no zmeny trendu sú dostatočné aby sa na obchodoch dalo zarobiť.



Obrázok 8: Vývoj ceny cukru v období 5.2014 až 5.2015. Zdroj: stockcharts.com.

Stúpajúce a klesajúce trendy vývoja ceny majú dlhodobejší charakter, trvajú niekedy aj dni až týždne, takže v týchto prípadoch sa cukor hodí na pozičné obchodovanie.

Menšie krátkodobé zmeny ale umožňujú aj swingové obchodovanie. Graf vývoja ceny za posledný mesiac na obrázku 9 ukazuje trendové zmeny v časovom rámci dní. Správne otvorenie a uzatvorenie pozície mohlo priniesť potencionálny zisk až 1120 USD (jeden obchod s jedným celým kontraktom CFD cez X-Trade Brokers).



Obrázok 9: Vývoj ceny cukru v období 5.2014 až 5.2015. Zdroj: stockcharts.com.

5.1.4. Metódy

Metódy, ktoré budú použité, sú založené na technickej analýze. Implementácia fundamentálnej analýzy do AOS je náročná pri vybraných programových prostriedkoch.

Obchodné signály budú teda generované technickými indikátormi, ak stav trhu splní parametre týchto indikátorov.

V rámci prístupu KISS budú použité základné indikátory trendu, a to *kľzavé priemery* (dva exponenciálne, s rozdielnou periódou) a *oscilátory*.

Parametre indikátorov budú nastavené pre konkrétny trh.

- Dvojité exponenciálne kľzavé priemery (EMA).

- Oscilátory (RSI, W%R).
- Časové rámce od minútových až po denné (M15, M30, H1, H4, D1).

5.1.5. Money management

Dôležitou súčasťou obchodného plánu a celkovo obchodovania je *money management*. V princípe sa jedná o spravovanie peňazí tak, aby boli zisky maximalizované, straty minimalizované, a stav obchodného účtu taký, že umožňuje kontinuálne obchodovanie [16][17].

Money management je sám o sebe súčasťou psychologického aspektu obchodovania, no jedná sa o veľmi kritickú súčasť úspešného obchodovania, ktorá sa dá implementovať do AOS a vyjadriť číselnými hodnotami.

Stop Loss

Stop loss je ochrana pred finančným krachom. Jedná sa o predom definovanú hranicu, pri ktorej dobrovoľne inkasuje obchodník stratu, než táto strata prerastie do veľkej ohrozujúcej straty.

SL hranicu sa doporučuje nastaviť približne na 2% - 5% z dostupných prostriedkov na účte pri swingovom a pozičnom obchodovaní, pri intradenom len približne 2% - 3%. Dôležité je pri tom počítať, že zmena ceny má oveľa väčší vplyv na stratu kvôli pákovému efektu. Pre príklad sa použije už spomenutý kontrakt na cukor. Ak sa zmení cena z 12,50 USD za kupovanú jednotku na 12 USD, reálna hodnota kontraktu je násobená 1120 USD (hodnoty v tomto prípade sú pri obchodovaní komoditných CFD cez spoločnosť X-Trade Brokers), takže reálna strata je 560 USD.

Iný prístup je vypočítať hranicu SL pomocou určitého počtu *pipov* (pip je zmena ceny o najmenšiu možnú jednotku, napr. 0,01 USD). Príkladom môže byť SL hranica 30 pipov pod otváraciu cenu pozície. Pri rovnakých premenných ako vo vyššie uvedenom prípade to bude maximálna strata 336 USD na obchod s jedným kontraktom. Hranica maximálneho prepadu ceny pomocou pipov je určená na základe analýzy

predchádzajúceho vývoja trhu a samozrejme musí stále zohľadňovať stav dostupných prostriedkov.

Vzorec na výpočet SL hranice teda bude mať nasledujúci tvar:

$$SL = positionPrice_{open} \pm pipsLimit$$
$$(pipsLimit \times symbolMultiply) < \frac{availableFunds}{100} \times percentLimit$$

Kde:

- *SL* je cenová úroveň (+ ak sa jedná o krátku pozíciu, - ak sa jedná o dlhú pozíciu).
- *positionPrice_{open}* je cena, za ktorú bola otvorená pozícia.
- *pipsLimit* je maximálna zmena ceny v jednotkách minimálnej zmeny, pip.
- *symbolMultiply* je násobok, ktorým dostaneme reálnu cenu podkladového aktíva.
- *availableFunds* sú dostupné prostriedky na obchodnom účte.
- *percentLimit* je percentuálne vyjadrená maximálna strata na jeden obchod.

Dôležité je uviesť aj metódu *posuvného stop lossu (trail stop loss)*. Ide o dynamické posúvanie hranice SL ak sa cena vyvíja požadovaným smerom. Významné je prekročenie hranice otváracej ceny, v tom momente už otvorený obchod nemôže skončiť stratou.

Pri tom je dôležité tiež myslieť na *spread*, teda rozdiel medzi nákupnou a predajnou cenou na trhu.

Take profit

Take profit je podobná bezpečnostná hranica ako stop loss. Jej cieľom je tiež zamedzenie straty. Táto hranica predstavuje úroveň prijateľného istého zisku. Pri dosiahnutí tejto hranice sa inkasuje predom definovaný zisk a obchodník neriskuje nepriaznivú zmenu ceny a zníženie zisku.

Zvyčajne sa nastavuje ako násobok hodnoty stop loss definovanej v *pipoch*. Teda ak napríklad je SL úroveň 30 pipov pod otváracou cenou (dlhej) pozície, TP hranica môže byť 3-násobná, čiže 90 pipov nad nákupnou

cenou. Táto hranica sa však tiež musí nastaviť s ohľadom na špecifiká konkrétneho trhu.

RRR - Risk Reward Ratio

Risk Reward Ratio je pomer rizika a zisku. Keď použijeme príklady z predchádzajúcich častí, pri nastavení SL 30 pipov a TP 90 pipov, RRR je 1:3. To znamená, že úspešný obchod prinesie trojnásobok straty, ktorú spôsobí neúspešný obchod. Tento pomer je dôležitý v tom, že percentuálna úspešnosť stratégie nemusí byť vysoká, ak je RRR vysoký v správnom pomere. V uvedenom príklade stačí ak stratégia bude úspešná v 30% obchodov a tým nebude stratová.

Po stanovení rámcov, v ktorých sa bude riešenie vyvíjať, sa definujú dielčie kroky samotnej realizácie. Riešenie popísané v tejto práci bude zahrňovať nasledujúce kroky:

- Výber programových prostriedkov, čiže softvéru na obchodovanie, programovanie stratégií pre AOS, a testovanie/analyzovanie výstupov.
 - Výber historických dát pre testovanie.
 - Vytvorenie stratégií.
 - Implementácia stratégií do AOS.
 - Testovanie a úpravy stratégií.
 - Analyzovanie výsledkov.

