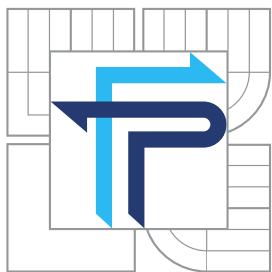


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV INFORMATIKY  
FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF INFORMATICS

# INVESTIČNÍ MODELY V PROSTŘEDÍ FINANČNÍCH TRHŮ

THE INVESTMENT MODELS IN AN ENVIRONMENT OF FINANCIAL MARKETS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MARTIN REPKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BUDÍK

BRNO 2013

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Repka Martin, Bc.**

---

Informační management (6209T015)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

**Investiční modely v prostředí finančních trhů**

v anglickém jazyce:

**The Investment Models in an Environment of Financial Markets**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Cíle práce, metody a postupy

Teoretická východiska práce

Analýza problému

Vlastní návrhy řešení

Závěr

**Seznam odborné literatury:**

- DOSTÁL, P. Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-605-8.
- ELDER, A. Tradingem k bohatství. Impossible, 2006. ISBN 80-239-7048-8.
- FANTA, J. Psychologie, algoritmy a umělá inteligence na kapitálových trzích. Praha: Grada, 2006. ISBN 802-47-0024-7.
- NESNÍDAL, T. a P. PODHAJSKÝ. Obchodování na komoditních trzích. 2. rozšířené vydání. Praha: Grada, 2006. ISBN 802-47-1851-0.
- REJNUŠ, O. Finanční trhy. 3. rozšířené vydání. Ostrava: Key Publishing, 2011. ISBN 978-80-7418-128-3.
- WILLIAMS, L. Dlouhodobá tajemství krátkodobých obchodů. Praha: Centrum finančního vzdělávání, 2007. ISBN 8090387416.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Budík

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/2013.

L.S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
Ředitel ústavu

---

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.  
Děkan fakulty

V Brně, dne 12.05.2013

## **Abstrakt**

Diplomová práca sa zameriava na problematiku automatických obchodných systémov (AOS) na obchodovanie na finančných trhoch. Popisuje teoretické základy finančných trhov, rôzne prístupy k technickej analýze a poznatky o AOS. Výstupom práce je diverzifikované portfólio štyroch modelov na obchodovanie futures kontraktov zlata a kakaa, ktoré za prvý kvartál 2013 dosiahli zhodnotenie kapitálu 46,74 %. Systémy sú navrhnuté v programe Adaptrade Builder za použitia genetických algoritmov a otestované v obchodnej platforme MetaTrader. Na záver sú modely optimalizované pomocou citlivostnej analýzy.

## **Abstract**

This thesis focuses on automated trading systems for financial markets trading. It describes theoretical background of financial markets, different technical analysis approaches and theoretical knowledge about automated trading systems. The output of the present paper is a diversified portfolio comprising four different investment models aimed to trading futures contracts of cocoa and gold. The portfolio tested on market data from the 1<sup>st</sup> quarter 2013 achieved 46.74 % increase on the initial equity. The systems have been designed in Adaptrade Builder software using genetic algorithms and subsequently tested in the MetaTrader trading platform. They have been finally optimized using sensitivity analysis.

## **Kľúčové slová**

AOS, technická analýza, genetické algoritmy, Adaptrade Builder, MetaTrader, citlivostná analýza, investičné portfólio, finančné trhy, burza.

## **Keywords**

Automated trading systems, genetic algorithms, Adaptrade Builder, MetaTrader, sensitivity analysis, investment portfolio, financial markets, exchange.

## Bibliografická citácia

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.

## **Čestné prehlásenie**

Prehlasujem, že predložená diplomová práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne.

Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o práve autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

.....  
Martin Repka

15. mája 2013

## **Podčakovanie**

Ďakujem vedúcemu diplomovej práce, Ing. Janovi Budíkovi, za cenné rady a pripomienky k spracovaniu tejto práce. Tiež chcem podčakovať mojej rodine a Dominike, za prejavenu pomoc a podporu.

# Obsah

<b>Úvod</b>	<b>10</b>
<b>1 Ciele práce, metódy a postupy</b>	<b>12</b>
1.1 Globálny cieľ práce . . . . .	13
1.2 Parciálne ciele . . . . .	13
1.3 Metódy a postupy spracovania . . . . .	13
<b>2 Teoretické východiská práce</b>	<b>14</b>
2.1 Základné pojmy . . . . .	14
2.1.1 Model . . . . .	14
2.1.2 Burza . . . . .	14
2.1.3 (Finančné) aktívum . . . . .	15
2.1.4 Obchodná pozícia . . . . .	15
2.1.5 Obchodník . . . . .	15
2.1.6 Volatilita . . . . .	15
2.1.7 Trend, trendujúci trh . . . . .	15
2.2 Analýza tržnej ceny . . . . .	15
2.2.1 Fundamentálna analýza . . . . .	16
2.2.2 Psychologická analýza . . . . .	17
2.2.3 Technická analýza . . . . .	19
2.3 Obchodné prístupy . . . . .	21
2.3.1 Mechanický a diskréčny prístup . . . . .	21
2.3.2 Pozičné a intradenné obchodovanie . . . . .	22
2.3.3 Automatické obchodné systémy (AOS) . . . . .	23
2.4 Analýza založená na technických indikátoroch . . . . .	23
2.4.1 Kĺzavé priemery . . . . .	25
2.4.2 MACD (Moving Average Convergence Divergence) . . . . .	26
2.4.3 Bollingerove pásma (Bollinger Bands, BB) . . . . .	27
2.4.4 Index relatívnej sily (Relative Strength Index, RSI) . . . . .	28
2.4.5 Commodity Channel Index (CCI) . . . . .	29
2.5 Risk management a Money management . . . . .	29
2.5.1 Risk na obchod . . . . .	30
2.5.2 Počiatočná kapitalizácia . . . . .	30
2.5.3 Priemerný zisk a priemerná strata . . . . .	31
2.5.4 Pomer ziskov a strát – Risk-Reward-Ratio (RRR) . . . . .	31
2.5.5 Riadenie straty – príkaz Stop-loss (SL) . . . . .	31
2.5.6 Ochrana zisku – príkaz Profit-target (PT) . . . . .	32
2.6 Umelá inteligencia v prostredí finančných trhov . . . . .	33

2.6.1	Neurónové siete . . . . .	33
2.6.2	Genetické algoritmy . . . . .	34
2.6.3	Fuzzy logika . . . . .	35
2.6.4	Teória chaosu . . . . .	36
<b>3</b>	<b>Analýza problému</b>	<b>37</b>
3.1	Predstavenie spoločnosti . . . . .	37
3.1.1	Základné údaje o spoločnosti . . . . .	37
3.1.2	Predmet podnikania . . . . .	38
3.1.3	SWOT analýza spoločnosti . . . . .	38
3.2	Definícia problému . . . . .	40
3.3	Automatické obchodné systémy (AOS) . . . . .	41
3.3.1	Definícia . . . . .	41
3.3.2	Výhody AOS . . . . .	42
3.3.3	Nevýhody a riziká AOS . . . . .	42
3.3.4	Súčasný stav . . . . .	43
3.4	Informačné zdroje . . . . .	44
3.5	Programové prostriedky . . . . .	44
3.5.1	MetaTrader . . . . .	45
3.5.2	Adaptrade Builder . . . . .	46
3.5.3	Ďalšie programové prostriedky . . . . .	47
<b>4</b>	<b>Vlastné návrhy riešenia</b>	<b>49</b>
4.1	Výber obchodných inštrumentov . . . . .	49
4.2	Návrh workflow . . . . .	50
4.3	Konfigurácia nastavení . . . . .	50
4.4	Vývoj investičných modelov . . . . .	52
4.4.1	Modele na obchodovanie kakaa . . . . .	54
4.4.2	Modele na obchodovanie zlata . . . . .	60
4.5	Integrácia a testovanie v obchodnej platforme . . . . .	66
4.5.1	Stratégie pre kakao . . . . .	66
4.5.2	Stratégie pre zlato . . . . .	68
4.6	Výsledné portfólio . . . . .	70
4.7	Citlivostná analýza . . . . .	71
4.8	Odporučania do praxe . . . . .	71
4.9	Ekonomicke zhodnotenie . . . . .	73
<b>Záver</b>		<b>77</b>
<b>Literatúra</b>		<b>79</b>
<b>A</b>	<b>Zdrojové kódy</b>	<b>82</b>
A.1	Stratégia CCBO01 . . . . .	82
A.2	Stratégia CCTA01 . . . . .	85
A.3	Stratégia GCBO02 . . . . .	88
A.4	Stratégia GCTA03 . . . . .	91

# Úvod

Obchodovanie a investovanie tvorí jeden zo základov ľudskej činnosti už od nepamäti. Ich hlavný cieľ zostal po stáročia v podstate nezmenený – dosiahnuť väčší úžitok, prípadne zabezpečiť si do budúcna určité formy istoty.

Postupom času, s rozmachom informačných technológií, internetu a digitalizácie spoľahlivosti sa aj obchodovanie na burze stalo prístupné pre širokú verejnosť. Veľké burzy v Chicagu, New Yorku či Londýne ponúkajú elektronické obchodovanie na mnohých trhoch takmer nepretržite, skoro 24 hodín denne. Okrem nich existuje obrovské množstvo iných, viac či menej regulovaných trhov, na ktoré majú prístup aj tí najmenší investori s minimálnym kapitálom. Možnosť vyskúšať si obchodovanie naživo či už so skutočnými alebo fiktívnymi prostriedkami je tak otvorená prakticky každému, kto o ňu prejaví záujem.

Súčasné nízke výnosy klasických investičných inštrumentov, akými sú termínované vklady či dlhopisy, robia túto oblasť pre drobných investorov ešte viac atraktívnu a tak objem realizovaných burzových operácií neustále stúpa.

S rozmachom informačných technológií je bezprostredne spojená aj umelá inteligencia. Tak, ako sa s jej rôznymi podobami stretávame každodenne v mnohých oblastiach života, stáva sa používanejšou aj na obchodovanie na burze.

Jej typickou podobou sú automatické obchodné systémy (AOS), slúžiace na obchodovanie na burze bez prítomnosti obchodníka. Aj k týmto systémom má prístup drobný investor a to vo viacerých formách – môže si AOS sám navrhnúť a naprogramovať, prenajať si ho od špecializovaných firiem, či rovno takýto systém zakúpiť. Kedže AOS poskytujú obchodníkovi značnú časovú flexibilitu, je tento spôsob obchodovania vyhľadávaný aj ľuďmi, ktorí nemajú časové možnosti venovať sa obchodovaniu naplno.

Jednou z firiem, zaoberajúcich sa automatickými obchodnými systémami je IJM Group s.r.o. Spoločnosť sa obchodovaniu na burze začala venovať pomerne nedávno, no svoju

činnosť ďalej rozširuje. Doteraz vyvinula niekoľko AOS na obchodovanie menových párov, ktoré už úspešne prenajíma svojim zákazníkom. Firma by rada obchodovanie rozšírila na ďalšie trhy, preto chce vyvinúť nové AOS na obchodovanie iných finančných inštrumentov, čím by svoje pôsobenie na finančných trhoch diverzifikovala.

Cieľom tejto práce je teda navrhnuť investičné modely na obchodovanie v prostredí finančných trhov, podľa požiadaviek firmy. Tieto systémy je následne potrebné otestovať a optimalizovať, aby dosahovali konzistentné výsledky.

Práca je rozdelená do niekolkých kapitol. V prvej časti sú popísané ciele práce, spolu s požiadavkami firmy a metodológiou spracovania.

Druhá kapitola poskytuje náhľad na teroretické poznatky finančných trhov, prístupov k obchodovaniu na burze a rôznych metód analýzy trhu. Táto kapitola tiež detailnejšie pojednáva o metódach technickej analýzy a prístupe k risk managementu. Na záver sú popísané prístupy umelej inteligencie, využiteľné na finančných trhoch.

Tretia kapitola je zameraná na analýzu riešeného problému. Po stručnej analýze firmy IJM Group s.r.o. sa venuje súčasným poznatkom o AOS, ich výhodám ako aj nevýhodám a rizikám. Následne diskutuje možnosti informačných zdrojov, použitých pri riešení problému. Taktiež sa zaoberá popisom programových prostriedkov ktoré budú ďalej použité.

Jadro práce tvoriace vlastné návrhy riešenia popisuje štvrtá kapitola. Na začiatku je na základe analýzy korelácie trhov zvolené obchodované portfólio. Ďalej je navrhnutý pracovný postup – workflow – ktorým sa riešenie práce bude riadiť. Hlavná časť je venovaná samotnému vývoju stratégií za využitia genetických algoritmov a programu Adaptrade Builder. Následne je popísaná integrácia získaných modelov do obchodnej platformy a ich otestovanie. Výsledné portfólio je podrobenej citlivostnej analýze z pohľadu veľkosti povolenej straty na jeden obchod. Na záver sú podané odporúčania na nasadenie do praxe a diskutovaný ekonomický prínos navrhnutého riešenia.

# Kapitola 1

## Ciele práce, metódy a postupy

Spoločnosť IJM Group s.r.o. sa primárne zaoberá činnosťami súvisiacimi s IT oblasťou. Medzi jej hlavné obchodné aktivity patrí tvorba informačných systémov a webových prezentácií, predaj produktov prostredníctvom elektronického obchodu či poradenstvo v oblasti elektronického podnikania.

Ako súčasť diverzifikácie podnikateľských aktivít a potrebou efektívneho zhodnocovania voľného kapitálu sa firma začala tiež venovať obchodovaniu na finančných trhoch. Kedže táto činnosť nad mieru naplnila jej očakávania, firma sa rozhodla venovať tejto oblasti viac času a začleniť ju medzi svoje hlavné aktivity, nielen ako prostriedok na zhodnocovanie vlastného kapitálu.

Postupom času tak vyvinula vlastné portfólio systémov na automatické obchodovanie (AOS) na menových trhoch, ktoré už úspešne ponúka zákazníkom na prenájom. Kedže jednou z hlavných obchodných činností firmy je aj prenájom virtuálnych serverov, firma tak dosiahla ďalšieho stupňa vertikálnej integrácie.

Na základe skúseností mnohých investorov by sa však firma nerada zamerala len na jednu oblasť finančných trhov a rada by vyvinula systémy pre ďalšie trhy, ktoré by s tými existujúcimi neboli korelujúce a prispeli by tak k stabilite investičného portfólia ako aj k širším možnostiam výberu pre zákazníkov.

Firma by svoje aktivity v oblasti automatizovaného obchodovania rozšírila na oblasť komoditných trhov a vyvinula nové systémy na ich obchodovanie. Kedže tieto systémy bude firma ponúkať aj na prenájom, zakladá si aj na výbere jednotlivých trhov, ktoré by mali byť pre zákazníkov dostatočne atraktívne. Predstava firmy spočíva vo výbere približne dvoch trhov, podľa možnosti čo najmenej korelujúcich a vo vývoji AOS na mieru šitých pre

tieto trhy, zohľadňujúc vývoj za posledné obdobie.

## 1.1 Globálny cieľ práce

Hlavným cieľom práce je navrhnuť portfólio na obchodovanie na finančných trhoch, spĺňajúce ďalšie stanovené podmienky. Má sa jednať o modely, založené na metódach technickej analýzy a určené na pasívne, automatické obchodovanie, bez nutnosti aktívneho riadenia.

Firma kladie dôraz na praktickú využiteľnosť vyvinutých modelov, ktoré majú byť po otestovaní v prostredí živých trhov určené na skutočné nasadenie a ponúknutie zákazníkom na prenájom.

S ohľadom na možnosti a skúsenosti firmy, sú preferované softvérové prostriedky, ktoré už spoločnosť na obchodovanie používa. Vytvorené portfólio by malo byť jednoduché na údržbu, využívajúc overené prostriedky a princípy.

Kedže firma už používa rôzne AOS na menovom trhu, rada by nové systémy nasadila na iné, konkrétnie komoditné trhy, ktorých výber by rada konzultovala. Nový systém má nielen napĺňať účel diverzifikácie, ale byť tiež atraktívny pre zákazníkov.

## 1.2 Parciálne ciele

Navrhovaný systém bude kombináciou rôznych stratégii s ich aplikáciou na rôzne trhy. Stratégie pred nasadením do portfólia budú musieť prejsť viacerými testami, prípadne optimizáciami. Tieto procesy bude potrebné zmapovať a navrhnúť efektívny pracovný postup (*workflow*), ktorým sa bude proces tvorby a nasadenia stratégii riadiť.

Kedže modely budú využívať metódy technickej analýzy, jedným z parciálnych cieľov je aj popis vybraných technických indikátorov technickej analýzy a ich aplikácia na AOS.

## 1.3 Metódy a postupy spracovania

Návrh a testovanie využívaných modelov, ako aj celej práce, sa bude riadiť zásadami systematického prístupu, za využitia moderných programových prostriedkov a matematicko-statistických metód. Súčasťou práce bude vypracovanie pracovného postupu (*workflow*) mapujúceho proces tvorby a testovania investičných modelov podľa požiadaviek. Zvolené metódy a postupy budú takisto kontinuálne konzultované s uvedenou firmou.

# Kapitola 2

## Teoretické východiská práce

Táto kapitola pojednáva o teoretických poznatkoch, potrebných na riešenie zadaného problému. Na začiatku budú uvedené základné pojmy, ďalej prístupy k analýze tržnej ceny a rôzne obchodné prístupy. Ďalšia časť je venovaná technickej analýze, najmä popisu najpoužívanejších technických indikátorov. Následne sú uvedené základné prístupy k managementu rizika. Posledná podkapitola je venovaná umelej inteligencii, so zameraním na aplikáciu v oblasti finančných trhov.

### 2.1 Základné pojmy

Pred uvedením základných teoretických východísk je vhodné definovať niektoré pojmy, ktoré budú v tejto práci používané.

#### 2.1.1 Model

Pojem model možno definovať ako zoskupenie objektov, na ktorom sú definované nejaké vzťahy a relácie, tak, že vytvára realizáciu nejakej formalizovanej teórie. Iná definícia modelu hovorí, že sa jedná o napodobeninu existujúceho systému. Investičným modelom budeme rozumieť súbor pravidiel a vzťahov, ktorých cieľom je generovať finančný zisk.

#### 2.1.2 Burza

Burza je jednou zo základných súčasťí finančného trhu. Prostredníctvom burzy je možné účať sa obchodovania s rôznymi investičnými nástrojmi (akcie, futures, cudzie meny a pod.). V dnešnej dobe rastie význam a obľúbenosť tzv. elektronických búrz, ktorých sa

možno účastniť prostredníctvom internetu. Obchodovaním na takýchto burzách sa bude zaoberať aj táto práca.

### 2.1.3 (Finančné) aktívum

Za aktívum budeme v ďalšom texte považovať ekonomické aktívum, ktoré je podkladom používaného investičného nástroja. Môžu to byť napr. akcie, drahé kovy, komodity a podobne.

### 2.1.4 Obchodná pozícia

Otvorením obchodnej pozície budeme rozumieť našu aktivitu na burze, zameranú na nákup/predaj určitého finančného inštrumentu. Pre tieto účely je vhodné rozlišovať vstup do *dlhej pozície* (long), znamenajúcu nákup podkladového aktíva a vstup do *krátkej pozície* (short), zjednodušene znamenajúcej jeho predaj.

### 2.1.5 Obchodník

Obchodníkom na burze budeme rozumieť osobu, vstupujúcu na trh za účelom dosiahnutia zisku.

### 2.1.6 Volatilita

Podľa [11] je volatilita faktor udávajúci, ako živý a rýchly daný trh je. Môžeme ju chápať ako mieru kolísania hodnoty (ceny) aktíva.

### 2.1.7 Trend, trendujúci trh

Trend možno chápať ako smer trhu v čase. Pokiaľ trh dlhodobo stúpa, jedná sa o tzv. *býčí* trend, pokiaľ naopak klesá, jedná sa o *medvedí* trend. Pokiaľ nie je možné určiť smer trhu, zväčša sa v danom momente jedná o tzv. postranný, alebo netrendujúci trh.

## 2.2 Analýza tržnej ceny

Pri analýze aktuálnej situácie na trhu sú v investičnej praxi používané rôzne prístupy. Všetky však majú spoločný cieľ – poskytnúť obchodníkovi čo možno najpresnejší pohľad

na trh a podporu v investičnom rozhodovaní pri obchodovaní s rôznymi typmi aktív, ako napr. akcie, obligácie, komodity, deriváty, meny, drahé kovy a pod.

### 2.2.1 Fundamentálna analýza

Fundamentálnu analýzu možno považovať za najkomplexnejší druh analýzy daného aktíva, ktorý sa v investičnej praxi používa pri príprave zásadných investičných rozhodnutí [13]. Fundamentálne obchodovanie obvykle vyžaduje hlbokú znalosť daného aktíva. Zaoberá sa teda predovšetkým analýzou činnosti organizácie (firmy) – v prípade akciovéj analýzy – resp. analýzou iných ukazovateľov, charakteristických pre obchodované aktívum. V prípade obchodovania s komoditami obchodníci napríklad môžu analyzovať zásoby, sledovať počasie a podobne. Fundamentálne obchodovanie obvykle vyžaduje hlbokú znalosť daného aktíva [11].

Podstata fundamentálnej analýzy je založená na správnom chápaniu termínu *vnútorná hodnota akcie* [13]. Tú možno definovať ako individuálny názor účastníka trhu na to, aký by mal byť tzv. *spravodlivý kurz*. Na určenie vnútornej hodnoty akcie uskutočňujú obchodníci (resp. iní účastníci trhu – analytici, investori) rôzne druhy výpočtov. Výsledky ich výpočtov sa teda zväčša rôznia, z čoho vyplýva, že vnútorných hodnôt každej akcie býva v ktoromkoľvek okamihu veľké množstvo. Vnútorná hodnota akcie býva obvykle závislá na očakávaní investorov a v dôsledku zmeny očakávaní sa obvykle mení.

Kedže fundamentálna analýza je komplexnou analýzou, realizuje sa prostredníctvom rôznych analytických metód, ktoré bývajú obvykle vhodne kombinované. Z hľadiska skúmaných faktorov možno fundamentálnu akciovú analýzu rozdeliť na tri typy:

**Globálna (makroekonomická) analýza** analyzuje ekonomiku ako celok a skúma vzťahy medzi vývojom globálnych agregátov a pohybom ceny aktíva.

**Oborová analýza** ktorej cieľom je rozpoznávať a charakterizovať najvýznamnejšie špecifická jednotlivých odvetví a tieto následne analyzovať s výhľadom do budúcnosti.

**Analýza jednotlivých akciových spoločností a ich akcií** skúma vnútorné parametre konkrétnych spoločností.

Postup realizácie fundamentálnej analýzy je individuálny a závisí na množstve okolností. Cieľom však zostáva agregovať získané informácie do vnútornej hodnoty akcie a túto potom

porovnať so súčasnou tržnou hodnotou. V závislosti na ich vzájomných pozíciach potom napomôcť investorovi v jeho investičnom rozhodnutí – pri zistenom podhodnotení očakávať rast, pri nadhodnotení naopak pokles [15].

### 2.2.2 Psychologická analýza

Psychologická analýza vychádza z predpokladu, že akciové trhy sú pod silným vplyvom masovej psychológie burzového publiku, ktoré tým, že pôsobí na účastníkov trhu, ovplyvňuje úroveň kurzu [13]. Alexander Elder [6] dokonca psychológiu davu používa aj pri obchodovaní s rôznymi technickými indikátormi a popisuje tak ich psychologické aspekty. Okrem toho opisuje viacero indikátorov, ktoré označuje ako psychologické, ktorých primárny zameraním je práve psychológia davu. Psychologická analýza zahŕňa množstvo rôznych teoretických koncepcií zameraných na vplyv masovej psychológie na kurzy akcií. Za najvýznamnejšie tri sú považované Keynesova špekulatívna rovnovážna hypotéza, Kostolanyho burzová psychológia a Teória špekulatívnych bublín.

#### Keynesova špekulatívna rovnovážna hypotéza

Najstaršia teória psychologickej analýzy, ktorej základy položil J.M.Keynes tvrdí, že značný vplyv na správanie akciových kurzov majú nasledujúce faktory:

- *Narastajúci podiel vlastníctva akcií v rukách neskúsených investorov*, ktorí nemajú dostatočné znalosti na ich ohodnotenie a kvalifikované spravovanie.
- *Nadmerné reakcie akciových trhov na rôzne udalosti*, ktoré často vôbec nebývajú významné, no vďaka týmto neprimeraným reakciám sa aktíva stávajú veľmi volatilnými, čo následne spôsobuje značné výkyvy v ich ziskovosti.
- *Správanie investičného publiku je značne ovplyvňované kolektívou psychológiou veľkého počtu neinformovaných jednotlivcov*, čo má za následok umocňujúci vplyv davojej psychológie na trhoch. Čím vyšší je totiž ich počet, tým významnejší je ich vplyv na vývoj ceny daného aktíva.
- *Investičné rozhodovanie jednotlivcov sa zameriava na prognózy budúceho správania investičného publiku*.

Vo svojej teórii taktiež definoval pojmy *špekulácia a podnikavosť*:

**Špekulácia** je podľa jeho názoru investičné rozhodovanie, založené na prognózovaní kolektívnej psychológie.

**Podnikavosť** je naopak činnosť vyplývajúca z predvíданia budúceho výnosu akciového inštrumentu na základe fundamentálnej analýzy.

Keynes takisto vyslovil názor, že pre zdravé fungovanie trhu môže byť nebezpečné, pokiaľ špekulácie budú väčšieho rozsahu než investície založené na fundamentálnej analýze.

### **Kostolanyho burzová psychológia**

Kostolanyho teória predpokladá, že v krátkom období (do jedného roka) sú kurzy akcií ovplyvňované najmä psychologickými reakciami účastníkov burzy na rôzne udalosti, zatiaľ čo v strednom a dlhom období sú hlavnými faktormi fundamentálne ukazovatele. Kostolany rozdeľuje účastníkov burzového obchodovania na dve skupiny:

**Hráči** sú obchodníci, ktorí nereagujú na základe fundamentálnych ukazovateľov a ich cieľom je čo najrýchlejšie dosiahnuť zisk. V krátkom období spôsobujú zvýšenú volatilitu trhov a môžu predstavovať až 90 % zúčastnených burzových aktérov.

**Špekulanti** realizujú skôr transakcie dlhodobejšieho charakteru, správajú sa racionálne a často idú „proti prúdu“. Ich odhady budúcich pohybov kurzu sú podložené konkrétnymi argumentami, vychádzajúcimi z fundamentálnych údajov. Finančne obvykle bývajú úspešnejší než hráči.

Základom tejto teórie je výskum v oblasti tzv. technického zloženia trhu, teda toho, ktorá skupina drží v danej dobe väčšinu akcií. Pokiaľ je prevažná časť v rukách hráčov, bude vývoj kurzu iný, než pokiaľ bude väčšina vo vlastníctve špekulantov.

