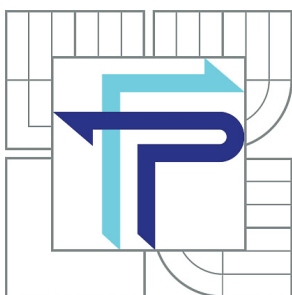


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

AUTOMATICKÝ OBCHODNÍ SYSTÉM NA TRZÍCH CFD

AUTOMATIC TRADING SYSTEM FOR CFD MARKETS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MILAN NOVÁK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAN BUDÍK, Ph.D.

BRNO 2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Novák Milan, 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:

Automatický obchodní systém na trzích CFD

v anglickém jazyce:

Automatic Trading System for CFD Markets

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Cíle práce, metody a postupy

Teoretická východiska práce

Analýza problému

Vlastní návrhy řešení

Závěr

Použitá literatura

Seznam odborné literatury:

DOSTÁL, P. Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: CERM, 2008. 432 p. ISBN 978-80-7204-605-8.

GOLDBERG, D. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. USA: Addison-Wesley, 1989. 412 p. ISBN 978-0201157673.

GRAHAM, B. Inteligentní investor. GRADA, 2007. 504 s. ISBN 978-80-247-1792-0.

REJNUŠ, O. Finanční trhy. Ostrava: KEY Publishing, 2008. 548 p. ISBN 978-80-87-8.

WILLIAMS, L. How I Made One Million Dollars Last Year Trading Commodities. USA: Windsor Books, 1979. 130 p. ISBN 978-09-30233105.

WILLIAMS, L. Long-Term Secrets to Short-Term Trading. USA: Wiley-Interscience, 1999. 255 p. ISBN 0-471-29722-4.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Budík, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2013/2014.

L.S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
Ředitel ústavu

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

V Brně, dne 12.05.2014

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá návrhem, optimalizací a testováním automatického obchodního systému (AOS) určeného pro obchodování CFD kontraktů. Výsledná strategie je založena na kombinaci klouzavého průměru a speciálně navrženého vlastního indikátoru, který dává signály na základě konvergence signálů dalších sledovaných indikátorů. Navržený AOS obsahuje také jednoduchý, ale účinný money management. Ten zajišťuje, že každým obchodem je riskován vždy stejný podíl současného zůstatku na obchodním účtu. Součástí práce je dále porovnání tří způsobů optimalizace vybraných vstupních parametrů a porovnání výkonnosti strategie pro deset testovaných burzovních symbolů.

Abstract

This thesis deals with design, optimization and testing of an automated trading system intended for trading CFD contracts. The strategy is based on a combination of a moving average and a custom indicator, which gives signals based on convergence of signals of other monitored indicators. The designed automated trading system also contains a simple, but efficient money management. It is responsible for risking a constant portion of current account balance on each trade. The thesis continues with comparison of three ways to optimize chosen input parameters and comparison of performance of the strategy for ten tested market symbols.

Klíčová slova

MetaTrader, optimalizace, testování, AOS, CFD, akcie, index, finanční trhy, burza, indikátor, klouzavý průměr.

Keywords

MetaTrader, optimization, testing, automated trading system, CFD, shares, index, financial markets, exchange, indicator, moving average.

Bibliografická citace

NOVÁK, M. *Automatický obchodní systém na trzích CFD*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2014. 67 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jan Budík, Ph.D..

Čestné prohlášení

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

V Brně dne

.....

Podpis

Poděkování

Děkuji vedoucímu mé diplomové práce Ing. Janu Budíkovi, Ph.D za odborné rady a cenné připomínky k vypracování této diplomové práce.

Obsah

Úvod.....	11
1 Cíle práce, metody a postupy.....	12
1.1 Metody a postupy zpracování	12
2 Teoretická východiska práce	13
2.1 Finanční trhy	13
2.1.1 Akcie.....	13
2.1.2 Akciové indexy	14
2.1.3 Contracts for difference (CFD).....	15
2.2 Fundamentální analýza.....	15
2.3 Psychologická analýza	16
2.4 Technická analýza.....	16
2.4.1 Dowova teorie.....	17
2.4.2 Technické formace.....	19
2.4.3 Výhody a kritika technické analýzy.....	21
2.4.4 Technické indikátory	21
3 Analýza problému.....	23
3.1 Obchodní systémy.....	23
3.2 Indikátory	24
4 Vlastní návrhy řešení	27
4.1 Automatický obchodní systém (AOS)	27

4.1.1	Indikátor SCORE.....	27
4.1.2	Vstupní parametry.....	29
4.1.3	Funkce.....	30
4.1.4	Start.....	32
4.2	Optimalizace a testování.....	33
4.2.1	MCD.....	34
4.2.2	AMZN.....	37
4.2.3	MSFT.....	39
4.2.4	C.....	41
4.2.5	AAPL.....	43
4.2.6	GOOG.....	45
4.2.7	XOM.....	47
4.2.8	US30.....	49
4.2.1	US500.....	51
4.2.2	US100.....	53
4.2.1	Porovnání výnosnosti symbolů.....	55
4.2.2	Porovnání způsobů optimalizace.....	57
	Závěr.....	60
	Použitá literatura.....	62
	Seznam použitých zkratek.....	64
	Seznam obrázků.....	65
	Seznam grafů.....	65

Seznam rovnic.....	67
Seznam tabulek.....	67
Seznam příloh	67

Úvod

Obchodování je velice složitá a pro mnoho lidí také emotivní záležitost. Často se stává, že nezkušený obchodník sice má obchodní strategii, ale v rozhodující chvíli se jí nedrží. Ať už je na vině strach, chamtivost nebo třeba nepozornost, obvykle to pro obchodníka končí zbytečnou ztrátou. Možná proto se čím dál vyšší oblibě těší automatické obchodní systémy, které emoce nepocitují a vždy se přesně řídí zadanými pravidly. Další výhodou AOS je možnost testování na historických datech.

Obchodovat na burze může skrz brokera dnes kdokoliv, kdo je připojený k internetu a stejně tak každý si může naprogramovat (nebo nechat naprogramovat) automatický obchodní systém. To ale neznamená, že stačí takový systém jenom spustit a do konce života mít vyladěno, AOS je nutné přizpůsobovat dění na trhu. Někdy stačí optimalizovat parametry, jindy je třeba celý systém přeprogramovat nebo dokonce přestat používat a vymyslet systém úplně nový.

Trhy se neustále mění, proto je třeba vymýšlet pořád nové strategie a obchodní systémy pro zachování výnosnosti. AOS navržený v této práci je založený čistě na technické analýze – pro rozhodování potřebuje znát jen vývoj ceny a objemu obchodování.

1 Cíle práce, metody a postupy

Hlavním cílem práce je navrhnout automatický obchodní systém (AOS) pro obchodování Contracts for Difference (CFD). Tento systém bude navrhován pro malou společnost, která se zabývá vývojem a testováním AOS pro obchodování akcií a akciových opcí na burzách ve Spojených Státech (NYSE, NASDAQ, CBOE atd.). Když je AOS hotový, společnost ho prodává, pronajímá nebo sama obchoduje. V oblasti akcií a akciových opcí je společnost velmi úspěšná, proto plánuje expanzi do oblasti CFD, která je akciím velmi blízká a nabízí zajímavé využití pákového efektu.

Dalším cílem je testování navržené strategie na historických datech a optimalizace vybraných parametrů. Vzhledem k tomu, že se společnost zaměřuje na Spojené Státy, měla by být i navržená strategie testována na CFD na akcie obchodované na hlavních amerických burzách a na CFD na související indexy.

1.1 Metody a postupy zpracování

AOS bude navrhován, testován a optimalizován v programu Metatrader, pro programování bude využit jazyk MQL4. Po naprogramování bude provedena out of sample analýza na deseti náhodně vybraných titulech, výsledky budou zobrazeny v grafech a budou slovně popsány.

2 Teoretická východiska práce

V této kapitole budou položeny teoretické základy nutné pro pochopení fungování finančních trhů a některých metod používaných k jejich predikci.

2.1 Finanční trhy

Obsahem této části práce jsou základní informace o třech vybraných instrumentech finančního trhu. Těmito nástroji jsou akcie, akciové indexy a CFD.

2.1.1 Akcie

Akciová společnost je jedním z typů společností s omezenými závazky. Historie tohoto druhu podnikání je možné sledovat od 13. století, kdy stříbrné doly v italské Sieně a mlýny v Toulouse ve Francii vykazovaly určité prvky společností. Známostou akciovou společností byla například British East India Company. První společností obchodovanou na burze byla Dutch East Company, která emitovala akcie na amsterdamské burze v roce 1602 (1).

Kapitál akciové společnosti je složen z příspěvků akcionářů, za které akcionáři dostávají akcie. Naprostá většina akcií je ve formě běžných (kmenových) akcií, které jsou spojeny s hlasovacím právem na valné hromadě. Oproti tomu prioritní akcie jsou hybridem mezi běžnými akciemi a dluhem podniku. Při výplatě dividend mají přednost před kmenovými akciemi, ale nemají hlasovací právo (1). Pro zjednodušení se pod pojmem akcie v dalším textu rozumí běžné (kmenové) akcie.

Klasifikace akcií

Akcie je možné rozdělit do několika kategorií. Nejčastěji jsou používány rozdělení podle sektoru, chování cen akcií a objemu obchodování (1).

Klasifikace akcií podle **sektoru** vychází z hypotézy, že ceny akcií společností ze stejného sektoru (například finanční, technologický atd.) reagují podobně na změnu vnějších podmínek (1).

Podle **chování cen akcií** se akcie rozdělují z důvodu rozdílného předpokládaného chování cen různých akcií. Používá se následující klasifikace (1):

- **Růstové akcie** jsou takové, u kterých se očekává dlouhodobý nadprůměrný růst tržní ceny. Tyto akcie kupují investoři kvůli růstu tržní ceny, protože dividendy tyto akcie obvykle nevyplácejí nebo jen ve velmi malé výši.
- **Defenzivní akcie** (anticyklické akcie) jsou takové, které vykazují během poklesu trhu podstatně lepší výsledky, než zbytek trhu. Jsou to například výrobci základního spotřebního zboží.
- **Cyklické akcie** mají naopak nadprůměrnou výkonnost v rostoucím trhu a podprůměrnou výkonnost v klesajícím trhu. Typickým příkladem jsou akcie oceláren a dalších společností napojených na stavebnictví.
- **Spekulační akcie** jsou vysoce rizikové akcie. Je u nich vysoká pravděpodobnost nízkých výnosů nebo ztrát a nízká pravděpodobnost vysokých výnosů. Příkladem mohou být společnosti zabývající se hledáním ropných ložisek.

Klasifikace podle **objemu obchodování** odráží likviditu akcií a schopnost obchodování. Velký objem obchodování je zejména důležitý pro krátkodobé obchodníky a pro ty, kteří obchodují velké množství akcií (1).

2.1.2 Akciové indexy

Hlavním posláním akciových indexů je stručně informovat o vývoji určitého akciového trhu nebo jeho části. Akciové indexy jsou také často používány jako benchmark, tj. jako měřítko průměrné výnosnosti trhu, se kterým je možné srovnávat výnosnost investiční strategie nebo podílového fondu (1).

Indexy mohou být souhrnné nebo výběrové. Souhrnné indexy obsahují všechny akcie registrované na dané burze, například index NASDAQ Composite obsahuje všechny akcie obchodované na trhu NASDAQ. Výběrové indexy obsahují pouze určité akcie, například index DJIA, který zahrnuje akcie 30 společností registrovaných na NYSE (1).

Indexy se počítají buď jako obyčejný průměr cen akcií nebo jako vážený aritmetický průměr cen akcií, kde váhami je počet vydaných akcií zahrnutých do indexu. Příkladem indexů vypočítaných jako obyčejný průměr cen akcií jsou DJIA a Nikkei 225. Příkladem indexů počítaných jako vážený aritmetický průměr cen akcií jsou NASDAQ Composite, S&P 500, FTSE, DAX a PX (1).

2.1.3 Contracts for difference (CFD)

Contract for difference (kontrakt na vyrovnání rozdílu) je smlouva uzavřená mezi CFD brokerem a jeho klientem, za účelem výměny peněžního rozdílu mezi cenou podkladového aktiva v době otevření pozice a cenou podkladového aktiva v době uzavření pozice. Například nákup 100 CFD kontraktů na akcie BP kótovaných na Londýnské burze přináší klientovi téměř stejný užitek, jako přímý nákup 100 akcií BP. Existují však drobné odlišnosti (2; 3):

- Klient akcie fyzicky nevlastní, tudíž nemá žádná hlasovací práva a nemusí platit Stamp Duty (kolkovné). Dividendy klient obvykle dostává.
- CFD se kupují na marži, takže klient nepotřebuje na svém obchodním účtu plnou cenu v našem příkladě 100 akcií BP.
- Nejsou pevně dané standardní podmínky pro CFD, proto se například poplatky nebo i některé další parametry můžou u různých brokerů lišit.
- Prodávat CFD je stejně jednoduché jako je kupovat, není třeba vypůjčovat akcie na prodej short.

Kromě akciových existují CFD kontrakty také na indexy, komodity a měnové páry (3).

2.2 Fundamentální analýza

Ve fundamentální analýze se často objevuje termín vnitřní hodnota akcie. Je to jakási teoretická hodnota akcie, která odpovídá fundamentálním veličinám společnosti. Tato hodnota se následně porovnává s tržní cenou akcie, čímž se dojde k závěru, zda je daná akcie podhodnocená nebo nadhodnocená. Existuje mnoho modelů výpočtu vnitřní hodnoty (1).

Dividendové diskontní modely považují dividendy za jediný přínos pro akcionáře. Proto vnitřní hodnotu vypočítají diskontováním odhadnuté výše dividend, které podnik v budoucnosti vyplatí (1). První nevýhodou je, že nikdo jistě neví, jakou dividendu společnost vyplatí příští rok, natož pak za všechny budoucí roky existence podniku. Další nevýhodou je, že některé společnosti i přes vynikající výsledky žádné nebo téměř žádné dividendy nevyplácejí ani jejich zvyšování v budoucnu neplánují. Například akcie společnosti Google by při použití tohoto modelu byly vždy výrazně nadhodnocené.

Ziskové modely předpokládají, že přínosem pro akcionáře je veškerý zisk společnosti. Ten může být buď vyplacen ve formě dividend, nebo investován a tím zajištěn vyšší zisk v budoucnu. Budoucí zisky musí být opět odhadnuty a následně diskontovány. Výsledná vnitřní hodnota akcií je dále velmi závislá na použité diskontní míře (1).

2.3 Psychologická analýza

Psychologická analýza vychází z toho, že chování účastníků trhu má často iracionální (psychologický) charakter. Investiční rozhodování je ovlivněno emocemi, jako je touha po zisku, lakota, hrabivost a strach ze ztráty. Podle davové psychologie je rozhodování investorů ovlivněno okolním světem a z toho důvodu se většina investorů chová jako dav. Pouze silné osobnosti mají schopnost nepodlehnout davové psychóze (1).

2.4 Technická analýza

Ceny akcií na trhu jsou určovány mnoha faktory. Technická analýza se tyto faktory nesnaží identifikovat ani pochopit, to je úkolem fundamentální analýzy (1). Naopak předpokládá, že jedinými objektivními a užitečnými informacemi pro obchodníka jsou ceny a objemy minulých obchodů, které přesně odrážejí působení všech faktorů ovlivňujících finanční trh v čase obchodu. Žádné další informace čistě technický obchodník nepotřebuje, protože jsou nadbytečné (v grafu již obsažené).

Základním kamenem technické analýzy je předpoklad, že historie se bude opakovat. Nezáleží na tom, jestli si pod tím představíme odražení ceny od stále stejné úrovně (support, rezistence), opakování podobných patternů (např. hlava a ramena) nebo

cokoliv dalšího z arzenálu technické analýzy. Vždy se vychází jen z předpokladu, že minulý vývoj cen a objemu se bude v budoucnosti opakovat.

2.4.1 Dowova teorie

Základy moderní technické analýzy položil Charles Dow sérií 225 článků publikovaných ve Wall Street Journal v letech 1900 – 1902. Jeho myšlenky rozvinul William Hamilton a posléze v roce 1932 Robert Rhea formuloval technickou analýzu v knize Dow Theory. Dow zaměřil svoji práci na akciový trh, ale později se ukázalo, že většinu jeho principů je možné aplikovat i na ostatní finanční trhy. Dowova teorie je založena na následujících šesti axiomech (1).

Trh má tři trendy

Ceny akcií se pohybují v trendech, které mají určitou míru setrvačnosti. Vzhledem k tomu, že lidé reagují za stejných situací podobně, se vývojové trendy a formace opakují. Na trhu existují tři trendy (1):

- Primární (hlavní) trend je nejdůležitější a trvá obvykle 1-3 roky. Často se o něm mluví jako o býčím nebo medvědím trhu.
- Sekundární (střední) trend jsou krátkodobé korekce primárního trendu. Jsou to krátkodobé poklesy na býčím trhu a vzestupy na medvědím trhu, které trvají od 3 týdnů do 3 měsíců.
- Terciální trend je krátkodobá korekce vyvolaná určitým rozruchem. Trvá od několika hodin do 3 týdnů. Dowova teorie tyto trendy nebere v úvahu, protože nemají dlouhodobou předpovědní hodnotu.

Tři fáze primárních trendů

Býčí trh se obvykle vyvíjí v těchto fázích (1):

- Fáze akumulace je charakteristická tím, že znalí investoři začínají kupovat (akumulovat) akcie kvůli tomu, že cena již odráží veškeré špatné informace a výhled do budoucna je optimističtější.
- Fáze participace – v této fázi dochází v býčím trhu k růstu cen podpořenému zlepšenými podmínkami obchodování.

- Fáze distribuce – býčí trh končí z důvodu přehnané důvěry v pozitivní výhled do budoucna a spekulativní aktivity. Ceny dosáhly vrcholu a znalí investoři začínají prodávat (distribuuovat) akcie, čímž se připravují na nevyhnutelné obrácení trendu.

V medvědím trhu vše funguje podobně, jen ceny klesají a pořadí fází je obrácené. Medvědí trh začíná fází distribuce, pokračuje fází participace a končí fází akumulace (1).

Ceny akcií odráží veškeré informace

Podle Dowa jsou změny cen důsledkem změny agregátního pohledu všech účastníků trhu. To znamená, že tržní cena odráží veškeré známé informace a očekávání budoucího vývoje. To je jeden z předpokladů pozdější teorie efektivního trhu. Proces, kdy se očekávání budoucího vývoje odráží v současných cenách, se označuje jako diskontování (1).

Podstata lidí se během času zásadně nemění a všichni reagujeme na momentální situaci na základě minulých zkušeností. Kvůli tomu se moderní technická analýza snaží studiem minulých tržních akcí předvídat budoucí ceny (1).

Trendy existují, dokud definitivní signály neprokáží, že skončily

Toto je jakási odnož newtonovské fyziky, která říká, že těleso v pohybu zůstává v pohybu, dokud ho vnější síla nedonutí změnit svůj stav (4).

Trendy se potvrzují objemy

Podle Dowa je objem obchodování důležitý, ale sekundární faktor, který potvrzuje cenové trendy. Změna ceny při malých objemech může znamenat cokoliv. Změny ceny doprovázené vysokými objemy jsou důležitější, pravděpodobně se jedná o trend. Toto pravidlo je dodnes široce používané (1).

Indexy se musí potvrdit

Za účelem měření výkonnosti akciového trhu zkonstruoval Dow dva indexy složené z vybraných akcií obchodovaných na NYSE (1):

- The Industrial Average, který se skládal z akcií 12 velkých amerických průmyslových společností. Dnes je tento index známý jako Dow Jones Industrial Average a obsahuje i akcie neprůmyslových podniků.
- The Rail Average, který se skládal z akcií 12 železničních společností. Dnes je znám jako Dow Jones Transportation average a je založený na akciích dopravních společností.

Pro potvrzení změny trendu Dow požadoval, aby se signály obou indexů potvrdily. Tento požadavek vycházel z korelace mezi množstvím vyrobených a přepravovaných výrobků a tím i mezi zisky průmyslových a železničních podniků (1).

Tato část Dowovi teorie vycházela především z toho, že Spojené státy americké byly začátkem dvacátého století průmyslovou velmocí. Dnes mají daleko větší význam sektory hospodářství, které nejsou s dopravními společnostmi nijak propojeny. Jako příklad můžu uvést softwarovou společnost Microsoft, dnes zařazenou do indexu DJIA. I z toho je vidět, že slovo „industrial“ v názvu indexu je jen historický pozůstatek.

I přes to nebylo toto pravidlo zapomenuto a zanechalo po sobě dva důležité principy moderní teorie portfolia (1):

- Princip potvrzení, který zjednodušeně říká, že čím více technických důkazů podporuje určitý signál, tím vyšší je pravděpodobnost platnosti tohoto signálu. Důležité je i opačné pravidlo, princip divergence, podle něhož divergence poskytuje první varování o změně trendu.
- Princip, že pravděpodobnost pokračování trendu je větší, než pravděpodobnost jeho změny. To platí, pokud neexistuje nějaký opravdu silný signál o změně trendu.

2.4.2 Technické formace

Na základě dlouholetých pozorování grafů cen akcií byly identifikovány standardní průběhy cen akcií – technické formace (chart patterns). Jednou z nejjednodušších technických formací je trendová linie. Je to přímka proložená lokálními minimy rostoucího trendu nebo lokálními maximy klesajícího trendu, jak ukazuje obrázek 1. Protnutí této přímky může znamenat změnu trendu. Někdy se stává, že v rostoucím

trendu lze vrcholy proložit linií návratu rovnoběžnou s trendovou linií, čímž vznikne rostoucí kanál. Podobným způsobem lze konstruovat i klesající kanál (1).



Obrázek 1: Trendové linie (5)

Mezi další známé technické formace patří hlava a ramena, trojúhelník, obdélník, dvojitý vrchol, dvojité dno a vlajka (6)

Pro některé analytiky je také důležité sledovat objem obchodování, zejména v průběhu vytváření technických formací. Rostoucí ceny při velkém objemu a klesající ceny při malém objemu indikují, že budoucí trh bude býčí. Naopak vysoké objemy ve dnech, kdy se ceny snižují a nízké objemy ve dnech, kdy ceny rostou, indikují nástup medvědího trhu. Další analytici zase vyzdvihují význam prodejních vrcholů, kdy po dlouhém medvědímu trhu probíhá poslední velký výprodej, po kterém už nikdo ochotný prodávat nebude, a ceny budou růst (1).