V nasledujúcom texte budú tieto kroky popísané detailne.

5.2. Programové prostriedky

Programové prostriedky na automatické obchodovanie boli popísané v kapitole teoretických základov. Pre toto konkrétne riešenie bola vybraná platforma *MetaTrader 4*, ktorá obsahuje všetko potrebné na vytvorenie automatického obchodného systému.

MetaTrader je vytvorený spoločnosťou MetaQuotes, v súčasnosti sa jedná o jednu z najrozšírenejších a najpodporovanejších platforiem

na elektronické obchodovanie [14]. Dostupný je v dvoch stabilných verziách, 4 a 5. Pre toto riešenie bude použitá verzia 4, pre ktorú sú zdroje (návody, tipy, knihy) rozšírenejšie.

Táto platforma je dostupná úplne zdarma, a poskytujú ju na stiahnutie brokerské spoločnosti na svojich webových stránkach.

Pre navrhované riešenie budú využité dve dôležité funkcie platformy, a to vývojové prostredie pre tvorbu skriptov, indikátorov a automatických obchodných systémov MetaEditor a tester stratégií pre vytvorené AOS.

5.2.1. MetaTrader 4

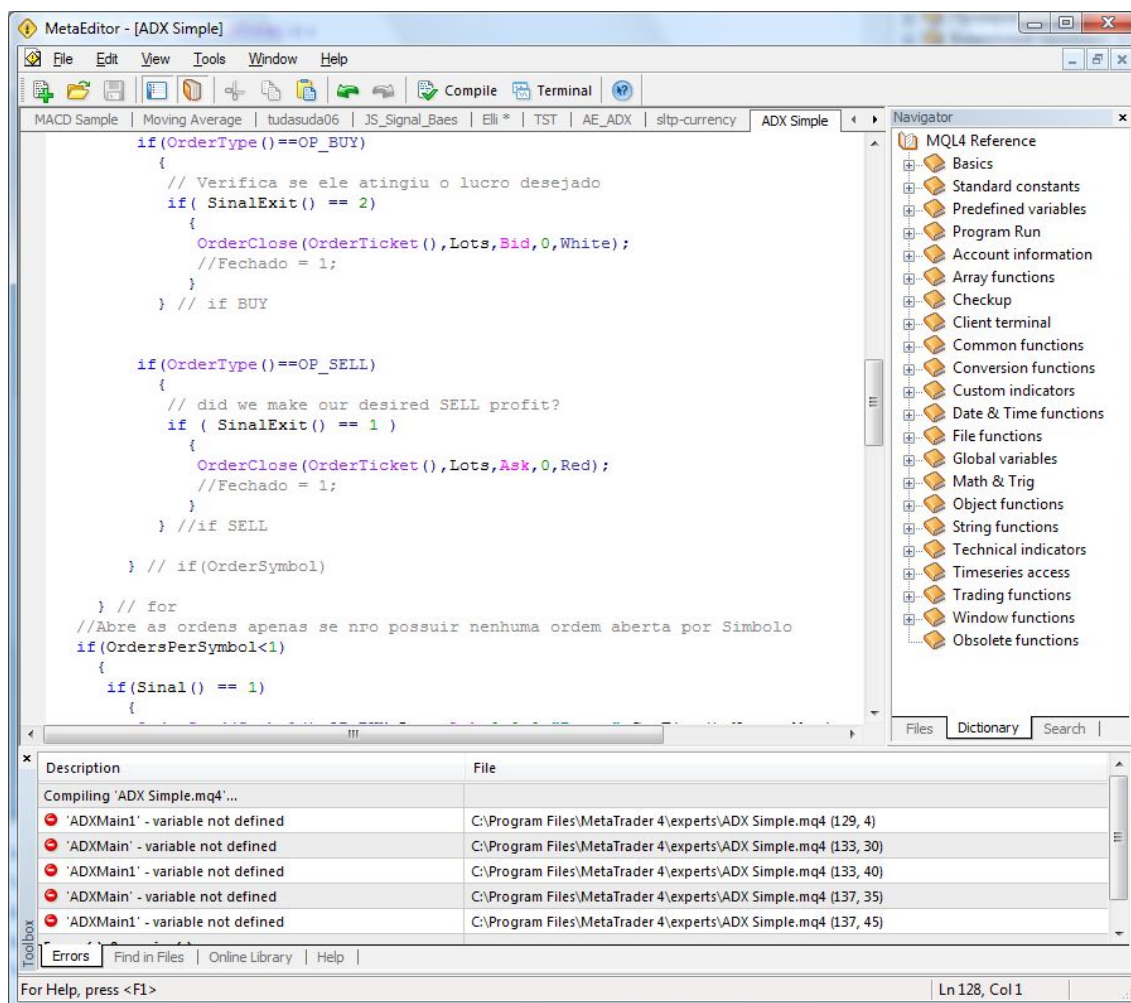


Obrázok 10: Rozhranie programu MetaTrader 4. Zdroj: <http://www.metaquotes.net/>.

Ako už bolo napísané, MetaTrader 4 je obchodná platforma, ktorá umožňuje elektronicky obchodovať, analyzovať grafy, využívať technické indikátory, programovať, testovať a spúšťať automatické obchodné systémy. Je dostupný zdarma.

5.2.2. MetaEditor

MetaEditor je súčasťou platformy a je to IDE (integrated development environment) na tvorbu skriptov, technických indikátorov a automatických obchodných systémov v jazyku MQL4.



Obrázok 11: Vývojové prostredie MetaEditor. Zdroj: <http://www.metaquotes.net/>.

5.2.3. Jazyk MQL4

MQL4 (MetaQuotes Language 4) je programovací jazyk na tvorbu stratégií pre program MetaTrader 4. Okrem stratégií (automatických alebo manuálnych) tiež umožňuje tvorbu skriptov, knižníc a technických indikátorov.

Je syntax je odvodená od jazyka C, umožňuje aj objektovo orientované programovanie. Dôležitou súčasťou sú vstavané príkazy na obchodovanie a získavanie informácií o trhoch, účtoch a grafoch.

Referenčný manuál, dokumentácia a obchod s existujúcimi skriptami je dostupný na webovej adrese <http://www.mql4.com/>.