### **Teória špekulatívnych bublín**

Teória vychádza z tendencie niektorých aktív náhle a nadmerne rášť bez toho, aby bolo možné pre tento vývoj nájsť rozumné fundamentálne vysvetlenie. Tento nadmerný rast sa však po určitej dobe náhle zastaví a vzostup sa zmení na razantný a nečakaný pokles. Vznik bublinky sa spája s nadmernou reakciou na nejakú udalosť, alebo sériu udalostí, ktoré majú za následok odchýlenie kurzu od vnútornej hodnoty aktíva. Výskyt tohto javu býva takisto často vysvetľovaný davovou psychológiou.

### 2.2.3 Technická analýza

Technická analýza patrí medzi jeden zo základných spôsobov pohľadu na aktívum a jeho obchodovanie. Je založená na sledovaní pohybu bez ohľadu na fundamentálne faktory daného aktíva. Technická analýza používa k analýzam cien takmer výhradne grafy. Technickí obchodníci používajú na podporu svojho rozhodovania informácie z trhu – napr. predchádzajúcu cenu a obchodovaný objem – zakomponované do matematických indikátorov.

Vychádzajú z predpokladu, že ľudské správanie sa v podstate nemení a teda aj správanie investorov sa vyznačuje opakujúcimi sa reakciami. Keďže sa história cenových zmien na kapitálových trhoch neustále opakuje, snažia sa pomocou časových radov identifikovať jednotlivé trendy vývoja a z nich vyvodí budúci vývoj ceny obchodovaného aktíva. Ich cieľom je teda analyzovať vývoj ceny a predikovať jeho smerovanie. Na rozdiel od fundamentálnej analýzy, ktorá dáva investorom odpoveď na otázku *čo obchodovať*, technická analýza sa snaží hľadať vhodné okamihy na vstup do obchodnej pozície a dáva teda odpoveď na otázku *kedy obchodovať*.

Metódy technickej analýzy možno rozdeliť na metódy grafické a metódy založené na technických indikátoroch, ktoré budú popísané neskôr. Technická analýza je podložená rámom empiricky preukázaných poznatkov, ale takisto sa opiera o vedecké teoretické teórie [13].

#### Dowova teória

Základ modernej technickej analýzy tvoria myšlienky Charlesa Dowa, ktorý vypracoval historicky prvú, avšak dodnes najznámejšiu a všeobecne najuznávanejšiu teóriu, zameranú na problematiku určovania vývoja globálnych trendov akciových trhov. Dowova teória vychádza z predpokladu, že vývoj kurzov väčšiny akcií sa pohybuje rovnakým smerom, ako sa vyvíja celý akciový trh. Teória vychádza z týchto východísk [17]:

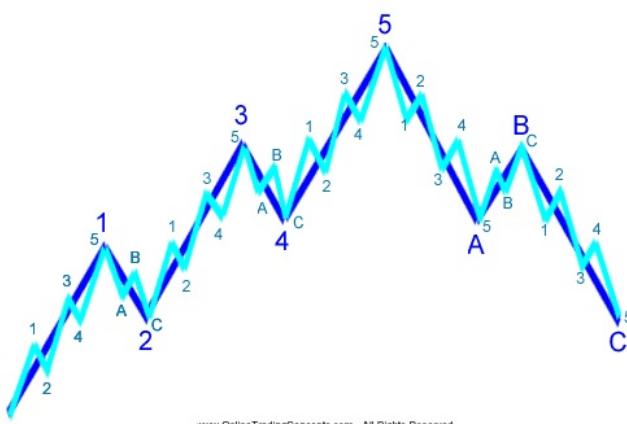
- Indexy trhu odrážajú všetky potrebné informácie
- Pohyb kurzov je zložený z troch komponentov:
  - primárny trend – rozsiahle vzostupné alebo zostupné pohyby s dobou trvania jeden rok a viac
  - sekundárny trend – významné kolísania s trvaním od troch mesiacov do jedného roka
  - terciárny trend – krátkodobé kolísanie v rozmedzí niekoľkých dní. Podľa Dowa

nemá terciárny trend žiadny vplyv na akciové prognózy.

Napriek tomu, že táto teória sa dočkala aj rôznych kritických pripomienok, stále ju možno hodnotiť ako prvú ucelenú teóriu, zaoberejúcu sa technickými procesmi na trhoch, ktorá prispela k vypracovaniu ďalších prakticky použiteľných metód v oblasti technickej analýzy [13].

### Teória Elliottových vĺn

Teória vychádza z predpokladu, že v prírodných javoch existujú určité periody, ktoré možno nájsť aj v ekonomike – ako napr. striedanie konjunktúry a recesie a s tým súvisiace obdobie „investičného optimizmu a pesimizmu“. Z toho vyvodzuje, že zmeny akciových burzových indexov vychádzajú z prirodzenosti ľudského chovania a pohybujú sa v určitých rozoznatelných cenových rámcoch, ktorými sú v tomto prípade vlny, ktoré majú vnútornú štruktúru a možno ich kategorizovať na rôznych hierarchických úrovniach [13].



Obr. 2.1: Elliottove vlny. Zdroj: [www.onlinetradingconcepts.com](http://www.onlinetradingconcepts.com).

Princíp Elliottových vĺn je metódou k interpretácii psychológie trhu. Väčšina technických systémov identifikuje a potom sleduje trend. Princíp vlny pomáha merať a anticipovať koniec jedného trendu a začiatok nového trendu. Základným axiómom Elliottovej teórie je päť cenových pohybov (vĺn) v smere hlavného trendu, nasledovaných tromi vlnami proti tomuto trendu. Vlny v smere trendu sú identifikované ako *impulzné vlny*, vlny pôsobiace proti tomuto trendu potom ako *vlny korekčné*. Vlny môžu byť rozlišované v rôznych hierarchických úrovniach. Základné typy vĺn sú kategorizované a sú definované aj pravidlá vzťahov medzi postupnosťou vĺn. Teória Elliottových vĺn sa snaží graficky ale aj numericky

určiť vzdialenosť medzi jednotlivými vlnami a predikovať ďalší vývoj trhu [7].

## 2.3 Obchodné prístupy

Rôzni autori často poukazujú na nutnosť disponovať pri obchodovaní na burze tzv. *obchodným plánom*, teda súpisom pravidiel ako, kedy a prečo vstupovať, resp. vystupovať do/z obchodných pozícii. Rôzne prístupy k obchodnému plánu sú často naviazané na konkrétnie obchodné prístupy, ku ktorým rôzni obchodníci inklinujú. Táto podkapitola obsahuje práve zhrnutie základných a najznámejších prístupov k obchodovaniu, od ktorých možno odvíjať obchodný plán.

### 2.3.1 Mechanický a diskréčny prístup

Podľa niektorých zdrojov [25], mechanický a diskréčny prístup sú dva najzákladnejšie obchodné prístupy, podľa ktorých možno obchodníkov rozdeliť.

*Mechanický prístup* k obchodovaniu je taký prístup, keď má obchodník stanovené jednoznačné pravidlá na riadenie obchodov a v priebehu obchodovania sa podľa nich v podstate rigorózne riadi. Podľa obchodných signálov, vychádzajúcich práve zo stanoveného obchodného plánu zadáva do obchodnej platformy signály na vstupy a výstupy do/z obchodných pozícii [28]. Mechanický obchodník realizuje každý obchod, ktorý je v súlade s jeho obchodným plánom a nezapája do svojho rozhodovania skúsenosti, intuíciu, alebo vlastný úsudok [25]. Takéto systémy bývajú zvlášť pre začínajúcich obchodníkov lákavé, pretože predpokladajú, že pokiaľ takýto systém získajú, budú môcť bohatnúť rýchlo a v podstate bez väčšej práce.

*Diskréčny prístup* k obchodovaniu takisto vyžaduje vybudovanie obchodného plánu, no kladie výrazne väčšiu váhu na skúsenosti a úsudok obchodníka [28]. Takýto obchodník obvykle tiež obchoduje podľa striktného obchodného plánu, ale signály neexecuuje čisto mechanicky. Do obchodovania zapája svoje vlastné rozhodovanie, skúsenosti, intuíciu a ďalšie subjektívne faktory. Výhodou diskréčného prístupu je, že sa vo väčšej miere dokáže adaptovať meniacim sa podmienkam na trhu [30]. Príkladom diskréčného systému môže byť napr. systém WoodiesCCI<sup>1</sup>, ktorý je súčasťou internetovej stránky [www.woodiescciclub.com](http://www.woodiescciclub.com).

a výstupných pravidiel, no napriek tomu ani jeho samotný autor ho podľa vlastných slov neobchoduje čisto mechanicky.

### 2.3.2 Pozičné a intradenné obchodovanie

Pozičné a intradenné obchodovanie sú dva prístupy, vymedzujúce rôzny časový horizont na obchodovanie. Podobne ako v predchádzajúcej podkapitole, aj tieto prístupy majú svoje špecifiká, na ktoré sa stručne pozrieme.

*Pozičné obchodovanie* sa zameriava na zmenu ceny v dlhodobejšom horizonte. Pozičný obchodník zostáva vo svojich obchodných pozíciach dlhšie ako jeden deň. Obvykle poziční obchodníci zostávajú vo svojich pozíciach niekoľko dní, týždňov, či až niekoľko mesiacov alebo rokov. Takýto obchodník môže takisto obchodovať formou tzv. sezónnych obchodov, založených na základe sezónnych cyklov. Pozičný obchodník obvykle pracuje s dennými, týždennými, občas aj mesačnými grafmi.

Medzi hlavné výhody pozičného obchodovania možno zaradiť nasledujúce:

- obchodovanie je časovo nenáročné, vyžaduje omnoho menej času strávaného „pri grafoch“ než intradenné obchodovanie,
- takmer neobmedzený potenciál zisku – trh sa môže obchodníkovým smerom pohybovať mnoho dní, týždňov, či mesiacov,
- menej stresu a viac času na analýzu každého obchodu.

Pozičné obchodovanie však má aj svoje negatíva, ako napr.:

- trh sa dlhú dobu môžu pohybovať „do strany“ alebo opačným smerom, vďaka čomu sa obchodník môže dostať do vysokej otvorenej straty a musí tak podstupovať vyššie riziko,
- pozičné obchodovanie obvykle ponúka menej príležitostí,
- neponúka okamžitý zisk, je nutné si naň počkať relatívne dlhú dobu,
- vyššie nároky na počiatočný kapitál.

*Intradenný obchodník* je naopak každý, kto obchoduje primárne v priebehu dňa a vo svojich pozíciach zostáva najviac niekoľko hodín. Narozenie od pozičného obchodníka nikdy svoje pozície nedrží počas noci. Takýto obchodník obvykle začína svoj obchodný deň s otvorením trhov a pracuje obvykle s minútovými (obvykle 1, 2, 5, 15 či 30 minútovými) grafmi. Len zriedka do svojho obchodovania zahrňa dlhodobejšie grafy. Medzi hlavné výhody intradenného obchodovania patrí:

- každý obchodný deň sa začína „s čistým kontom“, nakoľko žiadna pozícia nie je držaná v priebehu noci,
- možnosť pracovať s omnoho nižším rizikom na obchod, niekedy len v rádoch desiatok dolárov,
- poplatky sú obvykle nižšie, než v prípade pozičného obchodovania,
- možnosť zarobiť relatívne vysoké sumy za krátke časové úseky (minúty),
- nižšie nároky na počiatočný kapitál.

Nevýhodami intradenného obchodovania naopak je:

- obmedzený potenciál zisku, nakoľko každý obchod uzatvárame najneskôr na konci obchodného dňa,
- vysoká časová náročnosť, otvorené pozície je obvykle nutné nepretržite sledovať a v prípade potreby zasiahnuť, z čoho plynne vyššia miera stresu,
- nutnosť veľmi rýchlo sa rozhodovať, priestor na analýzu situácie je veľmi obmedzený [11].

### 2.3.3 Automatické obchodné systémy (AOS)

Automatické obchodné systémy sú založené na mechanickom prístupe k obchodovaniu. Obecne je to akákoľvek stratégia, ktorá sa vykonáva nezávisle na rozhodnutí obchodníka, avšak podľa ním stanovených pravidiel. AOS predstavuje súbor pravidiel, ktoré definujú vstupy a výstupy do/z trhu, na základe ktorých sú programom zadávané obchodné príkazy brokerovi. Systém môže byť postavený prakticky na čomkoľvek, čo funguje, teda prináša konzistentný zisk. Takéto systémy niekedy bývajú označované ako softvérové roboty.

Takéto roboty môžu byť plne automatické, keď po inštalácii nie je nutný žiadny ďalší manuálny zásah na spustenie obchodovania, systém sám riadi vstupy aj výstupy. Druhou možnosťou sú systémy poloautomatické, ktoré obvykle analyzujú situáciu na trhu a vysú obchodníkovi signál k nákupu alebo predaju. Samotný obchod však musí obchodník realizovať sám [23].

## 2.4 Analýza založená na technických indikátoroch

Technické indikátory možno charakterizovať ako matematické funkcie, ktoré slúžia na analýzu vývoja cenových kurzov a následne k predikcii budúceho vývoja. Pomocou technických

indikátorov sa obchodník snaží získavať signály k nákupu a predaju. Tieto signály majú za cieľ upozorniť na situácie, kedy je trh nasýtený a možno očakávať pokles ceny, alebo naopak, keď je trh nenasýtený a možno očakávať rast. Technický indikátor je vlastne funkcia, ktorá pre každý časový okamih  $t$  priradí reálne číslo, vypočítané na základe znalostí predchádzajúcich cien alebo obchodovaného objemu.

Napriek tomu, že technické indikátory môžu využívať rôzne faktory, sú založené na rovnakých princípoch ako grafická analýza – teda sledovanie vývoja ceny v čase s prípadným zahrnutím vývoja objemu obchodov. Preto ich možno rozdeliť do dvoch základných skupín:

- Cenové indikátory
- Cenovo objemové indikátory

Indikátory ďalej možno rozdeliť do troch hlavných skupín [6]:

- *Trendové indikátory*, ktoré pomáhajú identifikovať trendy. Tieto indikátory idú buď zhodne alebo oneskorene za trendom a ich vývoj sa obráti, keď dojde k otočeniu trendu. Najlepšie fungujú keď sa trhy pohybujú, avšak dávajú zmätočné signály na netrendujúcom trhu.
  - zahŕňajú klzavé priemery, MACD, MACD-Histogram, Directional System a ďalšie
- *Oscilátory*, ktoré pomáhajú vyhľadávať body zvratu. Oscilátory idú zhodne s trendom, alebo dokonca aj pred ním a ich priebeh sa často obráti ešte pred zmenou ceny. Zachytávajú body zvratu na netrendujúcom trhu, ale dávajú falošné signály, keď sa začne rozbiehať nový trend.
  - zahŕňajú Momentum, RSI, Commodity Index Channel (CCI) a ďalšie
- *Zmiešané indikátory*, ktoré umožňujú náhľad do intenzity býčích alebo medvedích trhov. Idú zhodne s trendom alebo dokonca aj pred ním.
  - zahŕňajú Commitments of Traders, New High-New Low Index, Bullish Consensus a ďalšie

Tajomstvo úspešného obchodovania je podľa [6] práve v kombinácii niekoľkých indikátorov z rôznych skupín tak, aby sa ich negatívne znaky navzájom vyrušili a pozitívne zostali zachované.

Podobné rozdelenie technických indikátorov možno nájsť napr. v [7], kde autor nástroje rozdeľuje podľa typu trhu, na ktorý sú používané:

- *Trendujúce trhy* – používajú sa klzavé priemery, Bollinger Bands (tiež pre zmiešané

trhy), Price and Volume trend a ďalšie.

- *Postranné trhy* – Momentum, RSI, CCI a ďalšie.
- *Hybridné typy trhov* – používajú sa napr. Bollinger Bands, MACD, RSI MA a ďalšie.

V nasledujúcej časti budú niektoré z uvedených indikátorov bližšie predstavené, bude stručne vysvetlený ich princíp a prípadné použitie v praxi.

#### 2.4.1 Kĺzavé priemery

Kĺzavé priemery sú najvýznamnejšími a v investičnej praxi pravdepodobne aj najčastejšie používanými nástrojmi technickej analýzy [13]. Často sú používané aj ich najrôznejšie kombinácie. Prednosťou kĺzavých priemerov je ich schopnosť vyhľadzovať prudké výkyvy cien a identifikovať trend. Ich slabšou stránkou je ich časové omeškanie vzhľadom na aktuálny vývoj ceny. Veľkosť tohto omeškania je závislá na zvolenej periodicite kĺzavého priemeru, teda na hodnote zvoleného časového rámca.

##### Jednoduchý kĺzavý priemer (SMA)

Z matematického hľadiska udáva kĺzavý priemer priemernú hodnotu ceny v zvolenej šírke časového rámca. Jednoduchý kĺzavý priemer teda možno vypočítať podľa vzorca 2.1 [6]:

$$MA = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_N}{N} \quad (2.1)$$

kde  $P$  je cena, z ktorej počítame priemer a  $N$  je počet dní (alebo iných jednotiek) za ktoré kĺzavý priemer počítame.

##### Exponenciálny kĺzavý priemer (EMA)

Exponenciálny kĺzavý priemer patrí do kategórie vážených kĺzavých priemerov, ktoré pri výpočte priradujú jednotlivým cenám váhy, podľa ich veku. V prípade EMA sú tieto váhy rozdelené exponenciálne. Najväčšiu váhu majú súčasné hodnoty a smerom do minulosti váhy klesajú. Zo svojej podstaty teda EMA odpovedá na zmeny ceny rýchlejšie než SMA a zároveň nerobí nadbytočné pohyby smerom nahor a nadol v závislosti na starých údajoch. Pri výpočte sa používa vzorec 2.2 [6].

$$EMA = P_{tod} \cdot \frac{2}{N+1} + EMA_{yest} \cdot \left(1 - \frac{2}{N+1}\right) \quad (2.2)$$

kde  $N$  je počet časových jednotiek, za ktorý EMA počítame,  $P_{tod}$  je hodnota aktuálnej ceny a  $EMA_{yest}$  je predchádzajúca hodnota EMA.

Výhodou EMA oproti SMA je, že aktuálnej cene priraďuje väčšiu váhu, nakoľko aktuálna nálada na trhu je dôležitejšia [6]. EMA oproti SMA tiež nevynecháva z výpočtu na konci svojho časového rámca staré dátá, ale nechá ich pomaly doznieť.



Obr. 2.2: Porovanie SMA (modrý) a EMA (červený).

Zdroj: [www.dailyfx.com](http://www.dailyfx.com).

## Obchodovanie s klízavými priemermi

Klízavé priemery obchodníkovi pomáhajú obchodovať v smere trendu. Najdôležitejšia informácia, ktorú klízavý priemer ukazuje je práve smer trendu a jeho zotrvačnosť. Keď klízavý priemer rastie, je najlepšie vstupovať do dlhých pozícii. Naopak, keď klesá, oplatí sa otvárať krátke pozície.

Často sa tiež používajú kombinácie dvoch alebo viacerých klízavých priemerov. Prakticky sa pritom zväčša jedná o porovnanie dlhodobého priemeru s krátkodobým priemerom. Signály na otvorenie obchodnej pozície nastávajú, keď sa krátkodobý priemer pretne s dlhodobým priemerom.

### 2.4.2 MACD (Moving Average Convergence Divergence)

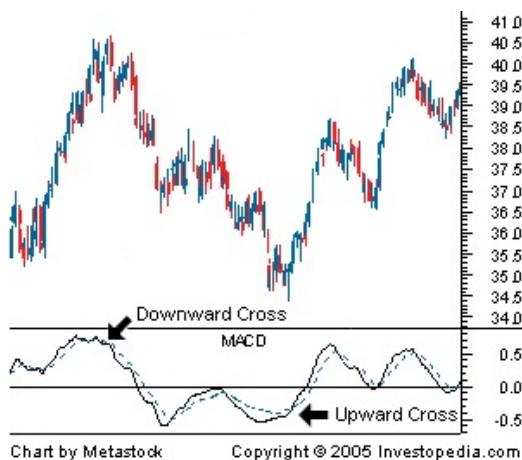
Tento indikátor spadá do kategórie oscilátorov a je obecne považovaný za jeden z najspoloahlivejších indikátorov technickej analýzy. Je založený práve na klízavých priemeroch, pričom obvykle používa exponenciálne klízavé priemery. Pôvodný indikátor MACD sa skladá

z dvoch kriviek: plná čiara, nazývaná MACD a čiarkovaná čiara, nazývaná signálna. Indikátor pomerne spoľahlivo reaguje na zmeny cien.

MACD osciluje okolo tzv. nulovej línie, ktorá predstavuje dlhodobý kĺzavý priemer. Rastúci trend je zobrazený hodnotami vyššími ako nula, klesajúci je naopak zobrazený hodnotami nižšími ako nula. Do samostatného grafu oscilátoru je tiež zakreslená tzv. *spúšťacia línia*, ktorá slúži na generovanie obchodných signálov. Tvorí ju 9-denný kĺzavý priemer.

Signál na vstup do dlhej pozície je generovaný v okamihu, keď MACD vzrástie nad svoju spúšťaciu líniu. Signál na vstup do krátkej pozície je analogicky generovaný, keď MACD klesne pod svoju spúšťaciu líniu. Takéto signály sú tým silnejšie, čím vzdialenejší je priesecník spúšťacej línie a krivky MACD od nulovej línie. Pretnutie nulovej línie je považované za potvrdenie trendu.

Tento indikátor obecne produkuje pomerne veľké množstvo signálov, ktoré často môžu byť falošné, preto je vhodné ho filtrovať s nejakým ďalším indikátorom, alebo iným pravidlom.



Obr. 2.3: Oscilátor MACD. Zdroj: [www.investopedia.com](http://www.investopedia.com).

#### 2.4.3 Bollingerove pásmá (Bollinger Bands, BB)

Bollingerove pásmá patria do kategórie pásmových indikátorov. Pásmové indikátory sú založené na kĺzavých priemeroch a pracujú s tromi krivkami, ktorými je kĺzavý priemer akciového kurzu a horná a dolná hranica tzv. *obálky*, ktorá predstavuje pásmo obklopujúce krivku kĺzavého priemeru. Šírka tohto pásmá môže byť buď percentuálne konštantná, alebo závislá napr. na volatilite aktíva.

V prípade BB sa šírka obálky mení práve v závislosti na volatilitu kurzu predmetného aktíva. Umožňuje používať rôzne druhy kľzavých priemerov, v praxi sa zväčša odvodzuje od jednoduchého alebo exponenciálneho kľzavého priemeru. Autor indikátoru odporúča použitie jednoduchého kľzavého priemeru.

Bollingerove pásmo sa rozširuje, keď sa na trhu zvyšuje volatilita a zužuje, keď volatilita klesá. Úzke pásmo identifikuje ospalý, pokojný trh. Najvýznamnejšie pohyby na trhu majú tendenciu začínať počas pokojnej fázy. Bollingerove pásma pomáhajú odhaliť práve prechody z pokojnej do aktívnej fázy tržného vývoja.



Obr. 2.4: Bollingerove pásmá. Zdroj: [www.bollingerbands.com](http://www.bollingerbands.com).

#### 2.4.4 Index relatívnej sily (Relative Strength Index, RSI)

Indikátor je z kategórie oscilátorov a bol skonštruovaný za účelom odstránenia hlavných nedostatkov obvyklých oscilátorov, ktorími sú:

- Ovplyvnenie chybnými a zavádzajúcimi hodnotami oscilátoru vývojom ceny,
- Problém určenia vhodných hraníc, ktorých prekročenie indikuje obchodný signál,
- Potreba dlhých a hustých časových radov na výpočet oscilátoru.

RSI bol pôvodne zostavený na použitie v postrannom, netrendujúcom trhu. V súčasnosti sa používa aj k identifikácii trendu a vstupných ale najmä výstupných signálov. Je pomalší než obvyklé oscilátory a tiež je menej citlivý na cenové výkyvy trhu. Jeho výpočet sa realizuje vzorcom 2.3.

$$RSI = 100 - \left( \frac{100}{1 + \frac{U(n)}{D(n)}} \right) \quad (2.3)$$

$U(n)$  je súčet kladných cenových zmien za sledované obdobie  $n$  a  $D(n)$  je súčet záporných cenových zmien za sledované obdobie. Výber dĺžky sledovaného obdobia závisí na voľbe obchodníka, obecne však platí, že čím kratšie obdobie sa použije, tým sú hodnoty oscilátoru kolísavejšie a o to viac (falošných) signálov bude generovať.

#### 2.4.5 Commodity Channel Index (CCI)

CCI patrí medzi veľmi populárne indikátory z kategórie oscilátorov. Meria vzťah ceny podkladového aktíva, jeho kĺzavého priemeru a štandardnej odchýlky. Slúži na vyjadrenie toho, kedy je aktívum prekúpené resp. prepredané. Hodnoty CCI neoscilujú v pevne stanovenom intervale, no zväčša sa pohybujú medzi  $-300$  a  $+300$ .

Indikátor takisto pracuje s nastavenou periódou, pričom platí, že čím nižšia periódna je nastavená, tým volatilnejší sa indikátor stáva a tým viac obchodných signálov generuje. Autor odporúčal nastavenie indikátoru na tretinu bežného cyklu obchodovaného aktíva.

Spôsobov, ako obchodovať pomocou indikátora CCI je niekoľko. K základným patrí [24]:

- Nakúpiť, ak hodnota indikátora prekročí hodnotu  $-100$  smerom nahor; predať ak prerazí  $+100$  smerom nadol. Ide o snahu určiť reverzné body cyklu v predstihu.
- Vyhľadávanie pozitívnych a negatívnych divergencií. Takéto obchodovanie sa dá dobre uplatniť pri trendujúcich trhoch.

## 2.5 Risk management a Money management

Niektoří obchodníci sa domnievajú že jediné, čo možno v trhu skutočne kontrolovať, je riziko. Obchodník po vstupe do obchodu nie je schopný ovplyvniť vývoj ceny, môže sa však rozhodnúť, či v danom obchode zotrva alebo z neho vystúpi. Táto problematika sa nazýva *risk management*, teda riadenie rizika. Tiež sa používa pojed *money management*, cieľ je však v obidvoch prípadoch rovnaký – udržať riziko na priateľnej úrovni, aby ani v prípade, keď sa obchodníkovi nedarí, nemala táto skutočnosť fatálny dopad na jeho kapitál. Tom Basso, prvotriedny americký komoditný špekulant dokonca empiricky dokázal, že aj systém, ktorého vstupné pravidlá sú založené na náhode, môže môže byť profitabilný, ak má dôsledne a striktne nastavený práve risk a money management. Táto podkapitola má za cieľ stručne popísť niektoré dôležité zásady riadenia rizika, majúce za cieľ stabilizáciu obchodného systému ústiacu do jeho konzistentnej profitability.

### **2.5.1 Risk na obchod**

Základné pravidlo pri obchodovaní je neriskovať na jeden obchod podstatnú časť kapitálu. Mnoho strácajúcich obchodníkov toto pravidlo porušuje vsádzaním veľkých čiastok na jeden obchod. Pri prehre dokonca často túto čiastku ešte navýšia a riskujú ešte viac. Začínajúci obchodníci sa snažia rýchlo zbohatnúť, ale obvykle sami seba zničia tým, že príliš riskujú.

