



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

NÁVRH A IMPLEMENTACE AUTOMATICKÉHO OBCHODNÍHO SYSTÉMU PRO MĚNOVÝ TRH

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF AUTOMATIC TRADING SYSTEM FOR FOREIGN EXCHANGE MARKET

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Tomáš Vojtěch

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jan Budík, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	Bc. Tomáš Vojtěch
Studijní program:	Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Informační management
Vedoucí práce:	Ing. Jan Budík, Ph.D.
Akademický rok:	2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh a implementace automatického obchodního systému pro měnový trh

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy
Teoretická východiska práce
Analýza problému
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury

Cíle, kterých má být dosaženo:

Hlavním cílem práce je navržení obchodní strategie a následná implementace na ní založeného automatického obchodního systému v prostředí měnového trhu Forex. Dalším cílem práce je optimalizace vzniklého systému na základě jeho testování na historických datech za účelem maximalizace zisku a stability.

Základní literární prameny:

DOSTÁL, P. Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě. 1. vyd. Brno: CERM, 2008. 432 s. ISBN 978-80-7204-605-8.

GOLDBERG, D. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. 1. vyd. USA: Addison-Wesley, 1989. 412 p. ISBN 978-0-201157-67-3.

GRAHAM, B. Inteligentní investor. 1. vyd. Praha: GRADA, 2007. 504 s. ISBN 978-80-247-1792-0.

REJNUŠ, O. Finanční trhy. 1. vyd. Ostrava: KEY Publishing, 2008. 548 p. ISBN 978-80-87-8.

WILLIAMS, L. How I Made One Million Dollars Last Year Trading Commodities. 1. vyd. USA: Windsor Books, 1979. 130 p. ISBN 978-09-30233-10-5.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně dne 28.2.2017

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá návrhem obchodní strategie a následnou implementací na ní založeného automatizovaného obchodního systému pro měnový trh forex. V práci je navržena „breakoutová“ obchodní strategie s filtrováním obchodů pomocí klouzavých průměrů. Následně je na jejím základě vytvořen automatizovaný obchodní systém pro platformu MetaTrader 4 v jazyce MQL4. Součástí práce je testování a optimalizace výsledného systému na historických datech s použitím walk-forward analýzy za účelem maximalizace stability a zisku.

Abstract

This diploma thesis deals with the design of a trading strategy and subsequent implementation of an automated trading system for the forex currency market. In this thesis, a "breakout" strategy with trade filtering based on moving average is created. Consequently, an automated trading system for the MetaTrader 4 platform is developed in MQL4 language. This thesis also deals with the back-testing and optimization of the system in order to maximize the stability and profit.

Klíčová slova

Automatizovaný obchodní systém, finanční trhy, měnový trh, forex, breakout strategie, klouzavý průměr, technická analýza, MetaTrader, MQL4, testování, optimalizace, walk-forward analýza

Keywords

Automated trading system, financial markets, currency market, forex, breakout strategy, moving average, technical analysis, MetaTrader, MQL4, testing, optimization, walk-forward analysis

Citace

VOJTĚCH, T. *Návrh a Implementace Automatického Obchodního Systému pro Měnový Trh*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017, 96 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jan Budík, Ph.D.

Návrh a Implementace Automatického Obchodního Systému pro Měnový trh

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 26. května 2017

.....

podpis studenta

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce panu Ing. Janu Budíkovi, Ph.D. za vedení mé kvalifikační práce a za rady, které mi během jejího zpracovávání poskytl. Děkuji svým přátelům za psychickou podporu během celého studia.

Děkuji mým rodičům za to, že mi umožnili studovat.

© Tomáš Vojtěch, 2017.

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

Obsah

ÚVOD.....	10
1 CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY	12
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	13
2.1 FINANČNÍ SYSTÉM A FUNKCE, KTERÉ PLNÍ	13
2.1.1 Kreditní funkce	14
2.1.2 Depozitní funkce	14
2.1.3 Platební funkce	15
2.1.4 Funkce likvidity	15
2.1.5 Funkce uchování hodnoty.....	15
2.1.6 Funkce ochrany proti riziku.....	15
2.1.7 Funkce státní regulace	16
2.2 FINANČNÍ TRHY A JEJICH ČLENĚNÍ	16
2.2.1 Peněžní trh	17
2.2.2 Kapitálový trh	17
2.2.3 Trhy cenných kovů	17
2.2.4 Trhy s cizími měnami	18
2.3 PENÍZE A JEJICH FUNKCE	18
2.3.1 Funkce prostředku směny	18
2.3.2 Funkce měřítka hodnoty	19
2.3.3 Funkce uchovatele hodnoty	19
2.4 MEZINÁRODNÍ MĚNOVÝ TRH FOREX.....	19
2.4.1 Obchodní doba Forex trhu.....	20
2.4.2 Hlavní účastníci trhu.....	21
2.4.3 Hlavní výhody a úskalí obchodování na Forexu	23
2.4.4 Měnové páry	25
2.4.5 Základní terminologie Forexu	29
2.4.6 Principy obchodování	34
2.4.7 Obchodní příkazy	36
2.5 PROSTŘEDKY ANALÝZY TRHU	41

2.5.1	Aparát fundamentální analýzy.....	42
2.5.2	Aparát technické analýzy	42
2.5.3	Aparát psychologické analýzy.....	43
3	ANALÝZA PROBLÉMU	45
3.1	AUTOMATIZOVANÝ OBCHODNÍ SYSTÉM	45
3.1.1	Výhody spojené s využitím AOS	46
3.1.2	Nevýhody a rizika spojená s využitím AOS.....	48
3.2	OD OBCHODNÍ STRATEGIE K OPTIMALIZOVANÉMU AOS	49
3.2.1	Fáze I. – Návrhová fáze.....	50
3.2.2	Fáze II. – Implementační fáze	50
3.2.3	Fáze III. – Optimalizační fáze	51
3.3	VÝBĚR PLATFORMY PRO IMPLEMENTACI.....	51
3.3.1	Zvolená platforma – MetaQuotes MetaTrader 4.....	52
3.3.2	Zdůvodnění výběru a rizika volby.....	53
3.4	ČTENÍ CEN NA FOREXU – TYPY GRAFŮ A ČASOVÉ RÁMCE	54
3.4.1	Časové rámce a „OHLC“ ceny.....	54
3.4.2	Čárový graf.....	56
3.4.3	Sloupcový graf.....	56
3.4.4	Svíčkový graf.....	57
4	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ.....	59
4.1	NÁVRH OBCHODNÍ STRATEGIE PRO AOS.....	59
4.1.1	Breakout strategie obecně.....	59
4.1.2	Indikátor trendu – klouzavý průměr	60
4.1.3	Základní definice pravidel strategie	62
4.1.4	Volba časového rámce.....	64
4.1.5	Volba měnových párů.....	64
4.2	IMPLEMENTACE AOS NA PLATFORMĚ METATRADER 4.....	64
4.2.1	Algoritmizace navržené strategie	65
4.2.2	Programování AOS v jazyce MQL4	66
4.2.3	Rozšíření o podporu souběžného obchodování více měnových párů	68
4.3	TESTOVÁNÍ A OPTIMALIZACE NA HISTORICKÝCH DATECH	69
4.3.1	Měnový pár EUR/USD.....	70

4.3.2	Měnový pár EUR/GBP	74
4.3.3	Měnový pár GBP/USD	78
4.4	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ TESTOVÁNÍ A OPTIMALIZACE	82
4.4.1	Cíle testování a optimalizace	83
4.4.2	Dosažené výsledky testování a optimalizace	83
4.5	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ	85
5	ZÁVĚR	87
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	89
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	91
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	93
	PŘÍLOHA 1: ZDROJOVÝ KÓD VÝSLEDNÉHO AOS	94

Úvod

Vývoj v oblasti informačních a komunikačních technologií (ICT) dramatickým způsobem ovlivňuje, ať už si to připouštíme či nikoliv, v podstatě všechny oblasti a aspekty lidského života. Výjimkou není ani oblast financí a obchodování, neboť právě ta je technickým pokrokem v ICT přímo transformována. Rozšíření internetového připojení mezi masu v takové míře, že si bez něj většina lidí nedovede představit svůj běžný den, má za následek několik zásadních dopadů na obchodování.

Prvním dopadem je dostupnost stále většího množství informací, které mají vliv na rozhodování obchodujících subjektů. Obchodníci tak do svých spekulací zahrnují mnohem více faktorů, které by dříve nemohli zohlednit, neboť by k daným informacím vůbec neměli přístup v době realizace obchodu. Díky tomu se obchody stávají komplikovanější a méně čitelné.

Druhým dopadem je skutečnost, že i laická veřejnost má díky internetu k dispozici dostatek informací o obchodování samotném. Do obchodování se tak může zapojit dnes již v podstatě kdokoli. Nepotřebuje kvůli tomu studovat daný obor na univerzitě, ani nepotřebuje mít kontakty, které ho zavedou do oblasti obchodování na finančních trzích. Potřebné informace si může kterýkoliv zájemce nastudovat v aktuální podobě z mnoha zdrojů na internetu.

S vývojem společnosti roste také finanční gramotnost běžného člověka. Stále více lidí tak hledá způsoby, jak si zajistit vedlejší a ideálně pasivní příjem, a jak dosáhnout finanční nezávislosti. Díky tomu se v poslední době těší velké popularitě trend obchodování po internetu. To se týká také nejlikvidnějšího finančního trhu na světě, mezinárodního měnového trhu forex.

Stále více lidí při výběru finančního trhu volí obchodování měn. Ačkoliv se jedná o největší finanční trh na světě, uvádí se, že až 80 % obchodníků na forexu prodělává [1]. Čím je způsobena tak vysoká neúspěšnost obchodníků na forexu?

Důvodů je hned několik, jejich kombinace je klíčem k zaručenému neúspěchu. Základním problémem vedoucím k prodělečnému obchodování je absence obchodního systému, nebo chceme-li, obchodní strategie. Pokud se obchodník rozhodne obchodovat

nahodile, bez předem stanovených pravidel a postupů, jedná se spíše o hazardní hru přirovnatelnou k ruletě než o řádné obchodování. To platí dvojnásob u začínajících obchodníků, kteří mají zákonitě mnohem menší cit pro odhad pohybu ceny než obchodník, který zákonitosti trhu roky studuje.

Pokud už obchodník nějakou strategií má, často se dopouští jiné, neméně významné chyby. A sice použití špatného nebo dokonce žádného money-management systému, tedy systému pro výpočet optimální velikosti dalšího obchodu. Špatná volba objemu obchodu může vést k velmi rychlému bankrotu.

Další důvody neúspěchu tkví v naprosto podceňované oblasti obchodování – v psychologii. I za předpokladu, že obchodník má obchodní strategii a vhodně nastavený money-management, může snadno nastat situace, kdy obchodník neunese tíhu například špatného obchodního dne a přestane se řídit strategií. V okamžik kdy obchodník začne „občas“ uzavírat obchody podle své intuice namísto, aby se řídil pravidly své strategie, přestane zákonitě strategie jako taková mít smysl. Pravidla, která se nedodržují, nemohou logicky plnit svou funkci.

Problémem je také skutečnost, že začínající obchodník s největší pravděpodobností nemůže obchodovat takzvaně „na plný úvazek“ a obchoduje pouze večer, když se vrátí z práce. Je tedy značně limitován a je možné, že vhodné obchodní příležitosti zmešká, když zrovna nebude obchodovat.

Výše zmíněné problémy mají za následek, že většina zájemců o obchodování na Forexu svou snahu brzy vzdá, neboť se jim již zpočátku nedaří obchodovat výdělečně. Všechny zmíněné problémy však, minimálně do určité míry, řeší automatické obchodní systémy (AOS).

Jedná se o naprogramovanou strategii, která autonomně obchoduje podle zadaných pravidel a bez nutnosti zásahů obchodníka. AOS nejedná iracionálně – jedná podle nastavené logiky, odpadá tak problém s psychikou obchodníka. Stejně tak odpadá problém s omezeným časovým pásmem, kdy se může obchodník věnovat sledování trhu – naprogramovaná strategie může fungovat 24 hodin denně, po celý rok a bez únavy. Právě návrhem, implementací, testováním a následnou optimalizací automatické obchodní strategie pro forex se zabývá tato práce.

1 Cíle práce, metody a postupy

Hlavním cílem této práce je navržení obchodní strategie a následná implementace na ní založeného automatického obchodního systému pro měnový trh Forex. Dalším cílem práce je optimalizace vytvořeného systému na základě jeho testování na historických datech za účelem maximalizace stability a zisku.

Práci lze členit na teoretickou a praktickou část. Teoretická část práce se nejprve věnuje detailnímu popisu prostředí měnového trhu forex. Následuje popis metod používaných k analýze trhu. Část textu je věnována teorii automatických obchodních systémů a jejich testování.

Praktická část práce je členěna na sekci analýzy problému a na sekci návrhu a implementace řešení tohoto problému. V sekci analýzy problému je detailně popsán princip návrhu a implementace automatizovaných obchodních systému. V návrhové části je podle tohoto popisu proveden a zdokumentován návrh investiční strategie a následná tvorba automatizovaného obchodního systému.

Dále je provedeno testování a optimalizace tohoto systému s využitím walk-forward analýzy. Jsou nalezeny optimální sady hodnot vstupních parametrů pro různé měnové páry. Systém je s těmito hodnotami otestován a je provedeno zhodnocení dosažených výsledků.

2 Teoretická východiska práce

Problematika finančního systému a v něm působícího finančního trhu, jehož součástí je měnový trh, dosahuje značné složitosti. Z toho důvodu je tedy vhodné nejprve uvést potřebný teoretický základ, na kterém bude následně zbývající část práce vystavěna. Popis finančního trhu a všech jeho částí by samotný vydal na mnoho obsáhlých knih. Pro potřeby této práce je tak provedeno jen zběžné seznámení s podstatnými a pro práci relevantními částmi zmíněné problematiky.

Hlavní pozornost je v této kapitole věnována především měnovému trhu Forex, principům na něm platných a pojmům, jež jsou v souvislosti s ním používány. Uvedeny jsou samozřejmě také samotné principy obchodování a používané obchodní příkazy. Dále jsou popsány používané metody a postupy pro zkoumání trhu a jeho zákonitostí. Popsány jsou zde též existující nástroje pro vývoj automatických obchodních systému a jejich testování.

2.1 Finanční systém a funkce, které plní

Finančním systémem zjednodušeně rozumíme aparát, který zabezpečuje přesun finančních prostředků od těch účastníků trhu, kteří jich mají aktuálně nadbytek (a jsou ochotni je poskytnout), k těm subjektům, jenž mají pro své potřeby prostředků nedostatek [2]. Skrze finanční operace dochází ke směně peněz za finanční služby a finanční instrumenty zabezpečující budoucí finanční nároky [3].

Cílem tohoto koloběhu transakcí je přemístování peněz mezi subjekty, což jim umožňuje nakupovat kapitálové statky¹ a v konečném důsledku vede k urychlování růstu ekonomiky. Hlavním posláním finančního systému je tedy shromažďování dočasně volných prostředků a jejich následné přerozdělování, díky čemuž dochází k transformaci úspor na investice [2].

Finanční systém se jako celek skládá z mnoha prvků, které lze v zásadě rozdělit následovným způsobem:

¹ Ekonomická teorie kapitálové statky definuje „jako výstupy předchozí výroby“. [2]

- Všechny dílčí části finančního trhu daného finančního systému
- Všechny ekonomické subjekty obchodující na finančním trhu
- Všechny finanční instrumenty obchodované na finančním trhu
- Všechny finanční služby poskytované subjekty finančního trhu
- Všechny principy a postupy, jimiž se daný finanční trh řídí
- Všechny zákony a předpisy upravující obchodování na finančním trhu

Finanční systém plní několik základních funkcí, které souvisí s jeho hlavním posláním uvedeným výše. Těmito funkcemi jsou: kreditní funkce, depozitní funkce, platební funkce, funkce uchování hodnoty, funkce ochrany proti riziku a funkce státní regulace finančního systému. Všechny tyto funkce fungují ve vzájemné symbióze, vzájemně se ovlivňují, a tedy jsou navzájem závislé [3]. Popisu zmíněných funkcí se věnují následující podkapitoly.

2.1.1 Kreditní funkce

Jednou ze základních funkcí, které finanční systém ekonomickým subjektům působícím v něm poskytuje, je funkce kreditní. Ta subjektům (ať už se jedná o domácnosti, firmy, nebo stát) umožňuje získávat volné peněžní prostředky. Pro firmy a stát to znamená především možnost investovat. Domácnostem to zase umožní zvýšit spotřební výdaje, což má za následek zvýšení poptávky po zboží a službách firem. Kombinace zmíněného vede k ekonomickému růstu, což je jedním z cílů finančního systému [2, 3].

2.1.2 Depozitní funkce

Další základní funkcí poskytovanou finančním systémem je analogicky k funkci kreditní, funkce depozitní. Jejím posláním je umožnit subjektům ukládat si své úspory. Tímto způsobem tak dochází k výše zmíněné akumulaci volných peněžních prostředků, díky čemuž je následně umožněno podnikatelským subjektům získat je pro své zejména investiční potřeby. Spolu s funkcí kreditní tvoří depozitní funkce absolutní elementární základ finančního systému, bez kterého by celý finanční systém nemohl plnit svou základní funkci [2, 3].

2.1.3 Platební funkce

Funkcí finančního systému, bez které by systém samotný téměř ztratil svůj význam, je funkce platební. Jedná se o mechanismus implementovaný v rámci finančního systému, díky kterému mohou jednotlivé subjekty navzájem provádět platby [2].

2.1.4 Funkce likvidity

Tato funkce finančního systému spočívá v poskytnutí možnosti přeměňovat finanční hotovost na peněžní aktiva různých druhů a naopak. Jednotlivé finanční instrumenty oproti peněžní hotovosti nabízí zhodnocení v čase. Hotové peníze zase nabízejí nejvyšší, v podstatě okamžitou likviditu. Je tedy důležité poskytnout subjektům možnost transformovat svobodně svá finanční aktiva podle toho, zda je pro ně v daný moment podstatnější likvidita či výnosnost [3].

2.1.5 Funkce uchování hodnoty

Podstatou této funkce je, jak už z jejího názvu vyplývá, umožnění subjektům odložit si své peněžní prostředky na později takovým způsobem, aby byla uchována kupní síla. Jinými slovy jde o eliminování, respektive snížení vlivů, jakým je například inflace a zajistit tak, že takto uložené finanční prostředky si uchovají svou hodnotu až do doby jejich použití [3].

2.1.6 Funkce ochrany proti riziku

Finanční systém umožňuje pomocí této funkce jednotlivým subjektům zabezpečit se proti riziku různého druhu a původu. Funkce je realizována dvěma způsoby. Prvním způsobem je zabezpečení proti riziku na základě pojistných smluv. Za tímto účelem existují v systému specializované subjekty, které se poskytováním těchto služeb zabývají. Druhým způsobem, jakým se mohou subjekty v rámci finančního systému zabezpečit je tvorba diverzifikovaných portfolií finančních aktiv. Existence tohoto typu zabezpečení je dána existencí rozličných finančních instrumentů, které jsou jednotlivými subjekty na finančním trhu nabízeny. Pomocí diverzifikace se subjekty mohou zabezpečit (respektive snížit dopady díky rozložení rizika mezi více druhů aktiv) vůči poklesu cen jednotlivých aktiv [2, 3].

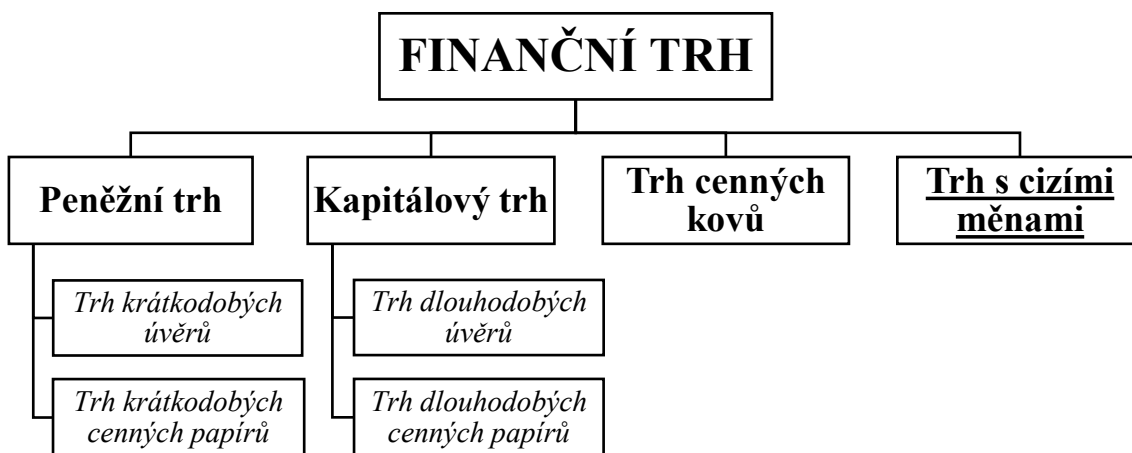
2.1.7 Funkce státní regulace

Funkce finančního systému, skrze kterou stát pomocí fiskální² a monetární³ politiky, případně pomocí dalších nástrojů reguluje dění na finančních trzích. Tím stát ovlivňuje celý ekonomický systém, jehož nedílnou součástí finanční systém je. Jedná se tedy o nástroj státu k působení na ekonomiku za účelem prosazování svých hospodářských a ekonomických cílů [2, 4, 5].

2.2 Finanční trhy a jejich členění

Funkce finančního systému uvedené v předcházejících podkapitolách by nemohly fungovat, pokud by v rámci finančního systému neexistoval finanční trh neboli trh finančního kapitálu [2]. Jedná se o trh, na kterém dochází ke směňování peněz za jiné (zpravidla méně likvidní) finanční instrumenty za účelem jejich budoucího zhodnocení.