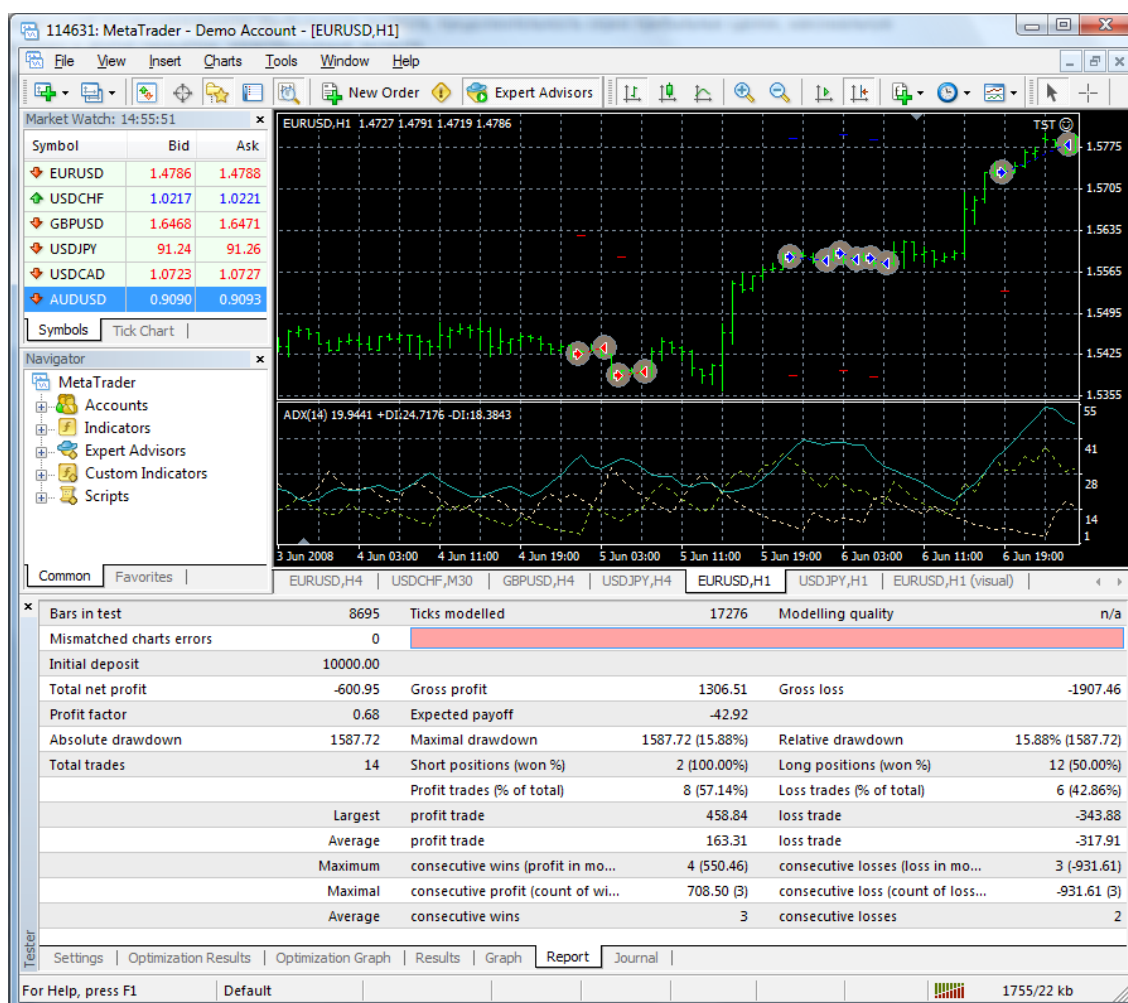
5.2.4. Tester stratégií

Tester stratégií je súčasťou platformy MetaTrader. Slúži na *backtesting* stratégií na historických dátach.

Stratégia musí byť naprogramovaná v jazyku MQL4. Tester umožňuje nastaviť širokú škálu parametrov (časový rámec, počiatok na účte, páku) vrátane špecifických pre stratégiu (definovaných v kóde stratégie).

Historické dáta sa môžu importovať do platformy z externých zdrojov, zadať manuálne alebo sa automaticky stiahnu zo serverov brokerskej spoločnosti.

Dôležitou časťou testera sú *reporty* o výkone stratégie. V nich sú prehľadne zobrazené informácie o počte uskutočnených obchodov, celkový zisk, stara a úspešnosť.



Obrázok 12: Report testovania automatickej stratégie. Zdroj: <http://www.metaquotes.net/>.

5.3. Vstupné dáta

Vstupné dáta sú získané od brokerskej spoločnosti X-Trade Brokers, ktorá pôsobí na českom trhu. Dáta sú prístupné cez tzv. demo účet, ktorý obsahuje historické dáta pre vytváranie a testovanie stratégií, tak aj reálne dáta. Dáta neobsahujú všetky komodity, ale v dostupnom portfóliu sú zahrnuté najbežnejšie obchodované komodity ako zlato, platina, cukor, káva, ropa.

5.4. Návrh investičných stratégií

Základom pre stratégie v tomto riešení budú indikátory exponenciálnych kĺzavých priemerov na určenie trendovosti trhu a vhodného vstupu do pozície (zadania obchodného príkazu).

Stratégie vytvorené na tomto základe sa budú odlišovať použitím ďalších indikátorov (RSI, Williams%R) pre upresnenie vstupu do pozície a budú parametrami prispôsobené pre konkrétny trh.

5.4.1. Návrh základnej stratégie

Na určenie trendovosti trhu sa použijú kĺzavé priemery s rôznym intervalom. Parametre týchto kĺzavých priemerov sú nasledujúce:

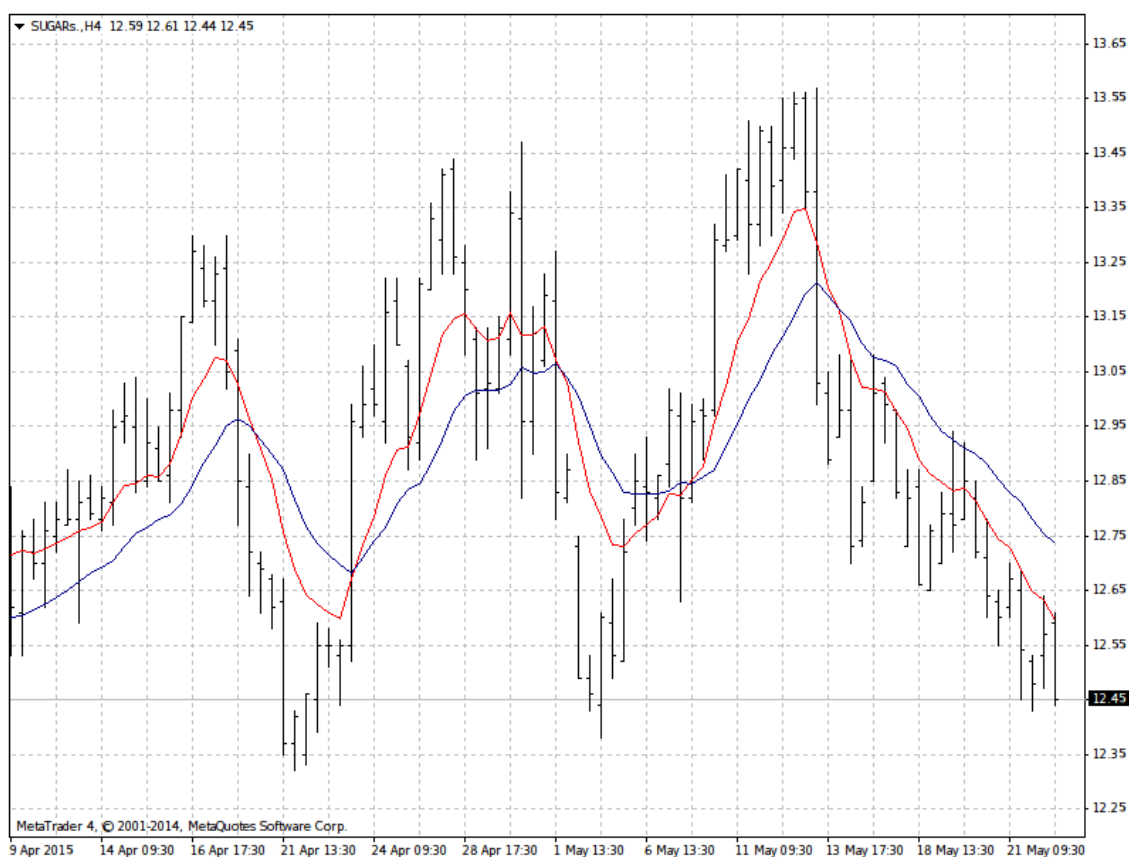
Rýchlejší MA (moving average)

- Metóda: exponenciálny kĺzavý priemer
- Vstupná hodnota: zatváracia cena

Pomalší MA:

- Metóda: exponenciálny kĺzavý priemer
- Vstupná hodnota: otváracia cena

Obchodné signály, že trh prechádza do trendu prichádzajú v momentoch, keď rýchlejší MA prekríži krivku pomalšieho MA. Ak dôjde k prekríženiu *zdola nahor*, jedná sa o signál na nákup, ak *zhora nadol*, jedná sa o signál pre predaj. Tieto body sú ilustrované na obr. 13.



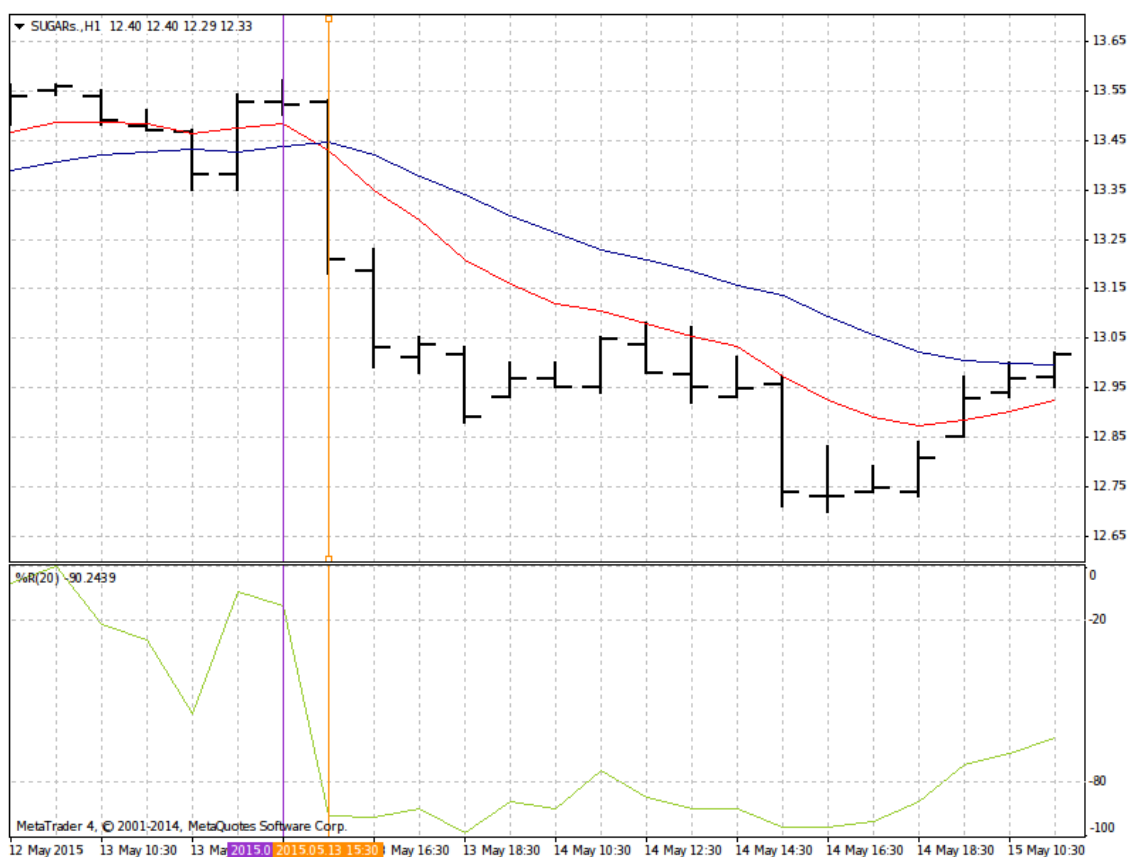
Obrázok 13: Kríženie kriviek kľzavých priemerov.

Takto jednoduchá stratégia je ale náchylná k falošným signálom. Na spresnenie signálov použijeme ďalšie indikátory.

Ďalším pridaným indikátorom bude Williams % R s nasledujúcimi parametrami (tieto hodnoty sú najčastejšie spomínané ako východzie, preto budú ponechané):

- Horný limit: -20
- Dolný limit: -80

Na obrázku 14 je ilustrovaný signál k predaju kontraktu. Oranžová línia zobrazuje tick v ktorom je detekované prekríženie kľzavých priemerov (zhora nadol), čo je signál k predaji. Fialová línia zobrazuje predchádzajúci tick v ktorom bola hodnota W%R nad horným limitom, takže došlo k prekríženiu a to je ďalší signál k predaji.



Obrázok 14: Signály k predaji indikované MA a W%R.

5.4.2. Implementácia v jazyku MQL4

Na to aby sa táto stratégia dala použiť automatizovane v prostredí MetaTrader 4, musí byť implementovaná ako program pre toto prostredie v jazyku MQL4. Tvorba prebieha v samostatnom programe MetaEditor, ktorý slúži ako vývojové prostredie (IDE).

Jazyk obsahuje množstvo špecifických metód pre získavanie informácií o aktuálnom stave trhu, účtu a otvorených príkazoch. Ale na zjednodušenie práce s programovaním samotných AOS a na vytvorenie istej miery abstrakcie, bude najprv implementovaná pomocná knižnica, ktorá zabezpečí spracovanie najpoužívanějších príkazov a výpočty hodnôt.