Dokázat vztah vývoje cen a objemu se zatím nikomu nepodařilo, o vztahu mezi objemem a volatilitou ale důkaz existuje. Vysoký objem často znamená vysokou volatilitu cen, i když směr cenového pohybu může být nahoru i dolů. Kritikové tvrdí, že technická analýza neříká nic jiného, než že ceny stoupají, pokud mají vzestupný trend a naopak klesají, pokud mají klesající trend. Nevýhodou při aplikaci technické analýzy jsou také vysoké transakční náklady kvůli potřebě vysoké frekvence obchodování (1).

2.4.3 Výhody a kritika technické analýzy

Mezi tři hlavní výhody technické analýzy patří (1):

- **Adaptabilita** – možnost použít technickou analýzu na jakékoli obchodované aktivum a časovou dimenzi, na jednotlivé akcie i celé trhy. Na rozdíl od fundamentální analýzy, která se vzhledem k množství analyzovaných dat soustřeďuje na určité akcie, technická analýza může díky automatickému počítačovému zpracování jednoduše analyzovat libovolný počet cenných papírů, trhů a časových dimenzí současně.
- **Flexibilita** – možnost soustředit se na akcie nebo trhy, u kterých jsou právě patrné významné trendy a ignorovat vše ostatní. Naopak fundamentální analýza se soustředí na určité akcie a při změně zaměření není tak flexibilní.
- **Celkový pohled** – vzhledem k možnosti zaměření na velký počet akcií nebo na celé trhy představuje technická analýza celkový pohled na trhy a může sledovat také závislosti vývoje určitého trhu na vývoji jiného trhu.

Dvě kritiky technické analýzy (1):

- **Sebesplňující věštba** (self-fulfilling prophecy) – podle této kritiky technická analýza funguje především proto, že všichni techničtí analytici jednají ve shodě, rozhodují se podle stejných vzorů a tím sami potvrzují pravidla technické analýzy. Techničtí analytici se brání tím, že interpretace grafů je značně subjektivní a tudíž je jejich interpretace často rozdílná. I kdyby existoval souhlas v předpovědi o chování trhu, všichni nemůžou na trh vstoupit ve stejný čas ve stejném směru.
- **Teorie náhodné procházky** (random walk theory) – tato teorie tvrdí, že na základě minulosti prostě nelze budoucí cenu akcie stanovit, protože ceny jsou náhodné a nepředvídatelné.

2.4.4 Technické indikátory

Indikátory jsou základními kameny technické analýzy a jejich důležitou úlohou je dávání a potvrzování signálů v obchodních systémech. Existuje velké množství různých typů indikátorů, ale všechny spadají do jedné z dvou kategorií (7):

- **Vedoucí indikátory (Leading Indicators)** jsou indikátory, které s předstihem identifikují pravděpodobnou změnu trendu. Většina těchto indikátorů měří cenovou dynamiku (price momentum). Mezi populární vedoucí indikátory patří Commodity Channel Index (CCI), Relative Strength Index (RSI), Stochastic Oscillator a Williams %R.
- **Zpožděné indikátory (Lagging Indicators)** následují cenové pohyby. Většina z těchto indikátorů je trendových, jako například Moving Averages (MA, klouzavé průměry) a Moving Average Convergence/Divergence (MACD). Tyto indikátory mění svůj směr později, než ceny a proto zaostávají za cenovým průběhem.

Indikátory z obou kategorií se dále rozdělují do čtyř základních typů (8):

- Trendové
- Momentové (Momentum Indicators)
- Indikátory volatility
- Objemové indikátory (indikátory síly trhu)

Někteří autoři rozlišují i další typy indikátorů podle způsobu použití (7):

- Indikátory cyklů
- Indikátory supportů a rezistencí
- Oscilátory

Všechny zatím uvažované indikátory jsou vypočítané z ceny a objemu (open, high, low, close a volume). Z těchto pěti základních časových řad se počítají tisíce různých indikátorů (8). Znamená to, že tyto indikátory nepřinášejí do technické analýzy žádné nové informace, jen usnadňují jejich interpretaci.

Dále existují také speciální indikátory, které využívají jiná data než cenu a objem. Příkladem může být put-call ratio založené na podílu put a call opčních kontraktů nebo indikátor Net Bulls založený na periodicky prováděném dotazníkovém výzkumu (9).

3 Analýza problému

Často se říká, že obchodovat s trendem se vyplatí. Kupovat, když je trend rostoucí a prodávat, když je trend klesající. Hlavním problémem takového přístupu je, že trhy se nacházejí v silném trendu jen asi 20% času. Zbytek jsou obchodní rozpětí (trading ranges). Pro rozhodnutí, jestli je trh v trendu a jak je tento trend silný, je dobré použít indikátor moving average (klouzavý průměr). Ideální je simple moving average s periodou 50, protože ten sleduje většina lidí a tím zvyšuje pravděpodobnost úspěchu díky efektu sebesplňující věštby (10).

Trend, to by měla být dlouhodobá tendence trhu k zvyšování resp. snižování cen. Proto není možné s jistotou identifikovat důležitý trend hned v jeho počátku. Ve významném trendu by mělo dojít alespoň ke dvěma pokusům o návrat ke klouzavému průměru, aby mělo smysl hledat známky obratu trendu, například v podobě formací dvojitý vrchol nebo hlava a ramena (11).

Pokud očekáváme obrat trendu, například ze stoupajícího na klesající, je výhodné vstoupit do pozice před tím, než ceny začnou prolamovat obvyklé supporty (last minor low), protože tam má většina amatérů stop-loss příkazy, které budou následně urychlovat propad cen. Pokud naopak předpokládáme, že trend bude pokračovat, je výhodné počkat s otevřením dlouhé pozice, až budou stop-loss příkazy na nějaké očividné úrovni aktivovány a ceny i přes to začnou následně růst. Důležité je uvědomit si, jaké emoce budou různé pohyby ceny vyvolávat u ostatních obchodníků (12).

3.1 Obchodní systémy

Jednou z inspirací pro automatický obchodní systém navržený v této diplomové práci je strategie „Rubber Band Trade“. Tato strategie vychází z toho, že se cena po vychýlení od klouzavého průměru k němu vždycky nakonec vrátí. To znamená, že krátké pozice se otvírají, pokud je cena nad zvoleným klouzavým průměrem a do dlouhých pozic se vstupuje, pokud je cena pod klouzavým průměrem. Pravděpodobnost úspěchu lze výrazně zvýšit, pokud krátké pozice otevíráme jenom v klesajícím trendu (pokud klouzavý průměr klesá) a dlouhé pozice naopak v rostoucím trendu. Důležité je také

určit, jak by se ceny měli od klouzavého průměru minimálně vzdalovat v době otevírání nové pozice (13).

Pohyby ceny na trzích jsou založeny hlavně na domněnkách a citech lidí, tudíž na masové psychologii. Technická analýza je grafické znázornění masové psychologie. Autor rozlišuje 5 základních energií, které by měly ukazovat ve chvíli otevírání pozice stejným směrem (nahoru nebo dolů), aby měl obchod maximální pravděpodobnost úspěchu. Těmito energiemi jsou (14):

- Trend – Trend by měl být ve směru otevírané pozice
- Momentum – vyjadřuje sílu trendu a tím pravděpodobnost jeho pokračování
- Fraktály – analýza provedená v různých timeframech dává stejné výsledky
- Support/Resistance – obvykle se nevyplatí kupovat těsně pod silnou resistencí nebo prodávat nad supportem
- Cykly – konkrétní načasování vstupu do pozice s ohledem na krátkodobé cykly

Jinými slovy, každý signál by měl být potvrzen indikátory z různých kategorií (9).

Další významnou inspirací pro můj automatický obchodní systém je „Triple screen trading system“, který zdůrazňuje nutnost sledovat grafy v třech různých timeframech. Zajímavé je, že v každém timeframu používá jiné typy indikátorů (15).

3.2 Indikátory

Naprostá většina automatických obchodních systémů používá nějaké indikátory. Pro tuto práci budou důležité zejména indikátory Moving Average (MA), Average True Range (ATR), Bollinger Bands (BB), Comodity Channel Index (CCI), Accumulation/Distribution (A/D) a Money Flow Index (MFI).

Moving Average

Klouzavé průměry jsou jedním z nejvšestrannějších nástrojů, které mohou být na grafech použity. Základní variantou je Simple Moving Average, který se počítá jako aritmetický průměr z několika posledních hodnot (perioda klouzavého průměru). Existují i další varianty, které dávají různým hodnotám různou váhu. Jako příklad můžu

uvést Exponential Moving Average a Linear Weighted Moving Average. Klouzavé průměry jsou velmi často používány jako součást AOS, příkladem může být již zmíněný Rubber Band Trade nebo různé systémy založené na překřížení dvou různých klouzavých průměrů.

Average True Range

Tento indikátor vyvinul J. Welles Wilder a používá se na měření volatility nebo stupně cenového pohybu obchodovaného instrumentu. Indikátor byl představen ve Wilderově knize *New Concepts in Technical Trading Systems* vydané v roce 1978 a původně byl určen na obchodování komodit, kde jsou obvyklé gapy a limitní pohyby. ATR je založen na absolutních cenových změnách, proto komodity s vyšší cenou mívají vyšší i indikátor ATR(7).

Postupem času se tento indikátor začal používat i na dalších trzích. V dnešní době se používá i při obchodování akcií a různých jejich derivátů jako jsou futures kontrakty, opce a CFD.

Bollinger Bands

BB je další indikátor volatility, jeho autorem je John Bollinger. Skládá se celkem z tří linií. První z nich je klouzavý průměr a hodnoty dalších dvou se vypočítají přičtením, resp. odečtením v základní verzi dvou standardních odchylek ceny. Indikátor má velké množství různých využití – od lepší identifikace vzorů v grafu, přes obchodní systémy, jakým je třeba breakoutová strategie Squeeze, až po normování jiných indikátorů (9).

Comodity Channel Index

CCI je vedoucí oscilující indikátor vyvinutý Donaldem Lambertem za účelem identifikace cyklických obrátů v cenách komodit, ale jako většina technických indikátorů ho lze použít i na obchodování dalších instrumentů. CCI je porovnání typické ceny a klouzavého průměru typické ceny, které je vyjádřeno tímto oscilátorem. Jeho hodnota se obvykle pohybuje od -100% do +100%, ale tyto hranice může i překonat. Používá se na předpovídání změny trendu a pro určení překoupených nebo přeprodaných úrovní (7).

Lambert používal CCI pro generování vstupních a výstupních signálů, když se CCI dostal nad 100% nebo pod -100%. To značí začátek velmi silného trendu a dává signál k otevření pozice. Když se CCI vrátí mezi hranice +100% a -100%, pozice by měla být uzavřena. Další možností je obchodovat odražení CCI od nulové hladiny nebo vyhledávání divergencí mezi vývojem indikátoru a ceny (7).

Accumulation/Distribution

A/D vyvinul v roce 1972 Larry Williams jako indikátor síly trhu primárně pro obchodování akcií. Je jedním z indikátorů, které kladou důraz kromě cenových změn i na objem obchodování. Rostoucí A/D znamená rostoucí poptávku a naopak klesající A/D značí klesající poptávku po podkladovém aktivu. Divergence nastává, pokud se A/D a ceny pohybují různými směry (7).

Money Flow Index

MFI je momentovým indikátorem a zároveň indikátorem tržní síly. Ultimátním cílem tohoto indikátoru je určit, zda peníze do podkladového aktiva za specifikovanou periodu více přitékají nebo odtékají. Rostoucí MFI znamená nákupní tlak, protože peníze přitékají. Klesající MFI znamená přesný opak.

Hodnota indikátoru osciluje mezi 0 a 100, přičemž hodnota nad 80 běžně značí překoupenost a hodnota pod 20 přeprodanost. Je ale možné používat i jiné úrovně. Například Quong a Soudack, tvůrci tohoto indikátoru, doporučují obchodovat až při protnutí hranice 90, resp. 10. Někteří obchodníci vyhledávají i u tohoto indikátoru divergence mezi vývojem indikátoru a vývojem ceny (7).

4 Vlastní návrhy řešení

Automatický obchodní systém byl navržen pro malou firmu, která podniká v oblasti obchodování na burze. Zejména je aktivní v oblasti vývoje, testování a následného ostrého obchodování burzovních strategií. V současné době firma obchoduje s akciemi a akciovými opcemi s tím, že zvažuje expanzi právě do oblasti obchodování s CFD.

4.1 Automatický obchodní systém (AOS)

V této podkapitole bude vysvětleno fungování navrženého automatického obchodního systému.

4.1.1 Indikátor SCORE

Hodnota mnou navrženého indikátoru SCORE se počítá jako aritmetický průměr ze sedmi hodnot. Každá z těchto sedmi hodnot je vypočítaná z hodnoty nebo změny hodnoty nějakého indikátoru tak, aby se vždy pohybovala v intervalu $\langle -100; 100 \rangle$, kde vysoké (kladné) hodnoty představují vhodnost nákupu a nízké (záporné) hodnoty vhodnost prodeje. Z výše uvedeného je zřejmé, že i hodnoty indikátoru SCORE se budou pohybovat v intervalu $\langle -100; 100 \rangle$, a že čím vyšší bude hodnota tohoto indikátoru, tím vhodnější bude v takovou chvíli nakupovat daný CFD kontrakt.

V dalším textu bude vysvětleno, jak se konkrétně počítá výše zmíněných sedm hodnot.

Krátkodobý trend

První složka je založená na změně 20denního klouzavého průměru „dnes-včera“. Takto vypočítaná hodnota je následně násobena indikátorem Average True Range a trendovou konstantou, aby bylo dosaženo hodnot v celém intervalu $\langle -100; 100 \rangle$. Vychází se zde z toho, že pokud krátkodobý trend roste, je vhodné kupovat.

Bollinger bands

Tato složka se snaží naopak identifikovat krátkodobé extrémní ceny. Pro indikátor byly zvoleny běžně používané parametry – perioda 20 dní a 2 standardní odchylky.

Pokud je cena nad horním Bollinger bandem, hodnota této složky indikátoru je -100 (vhodné na prodej). Pokud je cena na prostředním Bollinger bandu, hodnota této složky je 0 (neutrální) a pokud je cena pod spodním Bollinger bandem, je hodnota této složky +100 (vhodné na nákup). Mezi těmito hranicemi jsou hodnoty rovnoměrně rozděleny. Například pokud je horní Bollinger band na úrovni 200\$, prostřední Bollinger band 190\$ a cena 195\$, bude hodnota této složky indikátoru -50.

Riziko

Tato složka měří riziko nákupu vůči riziku prodeje. Za velmi rizikový prodej je považován takový, kde by stop-loss pokyn (vypočítaný funkcí Stop – součást AOS) pro tento prodej byl od současné ceny vzdálenější, než stop-loss pokyn pro případný nákup za stejnou cenu.

Čím více se současná cena blíží hodnotě stop-lossu pro prodejní pokyn a čím je hodnota pro stop-loss pro nákup vzdálenější, tím více se hodnota této složky indikátoru blíží k hodnotě -100. Toto platí samozřejmě i naopak.

CCI - hodnota

Vysoké hodnoty indikátoru Commodity Channel Index vyjadřují překoupenost, zatímco nízké hodnoty přeprodanost. Pro použití v indikátoru SCORE stačí použít zápornou hodnotu tohoto indikátoru.

CCI – rozdíl

Pokud indikátor CCI roste (měřeno rozdílem jeho dnešní a včerejší hodnoty), je to považováno za nákupní signál. Pokud naopak klesá, je to prodejní signál. Dále je postupováno podobně jako v části trend – vynásobením tohoto rozdílu konstantou, aby bylo dosaženo hodnot v rozsahu -100 až +100.

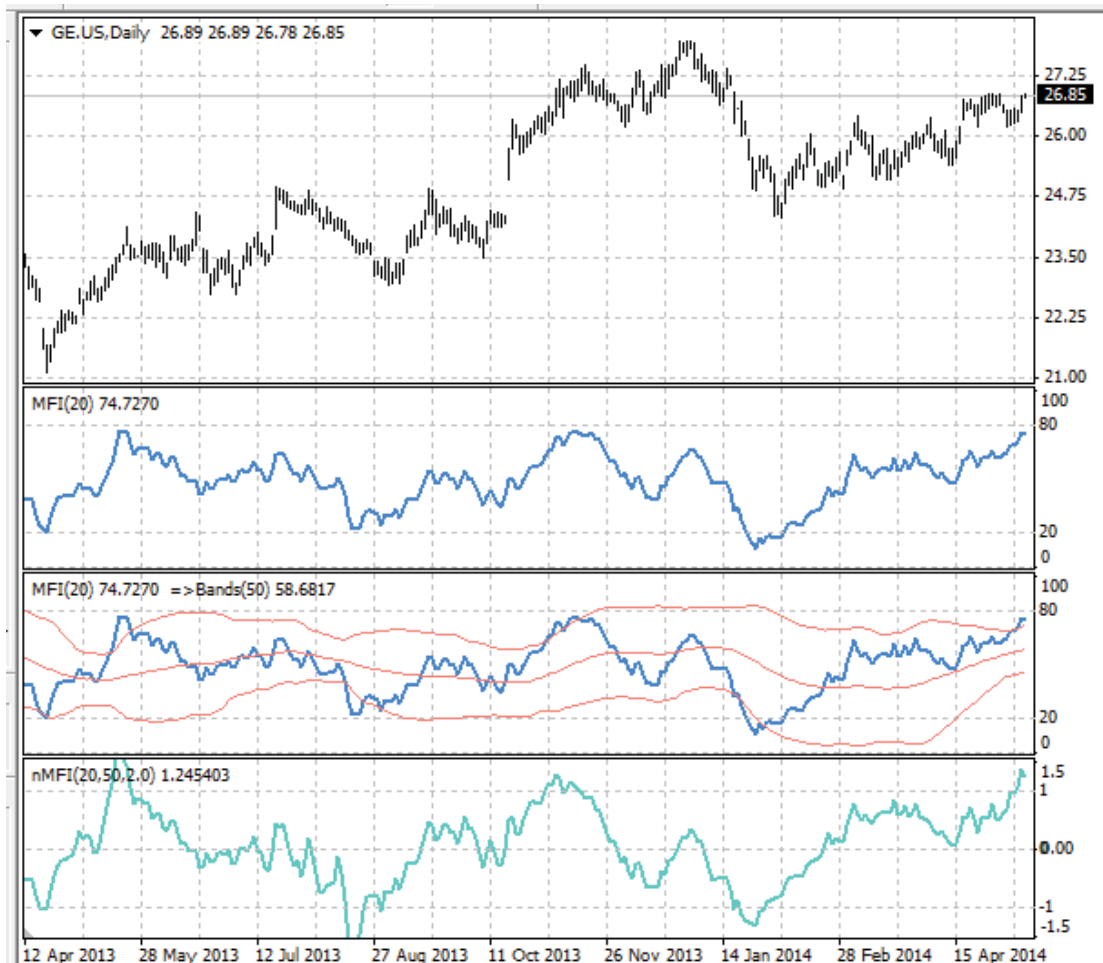
A/D

Stejně jako u předchozí složky, tentokrát pro indikátor Accumulation/Distribution.

nMFI

Pro tuto složku byl použit další vlastní indikátor – normovaný Money Flow Index. Postup normování je znázorněn na následujícím obrázku. Ve zkratce horní Bollinger

band aplikovaný na standardní indikátor MFI spojuje všechny body, které budou mít u nMFI hodnotu 1. Podobně prostřední BB znamená hodnotu 0 u nMFI a tak dále.



Obrázek 2: Normování MFI pomocí Bollinger Bands
Zdroj:vlastní

4.1.2 Vstupní parametry

Zásahem do kódu AOS by bylo možné upravit daleko více hodnot, nicméně pro další úvahy bude důležitých jen těchto 7 vstupních parametrů:

- stopSCORE – určuje hranici indikátoru SCORE od které je jiným způsobem nastavován Stop-loss.
- openSCORE – určuje minimální hodnotu indikátoru SCORE při standardním otevírání nové pozice.
- closeSCORE – Určuje hodnotu indikátoru SCORE pro okamžité uzavření otevřené pozice.

- initialStop – vynásobením aktuální ceny a initialStop se zjistí prvotní vzdálenost Stop-loss pokynu od otevírací ceny.
- Trend_C – Různé instrumenty mají různou cenovou úroveň, volatilitu a tím i různě silné trendy. Konstanta Trend_C vyrovnává tyto rozdíly tak, aby příslušná složka indikátoru SCORE dosahovala hodnot v celém rozsahu <-100;100>.
- CCI_C – podobná funkce jako Trend_C, tentokrát pro složku CCI – rozdíl.
- AD_C – konstanta upravující rozsah složky A/D.

4.1.3 Funkce

V této části budou popsány některé důležité funkce použité v navrženém AOS. Funkcí start() se bude zabývat další část práce.

MoneyManagement

Jedná se o jednoduchou proceduru bez vstupních parametrů, která před každým otevřením pokynu vypočítá velikost otevírané pozice. Vychází z toho, že při každém obchodě chci riskovat stejnou část dostupných peněžních prostředků (pokud by došlo k vykonání Stop-loss příkazu ještě v den otevření pozice). To vyjadřuje tato rovnice:

$$pocet * Ask * IS = \frac{AB - \frac{pocet * Ask}{10}}{SM}$$

Rovnice 1: Výchozí rovnice pro money management
Zdroj: Vlastní

pocet – počet obchodovaných kontraktů

Ask – aktuální cena

IS – initial stop, vstupní parametr

AB – Account Balance – stav účtu

SM – safety margin, ideálně číslo větší než jedna

Levá strana rovnice představuje maximální možnou ztrátu z právě otevírané pozice. Na pravé straně jsou od stavu účtu odečteny brokerovy požadavky na margin ve výši 10%

z objemu obchodu. Výsledek je následně vydělen konstantou SM, která tudíž vyjadřuje násobek maximální ztráty, která bude na účtu k dispozici po odečtení marginu. Platí, že čím vyšší je safety margin, tím menší pozice budou obchodovány a tím pádem i případné zisky nebo ztráty budou menší. Upravená rovnice vypadá takto:

$$pocet = \frac{AB}{Ask * (0,1 + IS * SM)}$$

Rovnice 2: Výsledná rovnice pro money management
Zdroj: Vlastní

Trend

Výstupem této funkce je číslo vypočítané jako podíl hodnot 50denního klouzavého průměru dnes a včera upravený tak, aby záporná čísla značila klesající a kladná čísla stoupající klouzavý průměr. Aby výsledkem nebyla malá desetinná čísla, je celá rovnice nakonec vynásobena konstantou 3000. Detailně tento výpočet ukazuje následující rovnice:

$$Trend = \left(\frac{MA(dnes)}{MA(včera)} - 1 \right) * 3000$$

Rovnice 3: Výpočet síly trendu
Zdroj: Vlastní

Takto vypočítaná hodnota je funkcí vrácena jen v případě, že se směr klouzavého průměru několik posledních dnů nemění, aby bylo zabráněno častým změnám výsledného trendu. V opačném případě je vrácena hodnota 0 – žádný trend. Tento minimální počet dní udává parametr minDelkaTrendu.