Právě finanční trh je tím nástrojem finančního systému, díky kterému je možné uvést do cirkulace v ekonomickém systému co možná nejvíce dočasně volných peněžních prostředků, které by v opačném případě bez jakéhokoliv užítku „zůstaly ležet“ [3]. Finanční trh lze z hlediska obchodovaných instrumentů dělit následujícím způsobem:



Obrázek 1: Dělení finančního trhu (vlastní vypracování na základě [3])

² Fiskální politika je státní aparát hospodářské politiky, jenž spočívá v ovlivňování vývoje ekonomiky upravováním výše daní, veřejných výdajů a položek státního rozpočtu [4].

³ Monetární politika je státní aparát hospodářské politiky cílící primárně na udržení cenové hladiny, jedná se tedy zejména o ovlivňování míry inflace ze strany České národní banky [5].

2.2.1 Peněžní trh

Peněžní trh je trhem, na kterém dochází k setkávání subjektů s dočasným přebytkem peněžních prostředků (ať už v hotovosti či v bezhotovostní formě) se subjekty, které mají dočasný deficit peněžních prostředků. Subjekty s přebytkem zde tento přebytek nabízí oproti poptávce subjektů s deficitem. Finanční instrumenty, pomocí kterých se peněžním trhu obchoduje, jsou krátkodobé, respektive doba jejich splatnosti je krátkodobá. Zpravidla zde splatnost bývá kratší než jeden rok [3, 6].

O instrumentech, s nimiž se zde obchoduje, obecně platí, že se k nim váže nízké riziko, vykoupené nízkým zúročením. Peněžní trh lze dále dělit na trh krátkodobých úvěrů a na trh krátkodobých cenných papírů. Hlavním využitím peněžního trhu je poskytování krátkodobých úvěrů a půjček firmám, domácnostem i státu [2].

2.2.2 Kapitálový trh

Hlavní charakteristikou kapitálového trhu je dlouhodobý ráz na něm obchodovaných finančních instrumentů. Jedná se především o investiční instrumenty, jež mají povahu dlouhodobých investic. Doba splatnosti zde zpravidla přesahuje jeden rok. Kapitálový trh lze analogicky k peněžnímu trhu dělit na trh dlouhodobých úvěrů a trh dlouhodobých cenných papírů. Podstatnější částí kapitálového trhu je, minimálně co se celkového objemu transakcí týče, podstatnější trh dlouhodobých cenných papírů nežli trh dlouhodobých úvěrů [3].

V porovnání s instrumenty peněžního trhu jsou nástroje obchodované na kapitálovém trhu rizikovější, což je dáno vyšším objemem k nim vázaných peněžních prostředků a současně také jejich dlouhodobostí. Vyšší riziko spojené s instrumenty kapitálového trhu je ovšem vyváženo vyššími výnosy [2].

2.2.3 Trhy cenných kovů

Specifickými trhy jsou trhy cenných kovů, na kterém se obchodují, jak již z názvu vyplývá, různé cenné kovy. Nejpodstatnějším trhem tohoto typu je trh zlata, ať už se jedná o obchodování fyzického zlata nebo dražších zlatých mincí. Dalšími důležitými trhy cenných kovů jsou například trhy stříbra, platiny či paladia [6].

2.2.4 Trhy s cizími měnami

V zásadě existují trhy cizích měn dvojího typu – trhy devizové a trhy valutové. Tyto dva typy trhu se od sebe liší zejména formou, v jaké se zde cizí měny obchodují. V prvním zmíněném typu, trhu devizovém dochází k obchodování cizích měn v jejich bezhotovostní formě. Nejzásadnějším způsobem zde, minimálně co do objemu transakcí, působí zejména centrální a obchodní banky, investiční fondy a zprostředkovatelé devizových operací – brokeři. Jedná se tedy převážně o obchody velkoobchodního charakteru. Probíhajícími směňkami měn na tomto typu trhů dochází k vytváření kurzů těchto měn [2, 6].

Druhým typem jsou valutové trhy, na kterých se naopak obchodují měny v hotovostní podobě. Měny se zde směňují podle valutových kurzů, které jsou odvozovány od kurzů devizových. Zpravidla je mezi nimi tedy určitá odchylka. Valutové trhy nemají, na rozdíl od trhů devizových kurzotvorný charakter. Z hlediska objemu jednotlivých transakcí zde prováděných se jedná převážně o obchody maloobchodního typu [3].

2.3 Peníze a jejich funkce

Pro úplnost je vhodné uvést zde, co je v ekonomické teorii chápáno pod pojmem peníze. Jedná se o nejdůležitější finanční aktivum ze všech. Ze všech typů aktiv nabízí nejvyšší likviditu. Peníze jsou jedním z nejpodstatnějších objevů v oblasti ekonomie vůbec, a to především kvůli třem zcela unikátním funkcím, které plní [3]. Tyto funkce jsou popsány v následujících podkapitolách.

2.3.1 Funkce prostředku směny

První významnou vlastností peněz je možnost jejich použití coby prostředku směny. Peníze eliminují takzvaný „problém dvojité shody“, který sužoval před objevem peněz každého, kdo chtěl s někým jiným obchodovat v rámci barterového obchodu. Jedná se o problém, kdy při neexistenci univerzálního „zboží“, které by každý chtěl (tedy peněz), bylo nutné, aby „kupující“ disponoval něčím, po čem touží prodávající, a ještě

danou věcí disponoval v adekvátním množství. To samozřejmě značně komplikovalo a v podstatě také prodražovalo obchod [3, 6].

Peníze jsou právě oním univerzálním produktem, který je každý ochotný přijmout coby platidlo. Díky tomu je tak možné při dostatku peněz okamžitě koupit cokoliv od kohokoliv. Touto časovou i finanční (náklady spojené s realizací směny, jsou oproti „naturální směně“ při použití peněz v podstatě zanedbatelné) úsporou dochází ke značnému zefektivnění ekonomiky [3].

2.3.2 Funkce měřítka hodnoty

Další unikátní vlastností peněz je jejich schopnost fungovat jako měřítko hodnoty. Lze tedy pomocí nich jednoznačně ocenit jakoukoliv službu či zboží. Cokoliv se v ekonomickém systému obchoduje, je možné vyjádřit jejich násobkem. Pokud by nebylo peněz, musely by být ceny všeho vyjadřovány vzájemným poměrem, ve smyslu „produkt A má hodnotu dvou produktů B a produkt C má hodnotu 10 produktů A“. Při množství zboží a služeb v dnešním světě je takové oceňování zcela nemyslitelné. Z tohoto pohledu jsou peníze zcela klíčové pro intuitivní a efektivní obchodování [2].

2.3.3 Funkce uchovatele hodnoty

Třetí důležitou funkcí peněz je jejich schopnost uchovávat kupní sílu v čase. Jde o možnost zachovat jejich hodnotu v době od jejich přijetí do jejich použití. To umožňuje držitelům strádat prostředky do doby, kdy je bude potřebovat, aniž by podléhaly zkáze, které by po určité době podlely naturálie použité při směnném obchodu. Nutno však podotknout, že i peníze mohou určité zkáze podléhat, a sice zkáze ve formě inflace [3]. K uchování hodnoty je tedy vhodnější peníze směnit za nějakou formu investičních aktiv, které se s působením inflace vyrovnávají lépe, ačkoliv za cenu částečné ztráty likvidity.

2.4 Mezinárodní měnový trh Forex

Mezinárodní měnový trh Forex získal svůj název z anglického „**F**oreign **E**xchange“. S denními obchody v hodnotě přesahující 5 bilionů dolarů, tedy v přepočtu zhruba 1,25 biliardy korun, se jedná se o největší a nejlikvidnější finanční trh na světě [8].

Trh jako takový je typu „over-the-counter“ (trh přes přepážku), což znamená, že je decentralizovaný, a tedy nemá žádné centrální místo obchodování. Místo tohoto centrálního místa, kde by se střetávala nabídka s poptávkou a docházelo k obchodu, je trh založený na síti vzájemně propojených elektronických systémů. Tato síť propojuje brokerské společnosti, banky, fondy, individuální investory a další subjekty účastníci se trhu [6].

Tato necentralizovanost přináší výhody i nevýhody. Výhodou je například to, že obchodování není omezeno otevírací dobou daného centrálního místa obchodu. Je zde možné obchodovat 24 hodin denně po celý rok, s výjimkou víkendů. Nevýhodou však je především to, že každý broker používá svá vlastní data a neexistuje nad jednotlivými brokery detailní dohled [9].

Historie Forexu sahá až do roku 1973, kdy vznikl po boku akciových, komoditních a opčních trhů jako trh měnový [8]. Na popularitě začal trh nabírat až po roce 2001, kdy se o něm veřejnost postupně začala dozvídat a začal být stále populárnější i mezi menšími obchodníky. Koncem roku 2000 totiž schválil kongres a prezident Clinton zákon „Commodity Future Modernization Act“, který vybudoval vhodné podmínky pro regulaci obchodování futures. Došlo ke zrušení zákazu obchodování akcií pro futures trhy Bezpečnostní a měnovou komisí, která prohlásila „over-the counter“ trhy za právně bezpečné. Díky tomu bylo možné dohlížet na brokerské společnosti a regulovat jejich činnost. Postupně se na trhu začalo objevovat stále více brokerů a forex začal nabírat na popularitě [6]. Tento trend stále trvá a forex se stává známým mezi stále širší veřejností.

2.4.1 Obchodní doba Forex trhu

Jak již bylo uvedeno výše, jednou z výhod obchodování na Forexu je takřka nepřetržitý provoz tohoto trhu. Konkrétně se obchoduje každý týden od 23. hodiny v neděli do 22. hodiny v pátek. S dvaceti-čtyř hodinovým provozem trhu souvisí změny volatility⁴ obchodovaných měnových párů v čase. To je způsobeno tím, že kvůli různým časovým pásmům se v různých denních dobách otevírají různá ekonomická centra ve světě [8]. Různou volatilitou se také vyznačují jednotlivé dny v týdnu. Například

⁴ Volatilita udává, jak živý a rychlý daný trh je. Jinými slovy popisuje míru oscilování ceny. Čím volatilnější daný trh je, tím k větším výkyvům v cenách dochází, a tím pádem je možné vydělat (ale také prodělat) více peněz [10].

v pondělí se obchody teprve rozebíhají a trh tak bývá klidnější. Podobná situace nastává na Forexu také v pátek, kdy se trh naopak již uklidňuje před víkendem a neprobíhá zde tolik obchodů. Obchodování probíhá v takzvaných seancích, které jsou spjaté s konkrétní oblastí. Jednotlivé seance odpovídají pracovní době v odpovídající lokalitě [7]. Obchodní hodiny forexu lze zachytit jako překrývání se pracovní doby jednotlivých ekonomických center kolem světa tak, jak je to provedeno na obrázku 2 níže.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
TOKIO 1:00 - 10:00																											
										LONDÝN 09:00 - 18:00																	
															NEW YORK 14:00 - 23:00												
SYDNEY 23:00 - 8:00																											

Obrázek 2: Obchodní hodiny na forexu (vlastní vypracování na základě [7])

2.4.2 Hlavní účastníci trhu

Na Forexu se střetává za účelem prodeje či nákupu měn mnoho odlišných subjektů. Zajímavou skutečností je poměr objemu obchodů realizovaných za účelem realizace zisku na základě vývoje cen jednotlivých měn (85%) a objemu obchodů realizovaných vládami a korporacemi, jež nakupují, respektive prodávají služby a zboží v zahraničí (15%) [8].

Vlády a centrální banky

Jedním ze zásadních aktérů na Forexovém trhu jsou vlády jednotlivých států, potažmo jejich centrální banky. Ty se pomocí intervenování ve prospěch či neprospěch své měny snaží zejména o stabilizování měny a tím ovlivňují míru inflace. Vzhledem k vysokým objemům realizovaných obchodů na trhu mají centrální banky na trh nezanedbatelný vliv [7].

Obchodní banky

Dalším zásadním typem subjektů účastnících se obchodů na trhu měn jsou jednotlivé obchodní banky. Ty vzhledem k obrovským objemům obchodů naprosto zásadně ovlivňují dění na Forexu a jsou označovány za tvůrce trhu. Jimi provedené transakce mohou být buďto službami jejich zákazníkům, nebo spekulací samotných bank na trhu za účelem realizace zisku [7, 8].

Investiční společnosti a fondy

Forexový trh využívají logicky za účelem realizace zisku také rozličné investiční společnosti. Láká je především jeho vysoká likvidita a volatilita. Dalším důvodem může být i rozložení rizika diverzifikací portfolia pomocí investování na různých trzích [7].

Společnosti obchodující v zahraničí

Mezinárodní obchod je jedním z původních důvodů existence Forex trhu. Velké množství firem se zabývá prodejem zboží a služeb v zahraničí, případně potřebuje v zahraničí služby a zboží nakupovat. Z toho důvodu mohou být takové společnosti nuceny realizovat platby v cizích měnách. Opět platí, že se takovýmto způsobem realizují transakce v obrovském objemu, a tudíž jsou takové společnosti podstatným typem ekonomického subjektu působícího na trhu [7].

Jednotliví obchodníci

Klíčovou vlastností Forexu, která má za následek stále rostoucí oblibu tohoto trhu je snadný přístup na trh. Ke vstupu na trh člověku, který se rozhodne zde investovat, respektive obchodovat stačí založit si obchodní účet u některého brokera, vložit relativně malou sumu peněz a může začít. Většina jednotlivců obchodujících na Forexu samozřejmě nemůže velikostí svých obchodů konkurovat jiným, výše uvedeným aktérům na trhu. To však neznamená, že se jedná o zanedbatelnou složku trhu, neboť jednotlivců takto obchoduje obrovské množství, což zvyšuje celkový objem obchodů realizovaných touto skupinou subjektů [7, 8].

Běžná osoba

Na trh vstupují i běžní lidé, ačkoliv tak konají často nevědomě. Například pokud si osoba před cestou do zahraničí smění peníze za tamní měnu, účastní se mezinárodního obchodu s cizími měnami. Obdobná situace nastává v případě, kdy si člověk koupí zboží

či službu ze zahraničí. Přesto, že v druhém zmíněném případě směnu měn provede banka zcela bez přičinění kupujícího, stále se tak daná osoba zapojuje do obchodu s cizími měnami [7, 9].

2.4.3 Hlavní výhody a úskalí obchodování na Forexu

Forex je atraktivním trhem a důvodů proč zde obchodovat je mnoho. Stejně jako žádný jiný trh však ani forex není dokonalý. Existují tak i úskalí specifická pro forexový trh.

Otevřeno 24 hodin denně

Jedním z největších lákadel forexu je bezesporu možnost obchodovat nepřetržitě po celých 24 hodin denně. Jak již bylo popsáno výše, forex je decentralizovaný, a tedy nemá žádné centrální místo obchodování. Funguje jako síť vzájemně propojených systémů spojujících brokerské společnosti a účastníky trhu. Díky této decentralizovanosti nemá forex žádnou pevnou otevírací dobu vázající se k nějakému fyzickému místu. Obchodníci tak mohou provádět své transakce nepřetržitě 24 hodin denně. Výjimku tvoří víkendy, během kterých se neobchoduje vůbec [8].

Tato vlastnost je způsobena skutečností, že forex není svázán s konkrétním obchodním místem. Trh se během každého dne v podstatě pohybuje kolem světa. Obchodování v podstatě probíhá v takzvaných seancích, které jsou spjaté s konkrétní oblastí. Konkrétně jsou to tyto seance tři – asijská, evropská a americká [7].

Obchodování pak začíná ve 23 hodin v Sydney, následně se v 1 hodinu ráno začne obchodovat také v Tokiu. Dopoledne, tedy v době, kdy končí obchodování v Sydney a v Tokiu, začíná evropská seance obchodováním v Londýně. Evropská seance se posléze prolne s americkou seancí, když ve 2 hodiny započne obchodování v New Yorku, které trvá až do začátku dalšího obchodního dne v Sydney [7, 9].

Tato na první pohled jasná výhoda s sebou však přináší také podstatné úskalí. Tak, jak se trh přesypá mezi seancemi v průběhu dne, mění se také chování trhu. V různých hodinách panuje na trhu různá volatilita, jsou primárně obchodovány různé měnové páry a vyskytují se různě velké rozdíly mezi nákupní a prodejní cenou.

Obchodník tak musí obezřetně plánovat kdy je pro něj a jeho strategii vhodné být na trhu aktivní a kdy se naopak od obchodování na pár hodin distancovat.

Vysoká likvidita

Velikost forexového trhu mu přináší jednu z jeho největších výhod oproti ostatním trhům – enormně vysokou míru likvidity. Toto pro obchodníka znamená, že může nakoupit a prodat jedním kliknutím, a to zcela okamžitě. Prakticky nenastane situace, kdy by obchodník uvízl v otevřené pozici, protože by neměl s kým měnu směnit a ukončit tak pozici [7].

Spekulace na růst i na pokles

Na rozdíl od akciových trhů, kdy investor vydělá pouze, pokud budou jím nakoupené akcie (respektive společnosti, které tyto akcie emitovaly) růst, na forexu může obchodník vydělávat na obou směrech pohybu cen. To znamená, že obchodník má více příležitostí k výdělku, a to zejména v době ekonomické krize, kdy málokteré akcie rostou.

Vysoký pákový efekt

Pojem finanční páky je detailněji popsán v kapitole o terminologii forexu. V podstatě se jedná o nástroj, který umožní obchodníkovi realizovat obchody s větším kapitálem, než jakým sám disponuje. Podstatné je však uvést, že vysoká finanční páka nabízena mnohými brokery je jednak jednou z hlavních výhod forexu, ale souběžně je to také jedno z největších úskalí tohoto trhu. Využití vysoké páky může obchodníkovi snadno přivodit obrovské zisky, ale stejně tak snadno i obrovské ztráty. Především pro začínající obchodníky může být pokušení realizovat třeba i tisícinásobně větší obchody, než jaký byl jejich počáteční vklad značné [8, 11].

Složitost vyhodnocení mnoha informací v reálném čase

Obchodní platformy, pomocí kterých obchodníci komunikují s brokerem, nabízejí enormní množství informací. Obchodník může tyto informace vyhodnocovat a na základě nich se rozhodovat, zda otevřít obchod nebo nikoliv. Tyto platformy nabízejí spoustu nástrojů pro analýzu trhu a pro obchodníka může být velmi složité se ve všech vůbec zorientovat, natož stíhat vyhodnocovat ty relevantní.

Tento problém může naštěstí obchodník na forexu vyřešit nasazením automatického obchodního systému – hovorově nasazením forexového robota. Pro počítačový program není nejmenší problém vyhodnocovat všechny požadované ukazatele a jednat na základě stanovených pravidel ve zlomku vteřiny. Takovou rychlostí by ručně obchodující obchodník nikdy nemohl být schopný zodpovědně rozhodovat.

Problém lidské psychiky

Rizika spojená s lidskou psychikou jsou přítomná defacto v každé oblasti obchodování – obchod zkrátka z velké části o psychice je. Není tomu jinak ani v případě forexu. I zde platí, že pokud obchodník nebude zvládat své nervy, dříve nebo později podlehne a svou potenciálně výdělečnou strategii paralyzuje zkratovitým jednáním [12].

Problém iracionálního jednání na základě intuice může naštěstí obchodník na forexu vyřešit nasazením automatického obchodního systému – hovorově nasazením forexového robota. Počítačový program se nechová nelogicky na základě intuice a nedělá špatná rozhodnutí z důvodu „slabých nervů“. Jedná striktně podle předem jasně nastavených pravidel – za jakýchkoliv podmínek, v jakoukoliv denní dobu a bez hrozby únavy [13].

Riziko příliš malého kapitálu

Skutečnost, že se na forexu dá začít obchodovat již s relativně malým kapitálem díky mikro-účtům a pákovému efektu může být chápána jako výhoda. Je však potřeba k takové možnosti přistupovat s patřičným respektem, neboť by se mohla obchodníkovi snadno vymstít. S malým kapitálem je neodmyslitelně spjaté riziko, že obchodník zcela zbankrotuje díky delší sérii prodělečných obchodů [7]. Pokud obchodník vstupuje na trh s malým kapitálem, musí věnovat zvýšenou pozornost money-managementu.

2.4.4 Měnové páry

Artiklem obchodovaným na forexu jsou cizí měny. Tyto měny se obchodují v párech. Takový pár je nazýván měnovým párem. Každý měnový pár je obchodován pod zkratkou. Například pár euro – dolar je značen EUR/USD a bývá nazýván „eurodolar“. Tato podkapitola si klade za cíl vysvětlit, co to vlastně měnový pár znamená, co značí jeho cena a jak se takový pár obchoduje. Poté je uveden souhrn nejobchodovanějších

měnových párů, spolu s jejich charakteristikami. Vysvětlen je zde také pojem křížových párů.

Měnové páry jsou složeny, jak již z názvu plyne z dvou různých měn. První uvedená měna v tomto páru je takzvaná základní měna. Druhá měna uvedená v tomtéž páru se nazývá „kotační“. Například u páru EUR/USD je euro měnou základní a americký dolar měnou kотаční. Obchodování měnových párů lze pak nejnázve popsat jako nákup jednotky základní měny za odpovídající množství měny kотаční [7].

Obchodované měny lze kategorizovat několika způsoby. Nejčastěji se člení na několik skupin podle jejich obchodovanosti na forexovém trhu. Měny lze takto rozdělit na hlavní, vedlejší a exotické.