Pomocná knižnica príkazov

V tejto knižnici budú implementované metódy uvedené v nasledujúcom zozname. Popis metód je zjednodušený.

- *isPositionOpen()* - táto metóda podľa identifikačného čísla pozície zistí, či konkrétna pozícia je stále otvorená. Pozícia môže byť zatvorená automaticky pri dosiahnutí hraníc Stop loss alebo Take profit, prípadne brokerom (napr. margin call).
- *openPosition()* - metóda zavolá príkaz na otvorenie pozície, podľa zadáných parametrov ako je veľkosť kontraktu (počet lotov), hranica Stop loss a Take profit (udávaná relatívne v pipoch voči otváracej cene), a typ pozície (krátka, dlhá).
- *closePosition()* - metóda zatvorí pozíciu a tým uzatvorí obchod.
- *getSLTPPrice()* - metóda vypočíta cenovú hladinu Stop Loss a Take profit. Vypočítava priamo cenovú hladinu, ktorá potom slúži ako parameter príkazu na otvorenie pozície. Vypočítava ich z počtu pipov a kontroluje maximálnu stratu voči disponibilným financiám.
- *moveSL()* - metóda prepočítava úroveň Stop loss tak, ak sa trh vyvíja správnym smerom, posúva hranicu v tomto smere. Hranica sa posúva po určitých intervaloch tak, aby sa pri malých výkyvoch hneď pozícia neuzavrela, ale aby sa pri zmene trendu pred dosiahnutím hranice Take profit uzavrela aspoň s menším ziskom (v ideálnom prípade nad otváracou cenou pozície).

Nazývať sadu týchto príkazov knižnica je v kontexte prostredia MetaTrader 4 trochu zavádzajúce, pretože knižnice sú zväčša skompilované zdrojové súbory. V oblasti programovania je to však prijateľné pomenovanie. Tento súbor nebude skompilovaný, len vložený na začiatku každého zdrojového súboru s AOS. Ten potom môže k týmto príkazom pristupovať. Súbor bude uložený v adresári *Include* s príponou *.mqh*.

Implementácia samotnej stratégie

Navrhnutá stratégia bude implementovaná ako AOS, resp. EA – expert advisor.

Pri vytvorení prázdnej šablóny sa automaticky vygenerujú tri funkcie `OnInit()`, `OnDeinit()` a `OnTick()`. Tieto funkcie sú tzv. event handlers, čiže obsluha udalostí, čo znamená, že keď v programe nastane nejaká udalosť a tak sa vykoná obsah funkcie, ktorá je jej pridelená ako obsluha.

- *OnInit()* – táto funkcia sa volá pri inicializácii (spustení) AOS. Zvyčajne sa tu inicializujú globálne premenné a objekty pre systém.
- *OnDeinit()* – táto funkcia sa volá pri ukončení systému, zvyčajne sa v nej uvoľňujú využité zdroje (deštrukcia objektov).
- *OnTick()* – táto funkcia sa volá pri každej zmene grafu, tzn. keď platforma dostane informáciu o novej cene v danom momente. V tejto funkcii prebieha celá logika AOS, pretože sa pri novej cene prepočítavajú hodnoty technických indikátorov a kontrolujú sa podmienky obchodných signálov.

Na začiatku súboru, ešte pred telom vyššie uvedených funkcií sa pripájajú súbory, čo v tomto prípade znamená pripojenie pomocnej knižnice s príkazmi.

Ďalej, za tým sa definujú *externé premenné*. Tieto premenné sú vstupné parametre od obchodníka a ten ich môže zmeniť priamo z prostredia MetaTrader bez zásahu do kódu. V tomto prípade to budú nasledovné parametre:

- *lots* – počet kontraktov na jeden obchod. Tento vstupný parameter je typu double, čiže je možné zadať aj hodnotu, ktorá nie je celočíselná (napr. 0,1). Pri tomto je dôležité upozorniť na to, že zlomkové kontrakty musí podporovať brokerská spoločnosť.
- *slPips* – hranica Stop loss vyjadrená v počte pipov pod/nad otváracou cenou pozície.
- *slMovePips* – počet pipov, o ktoré sa hranica Stop loss posunie v prípade priaznivého vývoja trhu.

- *tpPips* - hranica Take profit vyjadrená v počte pipov pod/nad otváracou cenou pozície.
- *shorMAPeriod* - hodnota periódy pre kratší kĺzavý priemer.
- *longMAPeriod* - hodnota periódy pre dlhší kĺzavý priemer.
- *wprPeriod* - hodnota periódy pre oscilátor Williams % R.
- Prípadne ďalšie parametre pre ostatné technické indikátory použité v konkrétnej úprave AOS.

Ďalším krokom na začiatku je definovanie globálnych premenných pre tento systém. V tomto prípade to bude *identifikátor aktuálnej otvorenej pozície positionId* prednastavený na hodnotu -1. Keďže sa jedná o jednoduchý dátový typ, tento AOS bude operovať s jednou otvorenou pozíciou. Ak by systém využíval princíp *position sizing*, čiže dynamický počet otvorených pozícií, identifikátory pozícií by museli byť v inej dátovej štruktúre, napr. pole.

Pomocné funkcie pre získanie hodnôt indikátorov ušetrí v kóde používanie vstavaných funkcií, ktoré majú väčší počet parametrov. Vstupným parametrom týchto pomocných funkcií je *spätný* posun na predchádzajúcu hodnotu v grafe.