Stop

Tato procedura nastavuje Stop-loss, použít se na začátku každého dne, pokud je otevřený nějaký obchod. Pokud vezmu jako příklad stop-loss otevřené dlouhé pozice, bude se umísťovat ze začátku obchodu do poloviny vzdálenosti mezi současnou hodnotu stop-lossu a nejnižší low za poslední 4 dny. V konečné fázi obchodu, kdy indikátor SCORE poklesne pod hodnotu -stopSCORE, bude stop-loss umísťován do poloviny vzdálenosti mezi současnou cenu a hodnotu 50denního klouzavého průměru. Změny stop-lossu je možné provádět jen ve směru otevřeného obchodu – u dlouhé pozice ho lze jen zvyšovat nebo nechat na stejné úrovni. Stop-lossy pro krátké pozice fungují přesně opačně.

Init

Tato funkce je spuštěna vždy při startu AOS a pouze testuje, jestli již nejsou otevřené nějaké pozice. V případě, že by bylo otevřeno víc obchodů naráz, by tento AOS nefungoval správně.

4.1.4 Start

Funkce start() je nejdůležitější funkcí každého AOS a je spuštěna při každé změně ceny. V navrženém AOS se jedná o stavový automat, aktuální stav je uložen v proměnné „stav“.

Stav 0

V tomto základním stavu program zůstává, pokud není otevřený žádný obchod a zároveň od posledního otevření obchodu neuběhl minimální počet dní (10). Tento test zajišťuje, aby nebylo otevíráno velké množství ztrátových obchodů těsně po sobě. Po uplynutí deseti dní přechází program do stavu 1.

Stav 1

V tomto stavu dochází k rozhodnutí, zda nakoupit (stav 2), prodat (stav -2) nebo vyčkávat (stav 1). K nákupu (přesunu do stavu 2) dojde, pokud jsou splněny tyto 3 podmínky:

- Cena je pod 50denním klouzavým průměrem
- Funkce Trend vrací hodnotu vyšší než vstupní parametr minTrend
- Indikátor SCORE má vyšší hodnotu, než vstupní parametr openSCORE

Podmínky pro prodej jsou přesně opačné. Vzhledem k tomu, že prodej i nákup se řídí přesně opačnými pravidly, budu popisovat jen nákup. Stavů -2, -3 a -4 jsou ekvivalenty stavů 2, 3 a 4 pro prodejní pokyny.

Stav 2

V tomto stavu se nejprve funkcí MoneyManagement vypočítá velikost otevírané pozice, následně se odešle nákupní příkaz a stav se změní na 3.

Stav 3

Tento stav slouží pro monitorování otevřené dlouhé pozice. Nejprve se otestuje, jestli je pozice stále ještě otevřená (jinak se stav změní na 0), potom jestli dnes již byl upraven stop-loss (pokud ne, zavolá se funkce Stop) a nakonec jestli jsou splněny podmínky pro uzavření pozice. Pozice se uzavře pokynem OrderClose, pokud trend přestane být rostoucí nebo pokud indikátor SCORE klesne pod hodnotu $-\text{closeSCORE}$. Pokud je pozice uzavřena právě pokynem OrderClose, stav se změní na hodnotu 4.

Stav 4

Tady se testuje, jestli nebyla pozice uzavřena předčasně, ještě před dosažením vrcholu daného pohybu. Pokud jsou splněny standardní požadavky pro nákup nebo pokud se indikátor SCORE dostane do kladných hodnot při nižší ceně, než při jaké byla pozice uzavřena, stav se změní na 2 (nákup). Pokud ale trend přestane růst, změní se stav na hodnotu 0.

4.2 Optimalizace a testování

Strategie byla testována na deseti symbolech, CFD na akcie sedmi náhodně vybraných významných světových společností a tří indexů. Prvním krokem bylo nastavení parametrů trend_C, CCI_C a AD_C tak, aby příslušné složky indikátoru SCORE dosahovaly v roce 2009 hodnot v celém rozsahu $\langle -100;100 \rangle$. Takto odhadnuté parametry jsou uvedeny v následující tabulce a po celou dobu optimalizace a testování se pro daný symbol nemění.

Tabulka 1: Neoptimalizované vstupní proměnné

Proměnná\Symbol	MCD	AMZN	MSFT	C	AAPL
trend_C	600	100	2000	100	50
CCI_C	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
AD_C	0.3	0.2	1	0.3	0.2
Proměnná\Symbol	GOOG	XOM	US30	US500	US100
trend_C	6	500	0.05	2	1
CCI_C	1.2	1.2	1.2	1.5	1.2
AD_C	0.05	0.4	0.04	0.1	0.04

Zdroj: Vlastní

Optimalizovány byly parametry stopSCORE, openSCORE, closeSCORE a initialStop, tedy celkem 4 parametry. Jejich hodnoty byly optimalizovány vždy podle následující tabulky. Při optimalizaci nebylo využito genetických algoritmů, aby bylo vždy možné uložit výsledky pro všech 3240 možných kombinací vstupních parametrů. Pro zachování porovnatelnosti výsledků byl spread při optimalizaci i testování nastaven u všech symbolů na hodnotu 10. Vzhledem k tomu, že jsou uskutečňovány průměrně jen jednotky obchodů ročně, nemá spread až tak velký význam.

Tabulka 2: Optimalizované vstupní proměnné

Proměnná	Začátek	Krok	Konec
stopSCORE	20	10	100
openSCORE	10	5	50
closeSCORE	30	10	100
initialStop	0.01	0.01	0.05

Zdroj: Vlastní

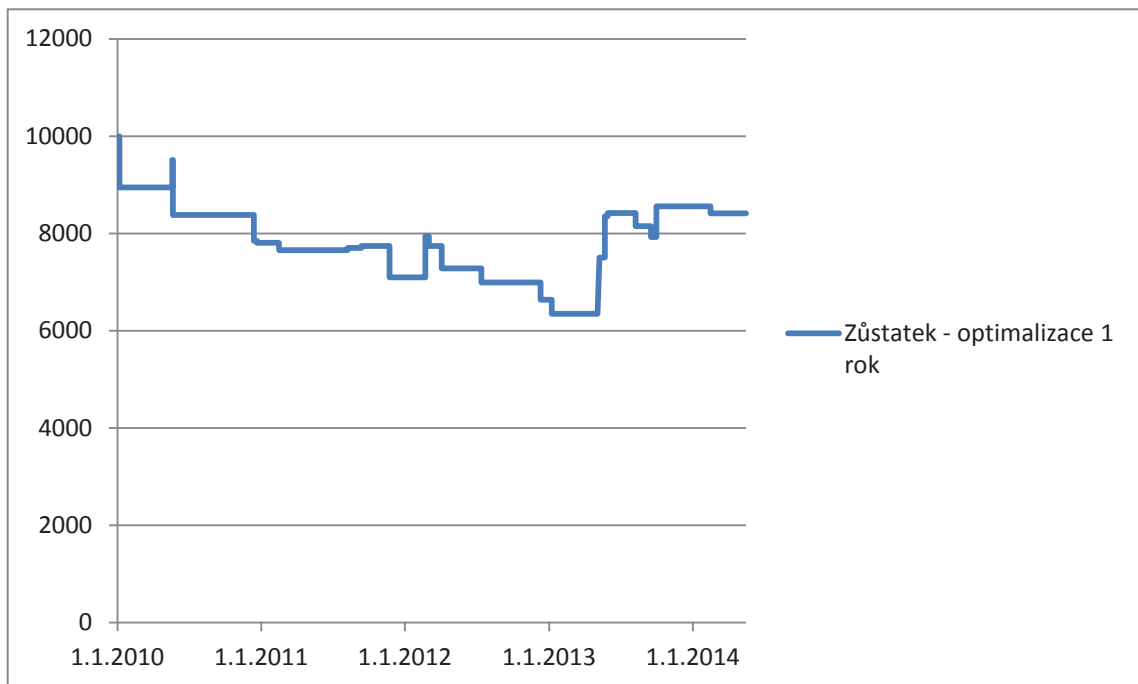
AOS byl testován na historických datech od 1. 1. 2010 do 15. 5. 2014. Testován byl vždy celý kalendářní rok se stejnými parametry zjištěnými optimalizací na předchozích letech. Optimalizace byla provedena dvěma způsoby. První způsob byl jeden rok optimalizace následovaný jedním rokem testování, tedy například optimalizace na datech roku 2009 a následné testování zjištěné nejlepší kombinace parametrů na datech roku 2010. Druhým způsobem bylo optimalizace na datech za 3 roky předcházejících jednomu testovanému roku. Vždy byla vybrána kombinace parametrů, která v optimalizovaném období dosáhla největšího zisku, popř. nejmenší ztráty.

Strategie byla ovšem testována ještě jedním, úplně odlišným způsobem. Byl simulován náhodný výběr parametrů ve stejném rozsahu, jako při optimalizaci. Takový výběr by byl příliš závislý na náhodě, proto byl do grafu vynesena zůstatek obchodního účtu založený na průměrném zisku všech 3240 možných kombinací vstupních parametrů.

4.2.1 MCD

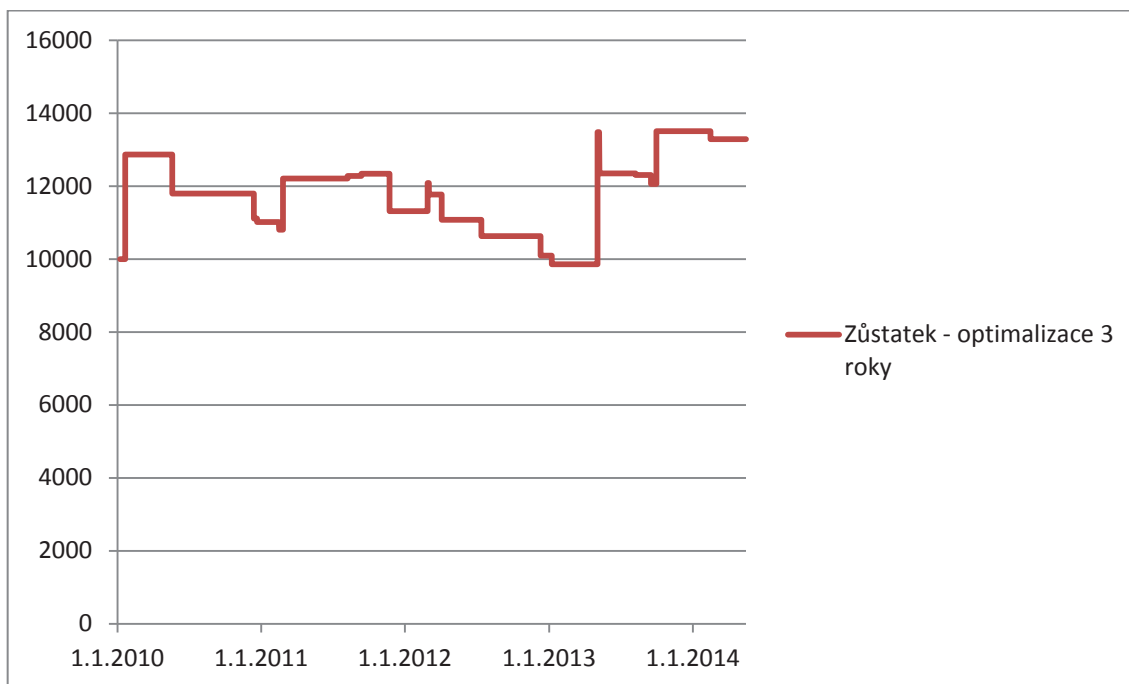
Prvním testovaným symbolem je MCD – kontrakt CFD na kmenové akcie společnosti McDonald's.

Nejprve byly parametry optimalizovány na datech jednoho kalendářního roku a testovány na datech roku následujícího. Při tomto způsobu optimalizace systém v letech 2010 až 2012 systém peníze ztrácel, v roce 2013 se podařilo část ztráty umazat a v roce 2014 nedošlo k téměř žádné změně. Celkem systém za necelých čtyři a půl let ztratil 1 585\$, což při počátečním vkladu 10 000\$ znamená roční výnosnost -3,43% Equity křivka je na následujícím obrázku.



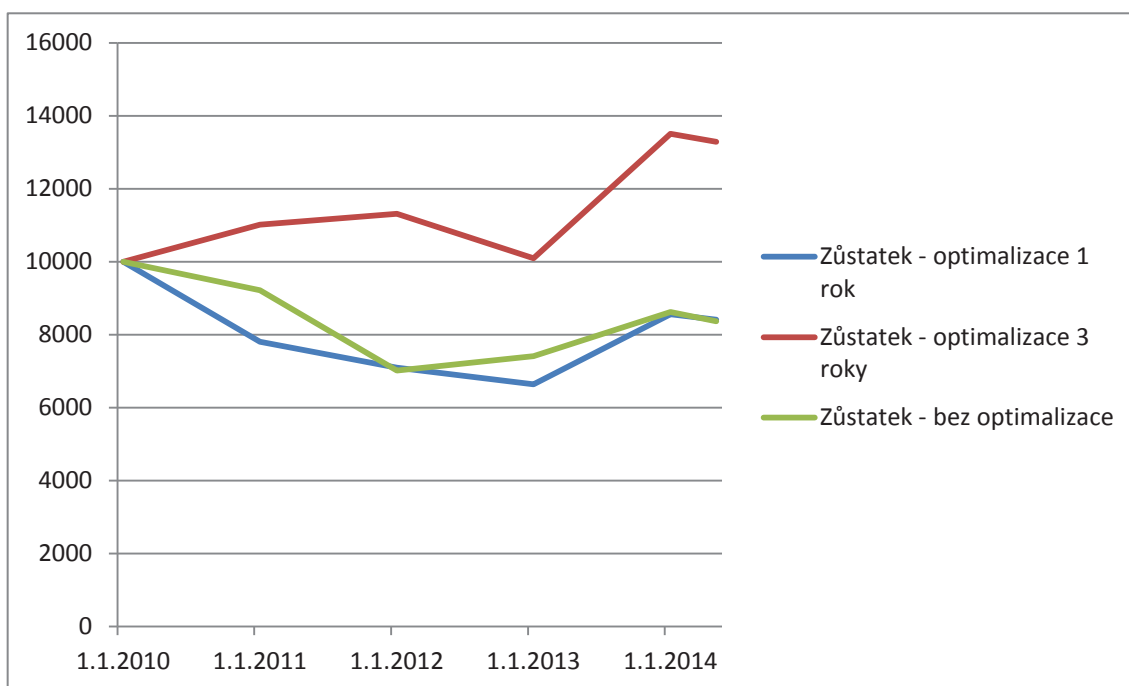
Graf 1: MCD – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

Při optimalizaci parametrů na 3 letech předcházejících testovanému kalendářnímu roku je situace zajímavější – AOS dosáhl zisku 3 285\$, což značí průměrný roční výnos 6,72%.



Graf 2: MCD – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní

Equity křivky pro variantu bez optimalizace a variantu s optimalizací na 1 rok jsou si u MCD velmi podobné. Výnosnost AOS bez optimalizace byla jen o trochu horší, než v případě optimalizace na 1 rok – absolutní ztráta 1 635\$, výnosnost -3,53% ročně. Už od prvního testovaného roku je zřejmé, že optimalizace na 3 roky vychází výrazně lépe.

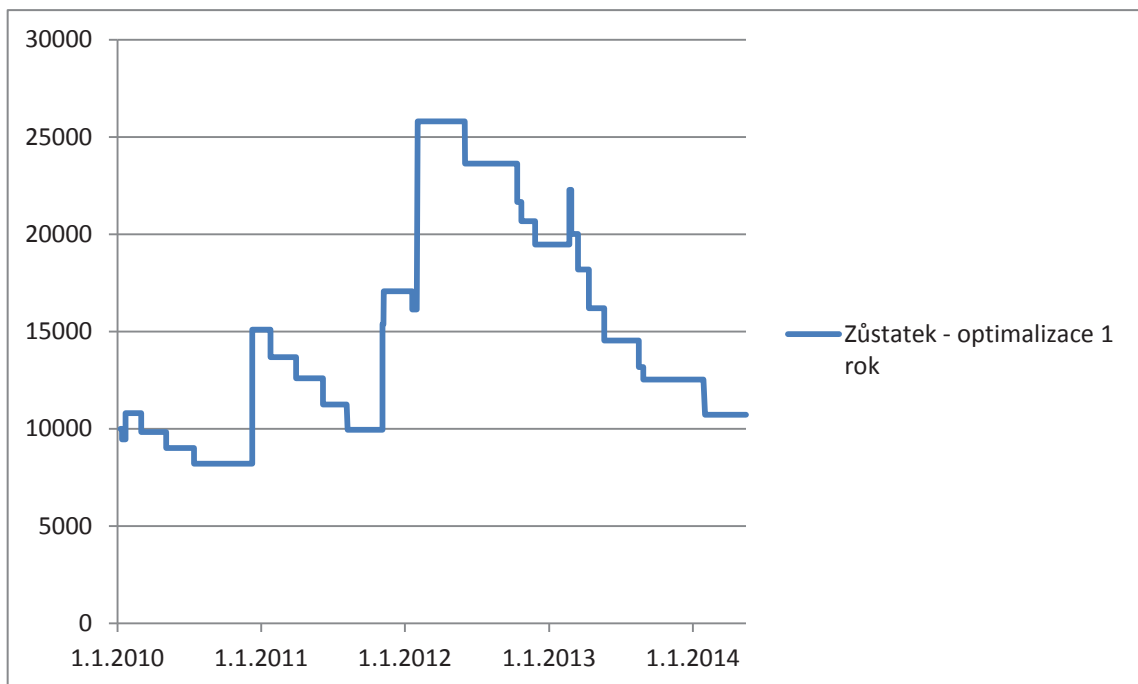


Graf 3: MCD – Equity

4.2.2 AMZN

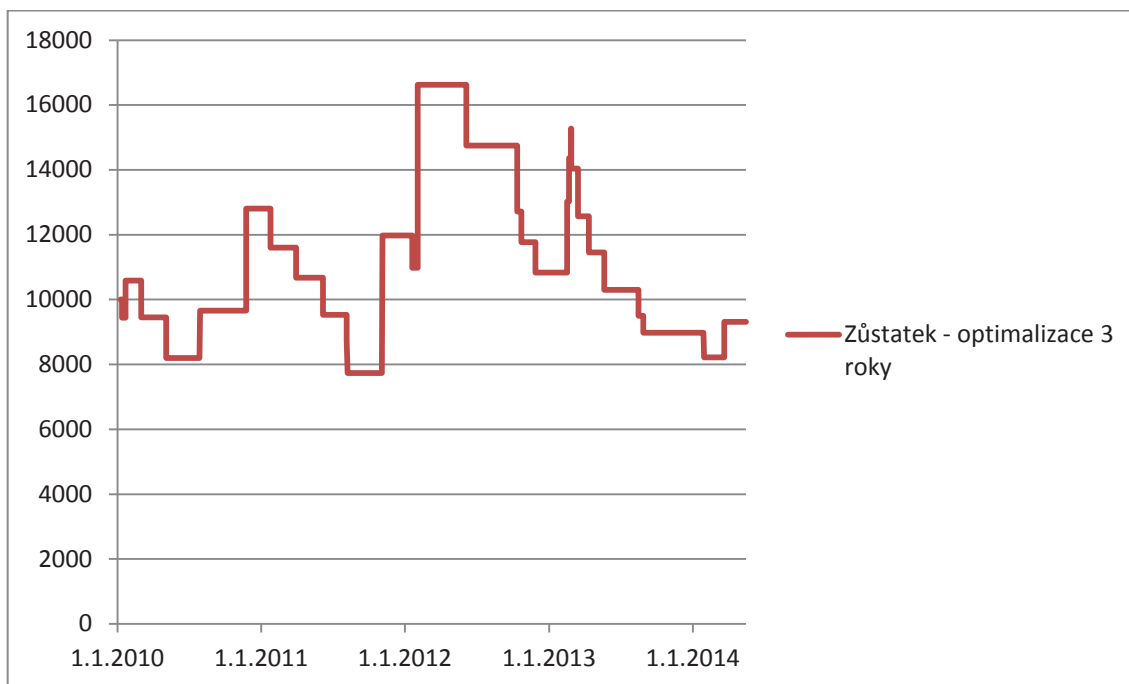
Navržený AOS byl dále testován na CFD na akcie společnosti Amazon.

Při optimalizaci na 1 rok vypadala situace velmi nadějně. Počátkem února 2012 se stav účtu vyšplhal až na 25 798\$, ale potom začal systém výrazně ztrácet a na konci testovaného období byl zisk pouhých 720\$, což vychází na zhodnocení 1,61% ročně.