Hlavní měny

Hlavní měny obchodované na forex trhu, označované často jako „forex majors“ jsou především následující:

- **Americký dolar** (USD, \$)
- **Euro** (EUR, €)
- **Britská libra, libra šterlinků** (GBP, £)
- **Švýcarský frank** (CHF, Fr)
- **Japonský jen** (JPY, ¥)

Vedlejší měny

Vedlejší měny obchodované na forex trhu se vyznačují menší likviditou nežli hlavní měny a jsou jimi:

- **Norská koruna** (NOK, kr)
- **Dánská koruna** (DKK, kr.)
- **Švédská koruna** (SEK, kr)
- **Australský dolar** (AUD, A\$)
- **Kanadský dolar** (CAD, C\$)
- **Novozélandský dolar** (NZD, NZ\$)

Exotické měny

Měny, které nespádají do kategorie hlavních ani vedlejších měn jsou označovány jako „exotické“ měny. Jedná se o měny, o jejichž obchodování je malý zájem, a tudíž mají velmi malou likviditu oproti měnám ostatním. Do této skupiny patří například Polský zlotý nebo Česká koruna [7].

Nejobchodovanější měnové páry

- **EUR/USD**
 - Základní měna: Euro
 - Kotační měna: Americký dolar
 - Slangové označení: „eurodolar“

- **GBP/USD**
 - Základní měna: Britská libra
 - Kotační měna: Americký dolar
 - Slangové označení: „sterling“, „cable“

- **USD/JPY**
 - Základní měna: Americký dolar
 - Kotační měna: Japonský jen
 - Slangové označení: „Dolar-Yen“

- **USD/CHF**
 - Základní měna: Americký dolar
 - Kotační měna: Švýcarský frank
 - Slangové označení: „Swissy“

- **USD/CAD**
 - Základní měna: Americký dolar
 - Kotační měna: Kanadský dolar
 - Slangové označení: „Dolar-Canada“

- **AUD/USD**
 - Základní měna: Australský dolar
 - Kótační měna: Americký dolar
 - Slangové označení: „Aussie-Dolar“

- **NZD/USD**
 - Základní měna: Novozélandský dolar
 - Kótační měna: Americký dolar
 - Slangové označení: „Kiwi“

Křížové páry

Dalším podstatným pojmem týkajícím se měnových párů na forexu jsou takzvané „křížové páry“. Jedná se o takové měnové páry, ve kterých nefiguruje americký dolar ani coby základní měna, ani coby měna kótační [7]. Jsou složeny z jiných hlavních měn. Mezi takové páry patří:

- **EUR/GBP**
 - Základní měna: Euro
 - Kótační měna: Britská libra

- **EUR/CHF**
 - Základní měna: Euro
 - Kótační měna: Švýcarský frank

- **EUR/JPY**
 - Základní měna: Euro
 - Kótační měna: Japonský jen

- **GBP/JPY**
 - Základní měna: Britská libra
 - Kótační měna: Japonský jen

- **GBP/CHF**
 - Základní měna: Britská libra
 - Kótační měna: Švýcarský frank

- **JPY/CHF**
 - Základní měna: Japonský jen
 - Kótační měna: Švýcarský frank

2.4.5 Základní terminologie Forexu

Forex je značně specifickým trhem a je tedy zákonitě spjatý s kolekcí pojmů, bez kterých by bylo obtížné o něm pojednávat. Tyto pojmy by bylo možné s trochou nadsázky nazvat jako „Forexové názvosloví“. Specifických pojmů vztahujících se k Forexu existuje značné množství. Pro potřeby práce však uvedu pouze několik základních pojmů, které jsou zásadní pro pochopení dalšího textu.

Bid cena

Bid cena značí takzvanou nabídkovou cenu, tedy cenu, za kterou jsou ochotni účastníci trhu v daný časový okamžik koupit základní měnu. Jedná se tedy o cenu, za kterou může obchodník prodat základní měnu při směně za měnu kotovací. Jinými slovy vyjadřuje nabídková cena, jaké množství kotovací měny obchodník získá při prodeji jedné jednotky základní měny [14].

Ask cena

Ask cena naopak značí takzvanou poptávkovou cenu, tedy cenu, za kterou jsou účastníci trhu aktuálně ochotni prodat základní měnu. Jde tedy o cenu, za kterou má obchodník možnost základní měnu nakoupit při směně za kotovací měnu. Analogicky k nabídkové ceně vyjadřuje poptávková cena, jaké množství kotovací měny musí obchodník zaplatit při nákupu jedné jednotky základní měny [14].

Spread

Rozdíl mezi BID a ASK – tedy mezi nabídkovou a poptávkovou cenou v daném okamžiku se nazývá spread. Spread lze chápat jako náklad na provedení obchodu. Pokud

jde trh směrem v obchodníkův prospěch, vždy musí nejprve překonat hodnotu spreadu a až poté začne být tento obchod výdělečný.

Ze zmíněného tedy plyne, že čím nižší je spread tím lépe pro obchodníka, neboť tím nižší jsou náklady na provedení obchodu. Spread v podstatě značí zisk brokera z každého provedeného obchodu. Hodnota spreadu může být u různých brokerů odlišná. Spread může být buďto fixní anebo pohyblivý. Fixní spread je neměnný a předem stanovený, zatímco variabilní spread se mění podle situace na trhu. Různé měnové páry mají různě veliké spready, přičemž obecně platí, že likvidnější měnové páry mají spready menší [15].

Pip

Pojem pip značí nejmenší možný pohyb měnového kurz [15]. Pokud si představíme cenu udávanou jako číslo se čtyřmi desetinnými místy, je pip změna o poslední desetinné místo. Pokud by se tedy například cena změnila z 1,2345 na 1,2346, jednalo by se o změnu o jeden pip. Ne všechny měnové páry jsou kotovány na čtyři desetinná místa, u některých se cena udává pouze na dvě desetinná místa [14]. Například tedy, pokud se taková cena pohne z 1,23 na 1,24, jedná se opět o změnu o jeden pip.

Zatímco někteří brokeři kotují páry na dvě případně čtyři desetinná místa, jiní udávají cenu se třemi, respektive pěti desetinnými místy. V takovém případě však jeden pip je stále změna o jednotku na druhém případně čtvrtém místě. Změna o jeden pip by v takovém případě bylo u páru kotovaného na pět desetinných míst například z 1,23456 na 1,23466.

Hodnota pipu, tedy reálná hodnota této změny se počítá právě na základě kotace páru a aktuálního směnného kurzu tohoto páru [16]. V případě, že bude měna kotována na 4 desetinná místa je pip 0,0001. Například u měnového páru EUR/USD s aktuálním kurzem 1,2345, bude výpočet proveden takto:

$$\frac{0,0001}{1,2345} \approx 0,00008104 \text{ €}$$

Pro převedení této hodnoty na hodnotu v USD využijeme vztahu:

$$0,00008104 \cdot 1,2345 \approx 0,00010004 \text{ \$}$$

V případě měnového páru kotovaného na dvě desetinná místa by se výpočet různil v principu jen změnou velikosti pipu. Zaměnil by se tedy ve výpočtu čísel z 0,0001 na 0,01 tak, aby byla reflektována jiná kotace měnového páru.

Lot

Velikost obchodů prováděných na Forexu se udává v takzvaných „lotech“. Velikost standardního lotu je 100 000 jednotek dané měny. Právě vzhledem k obchodování takto velkých objemů měny jsou sledovány i tak malé pohyby v cenách, jakými jsou změny o jednotky pipů [8, 11].

Ačkoliv se totiž hodnota pipu zdá být sama o sobě absurdně malá, při vynásobení počtem jednotek měny v obchodu začne být suma pro obchodníka zajímavá. Například při zmíněném měnovém páru EUR/USD vypadá takový přepočítání následovně:

$$\frac{0,0001}{1,2345} \cdot 100000 \approx 8,10 \text{ €}$$

Pro převedení na hodnotu v USD provedeme následující přepočítání:

$$8,10 \cdot 1,2345 \approx 9,99 \text{ \$}$$

Brokeři začali nabízet také obchodování s menšími objemy, a to především z důvodu usnadnění vstupu na trh menším obchodníkům s nižším kapitálem. Jedná se o obchodování takzvaných mini-lotů a mikro-lotů, přičemž mini-lot reprezentuje desetinu standardního lotu a mikro-lot odpovídá jedné setině běžného lotu [15]. Pokud vezmeme i tuto skutečnost do úvahy, dostáváme se k univerzálnímu postupu, jak vypočítat velikost potenciálního zisku nebo ztráty na jednom obchodě:

$$\text{Hodnota obchodu} = \frac{\text{pip}}{\text{kurz}} \cdot \text{velikost lotu} \cdot \text{počet lotů} \cdot \text{změna ceny v pipech}$$

Margin a pákový efekt

Takzvaná finanční páka umožňuje obchodníkovi nakládat s větším kapitálem než jaký reálně vlastní. Broker XTB na svém webu o finanční páce píše:

„Finanční páku můžeme definovat jako úvěr od brokera na nákup aktiv za účelem zvýšení návratnosti investice.“

(X-Trade Brokers © 2017) [17]

Finanční páka je jedním z nástrojů, které umožňují menším investorům vůbec vstoupit na Forexový trh. Pro běžné malé obchodníky by nebylo snadné obchodovat loty o velikosti 100 000 jednotek dané měny. Právě díky pákovému efektu si obchodník může od brokera v podstatě vypůjčit mnohonásobně větší kapitál, než jakým aktuálně sám disponuje. Velikost finanční páky určuje poměr mezi vlastním kapitálem obchodníka a kapitálem obdrženým od brokera [11, 17].

Broker si při využití finanční páky strhne takzvaný „margin“, neboli zálohu z obchodníka účtu, který spravuje. Na základě této zálohy nechá obchodníka obchodovat s mnohonásobně větším kapitálem, jehož velikost je dána právě velikostí finanční páky. Kupříkladu při finanční páce 100:1 broker strhne z obchodníka účtu margin ve výši 1 000 \$ a na základě něj uvolní obchodníkovi k obchodování stonásobek této zálohy – tedy 100 000 \$.

Velikost finanční páky je volitelná a různí brokeri mohou nabízet odlišné maximální velikosti této páky. Někteří brokeri nabízejí dokonce i páku o velikosti 1000:1. Zde je také vhodné zdůraznit, že finanční páka může obchodníkovi přivodit obrovské zisky, ale stejně tak i obrovské ztráty.

Margin call

K finanční páce se úzce váže pojem margin call. Jedná se v podstatě o ochranné opatření brokera samotného proti škodám způsobeným prodělečným obchodováním investora, jemuž broker pomocí pákového efektu svěřil kapitál. Princip tohoto opatření je následující. Jakmile dospěje broker z jakéhokoliv důvodu k podezření, že otevřený obchod je v ohrožení a že aktuální ztráta obchodníka se blíží k danému marginu (tedy k záloze, díky které obchodník obdržel od brokera kapitál), bude požadovat po obchodníkovi takzvaný margin call [11]. To znamená, že jakmile se ztráta obchodníka bude blížit k velikosti této zálohy, bude muset obchodník na svůj účet u brokera účet vložít další hotovost. Pokud další hotovost na účet nevloží, bude muset pozici ukončit, jinak bude tento obchod ukončen brokerem samotným s aktuální ztrátou.

Opatření chrání brokera i vlastního obchodníka před větší ztrátou. Bez „margin callu“ by totiž hrozilo, že obchodník bude na základě emocí stále doufat, že se trh otočí v jeho prospěch a mohl by se tak dostat do neúnosné ztráty [15].

Slippage

Pojem slippage, tedy v českém překladu skluz, značí rozdíl mezi požadovanou a získanou cenou. Zjednodušeně řečeno je tento rozdíl způsobený zpožděním ve vykonání obchodních příkazů. Především pokud se trh pohybuje rychle, může takové zpoždění transakcí a s ním spojený skluz v ceně mít citelný dopad na ziskovost obchodování [18].

Short a long pozice

Obchodování na forexu probíhá tak, že se směnuje určitá měna za měnu jinou, na základě zvoleného měnového páru. Tento proces funguje na principu otevírání a uzavírání takzvaných pozic. Obchod je zahájen otevřením pozice a ukončen jejím uzavřením [11].

Otevření pozice tedy znamená současně nákup jedné a prodej druhé měny. Uzavřením této pozice po nějaké době pak naopak dojde k obrácené směně těchto měn. Existují dva typy pozice – long a short pozice. Long pozice je takzvaná nákupní pozice, short je poté naopak pozicí prodejní. To znamená, že pokud na měnovém páru EUR/USD bude otevřena long pozice, bude obchodník nakupovat eura a prodávat americké dolary. Analogicky pokud by obchodník otevřel short pozici na stejném měnovém páru, prodával by eura a nakupoval americké dolary [15].

Do long pozice na EUR/USD páru bude obchodník vstupovat ve chvíli, kdy věří, že bude euro posilovat. Takové pozici se také často říká „býčí pozice“. Úmyslem obchodníka bude pozici uzavřít po získání určitého zisku, tedy poté co euro posílí nad obchodníkem stanovenou hranici. Pokud euro bude oproti obchodníkovu očekávání oslabovat, uzavře obchodník pozici se ztrátou, případně se může rozhodnout čekat, až euro začne opět posilovat.

Analogicky k long pozici, bude do short pozice na EUR/USD páru obchodník vstupovat, pokud naopak čeká, že euro bude oslabovat. Tato pozice se také označuje jako „medvědí pozice“. V takovém případě se bude snažit euro nejprve prodat za dolary, a

následně až euro oslabí, nakoupí stejný objem eura, jaký předtím prodal, ale nyní již za nižší cenu.

2.4.6 Principy obchodování

K popsání principu obchodování na forexu poslouží pojmy definované v předchozí kapitole. Jak již bylo zmíněno, na forexu se obchodují měnové páry. Obchod vždy probíhá tak, že obchodník při otevření pozice jednu měnu prodává a druhou nakupuje [8, 19]. Následně při uzavření pozice provádí s těmito dvěma měnami přesný opak. To znamená, že prodává měnu, kterou prvně nakoupil a nakupuje měnu, kterou prvně prodal. Obchodníkovým záměrem je vydělat na změně ceny v době mezi otevřením a uzavřením jím držené pozice.

Obchodník má možnost otevřít obchodní pozici dvou typů. Buďto se rozhodne spekulovat na vzestup základní měny v měnovém páru a pak vstupuje do „long“ pozice, nebo naopak předpokládá oslabení základní měny a otevírá „short“ pozici.

Na forexu musí obchodník sledovat současně u měnového páru dvě ceny – nabídkovou (BID) a poptávkovou (ASK). Mezi BID a ASK cenou je rozdíl (spread), což je v podstatě zisk brokera.

Pokud obchodník vstupuje do long pozice, nakupuje základní měnu za ASK cenu. Aby obchodník neprodělal, musí základní měna nejprve posílit o spread. To znamená posílit natolik, aby BID cena vyrovnala ASK cenu, za kterou obchodník měnu nakoupil. V tento moment je obchodník takzvaně na nule – kdyby pozici nyní uzavřel, nic by nevydělal, ale ani neprodělal.

Aby obchodník na tomto obchodě vydělal, čeká dle svého uvážení na další posilování základní měny. Když zisk dosáhne obchodníkem stanovené úrovně, nebo pokud má obchodník obavy, že měna začne oslabovat, uzavře otevřenou pozici. Učiní tak prodejem základní měny za aktuální BID cenu. Samozřejmě obchodník může také prodělat, pokud se cena bude vyvíjet ve směru proti jeho spekulaci. V tomto případě by tedy obchodník prodělal, pokud by základní měna daného páru oslabovala.

V případě long pozice lze tedy zisk vyjádřit následujícím vztahem. Zisk je roven rozdílu BID ceny v čase uzavření pozice (prodej základní měny) a ASK ceny v době otevření pozice (nákup základní měny).

Situace se short pozicí je analogická k předchozí situaci. Obchodník prodává základní měnu daného páru za BID cenu. Aby neprodělal, musí nejprve základní měna oslabit o velikost spreadu. V tomto případě tedy musí ASK cena klesnout na úroveň BID ceny, za kterou na začátku obchodník měnu prodal. V tomto momentě by obchodník opět mohl pozici uzavřít bez ztráty či zisku.

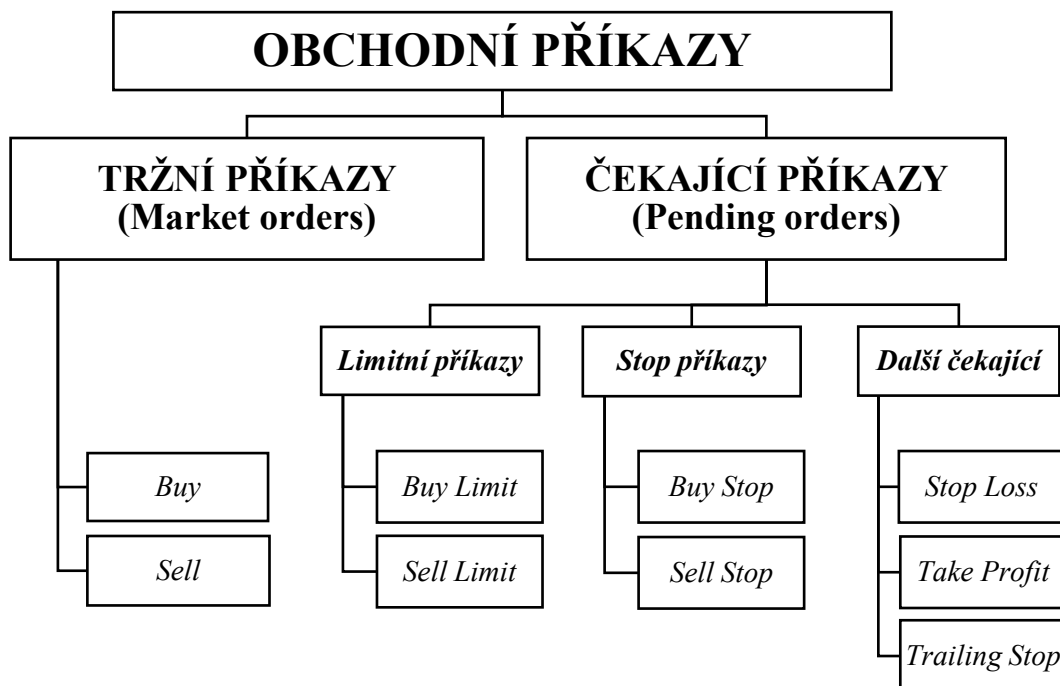
Aby na pozici vydělal, čeká obchodník na další oslabení základní měny. Pokud zisk dosáhne obchodníkem stanovené úrovně, nebo pokud má obchodník obavy, že měna začne posilovat, uzavře otevřenou pozici. V tomto případě pozici uzavře naopak nákupem základní měny za aktuální ASK cenu. Opět platí, že na pozici obchodník může prodělat. Stalo by se tak, pokud by oproti předpokladu obchodníka základní měna posilovala.

V případě short pozice lze tedy analogicky ke vztahu u long pozice zisk vyjádřit následujícím vztahem. Zisk je roven rozdílu ASK ceny v čase uzavření pozice (nákup základní měny) a BID ceny v době otevření pozice (prodej základní měny).

Obchodování na forexu je realizováno pomocí obchodních příkazů. Tyto příkazy jsou obchodníkem zadávány skrze softwarovou platformu poskytnutou brokerem. Obchodních příkazů existuje několik druhů a jsou popsány v následující podkapitole.

2.4.7 Obchodní příkazy

Hlavní obchodní příkazy na forexu lze rozdělit na dvě základní skupiny – tržní příkazy a čekající příkazy [19]. Druhou zmíněnou skupinu – čekající příkazy lze dále rozčlenit na „limitní“ příkazy, „stop“ příkazy a ostatní příkazy. Základních používaných obchodních příkazů je celkem devět (viz schéma na obrázku 3 níže).



Obrázek 3: Obchodní příkazy na forexu a jejich členění (Vlastní vypracování)

Tržní příkazy – Buy, Sell

Tržní příkazy (anglicky market orders) jsou takové obchodní příkazy, které se vykonají ihned poté, co je obchodník zadá – tedy bez jakéhokoliv odkladu. Jedná se o dva jednoduché příkazy – Buy (nákup) a Sell (prodej).

Tržní příkaz **Buy** (někdy také Buy Market) slouží obchodníkovi k okamžitému nákupu dané měny za aktuální ASK cenu. Naopak tržní příkaz **Sell** (někdy také Sell Market) slouží k okamžitému prodeji zvolené měny za stávající BID cenu [19].

Čekající příkazy

Důležitým principem obchodování na forexu, který obchodníkovi umožňuje obchodovat, aniž by musel nepřetržitě sledovat trh, jsou takzvané čekající příkazy neboli

„pending orders“. Ne vždy chce obchodník vstoupit do obchodu, tedy otevřít pozici při stávajících ASK, respektive BID cenách. Díky čekajícím příkazům může obchodník dopředu naplánovat provedení nákupu či prodeje na okamžik, kdy se cena dostane na jím požadovanou úroveň. V podstatě se jedná o naplánování tržních příkazů, tedy příkazů sell a buy, na neurčený okamžik v budoucnosti. Celkem jsou k dispozici čtyři základní typy těchto příkazů – dva „limitní příkazy“ a dva „stop příkazy“ [19].