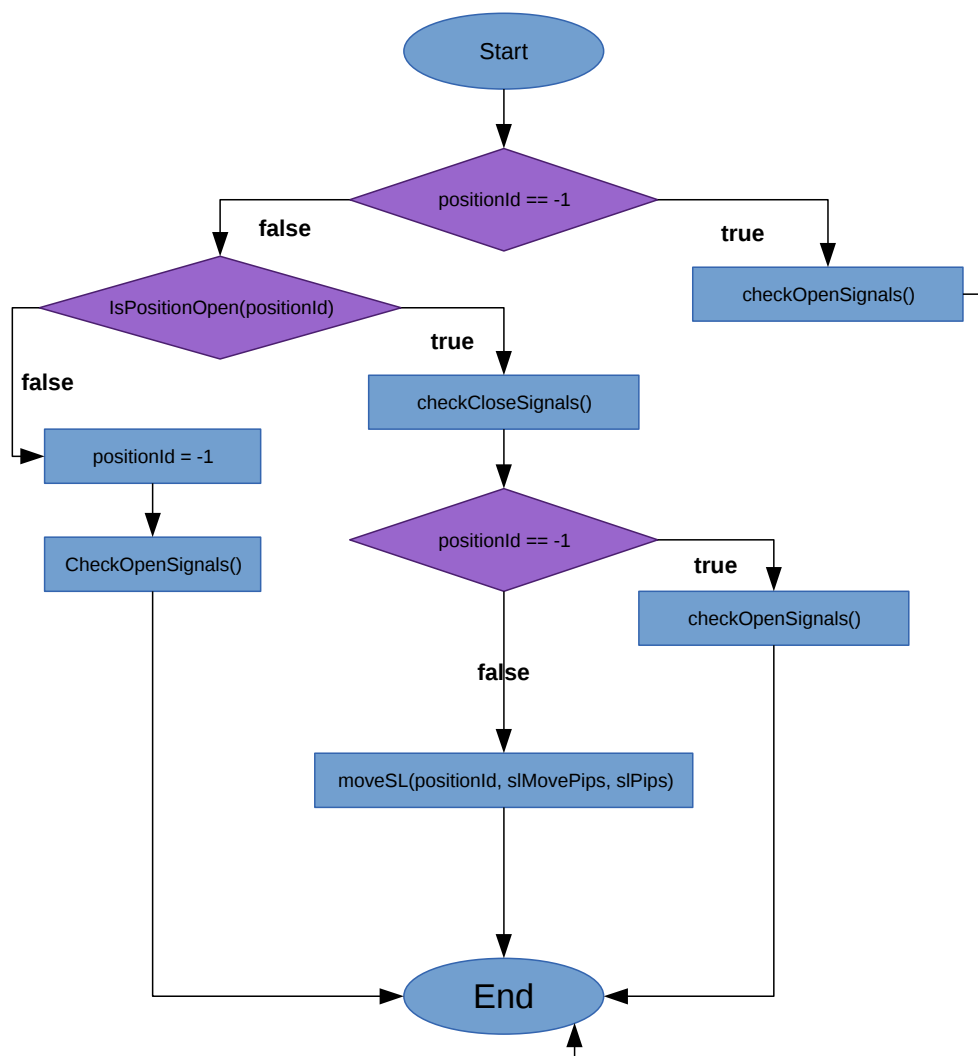
- *getShortEMA(shift)* - vráti hodnotu kratšieho exponenciálneho priemeru.
- *getLongEMA(shift)* - vráti hodnotu dlhšieho exponenciálneho priemeru.
- *getWpr(shift)* - vráti hodnotu oscilátoru Williams % R.
- Prípadné ďalšie funkcie indikátorov.

Ďalšie pomocné funkcie *isCrossingUp()* a *isCrossingDown()* zisťujú, či nedošlo k prekríženiu kĺzavých priemerov zdola nahor a naopak. Vstupom pre tieto funkcie sú aktuálne hodnoty a hodnoty z prechádzajúceho bodu na grafe (ticku). Tieto funkcie pomáhajú pri detekcii obchodných signálov.

Samotné funkcie detekcie obchodných signálov *isOpenBuySignal()* a *isOpenSellSignal()* potom už len porovnávajú, či boli splnené parametre indikátorov. Detekcia zatváracích signálov využíva výstup z funkcií detekcie *opačných* signálov.

Logika fungovania AOS je vo funkcii *OnTick()*. Diagram fungovania systému je zobrazený na obrázku 15. Tento algoritmus sa vykonáva cyklicky pri každom ticku.

Funkcie *checkOpenSignals()* a *checkCloseSignals()* spúšťajú kontrolu obchodných signálov pomocnými funkciami popísanými vyššie. Ak sú podmienky splnené, otvoria/zatvoria pozíciu a nastaví globálnu premennú *positionId*.



Obrázok 15: Flowchart diagram fungovania jadra systému vo funkcii `OnTick()`.

5.5. Testovanie stratégie a optimalizácia

V tejto časti bude popísané testovanie stratégie na trhu a jej optimalizácia modifikáciou parametrov. Najprv bude trh analyzovaný technickými indikátormi tak, aby sa našli optimálne parametre pre tieto indikátory a následne budú aplikované do stratégie a otestované pomocou backtestingu.

5.5.1. Určenie parametrov stratégie

Prvá stratégia bude vychádzať z parametrov ktoré boli popísané pri navrhovaní základnej stratégie v predchádzajúcom texte.

Trh:

- Komodita: cukor.
- Typ kontraktu: CFD.
- Časový rámec: H1.
- Obdobie: 1.4.2014 až 1.4.2015

Analýza trhu

Analýza trhu je najdôležitejšia časť prípravy stratégie. Ako testovací trh bol zvolený cukor, pretože je dobre čitateľný aj pre neprofesionálnych obchodníkov, je trendový a volatilný.

Pri analýze budú použité rovnaké technické indikátory ako sú naprogramované v stratégii. Zo začiatku prebiehalo nastavovanie parametrov metódou pokus-omyl, kým neboli získané skúsenosti a „cit“ pre tento trh. Priebeh ručnej analýzy ilustruje obrázok 16.

Pri hodinovom intervale H1 pre jednotlivé ticky najlepšie sledovali trend trhu exponenciálne klzavé priemery s periódou 9 a 18.

Oscilátor dobre indikoval signály pri perióde 20, vyššie periódy nestíhali dostatočne rýchlo reagovať na zmeny, a kratšie mali prudšie výkyvy a vznikali šum (falošné signály, prípadne ignorovali dobré signály).



Obrázok 16: Pribeh analýzy trhu.

Z analýzy predchádzajúceho vývoja trhu v období 1.4.2014 – 1.4.2015 boli odvodené nasledujúce parametre pre TI.

Technické indikátory:

- Exponenciálne kľzavé priemery s periódou 9 a 18. Kratší vypočítaný zo zatváracej ceny za danú jednotku, dlhší z otváracej ceny za danú jednotku.
- Oscilátor W%R s periódou 20.

Backtesting 1

Vstupné parametre:

EMA short	EMA long	W%R	Dáta za	Č. rámeč	SL hranica	TP hranica
9	18	20	1 rok	H1	30	0

Výsledky backtestingu 1

Počet uzatvorených pozícií	Risk Reward Ratio	Úspešnosť obchodov
9	1:3,15	55,56%

Z výsledkov vidno, že stratégia je navrhnutá dobre. No niektoré parametre by bolo vhodné optimalizovať. Detailnejšou analýzou a testovaním boli parametre upravené.