Mnohí profesionálni obchodníci preto nabádajú k stanoveniu prísnych pravidiel týkajúcich sa úrovne rizika počas obchodovania. Obchodovanie je totiž hlavne o pravdepodobnostiach – všetci obchodníci prijímajú s určitou pravdepodobnosťou ziskové aj stratové obchody [11]. Práve straty sú totiž takisto neodmysliteľnou súčasťou obchodovania. Každý obchodník, ktorý chce uspiť, si môže dovoliť riskovať len takú časť svojho účtu, aby bol vždy schopný ustáť aj dlhé série stratových obchodov.

Presná hodnota riskovanej čiastky záleží na rade faktorov a rôzni obchodníci na ňu majú rôzne názory. Alexander Elder [6] sa domnieva, že maximálna čiastka, ktorú môže obchodník stratiť v jednom obchode bez ujmy svojich dlhodobých výhliadok, sú 2% z jeho aktív, pričom táto čiastka už zahŕňa tzv. slippage a poplatky. Zároveň dodáva, že väčšina úspešných profesionálov považuje aj 2 % limit za príliš vysoký a nedovolí si na jeden obchod riskovať viac než 1 až 1,5 % svojich aktív. Nesnídal a Podhajský [11] podobne doporučujú riskovať pri intradennom obchodovaní najviac 2 - 3 % obchodného účtu.

### **2.5.2 Počiatočná kapitalizácia**

S riskom na jeden obchod veľmi úzko súvisí aj kapitalizácia, teda veľkosť počiatočného obchodného účtu. Okrem risku na obchod treba okrem iného zohľadniť aj tzv. „marginy“, ktorými broker môže počas doby obchodu blokovať časť obchodníkovho účtu. Z percentuálneho risku na obchod potom možno odvodiť približnú minimálnu veľkosť obchodného účtu, s ktorou bude obchodník začínať. Pokiaľ napríklad vieme, že priemerný risk na jeden obchod je 150 \$ a zároveň chceme riskovať najviac 2 % účtu, počiatočný kapitál by mal byť aspoň 7 500 \$.

Podstatným bodom pri zvažovaní veľkosti počiatočného účtu je aj skutočnosť, že obchodovanie môže pokojne začať sériou strát, na ktoré musí byť obchodný účet pripravený. Preto je pri zvažovaní jeho počiatočnej veľkosti vhodné počítať s určitou rezervou, ktorá obchodníkovi pomôže aj z psychologického hľadiska.

### 2.5.3 Priemerný zisk a priemerná strata

Priemerný zisk je čiastka, akú z dlhodobého hľadiska obchodná stratégia priemerne prináša. Vypočítame ju podielom súčtu všetkých ziskov počtom uskutočnených obchodov (viď. vzorec 2.4).

$$Priemerný zisk = \frac{súčet všetkých ziskov}{počet uskutočnených obchodov} \quad (2.4)$$

Priemerná strata je naopak čiastka, ktorú pri obchodovaní priemerne inkasujeme. Táto čiastka môže byť fixne stanovená napr. nastavením stop-lossu (viď kap. 2.5.5).

Obidve tieto hodnoty by mali byť pred zahájením obchodovania podložené históriou obchodov realizovaných tzv. „nanečisto“, teda bez riskovania skutočných finančných prostriedkov.

### 2.5.4 Pomer ziskov a strát – Risk-Reward-Ratio (RRR)

Pomer ziskov a strát dáva do podielu hodnoty diskutované vyššie, teda priemernú stratu (risk) a priemerný (pravdepodobný zisk) (rovnica 2.5).

$$RRR = \frac{priemerný risk}{priemerný zisk} \quad (2.5)$$

Pri priemernom riziku napr. 100 \$ a priemernom zisku 300 \$ dostávame RRR rovné 1:3. Tým sme práve vytvorili najjednoduchšiu možnú podobu money-managementu.

Priaznivá hodnota RRR, teda priemerné zisky vyššie ako priemerné straty nám umožňuje aj pri nižšej úspešnosti realizovaných obchodov dlhodobo prinášať stabilné zisky. Pri pomere 1:3 si totiž môžeme dovoliť na jeden ziskový obchod realizovať až tri stratové a naša bilancia bude stále na nule (odhliadnuc od brokerských a iných poplatkov). Hypoteticky nám teda stačí úspešnosť ziskových obchodov vyššia než 30 % aby sme mohli na trhu úspešne profitovať.

### 2.5.5 Riadenie straty – príkaz Stop-loss (SL)

Profesionálni obchodníci často vyjadrujú názor, že stop-loss je jedna z najdôležitejších vecí, ak nie dokonca úplne najdôležitejšia [11], ktorú obchodník pri svojej činnosti používa.

Stop-loss môžeme definovať ako vopred definovanú krajinú hranicu, pri ktorej dobrovoľne

inkasujeme malú stratu, skôr než sa táto rozrástie do straty veľkej [11]. Opäť si treba uvedomiť, že obchodovanie na akomkoľvek trhu je prevažne otázka pravdepodobností. Každý obchod má určitú pravdepodobnosť úspechu. Pokiaľ sa naša pravdepodobnosť naplní, obchodník inkasuje zisk; pokiaľ sa nenaplní, je treba byť na túto situáciu pripravený a teda byť pripravený prijať kontrolovanú stratu. Pokiaľ je obchodník na straty pripravený a za každých okolností limituje ich veľkosť nastavením stop-lossu, jeho straty nebudú natol'ko veľké, aby ho mohli finančne zničiť.

Z technického hľadiska je stop-loss obchodný príkaz, ktorý pri obchodovaní na elektronickej burze zadávame priamo do obchodnej platformy. Tento príkaz môže byť zadaný buď manuálne, alebo automaticky, pri každom otvorení obchodu (v závislosti od možnosti obchodnej platformy, resp. brokera). Práve druhá možnosť býva často profesionálmi odporúčaná [6].

Čo sa týka možností jeho používania, resp. jeho umiestňovania, má obchodník viacero možností. Je možné stop-loss stanoviť fixne na určitú výšku, rešpektujúc pri tom stanovené pravidlá money-managementu. Pri tom je nutné brať ohľad aj na ďalšie okolnosti, ako napr. volatilita trhu. Príliš nízko nastavený stop-loss totiž môže byť z dlhodobého hľadiska viac likvidačný než stop-loss nastavený voľnejšie. Ďalšou možnosťou je nastavenie stop-lossu na nejakú logickú úroveň – napr. hladiny podporu a odporu (*S/R – support a resistance úrovne*).

#### 2.5.6 Ochrana zisku – príkaz Profit-target (PT)

Profit target je ďalším obchodným príkazom, majúcim za cieľ naroziel od SL chrániť naše zisky. Je to vlastne cena, na ktorej sa rozhodneme uzavrieť obchodnú pozíciu so ziskom. Pokiaľ napríklad je PT nastavený na 250 \$, znamená to, že akonáhle sa v trhu dostaneme do otvoreného zisku 250 \$, tento zisk inkasujeme a uzavrárame obchodnú pozíciu nezávisle na tom, či sa trh ďalej bude vyvíjať želaným smerom alebo nie.

Profit-targety sú presne definované ciele, na ktorých bude obchodník vystupovať. V prípade profesionálnych obchodníkov vystupovanie na PT vychádza zo striktného money-managementu. Obchodníci používajúci PT vedia, akú približnú pravdepodobnosť úspešnosti majú ich vstupné stratégie, aké je ideálne nastavenie SL a aké pohyby najčastejšie trh po vstupe do obchodu vykoná.

Používanie PT má aj psychologické pozadie. Existujú obchodníci, ktorých dlhodobejšie

zotrvanie v obchode môže nechcene nútiť k dodatočným a často neefektívnym krokom nad rámec stanoveného obchodného plánu. Používanie PT tomuto javu zabráňuje tým, že obchodnú pozíciu automaticky uzavorení po dosiahnutí určitej výšky otvoreného zisku. Toto nastavenie musí byť samozrejme takisto podložené analýzou (napr. tzv. *MAE/MFE analýza*), určujúcou dlhodobo najvhodnejšiu výšku PT s ohľadom na obchodovaný trh, počet exekuovaných obchodov a ďalšie faktory.

## 2.6 Umelá inteligencia v prostredí finančných trhov

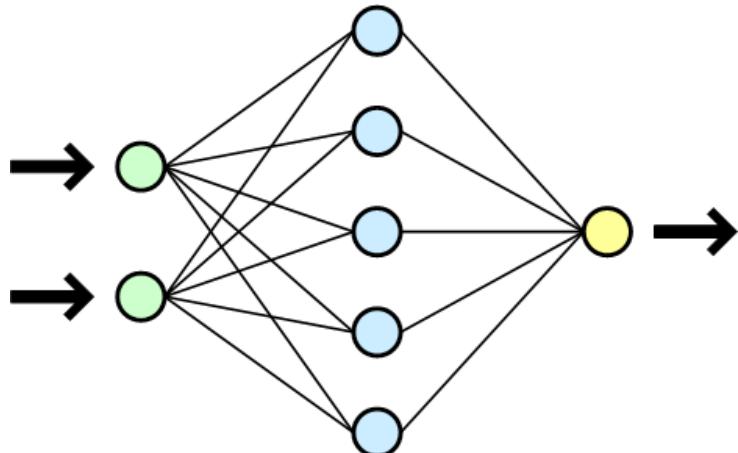
Spracovanie dát prezentujúcich finančné aktíva prostredníctvom počítača má analogický charakter ako transformácia akýchkoľvek dát zo vstupu na výstup. Expertné systémy v oblasti finančníctva a investovania obsahujú databázy a pravidlá umožňujúce plniť zámery užívateľa. Množstvo a relatívna presnosť dát, charakteristická pre finančné dátá, robia túto oblasť vhodnou na aplikáciu prostriedkov umelej inteligencie. Táto podkapitola je spracovaná podľa zdrojov [8, 3].

### 2.6.1 Neurónové siete

Umelé neurónové siete sú založené na modeli myslenia ľudského mozgu. Bývajú tiež označované pojmom „čierna skrinka“, pretože vnútornú štruktúru systému nemožno detailne poznať. Čierna skrinka umelej neurónovej siete pracuje vo dvoch fázach. Prvá fáza je zameraná na učenie sa, kde nastavuje svoje parametre, aby čo najlepšie vyhovovali požadovanej typológií siete. V druhej fáze sa stáva „odborníkom“, snažiacim sa na základe znalostí získaných v prvej fáze produkovať výsledky.

Neurónové siete ponúkajú investorom a finančníkom riešenia klasifikačných aj prediktívnych úloh. Na finančných trhoch sa jedná o prácu s časovými radmi cien, objemov obchodných transakcií, zároveň však aj fundamentálnych premenných o stave firmy, úverov, či iných informácií. Predikcia ceny neurónovou sieťou môže doplniť, či nahradí štatistické odhady, realizované napríklad technikou kĺzavých priemerov.

V súčasnosti existuje veľké množstvo programových prostriedkov, umožňujúcich riešiť finančné úlohy pomocou neurónových sietí. Patria medzi ne napr. Statistica Neural Networks, Neural Connection, NeuroShell, Matlab a ďalšie. Nevýhodou však môže byť často vysoká cena týchto programov.



Obr. 2.5: Zjednodušený pohľad na umelú neurónovú sieť. Zdroj: Wikipedia.

Výhodou nasadenia technológie neurónových sietí je možnosť zachytenia nelineárnych vzťahov a riešenie komplexných a zložitých úloh. Kvalita dát predurčuje kvalitu riešenia aj v prípade neurónových sietí.

V porovnaní s inými metódami spracovania dát však majú nerónové siete niektoré nepríjemné vlastnosti. Predovšetkým ide o reprodukovanosť výsledkov, teda vedecké evidencie výstupov zo spracovania dát. V rôznych prípadoch, napr. použitím rôznych programových prostriedkov, tak nie je zabezpečený rovnaký výstup pri použití rovnakej množiny dát na vstupe.

### 2.6.2 Genetické algoritmy

Genetické algoritmy sú podmnožinou evolučných algoritmov. V praxi sa používajú tam, kde by presné riešenie úloh z praxe metódou systematického preskúmavania trvalo takmer nekonečne dlho.

V evolučnom vývoji či pri šľachtení rastlín a živočíchov sa presadia jedinci, ktorí majú určité žiaduce charakteristiky, ktoré sú na genetickej úrovni determinované kombinovaním rodičovských chromozómov. Pri zdrode genetických algoritmov stála myšlienka, že pri hľadaní lepších riešení zložitých problémov by bolo možné obdobným spôsobom kombinovať časti už existujúcich riešení.

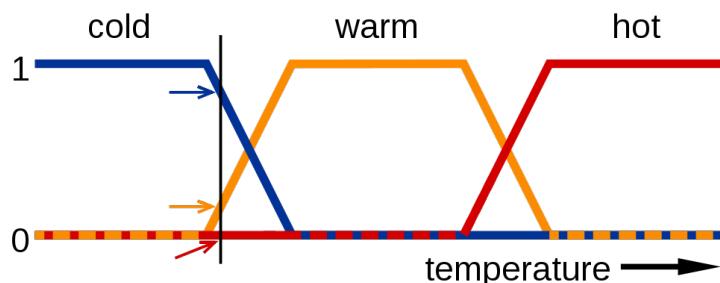
Technológia genetických algoritmov, inšpirovaná biológiou, je tak určená na riešenie optimalizačných úloh, ktoré dokáže riešiť veľmi elegantne. Hlavnou doménou na nasadenie tejto technológie preto môžu byť úlohy optimalizácie portfólia finančných aktív.

Podobne ako v prípade neurónových sietí, kladú genetické algoritmy väčší dôraz na dátové štruktúry, než klasické optimalizačné metódy. Táto technológia tiež používa definované postupy vo forme genetických operátorov. Najčastejšie používanými operátormi sú selekcia (selection), kríženie (crossover) a mutácia (mutation), ktoré do výpočtu pridávajú faktor náhodnosti.

Princípy riešenia úloh prostredníctvom genetických algoritmov sú vo svojej podstate jednoduché. V prvej populácii sú tzv. chromozómy generované náhodne. Je určená ich hodnota pre ďalšie generácie, pomocou účelovej funkcie (fitness). Z tohto bodu štartuje genetický algoritmus k tvorbe ďalších generácií. Obvykle sa pritom udržuje rozsah populácie ako konštantný. Následne nastupuje proces výberu a modifikácie dátových štruktúr (chromozómov). Ukončenie práce genetického algoritmu môže byť dané rôznymi spôsobmi, napr. vopred určeným počtom iterácií.

### 2.6.3 Fuzzy logika

Koncepcia fuzzy logiky prezentuje praktickú metódu modelovania ľudských znalostí a rozhodovania. Bola vyvinutá ako matematický model na implementáciu ľudskej logiky, využívanej na riešenie úloh. Fuzzy systémy používajú riadenie neistoty pomocou pravidiel, transformujúcich vstupné premenné do výstupných, defuzzifikovaných premenných podobne, ako postupuje človek pri riešení nie úplne algoritmizovateľných činností v oblasti fyzickej a duševnej práce. Človek obvykle nepoužíva v každodennom živote presne algoritmizovateľné činnosti. Len výnimocne testuje všetky možné varianty riešenia danej úlohy alebo činnosti, no napriek tomu väčšinou dosahuje svoj cieľ.



Obr. 2.6: Aplikácia fuzzy logiky na meranie teploty. Zdroj: Wikipedia.

Fuzzy logika vytvára relatívne jednoduchým spôsobom konkrétnie výstupy z nie celkom presných informácií. Fuzzy systém umožňuje popis komplexných systémov, ku ktorým

možno priradiť aj systém finančného trhu.

#### 2.6.4 Teória chaosu

Teória chaosu popisuje správanie sa nelineárnych systémov, ktoré majú nejaké skryté usporiadanie, napriek tomu že sa javia ako systémy riadené náhodnými javmi. Teória chaosu je založená na téze o spojení usporiadania s náhodnosťou, vzhľadom k prítomnosti stochastických prvkov v determinizme dynamických systémov. Takéto systémy možno označiť ako komplexné. Finančné trhy vykazujú práve charakteristiky komplexných systémov.

Pokiaľ má analyzovaný systém charakteristiky lineárneho systému, môžu s jeho dátami pracovať lineárne modely. Použitie lineárnych modelov v ekonómii je však diskutabilné. Ekonomické javy v mnohých prípadoch vykazujú skôr nelineárny charakter. Obzvlášť to platí pre prostredie finančných trhov.

## Kapitola 3

# Analýza problému

V tejto kapitole bude poskytnutý náhľad na riešenú problematiku obchodovania na finančných trhoch. V úvode bude predstavená firma, v spolupráci s ktorou je práca vypracovávaná, následne budú priblížené dielčie časti riešeného problému.

### 3.1 Predstavenie spoločnosti

IJM Group, s.r.o. je mladou, dynamicky sa rozvíjajúcou spoločnosťou, založenou vo februári 2011 vo Zvolene. Napriek tomu, že spoločnosť bola založená relatívne nedávno, má za sebou niekoľko úspešných projektov najmä v oblasti IT.

V súčasnej dobe má spoločnosť troch vlastníkov, ktorí sú súčasťou vedenia od jej vzniku. Vlastnícke podielu vo firme sú rozdelené proporcionálne, na tretiny. Nižšie sú uvedené základné údaje o spoločnosti [20].

#### 3.1.1 Základné údaje o spoločnosti

**Obchodné meno:** IJM Group, s.r.o.

**Rok vzniku:** 2011

**Sídlo:** Sokolská 2518/48, 960 01 Zvolen, Slovenská republika

**IČO:** 46050868

**DIČ:** 2023204865

**Právna forma:** Spoločnosť s ručením obmedzeným

### **3.1.2 Predmet podnikania**

Spoločnosť sa od svojho vzniku zameriava na viacero činností, prevažne súvisiacimi s oblastou informačných technológií a to najmä prostredníctvom elektronickej formy. Medzi hlavné oblasti záujmu patrí [20]:

- Tvorba webových prezentácií a aplikácií šitých na mieru
- Predaj produktov prostredníctvom elektronického obchodu
- Poradenstvo a podpora v oblasti elektronického podnikania
- Prenájom virtuálnych serverov
- Tvorba a prenájom automatických obchodných systémov

Okrem týchto činností má však firma v obchodnom registri zaregistrovaných viacero podnikateľských činností, ktorým sa výhľadovo v budúcnosti môže venovať. Sú to [20]:

- Kúpa tovaru na účely jeho predaja konečnému spotrebiteľovi (maloobchod) alebo iným prevádzkovateľom živnosti (veľkoobchod)
- Sprostredkovateľská činnosť v oblasti obchodu
- Sprostredkovateľská činnosť v oblasti služieb
- Činnosť podnikateľských, organizačných a ekonomických poradcov
- Reklamné a marketingové služby
- Prieskum trhu a verejnej mienky
- Počítačové služby
- Služby súvisiace s počítačovým spracovaním údajov
- Vykonávanie mimoškolskej vzdelávacej činnosti

### **3.1.3 SWOT analýza spoločnosti**

Táto podkapitola je venovaná stručnej SWOT analýze spoločnosti, ktorej súčasťou je aj pohľad na spomínanú novú činnosť podnikania – automatické obchodovanie na burze.

#### **Silné stránky**

Vďaka tomu, že spoločnosť pôsobí v oblasti informačných technológií a svoje produkty ponúka predovšetkým prostredníctvom internetu, výrazne obmedzuje svoje prevádzkové náklady, ktoré tvorí hlavne prenájom servera, na ktorom sú služby spustené.

Kedže konatelia firmy sú zároveň jej jedinými zamestnancami, odpadajú tak firme ďalšie

náklady na ľudské zdroje.

Vďaka vyššie uvedenému je firma schopná robiť rýchle rozhodnutia a dynamicky tak meniť smerovanie spoločnosti, či riadiť operatívne zmeny, keďže majitelia firmy sú o chode spoločnosti dôkladne oboznámení a odpadá nutnosť školiť ďalších zamestnancov.

Silnou stránkou firmy je tiež rodinný prístup a orientácia na zákazníka, s dôrazom na jeho maximálnu spokojnosť. Firma sa snaží o budovanie čo najlepšieho mena, čo kontinuálne dosahuje orientáciou na zákaznícke potreby a požiadavky.

V neposlednom rade je veľkou výhodou spoločnosti jej hlavné miesto pôsobnosti – internet, vďaka čomu môže služby bez výraznejších dodatočných nákladov rozširovať na ďalšie nové trhy.

### **Slabé stránky**

Spoločnosť bola založená pomerne nedávno a nestihla sa ešte dostať do širšieho povedomia verejnosti. Fakt, že sa jedná o mladú spoločnosť tiež nemusí pôsobiť dôveryhodne na zákazníkov, ktorí v určitých prípadoch radšej dajú prednosť stabilnej spoločnosti, ktorá na trhu pôsobí dlhšiu dobu.

S vyššie uvedeným súvisí aj skutočnosť, že si za svoju existenciu firma ešte nestihla vybudovať stálu zákaznícku základňu väčších rozmerov. Spoločnosť sice má viacerých dlhodobejších zákazníkov, ich počet však pre dlhodobejšiu stabilitu nie je dostačujúci.

Čiastočnou nevýhodou je aj nekonzistentnosť ponúkaných produktov a služieb. Tie sú sice v prevažnej miere poskytované prostredníctvom internetu, no chýba konkrétnie zameranie spoločnosti, čo nemá dobrý vplyv na budovanie imidžu. Táto skutočnosť je však do určitej miery aj výhodou, v zmysle diverzifikácie podnikateľských aktivít, keďže firma nie je závislá na jednom zdroji príjmu.

### **Príležitosti**

Vďaka pôsobnosti firmy – internetu – sú firme otvorené možnosti expanzie na nové trhy. Túto skutočnosť už firma pri viacerých produktoch využila a s minimálnymi dodatočnými nákladmi expandovala svoje služby na zahraničné trhy.

Príležitosťou na ďalší rast firmy je nová aktivita – prenájom obchodných systémov na obchodovanie na burze. Jedná sa, minimálne na našom trhu a jeho okolí, o pomerne nerozvinutú oblasť, ktorá firme ponúka zaujímavé príležitosti k rastu. Momentálna situácia vo

svete, týkajúca sa nízkych úrokov pri zhodnocovaní finančného kapitálu bankami, nahráva alternatívnym možnostiam, medzi ktoré obchodovanie na burze nepochybne patrí. Okrem toho sa jedná o aktivitu, ktorá je z pohľadu zákazníka časovo nenáročná, čo ju robí ešte atraktívnejšou.

### Hrozby

Oblast informačných technológií a poskytovanie tovaru a služieb prostredníctvom internetu je oblasť, ktorá za posledné roky zaznamenala obrovský rozmach. Vďaka tomu vzniklo veľké množstvo spoločností, ktoré zo situácie chceli vyťažiť a nové stále vznikajú, preto je na mieste upozorniť na hrozbu vzniku novej konkurencie. Okrem toho táto podnikateľská doména poskytuje nízke bariéry vstupu, čo hrozbu vzniku novej konkurencie ešte zvyšuje.

Čo sa týka obchodovania pomocou automatických systémov, je nutné dodať, že sa jedná o aktivitu, ktorá je verejnosťou stále vnímaná ako riziková, takže možno len ľahko predpokladať, že zaujme širokú skupinu zákazníkov. Veľká časť populácie, ktorá má v oblasti financií značnú averziu k riziku, sa môže o svoj kapitál obávať a radšej sa rozhodnúť pre alternatívne, menej rizikové investičné produkty. Postupne však možno očakávať, po vzore iných krajín, že táto averzia k riziku bude klesať a potenciálna zamestnanecká základňa tak bude rásť.

## 3.2 Definícia problému

Ako už bolo v práci uvedené, jednou z činností firmy je obchodovanie na burze prostredníctvom automatických obchodných systémov, ktoré firma sama vyvíja. Tejto oblasti sa firma pôvodne venovala najmä so zámerom zhodnocovania vlastného voľného kapitálu, no vďaka pozitívnym výsledkom sa rozhodla v tejto oblasti posunúť do viac komerčnej sféry a ponúkať vyvinuté obchodné systémy na prenájom zákazníkom.

Systémy, ktoré boli doteraz firmou navrhnuté, sa zameriavali výlučne na obchodovanie menových párov na trhoch cudzích mien (tzv. *forex*). Tieto systémy boli zväčša navrhnuté metódou pokus-omyl, čo bolo pomerne časovo náročné. Niektoré z týchto systémov sa však ukázali ako spoľahlivé a boli nasadené do živej prevádzky, ktorá postupne vyústila do ich prenájmu zákazníkom prostredníctvom virtuálnych serverov, ktoré firma tiež prevádzkuje.

Na základe pozitívnych skúseností s obchodovaním menových párov by firma rada rozší-

riala obchodovanie na ďalšie trhy. Konkrétnie by sa rada zamerala na komoditné trhy, ktoré ponúkajú zaujímavé pohyby a teda aj zaujímavé príležitosti na obchodovanie. Predstavou firmy je vybrať dva trhy, ktoré vzájomne nie sú štatisticky relevantne korelujúce a na tieto vyvinúť funkčné automatické systémy, optimalizované na historických dátach.

Firma by preferovala, keby bol proces tvorby systémov ľahko reprodukovateľný, aby v prípade úspechu bol možné ho aplikovať na ďalšie trhy a postupne tak portfólio rozširovať. Samotné obchodovanie by malo byť ideálne realizované s využitím programových prostriedkov, ktorými firma už disponuje a na ktorých už bežia vyvinuté obchodné systémy. Naplnenie tejto požiadavky má za cieľ zaistiť jednotnosť, časovú a finančnú úsporu, ako aj umožniť jednoduché porovnávanie výsledkov jednotlivých systémov.

### 3.3 Automatické obchodné systémy (AOS)

Táto podkapitola bude zameraná na priblíženie problematiky automatizovaných obchodných systémov, ktoré súčasťou v predchádzajúcim teste už boli niekoľkokrát spomínané, no vzhľadom k tomu, že budú tvoriť hlavný výstup práce, je vhodné sa tejto oblasti venovať trochu detailnejšie. Táto podkapitola je spracovaná predovšetkým podľa [8, 9, 5].

#### 3.3.1 Definícia

AOS sú systémy, ktoré vykonávajú obchodné príkazy na burze automaticky, zväčša bez zásahu tradera, avšak podľa ním zadaných pravidiel. Trader tak nie je nútený aktívne sledovať vývoj na burze a čakať na vstupný signál, pretože AOS to robí za neho.

Základom AOS je definícia pravidiel, ktorými sa systém bude riadiť. Kedže veľa obchodníkov sa pri obchodovaní riadi aspoň čiastočne svojím citom, môže byť v niektorých prípadoch problematické tieto tacitné znalosti zaznamenať vo forme jasne nadefinovaných pravidiel, ktoré môže vykonávať počítač.