Čekající stop příkazy – Buy Stop, Sell Stop

Jednodušší pro pochopení jsou stop příkazy. Příkaz **Buy Stop** obchodník použije, pokud se domnívá, že když cena prorazí (směrem nahoru) určitou hladinu, bude růst i nadále. Obchodník tedy nejprve nastaví cenovou hladinu vyšší, než jaká je stávající. Pokud cena tuto hladinu překoná, automaticky se provede nákup za tržní cenu – Buy [20]. Ilustrace takové situace je na obrázku 4 níže:



Obrázek 4: Princip příkazu Buy Stop (Vlastní vypracování)

Obráceným případem je příkaz **Sell Stop**, který obchodník naopak použije, pokud čeká, že jakmile cena prorazí (směrem dolů) určitou hladinu, bude nadále klesat. Obchodník opět nejprve stanoví cenovou hladinu k proražení – tentokrát nižší, než je ta aktuální. Jakmile cena klesne pod tuto hladinu, automaticky se vykoná příkaz Sell, tedy prodej za tržní cenu [20]. Takový případ je znázorněn na obrázku 5 níže:



Obrázek 5: Princip příkazu Sell Stop (Vlastní vypracování)

Čekající limitní příkazy – Buy Limit, Sell Limit

Druhou skupinou čekajících příkazů jsou příkazy limitní. Příkaz **Buy Limit** obchodník použije, pokud očekává, že jakmile cena klesne na určitou hladinu, brzy se odrazí zpět a začne opět růst. V takovém případě obchodník nejprve stanoví cenovou hladinu nižší, než je stávající. Pokud poté cena klesne na tuto hodnotu, provede se nákup za tržní cenu – Buy [20]. Situace znázorňuje obrázek 6 níže:



Obrázek 6: Princip příkazu Buy Limit (Vlastní vypracování)

Analogicky k příkazu Buy Limit existuje také příkaz **Sell Limit**. Ten obchodník využije, pokud si naopak myslí, že v okamžik, kdy cena stoupne na určitou hladinu, začne brzy opět klesat. Nejprve je tedy zvolena cenová hladina, tentokrát vyšší než ta stávající a pokud následně cena stoupne na tuto hodnotu, je provede prodej za tržní cenu příkazem Sell [20]. Takovou situaci ilustruje obrázek 7 níže:



Obrázek 7: Princip příkazu Sell Limit (Vlastní vypracování)

Další čekající příkazy – Stop Loss, Take Profit, Trailing Stop

Kromě zmíněných čekajících příkazů existují také další příkazy pro „zastavení ztrát“ a „realizaci zisku“. Jedná se o příkazy Stop Loss, Take Profit. Dále existuje také speciální varianta Stop Lossu, takzvaný Trailing Stop [19,20].

Příkaz **Stop Loss** (zkráceně SL) umožňuje obchodníkovi nastavit u otevřené pozice hladinu maximální ztráty. V praxi to znamená, že pokud se obchod bude vyvíjet ztrátově a cena půjde proti obchodníkově spekulaci, nedojde k větší ztrátě, než jakou obchodník definoval pomocí příkazu Stop Loss. Pokud aktuální ztráta na dané pozici dosáhne maximální povolené úrovně, příkaz Stop Loss způsobí okamžité uzavření pozice. Zde je potřeba si uvědomit, že pro long pozice se Stop Loss stanovuje pod daný obchod a pro short pozice naopak nad něj [19]. Použití příkazu je zobrazeno na obrázku 8 níže:



Obrázek 8: Princip příkazu Stop Loss (Vlastní vypracování)

Příkaz **Take Profit** (zkráceně TP) naopak obchodníkovi umožňuje uzavřít pozici ve chvíli, kdy zisk dosáhne stanovené úrovně. Obchodník si stanoví, na jak velký zisk s danou pozicí cílí. Pokud se obchod vyvíjí žádoucím směrem, je pozice automaticky uzavřena, jakmile se dosáhne požadovaného zisku. Pro long pozice se Take Profit umísťuje nad probíhající obchod, pro short pozice se naopak umísťuje pod tento obchod [19]. Použití příkazu ilustruje obrázek 9 níže:



Obrázek 9: Princip příkazu Take Profit (Vlastní vypracování)

Speciální variantou Stop Lossu je příkaz **Trailing Stop**. Jedná se o takzvaný posunující se Stop Loss. V takovém případě, pokud se cena vyvíjí ve směru zisku, Stop Loss se posouvá za ní ve stanoveném odstupu. Toto je vhodné v situacích, kdy obchodník čeká dlouhý růst (respektive pokles v případě short pozice) ceny, ale neví, jak dlouhý bude a zároveň tuší jak velké poklesy (respektive nárůsty v případě short pozice) v růstu může čekat [20]. Jak takový příkaz funguje, znázorňuje níže uvedený obrázek 10:



Obrázek 10: Princip příkazu Trailing Stop (Vlastní vypracování)

2.5 Prostředky analýzy trhu

Obchodník otevírá a uzavírá pozice za účelem realizace zisku. Aby tohoto zisku mohl dosáhnout, potřebuje co nejlépe predikovat vývoj cen. Z tohoto důvodu tedy obchodník musí provádět analýzu trhu. Ta spočívá ve vyhodnocování a zpracovávání různorodých dat, které má obchodník k dispozici z různých zdrojů. Interpretací získaných informací poté obchodník může dojít k závěru – zda obchodovat a jakým způsobem [19, 20].

Existují tři přístupy k analýze trhu – analýza fundamentální, technická a psychologická. Obchodník může buďto využívat některý typ analýzy samostatně, nebo může tyto přístupy kombinovat dle svého uvážení a dle svého stylu obchodování.

2.5.1 Aparát fundamentální analýzy

Fundamentální analýza (zkráceně uváděno FA) umožňuje obchodníkovi trh rozebírat a posuzovat z hlediska ekonomických, sociálních a politických aspektů, které mají vliv na poptávku a nabídku. Principem fundamentální analýzy je fakt, že pokud si dobře vede ekonomika určité země, povede si dobře také její měna. Sledují se zde zásadní makroekonomické události, u kterých je potenciál vysokého dopadu na trh [21, 22].

Velikost odezvy trhu na „vyhlášení“ výsledku dané události závisí především na rozdílu mezi očekávaným výsledkem a vyhlášeným výsledkem. Obecně platí, že čím překvapivější hodnota byla ohlášena oproti původnímu očekávání, tím prudší je následná reakce trhu [21].

Kvalita fundamentální analýzy je samozřejmě přímo ovlivňována kvalitou dat, nad kterými obchodník analýzu provádí. Je tedy klíčové obstarat si dobré zdroje dat a informací. Zde samozřejmě platí, že kdo má informací více (případně je má přesnější), ten může lépe odhadnout vývoj trhu. Úskalím fundamentální analýzy může být skutečnost, že malý obchodník zákonitě nebude mít tak přesné zákulisní informace jako obchodní giganti, a tudíž oproti nim bude v nevýhodě [23].

Mezi základní sledované údaje patří například: míra inflace, míra nezaměstnanosti, hodnota HDP, úrokové míry a podobně. Obchodník se samozřejmě může rozhodnout, že nebude fundamentální analýzu využívat a bude se soustředit pouze na technickou analýzu. V takovém případě by si však měl alespoň dát pozor na obchodování v době vyhlášení důležitých událostí, jelikož by s reakcí trhu jeho technická analýza nemusela počítat [22].

2.5.2 Aparát technické analýzy

Druhým pohledem na analýzu trhu je takzvaná technická analýza (zkráceně uváděno TA). Ta se na rozdíl od fundamentální analýzy nezabývá ekonomickými a politickými faktory, ale pouze a výhradně analýzou grafů vývoje cen na trhu. Technická analýza vychází ze tří předpokladů: v ceně jsou všechny informace započtené, cena se pohybuje v trendech a historie se opakuje [24].

Předpoklad číslo 1: Cena zahrnuje všechny informace

Důvodem, proč se obchodníci zaměřující se na technickou analýzu nesoustředí na politické a ekonomické události, je že věří, že jsou již tyto události zahrnuty v ceně. Věří, že všechny události se promítnou do ceny, a tak zjednodušeně řečeno stačí sledovat obrazce v grafech. Nesleduje se tedy původ změn ceny, ale jen změna samotná. Při technické analýze obchodník v grafech vyhledává opakující se formace a vzory, které mu pomohou předpovědět budoucí pohyb ceny. Obchodník tedy predikuje budoucí vývoj ceny čistě na základě jejího dosavadního vývoje [24].

Předpoklad číslo 2: Cena se pohybuje v trendech

Existuje obecný předpoklad, že pokud se trh pohybuje určitým směrem, je pravděpodobnější, že setrvá v tomto směru, než že se otočí do protisměru. To znamená, že by obchodník měl otvírat pozice ve směru trendu. Pokud cena dlouhodoběji roste, měl by obchodník vstupovat do long pozic, pokud naopak klesá, je lepší vstupovat do short pozic [24].

Předpoklad číslo 3: Historie se opakuje

Podstatným stavebním kamenem technické analýzy je přesvědčení, že se historie (alespoň co se vývoje cen týče) opakuje. Na základě tohoto přesvědčení hledá obchodník v grafu vzory, které se již dříve objevily a očekává, že povedou k podobnému výsledku i tentokrát. Takových vzorů je obrovské množství a je velmi snadné nalézt v grafu „falešný vzor“ - tedy vidět v grafu i to co tam není. Takový problém hrozí především při ruční analýze. Při obchodování pomocí automatického obchodního systému toto riziko klesá, jelikož procesor počítače je na takovou činnost zkrátka vhodnější než lidský mozek [24].

2.5.3 Aparát psychologické analýzy

Psychologická analýza (zkráceně uváděno PA) se na rozdíl od předchozích dvou zmíněných metod nesoustředí na vývoj ceny měnového páru jako takovou, ale naopak na lidský faktor a jeho vliv na trh – tedy na obchodníka a jeho psychiku. Je potřeba si uvědomit, že psychika jednotlivce hraje zcela klíčovou roli v jeho rozhodování a že rozhodování jednotlivců nakonec v součtu utváří chování trhu jako celku [8, 13].

Ze zmíněného vyplývá, že chování trhu ovlivňuje spousta faktorů, včetně těch, jejichž souvislost s trhem není na první pohled zřejmá. Obchodníci jsou ovlivňováni jednak emocemi a jednak různými nepotvrzenými informacemi, které k nim doputují například z médií. Obecně se věří, že naprostá většina obchodníků (podle některých až 90%) na forexu a pochopitelně i na jiných trzích nejsou profesionální obchodníci řídicí se striktními pravidly [13]. To znamená, že většina účastníků trhu jedná spíše iracionálně, nechává se „strhnout davem“ a nejedná na základě reálně ověřených dat. Této problematice se detailně věnuje behaviorální ekonomie. Podle známého ekonomy J. M. Keynese sice profesionální obchodníci ne vždy odhadují trh lépe než dav, ale počítají s chováním davu a snaží se tak vydělat na obchodování proti tomuto davovému chování.

Právě skutečnost, že většina obchodníků se chová iracionálně je možná jedním z hlavních důvodů, proč většina obchodníků na forexu prodělává a po nějaké době obchodování vzdá. Jejich psychika jim nedovolí obchodovat pouze na základě logiky. V určitém momentu zkrátka zvítězí nad stanovenými pravidly strach z možné ztráty a obchodník poruší pravidla své obchodní strategie – tím vlastně obchoduje proti ní. Pokud má nějaká obchodní strategie fungovat na základě stanovených pravidel, může fungovat pouze, pokud je obchodník opravdu dodržuje [13].

Řešením tohoto zásadního úskalí je nahrazení manuálního, tedy diskrečního obchodování automatizovaným obchodním systémem (AOS). Automatizovaným obchodním systémem rozumíme jasně definovanou obchodní strategii převedenou na algoritmus, který je následně spuštěn v některé obchodní platformě. Takový AOS poté běží bez obsluhy a na základě stanovených pravidel autonomně obchoduje – tedy realizuje zadanou obchodní strategii. Nasazení AOS má samozřejmě mnoho výhod, jako například schopnost vyhodnocovat takřka v reálném čase velké množství informací. To znamená, že je pomocí něj možné realizovat mnohem složitější, případně výpočetně náročnější strategii, než jakou by zvládl obchodník obchodovat ručně. Z hlediska lidské psychiky je však AOS přínosem především z důvodu naprosté eliminace nedodržení některého z pravidel strategie, kterého by se mohl obchodník při ručním obchodování dopustit. AOS zkrátka provádí strategii bezchybně a bez zaváhání po celou dobu běhu tak, jak byla jednou navržena a zamýšlena [8].

3 Analýza problému

Nyní, když jsou popsána teoretická východiska potřebná k pochopení problematiky, je vhodné popsat si současnou situaci v problematice automatizovaných obchodních systémů a zamyslet se nad možnostmi návrhu vlastní strategie. V kapitole jsou popsány souvislosti i odlišnosti mezi strategií jako takovou a obchodním systémem nad ní vystavěným.

Je zde teoreticky popsán popis tvorby systému od návrhu strategie až po finální otestované a řešení připravené k nasazení do autonomního provozu. Jsou zde nastíněny některé z možných problémů, se kterými se obchodník během vývoje strategie a AOS systému může setkat. Popsána je zde také zvolená platforma sloužící k obchodování na forexu a k vytvoření automatizovaného obchodního systému. Volba platformy je zdůvodněna a jsou zmíněna také rizika spojená s volbou. Dále je také nastíněn postup testování a optimalizace vzniklého AOS.

3.1 Automatizovaný obchodní systém

Cílem této práce je navržení automatizovaného obchodního systému (AOS), je tedy vhodné alespoň neformálně definovat, co to znamená. AOS je odbornějším a korektnějším označením pro takzvaného „obchodního robota“. Jedná se o software, který obchodníkovi umožňuje realizovat obchody, aniž by je musel mechanicky zadávat. Umožňuje obchodníkovi vzdálit se od počítače, aniž by se vzdal obchodních příležitostí, kterých by se jinak vzdát musel.

AOS by se dal definovat jako zalgoritmizovaná forma určité obchodní strategie, která je schopná autonomně realizovat obchodníkovu vůli na zvoleném trhu. Jinými slovy je to jakýkoliv soubor pravidel pro vstup a výstup z obchodu, který je jasně formulován a následně převeden na počítačový program.

Automatické obchodní systémy je možné dělit na poloautomatické a plně automatické systémy. Poloautomatický systém je takový, který provede požadovanou analýzu trhu a definované výpočty a následně obchodníka graficky či zvukově na výsledky této analýzy upozorňuje. Obchodník poté sám musí uvážít, zda do obchodu

vstoupí či nikoliv a stejně tak musí sám obchodní pozici otevřít případně uzavřít. Oproti tomu plně automatický systém nejen, že provádí analýzu trhu, ale také sám rozhoduje o vstupu a výstupu z obchodu – takový AOS tedy obchoduje zcela autonomně a obchodník u něj vůbec nemusí být v době jeho běhu přítomen.

Automatické obchodní systémy se těší čím dál tím větší popularitě. Stále více obchodníků se vydává touto cestou obchodování kvůli nesporným výhodám, které AOS systémy nabízí. Automatizované obchodování však nepřináší pouze výhody, ale také řadu úskalí, se kterými se obchodník musí vypořádat. Tato podkapitola tedy shrnuje některé z hlavních výhod a rizik využití AOS pro obchodování.

3.1.1 Výhody spojené s využitím AOS

Výhod, které automatizované obchodování přináší je nespočetné množství. Různí obchodníci budou považovat AOS za přínosný z různých důvodů. Minimálně na následujících výhodách se však pravděpodobně shodnou všichni.

Možnost obchodovat 24 hodin denně

AOS je realizován formou počítačového programu a ten jako takový na rozdíl od člověka nepocituje únavu. AOS tak může obchodovat i v době, kdy obchodník samotný spí, je v práci nebo tráví čas s rodinou. Toto je jedna z největších výhod automatizovaných obchodních systémů.

Právě z toho důvodu se k automatizovanému obchodování uchyluje spousta začínajících obchodníků. Jelikož zatím neobchodují „na plný úvazek“ a obchodování je pro ně zatím spíše hobby, tráví většinu času v zaměstnání. Obchodovat by tak mohli jen pár zbylých hodin mezi prací a spánkem. Díky využití AOS se mohou obchodování věnovat daleko větší měrou i při stávajícím zaměstnání.

Výpočetní kapacita pro složité rozhodování

Při obchodování je nutné brát v potaz lidský faktor. Obchodník, ať už sebevíc zkušený nikdy nebude schopen rozhodovat tak přesně a rychle, jako počítačový program k tomu určený. Obchodování a rozhodování v něm je o exaktních hodnotách a k jejich vyhodnocení se logicky více hodí procesor počítače než lidský mozek.

Zatím co obchodník při manuálním obchodování bude schopný pečlivě sledovat jeden měnový pár a na něm vývoj několika ukazatelů, AOS toho zvládne mnohem více. Pro AOS není problém obchodovat třeba pět měnových párů současně. Stejně tak pro něj není problém provádět složité výpočetní operace a na základě těch se rozhodovat.

Eliminace emočních a psychologických problémů

Jedním z častých důvodů neúspěchu obchodníka, a dost možná i důvodem nejčastějším je nestabilita lidské psychiky. Lidská psychika totiž není stavěna na neustálé nervové vypětí, jaké obchodování přináší. Toto platí zejména pro začínající obchodníky, nicméně ani těm zkušeným se často tento problém nevyhne.

Člověk má přirozeně strach z rizika finanční ztráty. Dříve nebo později se tak obchodník zachová iracionálně a uzavře předčasně pozici jednoduše na základě ničím nepodložené intuice. Případně naopak příliš dlouho nechce uzavřít prodělečnou pozici, protože doufá, že se ještě trh otočí v jeho prospěch [13].

Nemusí nutně jít jen o slabé nervy obchodníka, které způsobí, že udělá chybu. Může jít také o obyčejnou nepozornost či únavu, kdy obchodník nějaké pravidlo své strategie omylem zanedbá. Toto vše ve výsledku vede k tomu, že obchodník nedodrží stanovenou obchodní strategii a ta tak přestane fungovat.

Automatizovaným obchodováním se může těmto problémům obchodník snadno vyhnout. AOS jedná vždy racionálně a podle stanovených pravidel. Stejně tak takový systém nepřestane kvůli únavě dávat pozor. AOS tak zaručuje, že bude obchodní strategie prováděna bezchybně.

Odpočinek od obchodování

Samozřejmě, že nemusí být důvod pro nasazení AOS systému vždy takto pragmatický. Někdy si prostě může chtít obchodník od obchodování jednoduše pouze odpočinout, ačkoliv třeba raději obchoduje ručně. I v případě, že preferuje manuální obchodování, může mu AOS přijít vhod v době, kdy se chystá na nějakou dobu odcestovat, nebo se potřebuje věnovat jiné aktivitě.

3.1.2 Nevýhody a rizika spojená s využitím AOS

Automatizované obchodování samozřejmě nepřináší pouze samé výhody. Je potřeba si uvědomit, že s nasazením AOS jsou spjata také určitá rizika. Hlavní úskalí automatizovaného obchodování jsou následující.

Náročnost tvorby AOS

Ačkoliv je na trhu dostupných stále více nástrojů pro tvorbu AOS, stále se zdaleka nejedná o zcela intuitivní proces. Ani v případě, že má obchodník již fungující strategii, nemá zdaleka vyhráno. Aby tuto strategii transformoval na autonomně obchodující AOS, s největší pravděpodobností se nevyhne programování. I při využití „online-builderů“⁵ se však obchodník nevyhne nějaké formě algoritmizace.

Riziko zanesení chyby do AOS při implementaci

Se zmíněnou náročností na vytvoření souvisí i druhá nevýhoda. Korektní návrh a implementace systému vyžaduje znalosti a zkušenosti s takovým vývojem. Vytvořit složitější AOS bez předchozích zkušeností s programováním tak, aby neobsahoval chyby je takřka nemožné. Současně hrozí riziko přeoptimalizování systému [25, 26].

Hrozí tak riziko, že obchodník vlastně bude obchodovat strategii obsahující chyby. Takové chyby nemusí být na první pohled vůbec zřejmé. Je tak možné, že obchodník nechá takový AOS běžet delší dobu, aby následně zjistil, že prodělal velké peníze díky neodhalené chybě. Z tohoto důvodu je potřeba vytvořený AOS podrobit důkladnému otestování a odladění.

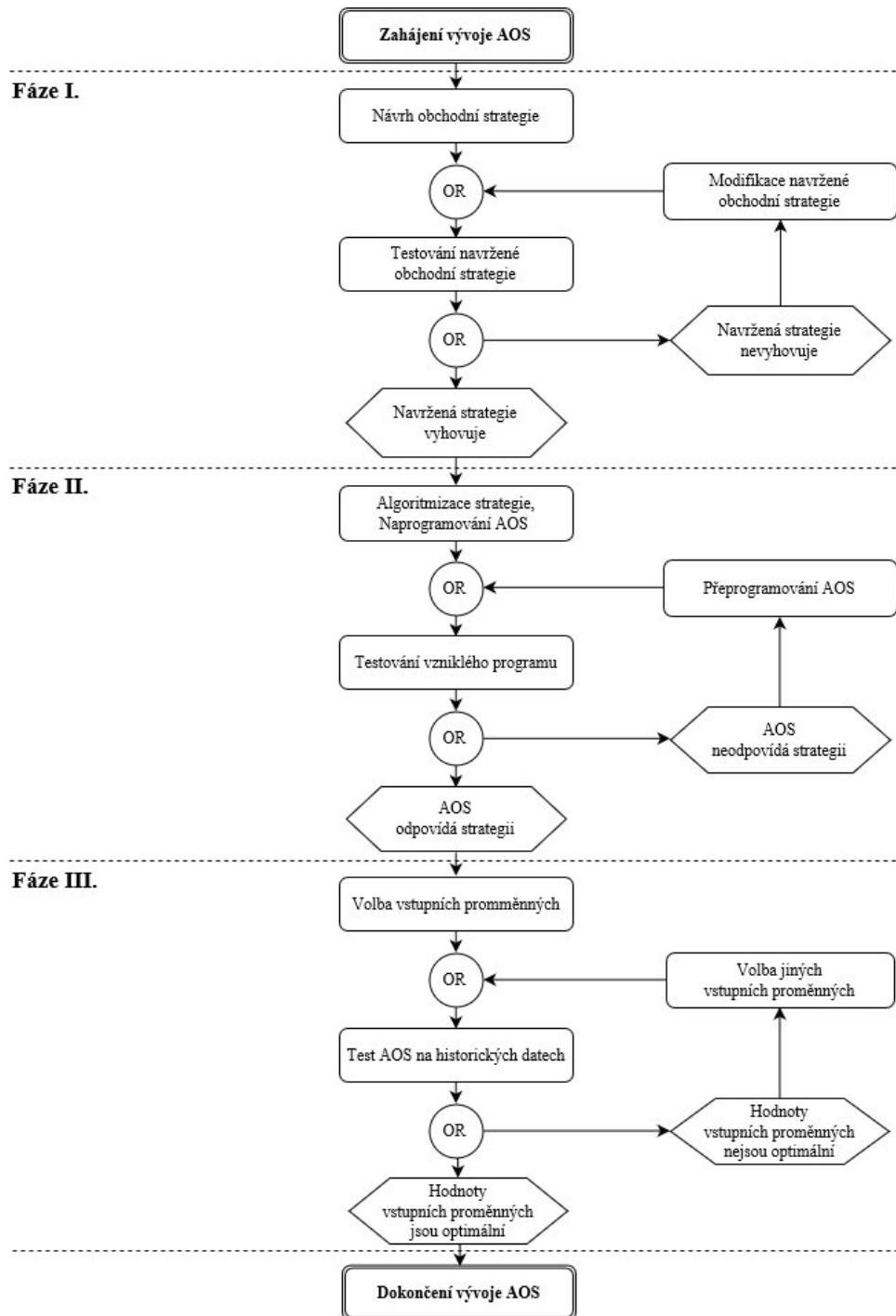
Ztráta přímé kontroly nad průběhem obchodování

Pro obchodníka samozřejmě může být nepříjemné svěřit obchodování nějakému počítačovému programu, ke kterému z počátku nemusí mít vůbec žádnou důvěru. To platí obzvláště, pokud obchodník sám není autorem daného AOS. Svěřit své finance něčemu, o čem zatím není přesvědčen, že funguje správně, nemusí být pro obchodníka snadné [13].