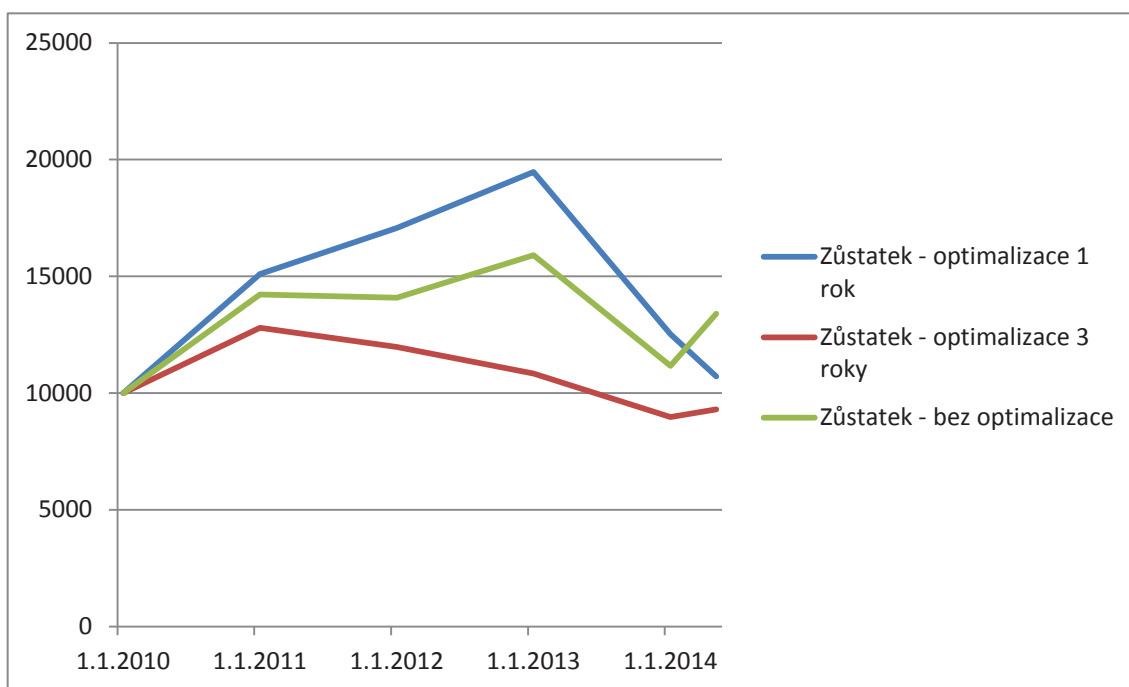


Graf 4:AMZN – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

Optimalizace na 3 roky vycházela už od začátku mírně hůř, ale i ta vypadala začátkem roku 2012 velmi nadějně. Nakonec bylo dosaženo ztráty 690\$, neboli výnosnost -1,54% ročně.



Graf 5:AMZN – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní



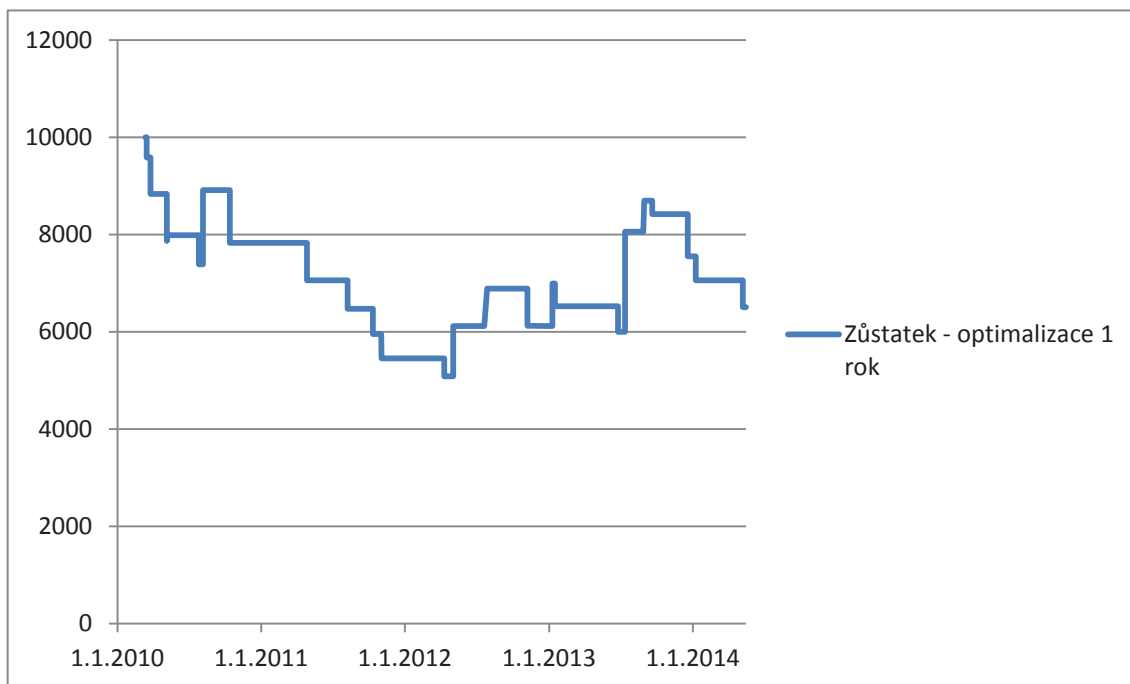
Graf 6:AMZN – Equity
zdroj: Vlastní

Průběh equity křivky pro variantu bez optimalizace opět trochu připomínal variantu optimalizace na 1 rok, i když zisky byly až do začátku roku 2014 nižší. V posledním půlroce však dosáhl tento způsob významného zisku, což mu zajistilo u AMZN nejlepší výsledek. Bez optimalizace by bylo dosaženo průměrného zisku 3 405\$ při roční výnosnosti 6,94%.

4.2.3 MSFT

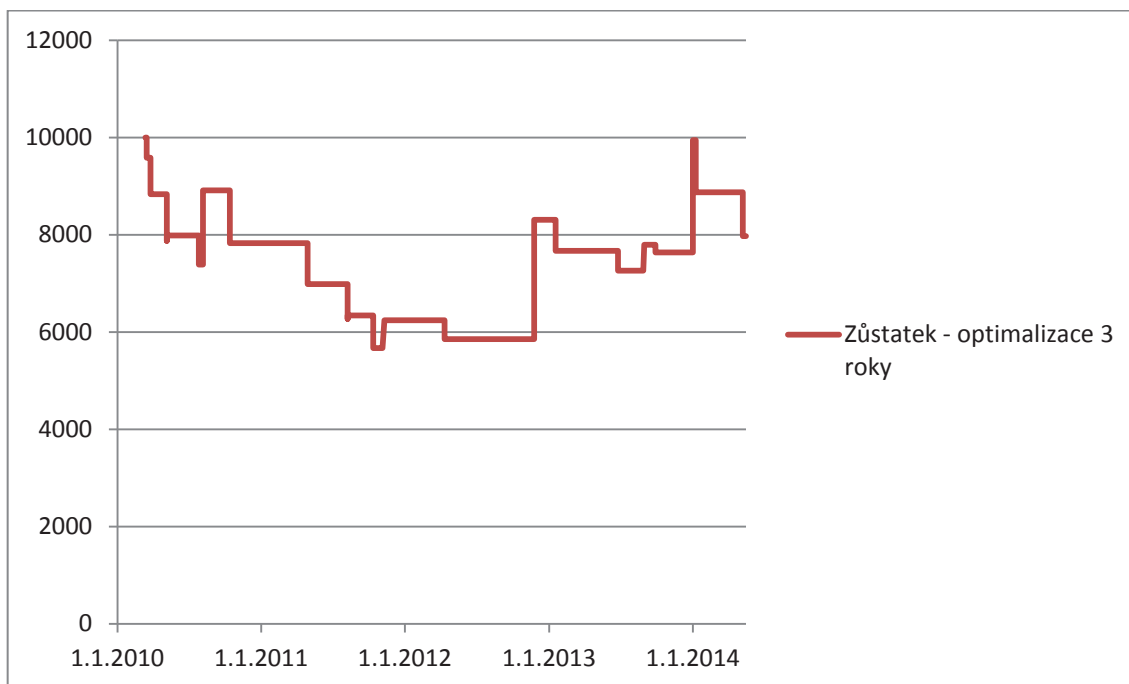
Další společností v pořadí je Microsoft.

Optimalizace na jeden rok tady opravdu nebyl dobrý nápad. Zůstatek na účtu se postupně propadl až na minimum 5 086\$ a testované období ukončil na hodnotě 6 502\$ znamenající ztrátu 3 498\$, jinak řečeno výnosnost -7,11% ročně.



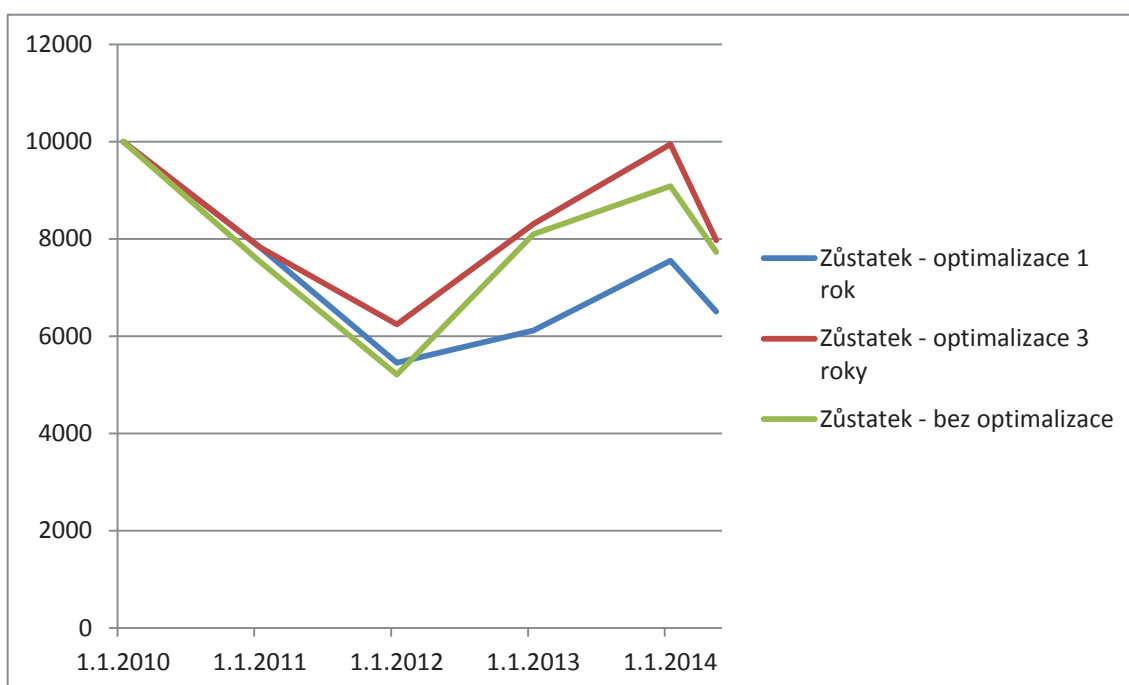
Graf 7:MSFT – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

Optimalizace na 3 roky dopadla o něco lépe, nicméně i tato varianta je ve ztrátě. Za necelých čtyři a půl roku by tato strategie prodělala 2 031\$, což by znamenalo výnosnost -4,33% ročně.



Graf 8: MSFT – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní

Ani bez optimalizace nebylo dosaženo zisku, tento AOS pravděpodobně pro obchodování MSFT není vhodný. Bez optimalizace ztráta 2 270\$, výnosnost -4,8% ročně.

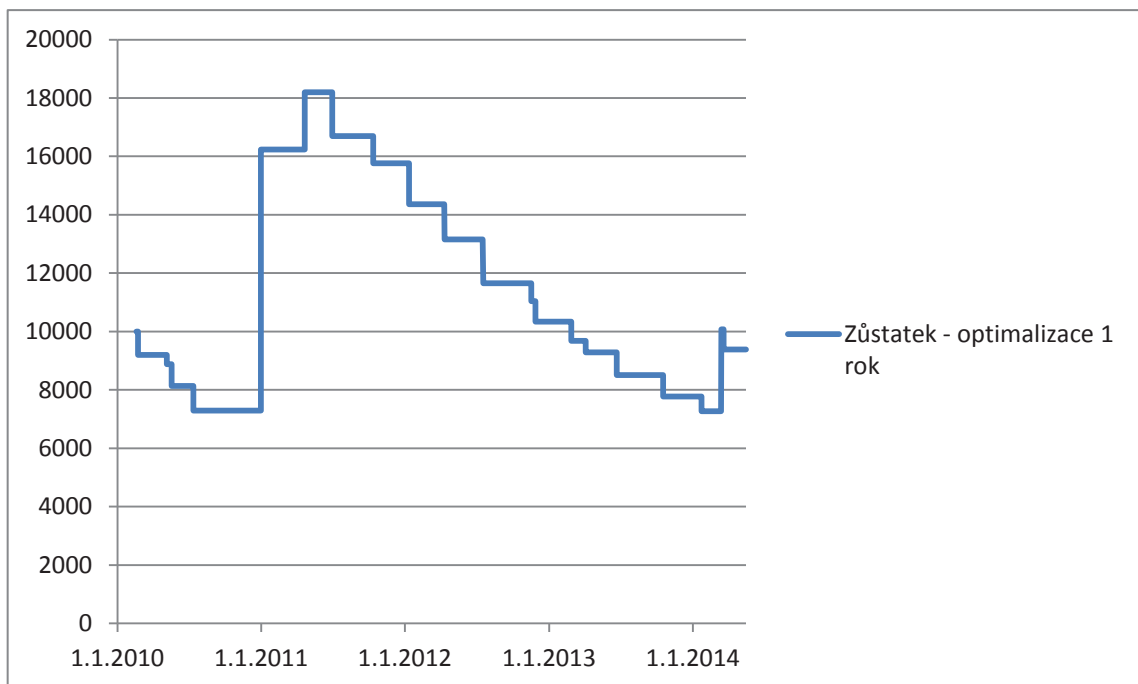


Graf 9: MSFT – Equity
zdroj: Vlastní

4.2.4 C

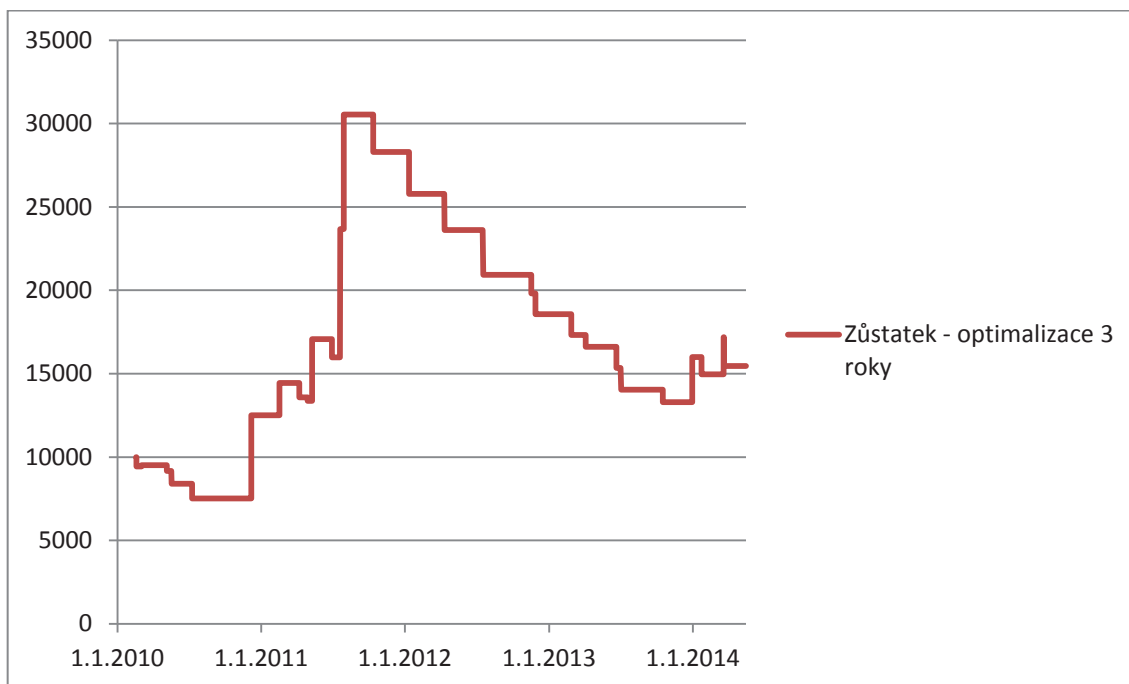
Strategie byla testována i na CFD jedné banky – Citigroup.

V roce 2011 se povedl jeden velmi výnosný obchod, ale kromě toho strategie při optimalizaci na 1 rok stále ztrácela. Celková ztráta činila 619\$ při roční výnosnosti -1,39%.



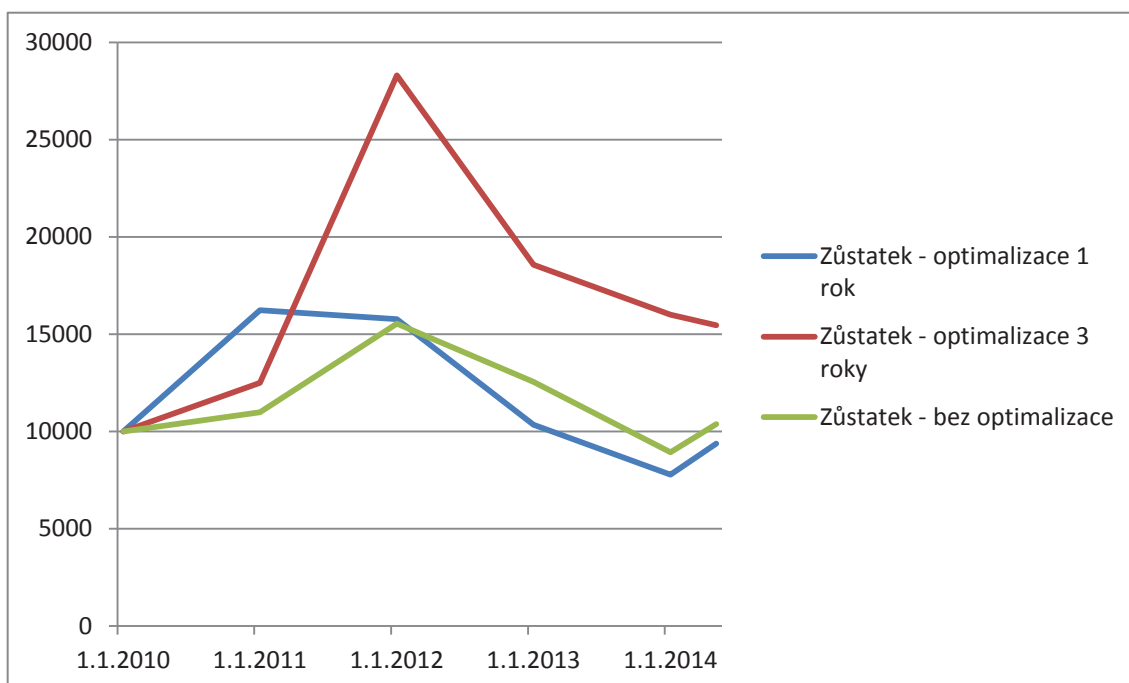
Graf 10:C – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

V případě optimalizace na 3 roky bylo úspěšných obchodů více, ale téměř všechny se opět soustředily do roku 2011, od té doby strategie ztrácí. Až v roce 2014 začala opět mírně vydělávat. Celkový zisk 5 464\$ při roční výnosnosti 10,5% je o poznání příjemnější.



Graf 11:C – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní

Výsledek testování bez optimalizace je podobný jako v případě optimalizace na 1 rok, ale podařilo se dosáhnout alespoň malého zisku. Zisk 375\$ při roční výnosnosti 0,85% ale nepřekoná ani úročení některých účtů.

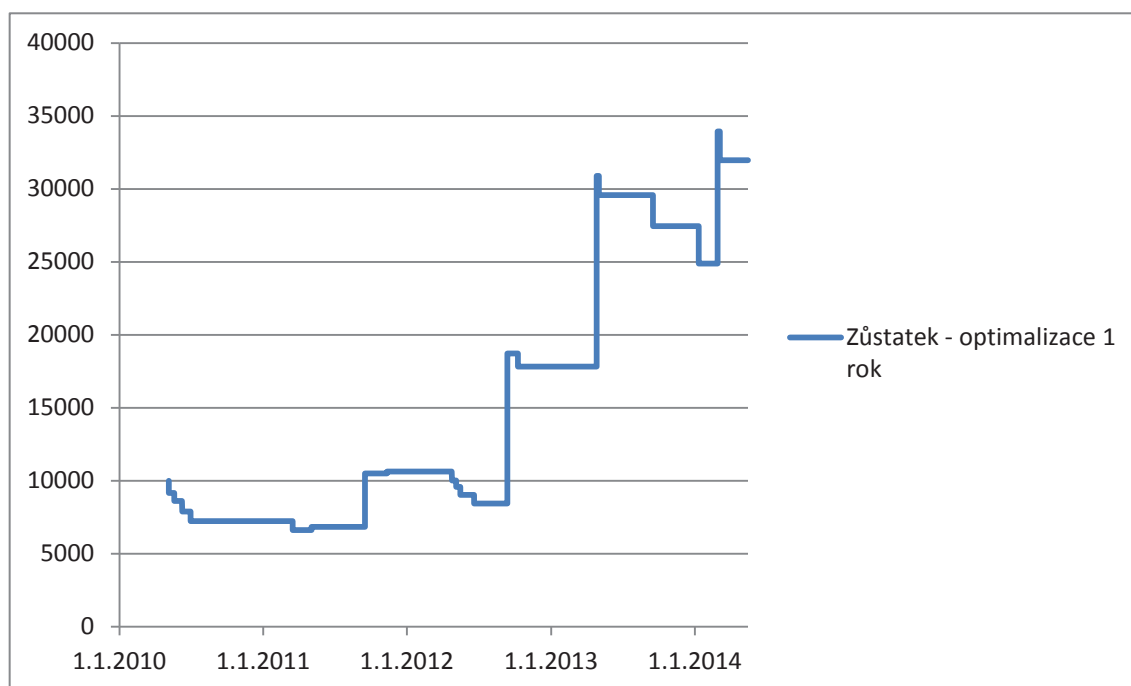


Graf 12:C – Equity
zdroj: Vlastní

4.2.5 AAPL

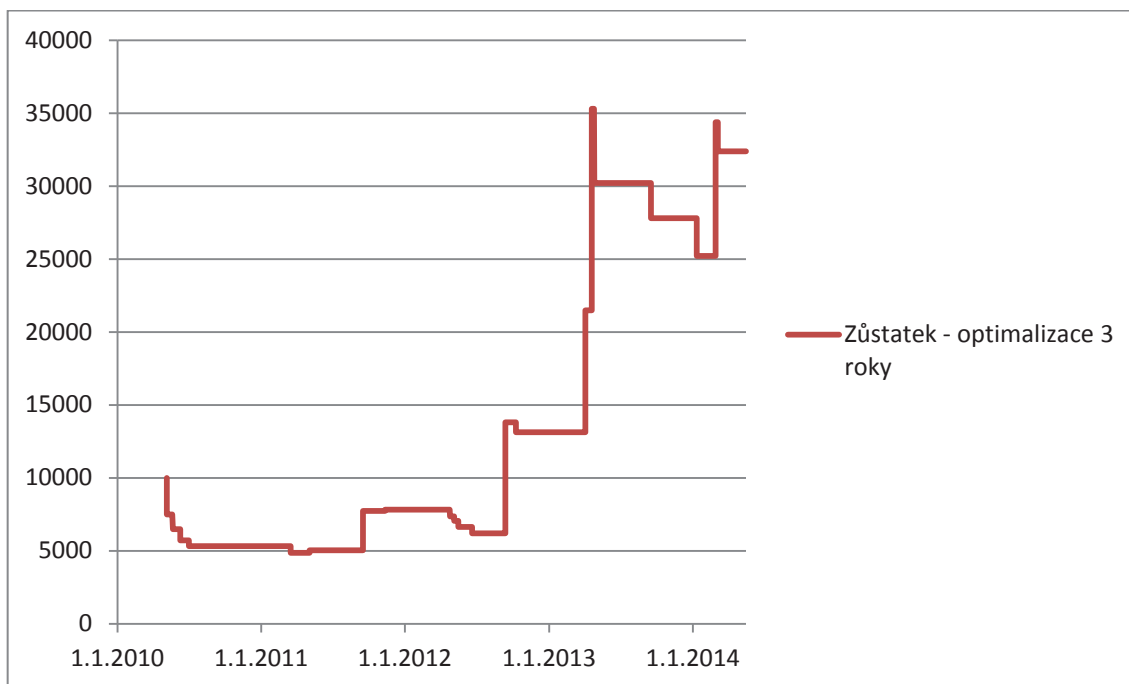
Další v pořadí je společnost Apple.