Jedná sa teda vo svojej podstate o súbor pravidiel, ktoré definujú vstupy na trh, výstupy z neho a prípadne aj definujú riadenie otvorenej pozície, ako napr. posúvanie stop-lossu, úpravu veľkosti pozície a podobne. Tieto pravidlá sú teda prevedené do formy počítačového programu, resp. modulu do obchodnej platformy, ktorý je pripojený na burzu a obchodné príkazy zadáva prostredníctvom internetu.

### **3.3.2 Výhody AOS**

Obchodovanie prostredníctvom AOS má nepochybne viacero výhod. Vďaka tomu, že na burze namiesto tradera obchoduje počítač, má trader značnú časovú flexibilitu. Nemusí byť v dobe obchodnej seansy prítomný, svoje pozície môže v prípade potreby kontrolovať na diaľku, ani to však vo viacerých prípadoch nemusí byť nutné.

Sledovanie trhu a zadávanie príkazov na burzu je tiež náročné na koncentráciu a toto obmedzenie vďaka použitiu AOS takisto odpadá. V prípade intradenného obchodovania je obvykle obchodník schopný sústrediť sa na vývoj trhu maximálne 3 - 4 hodiny. Oproti tomu je AOS schopný fungovať v podstate 24 hodín denne, ak to umožňuje burza, na ktorej obchoduje.

Prednosťou použitia AOS je tiež množstvo súbežne obchodovaných trhov. Pri manuálnom obchodovaní je obvykle obchodník schopný aktívne sledovať len niekoľko málo trhov. Použitím AOS toto obmedzenie takisto odpadá a počet obchodovaných trhov tak v podstate závisí najmä na rozhodnutí obchodníka.

Pre mnohých obchodníkov tiež môže byť veľkou výhodou psychické odbremenenie pri obchodovaní, keďže systém väčšinou beží sám a obchodník ho obvykle sleduje len formou monitoringu, či všetko beží tak ako má. Vďaka tomu odpadá časté nutkanie do obchodu zasiahnuť nad rámec stanoveného obchodného plánu, čo obvykle máva na výsledok pozitívny efekt.

### **3.3.3 Nevýhody a riziká AOS**

Napriek uvedeným výhodám je potrebné pozerať sa na AOS realisticky a byť si vedomý obmedzení a rizík, ktoré tento spôsob obchodovania na burze prináša.

Mnoho burzových obchodníkov a špekulantov má voči AOS prirodzenú skepsu, že automatické obchodovanie nemôže fungovať a tomuto prístupu neverí. Táto skutočnosť môže byť spôsobená aj tým, že je na trhu množstvo firiem, ktoré sa snažia ponúkať na predaj AOS ktoré nefungujú a získať tak od dôverčivých traderov ľahko zarobené peniaze.

Možno najväčším rizikom AOS je jeho nesprávne nadefinovanie, nastavenie, či podcenenie testovania. Pokiaľ sa trader snaží svoj obchodný systém zautomatizovať, nemusí si byť vždy vedomý všetkých dielčích rozhodnutí, ktoré pri živom obchodovaní vykonáva. To môže mať za následok buď nefunkčnosť daného prístupu, alebo minimálne zníženie výkonnosti systému.

Pri navrhovaní AOS tiež hrozí riziko tzv. *preoptimalizácie*, keď snaha o optimalizáciu systému má za následok, že program sice vykazuje dobré výsledky na historických dátach, no po nasadení na živé trhy sa tieto výsledky nepotvrdia. Skutočnosť, že nie je problém vytvoriť systém vykazujúci nadpriemerné výsledky na historických dátach, často zneužívajú predajcovia AOS. Tí nalákajú dôverčivých zákazníkov na systémy, ktoré boli optimalizované na historických dátach, no v prostredí živých trhov nemuseli byť nikdy nasadené.

Rizikom pri použití AOS je tiež možnosť, že systém po určitej dobe prestane fungovať. Vyvinutie funkčného systému, fungujúceho v reálnom prostredí, nezaručuje, že takýto systém bude fungovať dlhodobo. Preto je nutné na túto skutočnosť od začiatku myslieť a vopred stanoviť podmienky, za ktorých bude systém ďalej udržiavaný, príp. stiahnutý z obchodníkovho portfólia.

### 3.3.4 Súčasný stav

V súčasnosti najmä na zahraničnom trhu existuje viacero firiem, zaoberajúcich sa vývojom a následným predajom AOS. Príkladom môže byť ATS-3200<sup>1</sup> či AOS SYSTEMS<sup>2</sup>. Pri nákupe podobných systémov je však nutné overiť si skutočnú funkčnosť týchto stratégií, ich reálnu výkonnosť po nasadení a pátrať po skúsenostiach zákazníkov.

Kedže sa v prípade fungujúcich AOS jedná o cenné know-how, je veľmi ťažké nájsť na túto tému relevantné informačné zdroje. Pokiaľ sa tejto problematike autori vo svojich publikáciách venujú, jedná sa obvykle o informácie všeobecného rázu, často bez pridannej hodnoty.

Téme AOS sa vo svojich článkoch na serveri finančník.cz venuje napríklad Tomáš Nešnídal. Ten, v začiatkoch svojej kariéry burzového obchodníka neskrýval voči AOS značnú skepsu [12], postupom času sa však tejto problematike začal viac venovať a v súčasnosti podľa vlastných slov [27] obchoduje len prostredníctvom AOS. Vo svojich článkoch [26] viackrát spomína program Adaptrade Builder, ktorý pri tvorbe AOS sám používa. Okrem toho sa venuje budovaniu AOS založených na tzv. *breakout* systémoch, ktoré sú založené na prelamovaní rôznych cenových úrovní. Ani on však verejne svoje systémy neprezentuje o samotnej logike systémov preto možno len špekulovať.

---

<sup>1</sup>[www.ats3200.com](http://www.ats3200.com)

<sup>2</sup>[www.aossystems.com](http://www.aossystems.com)

### 3.4 Informačné zdroje

Pri návrhu AOS je potrebné mať k dispozícii dátá, na ktorých možno systém späťne otestovať. Existujú rôzne informačné zdroje, ponúkajúce dátá niektorých finančných inštrumentov zdarma, ako napr. Yahoo! Finance či Google Finance. Tieto informačné zdroje však môžu mať značné obmedzenia, nakoľko sú poskytované zdarma. Obvykle sú k dispozícii len denné dátá (tzv. *EOD – End Of Day*), ktoré na intradenné stratégie nie sú postačujúce.

Z tohto dôvodu sa firma rozhodla zakúpiť intradenné dátá vybraných finančných inštrumentov od poskytovateľa Disk Trading<sup>3</sup>. Na vývoj stratégií teda budú k dispozícii intradenné historické dátá, vďaka čomu bude možné stratégie dôklade optimalizovať a otestovať.

V súvislosti s informačnými zdrojmi treba spomenúť aj rozsah a detailnosť dát, použitých pri vývoji. Autor programu Adaptrade Builder v manuáli k programu napr. odporúča radšej zvoliť kratší časový úsek (1 - 2 roky) a stratégiu po nejakom čase znova optimalizovať, alebo vyvinúť úplne novú stratégiu, než stratégie budovať na mnohoročných dátach.

S touto problematikou má skúsenosti aj riešená firma, ktorej sa potvrdilo, že jej stratégie by neboli profitabilné v čase finančnej krízy (od druhej polovice roku 2008), no na kratšom časovom úseku sa ukázali byť profitabilné, čo sa potvrdilo aj pri nasadení do ostrej prevádzky. Okrem toho treba vziať do úvahy výpočtovú náročnosť, ktorá sa v prípade mnohoročných časových úsekov môže stať neudržateľnou.

### 3.5 Programové prostriedky

Na trhu existuje veľké množstvo programových prostriedkov na obchodovanie na burze. Či už sa jedná o samotné obchodné platformy, analytický softvér, alebo ich kombináciu, obchodník má často na výber viacero možností, z ktorých môže vyberať.

Medzi najznámejšie a najpoužívanejšie obchodné platformy, s podporou technickej analýzy a ďalších analytických možností možno zaradiť [31]:

**eSignal** – Program ponúka veľmi dobrú podporu intradenného obchodovania, zameraného predovšetkým na obchodovanie akcií. Obsahuje rozšírenú podporu zobrazovania grafov a prostriedkov na ich analýzu. Približná cena: 137 \$ / mesiac.

**MultiCharts** – Profesionálna obchodná platforma, zameraná najmä na intradenné obcho-

---

<sup>3</sup><http://disktrading.is99.com>

dovanie a automatizované obchodovanie, navrhnutá na obchodovanie futures, akcií a forex. Okrem iného podporuje aj 3D grafy a má veľmi dobrú podporu napojenia na poskytovateľov dát. Približná cena: 66 \$ / mesiac.

**NinjaTrader** – Jedna z najpoužívanejších obchodných platform, veľmi rozšírená medzi začiatočníkmi, keďže je na analytické a testovacie účely k dispozícii na neobmedzenú dobu zdarma. Ponúka intuitívne ovládanie a dobrú podporu brokerov a poskytovateľov dát. Približná cena: 50 \$ / mesiac (na testovacie účely zdarma).

**Sierra Chart** – Platforma rozšírená prevažne medzi profesionálmi, vďaka širokým možnostiam prispôsobenia obchodníkovým potrebám a veľmi dobrej podpore brokerov a poskytovateľov dát. Napriek širokým možnostiam, ktoré ponúka, môže najmä začiatočníkom pôsobiť ťažkopádne a nezrozumiteľne. Približná cena: 26 \$ / mesiac.

Spoločnosť IJM Group doteraz používala na svoje obchodovanie menových párov obchodnú platformu MetaTrader. Keďže firme sa táto platforma osvedčila a jej súčasný broker poskytuje okrem obchodovania menových párov aj ďalšie obchodné inštrumenty vrátane komoditných futures kontraktov, bolo po konzultácií dohodnuté, že tento program bude používaný aj v tejto práci.

Na návrh stratégií by firma rada použila program Adaptrade Builder, ktorý s využitím genetických algoritmov umožňuje generovať a optimalizovať stratégie automaticky, so širokými možnosťami nastavenia. Program je zároveň kompatibilný s platformou MetaTrader, čo testovanie a nasadzovanie stratégií na živé obchodovanie významne uľahčuje. Vďaka použitiu programu Adaptrade Builder bude zároveň možné proces tvorby stratégií navrhnutý v tejto práci v budúcnosti pomerne jednoducho replikovať, čo umožní prípadná rozšírenie obchodovania na nové trhy resp. finančné inštrumenty.

V ďalšej časti budú predstavené programy MetaTrader a Adaptrade Builder, ktoré budú pri riešení tejto práce používané.

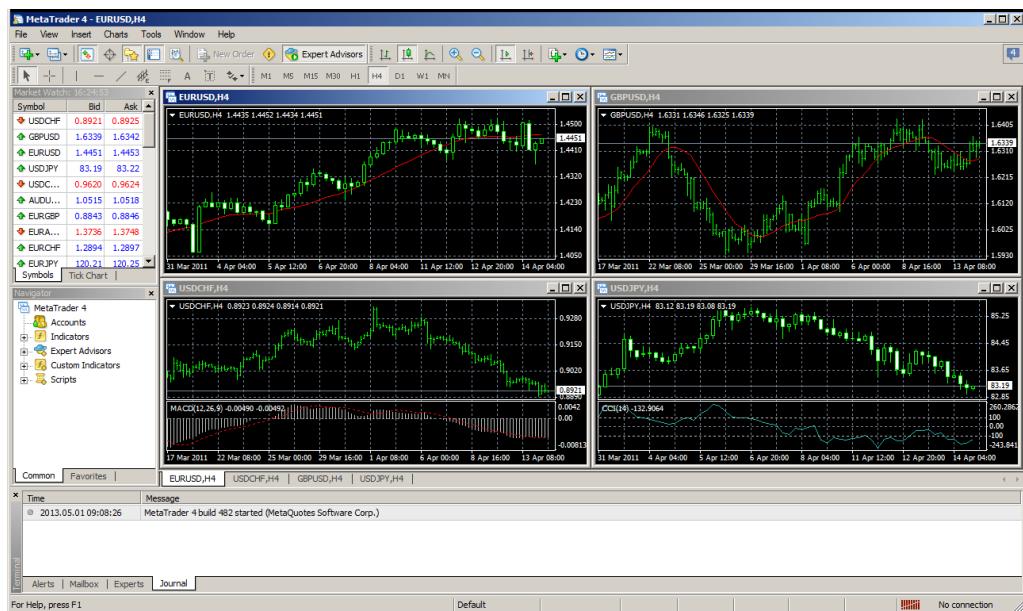
### 3.5.1 MetaTrader

Obchodná platforma MetaTrader je jednou z najpoužívanejších platform na obchodovanie menových párov – forexu. Vďaka svojej širokej podpore forexových brokerov a faktu, že je poskytovaná zadarmo, si ju od svojho vzniku obľúbilo veľké množstvo obchodníkov.

Program ponúka jednoduché ovládanie, zrozumiteľne navrhnuté užívateľské prostredie a zároveň pomerne široké možnosti analýz grafov, či automatického obchodovania.

Obzvlášť čo sa týka AOS, v MetaTrader nazývaných *Expert Advisors*, program ponúka možnosti optimalizácie, spätného obchodovania (backtestingu), ako aj simulovaného či živého obchodovania. Pre samotné spustenie AOS pritom stačí túto potiahnuť zo zoznamu Expert Advisors do otvoreného grafu.

Okrem desktopovej platformy MetaTrader tiež ponúka aplikáciu pre mobilné telefóny, čo obzvlášť v prípade AOS môže byť užitočné na priebežný monitoring spustených systémov.



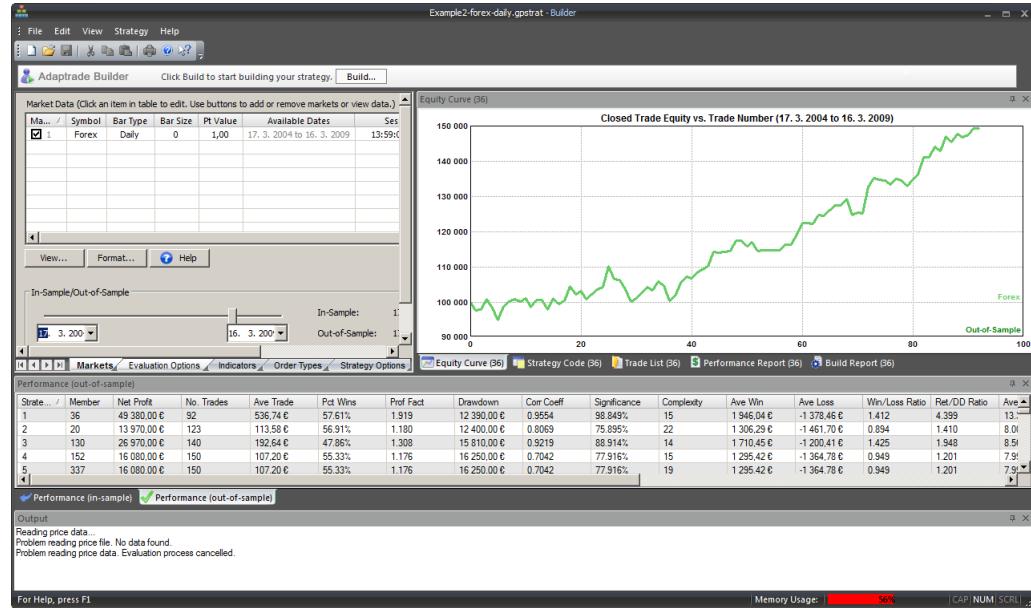
Obr. 3.1: Prostredie programu MetaTrader 4. Zdroj: vlastný.

### 3.5.2 Adaptrade Builder

Stavba použiteľného AOS je obvykle pomerne zdĺhavá činnosť. V prípade, že obchodník už má stratégiu, ktorú obchoduje diskréčne a chce ju zautomatizovať, je potrebné spísať podrobne všetky pravidlá, ktoré pri obchodovaní používa a tieto previesť do podoby zrozumiteľnej pre počítač, teda do zdrojového kódu. Ani po splnení tohto postupu nie je zaručené, že stratégia bude funkčná. Alternatívny prístup k stavbe AOS ponúka program Adaptrade Builder. Ten za použitia genetických algoritmov generuje AOS samostatne, na dátach ktoré do neho užívateľ nahrá a za splnenia podmienok, ktoré stanoví.

Program dáta rozdelí do dvoch častí – tzv. *in-sample* a *out-of-sample (OOS)*. Percentuálne rozdelenie intervalov určí užívateľ, program následne hľadá a optimalizuje stratégie na

dátach in-sample a po skončení výsledné stratégiu otestuje na vzorke dát out-of-sample. Keďže dátá out-of-sample program pri stavbe stratégie „nevidí“, výkon jednotlivých stratégií na tejto vzorke už nie je optimalizovaný a výsledky teda možno považovať za hodovernejšie.

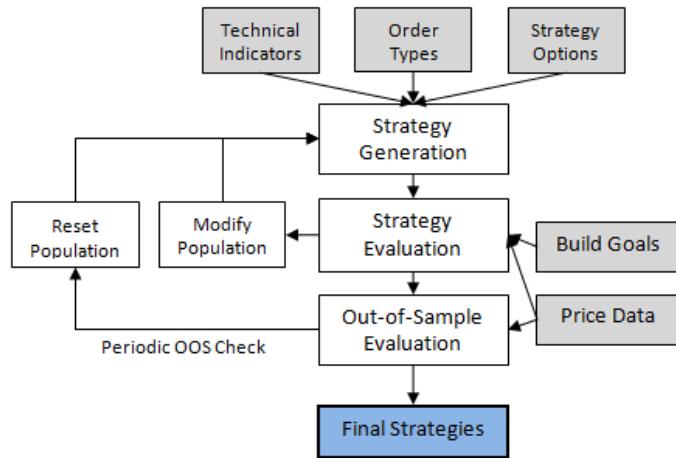


Obr. 3.2: Prostredie programu Adaptrade Builder 1.5. Zdroj: vlastný.

Algoritmus, ktorý pri stavbe stratégií program používa je znázornený na obr. 3.3. Program na začiatku zozbiera užívateľské nastavenia technických indikátorov, ktoré má stratégia používať, typov vstupných a výstupných príkazov a ďalších podmienok, tieto skombinuje a použije na náhodné vygenerovanie stratégií. Ich výkonnosť vyhodnotí, podľa stanovených kritérií, stratégiu otestuje na OOS dátach a v procese ďalej pokračuje. V závislosti na nastavení možností genetického programovania program jednotlivé strategie kombinuje (*crossover*), príp. mutuje (*mutation*), resp. pokiaľ je fitness hodnota stratégie nie je na dostatočnej úrovni, stratégia je zahodená a je namiesto nej vygenerovaná nová. Týmto spôsobom program vygeneruje počet stratégií v závislosti na nastavenej veľkosti populácie a tieto populácie ďalej vyvíja podľa nastaveného počtu generácií.

### 3.5.3 Ďalšie programové prostriedky

Na analýzu získaných výsledkov z použitých programov a ich vizualizáciu bude použitý MS Excel. Tabuľkový procesor tohto typu je na prácu s takýmto rozsahom dát prispôsobený a ponúka široké možnosti spracovania, vyhodnocovania a zobrazovania dát. Popisom tohto



Obr. 3.3: Vnútorný algoritmus programu Adaptrade Builder.

Zdroj: Nápoveda programu.

programu nie je nutné sa detailnejšie zaoberať, keďže sa jedná o najpoužívanejší tabuľkový procesor a jeho prostredie je dobre známe.

## Kapitola 4

# Vlastné návrhy riešenia

Táto kapitole sa zaoberá jednotlivými krokmi riešenia zvoleného problému. Na začiatku bude popísaný výber finančných inštrumentov do portfólia na základe analýzy korelácie trhov. Ďalej bude navrhnutý pracovný postup, ktorým sa riešenie práce riadilo. Jadro je venované samotnému vývoju stratégii využitím genetických algoritmov v programe Adaptrade Builder. Následne je popísaná integrácia získaných modelov do obchodnej platformy a ich otestovanie. Výsledné portfólio je podrobenej citlivostnej analýze z pohľadu veľkosti povolenej straty na jeden obchod. Na záver sú podané odporúčania na nasadenie do praxe a diskutovaný ekonomický prínos navrhnutého riešenia.

### 4.1 Výber obchodných inštrumentov

Predstavou firmy je portfólio pozostávajúce optimálne z dvoch obchodných inštrumentov. Zároveň firma preferuje, aby bol jeden z inštrumentov zlato, z dôvodu jeho obľúbenosti medzi investormi a dobrou marketingovou silou voči potenciálnym zákazníkom. K dispozícii sú dátá nasledujúcich inštrumentov: zlato, striebro, platina, med, USD index, index S&P a kakao. Technicky sa vo všetkých prípadoch jedná o tzv. *futures kontrakty* na dané komodity, pričom dátá sú poskytované kontinuálne.

Kedže sa má portfólio skladáť len z dvoch inštrumentov, bolo by vhodné zaistiť, aby tieto inštrumenty neboli na sebe príliš závislé a napr. v prípade neočakávaného rastu resp. poklesu jedného inštrumentu to zásadným spôsobom neovplyvnilo aj ten druhý. Z tohto dôvodu bola realizovaná analýza v programe MS Excel, skúmajúca vzájomnú koreláciu jednotlivých inštrumentov. Na základe uzatváracích cien za posledné dva roky bolo skúmané, v akej miere

	Striebro	Platina	Med'	Zlato	Index \$	S&P	Kakao
Striebro	–	0,469	0,268	0,653	-0,247	0,238	0,117
Platina	0,469	–	0,414	0,498	-0,326	0,268	0,255
Med'	0,268	0,414	–	0,297	-0,310	0,377	0,197
Zlato	0,653	0,498	0,297	–	-0,259	0,226	0,146
Index \$	-0,247	-0,326	-0,310	-0,259	–	-0,397	-0,226
S&P	0,238	0,268	0,377	0,226	-0,397	–	0,259
Kakao	0,117	0,255	0,197	0,146	-0,226	0,259	–

Tabuľka 4.1: Korelácia trhov 2011-2012. Zdroj: Vlastný.

je smer pohybu (rast, pokles) jedného trhu závislý na ostatných trhoch. Výsledný korelačný koeficient vyjadruje úroveň vzájomnej korelácie dvoch trhov, ktorá dosahuje tieto hodnoty:

- približuje sa hodnote +1, keď sú trhy kladne korelujúce, čo znamená, že sa hýbu rovnakým smerom (keď jeden stúpa, druhý stúpa tiež a naopak),
- približuje sa hodnote -1, keď sú trhy záporne korelujúce, čo znamená, že sa hýbu opačnými smermi (keď jeden stúpa, druhý klesá a opačne),
- blíži sa hodnote 0, keď trhy nie sú vzájomne korelujúce, čo znamená, že smer jedného neovplyvňuje smer druhého.

Vzájomné korelácie znázorňuje tabuľka 4.1. Medzi najmenej korelujúce páry spomedzi zvolených teda patrí kakao+striebro, kakao+zlato a kakao+med'. Keďže firma preferovala v portfóliu prítomnosť zlata, bude na základe vypočítanej korelácie zvolené ako druhý inštrument páru kakao.

## 4.2 Návrh workflow

Ako už bolo uvedené, na vývoj a testovanie obchodných modelov budú použité predovšetkým programy Adaptrade Builder a MetaTrader. Keďže proces tvorby a testovania pozostáva z viacerých činností, je vhodné ich pomenovať a znázorniť vo forme diagramu. Týmto postupom sa bude vývoj obchodných stratégii v ďalších častiach práce riadiť. Pracovný postup je znázorený na obr. 4.1.

## 4.3 Konfigurácia nastavení

Program Adaptrade Builder ponúka široké možnosti zmeny parametrov. V prípade mnohých nastavení sa jedná podľa slov autora programu o pokročilé možnosti, ktoré vo väčšine



Obr. 4.1: Workflow vývoja stratégií. Zdroj: vlastný.

prípadov nie je nutné využiť. Niektoré z nich je naopak vhodné prispôsobiť konkrétnym potrebám.

Počiatočný kapitál na testovanie stratégií bude nastavený na hodnotu 10 000 \$. Táto hodnota bola konzultovaná s firmou a je predpoklad, že bude predstavovať počiatočný kapitál po nasadení do živého obchodovania.

Použité indikátory technickej analýzy budú rozdelené do dvoch častí. Prvá bude využívať klasické technické indikátory, popísané v teoretickej časti tejto práce. Jedná sa o kľúčavé priemery, MACD, CCI, RSI a Bollingerove pásma. Druhá časť bude založená na tzv. *breakout* logike, teda prierazoch rôznych cenových hladín. Na tieto účely sú súčasťou aplikácie špeciálne indikátory reprezentujúce rôzne cenové úrovne. Tie sú zároveň súčasťou platformy MetaTrader ktorá bude použitá.

Typy obchodných použitých obchodných príkazov bude program kombinovať podľa ich výkonnosti, budú však obmedzené na realizáciu obchodov v rámci jedného obchodného dňa – všetky obchody budú teda na konci dňa uzavreté.

Parametre genetických algoritmov budú experimentálne menené počas vývoja, aby bola docielená čo najväčšia rôznorodosť výsledkov. Proces stavby stratégií bude realizovaný čo najviackrát aby sa zvýšila pravdepodobnosť nájdenia profitabilnej stratégie.

#### 4.4 Vývoj investičných modelov

V nasledujúcej kapitole budú prezentované vybrané investičné modely – stratégie, získané pomocou programu Adaptrade Builder. Ku každej stratégii budú uvedené jej charakteristiky, výkonnosť ako aj graf znázorňujúci vývoj obchodného účtu v čase.

Na vývoj stratégií boli po konzultácii s firmou použité dátá od poskytovateľa Disktrading, ktorý poskytuje platené historické dátá veľkej škály obchodných inštrumentov. Bol zvolený časový rámec 5 minút, teda rovnaký, aký firma používala v minulosti a použité obdobie posledných dvoch rokov, od 1.1.2011 do 31.12.2012. Tento časový interval bol rozdelený na dve časti: *in-sample* úsek, od 1.1.2011 do 2.7.2012, na ktorom boli stratézie vyvíjané a optimalizované a následne úsek *out-of-sample (OOS)*, ktorý program pri vývoji nemal k dispozícii a bol použitý až na dodatočné vyhodnotenie výkonnosti. Tieto úseky sú v grafoch vizuálne oddelené zvislou zelenou čiarou.

Pre minimalizáciu korelácie získaných stratégií boli zvolené dva prístupy. Prvým je pou-

žitie klasických metód technickej analýzy, teda technických indikátorov. Použité indikátory sú popísané v teoretickej časti tejto práce. Druhým prístupom bola aplikácia tzv. break-out postupov, založených na prelamovaní rôznych cenových hladín, ako napr. minimum a maximum dňa.