⁵ V dnešní době již existují online nástroje pro vytváření AOS systémů i bez znalostí programování. Většinou jde o webovou stránku, kde obchodník nastaví obchodní pravidla své strategie a následně mu stránka vygeneruje AOS ve formě počítačového programu. Nelze takto však vytvářet příliš komplexní systémy a výsledný kód je takřka nečitelný a značně neoptimalizovaný.

3.2 Od obchodní strategie k optimalizovanému AOS

Vývoj automatizovaného obchodního systému není proces jednoduchý ani krátký. Při tvorbě AOS je potřeba postupovat systematicky a postupně, jedině tak lze zaručit, že vytvořený systém bude skutečně dělat to, co od něj obchodník očekává. Obecný postup vývoje zachycuje následující diagram.



Obrázek 11: Obecný postup návrhu a implementace AOS (Vlastní vypracování)

Z uvedeného diagramu je patrné, že proces vývoje AOS je poměrně zdlouhavý. Proces lze rozdělit na tři hlavní fáze – návrhovou fázi, implementační fázi a optimalizační fázi. Jednotlivým fázím se věnují následující podkapitoly.

3.2.1 Fáze I. – Návrhová fáze

První fáze vývoje AOS spočívá především v navržení obchodní strategie, na jejímž základě bude následně „obchodní robot“ implementován. Obchodník tedy nejprve musí rozhodnout o typu obchodování, jaké má výsledný AOS realizovat. Následně navrhne konkrétní obchodní plán. Ten musí zahrnovat exaktně definovaná pravidla a omezení pro vstupy do obchodu a výstupy z obchodu, kterými se bude obchodník při obchodování této strategie řídit.

Pro postup v dalších fázích vývoje je zcela klíčové, aby bylo zcela jasné, za jakých podmínek se budou otevírat a uzavírat pozice. Obchodník si při manuálním obchodování sice domyslí ne zcela jasně definovanou strategii, ale počítač toto nedovede. Výsledný AOS by tak kvůli nejasně definované strategii mohl obchodovat jinak, než jak obchodník původně zamýšlel.

Obchodník tedy v této fázi rozhodne, jakou strategii chce obchodovat a zvolí potřebná pravidla a hodnoty (například SL, TP, hodnoty použitých indikátorů atd.). Nyní však obchodník musí ověřit, zda je jeho idea správná a tedy, zda jím navržená strategie opravdu funguje. Funkčnost strategie obchodník ověří například tak, že zkusí strategii manuálně obchodovat na „demo“ účtu. Pokud se ukáže, že je strategie použitelná, může obchodník postoupit ve vývoji do druhé fáze. Jestliže se však zjistí, že strategie nefunguje tak, jak obchodník čekal, musí ji modifikovat. Modifikovanou strategii následně opět podrobí testu na „demo“ účtu. Tento proces modifikace a testování se cyklicky opakuje, dokud obchodník není se strategií spokojen a až poté postupuje s vývojem do další fáze.

3.2.2 Fáze II. – Implementační fáze

Cílem druhé fáze vývoje AOS je algoritmizace obchodní strategie vytvořené v předchozí fázi. Obchodník zde tedy přetváří obchodní strategii na AOS samotný. Postup je takový, že se strategie zapíše v programovacím jazyce dané platformy, přeloží se na spustitelný program a následně se testuje, zda vzniklý program odpovídá původní

navržené strategii. Toto je důležité pro odhalení chyb zanesených do zdrojového kódu AOS při algoritmizaci strategie.

Chování naprogramovaného AOS se tedy porovná s očekávaným chováním, přičemž toho je možné docílit například následujícím způsobem. Obchody provedené vytvořeným obchodním systémem se ručně projdou, a porovná se, zda odpovídají obchodům provedeným při ručním obchodování podkladové strategie daného systému. Pokud se odhalí rozdíly mezi očekávaným a reálným chováním AOS, musí obchodník systém přeprogramovat, znovu přeložit a opětovně otestovat. Tento cyklus testování a modifikace vzniklého programu se opakuje, dokud není potvrzena shoda mezi jeho očekávaným a skutečným chováním. Jakmile má obchodník naprogramovaný AOS, který se chová podle jeho očekávání, může pokračovat k další fázi vývoje.

3.2.3 Fáze III. – Optimalizační fáze

Třetí fáze vývoje AOS se zabývá optimalizací vstupních proměnných tohoto systému. Důvodem optimalizace je především přesvědčení, že aktuálně používané hodnoty vstupních proměnných byly určeny pouze na základě uvážení obchodníka a je tudíž možné najít i vhodnější hodnoty.

Cílem této fáze je tedy nalezení optimální hodnoty každé vstupní proměnné za účelem zlepšení charakteristik chování systému. Obchodník se může rozhodnout optimalizovat hodnoty z různých hledisek, jako například celková ziskovost, maximální pokles kapitálu či počet provedených obchodů. Vývoj AOS lze prohlásit za dokončený, jakmile je obchodník spokojený s nalezenými hodnotami vstupních proměnných.

3.3 Výběr platformy pro implementaci

Jedním z prvních a nejdůležitějších rozhodnutí, jaké musí obchodník učinit, pokud se rozhodne vytvořit AOS, je volba obchodní a implementační platformy. Obchodních platforem je na trhu poměrně velké množství a mnoho z nich disponuje potřebnými nástroji pro tvorbu automatizovaných obchodních systémů. Tak, jak roste zájem o obchodování na forexu, roste také trh s obchodními platformami a nástroji pro tvorbu AOS.

Při manuálním obchodování bude obchodník vybírat platformu především podle toho, jaké mu nabízí pohodlí při obchodování. Pokud však obchodník plánuje obchodovat automatizovaně a vybírá tak platformu pro tvorbu AOS, bude situace poněkud odlišná. V takovém případě totiž bude pro obchodníka nejdůležitější, jaké nástroje mu pro vývoj systému daná platforma nabízí, jaký programovací jazyk může pro tvorbu využít a jaké nabízí platforma možnosti testování vytvořeného systému.

Samozřejmě je klíčová také podpora a množství dostupných informací a studijních materiálů k dané platformě. Bez dostupné a dostatečně obsáhlé „znalostní báze“ se obchodník při vývoji AOS od základu neobejde. To samozřejmě nahrává ve prospěch známým a rozšířeným platformám, oproti nováčkům na trhu.

3.3.1 Zvolená platforma – MetaQuotes MetaTrader 4

Jednou z nejznámějších a nejrozšířenějších obchodních platform je platforma MetaTrader 4 (označována jako MT4) od společnosti MetaQuotes Software Corp. Na trh byl MT4 uveden již v roce 2005, přičemž předchozí verze platformy jsou na trhu již od roku 2002. Nejedná se tedy o žádnou novinku – z hlediska životnosti počítačového software jde o již poměrně starý software. To však nemusí znamenat pouze negativa, navíc samozřejmě výrobce platformy postupně aktualizuje. Platforma MT4 se tak za tu dobu stala velmi oblíbenou a rozšířenou. Poskytuje ji díky její popularitě naprostá většina brokerských společností.



Obrázek 12: Uživatelské rozhraní platformy MetaTrader 4 (Zdroj: www.metatrader4.com)

Platforma MT4 umožňuje obchodování futures, CFD i forexu. Obchodníkovi nabízí obrovské množství již existujících indikátorů a nástrojů pro provádění technické analýzy. Velkým plusem platformy je vestavěný editor, ve kterém si může obchodník další vlastní indikátory vytvářet. Pokud tedy nenajde potřebný nástroj pro analýzu trhu v přibalených nástrojích, může si jej sám naprogramovat, případně od někoho zakoupit či jiným způsobem získat.

Platforma také umožňuje automatizované obchodování pomocí takzvaných „Expert Advisors“ (zkráceně označováno EA), což je v podstatě jen jiný název pro AOS. Vestavěný editor umožňuje také tvorbu těchto EA systémů. Tvorba AOS zde probíhá v jazyce MetaQuotes Language 4 (zkráceně značeno MQL4), což je programovací jazyk odvozený od jazyka C / C++.

Vývoj probíhá v takzvaném MQL4 IDE⁶, což je souhrnné označení pro sadu vývojových nástrojů. Ta se skládá z platformy samotné – coby prostředí pro běh „robotů“, programovacího jazyka MQL4 – coby vlastního nástroje pro exaktní popis chování EA, editoru MetaEditor – coby pracovního prostředí pro tvorbu a následný překlad zdrojového kódu na spustitelný program. Součástí MQL4 IDE je také takzvaný „Strategy Tester“, což je vestavěný nástroj sloužící k testování a optimalizování vytvářených automatizovaných obchodních systémů. K jazyku MQL4 je k dispozici rozsáhlá offline i online dokumentace.

Výrobce dodává platformu ve verzích pro operační systémy Windows, Linux i Mac OS. K dispozici jsou také zjednodušené mobilní verze obchodní platformy pro mobilní operační systémy Android a iOS.

3.3.2 Zdůvodnění výběru a rizika volby

Důvodů, proč jsem zvolil jako implementační platformu MetaTrader 4 je hned několik. Prvním důvodem je skutečnost, že platforma MT4 je mezi obchodníky velmi populární a rozšířená. To má za následek, že je k dispozici obrovské množství zdrojů,

⁶ IDE – Integrated Development Environment, v překladu tedy integrované vývojové prostředí je specializovaný počítačový software nabízející všechny potřebné nástroje pro tvorbu dalších programů. Zpravidla obsahuje editor pro psaní v určitém programovacím jazyce, kompilátor (případně interpret) pro překlad zdrojového kódu do spustitelné podoby a debugger pro ladění chyb v kódu.

odkud je možné čerpat informace. K dispozici je odborná literatura i velké množství diskusních fór na internetu. Druhým důvodem pro volbu této platformy je fakt, že jsem se s ní již na rozdíl od ostatních platforem setkal.

Výběr platformy však nese také svá rizika. Platforma MT4 je již na trhu poměrně dlouho. Platforma tak trpí některými neduhy a omezeními daným starou architekturou. Konkrétně se jedná například absenci podpory pro vícejádrové procesory – testování strategií tak na této platformě běží velmi pomalu.

3.4 Čtení cen na forexu – typy grafů a časové rámce

Poslední oblast, které je třeba se věnovat před zahájením samotného návrhu strategie a na ní založeného automatizovaného obchodního systému, jsou cenové grafy používané na forexu, respektive v platformě MetaTrader. V zásadě jsou používány k prezentování cenového vývoje tři typy cenových grafů. Jedná se o čárový graf, sloupcový graf a svíčkový graf [27].

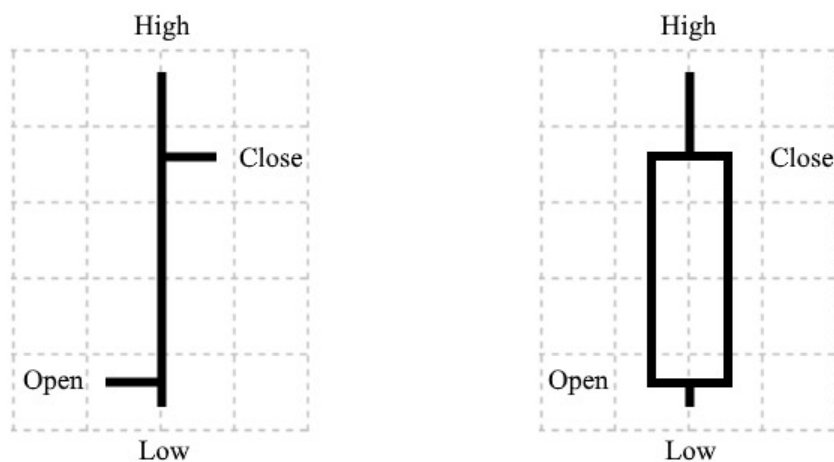
Podstatné je především pochopení sloupcového a jemu podobného svíčkového grafu. V této práci je ke zobrazení cen používáno především svíčkových grafu. Pro pochopení těchto typů grafu je nejprve potřeba vysvětlit takzvané „časové rámce“ a „OHLC“ ceny.

3.4.1 Časové rámce a „OHLC“ ceny

Při obchodování na forexu obchodník vždy pohlíží na vývoj cen skrze určitý časový rámec (anglicky „timeframe“). Zjednodušeně řečeno, časový rámec udává, jak často se v grafu utvoří nový záznam o změně. Toto tvrzení nemusí být dostatečně intuitivní, pokud si jej člověk představí na čárovém grafu – smysl začne dávat především po vysvětlení konceptu „OHLC“ cen, na kterém jsou založeny sloupcové a svíčkové grafy.

Je nutné si uvědomit, že cena se na forexovém trhu mění mnohokrát za minutu. Zaznamenávat tedy do grafu všechny tyto miniaturní změny by bylo nepraktické pro čtení i analýzu trhu. Za tímto účelem tedy přichází záznam cen ve tvaru „OHLC“ (zkratka pro anglické Open, High, Low, Close) a s ním spjatý sloupcový a svíčkový graf. Tento typ

grafů znázorňuje cenu vždy jakožto speciální obrazec, vždy jednou za určitý časový interval – například jednou za hodinu. V takovém případě vždy obrazec reprezentuje jednu hodinu a je z něj možné vyčíst celkem čtyři různé ceny spjaté s touto konkrétní hodinou. Jedná se o zmíněné Open High, Low a Close ceny, v českém překladu tedy otevírací, nejvyšší, nejnižší a zavírací cenu daného časového úseku. Porovnání obrázků zobrazujících „OHLC“ ceny u sloupcového a svíčkového grafu je vyobrazeno na obrázku 13 níže.



Obrázek 13: Zobrazení "OHLC" ceny u sloupcového (vlevo) a svíčkového (vpravo) grafu (Vlastní vypracování)

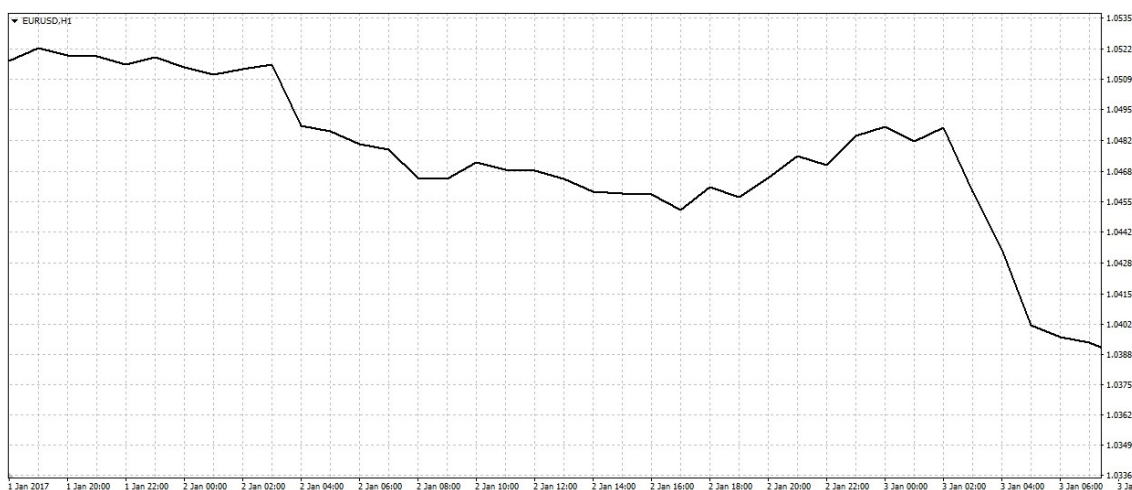
Graf tedy zachycuje vývoj ceny v čase jako sérii obrázků charakterizující určitý časový úsek. Přeneseně řečeno je tímto způsobem spojitý vývoj ceny diakritizován a frekvence tohoto vzorkování je dána zvoleným časovým rámcem. Obchodník si volí časové pásmo podle toho, jakým stylem obchoduje. Například v platformě MetaTrader jsou k dispozici časová pásma:

- M1 (1 minuta)
- M5 (5 minut)
- M15 (15 minut)
- M30 (30 minut)
- H1 (1 hodina)
- H4 (4 hodiny)
- D1 (1 den)
- W1 (1 týden)
- MN (1 měsíc)

Záznam cen ve formě „OHLC“ cen na různých časových rámcích tak umožňuje trh analyzovat pohodlně z hlediska krátkodobého vývoje ceny a stejně tak i z hlediska velmi dlouhodobých pohybů. Tento přístup analýzu trhu značně usnadňuje a umožňuje sledovat dlouhodobé i krátkodobé trendy vývoje. Při absenci této metody by bylo složité dívat se na vývoj trhu z pohledu různých časových horizontů.

3.4.2 Čárový graf

Bezpochyby nejjednodušším způsobem, jak zobrazit vývoj ceny na forexu je pomocí čárového grafu (anglicky „line chart“). Podle zvoleného časového rámce je v odpovídajících časových intervalech do grafu zanášena hodnota ceny. Tyto body jsou spojeny čárami. Příklad čárového grafu je zobrazen na obrázku 14 níže.



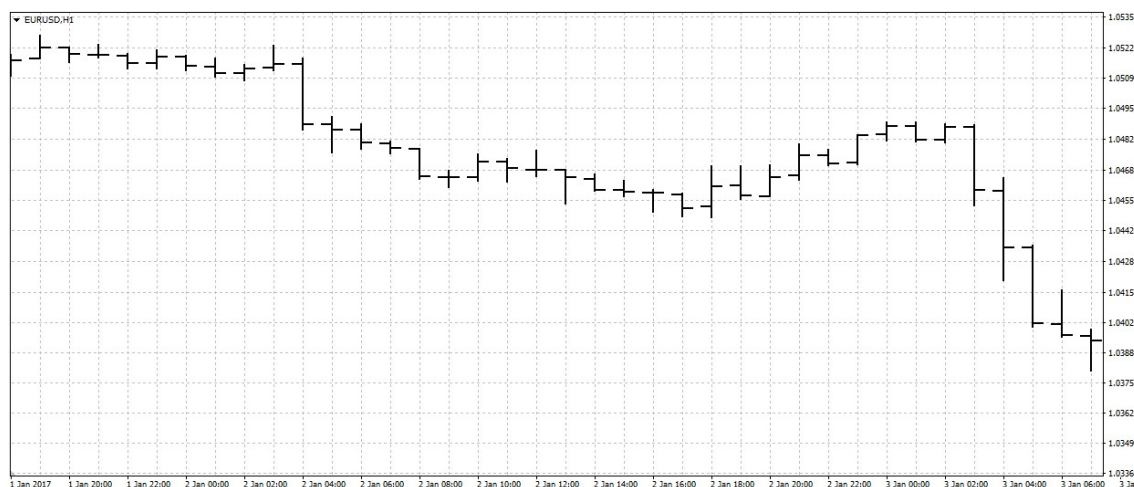
Obrázek 14: Čárový graf na hodinovém časovém rámci v platformě MetaTrader 4 (Vlastní vypracování)

Z obrázku je patrné, že vzhledem k absenci obrázků popsaných v předchozí podkapitole, není možné v grafu zaznamenat všechny čtyři „OHLC“ ceny. Do tohoto typu grafu se tedy zaznamenává jen zavírací cena „Close“. Právě díky tomu má tento graf jen nízkou vypovídající hodnotu o dění na trhu. Lze z něj v podstatě vyčíst jen směr vývoje ceny – tedy zda je trend rostoucí, klesající, případně zda se cena pohybuje do strany (neroste ani neklesá).

3.4.3 Sloupcový graf

Druhým typem grafu pro zobrazení vývoje ceny je sloupcový graf (anglicky „bar chart“). Na rozdíl od čárového grafu umožňuje sloupcový graf zobrazit všechny čtyři

„OHLC“ ceny. To znamená, že si na základě něj může obchodník udělat daleko lepší obrázek o situaci na trhu. Příklad sloupcového grafu je zobrazen na obrázku 15 níže.