Při optimalizaci na 1 rok bylo dosaženo úctyhodného zhodnocení 30,48% ročně – zisk za celé testované období činí 21 956\$. Další příjemnou skutečností je, že druhá polovina testovaného období je výrazně výnosnější, než ta první. Mohlo by to znamenat, že podobná výnosnost bude pokračovat i do budoucna.



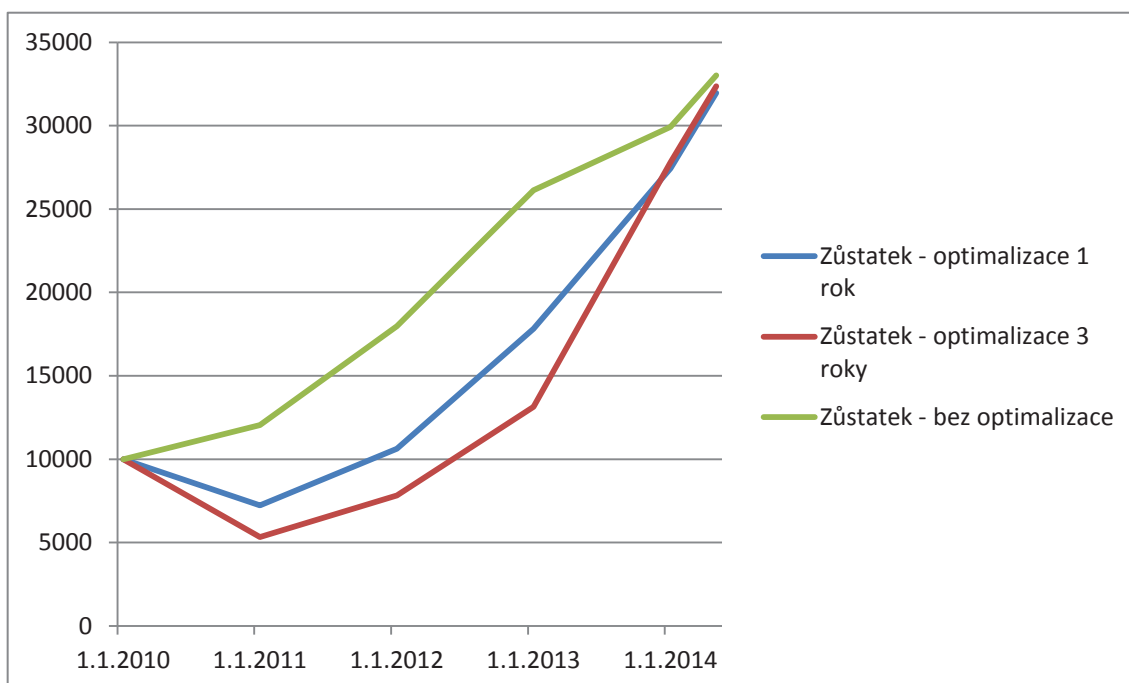
Graf 13:AAPL – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

Při optimalizaci na 3 roky byl zisk dokonce o pár dolarů vyšší, celkem 22 372\$. Výnosnost se zvedla na 30,86% ročně.



Graf 14: AAPL – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní

Z následujícího grafu je patrné, že skvělý výsledek nebyl způsoben optimalizací, ale prostě tím, že navržený AOS na tomto symbolu v testovaných letech hodně vydělával. Bez optimalizace zisk dosáhl dokonce 23 012\$ při ročním zhodnocení 31,45%.

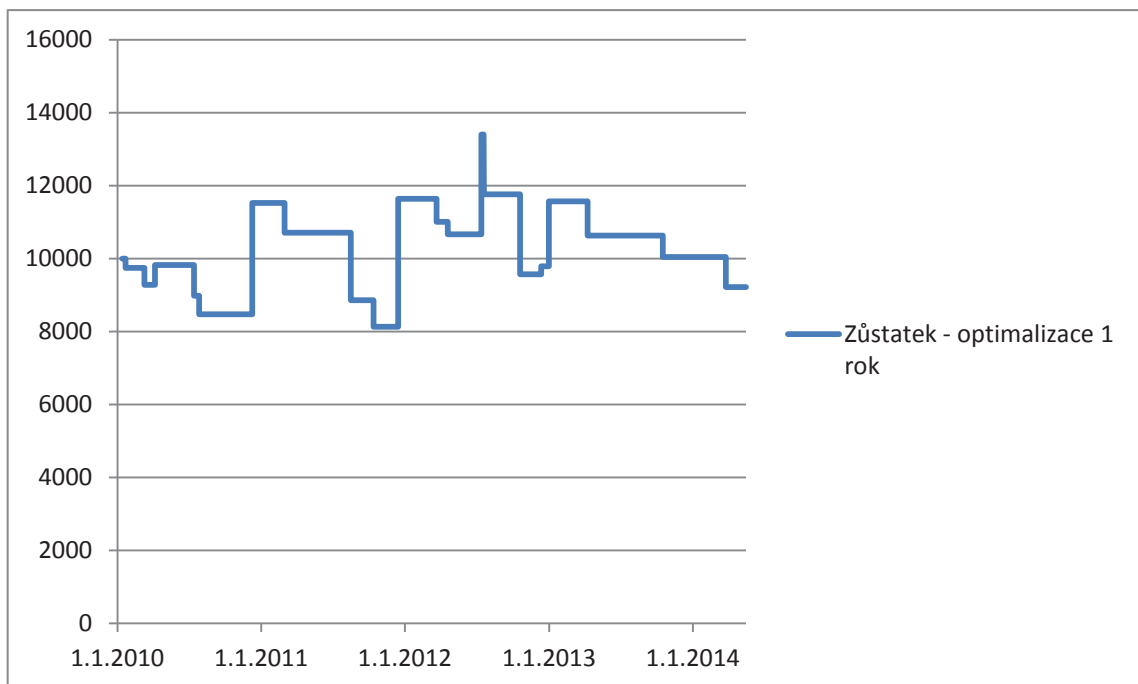


Graf 15: AAPL – Equity
zdroj: Vlastní

4.2.6 GOOG

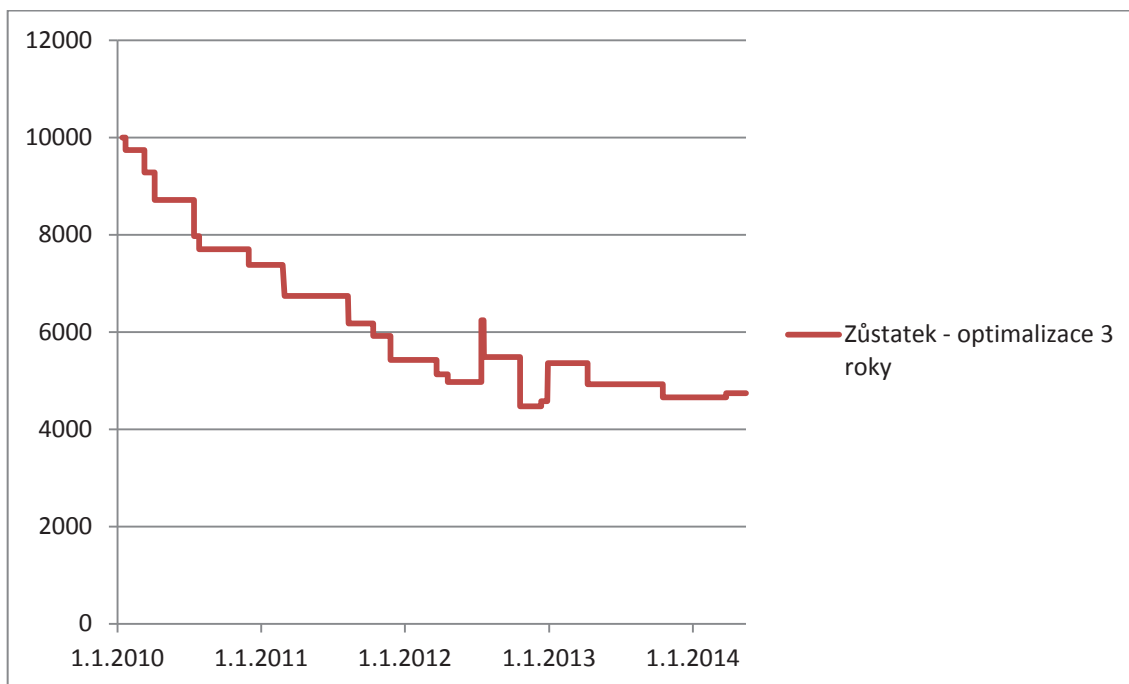
Jako další byly analyzovány CFD na akcie společnosti Google.

Optimalizací na 1 rok byla dosažena malá ztráta 786\$, což značí zhodnocení -1,75% ročně. Po celou dobu testovaného období zůstatek na obchodním účtu osciloval kolem hodnoty 10 000\$.



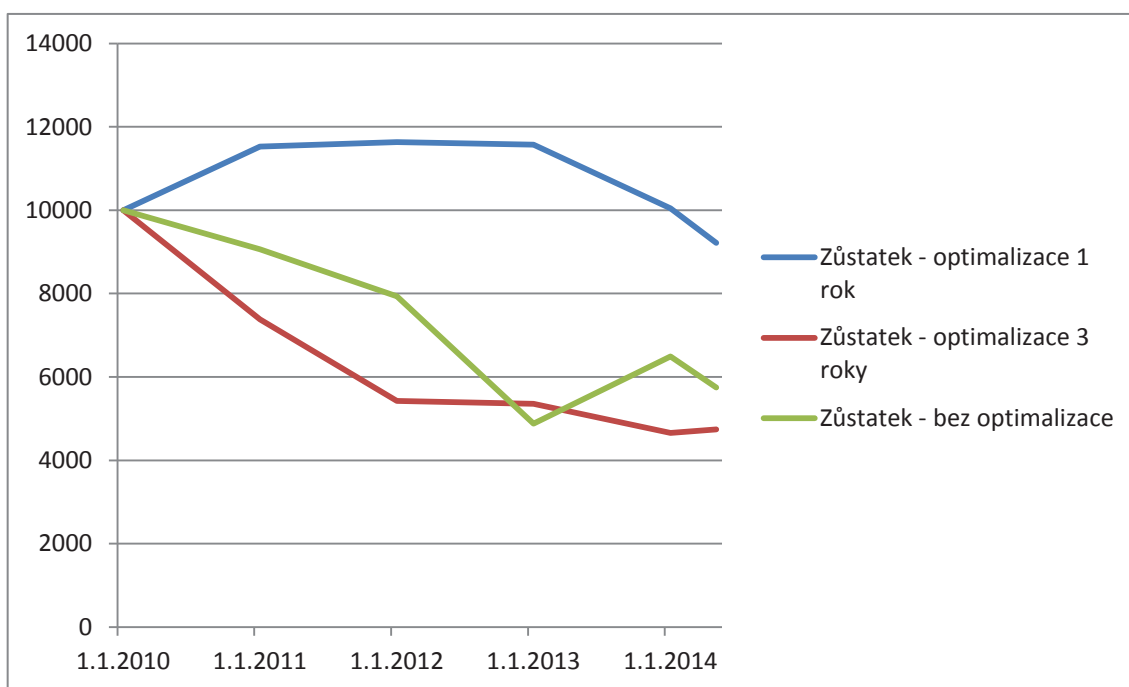
Graf 16:GOOG – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

V případě optimalizace na 3 roky byla situace výrazně horší. Ztráta 5257\$ značí výnosnost -10,16% ročně. I když se ke konci období pokles equity zpomalil, k žádnému výraznému růstu za celé testované období nedošlo.



Graf 17:GOOG – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní

Bez optimalizace byla situace skoro stejně špatná, jako při optimalizaci na 3 roky. Ztráta 4 252\$ znamená výnosnost -8,45% ročně.

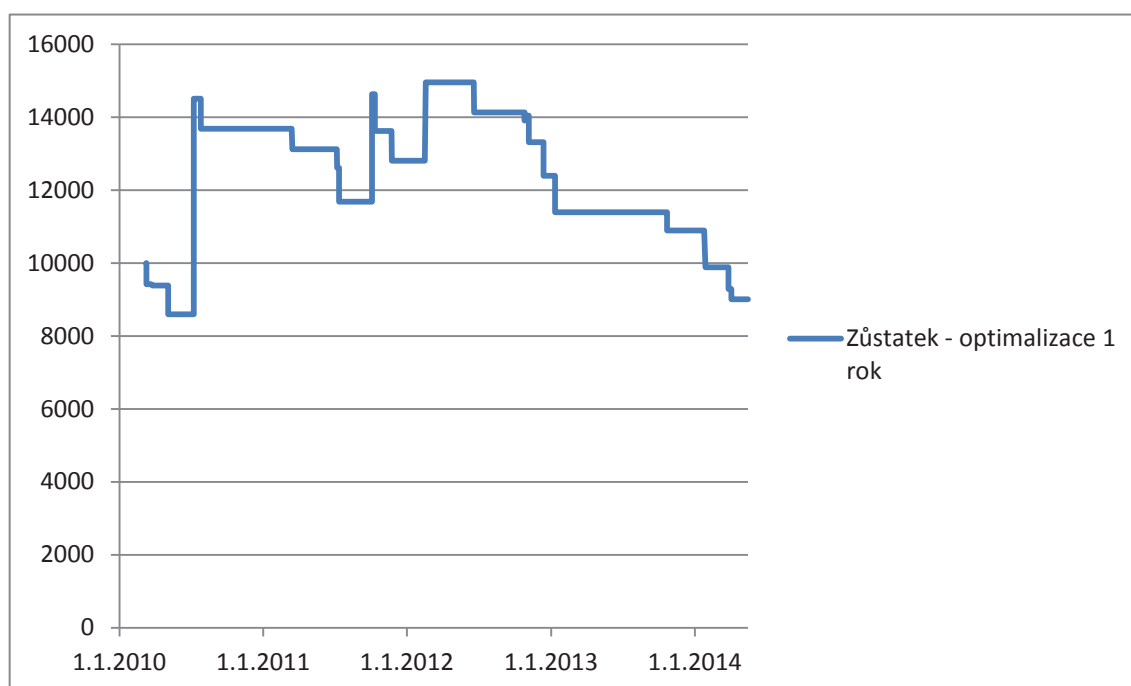


Graf 18:GOOG – Equity
zdroj: Vlastní

4.2.7 XOM

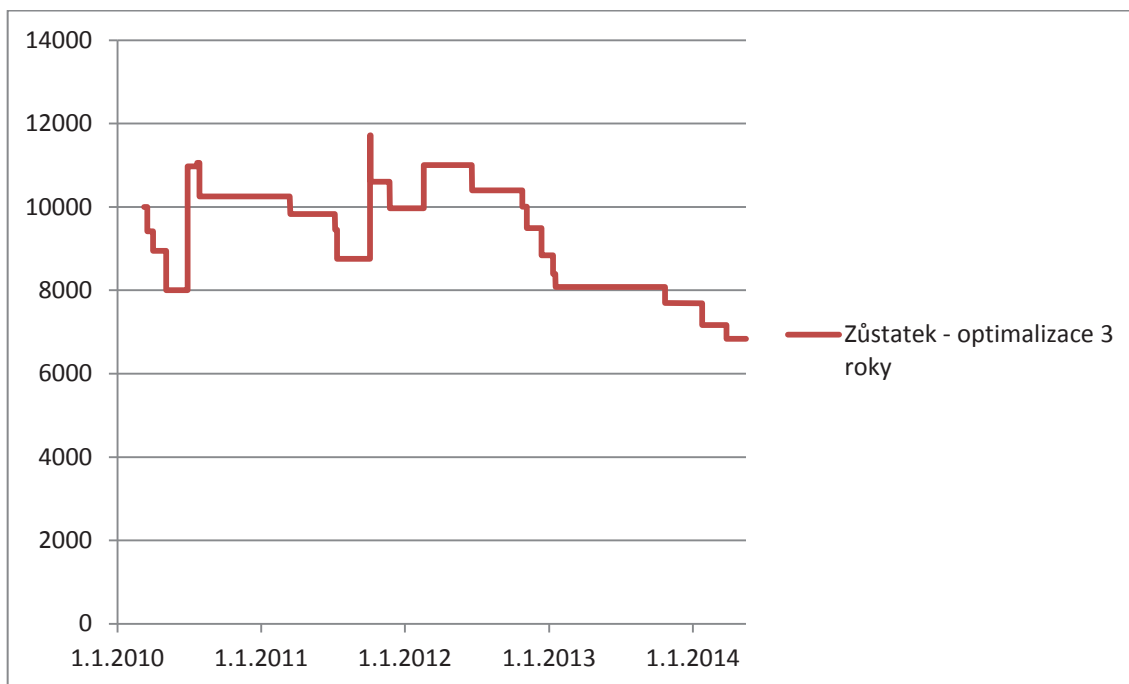
Jako poslední byly analyzovány CFD na kmenové akcie společnosti Exxon Mobil.

Při optimalizaci na jeden rok byla strategie většinu testovaného období v zisku, nicméně poslední dva roky se moc nedařilo a strategie nakonec skončila ve ztrátě. Ztráta 991\$, neboli výnosnost -2,19% ročně určitě není nic příznivého.



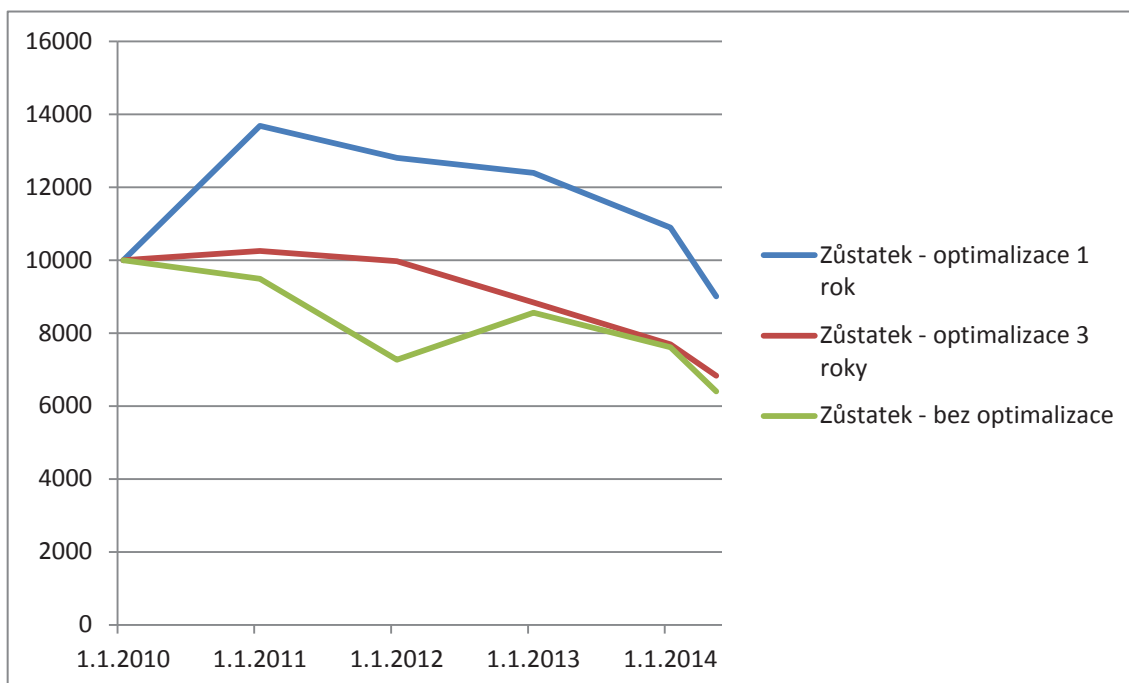
Graf 19:XOM – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

V případě optimalizace na 3 roky byla situace ještě horší. Zůstatek se většinu času pohyboval v rozmezí -8 000\$ až 12 000\$ a nakonec spodní hranici dokonce prolomil. Ztráta 3 165\$ při roční výnosnosti -6,5% byla pro případ optimalizace na 3 roky u XOM nejhorší ze všech testovaných symbolů.



Graf 20: XOM – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní

Bez optimalizace dopadl AOS ještě hůř, než při optimalizaci na 3 roky. Konkrétně skončil ve ztrátě 3 597\$ při roční výnosnosti -7,29%.