Pri výbere stratégií do predbežného portfólia, prezentovaného nižšie, bol kladený dôraz na integritu výsledkov v oboch časových úsekokoch, aby stratégie mali po nasadení čo najvyššiu šancu ďalej profitabilne fungovať. Výsledkom je dvanásť stratégií, rovnomerne zastupujúcich obidva obchodované trhy a obidva prístupy k technickej analýze. Zámerne bol zvolený vyšší počet modelov, aby sa zvýšila pravdepodobnosť nájdenia profitabilnej stratégie, fungujúcej aj po nasadení do živého obchodovania.

#### 4.4.1 Modely na obchodovanie kakaa

Prvou stratégiou, založenou na breakout logike, je stratégia s pracovným názvom CCBO01.

Jej výkonnosť je ilustrovaná na obr. 4.2 a v tabuľke 4.2. Logika stratégie je založená na uzatváracích cenách a na sledovanom úseku boli realizované len vstupy do pozícii short. Pri rešpektovaní money managementu, uvedeného v teoretickej časti práce, stratégia dosiahla približne 50 % ziskových obchodov s pomerom RRR približne na úrovni 2.

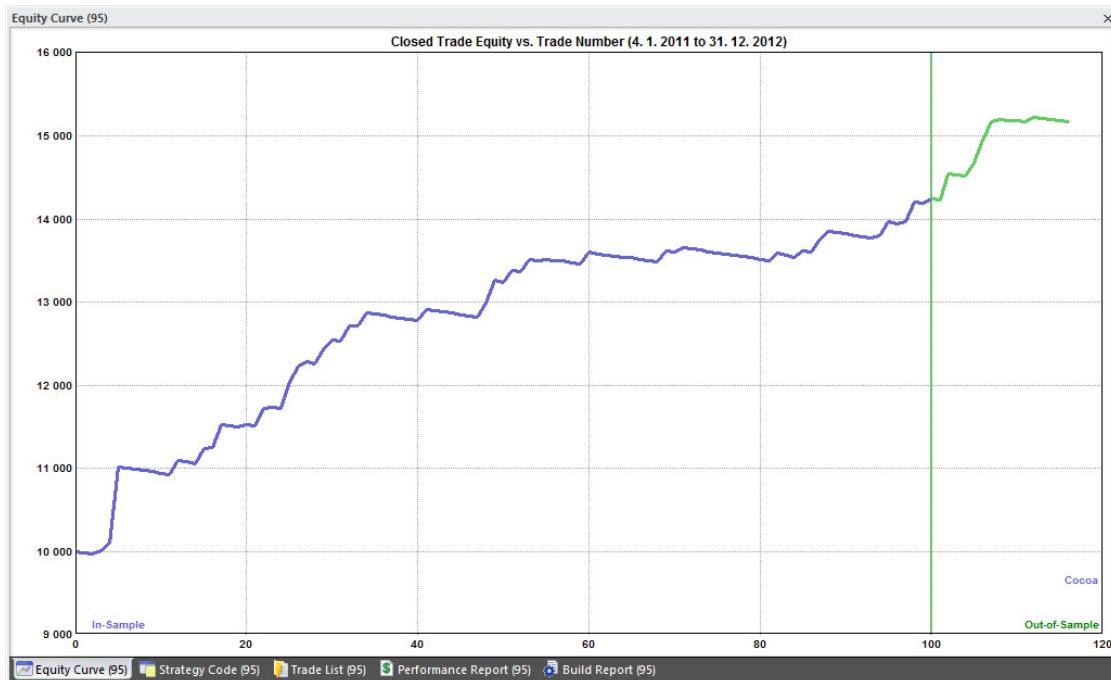


Obr. 4.2: Stratégia CCBO01: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

CCBO01	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	6 968,02 \$	2 324,88 \$	9 292,9 \$
<b>Počet obchodov</b>	87	28	115
<b>% ziskových obchodov</b>	51,72 %	57,14 %	53,04 %
<b>Maximálny drawdown</b>	1563,1 \$	516,62 \$	1 563,1 \$
<b>Priemerný zisk</b>	298,9 \$	228,21 \$	281,23 \$
<b>Priemerná strata</b>	-154,35 \$	-110,54 \$	-143,4 \$
<b>Maximálny zisk</b>	984,46 \$	564,46 \$	984,46 \$
<b>Maximálna strata</b>	-205,54 \$	-205,54 \$	-205,54 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	1,41 %	1,13 %	1,34 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	1,94	2,06	1,96

Tabuľka 4.2: Výsledky stratégie CCBO01.

Druhou zo stratégii založených na prelamovaní rôznych cenových úrovní je CCBO02 (Obr. 4.3, Tab. 4.3). Z jej výsledkov možno pozorovať výraznejšie obdobia stagnácie, nasledované rastom. Tento jav je spôsobený taktikou očakávania niekoľkých výrazných ziskových obchodov, za cenu prijatia mnohých nízkych strát (priemerne približne 15 \$). Vstupná logika stratégie je založená na porovnávaní úrovni maximálnych a minimálnych cien.

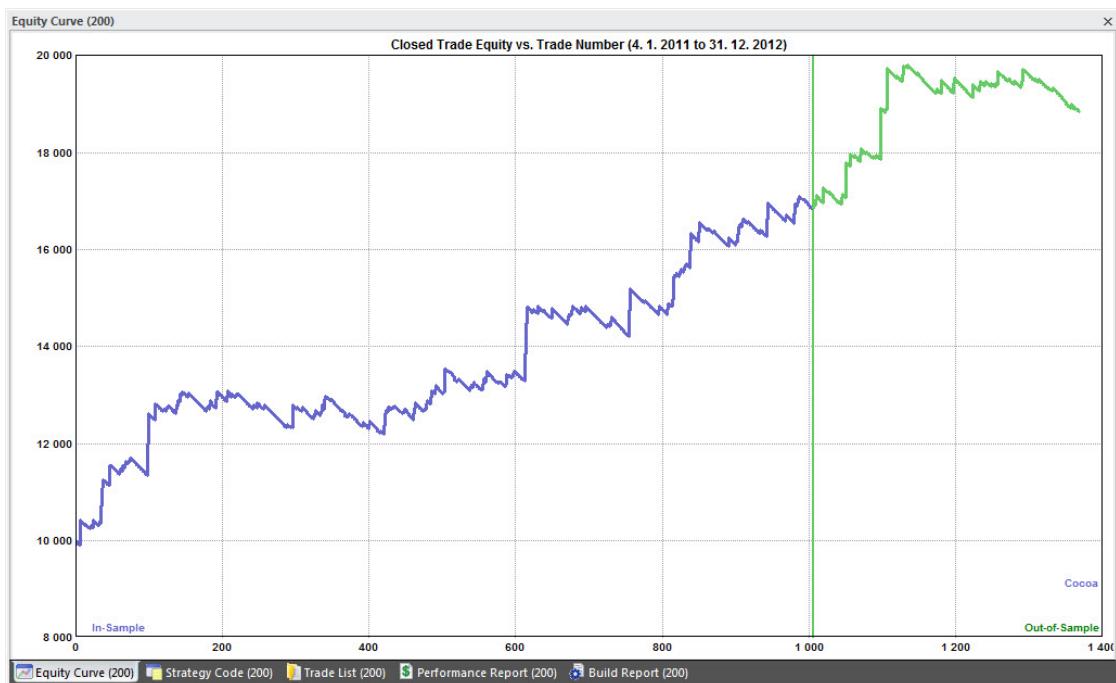


Obr. 4.3: Stratégia CCBO02: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

CCBO02	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	4 246 \$	921,36 \$	5 167,36 \$
<b>Počet obchodov</b>	100	16	116
<b>% ziskových obchodov</b>	37 %	37,5 %	37,07 %
<b>Maximálny drawdown</b>	425,54 \$	656,62 \$	656,62 \$
<b>Priemerný zisk</b>	141,76 \$	176,13 \$	150,35 \$
<b>Priemerná strata</b>	-15,86 \$	-13,54 \$	-15,28 \$
<b>Maximálny zisk</b>	914,46 \$	314,46 \$	914,46 \$
<b>Maximálna strata</b>	-25,54 \$	-15,54 \$	-25,54 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	0,12 %	0,1 %	0,12 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	8,94	13,01	9,84

Tabuľka 4.3: Výsledky stratégie CCBO02.

Poslednou stratégiou na obchodovania kakaa, založenou na breakout logike, je CCBO03 (Obr. 4.4, Tab. 4.4). Je založená na podobnom princípe ako predchádzajúca stratégia, s pridaním otváracích a uzatváracích úrovní. Stratégia napriek striktnému risk managementu, na úrovni približne 0,1 % priemerne riskovaného kapitálu na jeden obchod vykazuje napriek stagnujúcim obdobiam rastúcu tendenciu. Z výsledkov in-sample testovania je však patrné, že stratégia vykazuje skôr nárazové zisky, predchádzané dlhými obdobiami stagnácie, čo nemusí byť pre potenciálnych zákazníkov žiaduce.

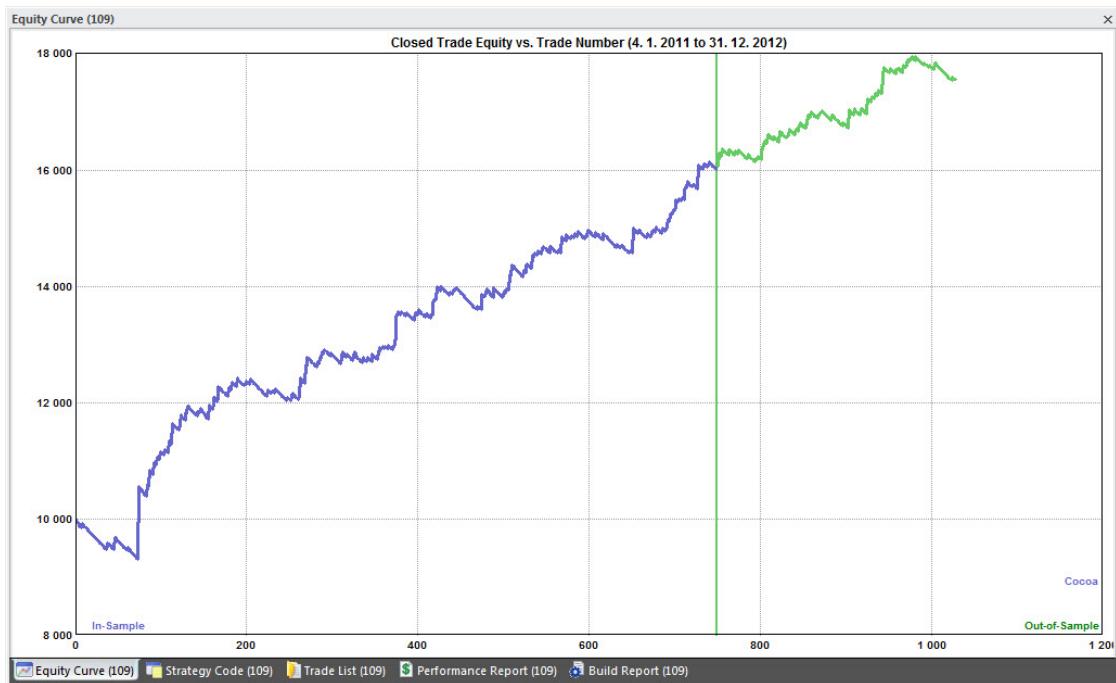


Obr. 4.4: Stratégia CCBO03: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

CCBO03	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	6 856,76 \$	1 994,52 \$	8 851,28 \$
<b>Počet obchodov</b>	1 006	362	1 368
<b>% ziskových obchodov</b>	14,02 %	12,43 %	13,6 %
<b>Maximálny drawdown</b>	1 255,7 \$	1 071,48 \$	1 255,7 \$
<b>Priemerný zisk</b>	148,29 \$	158,24 \$	150,78 \$
<b>Priemerná strata</b>	-16,25 \$	-16,17 \$	-16,23 \$
<b>Maximálny zisk</b>	1 274,46 \$	1 044,46 \$	1 274,46 \$
<b>Maximálna strata</b>	-75,54 \$	-55,54 \$	-75,54 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	0,11 %	0,08 %	0,1 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	9,13	9,79	9,29

Tabuľka 4.4: Výsledky stratégie CCBO03.

Prvou stratégiou využívajúcou klasické indikátory technickej analýzy je CCTA01 (Obr. 4.5, Tab. 4.5). Je založená na indikátoroch kľúčavých priemerov v kombinácii s indikátorom RSI. Stratégia používa pri vstupe limitné príkazy, obchodusujúc obidva typy obchodných pozícii – long aj short. Stratégia napriek percentuálnej úspešnosti obchodov pod 20 % dokáže vďaka priaznivému pomeru RRR vykazovať pomerne konzistentný rast a to pri risku na obchod nižšom ako 1 %.

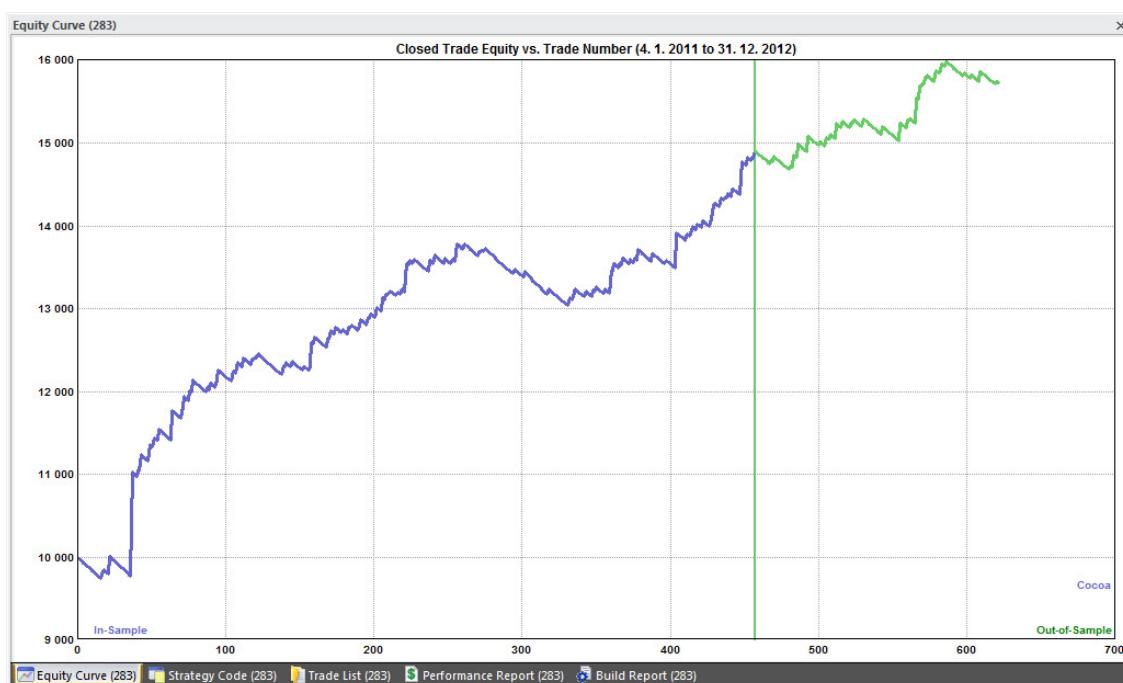


Obr. 4.5: Stratégia CCTA01: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

CCTA01	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	6 085 \$	1 469,88 \$	7 554,88 \$
<b>Počet obchodov</b>	750	278	1 028
<b>% ziskových obchodov</b>	18 %	18,35 %	18,09 %
<b>Maximálny drawdown</b>	828,88 \$	433,62 \$	828,88 \$
<b>Priemerný zisk</b>	118,16 \$	97,99 \$	113,12 \$
<b>Priemerná strata</b>	-16,04 \$	-15,54 \$	-15,92 \$
<b>Maximálny zisk</b>	1 254,46 \$	304,46 \$	1 254,46 \$
<b>Maximálna strata</b>	-55,54 \$	-15,54 \$	-55,54 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	0,12 %	0,09 %	0,11 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	7,37	6,31	7,11

Tabuľka 4.5: Výsledky stratégie CCTA01.

Ďalšou stratégiou využívajúcou indikátory technickej analýzy je CCTA02 (Obr. 4.6, Tab. 4.6). Je založená na aplikácii indikátorov RSI, MACD a exponenciálneho kľzáveho priemeru. Stratégie na relatívne veľkej vzorke obchodov vykazuje rast, napriek niekoľkým úsekom, kde výsledky stagnovali.

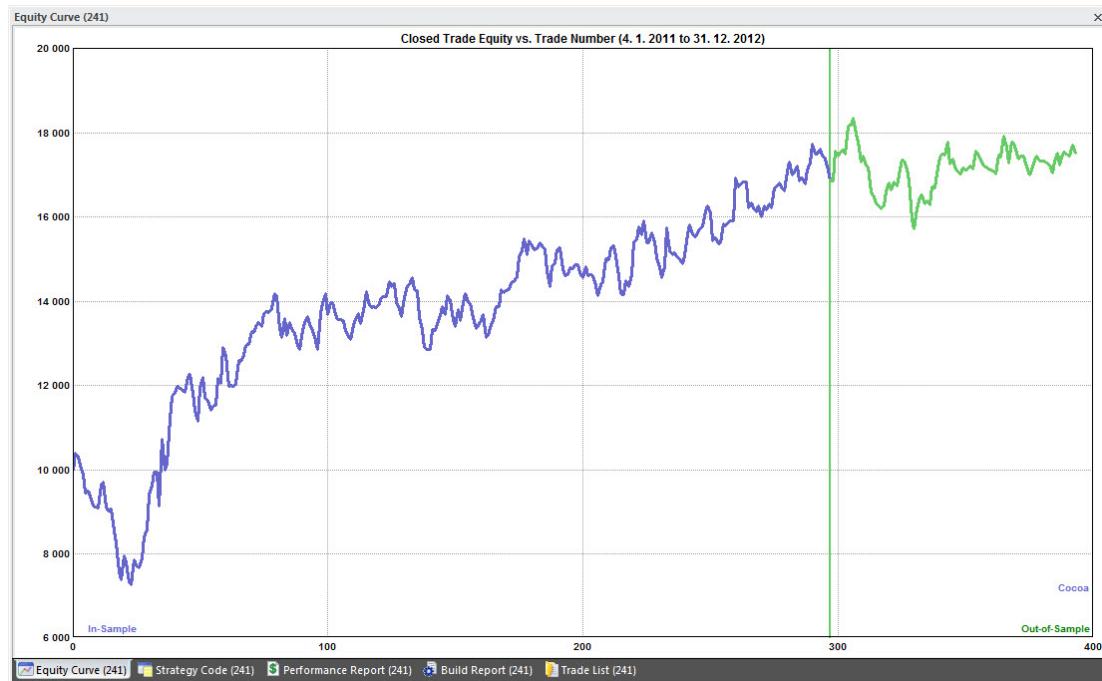


Obr. 4.6: Stratégia CCTA02: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

CCTA02	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	4 908,22 \$	821,44 \$	5 729,66 \$
<b>Počet obchodov</b>	457	164	621
<b>% ziskových obchodov</b>	21,23 %	18,9 %	20,61 %
<b>Maximálny drawdown</b>	1 121,04 \$	348,5 \$	1 121,04 \$
<b>Priemerný zisk</b>	109,2 \$	93,17 \$	105,19 \$
<b>Priemerná strata</b>	-15,79 \$	-15,54 \$	-15,73 \$
<b>Maximálny zisk</b>	1 254,46 \$	304,46 \$	1 254,46 \$
<b>Maximálna strata</b>	-45,54 \$	-15,54 \$	-45,54 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	0,12 %	0,1 %	0,12 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	6,92	6	6,69

Tabuľka 4.6: Výsledky stratégie CCTA02.

Poslednou stratégiou na obchodovanie kakaa s využitím indikátorov technickej analýzy je CCTA03 (Obr. 4.7, Tab. 4.7), využívajúca jednoduchý a vážený kľzavý priemer. Na in-sample úseku stratégia dosiahla zisk viac než 7 000 \$ čo predstavuje za 18 mesiacov zhodnotenie o 70 %. Výkonnosť na OOS vzorke je však už výrazne nižšia, preto je otázne, či sa jedná len o dočasné obdobie stagnácie, alebo bude stratégia profitabilná aj v skutočnom obchodovaní.



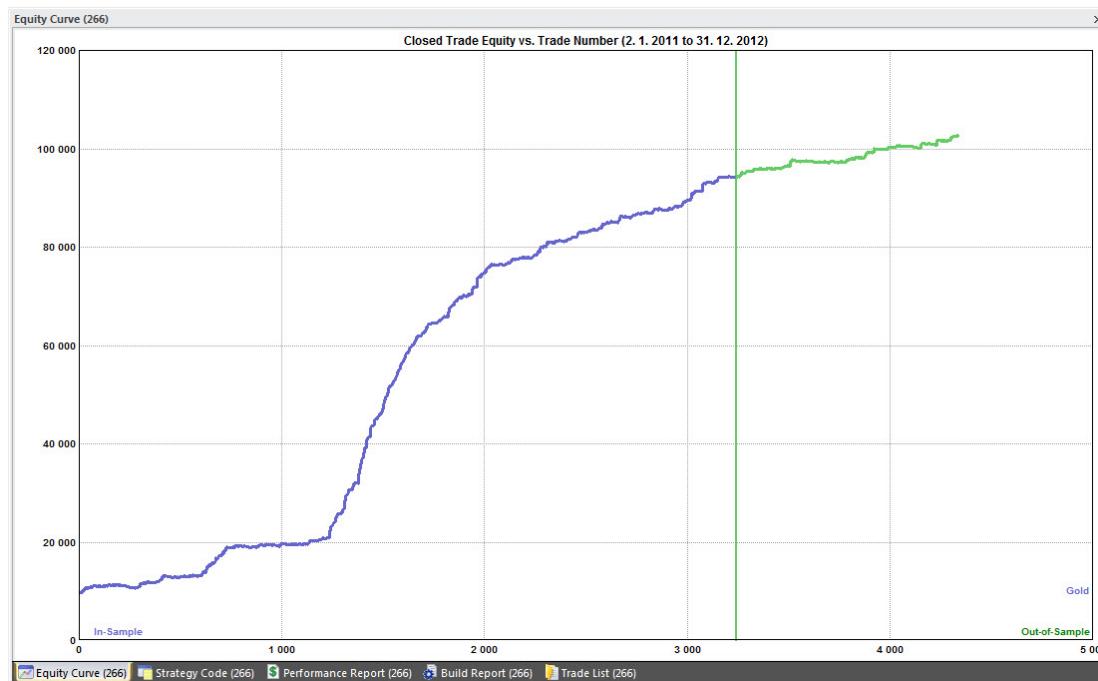
Obr. 4.7: Stratégia CCTA03: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

CCTA03	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	7 110,16 \$	299,94 \$	7 410,1 \$
<b>Počet obchodov</b>	296	139	435
<b>% ziskových obchodov</b>	51,35 %	43,88 %	48,96 %
<b>Maximálny drawdown</b>	3 471,88 \$	2 758,5 \$	3 471,88 \$
<b>Priemerný zisk</b>	253,93 \$	195,77 \$	239,39 \$
<b>Priemerná strata</b>	-218,67 \$	-149,26 \$	-201,32 \$
<b>Maximálny zisk</b>	1 604,46 \$	694,46 \$	1 604,46 \$
<b>Maximálna strata</b>	-815,54 \$	-905,54 \$	-905,54 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	0,87 %	0,87 %	0,87 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	1,16	1,31	1,19

Tabuľka 4.7: Výsledky stratégie CCTA03.

#### 4.4.2 Modely na obchodovanie zlata

Prvou zo stratégií na obchodovanie zlata, založenou na breakout logike je GCBO01 (Obr. 4.8, Tab. 4.8). Stratégie na vzorke viac než 4 000 obchodov, vykazuje v priebehu dvoch rokov zhodnotenie takmer 1 000 % obchodovaného kapitálu. Okrem toho sa priemerná strata pohybuje len na úrovni 15 \$, vďaka čomu stratégia veľmi prísne rešpektuje pravidlá money managementu.

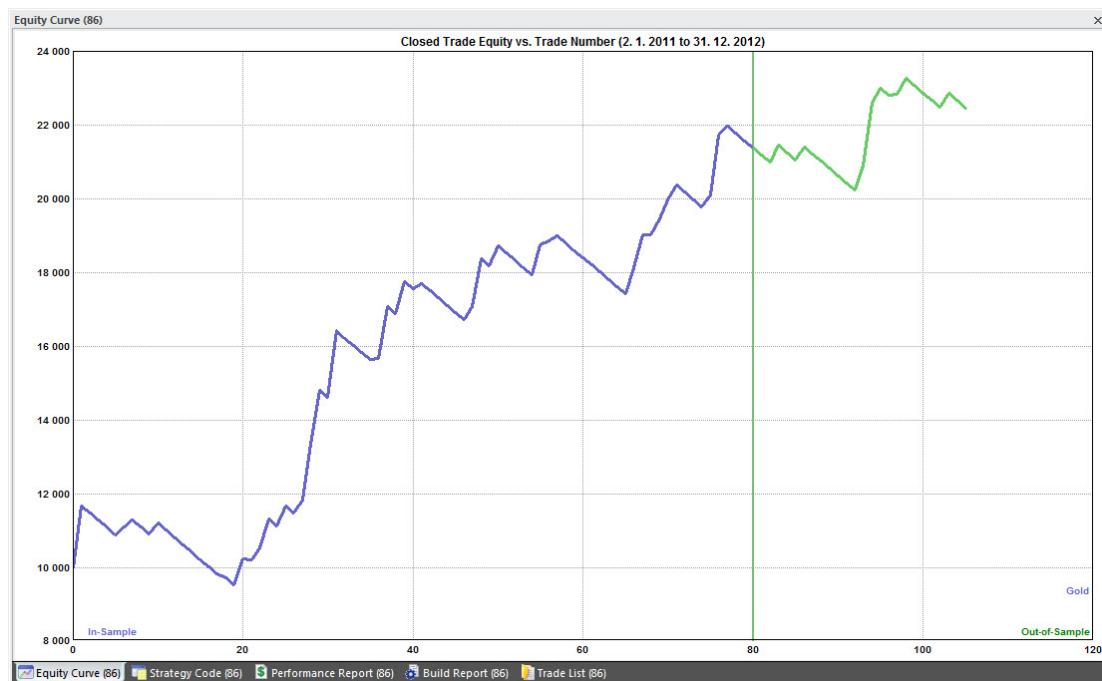


Obr. 4.8: Stratégia GCBO01: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

GCBO01	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	84 368,96 \$	8 469,52 \$	92 838,48 \$
<b>Počet obchodov</b>	3 241	1 092	4 333
<b>% ziskových obchodov</b>	35,17 %	28,11 %	33,39 %
<b>Maximálny drawdown</b>	2 529,84 \$	1 044,72 \$	2 529,84 \$
<b>Priemerný zisk</b>	103,76 \$	68,27 \$	94,89 \$
<b>Priemerná strata</b>	-16,14 \$	-15,91 \$	-16,08 \$
<b>Maximálny zisk</b>	1 894,56 \$	1 084,56 \$	1 894,56 \$
<b>Maximálna strata</b>	-85,44 \$	-45,44 \$	-85,44 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	0,06 %	0,02 %	0,05 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	6,43	4,29	5,90

Tabuľka 4.8: Výsledky stratégie GCBO01.