Backtesting 2

Úpravu parametrov zobrazuje nasledujúca tabuľka. Zmenila sa hodnota oscilátoru, pretože kratší interval nebol dostatočne presný. Najdôležitejšia zmena je nastavenie hranice *Take profit* tak, aby stratégia nebola tak agresívna a uzatvárala obchody s istým ziskom

Vstupné parametre:

EMA short	EMA long	W%R	Dáta za	Č. rámec	SL hranica	TP hranica
9	18	30	1 rok	H1	30	90

Výsledky backtestingu 2

Počet uzatvorených pozícií	Risk Reward Ratio	Úspešnosť obchodov
9	1:6,7	66,67

Z výsledkov vidno, že úprava stratégie ju výrazne vylepšila. Počet obchodov zostal zachovaný, ale zvýšila sa presnosť obchodných signálov a zavedenie hranice *Take profit* *zdvojnásobilo* ziskovosť, čo je veľký úspech.

Celkový report s výsledkami stratégie zobrazený na obrázku 17.

Pri testovaní bola nastavená veľkosť kontraktu na 1 lot, aby boli výsledky lepšie čitateľné. Ak by sa správne nastavil position sizing, stratégia by bola omnoho ziskovejšia. Position sizing, ktorý by spĺňal podmienky definované v pláne, by umožnil obchodovať až do veľkosti kontraktu 10 lotov. V tom prípade by dosiahlo zhodnotenie obchodného účtu takmer 200% za jeden rok.

Bars in test	2494	Ticks modelled	226288	Modelling quality	78.18%
Mismatched charts err...	5				
Initial deposit	10000.00			Spread	Current (6)
Total net profit	1917.56	Gross profit	2254.66	Gross loss	-337.10
Profit factor	6.69	Expected payoff	213.06		
Absolute drawdown	56.00	Maximal drawdown	683.20 (5.99%)	Relative drawdown	5.99% (683.20)
Total trades	9	Short positions (won %)	3 (100.00%)	Long positions (won %)	6 (50.00%)
		Profit trades (% of total)	6 (66.67%)	Loss trades (% of total)	3 (33.33%)
	Largest	profit trade	1004.16	loss trade	-336.00
	Average	profit trade	375.78	loss trade	-112.37
	Maximum	consecutive wins (profit in ...)	3 (1177.84)	consecutive losses (loss in ...)	1 (-336.00)
	Maximal	consecutive profit (count o...)	1177.84 (3)	consecutive loss (count of l...)	-336.00 (1)
	Average	consecutive wins	2	consecutive losses	1

Obrázok 17: Výsledok úspešne navrhnutej stratégie.

Nasledujúca tabuľka zobrazuje vykonané príkazy:

#	Time	Type	Order	Size	Price	S / L	T / P	Profit	Balance
1	2014.05.02 15:30	sell	1	1.00	17.60	17.90	16.70		
2	2014.05.02 16:30	modify	1	1.00	17.60	17.60	16.70		
3	2014.05.06 15:41	modify	1	1.00	17.60	17.45	16.70		
4	2014.05.13 09:36	s/l	1	1.00	17.45	17.45	16.70	172.80	10172.80
5	2014.06.02 16:30	sell	2	1.00	17.23	17.53	16.33		
6	2014.06.04 10:05	modify	2	1.00	17.23	17.23	16.33		
7	2014.06.04 13:52	s/l	2	1.00	17.23	17.23	16.33	0.87	10173.68
8	2014.06.12 10:30	buy	3	1.00	17.54	17.24	18.44		
9	2014.06.13 14:12	modify	3	1.00	17.54	17.54	18.44		
10	2014.06.13 17:42	modify	3	1.00	17.54	17.70	18.44		
11	2014.06.18 11:43	modify	3	1.00	17.54	17.86	18.44		
12	2014.06.18 16:50	modify	3	1.00	17.54	18.02	18.44		

1	2014.06.19									
3	15:08	modify	3	1.00	17.54	18.18	18.44			
1	2014.06.19									
4	15:11	t/p	3	1.00	18.44	18.18	18.44	1004.16	11177.84	
1	2014.07.24									
5	18:32	buy	4	1.00	17.09	16.79	17.99			
1	2014.07.25									
6	17:16	modify	4	1.00	17.09	17.09	17.99			
1	2014.07.25									
7	18:58	s/l	4	1.00	17.09	17.09	17.99	-0.55	11177.29	
1	2014.08.07									
8	09:30	buy	5	1.00	16.39	16.09	17.29			
1	2014.08.07									
9	10:48	modify	5	1.00	16.39	16.39	17.29			
2	2014.08.07									
0	11:01	s/l	5	1.00	16.39	16.39	17.29	0.00	11177.29	
2	2014.09.18									
1	09:30	buy	6	1.00	16.29	15.99	17.19			
2	2014.09.18									
2	15:21	s/l	6	1.00	15.99	15.99	17.19	-336.00	10841.29	
2	2014.10.03									
3	17:30	buy	7	1.00	16.25	15.95	17.15			
2	2014.10.03									
4	18:27	modify	7	1.00	16.25	16.25	17.15			
2	2014.10.06									
5	09:30	modify	7	1.00	16.25	16.41	17.15			
2	2014.10.06									
6	12:32	modify	7	1.00	16.25	16.57	17.15			
2	2014.10.07									
7	09:31	modify	7	1.00	16.25	16.73	17.15			
2	2014.10.08									
8	10:11	s/l	7	1.00	16.73	16.73	17.15	534.86	11376.14	
2	2015.02.12									
9	16:30	buy	8	1.00	14.78	14.48	15.68			
3	2015.02.12									
0	18:53	modify	8	1.00	14.78	14.78	15.68			
3	2015.02.13									
1	09:31	s/l	8	1.00	14.78	14.78	15.68	-0.55	11375.60	
3	2015.03.06									
		sell	9	1.00	13.39	13.69	12.49			

2	15:30									
3	2015.03.09	modify	9	1.00	13.39	13.39	12.49			
3	15:37									
3	2015.03.13	modify	9	1.00	13.39	13.23	12.49			
4	13:03									
3	2015.03.13	modify	9	1.00	13.39	13.07	12.49			
5	14:44									
3	2015.03.13	modify	9	1.00	13.39	12.91	12.49			
6	16:56									
3	2015.03.16	s/l	9	1.00	12.91	12.91	12.49	541.97	11917.56	
7	13:15									

5.6. Analýza riešenia

Navrhnuté riešenie teda predstavuje implementáciu stratégie ako AOS postavenej na kľavých priemeroch a cenovom oscilátore, s parametrami získaných z analýzy cieľového trhu s cukrom, ktorý je vhodný pre začínajúcich obchodníkov.

Pri tomto riešení sa vyskytli pozitívne aspekty ako aj negatívne.

5.6.1. Pozitíva

Výhodou tohto riešenia je prístup Keep it simple. Jednoduchá stratégia na jednoduchom trhu dosiahla úspešné výsledky. Trh s cukrom sa správa predvídateľne aj s použitím len technickej analýzy s niekoľkými indikátormi.

Počiatkové parametre neboli ideálne, ale s použitím backtestingu a automatického testovania priamo cez platformu MetaTrader bola optimalizácia parametrov užívateľsky prívetivá.