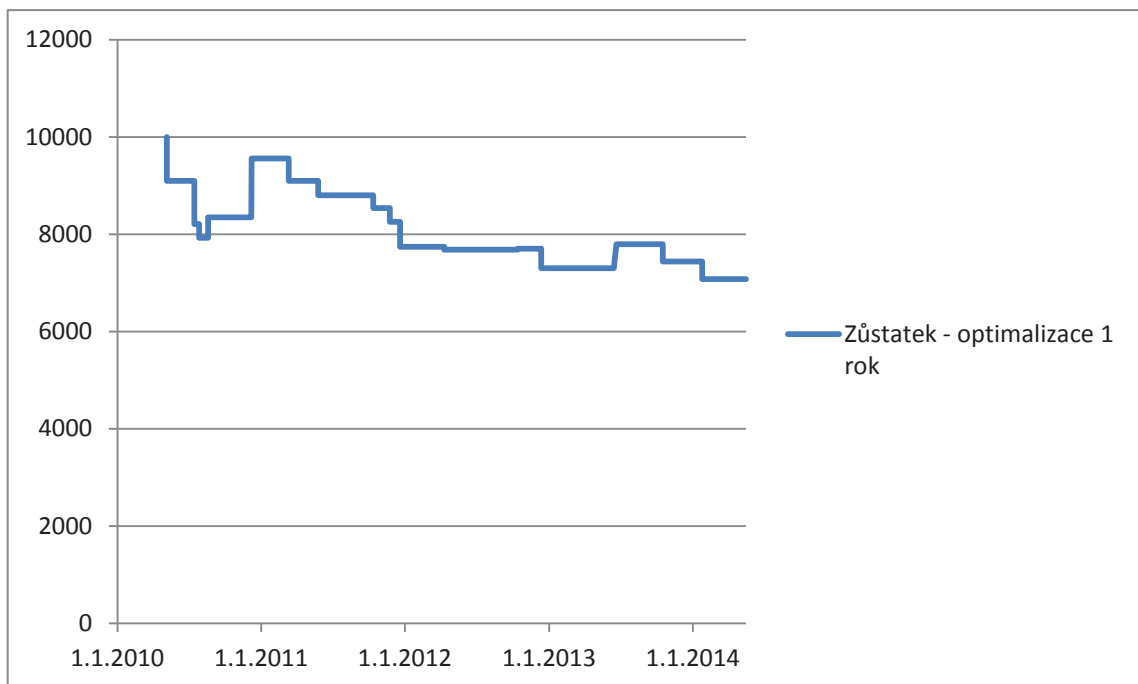


Graf 21: XOM – Equity
zdroj: Vlastní

4.2.8 US30

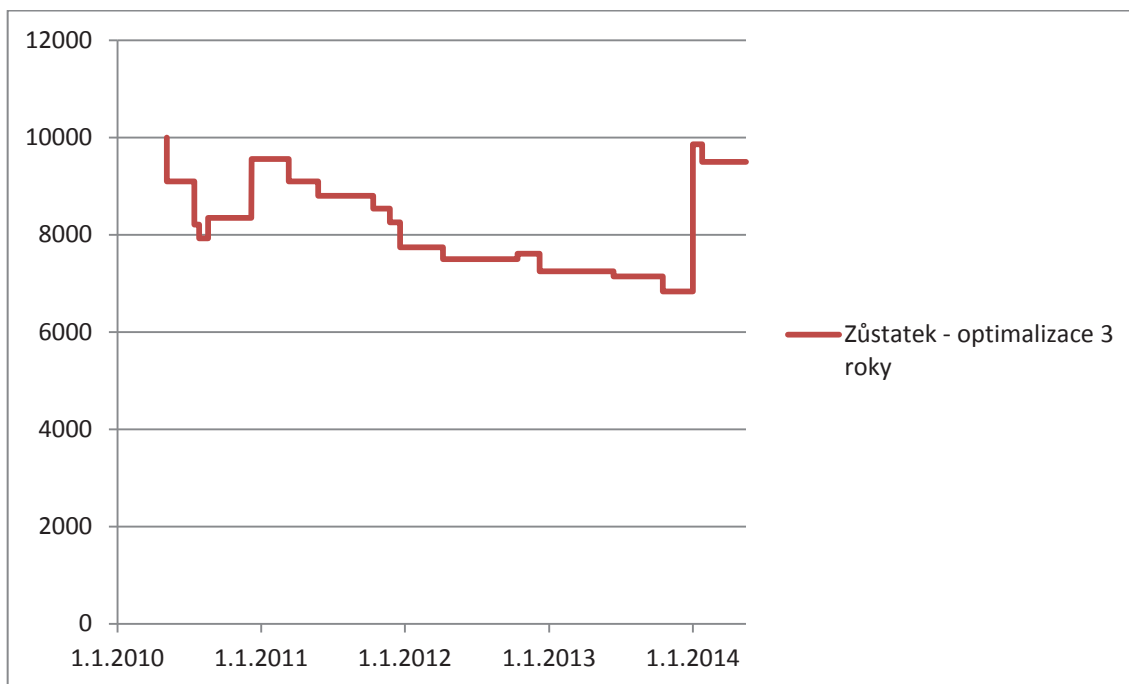
Navržený AOS byl dále testován na CFD na tři americké indexy. Prvním z nich je Dow Jones Industrial Average skrývající se pod symbolem US30.

Optimalizace na 1 rok vyústila v pozvolný úbytek peněžních prostředků. Nakonec z toho byla ztráta 2 921\$ značící výnosnost -6,04%.



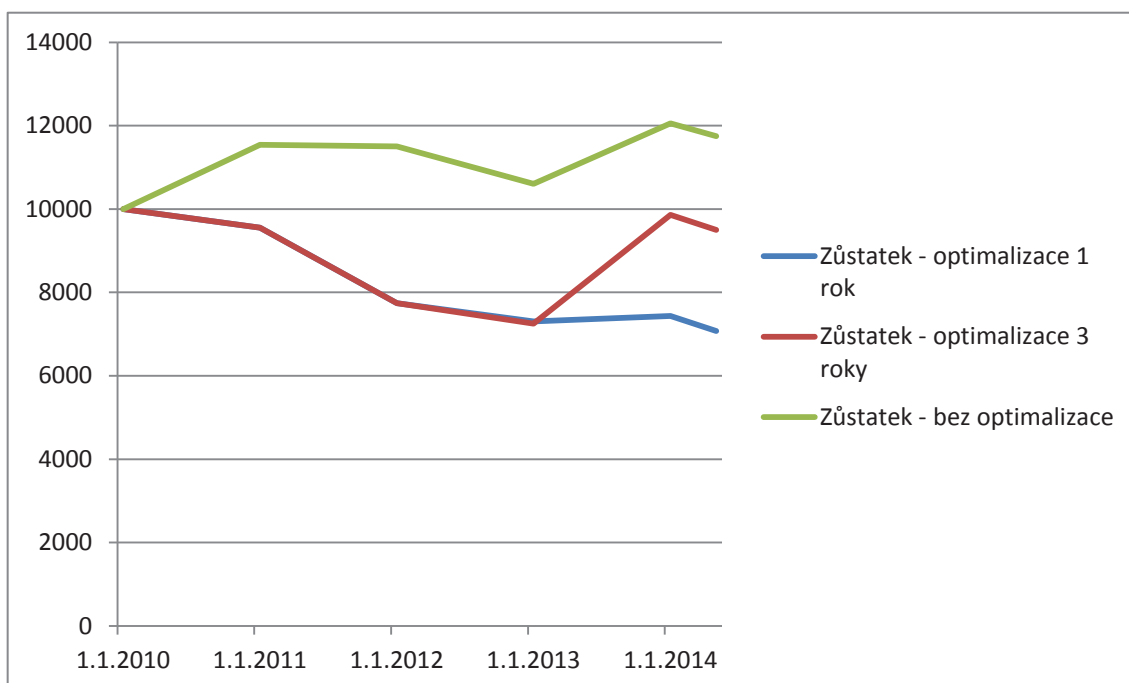
Graf 22:US30 – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

Optimalizace na 3 roky Na tom byla podobně, jako varianta optimalizace na 1 rok, nicméně na konci roku 2013 se povedl jeden velmi úspěšný obchod. Celková ztráta se díky tomu zmenšila na 500\$ (-1,12% ročně).



Graf 23:US30 – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní

Oba předešlé způsoby optimalizace u tohoto indexu byly ztrátové, přitom náhodným výběrem parametrů by bylo průměrně dosaženo zisku 1 745\$ při roční výnosnosti 3,75%. Není to sice nijak zvlášť dobrý výsledek, ale pořád lepší, než ztráta.

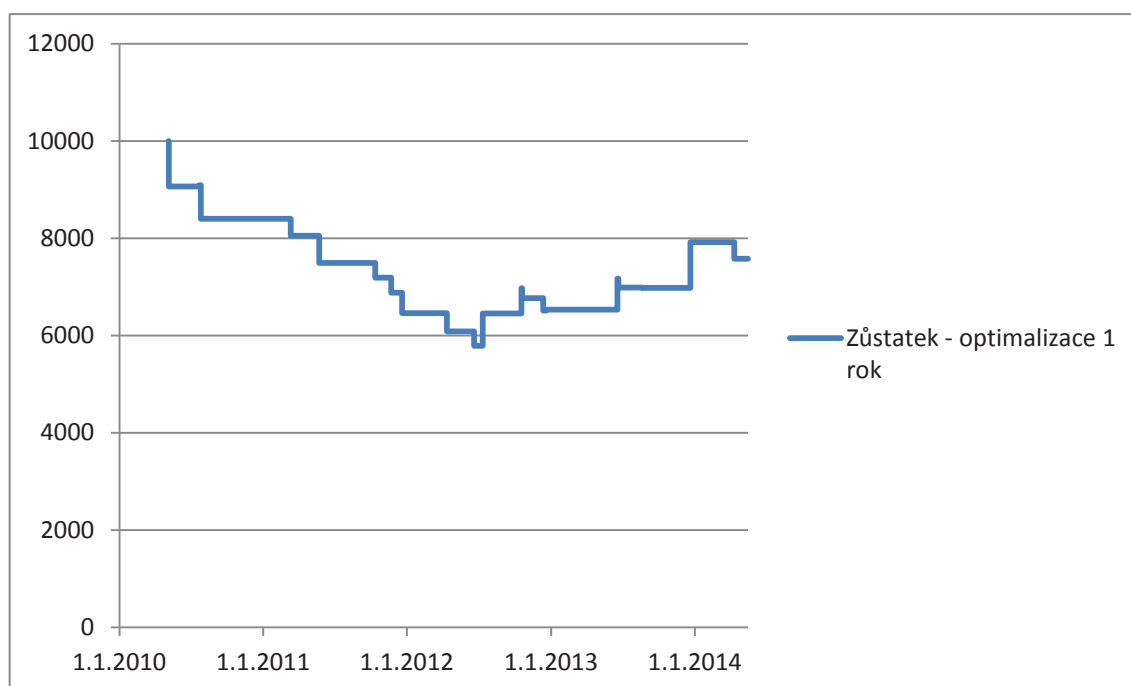


Graf 24:US30 – Equity
zdroj: Vlastní

4.2.1 US500

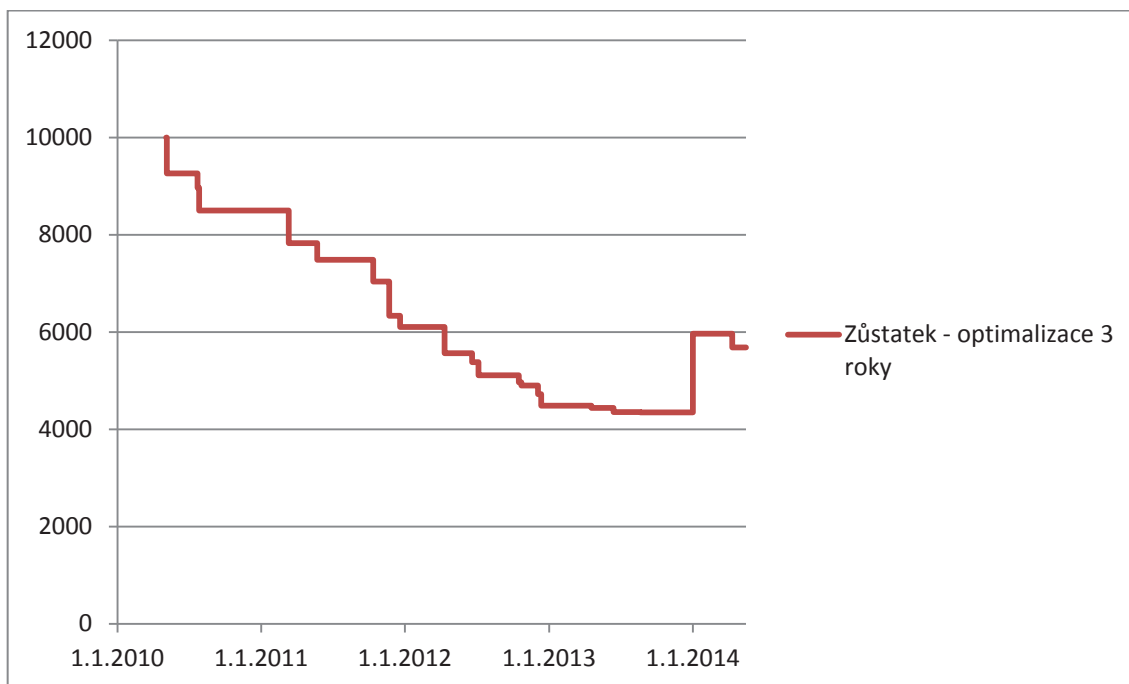
Dalším testovaným indexem je Standard & Poor's 500.

Při optimalizaci na 1 rok systém do poloviny roku 2012 ztrácel, od té doby pomalu vydělává, nicméně počáteční ztrátu se zatím nepodařilo vymazat. Dohromady bylo dosaženo ztráty 2 419\$ při průměrné výnosnosti -5,09% ročně.



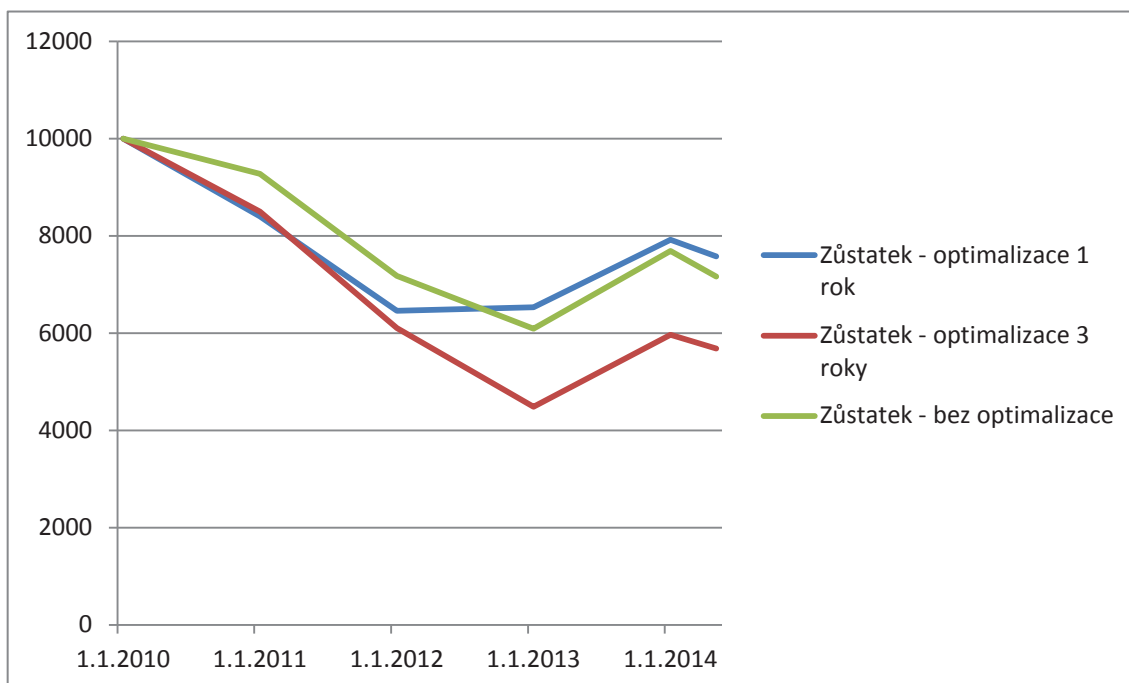
Graf 25:US500 – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

Optimalizace na 3 roky je ztrátová po celé testované období, až na jeden ziskový obchod na konci roku 2013. Celková ztráta se vyšplhala na 4 318\$ při průměrné výnosnosti -8,57%



Graf 26: US500 – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní

Varianta bez optimalizace si vedla velmi podobně, jako optimalizace na 1 rok. Testované období zakončila ve ztrátě 2 836\$ při průměrném zhodnocení -5,88%.

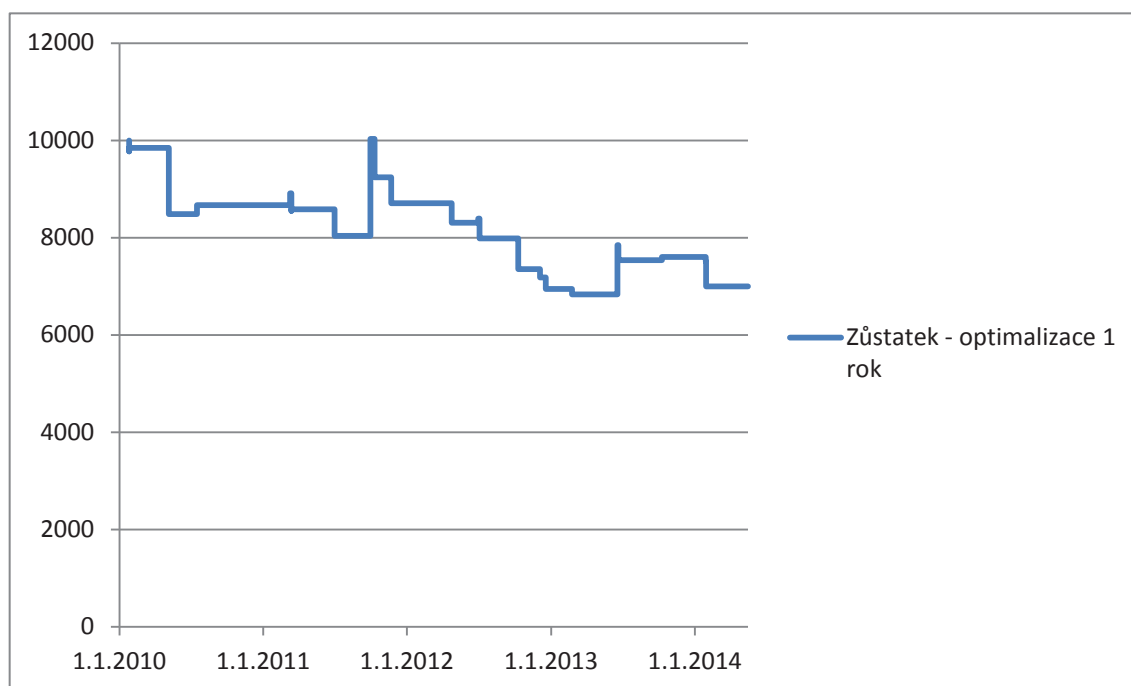


Graf 27: US500 – Equity
zdroj: Vlastní

4.2.2 US100

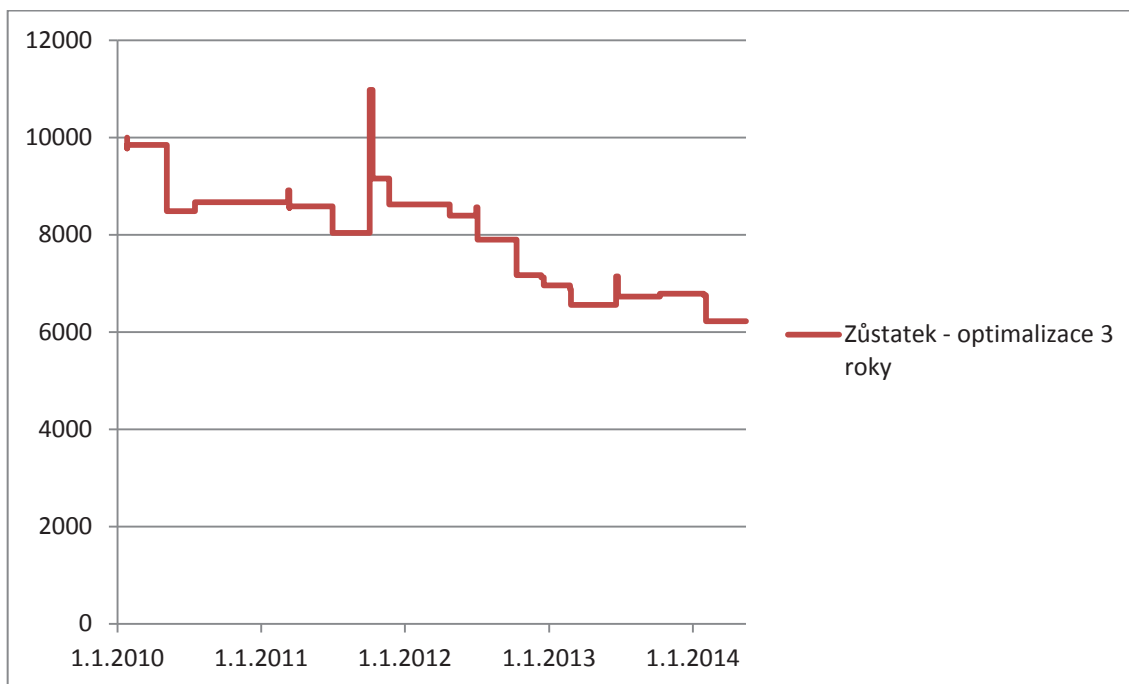
Posledním testovaným indexem je NASDAQ 100.

Při optimalizaci na 1 rok systém většinu času prodělával, konečná dosažená ztráta byla rovných 3 000\$ při roční výnosnosti -6,19%.