Druhou stratégou je GCBO02 (Obr. 4.9, Tab. 4.9), ktorá využíva základné cenové úrovne grafu, ako otváracie, uzatváracie, minimálne a maximálne ceny. Na sledovanej vzorke stratégia realizovala približne 100 obchodov, pričom na úseku OOS dosiahla zhodnotenie približne 10 % počiatočného kapitálu.



Obr. 4.9: Stratégia GCBO02: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

GCBO02	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	11 394,8 \$	1 084 \$	12 478,8 \$
<b>Počet obchodov</b>	80	25	105
<b>% ziskových obchodov</b>	37,5 %	32 %	36,19 %
<b>Maximálny drawdown</b>	3 880 \$	2 268,08 \$	3 880 \$
<b>Priemerný zisk</b>	691,89 \$	553,31 \$	657,25 \$
<b>Priemerná strata</b>	-187,24 \$	-196,62 \$	-189,59 \$
<b>Maximálny zisk</b>	1 794,56 \$	1 704,56 \$	1 794,56 \$
<b>Maximálna strata</b>	-205,44 \$	-205,44 \$	-205,44 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	1,34 %	0,9 %	1,23 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	3,7	2,81	3,47

Tabuľka 4.9: Výsledky stratégie GCBO02.

Poslednou stratégiou, založenou na breakout logike je GCBO03 (Obr. 4.10, Tab. 4.10). Na sledovanom období generuje pomerne výrazné poklesy, ktoré sú však po určitej dobe vyrovnané ziskami, ktoré dosahujú priemernú hodnotu na úrovni 900 \$. Logika stratégie kombinuje rôzne metódy s aplikáciou ich vnorovania do seba (tzv. *nested indicators*).

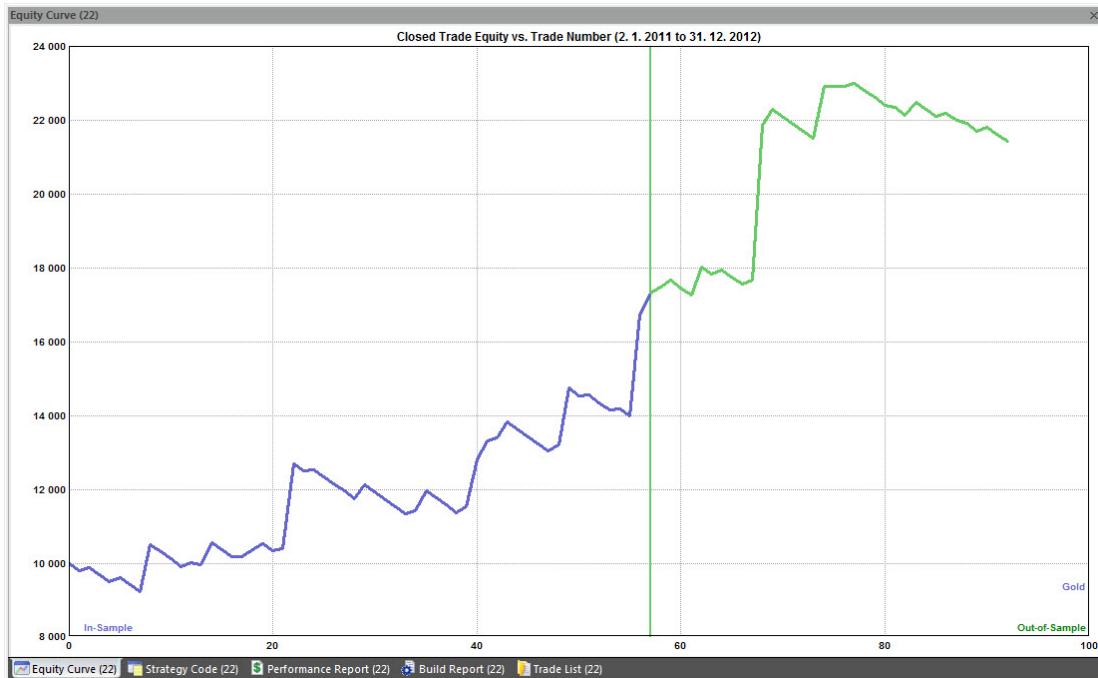


Obr. 4.10: Stratégia GCBO03: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

GCBO03	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	14 532,8 \$	2 319,68 \$	16 852,48 \$
<b>Počet obchodov</b>	255	103	358
<b>% ziskových obchodov</b>	17,65 %	25,24 %	19,83 %
<b>Maximálny drawdown</b>	6 091,44 \$	3 761,44 \$	6 091,44 \$
<b>Priemerný zisk</b>	1 029,67 \$	537,25 \$	906,57 \$
<b>Priemerná strata</b>	-151,44 \$	-151,28 \$	-151,4 \$
<b>Maximálny zisk</b>	5 284,56 \$	3 464,56 \$	5 284,56 \$
<b>Maximálna strata</b>	-175,44 \$	-155,44 \$	-175,44 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	0,99 %	0,6 %	0,89 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	6,8	3,55	5,99

Tabuľka 4.10: Výsledky stratégie GCBO03.

Prvou zo stratégií na obchodovanie zlata, využívajúcou klasické indikátory technickej analýzy je GCTA01 (Obr. 4.11, Tab. 4.11). Je založená na použití jednoduchého kľzávoho priemeru, exponenciálneho kľzávoho priemeru a indikátore RSI. Pri riskovaní priemerne 1,5 % kapitálu na obchod stratégia dokázala realizovať maximálny ziskový obchod na úrovni viac než 4 000 \$. Celkovo dosiahla stratégia približne 40 % úspešných obchodov.

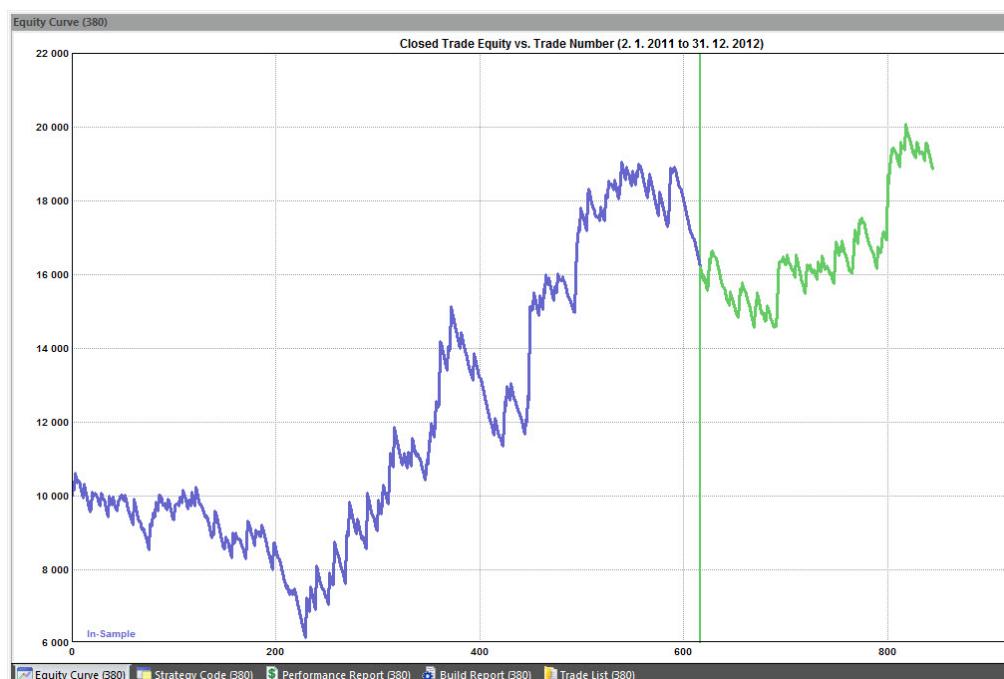


Obr. 4.11: Stratégia GCTA01: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

GCTA01	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	7 329,92 \$	4 099,6 \$	11 429,52 \$
<b>Počet obchodov</b>	57	35	92
<b>% ziskových obchodov</b>	42,11 %	37,14 %	40,22 %
<b>Maximálny drawdown</b>	1 787,2 \$	1 793,36 \$	1 793,36 \$
<b>Priemerný zisk</b>	560,39 \$	615,33 \$	574,13 \$
<b>Priemerná strata</b>	-185,44 \$	-177,26 \$	-183,4 \$
<b>Maximálny zisk</b>	2 734,56 \$	4 204,56 \$	4 204,56 \$
<b>Maximálna strata</b>	-195,44 \$	-195,44 \$	-195,44 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	1,69 %	0,95 %	1,51 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	3,02	3,47	3,13

Tabuľka 4.11: Výsledky stratégie GCTA01.

Druhou zo stratégií založených na technických indikátoroch je GCTA02 (Obr. 4.12, Tab. 4.12). Stratégia využíva indikátory RSI, MACD a CCI. Na testovanom období stratégia realizovala približne 850 obchodov a pri priemernom riziku na obchod na úrovni 1 % kapitálu realizovala na OOS vzorke približne 25 % zhodnotenie počiatočného kapitálu.



Obr. 4.12: Stratégia GCTA02: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

GCTA02	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	6 218,96 \$	2 649,68 \$	8 868,64 \$
<b>Počet obchodov</b>	616	228	844
<b>% ziskových obchodov</b>	22,56 %	29,39 %	24,41 %
<b>Maximálny drawdown</b>	6 473,84 \$	2 439,04 \$	6 473,84 \$
<b>Priemerný zisk</b>	417,37 \$	285,9 \$	384,5 \$
<b>Priemerná strata</b>	-108,58 \$	-102,52 \$	-107,07 \$
<b>Maximálny zisk</b>	2 534,56 \$	1 734,56 \$	2 534,56 \$
<b>Maximálna strata</b>	-135,44 \$	-225,44 \$	-225,44 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	1,14 %	0,76 %	1,05 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	3,84	2,79	3,59

Tabuľka 4.12: Výsledky stratégie GCTA02.

Poslednou stratégiou na obchodovanie zlata je GCTA03 (Obr. 4.13, Tab. 4.13). Stratégia využíva kombináciu kĺzavého priemeru s indikátorom RSI. Na prezentovanom časovom úseku boli realizované len obchody na stranu long. Stratégia dosahuje úspešnosť viac než 50 % ziskových obchodov, s pomerom RRR na úrovni 1,3 %. Na OOS vzorke stratégia vykázala zisk približne 5 % počiatočného kapitálu.



Obr. 4.13: Stratégia GCTA03: Vývoj stavu účtu v závislosti na počte obchodov.

GCTA03	In-sample	Out-of-sample	Spolu
<b>Čistý zisk</b>	3 169,92 \$	509,6 \$	3 679,52 \$
<b>Počet obchodov</b>	57	35	92
<b>% ziskových obchodov</b>	57,89 %	51,43 %	55,43 %
<b>Maximálny drawdown</b>	761,76 \$	782,64 \$	782,64 \$
<b>Priemerný zisk</b>	204,56 \$	173,45 \$	196,78 \$
<b>Priemerná strata</b>	-149,19 \$	-153,68 \$	-150,31 \$
<b>Maximálny zisk</b>	414,56 \$	334,56 \$	414,56 \$
<b>Maximálna strata</b>	-155,44 \$	-185,44 \$	-185,44 \$
<b>Priemerný risk [%]</b>	1,35 %	1,17 %	1,31 %
<b>Risk-Reward-Ratio</b>	1,37	1,13	1,31

Tabuľka 4.13: Výsledky stratégie GCTA03.

## 4.5 Integrácia a testovanie v obchodnej platforme

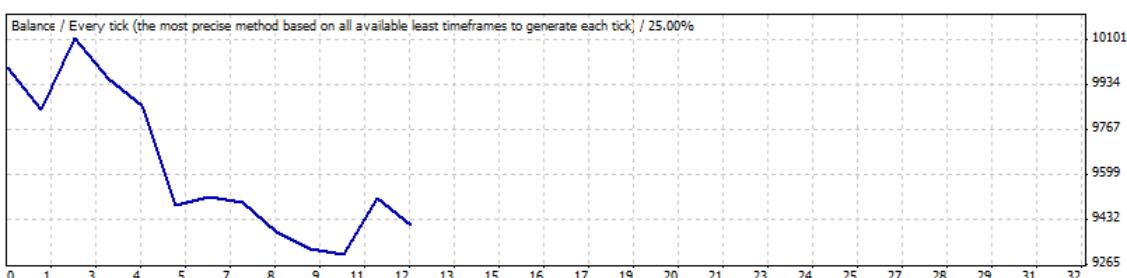
Výsledky, prezentované v predchádzajúcej podkapitole, boli sice podrobenejšie testovaniu OOS, no táto skutočnosť nezaručuje žiadne budúce výnosy. Preto ďalším krokom je otestovanie vyvinutých stratégií a to na nových dátach, ktoré s predchádzajúcimi časovo nekorelujú, ale plynulo nadväzujú.

Na testovanie v obchodnej platforme MetaTrader boli zvolené dátá prvého štvrtroku 2013, t.j. od 1.1. do 31.3. Bol zvolený rovnaký časový rámc ako pri vývoji a na spresnenie výpočtov boli do programu nahrané aj dátá nižšieho časového rámca hodnoty 1 minúta. Parametre jednotlivých stratégií neboli pred testovaním nijakým spôsobom modifikované, do platformy teda stratégie boli nahrané v rovnakej podobe, v akej boli vygenerované programom Adaptrade Builder. Bol zvolený najpresnejší možný prístup k testovaniu, ktorý MetaTrader ponúka, keď sa snaží dátá namodelovať po jednotlivých tickoch.

Kedže je použitá rovnaká obchodná platforma, aká bude použitá aj na skutočné obchodovanie, možno prezentované výsledky považovať pre rozhodovanie o konečnom portfóliu za pomerne relevantné.

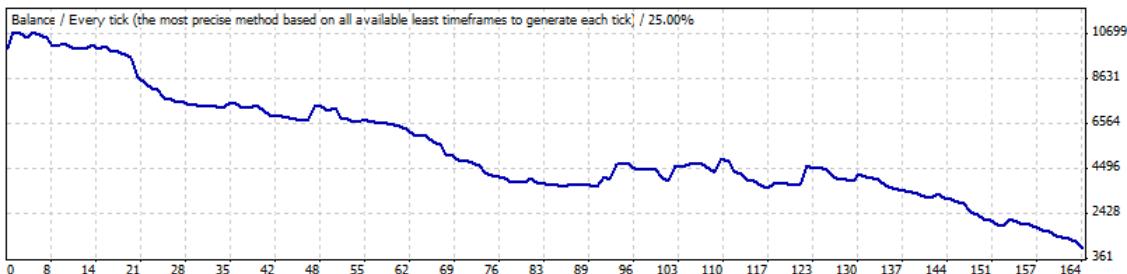
### 4.5.1 Stratégie pre kakao

Zo šiestich stratégií, prezentovaných v predchádzajúcej podkapitole, sa tri ukázali byť v reálnych podmienkach nedostatočne výkonné, keď po testovaných troch mesiacoch skončili v strate bez výraznejšieho náznaku rastu. Jedná sa o stratégie CCBO02, CCBO03 a CCTA02 (Obr. 4.14, 4.15 a 4.16 zobrazujúce vývoj stavu obchodného účtu na počte obchodov). Tieto stratégie teda možno z úplne vylúčiť z výsledného portfólia.

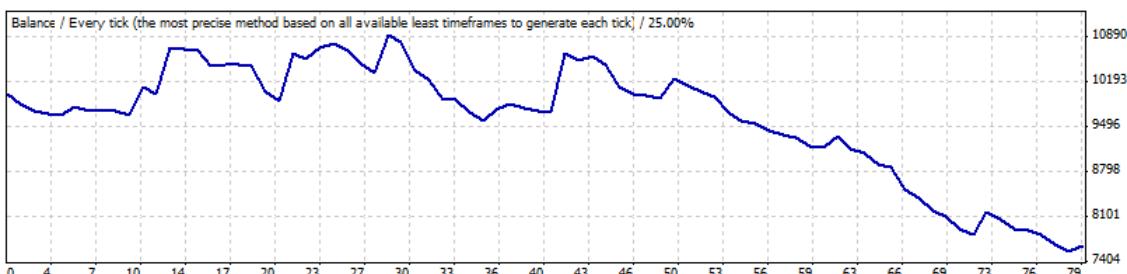


Obr. 4.14: Stratégia CCBO02: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.

Stratégia CCTA03 (Obr. 4.17) sice po testovaní skončila v miernom zisku, približne 270 \$, no počas celého testovaného obdobia oscilovala v jednom pásme, bez náznaku sku-

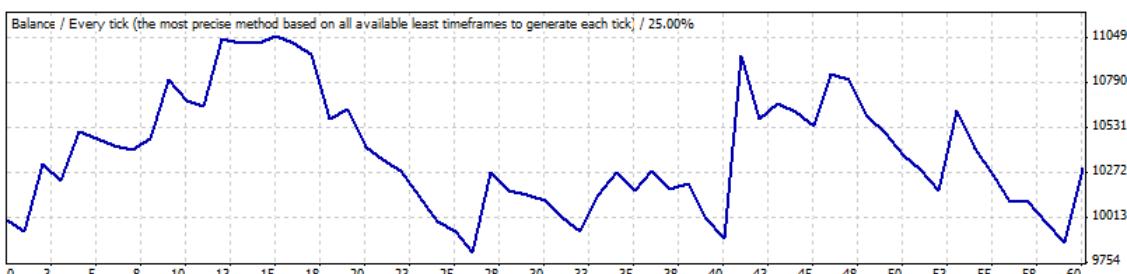


Obr. 4.15: Stratégia CCBO03: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.



Obr. 4.16: Stratégia CCTA02: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.

točného uptrendu, do výsledného portfólia preto nie je vhodná.

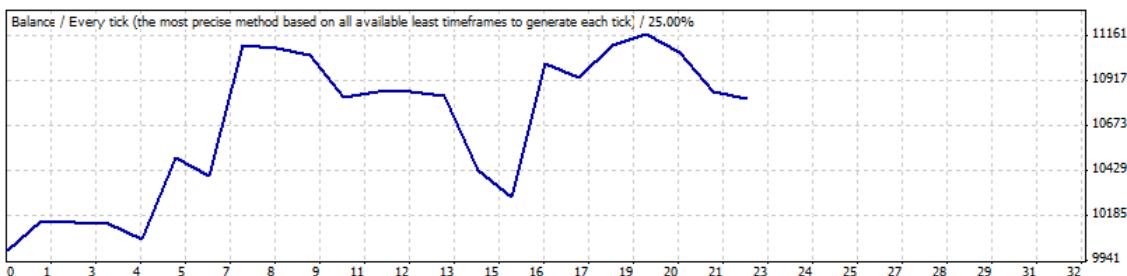


Obr. 4.17: Stratégia CCTA03: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.

Posledné dve testované stratégie, CCBO01 a CCTA01 skončili po testovaní v zisku.

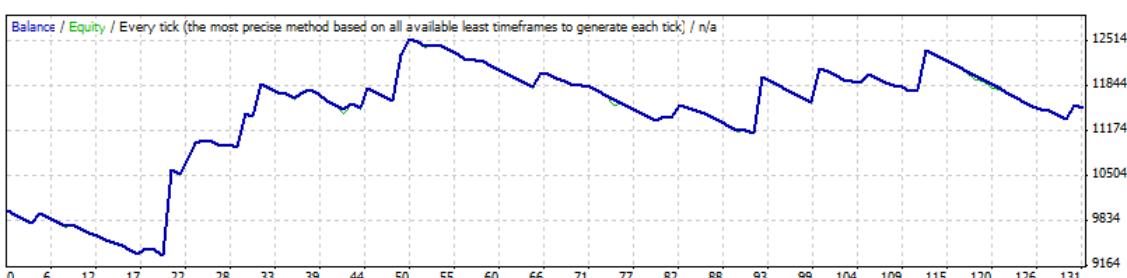
Stratégia CCBO01 (Obr. 4.18) dosiahla napriek dočasnemu poklesu čistý zisk 823 \$, čo predstavuje 8,2 % počiatočného kapitálu. Na testovanom úseku realizovala 22 obchodov s úspešnosťou 31,82 %. Priemerný ziskový obchod sa pohyboval na úrovni 329.29 \$. zatiaľ čo priemerný stratový na -98.80 \$. Maximálny dosiahnutý drawdown bol 1 442 \$, čo predstavuje 14,42 % základného kapitálu.

Stratégia CCTA01 (Obr. 4.19) dosiahla približne v prvej tretine testovaného intervalu pomerne výrazné rast, nasledovaný stagnáciou až miernym poklesom. Nakoniec dosiahla čistý zisk 1 528,80 \$, čo predstavuje 15,3 % zhodnotenie počiatočného kapitálu. Na testovanom úseku realizovala 131 obchodov s úspešnosťou 22,14 %. Priemerný ziskový obchod sa



Obr. 4.18: Stratégia CCBO01: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.

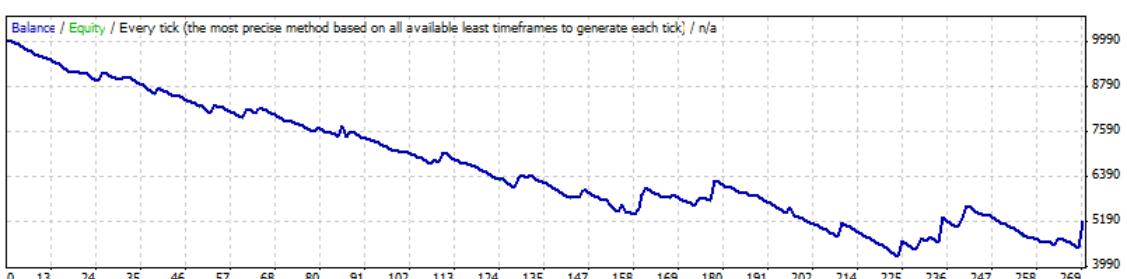
pohyboval na úrovni 250,33 \$. zatiaľ čo priemerný stratový na -56,18 \$. Maximálny dosiahnutý drawdown bol 1 778,40 \$, čo predstavuje 17,8 % základného kapitálu.



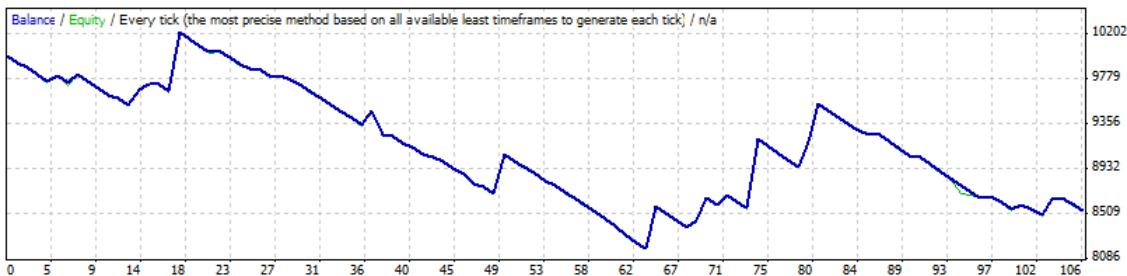
Obr. 4.19: Stratégia CCTA01: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.

#### 4.5.2 Stratégie pre zlato

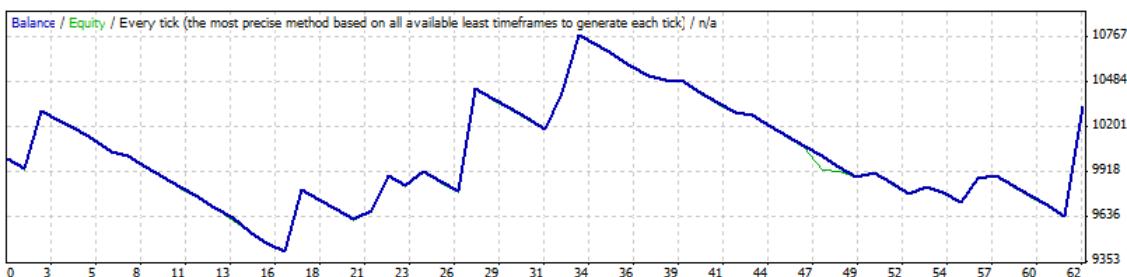
Šesť stratégií na obchodovanie zlata, popísaných v podkapitole 4.4.2, bolo takisto podrobenejší rovnakému testovaniu v obchodnej platforme MetaTrader, za rovnakých podmienok, ako stratégie pre kakao. Stratégie GCBO01 (obr. 4.20) a GCTA02 (obr. 4.21) nepotvrdili svoj rastový trend a skončili vo výraznej strate. Stratégia GCBO03 (obr. 4.22) sice realizovala zisk na úrovni 333,20 \$, no v testovanej període výrazne oscilovala, preto do výsledného portfólia nebude zaradená.



Obr. 4.20: Stratégia GCBO01: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.



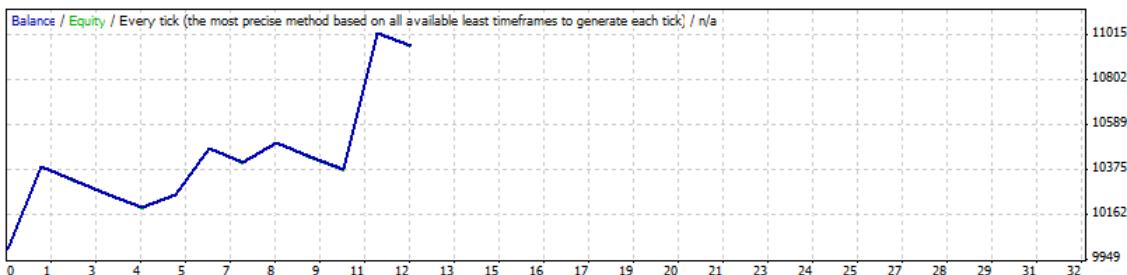
Obr. 4.21: Stratégia GCTA02: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.



Obr. 4.22: Stratégia GCBO03: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.

Zostávajúce tri stratégie potvrdili rastovú tendenciu a na sledovanom časovom úseku vykázali zhodnotenie.

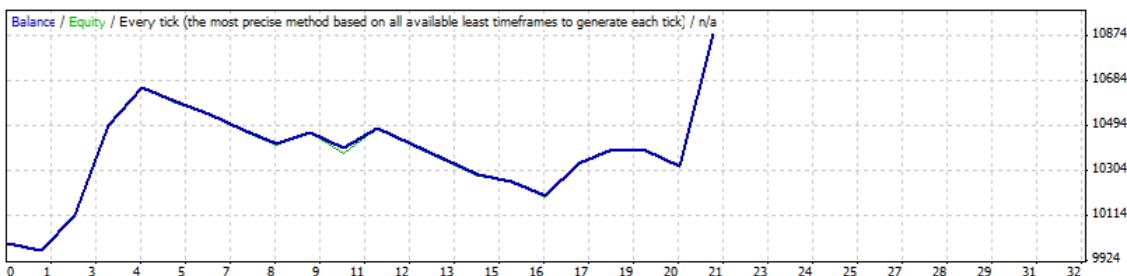
Stratégia GCBO2 (obr. 4.23) dosiahla čistý zisk 962 \$ po uskutočnení 12 obchodov pri úspešnosti 41,67 %. Priemerný ziskový obchod sa pohyboval na hodnote 282 \$, zatiaľ čo priemerný stratový –64 \$.