Dobre nastavený money management v podobe stop loss a take profit hladín umožnil dosiahnuť vysoké risk reward ratio v pomere 1:6,7, čo je pri úspešnosti 66% veľmi dobré.

Celkovým pozitívom je, že toto riešenie postupovalo vytváraním AOS od základu, čo umožnilo lepšie pochopenie princípov fungovania obchodovania, analýzy a aj samotného programovania.

5.6.2. Negatíva

Na niektoré pozitíva sa dá ale pozeráť aj ako na negatíva. Princíp KISS síce umožnil hlbší náhľad do problematiky, ale zároveň vzdialil toto riešenie od reálneho nasadenia.

To znamená, že toto riešenie funguje len na historických dátach jedného trhu.

Taktiež neberie do úvahy position sizing, čo znižuje dojem z profitability celého systému.

Samotný algoritmus obchodovania narazil na niekoľko prekážok. Okrem spomenutého position sizingu, nastal problém s posuvným stop lossom. Served brokerskej spoločnosti väčšinu požiadaviek na modifikáciu otvorenej pozície zamietli, pravdepodobne ako ochranu pred scalpingom.

5.6.3. Zhrnutie

Celkové hodnotenie riešenia je pozitívne. Stanovené ciele boli splnené, tzn. bola vytvorená taká automatická stratégia, ktorá za ročné obdobie dosiahla zhodnotenie vkladu viac než 10%.

Riešenie zároveň ukázalo ako vytvoriť takúto stratégiu detailne, a zdôraznilo dôležitosť analýzy trhu ako úplného základu obchodovania s AOS alebo bez.

6. Záver

Cieľom práce bolo ukázať využitie automatického obchodovania s komoditami s dôrazom na prístup k tomuto využitiu. Začiatok práce predstavuje široké teoretické pozadie, ktoré je nutné pochopiť ak má byť obchodovanie úspešné.

Teoretické východiská práce popisujú fungovanie kapitálových trhov, špeciálne komoditných, popisujú princípy obchodovania na nich, a detailne rozoberajú často používané metódy technickej analýzy.

Navrhnuté riešenie popisuje detailne vytvorenie systému pre obchodovanie, pričom stanovuje cieľ, aby tento systém bol na testovacích dátach úspešný.

Tento cieľ riešenia sa podarilo naplniť. Riešenie tiež zdôraznilo dôležitosť analýzy trhu a následnej optimalizácie systému pre konkrétny trh.

Riešenie síce nie je vhodné do komerčného nasadenia, no ukazuje pevnú cestu pri využívaní automatických obchodných systémov. Na navrhnutom riešení sa dá ďalej stavať a s dostatkom vôle sa časom môže premeniť na úspešné reálne využitie.

Literatúra

- [1] SHIPMAN, Mark. *Komodity: jak investovat a vydělat*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, c2007, x, 133 s. ISBN 978-80-251-1866-5.
- [2] ELDER, Alexander. *Tradingem k bohatství: psychologie, obchodní systémy, money management*. Tetčice: Impossible, c2006, viii s., s. 10-305. ISBN 80-239-7048-8.
- [3] DOHNAL, Mirko a Vladimíra KUČEROVÁ. *Metody investičního rozhodování: studijní text pro denní i kombinovanou formu studia*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 67 s. ISBN 80-214-3133-4.
- [4] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody analýz a modelování: metodická příručka pro kombinovanou formu studia*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 63 s. ISBN 80-214-3324-8.
- [5] BusinessDictionary.com: Definitions. [online]. [cit. 2014-01-05]. Dostupné z: <http://www.businessdictionary.com/definition/commodity-exchange.html>.
- [6] TrimBroker.com: Finančný trh a jeho rozdelenie. [online]. [cit. 2014-01-05]. Dostupné z: <http://akademia.trimbroker.com/clanky/Financny-trh-a-jeho-rozdelenie>.
- [7] TrimBroker.com: Komoditné finančné nástroje. [online]. [cit. 2014-01-05]. Dostupné z: <http://akademia.trimbroker.com/clanky/Komoditne-financne-nastroje>.

- [8] TrimBroker.com: Prečo obchodovať komodity. [online].
[cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://akademia.trimbroker.com/clanky/Preco-obchodovat-komodity>.
- [9] TrimBroker.com: Ako obchodovať komodity. [online].
[cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://akademia.trimbroker.com/clanky/Ako-obchodovat-komodity>.
- [10] TrimBroker.com: Elektronické obchodovanie. [online].
[cit. 2014-01-10]. Dostupné z: <http://akademia.trimbroker.com/clanky/Elektronicke-obchodovanie>.
- [11] Finance.cz: Fundamentální analýza. Složitá, ale nezbytná. [online].
[cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/273472-fundamentalni-analyza-slozita-ale-nezbytna/>.
- [12] Finančník.cz: Typy spekulantů – kdo a jak obchoduje. [online].
[cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/komodity/manual/komodity-spekulanti.html>.
- [13] FXStreet.cz: Forex robot (AOS): Automatický obchodní systém. [online]. [cit. 2014-01-20]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/forex-robot-aos-automaticky-obchodni-system.html>.
- [14] FXStreet.cz: Úvod do MetaTrader. [online]. [cit. 2014-01-20].
Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/uvod-do-metatrader.html>.
- [15] Petr Luner: Jemný úvod do genetických algoritmů. [online].
[cit. 2014-01-31].
Dostupné z: <http://cgg.mff.cuni.cz/~pepca/prg022/luner.html>.
- [16] NESNÍDAL, Tomáš a Petr PODHAJSKÝ. *Obchodování na komoditních trzích: průvodce spekulanta*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada, 2006, 200 s. Investice. ISBN 80-247-1851-0.
- [17] HARTMAN, Ondřej. *Začínáme na burze: jak uspět při obchodování na finančních trzích : akcie, komodity a forex*. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 246 s. ISBN 9788026500339.
- [18] *Barchart.com: Futures Contract Specifications* [online].
[cit. 2015-05-25]. Dostupné z: <http://www.barchart.com/futures/specifications.php>.

- [19] TRIM Akadémia: Porovnanie futures, CFD a ETF. IŽIP, Roman. TRIM Akadémia [online]. 2010 [cit. 2015-05-27]. Dostupné z: <http://akademia.trimbroker.com/clanky/Porovnanie-futures-CFD-a-ETF>.
- [20] REPKA, Martin. Investiční modely v prostředí finančních trhů. Brno, 2013. 93 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská. Vedoucí práce Ing. Jan Budík.
- [21] TUROŇ, M. Využití umělé inteligence na kapitálových trzích. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 71 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Petr Dostál, CSc.
- [22] ZÁDĚRA, D. Technická analýza. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 71 s. Vedoucí diplomové práce Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.