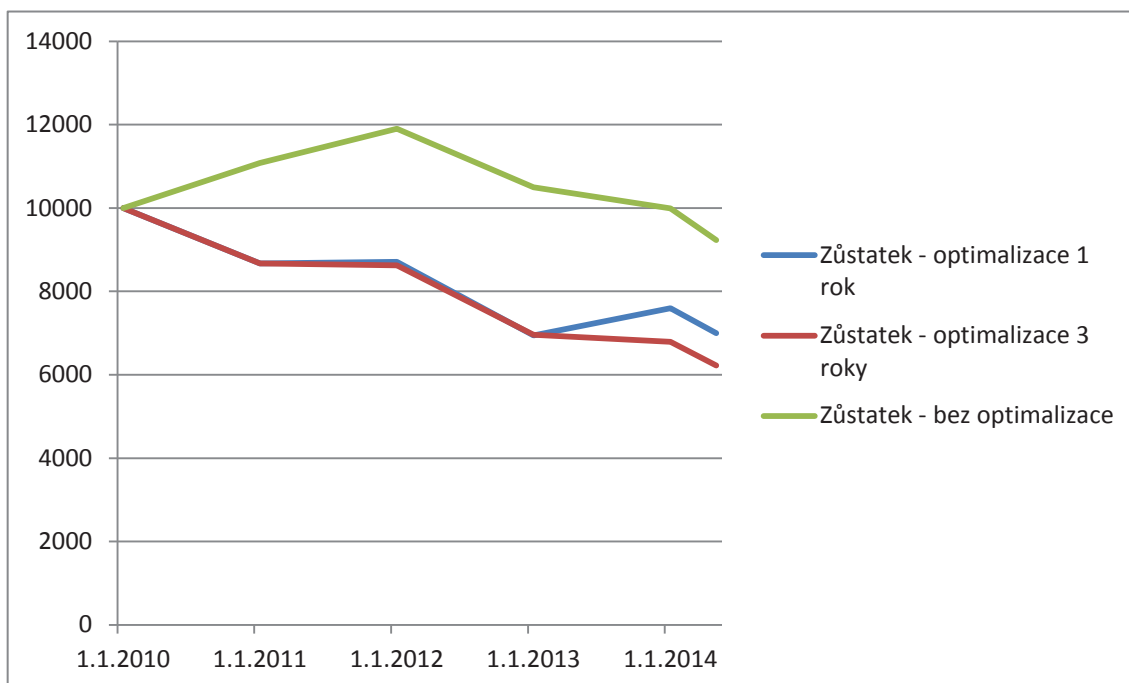
Graf 28:US100 – optimalizace 1 rok
zdroj: Vlastní

Optimalizace na 3 roky vycházela téměř totožně, výraznějšího rozdílu bylo dosaženo až v roce 2013. Celková ztráta byla dokonce 3 776\$, což znamená výnosnost -7,61% ročně.



Graf 29: US100 – optimalizace 3 roky
zdroj: Vlastní

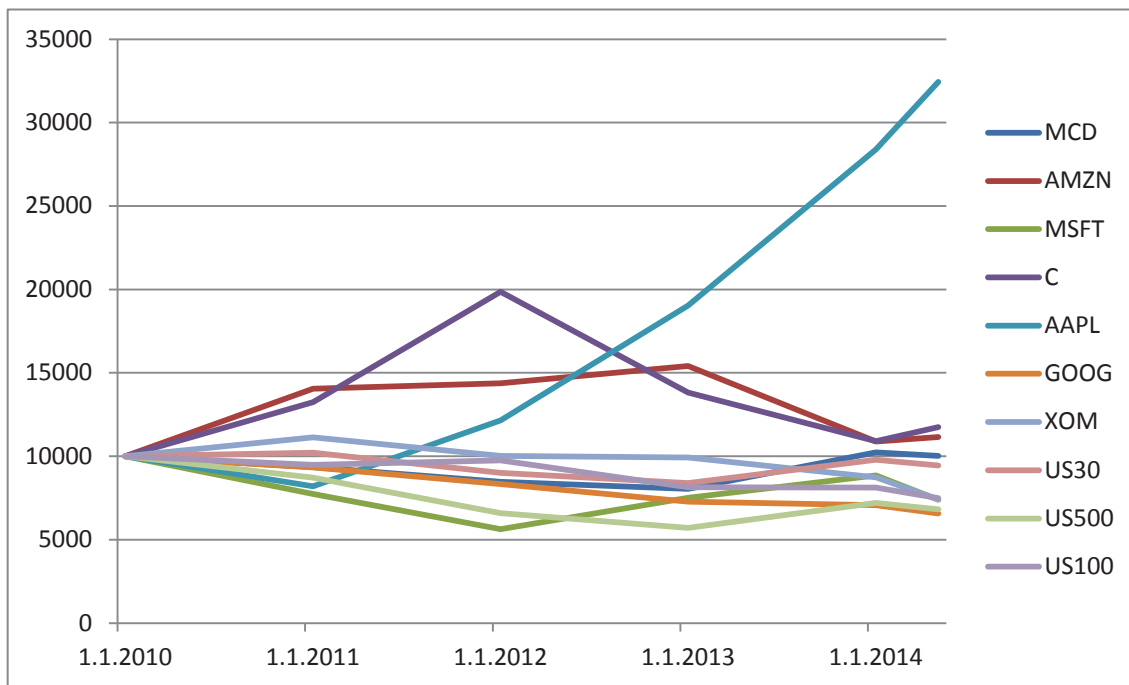
Varianta bez optimalizace byla sice také ztrátová, nicméně její ztráta 766\$ byla ze všech tří variant optimalizace nejmenší. Průměrná roční výnosnost dosáhla -1,71%.



Graf 30: US100 – Equity
zdroj: Vlastní

4.2.1 Porovnání výnosnosti symbolů

V následujícím grafu jsou vyneseny průměry zůstatků z tří zmíněných způsobů optimalizace, vždy pro daný symbol.



Graf 31: Porovnání výnosnosti testovaných symbolů
zdroj: Vlastní

Pět testovaných symbolů, konkrétně MSFT, GOOG, XOM, US500 a US100 bylo beznadějně ztrátových. Symboly MCD a US30 nedosáhly téměř žádného zisku ani ztráty. Ani jeden z těchto sedmi symbolů nemůžu k samostatnému obchodování v současné situaci doporučit. Testování symbolů C a AMZN bylo zpočátku velmi nadějně, nicméně zisk byl nakonec příliš malý. Pokud by se povedlo AOS lépe vyladit, byl by u těchto symbolů určitě větší potenciál, než u předcházejících sedmi, nicméně v současné situaci by bylo samostatné obchodování těchto symbolů příliš spekulativní.



Obrázek 3: Testování AAPL v Metatraderu
Zdroj:vlastní

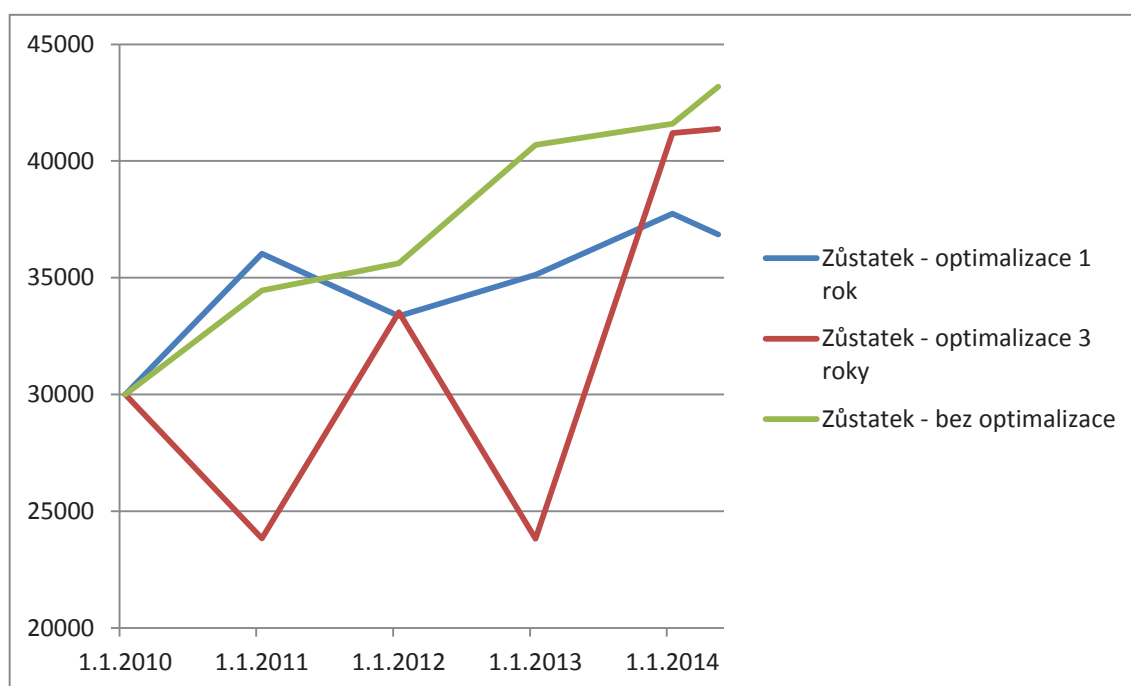
Jediným dlouhodobě výrazně ziskovým symbolem je AAPL. Na obrázku je ukázka z testování. Jsou vidět dva ziskové prodejní pokyny a jeden ztrátový. Zároveň je také vidět indikátor SCORE, jehož hodnota je vyznačena tlustou červenou čarou, hodnoty jeho jednotlivých složek jsou vyznačeny tečkovaně. I když minulé výsledky nejsou garancí výsledků budoucích, vše nasvědčuje tomu, že by obchodování tohoto AOS na symbolu AAPL mohlo být úspěšné. Před zahájením obchodování na reálném účtu bych doporučil testovat obchodování na demo účtu.

Další možností je diverzifikace - obchodování portfolia symbolů. To sníží variabilitu výsledků, ale budeme nuceni dělit svoji pozornost mezi více symbolů.

4.2.2 Porovnání způsobů optimalizace

Jak je vidět z následujícího grafu, který zobrazuje součet zůstatků pro portfolio sestavené ze všech deseti testovaných symbolů, navržený AOS je ziskový. Při porovnání způsobů optimalizace v konečném součtu vychází nejlépe varianta bez optimalizace, tedy průměrný výsledek všech kombinací vstupních parametrů v každém z testovaných let. Celé portfolio by v průměru bez optimalizace dosáhlo zisku 13 180\$.

Pokud budeme uvažovat celkový vklad 100 000\$ (10 000\$ x 10 symbolů), bude průměrné roční zhodnocení portfolio pouhých 2,88%. Vzhledem k tomu, že nikdy nebyly otevřené pokyny u více než 3 symbolů současně, by ale bohatě stačil pro dosažení stejného zisku vstupní vklad 30 000\$, čímž by se průměrné zhodnocení zvýšilo na 8,7% ročně. To platí i pro ostatní způsoby optimalizace, proto bude nadále uvažován vklad 30 000 na celé portfolio.



Graf 32: Porovnání způsobů optimalizace
zdroj: Vlastní

Zisk portfolio při optimalizaci na 3 roky byl jen o málo nižší, než při variantě bez optimalizace, nicméně stav na účtu zažíval velmi výrazné výkyvy. Jako jediná varianta optimalizace měla dokonce na přelomu roku dvakrát zůstatek na účtu menší, než

počáteční vklad. Celkový zisk této varianty byl 11 381\$ při průměrné roční výnosnosti 7,64%.

V případě optimalizace na 1 rok bylo dosaženo nejmenšího zisku 6 856\$ při roční výnosnosti 4,83%. Vývoj byl daleko stálější, než u varianty bez optimalizace, ale zisk byl výrazně nižší.

Varianta bez optimalizace dosáhla nejen nejvyššího zhodnocení, ale také nezaznamenala ani jeden ztrátový rok, což je určitě velice příjemné. Potíž nastává při realizaci takové varianty. Není reálné obchodovat všech 3240 kombinací vstupních parametrů, tedy 3240 různých portfolií. Řešením je zvolit jednu smysluplnou základní kombinaci vstupních parametrů a dále ji neoptimalizovat, protože to u těchto konkrétních parametrů prostě nemá smysl.

Takovou kombinaci už jsem před začátkem celého procesu optimalizace a testování měl. Interval optimalizace jsem volil v okolí právě takové základní kombinace.

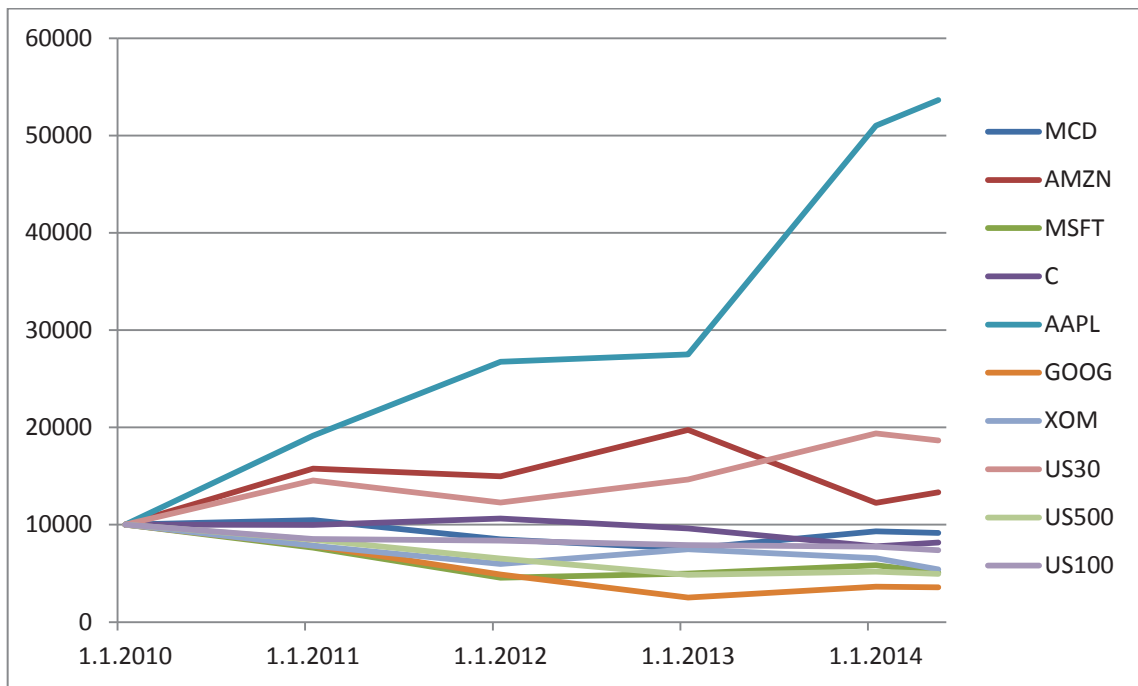
Tabulka 3: Základní hodnota optimalizovaných proměnných

Proměnná	Hodnota	Začátek	Krok	Konec
stopSCORE	40	20	10	100
openSCORE	30	10	5	50
closeSCORE	50	30	10	100
initialStop	0.02	0.01	0.01	0.05

Zdroj: Vlastní

V následujícím grafu je výsledek tohoto jednoduchého testu, u všech symbolů byly použity vstupní parametry ze sloupce „Hodnota“ z předchozí tabulky. Parametry trend_C, CCI_C a AD_C zůstaly stejné jako po celý předchozí proces optimalizace a testování (unikátní kombinace pro každý testovaný symbol).

Testované symboly se zřetelně rozdělily do tří skupin. V první skupině je AAPL – opět vysoká stabilní ziskovost. Druhá skupina, AMZN a US30, jsou středně ziskové s několika ztrátovými roky. V třetí skupině je zbývajících sedm titulů a nemá smysl se jimi zabývat. Po celou dobu testování byly stabilně ztrátové a není důvod se domnívat, že se to v budoucnu změní.



Graf 33: Testování se základními hodnotami proměnných
zdroj: Vlastní

Dobrý AOS nemusí být nutně ziskový na každém titulu obchodovaném na burze. Stačí, když lze předem odhadnout, jaké symboly budou v budoucnu pro obchodování daného AOS ziskové. V tomto posledním testu se hned v prvním roce symboly rozdělily na ziskové a neziskové a tak to zůstalo až do konce testu. Z pohledu na graf vypadá daleko pravděpodobnější, že bude i v budoucnu ziskovější obchodování takto nastaveného AOS na symbolech AAPL, US30 a AMZN, než na sedmi zbývajících symbolech.

Závěr

Na začátku práce jsou uvedeny základní informace o vybraných součástech finančního trhu a jsou popsány některé metody používané k predikci jejich vývoje. Důraz je kladen na technickou analýzu, zejména na Dowovu teorii a vybrané indikátory. V další části jsou analyzovány různé přístupy k obchodování na finančních trzích, zejména obchodní strategie a způsoby použití některých indikátorů.

Na začátku poslední kapitoly je představen navržený automatický obchodní systém, který je následně testován na historických datech. Součástí testování je také optimalizace vybraných parametrů a zhodnocení výkonnosti systému, čímž byly splněny všechny cíle této diplomové práce.

Obchodování bylo ziskové jen na několika málo symbolech, nicméně jejich ziskovost byla relativně stálá. Nejlepšího výsledku bylo dosaženo u testovaného symbolu AAPL, tedy CFD na akcie společnosti Apple, při ponechání základních hodnot vstupních proměnných po celou dobu testovaného období. Tak bylo za necelého čtyři a půl roku testování dosaženo zisku 43 624\$ při počátečním vkladu 10 000\$. Průměrná výnosnost vloženého kapitálu by byla 46,9% ročně.

Nakonec se ukázalo, že parametry vybrané pro optimalizaci vůbec není třeba optimalizovat, protože bez optimalizace dosahuje AOS dokonce lepších výsledků, než s ní. Optimalizace dlouhodobě vybírala kombinace parametrů, které se v dalším roce ukázaly jako podprůměrné.

Přínosem této diplomové práce je kromě navrženého automatického obchodního systému a souvisejících indikátorů také způsob, jakým bylo nakonec rozhodnuto, zda je vybrané parametry vhodné optimalizovat. Stejný postup je možné aplikovat i při optimalizaci jakéhokoliv jiného AOS a ověřit, zda prováděná optimalizace vůbec má smysl.

Mohlo by být použito i složitějších statistických metod pro potvrzení, resp. vyvrácení hypotézy, na které je založena celá myšlenka optimalizace – čím lepšího výsledku dosáhne daná kombinace parametrů v období optimalizace, tím lepšího výsledku by

měla statisticky dosahovat i v následném testovaném období. Postupovat by se mohlo například tak, že by byla provedena optimalizace určitých vstupních parametrů ve dvou po sobě následujících letech a výsledky by se seřadily sestupně podle dosaženého zisku. Následně by se zkoumalo, zda 10% nejlepších kombinací parametrů prvního roku dosáhlo v druhém roce statisticky významně nadprůměrného výsledku.

Na takovéto úvahy ale v této práci nebyl prostor. Zdrojový kód navrženého AOS, stejně jako zdrojové kódy navržených indikátorů jsou uvedeny v příloze.

Použitá literatura

- (1) JÍLEK, Josef. *Akciové trhy a investování*. Praha: Grada, 2009, 656 s. ISBN 978-80-247-2963-3.
- (2) CARTRIDGE, Jeff a Ashley JESSEN. *CFDs made simple: A beginner's guide to contracts for difference success* [online]. Richmond, Vic: John Wiley, 2011 [cit. 2014-01-24]. ISBN 978-073-0375-685. Dostupné z: http://books.google.cz/books?id=6afora_6ZWUC
- (3) NORMAN, David James. *CFDs: the definitive guide to contracts for difference* [online]. Petersfield, Hampshire, Great Britain: Harriman House, 2009 [cit. 2014-01-24]. ISBN 978-190-5641-437. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=z1Y04rM6RTQC>
- (4) SCHANNEP, Jack. *Dow theory for the 21st century: technical indicators for improving your investment results* [online]. Hoboken, N.J.: J. Wiley, c2008, 228 p. [cit. 2014-01-25]. ISBN 978-047-0240-595. Dostupné z: [http://dl.bookza.org/genesis/474000/d592cb9bea316f260bceed3f35a8bc8a/_as/%5BJack_Schanep%5D_Dow_Theory_for_the_21st_Century_T\(BookZa.org\).pdf](http://dl.bookza.org/genesis/474000/d592cb9bea316f260bceed3f35a8bc8a/_as/%5BJack_Schanep%5D_Dow_Theory_for_the_21st_Century_T(BookZa.org).pdf)
- (5) Trendline and Trendlines for trading Indian Stock share market. *TradersEdgeIndia.com* [online]. 2007 [cit. 2014-01-26]. Dostupné z: http://www.tradersedgeindia.com/trading_lesson/trendlines.htm
- (6) Basics of Technical Analysis. *TradersEdgeIndia.com* [online]. 2007 [cit. 2014-01-26]. Dostupné z: http://www.tradersedgeindia.com/basics_technical_analysis.htm
- (7) Technical Indicators. *Chart-formations.com* [online]. c 2006-2014 [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.chart-formations.com/indicators/default.aspx>
- (8) Different Types of Trading Indicators: Trend, Momentum, Volatility and Volume. *QuantShare.com* [online]. c 2012 [cit. 2014-01-27]. Dostupné z: <http://www.quantshare.com/sa-446-different-types-of-trading-indicators-trend-momentum-volatility-and-volume>

- (9) BOLLINGER, John. *Bollinger on Bollinger bands*. New York: McGraw-Hill, c2002, xxiv, 227 p. ISBN 00-713-7368-3.
- (10) BURNS, Barry. 5 Day Minicourse: Lesson 1. In: *Cloudfront.net* [online]. 2011 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: http://d3e557vdpc24vg.cloudfront.net/Video1/5_Day_Free_MiniCourse_w_transitions_2nd.html
- (11) BURNS, Barry. 5 Day Minicourse: Lesson 2. In: *Cloudfront.net* [online]. 2011 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: http://d3e557vdpc24vg.cloudfront.net/Video2/5_Day_Free_MiniCourse_w_transitions2_2nd.html
- (12) BURNS, Barry. 5 Day Minicourse: Lesson 3. In: *Cloudfront.net* [online]. 2011 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: http://d3e557vdpc24vg.cloudfront.net/Video3/5_Day_Free_MiniCourse_w_transitions3_2nd.html
- (13) BURNS, Barry. 5 Day Minicourse: Lesson 4. In: *Cloudfront.net* [online]. 2011 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: http://d3e557vdpc24vg.cloudfront.net/Video4/5_Day_Free_MiniCourse_w_transitions4_2nd.html
- (14) BURNS, Barry. 5 Day Minicourse: Lesson 5. In: *Cloudfront.net* [online]. 2011 [cit. 2014-01-28]. Dostupné z: http://d3e557vdpc24vg.cloudfront.net/Video5/Day5_full_video2.html
- (15) ELDER, Alexander. *Trading for a living*. New York: John Wiley, 1993, 289 s. ISBN 04-715-9224-2.