Obr. 4.23: Stratégia GCBO02: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.

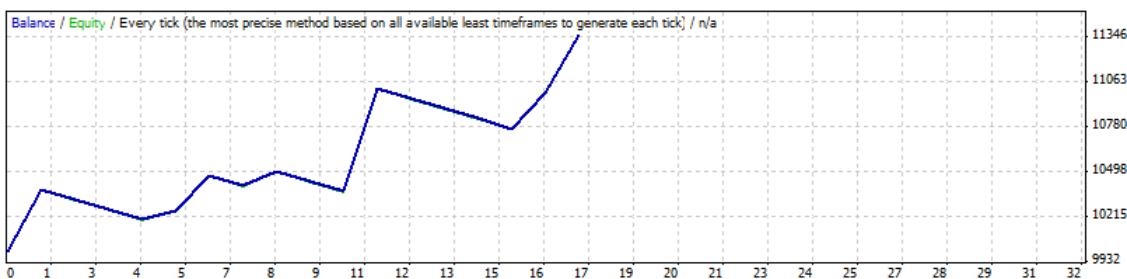
Stratégia GCTA01 (obr. 4.24) dosiahla čistý zisk 883,60 \$, čo predstavuje zhodnotenie kapitálu o 8,84 %. Uskutočnila celkovo 21 obchodov z ktorých bolo 38,10 % ziskových. Priemerný zisk sa pohyboval na úrovni 197,45 \$ zatiaľ čo priemerná strata bola –53,54 \$. Stratégia dosiahla maximálny drawdown 642,40 \$ čo predstavuje 6,42 % počiatočného kapitálu.

Stratégia GCTA03 (obr. 4.25) dosiahla čistý zisk 1 360 \$. Dokázala tak zhodnotiť počia-



Obr. 4.24: Stratégia GCTA01: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.

točný kapitál 13,6 %. Na testovanom úseku realizovala 17 obchodov s úspešnosťou 41,18 %. Priemerný ziskový obchod sa pohyboval na úrovni 285,71 \$ zatiaľ čo priemerný stratový na -64 \$. Maximálny dosiahnutý drawdown bol 406 \$, čo predstavuje 4,06 % základného kapitálu.



Obr. 4.25: Stratégia GCTA03: Vývoj stavu účtu počas testovania v platforme MetaTrader.

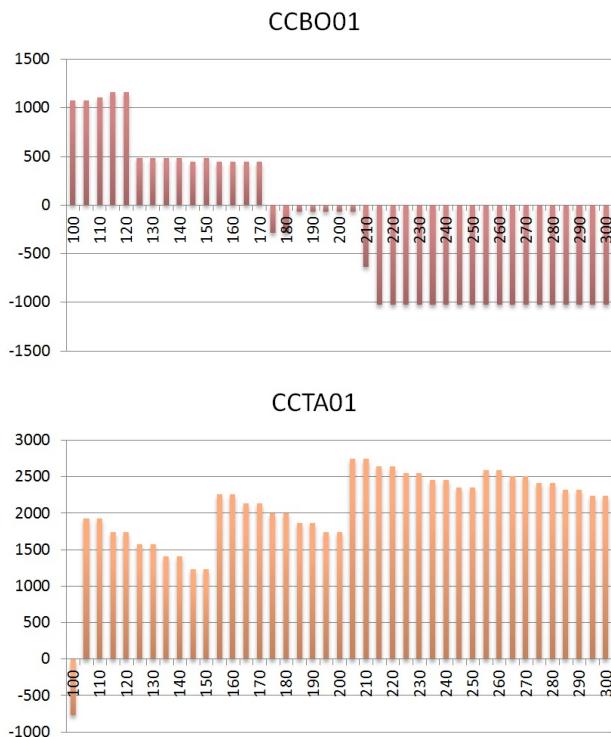
Kedže však posledné dve stratégie pochádzajú z rovnakej generácie a pri testovaní v programe Adaptrade Builder ich výsledky čiastočne korelovali, je vhodné jednu z nich z konečného portfólia vylúčiť. Nakoľko lepšie výsledky v oboch testovaniach dosiahla stratégia GCTA03, bude stratégia GCTA01 z konečného výberu vylúčená.

## 4.6 Výsledné portfólio

Do výsledného portfólia boli na základe výsledkov prezentovaných v predchádzajúcej podkapitole vybrané štyri stratégie: CCBO01 a CCTA01 na obchodovanie kakaa a GCBO02 a GCTA03 na obchodovanie zlata. Zastúpené sú teda dve stratégie pre každý zo zvolených obchodných inštrumentov, pričom zároveň sú rovnomerne zastúpené obidva použité prístupy k technickej analýze – breakout systémy a klasické technické indikátory.

## 4.7 Citlivostná analýza

Stratégie vybrané do finálneho portfólia boli na záver podrobenej postoptimizačnej citlivostnej analýzy, ktorá mala za cieľ preskúmať dopad zmeny hodnoty stop-lossu na výslednú výkonnosť stratégie. Analýza bola realizovaná priamo v programe MetaTrader, pričom výsledné hodnoty boli sumarizované a vizualizované v programe MS Excel. Závislosť čistého zisku na veľkosti stop-lossu pre jednotlivé stratégie ilustrujú obr. 4.26 a 4.27.

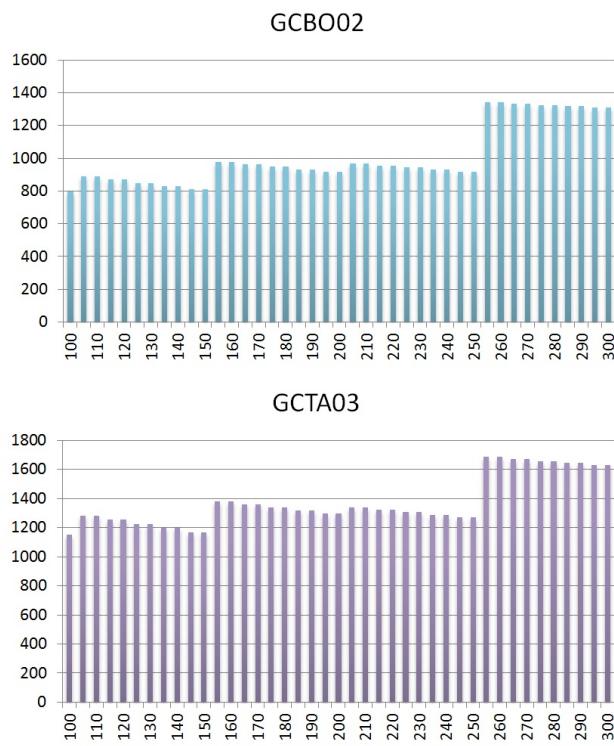


Obr. 4.26: Citlivostná analýza výsledných stratégií na obchodovanie kakaa.

Z realizovaných analýz možno odvodiť ideálny stop-loss pre maximalizáciu zisku. V prípade stratégie CCBO01 sa táto hodnota pohybuje na úrovni 115 - 120 \$ na jeden obchod. Stratégia CCTA01 dosahuje najvyšší zisk pri stop-losse 210 - 215 \$. Pre stratégiu GCBO02 je toto optimum na úrovni 255 - 260 \$ a v prípade stratégie GCTA03 by bol dosiahnutý najvyšší zisk nastavením stop-losse na 260 \$.

## 4.8 Odporúčania do praxe

Napriek tomu, že výsledné portfólio potvrdilo svoj rast aj priamo v obchodnej platforme, je potrebné pristupovať k nasadeniu do živého obchodovania s opatrnosťou. Pred podniknutím



Obr. 4.27: Citlivostná analýza výsledných stratégii na obchodovanie zlata.

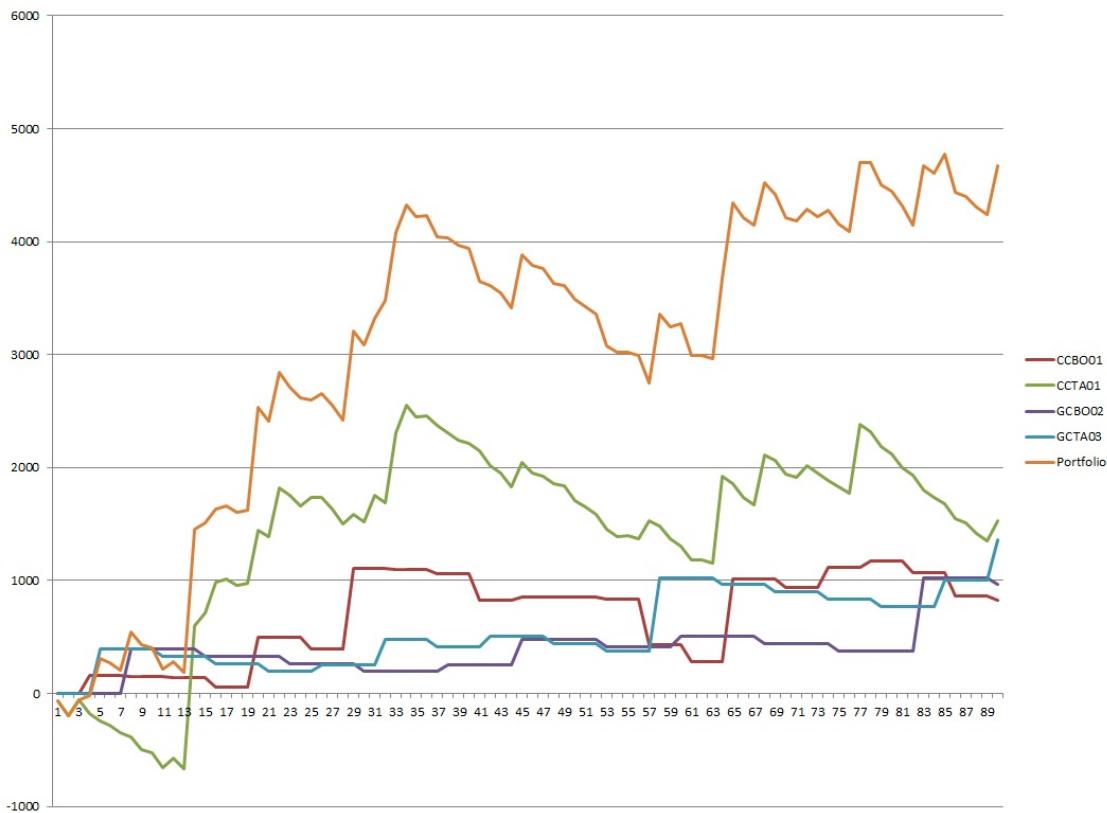
tohto kroku je vhodné stratégie otestovať v reálnom čase na tzv. demo účte, bez riskovania skutočného kapitálu. Tomáš Nesnídal odporúča vo svojich článkoch automatickú stratégiu otestovať na demo účte aspoň počas troch mesiacov.

K ďalším post-optimalizáciám, napr. prezentovanej citlivostnej analýzy treba takisto pristupovať s mierou. Kedže výsledky citlivostnej analýzy zohľadňujú len obdobie január - marec 2013, môže byť v určitých prípadoch dodatočná optimalizácia kontraproduktívna.

Rovnako je nutné pripraviť sa na situáciu, že časť portfólia prestane byť v podmienkach živého trhu profitabilná. Niektorí autori uvádzajú, že priemerná životnosť podobných stratégii sa pohybuje v rozmedzí dvoch až troch rokov. Môže byť preto vhodné už pri násadení stanoviť hranicu (napr. počtu stratových obchodov, príp. veľkosť drawdownu), po prekročení ktorej bude stratégia zo živého trhu odstavená. Kedže však vyvinuté stratégie budú ďalej prenajímané zákazníkom, je táto zodpovednosť minimálne čiastočne prenesená na nich.

## 4.9 Ekonomické zhodnotenie

Prezentovaná práca je prínosná v dvoch rovinách. V prvom rade spočíva jej prínos v samotných stratégiách. Výkonnosť jednotlivých stratégií ako aj celého portfólia v priebehu testovaného obdobia január - marec 2013 zachytáva graf 4.28 a tabuľka 4.14. Na zvislej osi grafu je znázornený čistý zisk v jednotkách USD.



Obr. 4.28: Vývoj zisku zvolených stratégií a celého portfólia za sledované obdobie.

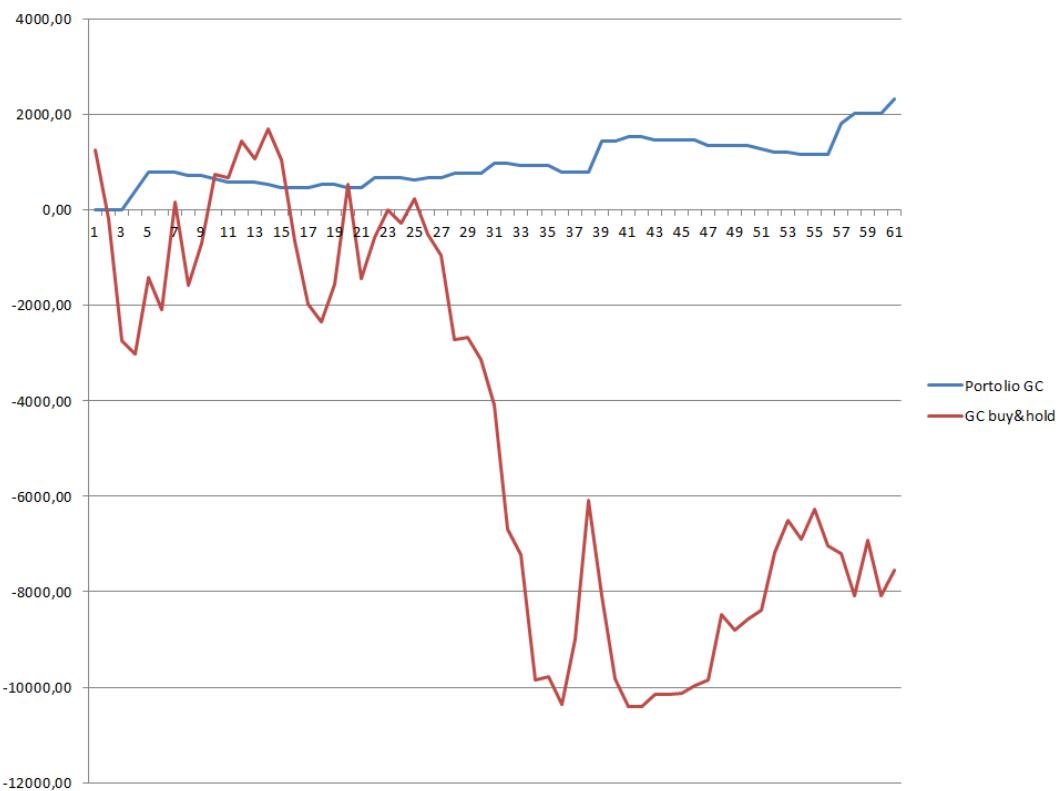
	CCBO01	CCTA01	GCBO02	GCTA03	Portfólio
Január	1108,0 \$	1756,0 \$	198,0 \$	258,0 \$	<b>3320,0 \$</b>
Február	-672,0 \$	-384,0 \$	216,0 \$	768,0 \$	<b>-72,0 \$</b>
Marec	387,0 \$	156,8 \$	548,0 \$	334,0 \$	<b>1425,8 \$</b>
Spolu	823,0 \$	1528,8 \$	962,0 \$	1360,0 \$	<b>4673,8 \$</b>

Tabuľka 4.14: Výsledné čisté zhodnotenie kapitálu

Za prvé tri mesiace 2013 by tak portfólio dokázalo zhodnotiť počiatočný kapitál 10 000 \$ o 46,7 % na úroveň 14 673,8 \$, čo predstavuje priemerné mesačné zhodnotenie 15,6 %. Toto zhodnotenie je však ešte nutné potvrdiť v prostredí živých trhov, kde sa reálna hodnota môže podstatne znížiť.

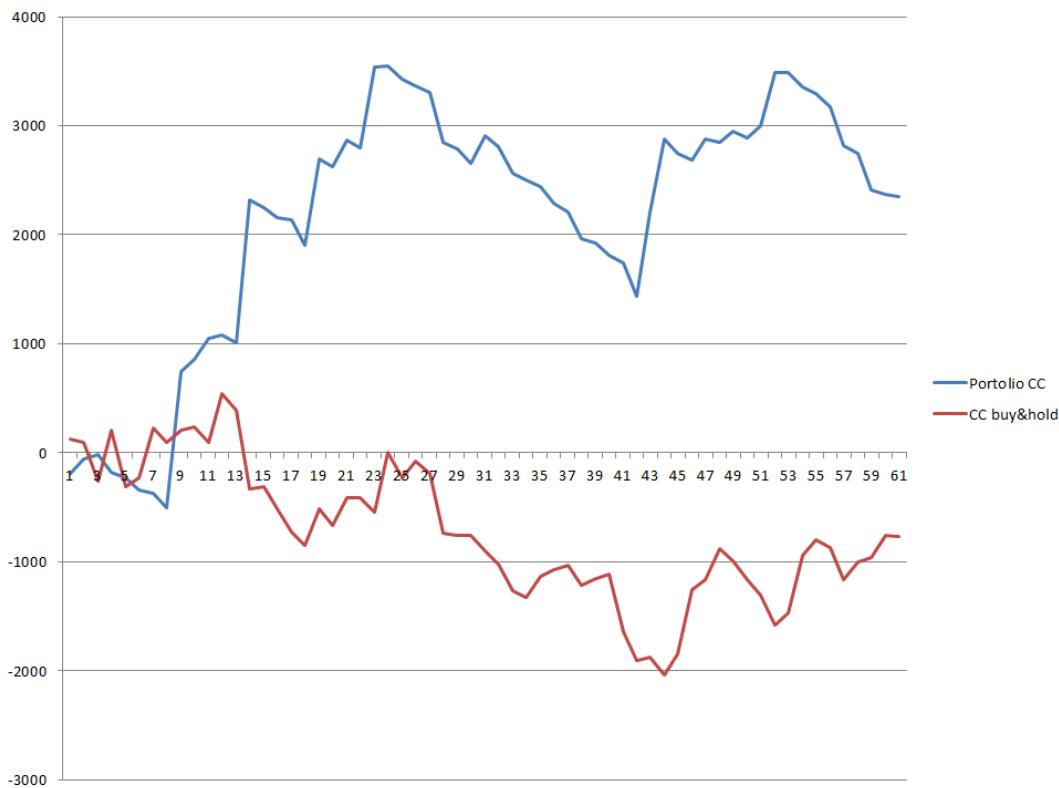
Pri posudzovaní výsledkov je však zároveň nutné vziať do úvahy aj cenový vývoj zvolených inštrumentov za sledované obdobie. Aby bolo možné posúdiť, či stratégiami zvolené vstupy a výstupy do/z obchodných pozícii sú zvolené „výhodne“, môžeme ich porovnať s hypotetickým ziskom, ktorý by sme dosiahli, pokiaľ by sme na začiatku sledovaného obdobia dané aktívum nakúpili a na jeho konci ho opäť predali.

Porovnanie uvedených výsledkov pre stratégie na obchodovanie zlata zobrazuje graf na obr. 4.29. Porovnaním uvedených kriviek je zrejmé, že výsledky portfólia na obchodovanie zlata výraznejšie nekorelujú so samotným cenovým vývojom tohto inštrumentu. Pokiaľ by investor na začiatku sledovaného obdobia vstúpil do obchodnej pozície a uzavril ju na jej konci, skončil by so stratou  $-7\ 500 \$$ . Naproti tomu, vyvinuté stratégie za toto obdobie vykázali zisk  $2\ 322 \$$ .



Obr. 4.29: Porovnanie výkonnosti stratégii pre zlato s výsledkom v prípade držania pozície.

Analogické porovnanie pre stratégie na obchodovanie kakaa zobrazuje graf na obr. 4.30. Ak by investor na začiatku sledovaného obdobia zvolené aktívum nakúpil a na jeho konci ho opäť predal, skončil by so stratou  $-770 \$$ . Oproti tomu, zvolené stratégie na obchodovanie kakaa za toto obdobie vykázali zisk  $2\ 351,8 \$$ .



Obr. 4.30: Porovnanie výkonnosti stratégií pre kakao s výsledkom v prípade držania pozície.

Práca má však predovšetkým poskytovať ekonomický prínos danej firme, ktorý bude dosiahnutý až prenájom vyvinutého portfólia zákazníkom. Náklady na vývoj prezentovaného portfólia predstavujú predovšetkým čas strávený hľadaním, optimalizáciou, testovaním a dolaďovaním jednotlivých stratégií. Odhadom mohol samotný vývoj trvať 250 hodín, čo pri hodinovej sadzbe 6 € znamená náklad vo výške 1 500 €. Program MetaTrader je poskytovaný zdarma a program Adaptrade Builder bol použitý v rámci skúšobnej doby, takže náklady za programové vybavenie je možné zanedbať.

Firma zvažuje stratégie prenajímať buď oddelené, tzn. zvlášť stratégie na obchodovanie kakaa a zvlášť stratégie na obchodovanie zlata, alebo zvýhodnené ich kombináciu. Cenu za prenájom plánuje stanoviť na základe výšky vloženého kapitálu, pričom ako minimálny kapitál odporúča ekvivalent 5 000 \$. Navrhovaný cenník prenájmu je zobrazený v tabuľke 4.15.

V prípade piatich zákazníkov s najnižším doporučeným kapitálom, prenajímajúcich celé portfólio a dvoch zákazníkov so stredne veľkým kapitálom, sa firme vrátia investované náklady za 3 mesiace. Kedže firma však zo strany potenciálnych investorov očakáva podstatne

Stratégie \ Kapitál			
	>5 000 \$	5 001 – 49 999 \$	> 50 000 \$
Zlato	40 €	70 €	200 €
Kakao	40 €	70 €	200 €
Zlato + Kakao	60 €	100 €	300 €

Tabuľka 4.15: Navrhované ceny prenájmu za mesiac

väčší záujem, je možné predpokladať, že náklady sa vrátia skôr.

# Záver

Hlavným cieľom práce bolo navrhnuť funkčné investičné modely za účelom ich automatického obchodovania prostredníctvom AOS. Pri riešení bol využitý program Adaptrade Builder využívajúci na svoju prácu genetické algoritmy a následne obchodná platforma MetaTrader, obľúbená mnohými drobnými investormi. Výsledné portfólio obchodných stratégí bolo optimalizované a jeho výkonnosť otestovaná na dátach prvého kvartálu 2013.

Vyvinuté portfólio pozostáva zo štyroch stratégí na automatické obchodovanie. Prvé dve z nich sú navrhnuté na obchodovanie futures kontraktov na kakao, druhé dve na obchodovanie futures kontraktov na zlato. Tieto dva obchodné inštrumenty boli zvolené na základe korelačnej analýzy denných dát za posledné dva roky, so zohľadnením požiadaviek firmy. Dve z týchto stratégí využívajú klasické indikátory technickej analýzy, diskutované v teoretickej časti, akými sú kľavé priemery, MACD, RSI či CCI. Ostatné dve stratégie sú založené na breakout prístupe, teda prelamovaní rôznych cenových úrovni grafu, ako napríklad otváracie a uzatváracie či najvyššie a najnižšie ceny.

Na riešenie práce bolo navrhnuté workflow, zahŕňajúce procesy, ktorými sa vývoj stratégí riadil a ktoré je odporúčané aj v prípade budúceho navrhovania nových stratégí analogickým postupom.

Kedže stratégie využívajú na svoje rozhodovanie rôzne metódy technickej analýzy, je časť práce venovaná práve popisu rôznych technických indikátorov. Tiež boli diskutované AOS z pohľadu súčasného poznania, ich výhod ako aj nevýhod a rizík.

Stratégie boli vyvájané použitím burzových dát z posledných dvoch rokov, so zvoleným 5-minútovým časovým rámcom. Boli optimalizované na dátach roku 2011 a prvého polroka 2012 za použitia genetických algoritmov a následne porovnané na základe dosahovanej výkonnosti počas druhého polroka 2012. Dáta posledného spomínaného obdobia predstavujú tzv. out-of-sample vzorku dát, ktoré program pri samotnom vývoji nepoužil.

Najvýkonnejsie stratégie boli integrované do obchodnej platformy MetaTrader, kde boli otestované na novej vzorke dát, prvého kvartálu 2013. Výsledné portfólio dosiahlo za testované obdobie zhodnotenie 4 673,8 \$, čo pri počiatočnom kapitále 10 000 \$ predstavuje zhodnotenie 46,74 %. Z pohľadu jednotlivých stratégii bola najvýkonnejšia stratégia na obchodovanie kakaa CCTA01, ktorá dosiahla čistý zisk 1 528,8 \$. Druhou najvýkonnejšou bola stratégia GCTA03 so ziskom 1 360 \$, za ňou nasledovala druhá stratégia na obchodovanie zlata GCBO02 s čistým ziskom 962 \$ a ako štvrtá skončila stratégia na obchodovanie kakaa CCBO01 s čistým ziskom 823 \$.

Pre firmu však budú vyvinuté stratégie zrejme slúžiť hlavne na prenájom zákazníkom. Pri odhadovaných nákladoch na vývoj portfólia približne 1500 € , pri navrhovaných cenách za prenájom, sa v prípade siedmich zákazníkov prenajímajúcich celé portfólio firme vynaložené náklady vrátia za tri mesiace.

Napriek tomu, že vyvinuté stratégie boli viackrát otestované a optimalizované, je potrebné k ich výsledkom pristupovať opatrne. Keďže stratégie boli doteraz testované len na historických dátach, nie je zaručená ich výkonnosť do budúcnosti. Preto je vhodné pred ich nasadením na obchodovanie so skutočným kapitálom otestovať ich najskôr v podmienkach skutočných trhov s fiktívnym kapitálom, na skúšobnom demo účte.