Obrázek 15: Sloupcový graf na hodinovém časovém rámci v platformě MetaTrader 4 (Vlastní vypracování)

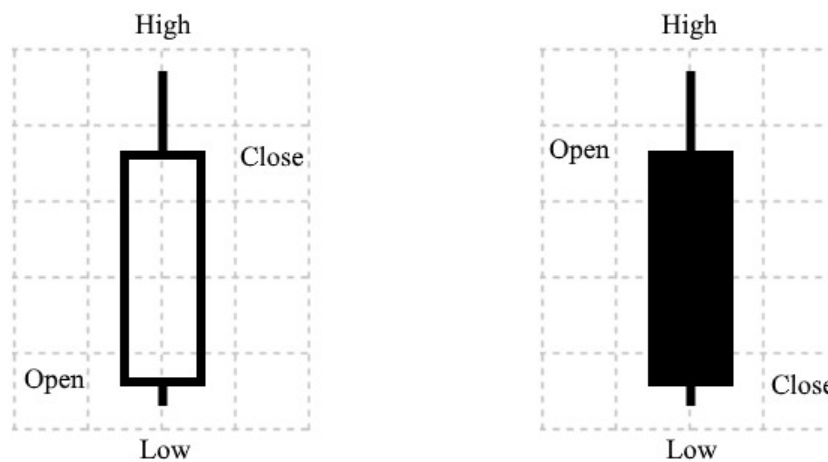
3.4.4 Svíčkový graf

Třetím způsobem, jak lze zobrazit vývoj ceny na trhu je pomocí svíčkového grafu (anglicky „candlestick chart“). Svíčkový graf se příliš neliší od výše popsaného sloupcového grafu – taktéž zobrazuje všechny čtyři „OHLC“ ceny. Rozdílný je obrazec použitý pro znázornění daného časového úseku. V případě svíčkového grafu jde o takzvanou „svíčku“. Jedná se o obdélník, kterému ze spodní i horní hrany vystupuje „knot“. Tyto dva knoty značí High a Low cenu, zatímco spodní a horní hrana značí Open, respektive Close cenu. Příklad svíčkového grafu je zobrazen na obrázku 16 níže.



Obrázek 16: Svíčkový graf na hodinovém časovém rámci v platformě MetaTrader 4 (Vlastní vypracování)

Výhodou svíčkového grafu nad grafem sloupcovým je jeho intuitivnost. To platí zejména ve chvíli, kdy se trh pohybuje do strany – tedy neroste ani neklesá. Zatímco u sloupcového grafu se musí obchodník v takové situaci pozorně podívat, zda je vyšší Open či Close cena, aby zjistil, zda byl sloupec rostoucí či klesající, u svíčkového grafu toto zjistí na první pohled. Rostoucí a klesající svíčky jsou zde totiž odlišeny barvou výplně těla svíčky. Pokud je svíčka rostoucí, je vyplněna bílou barvou, naopak pokud je klesající, je její výplň černá. Tato na první pohled drobná rozdílnost svíčkového grafu však značně usnadňuje technickou analýzu trhu. Odlišení svíček je zobrazeno na obrázku 17 níže.



Obrázek 17: Odlišení rostoucí (vlevo) a klesající (vpravo) svíčky u svíčkového grafu (Vlastní vypracování)

4 Vlastní návrhy řešení

Hlavním cílem této práce je navržení obchodní strategie pro měnový trh a následná implementace automatického obchodního systému založeného na této strategii. Sekundárním cílem práce je testování vzniklého AOS na historických datech a jeho optimalizace za účelem zlepšení jeho charakteristik. Právě těmto cílům se detailně věnuje tato kapitola. Při vývoji systému je postupováno tak, jak bylo popsáno v kapitole 3.2 (Od obchodní strategie k optimalizovanému AOS) na straně 49.

V kapitole je nejprve navržena obchodní strategie, která posléze poslouží jako základ pro vyvíjený AOS. Následně je provedena volba instrumentů, tedy měnových párů, které mají být danou strategií obchodovány a také je zvolen časový rámec obchodování. Pro navrženou strategii jsou poté detailně definována všechna pravidla pro vstupy a výstupy z obchodů.

Po navržení strategie je zde provedena její algoritmizace. Následně je popsán postup implementace obchodního systému na platformě MetaTrader 4 pomocí jazyka MQL4. Kapitola se věnuje omezením platformy MT4 a problémům s těmito omezeními spjatými. Kapitola se v závěru věnuje testování na historických datech a optimalizaci systému a jeho vstupních proměnných.

4.1 Návrh obchodní strategie pro AOS

Prvním krokem při vývoji automatizovaného obchodního systému je návrh obchodní strategie. Tedy zjednodušeně řečeno určení sady pravidel, kterými se bude následně obchodník řídit při obchodování. Rozhodl jsem se v této práci vytvořit AOS založený na takzvané „breakout“ strategii s filtrováním obchodů pomocí klouzavých průměrů.

4.1.1 Breakout strategie obecně

Jedním z nejstarších typů obchodních strategií jsou takzvané „breakoutové“ strategie. Jak již z názvu vyplývá, jedná se o strategie založené na průlomu (anglicky breakout) určité cenové hladiny. Strategie tohoto typu může mít mnoho podob [28, 29].

Základní obecný princip strategií tohoto typu je následující. Nejprve se obchodníkem zvoleným způsobem určí cenové pásmo okolo aktuální ceny – tedy spodní a horní mez tohoto pásma. Na počátku je tedy cena někde v intervalu těchto mezí a následně se sleduje její pohyb. Jakmile cena prolomí horní nebo dolní mez pásma, je otevřena pozice ve směru průlomu [28, 29].

Variací této strategie lze vymyslet takřka neomezené množství. Jádrem strategie tvoří především metoda výpočtu cenového pásma k průlomu a metoda filtrování obchodů. Samozřejmě strategie může obsahovat více mechanismů, to záleží jen na volbě obchodníka – breakout strategie tak může být velmi jednoduchá, ale také značně složitá.

4.1.2 Indikátor trendu – klouzavý průměr

Obchodník samozřejmě nemusí při rozhodování o vstupech do obchodu spoléhat pouze na cenové pásmo a jeho průlom. V závislosti na zvolené metodě pro výpočet mezí tohoto pásma bude strategie generovat určité množství „falešných signálů“. To znamená, že ne každý průlom opravdu povede k dlouhodobějšímu růstu, respektive poklesu ceny. V některých případech se směr vývoje ceny otočí těsně po tom, co protne mez pásma. Aby tak obchodník alespoň část těchto ztrátových obchodů odfiltroval, může zavést nějakou další podmínku, která musí být pro vstup do obchodu splněna. Já jsem v této práci zvolil použití klouzavého průměru, což ukazuje trendu [23].

Klouzavé průměry, často označované jako pohyblivé průměry (z anglického moving average) je pravděpodobně nejznámějším a nejpoužívanějším indikátorem využívaným při technické analýze trhu. Jde o průměr cen (většinou se počítá z „Close“) n po sobě jdoucích svíček, kde n je perioda klouzavého průměru. Spojením bodů klouzavého průměru vypočítaného pro každou svíčku je získána křivka znázorňující trend. Perioda pak rozhoduje, o jak dlouhodobý trend jde.

Při návrhu obchodní strategie pro budoucí AOS bylo potřeba zvolit typ klouzavého průměru a také jeho periodu. Existují minimálně tyto čtyři základní klouzavé průměry:

- SMA – Jednoduchý (z anglického Simple Moving Average)
- EMA – Exponenciální (z anglického Exponential Moving Average)

- SMMA – Vyhlazený (z anglického Exponential Moving Average)
- WMA – Vážený (z anglického Weighted Moving Average)

Jednoduchý klouzavý průměr – SMA

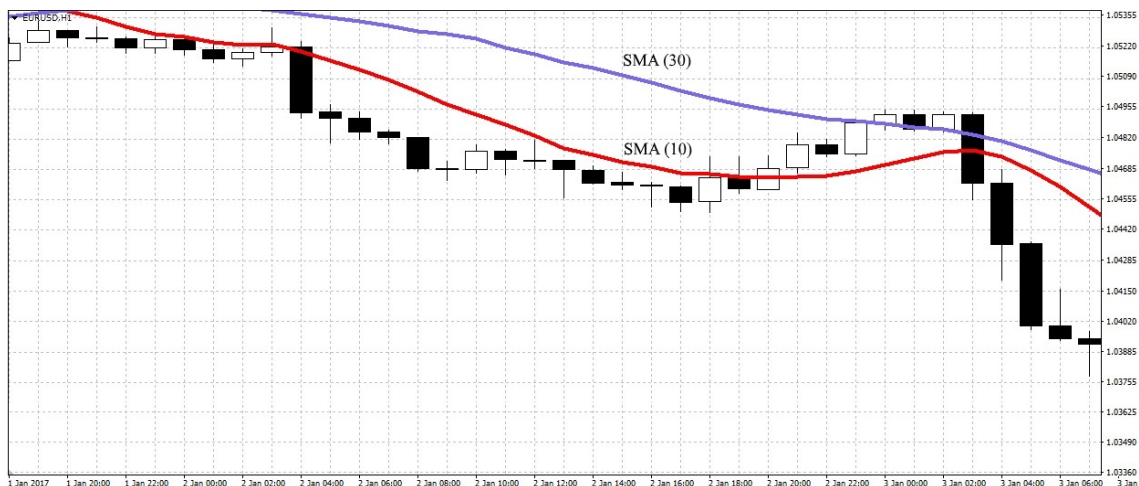
Po provedení testů v počátcích vývoje AOS, jsem došel k závěru, že strategie nejlépe funguje při použití jednoduchého klouzavého průměru. SMA je nejjednodušší a nejpoužívanější typ klouzavého průměru [23]. Jedná se o obyčejné průměrování, tak jak jej známe z jiných oblastí. Výpočet SMA tedy probíhá dle následujícího vzorce:

$$SMA_n = \frac{\sum_{i=1}^n ClosePrice_i}{n}$$

Kde:

n je perioda
 $ClosePrice$ je závěrací cena svíčky

U klouzavého průměru je potřeba rozhodnout také o periodě – tedy o tom, kolik svíček bude pro výpočet použito. Čím vyšší perioda bude zvolena, tím více vyhlazený bude graf, a tedy tím dlouhodobější trend bude SMA znázorňovat. Pro porovnání, níže uvedený obrázek 18 srovnává SMA s periodou 10 svíček a SMA s periodou 30 svíček:



Obrázek 18: Ukázka indikátoru SMA s periodou 10 (červeně) a 30 (modře) (Vlastní vypracování)

Pro potřeby této práce bylo v počátcích návrhu strategie provedeno testování různých period typů MA s různou periodou. Rozhodl jsem se nakonec použít pro filtrování SMA s periodou 50, jelikož bylo takové filtrování nejefektivnější.

4.1.3 Základní definice pravidel strategie

Rozhodl jsem se tedy navrhnout strategii „breakoutového“ typu s filtrováním obchodů pomocí klouzavého průměru typu SMA. Základní princip mnou navržené strategie je následující:

- Každý den ve stejnou hodinu H (například ve 13:00) je provedena kontrola N (například 4) předcházejících svíček
- U každé z těchto N svíček se vezmou hodnoty „High“ a „Low“ cen
- Z těchto hodnot se poté vybere nejvyšší hodnota „High“ a nejnižší hodnota „Low“, čímž se získá horní a dolní mez takzvaného „cenového pásma“
- Pokud poté během X následujících (například 3) hodin (to znamená v tomto případě od 13:00 do 16:00) cena prorazí horní nebo dolní mez cenového pásma, je proveden obchod ve směru průrazu

Jako opatření vůči vysokým ztrátám v případech, kdy cena začne oscilovat v blízkosti jedné z mezí, jsem zavedl následující omezení:

- Jakmile je otevřena pozice, nemůže být otevřena další.
- Pokud již byl proveden jeden obchod, není možné následně provést další. Například pokud by cena nejprve prorazila pásmo jedním směrem, byla se ziskem uzavřena a následně se vrátila zpět do pásma, další průraz se již obchodovat nebude.

Po zavedení těchto omezení je zřejmé, že strategie může vykonat maximálně jeden obchod každý den. Jak již bylo zmíněno, ne vždy znamená průlom horní nebo dolní meze, že bude cena dlouhodoběji pokračovat ve stejném směru. Z tohoto důvodu bylo zavedeno následující filtrování pomocí SMA (50):

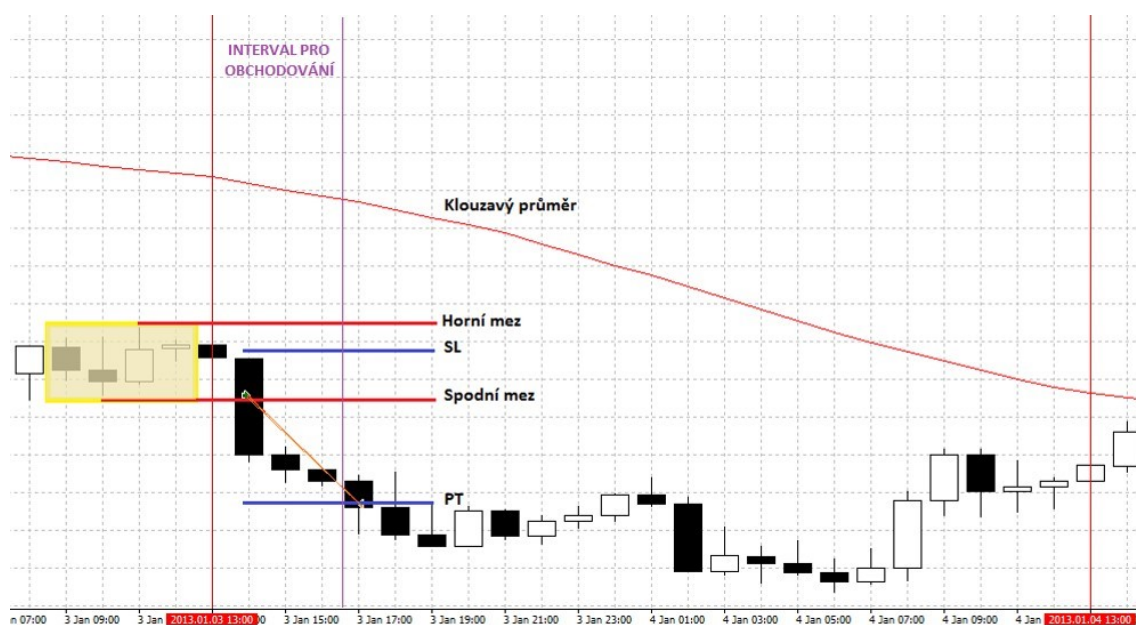
- Při průrazu horní meze musí být SMA (50) nižší, než tato mez
- Při průrazu dolní meze musí být SMA (50) vyšší, než tato mez

Toto opatření jinými slovy zavádí podmínku, že k průlomu horní meze musí dojít nad trendem určeným pomocí SMA (50), aby byla otevřena „Long“ pozice. Analogicky, aby byla otevřena „Short“ pozice, musí dojít k průrazu spodní meze v oblasti pod SMA (50).

Dalším opatřením proti ztrátám je jednoduchá kontrola volatility. Pokud je trh v době, kdy se vypočítává pásmo (v tomto případě od 9:00 do 13:00) příliš volatilní, nebude se v tento den obchodovat vůbec. Podmínka je tedy následující:

- Cenové pásmo musí být menší, než obchodníkem stanovená hodnota „RANGE“, jinak nebude otevřena žádná pozice

Toto jsou tedy pravidla a omezení definující mnou navrženou strategii. Pro snazší představu, jak obchodování definované strategie vypadá je na obrázku 19 níže vyobrazeno schéma strategie na grafu EUR/USD:



Obrázek 19: Schéma navržené strategie (Vlastní vypracování)

Z uvedených pravidel a omezení jsou zřetelné následující proměnné, které mohou být předmětem testování a optimalizace:

- H – hodina výpočtu pásma
- N – počet svíček pro výpočet pásma

- X – počet hodin, kdy je cenové pásmo platné
- RANGE – maximální velikost pásma pro obchodování
- Hodnoty SL a TP

4.1.4 Volba časového rámce

Volba časového rámce je podstatným rozhodnutím při návrhu každé obchodní strategie. Zatímco některé typy strategií mohou fungovat defacto na jakémkoliv časovém rámci, jiné jsou funkční jen na některých. Některé mohou být dokonce postaveny na míru jen pro jeden konkrétní časový rámec a na všech ostatních mohou být prodělečné.

Jelikož mnou navržená strategie sama o sobě využívá často v pravidlech hodinové časové úseky (počet hodin pro výpočet pásma, počet hodin pro platnost pásma, hodina výpočtu pásma), přichází v úvahu defacto jen časové rámce H1, M30 a M15. Rozhodl jsem se pro časové pásmo H1 a sice ze dvou důvodů. Za prvé, při použití hodinového rámce bude práce se strategií založenou na hodinových intervalech nejintuitivnější a za druhé, při použití menších rámců očekávám větší riziko takzvaného „přeoptimalizování“ strategie.

4.1.5 Volba měnových párů

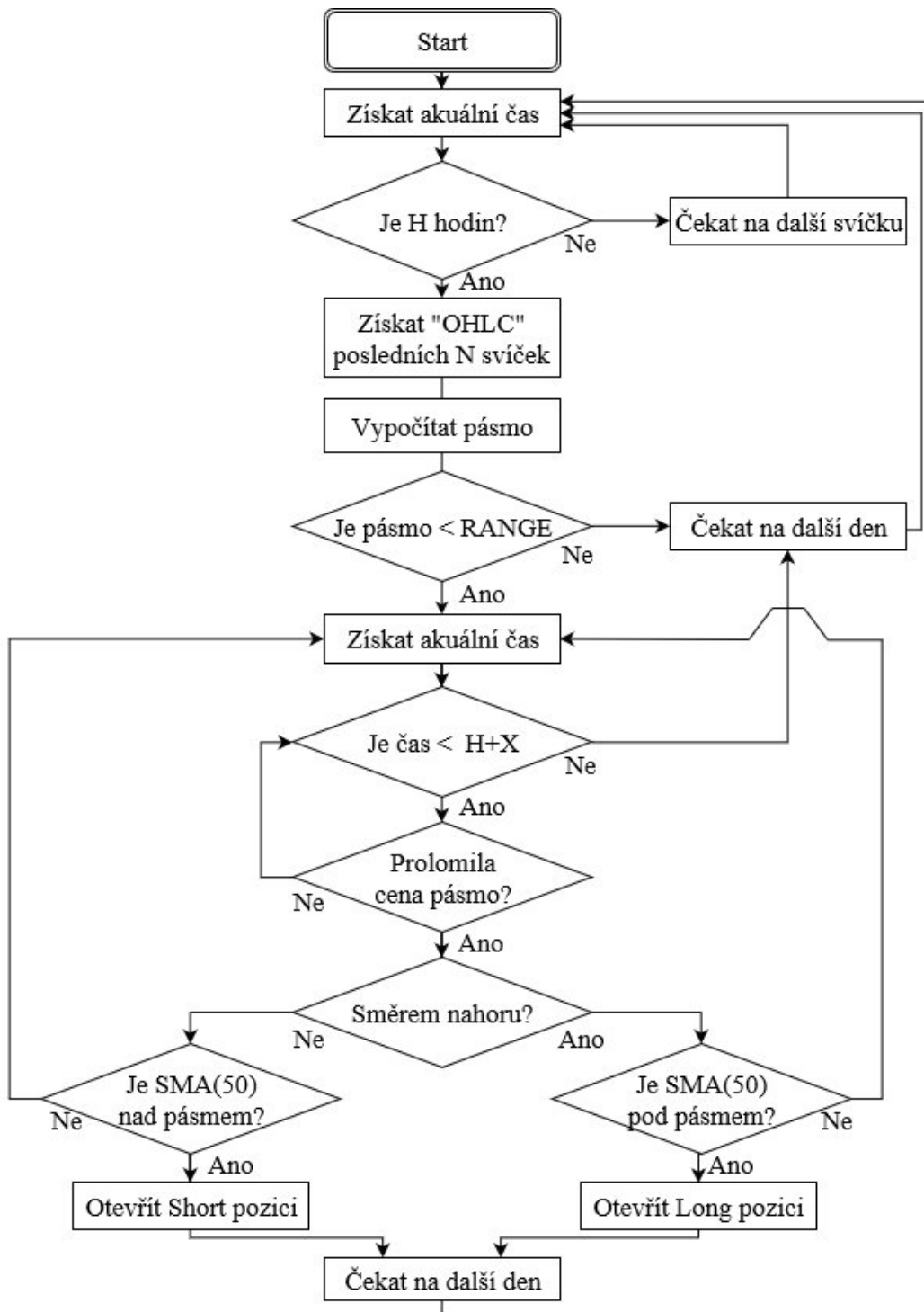
Dalším zásadním rozhodnutím při tvorbě AOS je volba měnových párů, pro které je systém vyvíjen. Rozhodl jsem se, že strategii budu primárně testovat a vyvíjet na měnovém páru EUR/USD. Jakmile budou nalezeny parametry, při kterých se bude strategie chovat optimálně, budu strategii, respektive na ní založený AOS testovat a optimalizovat na další měnové páry.

4.2 Implementace AOS na platformě MetaTrader 4

Jakmile je navržena obchodní strategie a jsou rozhodnuty všechny zásadní otázky, je možné přistoupit k další fázi vývoje automatizovaného obchodního systému. Tou je algoritmizace dané strategie a samotné programování AOS na ní založeného.

4.2.1 Algoritmizace navržené strategie

Prvním krokem implementační fáze vývoje je algoritmizace strategie. Tímto se rozumí převod textové definice strategie na algoritmicky řešitelný problém. Pravidla definované v předchozí kapitole se nyní převedou na vývojový diagram uvedený níže:



Obrázek 20: Zjednodušený vývojový diagram navržené strategie (Vlastní vypracování)

4.2.2 Programování AOS v jazyce MQL4

Druhým krokem implementační fáze je samotné naprogramování AOS. Ve zvolené platformě MetaTrader 4 se AOS realizuje formou EA (Expert Advisor) v jazyce MQL4. Programování systému probíhalo podle pravidel a omezení popsaných v předchozích kapitolách. Při programování jsem kladl důraz především na to, aby systém byl parametrický a dal se snadno upravovat. Snažil jsem se tak všechny parametry funkcí, které by uživatel potenciálně mohl chtít měnit zadávat skrze proměnné, namísto přímých hodnot. Kód jsem také řádně komentoval, aby byl snadno čitelný a modifikovatelný.