Seznam použitých zkratek

A/D.....	Accumulation/Distribution
AAPL.....	Apple
AMZN.....	Amazon.com
AOS	Automatický obchodní systém
ATR	Average True Range
BB	Bollinger Bands
C.....	Citigroup
CBOE.....	Chicago Board Options Exchange
CCI.....	Commodity Channel Index
CFD.....	Contract for Difference
DAX.....	Deutscher Aktien Index
DJIA.....	Dow Jones Industrial Average
FTSE	Financial Times Stock Exchange
GOOG.....	Google
MA.....	Moving Average
MACD	Moving Average Convergence Divergence
MCD	McDonald's
MFI	Money Flow Index
MQL4.....	MetaQuotes Language 4
MSFT	Microsoft
NASDAQ.....	National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NYSE.....	New York Stock Exchange
RSI.....	Relative Strength Index
S&P 500.....	Standard & Poor's 500
US100	NASDAQ 100
US30	Dow Jones Industrial Average

US500	Standard & Poor's 500
XOM	Exxon Mobil

Seznam obrázků

Obrázek 1: Trendové linie	20
Obrázek 2: Normování MFI pomocí Bollinger Bands	29
Obrázek 3: Testování AAPL v Metatraderu	56

Seznam grafů

Graf 1:MCD – optimalizace 1 rok	35
Graf 2:MCD – optimalizace 3 roky	36
Graf 3:MCD – Equity	36
Graf 4:AMZN – optimalizace 1 rok	37
Graf 5:AMZN – optimalizace 3 roky	38
Graf 6:AMZN – Equity.....	38
Graf 7:MSFT – optimalizace 1 rok.....	39
Graf 8:MSFT – optimalizace 3 roky.....	40
Graf 9:MSFT – Equity.....	40
Graf 10:C – optimalizace 1 rok.....	41
Graf 11:C – optimalizace 3 roky.....	42
Graf 12:C – Equity.....	42

Graf 13:AAPL – optimalizace 1 rok.....	43
Graf 14:AAPL – optimalizace 3 roky.....	44
Graf 15:AAPL – Equity.....	44
Graf 16:GOOG – optimalizace 1 rok.....	45
Graf 17:GOOG – optimalizace 3 roky.....	46
Graf 18:GOOG – Equity.....	46
Graf 19:XOM – optimalizace 1 rok.....	47
Graf 20:XOM – optimalizace 3 roky.....	48
Graf 21:XOM – Equity.....	48
Graf 22:US30 – optimalizace 1 rok.....	49
Graf 23:US30 – optimalizace 3 roky.....	50
Graf 24:US30 – Equity.....	50
Graf 25:US500 – optimalizace 1 rok.....	51
Graf 26: US500 – optimalizace 3 roky.....	52
Graf 27: US500 – Equity.....	52
Graf 28:US100 – optimalizace 1 rok.....	53
Graf 29: US100 – optimalizace 3 roky.....	54
Graf 30: US100 – Equity.....	54
Graf 31:Porovnání výnosnosti testovaných symbolů.....	55
Graf 32:Porovnání způsobů optimalizace.....	57
Graf 33:Testování se základními hodnotami proměnných.....	59

Seznam rovnic

Rovnice 1: Výchozí rovnice pro money management	30
Rovnice 2: Výsledná rovnice pro money management	31
Rovnice 3: Výpočet síly trendu	31

Seznam tabulek

Tabulka 1: Neoptimalizované vstupní proměnné	33
Tabulka 2: Optimalizované vstupní proměnné	34
Tabulka 3: Základní hodnota optimalizovaných proměnných	58

Seznam příloh

Příloha 1: Zdrojový kód indikátoru nMFI	I
Příloha 2: Zdrojový kód indikátoru SCORE	III
Příloha 3: Zdrojový kód AOS	VII

Příloha 1: Zdrojový kód indikátoru nMFI

```
//+-----+
#property indicator_separate_window
#property indicator_minimum -1.5
#property indicator_maximum 1.5
#property indicator_level1 1
#property indicator_level2 0
#property indicator_level3 -1
#property indicator_buffers 1
#property indicator_color1 Turquoise
#property indicator_width1 2

//--- input parameters
extern int      periodaMFI=20;
extern int      periodaMFI_BB=50;
extern double   deviationsMFI_BB=2.1;
//---- indicator buffers
double ExtBuffer[];
double TempBuffer[];

//+-----+
//| Custom indicator initialization function |
//+-----+
int init()
{
//--- additional buffers are used for counting
    IndicatorBuffers(2);
//---- drawing settings
//----
    IndicatorDigits(6);
//---- indicator buffers mapping
    SetIndexStyle(0, DRAW_HISTOGRAM);
    SetIndexBuffer(0, ExtBuffer);
    SetIndexBuffer(1, TempBuffer);
//---- name for DataWindow and indicator subwindow label
    SetIndexDrawBegin(0, periodaMFI_BB);

    IndicatorShortName("nMFI (" + periodaMFI + ", " + periodaMFI_BB + ", " +
DoubleToStr(deviationsMFI_BB, 1) + ")");
//---- initialization done
    return(0);
}

//+-----+
//| BB-Normalized Money flow index |
//+-----+
```

```

int start()
{
    int limit;
    double pom1, pom2;
    int counted_bars=IndicatorCounted();
    //---- check for possible errors
    if(counted_bars<0) return(-1);
    //---- last counted bar will be recounted
    if(counted_bars>0) counted_bars--;
    limit=Bars-counted_bars;
    //---- iMFi --> TempBuffer
    for(int i=0; i<limit; i++)
        TempBuffer[i]=iMFI(NULL,0,periodaMFI,i);
    //---- ExtBuffer
    for(i=0; i<limit; i++)
    {
        pom1=( TempBuffer[i] - iMAOnArray(TempBuffer,0,
periodaMFI_BB,0,MODE_SMA,i) );
        pom2=( iBandsOnArray(TempBuffer,0,periodaMFI_BB,
deviationsMFI_BB,0,MODE_UPPER,i) - iMAOnArray(TempBuffer,0,
periodaMFI_BB,0,MODE_SMA,i) );
        if (pom2<0.01 && pom2>-0.01) pom2=1;
        ExtBuffer[i]=pom1/pom2;
    }
    //---- done
    return(0);
}

//+-----+

```

Příloha 2: Zdrojový kód indikátoru SCORE

```
#property indicator_separate_window
#property indicator_minimum -105
#property indicator_maximum 105
#property indicator_level1 50
#property indicator_level2 0
#property indicator_level3 -50
#property indicator_buffers 8
#property indicator_color1 clrYellow
#property indicator_width1 1
#property indicator_color2 clrDarkViolet
#property indicator_width2 1
#property indicator_color3 clrPink
#property indicator_width3 1
#property indicator_color4 clrLightSeaGreen
#property indicator_width4 1
#property indicator_color5 clrLawnGreen
#property indicator_width5 1
#property indicator_color6 clrBlue
#property indicator_width6 1
#property indicator_color7 clrOrange
#property indicator_width7 1
#property indicator_color8 clrRed
#property indicator_width8 2

//--- input parameters
extern int      TF = 0;          //timeframe 1440
extern int      maPerioda=50;
extern int      maMode=0;
extern int      maCena=0;
extern double   trend_C=600;
extern int      BB_perioda=20;
extern int      BB_dev=2;
extern int      Stop_perioda=6;
extern int      CCI_perioda=14; // perioda pro CCI
extern int      CCI_cena=6;
extern double   CCI_C=1.2;
//u CCIdiff se pohyb za jednu periodu vynásobí touto konstantou
extern double   AD_C=0.01;
extern int      periodaMFI=10; extern
int             periodaMFI_BB=50;
extern double   deviationsMFI_BB=2.2;

//---- indicator buffers
double B_trend[];          //síla trendu
double B_BB[];            //cena vzhledem k BB(20,1)
double B_Stop[];
//vzdálenost k buystopu vůči vzdálenosti k sellstopu, risk/reward
double B_CCIvalue[];     // hodnota indikátoru CCI
```

```

double B_CCIdiff[];      //CCI(0)-CCI(1)
double B_AD[];          //AD(0)-AD(1)
double B_MFI[];         //MFI(0)-MFI(1)
double ExtBuffer[];
// vsechny buffery jsou -100 az +100, toto je vysledek

//+-----+
//| Custom indicator initialization function |
//+-----+
int init()
{
//--- additional buffers are used for counting
    IndicatorBuffers(8);
//---- drawing settings
//----
    IndicatorDigits(6);
//---- indicator buffers mapping
    SetIndexStyle(0, DRAW_LINE);
    SetIndexBuffer(0, B_trend);
    SetIndexStyle(1, DRAW_LINE);
    SetIndexBuffer(1, B_BB);
    SetIndexStyle(2, DRAW_LINE);
    SetIndexBuffer(2, B_Stop);
    SetIndexStyle(3, DRAW_LINE);
    SetIndexBuffer(3, B_CCIvalue);
    SetIndexStyle(4, DRAW_LINE);
    SetIndexBuffer(4, B_CCIdiff);
    SetIndexStyle(5, DRAW_LINE);
    SetIndexBuffer(5, B_AD);
    SetIndexStyle(6, DRAW_LINE);
    SetIndexBuffer(6, B_MFI);
    SetIndexStyle(7, DRAW_LINE);
    SetIndexBuffer(7, ExtBuffer);

//---- name for DataWindow and indicator subwindow label
    SetIndexDrawBegin(0, 55);
    SetIndexDrawBegin(1, 55);
    SetIndexDrawBegin(2, 55);
    SetIndexDrawBegin(3, 55);
    SetIndexDrawBegin(4, 55);
    SetIndexDrawBegin(5, 55);
    SetIndexDrawBegin(6, 55);
    SetIndexDrawBegin(7, 55);

    IndicatorShortName("6_SCORE");
//---- initialization done
    return(0);
}

```

```

//+-----+
//| SCORE |
//+-----+
int start()
{
    int    limit, i;
    double pom, pom1;
    int    counted_bars=IndicatorCounted();
//---- check for possible errors
    if(counted_bars<0) return(-1);
//---- last counted bar will be recounted
    if(counted_bars>0) counted_bars--;
    if(counted_bars<50) counted_bars=50;
    limit=Bars-counted_bars;
//---- B_trend Yellow
    for(i=0; i<limit; i++)
    {
        pom=trend_C*iATR(NULL,TF,100,i)*
            (0.5*iMA(NULL,TF,BB_perioda,0,maMode,maCena,i)-0.5*iMA(NULL,TF
, BB_perioda,0,maMode,maCena,i+1));
        if(pom>100) pom=100;
        if(pom<-100) pom=-100;
        B_trend[i]=pom;
    }
//---- B_BB violet
    for(i=0; i<limit; i++)
    {
        pom=(Close[i]-iBands(NULL,TF,BB_perioda,BB_dev,0,maCena,
MODE_MAIN,i))
        /
            (iBands(NULL,TF,BB_perioda,BB_dev,0,maCena,MODE_UPPER,i)
            -iBands(NULL,TF,BB_perioda,BB_dev,0,maCena,MODE_MAIN,i
));
        pom=-pom*100;
        if(pom>100) pom=100;
        if(pom<-100) pom=-100;
        B_BB[i]=pom;
    }
//---- B_Stop Pink
    for(i=0; i<limit; i++)
    {
        pom1= ((iHigh(NULL,TF,iHighest(NULL,TF,MODE_HIGH,Stop_perioda,
i))
            -iLow(NULL,TF,iLowest(NULL,TF,MODE_LOW,Stop_perioda,i)))
        /2)
            +iLow(NULL,TF,iLowest(NULL,TF,MODE_LOW,Stop_perioda,i));
        pom=((Close[i]-pom1) / (iHigh(NULL,TF,iHighest(NULL,TF,

```



```

    }
//---- B_CCIvalue clrLightSeaGreen
for(i=0; i<limit; i++)
{
    pom=-iCCI(NULL, TF, CCI_perioda, CCI_cena, i);
    if(pom>100) pom=100;
    if(pom<-100) pom=-100;
    B_CCIvalue[i]=pom;
}
//---- B_CCIdiff LawnGreen
for(i=0; i<limit; i++)
{
    pom=-CCI_C*(iCCI(NULL,TF,CCI_perioda,CCI_cena,i+1)-iCCI(NULL,
TF,CCI_perioda,CCI_cena,i));
    if(pom>100) pom=100;
    if(pom<-100) pom=-100;
    B_CCIdiff[i]=pom;
}
//---- B_AD blue
for(i=0; i<limit; i++)
{
    pom=-AD_C*(iAD(NULL,TF,i+1)-iAD(NULL,TF,i));
    if(pom>100) pom=100;
    if(pom<-100) pom=-100;
    B_AD[i]=pom;
}

//---- B_MFI - perioda jako u MFI orange
for(i=0; i<limit; i++)
{
    pom=-100*iCustom(NULL,TF,"nMFI",periodaMFI,periodaMFI_BB,
deviationsMFI_BB,0,i);
    if(pom>100) pom=100;
    if(pom<-100) pom=-100;
    B_MFI[i]=pom;
}

//---- ExtBuffer
for(i=0; i<limit; i++)
{
    ExtBuffer[i]=(B_trend[i]+B_BB[i]+B_Stop[i]+B_CCIvalue[i]+
B_CCIdiff[i]+B_AD[i]+B_MFI[i])/6;
}

//---- done
return(0);
}

//+-----+

```

Příloha 3: Zdrojový kód AOS

```
//--- input parameters
int          minDelkaTrendu=15;
double       minTrend=0.1;
extern int   stopSCORE=40;
extern int   openSCORE=30;
extern int   closeSCORE=50;
int          minDaysFromLastTrade=10;
extern double initialStop=0.02;
double       safetyMargin=2;

//--- input SCORE parameters
int          TF = 0;
int          maPerioda=50;
int          maMode=MODE_SMA;
int          maCena=0;
extern double trend_C=600;
int          BB_perioda=20;
int          BB_dev=2;
int          Stop_perioda=6;
int          CCI_perioda=14;
int          CCI_cena=6;
extern double CCI_C=1.2;
extern double AD_C=0.4;
int          periodaMFI=10;
int          periodaMFI_BB=50;
double       deviationsMFI_BB=2.2;

//--- další proměnné
bool         tightStop=false;
int          pocet=100;           //velikost obchodovaných pozic
int          magic=6;
int          stav=0;
int          i,j;
int          ticketId=0;
double       lastTradePrice=0;
double       lastClosePrice=0;
datetime     lastTradeTime=0;
double       lastHigh=0;
double       lastLow=0;

double MA(int cas=0)
{
    return (iMA(NULL,TF,maPerioda,0,maMode,maCena,cas));
}

double SCORE(int cas=0, int mod=7)
{
    return (iCustom(NULL,TF,"DP_SCORE",TF,maPerioda,maMode,maCena,
trend_C,BB_perioda,BB_dev,Stop_perioda,CCI_perioda,CCI_cena,CCI_C,
AD_C,periodaMFI,periodaMFI_BB,deviationsMFI_BB,mod,cas));
}
```

```

}
void MoneyManagement ()
{
    pocet=MathFloor ((AccountBalance ()/(initialStop*safetyMargin*Ask+
0.1*Ask))/MarketInfo (NULL,MODE_LOTSIZE));
}
double Trend(int i=0) // i je cas
{
    int pom1=0; double pom2=0;
    if(MA(i+minDelkaTrendu)>MA(i+minDelkaTrendu-1))
        pom1=-1;
// pokud MA na začátku testovacího období (i+minDelkaTrendu) klesá,
pak -
    else pom1=1; //pokud MA neklesá, pak asi
    roste... +1 for(int j=minDelkaTrendu-1;j>0;j--)
    {
        if(MA(i+j)>MA(i+j-1) && pom1!= -1) {pom1=0; break;}
//pokud MA přestane klesat, výsledek je 0
        if(MA(i+j)<MA(i+j-1) && pom1!= 1) {pom1=0; break;}
//pokud MA přestane růst, výsledek je taky 0
    }
    if (pom1<=0.01 && pom1>=-0.01) pom2=0;
    else
    {
        pom2=((MA(i)/MA(i+1))-1)*300;
    }
    return(pom2);
}
void Stop(int mod) //nastavuje StopLoss
{
    bool isOK;
    if(OrderSelect(ticketId,SELECT_BY_TICKET)==true)
    {
        if(mod==OP_BUYSTOP)
        {
            if(SCORE()>-stopSCORE) //běžná situace
            {
                if((OrderMagicNumber() == magic) && OrderStopLoss()<
iLow(NULL,TF,iLowest(NULL,TF,MODE_LOW,Stop_perio
da,0))
                {
                    isOK = OrderModify(ticketId,OrderOpenPrice(),(
OrderStopLoss()+iLow(NULL,TF,iLowest(NULL,TF,MODE_LOW,Stop_perio
da,0
))) /2,OrderTakeProfit(),0,Blue);
                    if (isOK==false) Alert(
"Chyba Stoplossu - OrderModify se nezdařilo");
                }
            }
            else //tight stop
            {
                if((OrderMagicNumber() == magic) &&
OrderStopLoss()<(( Close[0]+MA(0))/2))

```

```

        {
            isOK = OrderModify(ticketId,OrderOpenPrice(),((Close[
0]+MA(0))/2),OrderTakeProfit(),0,clrAntiqueWhite);
            if (isOK==false)
            {
                if(OrderClose(ticketId,pocet,Bid,50,clrAquamarine
)==true)
                {
                    stav=0;
                }
                else
                    Alert("Stopka: Chyba uzavřeni buy pokynu č.",
ticketId);
            }
        }
    }
}
else if(mod==OP_SELLSTOP)
{
    if(SCORE()

```

```

    }
    else
    {
        Alert("Chyba Stoplossu - OrderSelect se nezdařilo");
    }
    lastLow=iLow(NULL,TF,1);
    lastHigh=iHigh(NULL,TF,1);
}
int init()//check for open trades
{
    switch(OrdersTotal())
    {
        case 0: break;
        case 1: if (OrderSelect(0,SELECT_BY_POS)==true) {
            if ((OrderType()==OP_BUY) && (OrderMagicNumber()==
magic)) {stav=4; break;}
            if ((OrderType()==OP_SELL) && (OrderMagicNumber()==
magic)) {stav=-4; break;}
            Alert("init Error: Ani buy ani sell? OrderType==",
OrderType()," OrderMagicNumber()==",OrderMagicNumber(),
"----return(-1)");
            return(-1);
        }
        default: Alert("init Error: ",OrdersTotal(),
" aktivních pokynů (>1) ----return(-1)"); return(-1);
    }
    return(0);
}

int start()
{
    switch(stav)
    {
        case 0:
            if (Time[0]-lastTradeTime>minDaysFromLastTrade*86400)
            {
                stav=1;
            }
            break;

        case 1:
            if(Trend(0)>minTrend && SCORE()>openSCORE && Ask<MA(1))
stav=2; //BUY
            if(Trend(0)<-minTrend && SCORE()<-openSCORE && Ask>MA(1))
stav=-2; //SELL
            break;

        case 2: //BUY
            MoneyManagement();
            ticketId = OrderSend(Symbol(),OP_BUY,pocet,Ask,100,Ask*(1-
initialStop),0,"Komentář",magic,0,Green);
            if(ticketId==-1)

```

```

        Alert("BUY:   Chyba č.",GetLastError(),"na ticketu ",
ticketId,"stav: ",stav);
    else
        if(OrderSelect(ticketId,SELECT_BY_TICKET))
        {
            lastTradePrice=OrderOpenPrice();
            lastTradeTime=OrderOpenTime();
            stav=3;
        }
        else
        {
            Alert("BUY:   OrderSelect failed");
        }
    break;

    case 3: //BuyControl
        if(OrdersTotal()==0) stav=0;
        if( (lastLow!=iLow(NULL,TF,1)) || (lastHigh!=iHigh(NULL,TF,
1)) ) Stop(OP_BUYSTOP);
        if(Trend(0)<minTrend || SCORE()<-closeSCORE)
        {
            if(OrderClose(ticketId,pocet,Bid,50,Aqua)==true)
            {
                stav=4;
                lastClosePrice=Bid;
            }
            else
                Alert("BuyControl:   Chyba uzavřeni pokynu č.",
ticketId);
        }
        break;
    case 4: //Premature close after buy?
        if((SCORE()>0 && Bid<(lastClosePrice*0.995)) || (Trend(0)>
minTrend && SCORE()>openSCORE && Ask<MA(0)))
        {
            stav=2;
        }
        if(Trend(0)<minTrend) stav=0;
        break;

    case -2: //SELL
        MoneyManagement();
        ticketId = OrderSend(Symbol(),OP_SELL,pocet,Ask,100,Ask*(1+
initialStop),0,"Komentář",magic,0,Red);
        if(ticketId==-1)
            Alert("SELL:   Chyba č.",GetLastError(),"na ticketu ",
ticketId,"status: ",stav);
        else
            if(OrderSelect(ticketId,SELECT_BY_TICKET))
            {
lastTradePrice=OrderOpenPrice(); lastTradeTime=OrderOpenTime();
stav=-3;

```

```

        }
        else
        {
            Alert("SELL:   OrderSelect failed");
        }
        break;

    case -3: //SellControl
        if(OrdersTotal()==0) stav=0;
        if( (lastLow!=iLow(NULL,TF,1)) || (lastHigh!=iHigh(NULL,TF,
1)) ) Stop(OP_SELLSTOP);
        if(Trend(0)>-0.01 || SCORE(>closeSCORE)
        {
            if(OrderClose(ticketId,pocet,Bid,50,Aqua)==true)
            {
                stav=-4;
                lastClosePrice=Bid;
            }
            else
                Alert("SellControl:  Chyba uzavřeni pokynu č.",
ticketId);
        }
        break;

    case -4: //Premature close after sell?
        if((SCORE(<0 && Bid>(lastClosePrice*1.005)) || (Trend(0)<-
minTrend && SCORE(<-openSCORE && Ask>MA(0)))
        {
            stav=-2;
        }

        if(Trend(0)>-minTrend) stav=0;
        break;
    }
    return(0);
}

```