# Literatúra

- [1] AFFENZELLER, Michael. *Genetic algorithms and genetic programming: modern concepts and practical applications*. Boca Raton: CRC Press, 2009, 365 s. ISBN 978-1-58488-629-7.
- [2] BLAKE, David. *Analýza finančních trhů*. 1.vyd. Praha: Grada Publishing, 1995, 623 s. ISBN 80-716-9201-8.
- [3] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 340 s. ISBN 978-80-7204-605-8.
- [4] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody manažerského rozhodování: konkrétní příklady využití metod v praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 166 s. ISBN 80-247-1338-1.
- [5] DVOŘÁK, Roman. *Trading strategie: moderní styl obchodování na burze*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2008, 140 s. ISBN 978-80-251-2240-2.
- [6] ELDER, Alexander. *Tradingem k bohatství: psychologie, obchodní systémy, money management*. Tetčice: Impossible, 2006. ISBN 80-239-7048-8.
- [7] FANTA, Jiří. *Počítačové technologie na kapitálových trzích*. 1. vyd. Praha: Computer Press, 1998, 175 s. ISBN 80-722-6073-1.
- [8] FANTA, Jiří. *Psychologie, algoritmy a umělá inteligence na kapitálových trzích*. 1. vyd. Praha: Grada, 2001, 167 s. ISBN 80-247-0024-7.
- [9] FANTA, Jiří. *Technologie umělé inteligence na kapitálových trzích*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1999, 89 s. ISBN 80-718-4866-2.
- [10] HARTMAN, Ondřej a Ludvík TUREK. *První kroky na FOREXu: jak obchodovat a uspět na měnových trzích*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2009, vii, 120 s. ISBN 978-80-251-2006-4.
- [11] NESNÍDAL, Tomáš a Petr PODHAJSKÝ. *Obchodování na komoditních trzích: průvodce spekulanta*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada, 2007, 200 s. ISBN 80-247-1851-0.

- [12] NESNÍDAL, Tomáš a Petr PODHAJSKÝ. *Jak se stát intradenním finančníkem*. Praha: Centrum finančního vzdělávání, 2008, 283 s. ISBN 978-80-903874-4-7.
- [13] REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy*. 3., rozš. vyd. Ostrava: Key Publishing, 2011, 689 s. Ekonomie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-128-3.
- [14] ROGERS, Jim. *Žhavé komodity: jak může kdokoliv investovat se ziskem na světových trzích*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008, 240 s. ISBN 978-80-247-2342-6.
- [15] SEKERKA, Bohuslav. *Cenné papíry a kapitálový trh*. 1.vyd. Praha: Profess, 1996, 179 s. ISBN 80-852-3541-2.
- [16] SHIPMAN, Mark. *Komodity: jak investovat a vydělat*. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2007, 133 s. ISBN 978-80-251-1866-5.
- [17] SOJKA, Zdeněk. *Elliottovy vlny*. 1. vyd. Brno: Tribun EU, 2008, 272 s. ISBN 978-80-7399-630-7.
- [18] SYROVÝ, Petr. *Investování pro začátečníky*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005, 105 s. ISBN 80-247-1366-7.
- [19] ŠTÝBR, David, Petr KLEPETKO a Pavlína ONDRÁČKOVÁ. *Začínáme investovat a obchodovat na kapitálových trzích*. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 156 s. Finance pro každého. ISBN 978-80-247-3648-8.
- [20] VOLKO, Martin. *Vývoj a zavedenie informačného systému pre podporu podnikových procesov*. Brno, 2012. 100 s. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská.
- [21] TUREK, Ludvík. *První kroky na burze*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2008, 154 s. ISBN 978-80-251-1915-0.
- [22] WILLIAMS, Larry. *Dlouhodobá tajemství krátkodobých obchodů*. 1. vyd. Praha: Centrum finančního vzdělávání, 2007. ISBN 809-03-8741-6.
- [23] Forex robot (AOS): automatický obchodní systém. In: *FXstreet.cz – forex, komodity, trading, zpravodajství* [online]. 2010 [cit. 2013-01-13]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/forex-robot-aos-automaticky-obchodni-system.html>
- [24] CCI - Commodity Channel Index. In: *ETrading - elektronické obchodovanie na burze* [online]. 2009 [cit. 2013-01-13]. Dostupné z: <http://www.etrading.sk/index.php/sk/technicka-analyza/44-indikatory-technickej-analyzy/91-cci-commodity-channel-index>
- [25] DAVENPORT, Rob. Should You Trade With a Style or a System?. In: *Quantified Stock Market Trading Strategies & Systems – TradingMarkets.com* [online]. 2008 [cit.

2013-01-12]. Dostupné z: [http://www.tradingmarkets.com/.site/stocks/how\\_to/articles/-76306.cfm](http://www.tradingmarkets.com/.site/stocks/how_to/articles/-76306.cfm)

- [26] NESNÍDAL, Tomáš. Automatická stavba super-robustních systémů. In: *Financnik.cz – komodity, akcie, burza, forex* [online]. 2013 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/komodity/zkusenosti/automaticka-stavba-robustnich-systemu.html>
- [27] NESNÍDAL, Tomáš. Daytrading portfolia komodit. In: *Financnik.cz – komodity, akcie, burza, forex* [online]. 2013 [cit. 2013-05-09]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/komodity/zkusenosti/daytrading-portfolia-komodit.html>
- [28] PODHAJSKÝ, Petr. Mechanický vs. diskréční přístup k obchodování. In: *Financnik.cz – komodity, akcie, burza, forex* [online]. 2006 [cit. 2013-01-13]. Dostupné z: [http://www.financnik.cz/komodity/fin\\_obchod/mechanicke-vs-diskrecni-obchodovani.html](http://www.financnik.cz/komodity/fin_obchod/mechanicke-vs-diskrecni-obchodovani.html)
- [29] PODHAJSKÝ, Petr. Jak důležitý je risk management v tradingu?. In: *Financnik.cz – komodity, akcie, burza, forex* [online]. 2008 [cit. 2013-01-13]. Dostupné z: [http://www.financnik.cz/komodity/fin\\_home/risk-management.html](http://www.financnik.cz/komodity/fin_home/risk-management.html)
- [30] ROSENBERG, Shaun. Mechanical trading VS discretionary trading. In: *Learn to Trade : Trading Strategy & Trading Strategies* [online]. 2008 [cit. 2013-01-13]. Dostupné z: [http://streetdirectory.com/travel\\_guide/144710/trading/mechanical\\_trading\\_vs\\_discretionary\\_trading](http://streetdirectory.com/travel_guide/144710/trading/mechanical_trading_vs_discretionary_trading)
- [31] Day Trading Software Review 2013. *TopTenREVIEWS* [online]. 2013 [cit. 2013-05-10]. Dostupné z: <http://day-trading-software.toptenreviews.com/>

# Príloha A

## Zdrojové kódy

Táto príloha obsahuje zdrojové kódy stratégií výsledného portfólia.

### A.1 Stratégia CCBO01

```
/*
Trading Strategy Code
Population member: 49
Max bars back: 67

Created by: Adaptrade Builder version 1.5.0.0
Created: 1. 3. 2013 19:02:14

Scripting language: MetaTrader 4 (MQL4)

Price File: C:\etc\DP\Adaptrade Builder\data\5min\CCH3.2011–2012.csv
Build Dates: 4. 1. 2011 to 2. 7. 2012

Project File: C:\etc\DP\Adaptrade Builder\cocoa_4_28.gpstrat
*/
#include <AdaptradeBuilderInclude.mqh>
#define STRATORDERID 13429310

// Strategy inputs
extern int NL1 = 800;
extern int NBarEnL1 = 17;
extern int NBarEnL3 = 45;
extern double EntFrL = 2.9993;
extern int NATRTRailL = 26;
extern double ATRFrTraill = 2.7624;
extern double TrailPctL = 78.0000;
extern double MMStopSz = 200.00;
extern int TimeExL = 1355;
extern int NBarEnS1 = 68;
extern int NBarEnS2 = 17;
extern int NBarEnS3 = 9;
extern double EntFrS = 4.3415;
extern int NBarExS = 58;
```

```

extern int TimeExS = 1355;
extern double PSParam = 1.00;
extern bool RoundPS = true;
extern int RoundTo = 1;
extern int MinSize = 1;
extern int SizeLimit = 100;

// Global strategy variables
int MaxBarsBack = 67;
double BigPointValue = 10.000000;
int MaxSlippage = 3;
double SharesPerLot = 100000;

// Variables for entry and exit prices
double LStop = 0;
double NewLStop = 0;
bool LTrailOn = false;
double SStop = 0;

// Main strategy code
int start() {

    if (IsTradeAllowed() && Bars >= MaxBarsBack) {

        ManageOrders(Symbol(), STRATORDERID, MaxSlippage);

        if (Volume[0] <= 1) {

            // Average true range
            double ATRTraill = iATR(NULL, 0, NATRTraill, 1);

            // Entry prices
            double EntPrL = Low[NBarEnL1 + 1] - EntFrL * MathAbs(
                DayHigh() - Close[iLowest(NULL, 0, MODE_CLOSE, NBarEnL3, 1)]);
            double EntPrS = Low[iLowest(NULL, 0, MODE_LOW, NBarEnS1, 1)] -
                EntFrS * MathAbs(Open[iLowest(NULL, 0, MODE_OPEN, NBarEnS2, 1)] -
                Close[NBarEnS3 + 1]);
            EntPrL = NormalizeDouble(EntPrL, Digits);
            EntPrS = NormalizeDouble(EntPrS, Digits);

            // Entry and exit conditions
            bool EntCondL = TimeHHMM(1) == NL1;
            bool EntCondS = DayClose() > Close[1];
            bool ExCondL = DayClose() >= Open[1];

            // Position sizing calculations
            double NShares = PSParam;

            if (RoundPS && RoundTo > 0)
                NShares = MathFloor(NShares/RoundTo) * RoundTo;

            NShares = MathMax(NShares, MinSize);
            NShares = MathMin(NShares, SizeLimit);

            double Lots = NShares/SharesPerLot;

            // Prepare to place trading orders
            int EntriesToday = TradeEntries(Symbol(), STRATORDERID, 0)-
                ;
            int MarketPosition = CurrentPosition();
            double InitialStop = MMStopSz/BigPointValue;
        }
    }
}

```

```

// Entry orders
if (MarketPosition == 0 && EntriesToday < 10 && EntCondL) {
{
    EnterLongLimit(Symbol(), Lots, InitialStop, ←
        MarketPosition, EntPrL, MaxSlippage, STRATORDERID)←
        ;
}
}

if (MarketPosition == 0 && EntriesToday < 10 && EntCondS) {
{
    EnterShortStop(Symbol(), Lots, InitialStop, ←
        MarketPosition, EntPrS, MaxSlippage, STRATORDERID)←
        ;
}
}

// Exit orders, long trades
if (MarketPosition > 0) {

    if (iBarShift(NULL, 0, OpenEntryTime) - 1 == 0) {
        LStop = OpenEntryPrice - MMStopSz/BigPointValue;
        LStop = NormalizeDouble(LStop, Digits);
        LTrailOn = false;
    }

    if (Close[1] - OpenEntryPrice > ATRFrTrailL * ←
        ATRTrailL)
        LTrailOn = true;

    if (LTrailOn) {
        NewLStop = OpenEntryPrice + TrailPctL * (Close[1] ←
            - OpenEntryPrice)/100.;
        LStop = MathMax(LStop, NewLStop);
        LStop = NormalizeDouble(LStop, Digits);
    }

    PlaceLongStop(Symbol(), LStop, MaxSlippage);

    if (ExCondL || TimeHHMM(1) >= TimeExL)
        ExitLongMarket(MaxSlippage);
}

// Exit orders, short trades
if (MarketPosition < 0) {

    if (iBarShift(NULL, 0, OpenEntryTime) - 1 == 0) {
        SStop = OpenEntryPrice + MMStopSz/BigPointValue;
        SStop = NormalizeDouble(SStop, Digits);
    }

    PlaceShortStop(Symbol(), SStop, MaxSlippage);

    if (TimeHHMM(1) >= TimeExS || iBarShift(NULL, 0, ←
        OpenEntryTime) - 1 >= NBarExS)
        ExitShortMarket(MaxSlippage);
}
}
}
}

```

## A.2 Stratézia CCTA01

```
/*
Trading Strategy Code
Population member: 109
Max bars back: 75

Created by: Adaptrade Builder version 1.5.0.0
Created: 25. 2. 2013 22:05:39

Scripting language: MetaTrader 4 (MQL4)

Price File: C:\etc\DP\Adaptrade Builder\data\5min\CCH3_2011–2012.csv
Build Dates: 4. 1. 2011 to 2. 7. 2012

Project File: C:\etc\DP\Adaptrade Builder\cocoa_1_200.gpstrat
*/
#include <AdaptradeBuilderInclude.mqh>

#define STRATORDERID 13430487

// Strategy inputs
extern int NL1 = 36;
extern double XL1 = 46.0000;
extern int NBarEnL1 = 76;
extern int NATRL = 65;
extern double EntFrL = 2.5517;
extern double TargFrL = 2.4273;
extern int TimeExL = 1355;
extern double MMStopSz = 10.00;
extern int NBarEnS1 = 4;
extern int NATRS = 39;
extern double EntFrS = 4.2050;
extern double TargFrS = 1.3429;
extern int TimeExS = 1355;
extern double PSPParam = 1.00;
extern bool RoundPS = true;
extern int RoundTo = 1;
extern int MinSize = 1;
extern int SizeLimit = 100;

// Global strategy variables
int MaxBarsBack = 75;
double BigPointValue = 10.000000;
int MaxSlippage = 3;
double SharesPerLot = 100000;

// Variables for entry and exit prices
double TargPrL;
double TargPrS;
double LStop = 0;
double SStop = 0;

// Main strategy code
int start() {
    if (IsTradeAllowed() && Bars >= MaxBarsBack) {
        ManageOrders(Symbol(), STRATORDERID, MaxSlippage);
        if (Volume[0] <= 1) {

```

```

// Average true range
double ATRL = iATR(NULL, 0, NATRL, 1);
double ATRS = iATR(NULL, 0, NATRS, 1);

// Entry prices
double EntPrL = iMA(NULL, 0, NBarEnL1, 0, MODE_SMA, ←
    PRICE_LOW, 1) + EntFrL * ATRL;
double EntPrS = iMA(NULL, 0, NBarEnS1, 0, MODE_SMA, ←
    PRICE_HIGH, 1) - EntFrS * ATRS;
EntPrL = NormalizeDouble(EntPrL, Digits);
EntPrS = NormalizeDouble(EntPrS, Digits);

// Entry and exit conditions
double VarL1 = iRSI(NULL, 0, NL1, PRICE_LOW, 1);
bool EntCondL = VarL1 <= XL1;
bool EntCondS = true;

// Position sizing calculations
double NShares = PSParam;

if (RoundPS && RoundTo > 0)
    NShares = MathFloor(NShares/RoundTo) * RoundTo;

NShares = MathMax(NShares, MinSize);
NShares = MathMin(NShares, SizeLimit);

double Lots = NShares/SharesPerLot;

// Prepare to place trading orders
int EntriesToday = TradeEntries(Symbol(), STRATORDERID, 0)←
    ;
int MarketPosition = CurrentPosition();
double InitialStop = MMStopSz/BigPointValue;

// Entry orders
if (MarketPosition == 0 && EntriesToday < 10 && EntCondL) ←
{
    EnterLongStop(Symbol(), Lots, InitialStop, ←
        MarketPosition, EntPrL, MaxSlippage, STRATORDERID)←
        ;
}

if (MarketPosition == 0 && EntriesToday < 10 && EntCondS) ←
{
    EnterShortStop(Symbol(), Lots, InitialStop, ←
        MarketPosition, EntPrS, MaxSlippage, STRATORDERID)←
        ;
}

// Exit orders, long trades
if (MarketPosition > 0) {

    if (iBarShift(NULL, 0, OpenEntryTime) - 1 == 0) {
        LStop = OpenEntryPrice - MMStopSz/BigPointValue;
        LStop = NormalizeDouble(LStop, Digits);
    }

    PlaceLongStop(Symbol(), LStop, MaxSlippage);
}

```

```

TargPrL = OpenEntryPrice + TargFrl * ATRL;
TargPrL = NormalizeDouble(TargPrL, Digits);
PlaceLongTarget(Symbol(), TargPrL, MaxSlippage);

if (TimeHHMM(1) >= TimeExL)
    ExitLongMarket(MaxSlippage);
}

// Exit orders, short trades
if (MarketPosition < 0) {

    if (iBarShift(NULL, 0, OpenEntryTime) - 1 == 0) {
        SStop = OpenEntryPrice + MMStopSz/BigPointValue;
        SStop = NormalizeDouble(SStop, Digits);
    }

    PlaceShortStop(Symbol(), SStop, MaxSlippage);

    TargPrS = OpenEntryPrice - TargFrS * ATRS;
    TargPrS = NormalizeDouble(TargPrS, Digits);
    PlaceShortTarget(Symbol(), TargPrS, MaxSlippage);

    if (TimeHHMM(1) >= TimeExS)
        ExitShortMarket(MaxSlippage);
}
}
}

```

### A.3 Stratézia GCBO02

```
/*
Trading Strategy Code
Population member: 86
Max bars back: 89

Created by: Adaptrade Builder version 1.5.0.0
Created: 5. 3. 2013 12:18:54

Scripting language: MetaTrader 4 (MQL4)

Price File: C:\etc\DP\Adaptrade Builder\data\5min\GCZ2_2011–2012.CSV
Build Dates: 2. 1. 2011 to 2. 7. 2012

Project File: C:\etc\DP\Adaptrade Builder\gold_2_266.gpstrat
*/
#include <AdaptradeBuilderInclude.mqh>

#define STRATORDERID 1357202

// Strategy inputs
extern int NTargL2 = 63;
extern double TargFrL = 4.7117;
extern int NATRL = 80;
extern double ATRFrTraill = 3.0230;
extern double TrailPctL = 76.0000;
extern double MMStopSz = 190.00;
extern int TimeExL = 2350;
extern int NBarEnS2 = 21;
extern int NBarEnS3 = 90;
extern double EntFrS = 3.5492;
extern int NATRS = 13;
extern double ATRFrTrails = 3.5940;
extern double TrailPctS = 71.0000;
extern int TimeExS = 2350;
extern double PSParam = 1.00;
extern bool RoundPS = true;
extern int RoundTo = 1;
extern int MinSize = 1;
extern int SizeLimit = 100;

// Global strategy variables
int MaxBarsBack = 89;
double BigPointValue = 100.000000;
int MaxSlippage = 3;
double SharesPerLot = 100000;

// Variables for entry and exit prices
double TargPrL;
double LStop = 0;
double NewLStop = 0;
bool LTrailOn = false;
double SStop = 0;
double NewSStrategy = 0;
bool STrailOn = false;

// Main strategy code
int start() {

    if (IsTradeAllowed() && Bars >= MaxBarsBack) {
```

```

ManageOrders(Symbol(), STRATORDERID, MaxSlippage);

if (Volume[0] <= 1) {

    // Average true range
    double ATRL = iATR(NULL, 0, NATRL, 1);
    double ATRS = iATR(NULL, 0, NATRS, 1);

    // Entry prices
    double EntPrS = High[1] - EntFrS * (Low[iHighest(NULL, 0, ←
        MODE_LOW, NBarEnS2, 1)] - High[iLowest(NULL, 0, ←
        MODE_HIGH, NBarEnS3, 1)]);
    EntPrS = NormalizeDouble(EntPrS, Digits);

    // Entry and exit conditions
    bool EntCondL = DayLow() >= DayHigh();
    bool EntCondS = DayClose() > High[1];
    bool ExCondL = DayClose() < Open[1];

    // Position sizing calculations
    double NShares = PSParam;

    if (RoundPS && RoundTo > 0)
        NShares = MathFloor(NShares/RoundTo) * RoundTo;

    NShares = MathMax(NShares, MinSize);
    NShares = MathMin(NShares, SizeLimit);

    double Lots = NShares/SharesPerLot;

    // Prepare to place trading orders
    int EntriesToday = TradeEntries(Symbol(), STRATORDERID, 0)←
        ;
    int MarketPosition = CurrentPosition();
    double InitialStop = MMStopSz/BigPointValue;

    // Entry orders
    if (MarketPosition == 0 && EntriesToday < 10 && EntCondL) ←
    {
        EnterLongMarket(Symbol(), Lots, InitialStop, ←
            MarketPosition, MaxSlippage, STRATORDERID);
    }

    if (MarketPosition == 0 && EntriesToday < 10 && EntCondS) ←
    {
        EnterShortStop(Symbol(), Lots, InitialStop, ←
            MarketPosition, EntPrS, MaxSlippage, STRATORDERID)←
            ;
    }

    // Exit orders, long trades
    if (MarketPosition > 0) {

        if (iBarShift(NULL, 0, OpenEntryTime) - 1 == 0) {
            LStop = OpenEntryPrice - MMStopSz/BigPointValue;
            LStop = NormalizeDouble(LStop, Digits);
            LTrailOn = false;
        }

        if (Close[1] - OpenEntryPrice > ATRFrTraill * ATRL)

```

```

LTrailOn = true;
if (LTrailOn) {
    NewLStop = OpenEntryPrice + TrailPctL * (Close[1] ←
        – OpenEntryPrice)/100.;
    LStop = MathMax(LStop, NewLStop);
    LStop = NormalizeDouble(LStop, Digits);
}
PlaceLongStop(Symbol(), LStop, MaxSlippage);

TargPrL = OpenEntryPrice + TargFrL * (DayClose() – Low←
    [iHighest(NULL, 0, MODE_LOW, NTargL2, 1)]);
TargPrL = NormalizeDouble(TargPrL, Digits);
PlaceLongTarget(Symbol(), TargPrL, MaxSlippage);

if (ExCondL || TimeHHMM(1) >= TimeExL)
    ExitLongMarket(MaxSlippage);
}

// Exit orders, short trades
if (MarketPosition < 0) {

    if (iBarShift(NULL, 0, OpenEntryTime) – 1 == 0) {
        SStop = OpenEntryPrice + MMStopSz/BigPointValue;
        SStop = NormalizeDouble(SStop, Digits);
        STrailOn = false;
    }

    if (OpenEntryPrice – Close[1] > ATRFrTrails * ATRS)
        STrailOn = true;

    if (STrailOn) {
        NewSStop = OpenEntryPrice – TrailPctS * (←
            OpenEntryPrice – Close[1])/100.;
        SStop = MathMin(SStop, NewSStop);
        SStop = NormalizeDouble(SStop, Digits);
    }

    PlaceShortStop(Symbol(), SStop, MaxSlippage);

    if (TimeHHMM(1) >= TimeExS)
        ExitShortMarket(MaxSlippage);
}
}
}
```

## A.4 Stratézia GCTA03

```
/*
Trading Strategy Code
Population member: 387
Max bars back: 77

Created by: Adaptrade Builder version 1.5.0.0
Created: 10. 3. 2013 13:29:20

Scripting language: MetaTrader 4 (MQL4)

Price File: C:\etc\DP\Adaptrade Builder\data\5min\GCZ2_2011–2012.CSV
Build Dates: 2. 1. 2011 to 2. 7. 2012

Project File: C:\etc\DP\Adaptrade Builder\gold_1_81.gpstrat
*/
#include <AdaptradeBuilderInclude.mqh>

#define STRATORDERID 135784

// Strategy inputs
extern int NL1 = 3;
extern double XL1 = 93.0000;
extern int NS1 = 36;
extern double XS1 = 95.0000;
extern int NBarEnL1 = 24;
extern int NATRL = 77;
extern double ATRFrTraill = 4.2420;
extern double TrailPctL = 30.0000;
extern double TargFrL = 2.1842;
extern int TimeExL = 2350;
extern double MMStopSz = 150.00;
extern int NBarExS = 45;
extern int TimeExS = 2350;
extern double PSParam = 1.00;
extern bool RoundPS = true;
extern int RoundTo = 1;
extern int MinSize = 1;
extern int SizeLimit = 100;

// Global strategy variables
int MaxBarsBack = 77;
double BigPointValue = 100.000000;
int MaxSlippage = 3;
double SharesPerLot = 100000;

// Variables for entry and exit prices
double TargPrL;
double LStop = 0;
double NewLStop = 0;
bool LTrailOn = false;
double SStop = 0;

// Main strategy code
int start() {

    if (IsTradeAllowed() && Bars >= MaxBarsBack) {
        ManageOrders(Symbol(), STRATORDERID, MaxSlippage);
    }
}
```

```

if (Volume[0] <= 1) {

    // Average true range
    double ATRL = iATR(NULL, 0, NATRL, 1);

    // Entry prices
    double EntPrL = iMA(NULL, 0, NBarEnL1, 0, MODE_SMA, ←
        PRICE_LOW, 1);
    EntPrL = NormalizeDouble(EntPrL, Digits);

    // Entry and exit conditions
    double VarL1 = iRSI(NULL, 0, NL1, PRICE_HIGH, 1);
    double VarS1 = iRSI(NULL, 0, NS1, PRICE_HIGH, 1);
    bool EntCondL = VarL1 > XL1;
    bool EntCondS = VarS1 >= XS1;

    // Position sizing calculations
    double NShares = PSParam;

    if (RoundPS && RoundTo > 0)
        NShares = MathFloor(NShares/RoundTo) * RoundTo;

    NShares = MathMax(NShares, MinSize);
    NShares = MathMin(NShares, SizeLimit);

    double Lots = NShares/SharesPerLot;

    // Prepare to place trading orders
    int EntriesToday = TradeEntries(Symbol(), STRATORDERID, 0)←
        ;
    int MarketPosition = CurrentPosition();
    double InitialStop = MMStopSz/BigPointValue;

    // Entry orders
    if (MarketPosition == 0 && EntriesToday < 10 && EntCondL) ←
    {
        EnterLongLimit(Symbol(), Lots, InitialStop, ←
            MarketPosition, EntPrL, MaxSlippage, STRATORDERID)←
            ;
    }

    if (MarketPosition == 0 && EntriesToday < 10 && EntCondS) ←
    {
        EnterShortMarket(Symbol(), Lots, InitialStop, ←
            MarketPosition, MaxSlippage, STRATORDERID);
    }

    // Exit orders, long trades
    if (MarketPosition > 0) {

        if (iBarShift(NULL, 0, OpenEntryTime) - 1 == 0) {
            LStop = OpenEntryPrice - MMStopSz/BigPointValue;
            LStop = NormalizeDouble(LStop, Digits);
            LTrailOn = false;
        }

        if (Close[1] - OpenEntryPrice > ATRFrTrailL * ATRL)
            LTrailOn = true;

        if (LTrailOn) {
    }
}

```

```

        NewLStop = OpenEntryPrice + TrailPctL * (Close[1] ←
            - OpenEntryPrice)/100.;

        LStop = MathMax(LStop, NewLStop);
        LStop = NormalizeDouble(LStop, Digits);
    }

    PlaceLongStop(Symbol(), LStop, MaxSlippage);

    TargPrL = OpenEntryPrice + TargFrL * ATRL;
    TargPrL = NormalizeDouble(TargPrL, Digits);
    PlaceLongTarget(Symbol(), TargPrL, MaxSlippage);

    if (TimeHHMM(1) >= TimeExL)
        ExitLongMarket(MaxSlippage);
}

// Exit orders, short trades
if (MarketPosition < 0) {

    if (iBarShift(NULL, 0, OpenEntryTime) - 1 == 0) {
        SStop = OpenEntryPrice + MMStopSz/BigPointValue;
        SStop = NormalizeDouble(SStop, Digits);
    }

    PlaceShortStop(Symbol(), SStop, MaxSlippage);

    if (TimeHHMM(1) >= TimeExS || iBarShift(NULL, 0, ←
        OpenEntryTime) - 1 >= NBarExS)
        ExitShortMarket(MaxSlippage);
}
}
}

```