Celý zdrojový kód navrženého obchodního systému je k dispozici v příloze 1 na konci práce. Zde jsou tak uvedeny především vstupní proměnné a důležité použité vestavěné funkce.

Vstupní proměnné

AOS disponuje následujícími externími proměnnými. Uveden je název proměnné, datový typ a použití dané proměnné:

- **SL**
 - Stop Loss
 - Datový typ: double
 - Použití proměnné: Uživatel skrze ni zadává hodnotu „stop lossu“ předávanou obchodním příkazům realizujícím otevření pozice.

- **RRR**
 - Risk Reward Ratio
 - Datový typ: double
 - Použití proměnné: Uživatel skrze ni zadává požadovanou hodnotu RRR. Kombinací SL a RRR se získá hodnota „Take Profit“, která se následně předává obchodním příkazům realizujícím otevření pozice.

- **RANGE_MAX**
 - Maximální rozsah cenového pásma
 - Datový typ: double
 - Použití proměnné: Uživatel skrze ni zadává maximální rozpětí cenového pásma, při kterém se ještě bude obchodovat. Pokud je vypočítané cenové pásmo větší, nebude se v daný den obchodovat.

- **CANDLES**
 - Počet svíček pro výpočet pásma
 - Datový typ: integer
 - Použití proměnné: Uživatel skrze ni zadává počet předcházejících po sobě jdoucích svíček, které mají být použity pro výpočet cenového pásma.
- **RECALC_START**
 - Hodina, ve kterou má dojít k výpočtu cenového pásma
 - Datový typ: integer
 - Použití proměnné: Uživatel skrze ni volí hodinu, kdy má dojít k výpočtu cenového pásma a zároveň k zahájení obchodování.
- **POSITION_SIZING**
 - Přepínač pro povolení, respektive zakázání „position sizingu“
 - Datový typ: boolean
 - Použití proměnné: Uživatel skrze ni zapíná nebo vypíná „money-management“, tedy přepíná mezi pevnou a variabilní velikostí realizovaných obchodů
- **POSITION_SIZING**
 - Přepínač pro povolení, respektive zakázání „position sizingu“
 - Datový typ: boolean
 - Použití proměnné: Uživatel skrze ni zapíná nebo vypíná „money-management“, tedy přepíná mezi pevnou a variabilní velikostí realizovaných obchodů.

Použité vestavěné funkce MQL4

Ve výsledném zdrojovém kódu navrhovaného AOS jsou použity vestavěné funkce MetaTraderu dostupné skrze jazyk MQL4. Kompletní dokumentace k použitým funkcím je dostupná na webových stránkách⁷ MetaQuotes Software Corp.:

- **iMA()** – Funkce pro výpočet klouzavého průměru
- **iLowest()** – Funkce pro získání nejnižší hodnoty v poli
- **iHighest()** – Funkce pro získání nejvyšší hodnoty v poli

⁷ <http://www.metatrader4.com/> a <http://www.docs.mql4.com/>

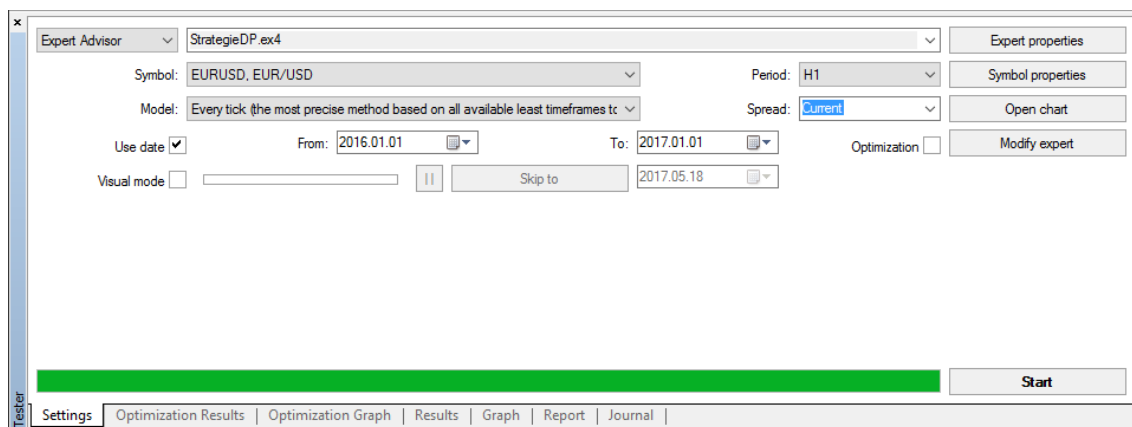
- `AccountEquity()` – Funkce pro získání aktuální hodnoty kapitálu
- `ObjectCreate()` – Funkce pro vkládání obrazců do grafů
- `ObjectDelete()` – Funkce pro mazání obrazců z grafů
- `NormalizeDouble()` – Funkce upravující počet desetinných míst
- `IntegerToString()` – Funkce pro převod čísla na řetězec
- `MarketInfo()` – Funkce pro získání aktuální ASK/BID ceny
- `OrderSend()` – Funkce pro zadání obchodního příkazu

4.2.3 Rozšíření o podporu souběžného obchodování více měnových párů

V kapitole 5.1.5, věnované výběru měnových párů jsem zmínil, že nejprve budu vyvíjet AOS, respektive optimalizovat jeho vstupní proměnné pro obchodování měnového páru EUR/USD a následně se zaměřím na další měnové páry. Po naprogramování obchodního systému jsem se tedy zaměřil na optimalizaci parametrů pro obchodování EUR/USD, jak popisují v dalších kapitolách.

Původní koncepce byla taková, že navrhnu parametrický AOS umožňující obchodování jednoho měnového páru a následně k němu testováním a optimalizací na historických datech najdu sady vstupních parametrů pro jednotlivé měnové páry. Jakmile jsem však parametry AOS pro měnový pár EUR/USD zoptimalizoval (popsáno v další kapitole), rozhodl jsem se, že naprogramuji rozšíření systému, aby umožňoval obchodování více párů současně. Takové rozšíření je přínosné hned z několika důvodů. Prvním argumentem pro rozšíření je skutečnost, že umožní testovat strategii při obchodování více párů současně. To znamená, že obchodník bude mít lepší představu o tom, jak se bude AOS chovat při různých kombinacích párů a hodnot jejich sad parametrů. Se zmíněným souvisí i druhá výhoda – možnost optimalizace kombinace párů. Neposlední výhodou je samozřejmě větší pohodlí při samotném obchodování více párů.

Po naprogramování rozšíření jsem však narazil na nemilé překvapení v podobě podstatného omezení platformy MetaTrader 4. Konkrétně se jedná o omezení vestavěného „backtesteru“ – tedy nástroje pro testování strategií na historických datech, kvůli kterému není možné takový AOS testovat. Ve vestavěném nástroji pro testování je nutné zvolit před zahájením testu jeden konkrétní měnový pár (viz obrázek 21 níže).



Obrázek 21: Vestavěný testovací nástroj MT4 nabízí volbu pouze jednoho instrumentu (Vlastní vypracování v MT4)

Uživatel tedy zvolí parametry testu a současně také „Symbol“, tedy měnový pár. Následně testovací nástroj předává testovanému systému historická data daného měnového páru. Z uvedeného je zřejmé, že pokud AOS při testování dostává jako vstup „ticky“ reprezentující změny ceny pouze jednoho páru, není možné takto otestovat jeho funkcionalitu nad více páry.

Při snaze obejít toto omezení jsem hledal řešení (například formou přepínání instrumentu přímo v kódu) na diskusních fórech zabývajících se vývojem obchodních systémů. Dospěl jsem k závěru, že tento problém není možné na platformě MT4 obejít ani přímo v kódu a pokud bych chtěl takovou strategii testovat, musel bych ji v jazyce MQL5 přeprogramovat pro platformu MT5.

Naprogramovaný AOS „StrategieDP_MultiSymbol.mql4“ tak použit pro testování nemohu. Využit bude tedy pro potřeby testování a optimalizace původní AOS „StrategieDP_SingleSymbol.mql4“, jehož zdrojový kód je k dispozici v příloze 1 na konci této práce. Testování tak bude provedeno pro jednotlivé měnové páry pouze odděleně.

4.3 Testování a optimalizace na historických datech

Závěrečnou fází vývoje automatizovaného obchodního systému před jeho nasazením je jeho důkladné otestování a optimalizace vstupních parametrů. Důslednost při této fázi vývoje je zcela kritickým faktorem, který bezpochyby rozhoduje o tom, zda bude AOS výtěžný či prodělečný. Testování má za úkol ověřit, zda strategie, respektive

AOS, který danou strategii realizuje, funguje tak jak má. Optimalizace vstupních proměnných má zase za úkol najít nejlepší možné hodnoty jednotlivých parametrů za účelem zvýšení ziskovosti a stability daného systému.

Walk-Forward analýza

Za účelem testování a optimalizace vytvořeného obchodního systému jsem zvolil následující postup. Využita je takzvaná „walk-forward analýza“, kdy se historická data rozdělí na dvě části. Následně je nad první, zpravidla větší částí dat provedena optimalizace vstupních parametrů a poté je s AOS s těmito parametry otestován na druhé, menší části dat, nad kterou optimalizace neprobíhala. Tento přístup snižuje riziko takzvaného „přeoptimalizování“ (anglicky „overfitting“) vstupních parametrů.

Celý postup je tedy následující. Nejprve jsou odhadem zvoleny počáteční hodnoty vstupních proměnných. Následně je AOS s těmito hodnotami parametrů otestován na časovém úseku od 1.1.2016 do 1.1.2017. Poté je rozhodnuto o rozsahu optimalizace, to znamená o tom, jaké parametry budou optimalizovány a jaký bude rozsah jejich možných hodnot. Optimalizace opět proběhne na stejném časovém úseku (1.1.2016 až 1.1.2017), který se nazývá „In-Sample“. Po dokončení optimalizace je z nejlepších výsledků zvolena nová sada vstupních hodnot. S těmito hodnotami parametrů je nyní AOS otestován na druhé části dat, která se nazývá „Out-of-Sample“ (v tomto případě 1.1.2017 až 1.5.2017).

4.3.1 Měnový pár EUR/USD

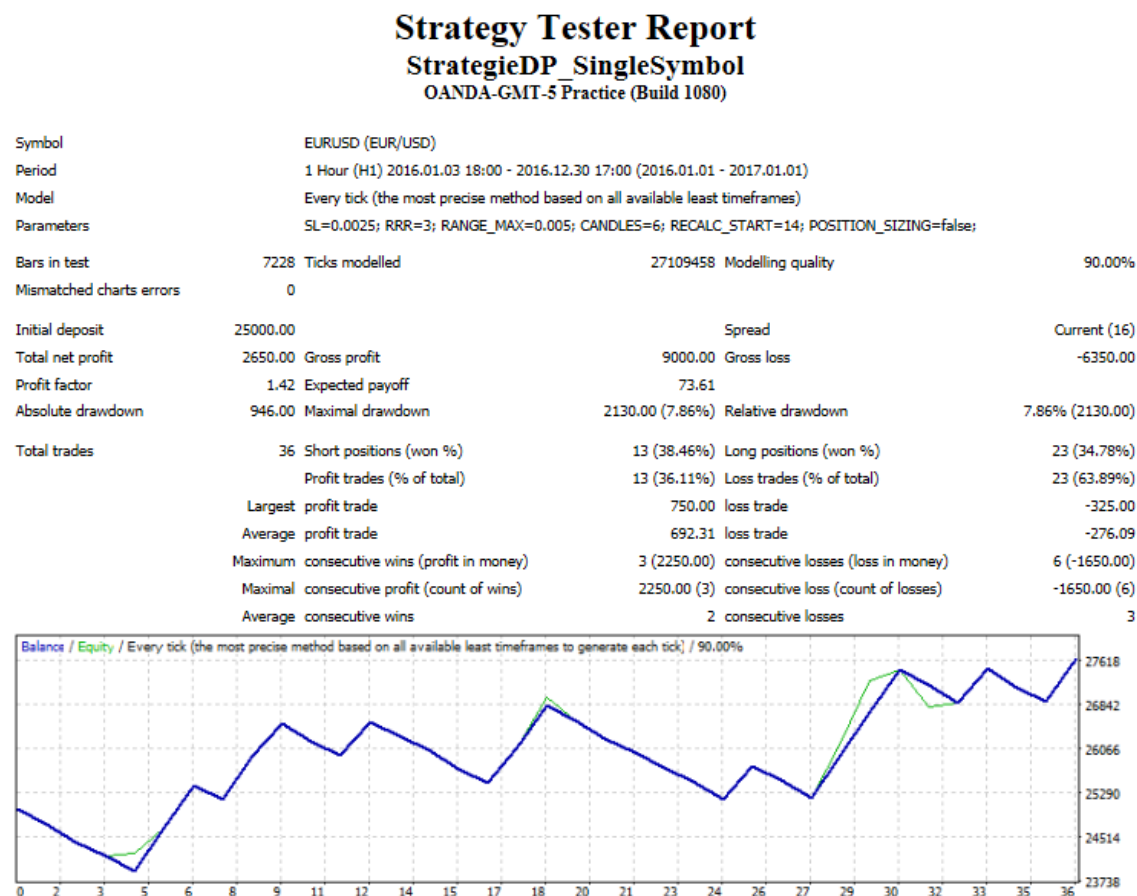
Jak již bylo uvedeno dříve, rozhodl jsem se AOS testovat a optimalizovat prvně nad měnovým párem EUR/USD. V této kapitole nastíním, jak vypadal průběh testování a optimalizace parametrů. Uvedeny jsou zde také finální výsledky této optimalizace.

Počáteční hodnoty vstupních parametrů

VSTUPNÍ PROMĚNNÁ	HODNOTA PROMĚNNÉ
SL	0.0025
RRR	3
RANGE_MAX	0.005
CANDLES	6
RECALC_START	14
POSITION_SIZING	false

Tabulka 1: Počáteční vstupní hodnoty pro měnový pár EUR/USD (Vlastní vypracování)

Počáteční hodnoty jsem získal tak, že jsem vždy nejprve odhadl sadu vstupních hodnot a provedl prvotní test obchodního systému. Takto jsem postupoval, dokud jsem nenalezl zajímavé vstupní hodnoty, okolo kterých budu následně provádět optimalizaci. Po spuštění testu na měnovém páru EUR/USD se zmíněnými počátečními hodnotami vstupních proměnných dostáváme následující výsledek uvedený na obrázku 22 níže:



Obrázek 22: Výsledek počátečního testu na měnovém páru EUR/USD (Vlastní vypracování v MT4)

Test probíhal na účtu se základním kapitálem 25 000 USD. Se zvolenými počátečními hodnotami parametrů vydělal AOS za jeden rok obchodování 2 650 USD na celkem 36 obchodech. Výsledný profit faktor byl 1,42 a „drawdown“ činil 7,86 %.

Optimalizace vstupních parametrů „In-Sample“

Především profit faktor 1,42 napovídá, že by strategie mohla dosahovat i lepších výsledků, pokud budou zvoleny jiné parametry. Za tímto účelem byla tedy provedena optimalizace na „In-Sample“ úseku dat. Test byl proveden s využitím genetického

algoritmu [30] a jako optimalizační parametr byl zvolen „drawdown“ jelikož je žádoucí, aby AOS generoval co možná nejstabilnější výnosy.

Výsledkem optimalizace bylo při použití genetického algoritmu přes 150 ziskových sad hodnot. Obrázek 23 níže ukazuje prvních 10 výsledků seřazených vzestupně podle hodnoty „drawdown“. Obrázek 24 poté ukazuje prvních 10 výsledků optimalizace seřazených podle profit faktoru.

Pass	Profit	Total trades	Profit factor	Expected Payoff	Drawdown \$	Drawdown %	
132	5400.00	66	1.47	81.82	4234.00	18.33	SLx=0.003; RRR=2; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
118	2100.00	84	1.12	25.00	4541.00	18.81	SLx=0.003; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=15; POSITION_SIZING=0;
81	6000.00	92	1.33	65.22	4190.00	18.88	SLx=0.003; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
106	150.00	73	1.01	2.05	4541.00	18.93	SLx=0.003; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=15; POSITION_SIZING=0;
143	900.00	78	1.06	11.54	4327.00	18.98	SLx=0.003; RRR=2; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=15; POSITION_SIZING=0;
17	7800.00	66	1.60	118.18	4640.00	19.34	SLx=0.003; RRR=3; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
125	3850.00	58	1.31	66.38	4476.00	19.60	SLx=0.0035; RRR=2; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
99	3300.00	58	1.31	56.90	4534.00	19.63	SLx=0.003; RRR=2; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
152	2100.00	73	1.13	28.77	4432.00	19.79	SLx=0.003; RRR=3; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=15; POSITION_SIZING=0;
89	1600.00	98	1.06	16.33	4783.00	19.86	SLx=0.004; RRR=2; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=4; RECALC_STARTx=15; POSITION_SIZING=0;

Obrázek 23: Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "drawdown" (Vlastní vypracování v MT4)

Pass	Profit	Total trades	Profit factor	Expected Payoff	Drawdown \$	Drawdown %	
17	7800.00	66	1.60	118.18	4640.00	19.34	SLx=0.003; RRR=3; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
132	5400.00	66	1.47	81.82	4234.00	18.33	SLx=0.003; RRR=2; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
131	5400.00	58	1.46	93.10	4834.00	20.40	SLx=0.003; RRR=3; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
126	7500.00	83	1.45	90.36	5540.00	23.68	SLx=0.003; RRR=3; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
98	5400.00	66	1.43	81.82	3740.00	16.19	SLx=0.003; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
87	5250.00	66	1.38	79.55	4126.00	18.07	SLx=0.0035; RRR=2; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
46	4500.00	61	1.36	73.77	4834.00	20.93	SLx=0.003; RRR=3; RANGE_MIN=0.005; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
92	5950.00	74	1.35	80.41	5759.00	25.16	SLx=0.0035; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
75	6475.00	83	1.34	78.01	5390.00	23.72	SLx=0.0035; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;
21	5850.00	89	1.34	65.73	3890.00	18.14	SLx=0.003; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=14; POSITION_SIZING=0;

Obrázek 24: Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "Profit Factor" (Vlastní vypracování v MT4)

Testování nových vstupních parametrů včetně „Out-of-Sample“ úseku

Po zvolení nové sady vstupních hodnot byl proveden test na celé délce historických dat – tedy jak na „In-Sample“ úseku, tak i na „Out-of-Sample“ úseku dat. Test byl nyní tedy proveden s optimalizovanými hodnotami vstupních parametrů. Použité hodnoty parametrů jsou uvedeny v tabulce 2 níže:

VSTUPNÍ PROMĚNNÁ	HODNOTA PROMĚNNÉ
SL	0.0030
RRR	4
RANGE MAX	0.005
CANDLES	6
RECALC START	14
POSITION SIZING	false (následně i true)

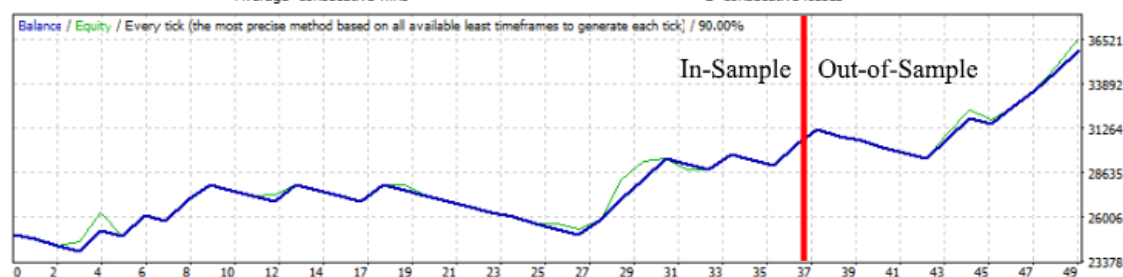
Tabulka 2: Optimalizované vstupní hodnoty pro měnový pár EUR/USD (Vlastní vypracování)

Výsledky testu s těmito hodnotami vstupních proměnných skutečně vykazují zlepšení charakteristik testované strategie. Test opět proběhl se základním kapitálem 25 000 USD. Výdělek za testované období, tedy za 16 měsíců činil 10 890 USD při 49

provedených obchodech. Profit faktor stoupl na hodnotu 2,09. Hodnota „drawdown“ se zvýšila na 13,22 %. Kompletní výsledky provedeného testu jsou zobrazeny na obrázku 25 níže:

Strategy Tester Report StrategieDP_SingleSymbol OANDA-GMT-5 Practice (Build 1080)

Symbol	EURUSD (EUR/USD)		
Period	1 Hour (H1) 2016.01.03 18:00 - 2017.04.30 23:00 (2016.01.01 - 2017.05.01)		
Model	Every tick (the most precise method based on all available least timeframes)		
Parameters	SL=0.003; RRR=4; RANGE_MAX=0.005; CANDLES=6; RECALC_START=14; POSITION_SIZING=false;		
Bars in test	9273 Ticks modelled	35063206 Modelling quality	90.00%
Mismatched charts errors	0		
Initial deposit	25000.00	Spread	Current (16)
Total net profit	10890.00	Gross profit	20880.00
Profit factor	2.09	Expected payoff	222.24
Absolute drawdown	975.00	Maximal drawdown	3839.00 (13.22%)
		Relative drawdown	13.22% (3839.00)
Total trades	49	Short positions (won %)	19 (42.11%)
		Profit trades (% of total)	19 (38.78%)
		Long positions (won %)	30 (36.67%)
		Loss trades (% of total)	30 (61.22%)
		Largest profit trade	1200.00
		loss trade	-390.00
		Average profit trade	1098.95
		loss trade	-333.00
		Maximum consecutive wins (profit in money)	4 (4560.00)
		consecutive losses (loss in money)	9 (-2970.00)
		Maximal consecutive profit (count of wins)	4560.00 (4)
		consecutive loss (count of losses)	-2970.00 (9)
		Average consecutive wins	2 consecutive losses



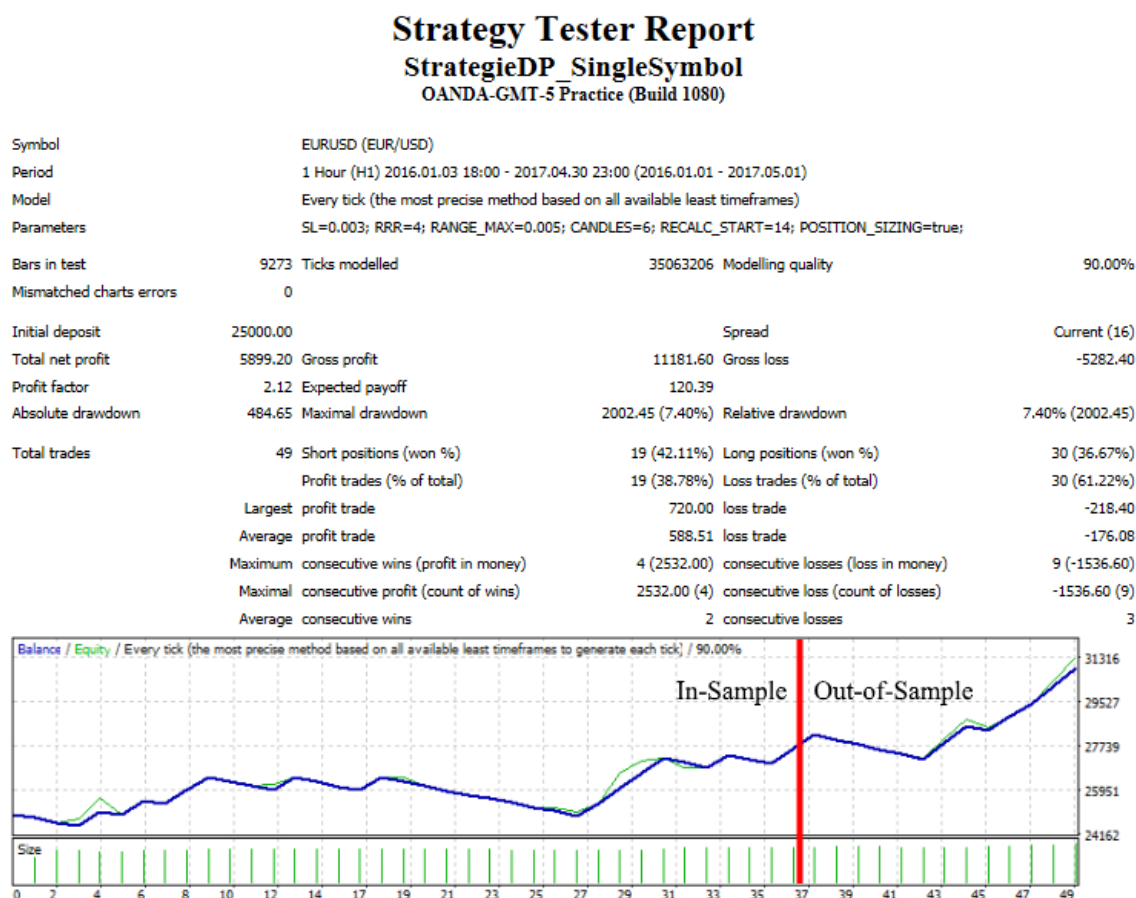
Obrázek 25: Výsledek testu na měnovém páru EUR/USD po optimalizaci parametrů (Vlastní vypracování v MT4)

Testování se zapnutým „position-sizingem“

Z předchozího obrázku je zřetelné zlepšení chování AOS po provedené optimalizaci. Značně se zvýšil profit faktor, a tedy i celkový zisk. Současně však stoupla hodnota maximálního procentuálního poklesu kapitálu – takzvaný „drawdown“, což není žádoucí. Za účelem jeho snížení je v AOS implementována možnost variabilní velikosti pozic. Ta se zapíná nastavením parametru „POSITION_SIZING“ na hodnotu „true“.

Variabilní velikost pozic znamená, že objem obchodu reflektuje aktuální velikost kapitálu na obchodním účtu. Díky variabilní velikosti obchodů tak AOS dokáže jednak v dlouhodobém měřítku zvýšit zisk tím, že postupně s rostoucím kapitálem zvětšuje velikost obchodovaných pozic. Druhým přínosem „position-sizingu“ je

skutečnost, že umožňuje strategii potenciálně přežít delší sérii ztrátových obchodů. Výsledek testu se zapnutým variabilním výpočtem velikosti pozic je prezentován na obrázku 26 níže:



Obrázek 26: Výsledek testu na páru EUR/USD po optimalizaci se zapnutým position-sizingem (Vlastní vypracování v MT4)

4.3.2 Měnový pár EUR/GBP

Po dokončení testování a optimalizace parametrů pro měnový pár EUR/USD jsem se rozhodl testovat AOS na dalším. Konkrétně jsem zvolil měnový pár EUR/GBP. Stejně jako v přechozím případě jsem nejprve provedl sérii odhadů sad počátečních hodnot vstupních parametrů a k nim provedl odpovídající sérii počátečních testů s těmito sadami hodnot.

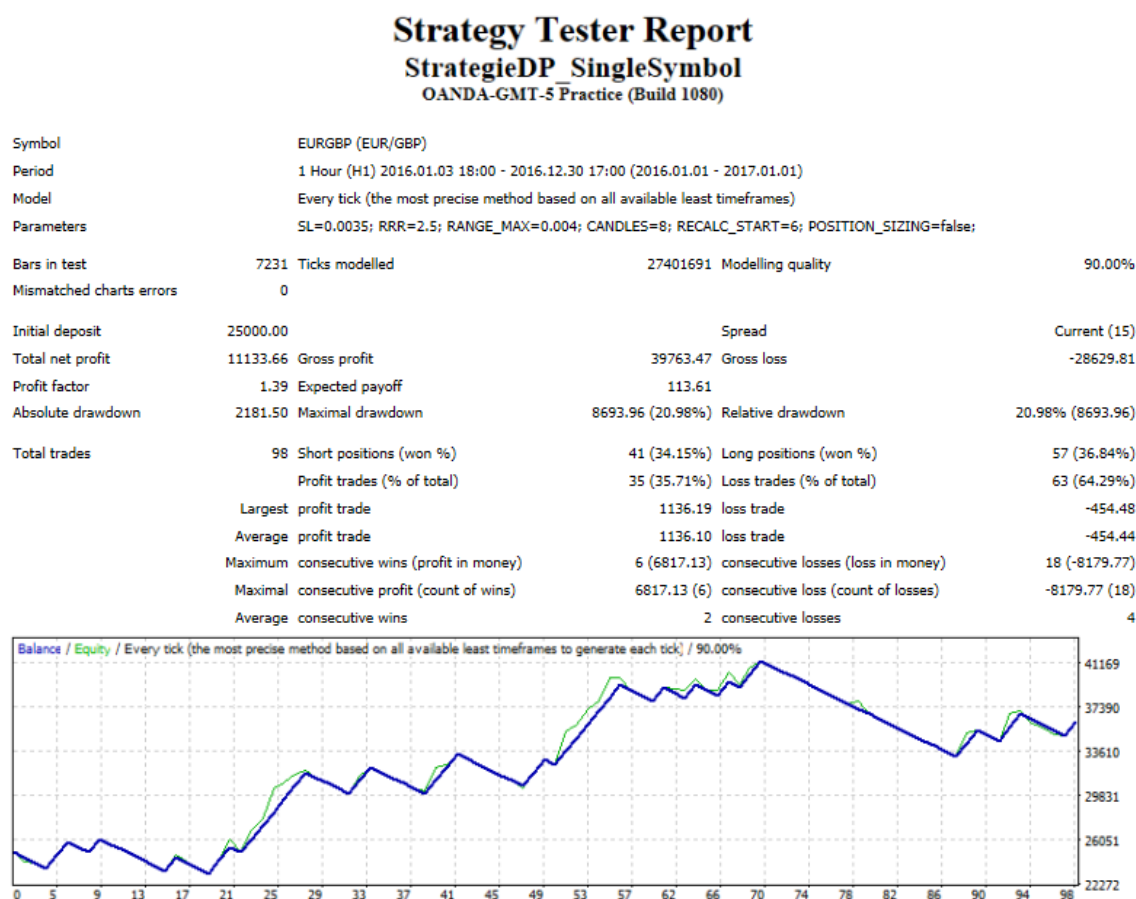
Cílem tohoto procesu je nalezení slibných hodnot, okolo kterých bude následně prováděna optimalizace. Tedy hodnot, se kterými bude počáteční test ziskový a bude pravděpodobné, že v okolí zvolených hodnot se budou nacházet hodnoty optimální.

Počáteční hodnoty vstupních parametrů

VSTUPNÍ PROMĚNNÁ	HODNOTA PROMĚNNÉ
SL	0.0035
RRR	2.5
RANGE_MAX	0.004
CANDLES	8
RECALC_START	6
POSITION_SIZING	false

Tabulka 3: Počáteční vstupní hodnoty pro měnový pár EUR/GBP (Vlastní vypracování)

S těmito hodnotami vstupních parametrů je nyní spuštěn prvotní test na měnovém páru EUR/GBP. Podle výsledků testu je následně rozhodnuto o rozsahu hodnot optimalizace. Test probíhal stejně jako v předchozím případě na účtu se základním kapitálem 25 000 USD. S uvedenými hodnotami byl výdělek obchodního systému za jeden rok obchodování 11 133 USD na celkem 90 provedených obchodech. Výsledný profit faktor strategie byl 1,39 a „drawdown“ činil 20,98 %. Kompletní výstup testu je přiložen na obrázku 27 níže.



Obrázek 27: Výsledek počátečního testu na měnovém páru EUR/GBP (Vlastní vypracování v MT4)

Optimalizace vstupních parametrů „In-Sample“

AOS se zmíněnými hodnotami sice prokázal značnou ziskovost, nicméně nízká hodnota profit faktoru (pouze 1,39) v kombinaci se značně vysokou hodnotou „drawdownu“ značí, že se pravděpodobně nejedná o optimální hodnoty. Žádoucí by bylo též snížení počtu obchodů. Byla tedy opět provedena optimalizace na „In-Sample“ úseku dat s využitím genetického algoritmu. Jako optimalizační parametr zde byl zvolen „drawdown“, aby AOS dosahoval co nejstabilnější výnosnosti.

Optimalizace zahrnovala „In-Sample“ testování více než 1200 kombinací hodnot vstupních parametrů. Výsledkem této optimalizace bylo přibližně 100 sad hodnot, při kterých AOS vykazuje ziskové chování. Níže uvedený obrázek 28 zachycuje prvních 10 výsledků optimalizace seřazených vzestupně podle hodnoty „drawdown“. Obrázek 29 poté ukazuje prvních 10 výsledků optimalizace seřazených podle profit faktoru od nejvyššího po nejnižší.

Pass	Profit	Total trades	Profit factor	Expected Payoff	Drawdown \$	Drawdown %	
56	2342.54	45	1.21	52.06	2786.05	9.59	SLx=0.003; RRR=2; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
82	9374.62	73	1.38	128.42	3063.63	9.87	SLx=0.004; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=6; POSITION_SIZING=0;
35	454.86	35	1.04	13.00	2753.96	10.39	SLx=0.0035; RRR=2; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
49	1366.67	36	1.13	37.96	2755.06	10.40	SLx=0.0035; RRR=2; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
8	2955.50	53	1.18	55.76	2861.59	10.43	SLx=0.0035; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=7; POSITION_SIZING=0;
89	11713.63	45	1.90	260.30	3285.15	10.48	SLx=0.004; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
10	2079.23	35	1.18	59.41	2964.04	10.57	SLx=0.004; RRR=2; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
21	8327.74	45	1.67	185.06	2816.53	10.58	SLx=0.004; RRR=2; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
67	4165.61	37	1.36	112.58	2817.69	10.58	SLx=0.004; RRR=2; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
85	3124.51	36	1.27	86.79	2966.83	10.58	SLx=0.004; RRR=2; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;

Obrázek 28: Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "drawdown" (Vlastní vypracování v MT4)

Pass	Profit	Total trades	Profit factor	Expected Payoff	Drawdown \$	Drawdown %	
89	11713.63	45	1.90	260.30	3285.15	10.48	SLx=0.004; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
77	22913.04	104	1.72	220.32	4392.97	15.13	SLx=0.004; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.004; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
34	10409.42	45	1.71	231.32	3284.18	11.38	SLx=0.004; RRR=3; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
21	8327.74	45	1.67	185.06	2816.53	10.58	SLx=0.004; RRR=2; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
86	15099.64	104	1.49	145.19	4914.39	18.23	SLx=0.004; RRR=2; RANGE_MIN=0.004; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
74	17706.07	107	1.48	165.48	6518.77	19.14	SLx=0.004; RRR=3; RANGE_MIN=0.004; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
80	15094.96	107	1.48	141.07	5585.49	21.00	SLx=0.004; RRR=2; RANGE_MIN=0.004; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
17	18205.50	119	1.47	152.99	4164.81	13.49	SLx=0.004; RRR=2.5; RANGE_MIN=0.004; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=7; POSITION_SIZING=0;
13	5460.37	45	1.46	121.34	3173.07	11.19	SLx=0.0035; RRR=2; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;
11	5723.26	37	1.44	154.68	3282.76	11.37	SLx=0.004; RRR=3; RANGE_MIN=0.003; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=8; POSITION_SIZING=0;

Obrázek 29: Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "Profit Factor" (Vlastní vypracování v MT4)

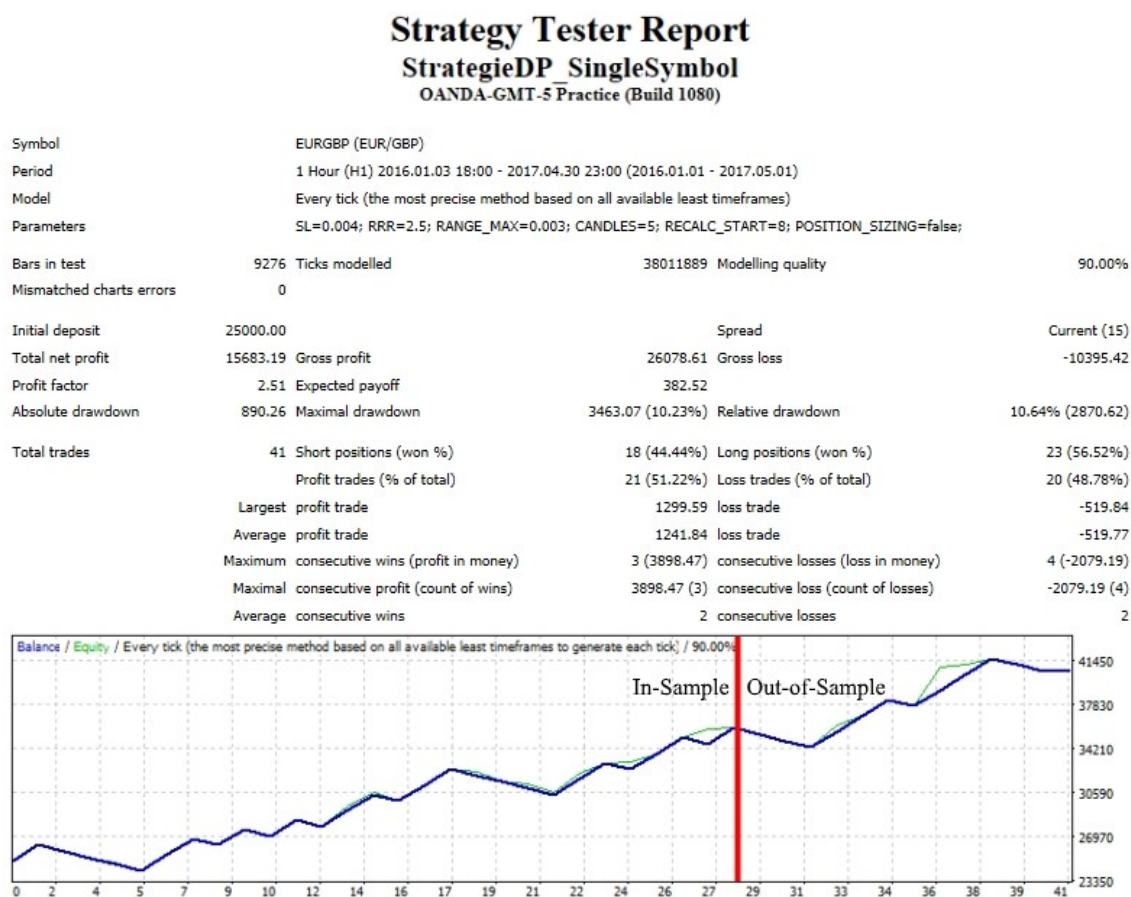
Testování nových vstupních parametrů včetně „Out-of-Sample“ úseku

Po provedení optimalizace byla zvolena nová sada vstupních hodnot. S těmito hodnotami byl AOS následně otestován na celé délce historických dat. To znamená na „In-Sample“ úseku dat i na „Out-of-Sample“ úseku dat. Zvolené optimalizované hodnoty parametrů použité pro test jsou uvedeny v tabulce 4 níže:

VSTUPNÍ PROMĚNNÁ	HODNOTA PROMĚNNÉ
SL	0.0040
RRR	2.5
RANGE_MAX	0.003
CANDLES	5
RECALC_START	8
POSITION_SIZING	false (následně i true)

Tabulka 4: Optimalizované vstupní hodnoty pro měnový pár EUR/GBP (Vlastní vypracování)

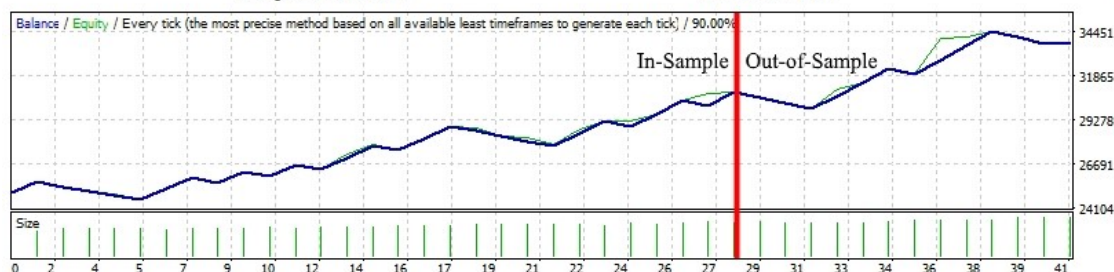
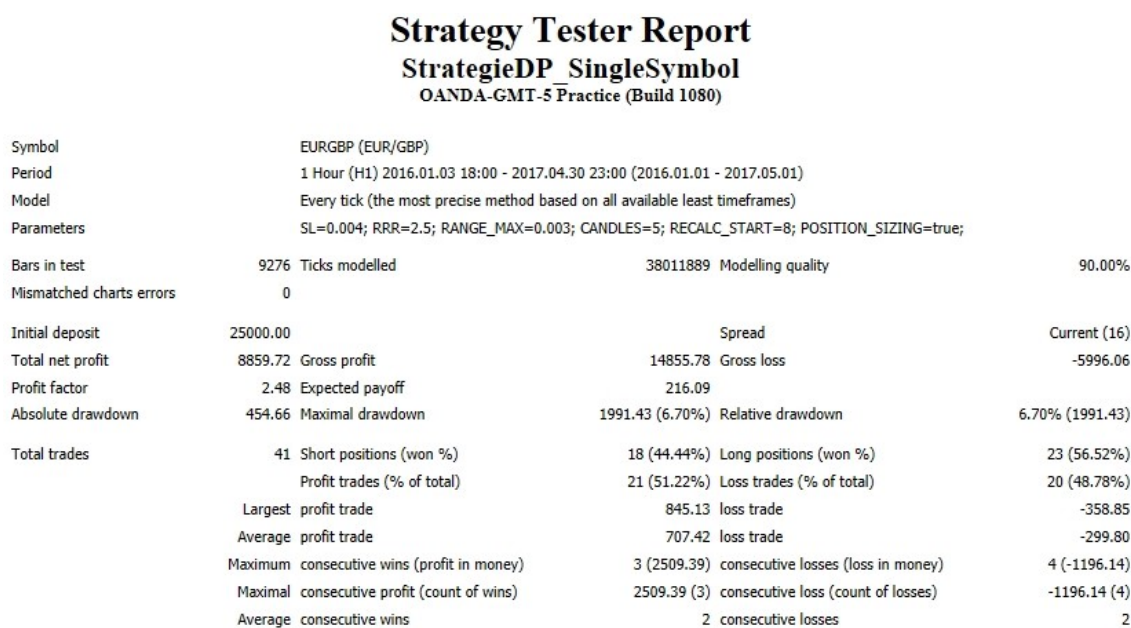
Výsledky testu s optimalizovanými hodnotami vstupních proměnných vykazují velké zlepšení charakteristik testované strategie. Testována byla strategie opět na účtu se základním kapitálem 25 000 USD. Během testovaného období, tedy během 16 měsíců činil výnos strategie 15 683 USD při 41 provedených obchodech. Profit faktor stoupl až na hodnotu 2,51. Při tom všem se podařilo snížit hodnotu „drawdown“ na 10,22 %. Optimalizaci lze tedy prohlásit za jednoznačně úspěšnou. Kompletní výsledky provedeného testu jsou zobrazeny na obrázku 30 níže:



Obrázek 30: Výsledek testu na měnovém páru EUR/GBP po optimalizaci parametrů (Vlastní vypracování v MT4)

Testování se zapnutým „position-sizingem“

Pro úplnost je ještě přiložen výsledek testování AOS se stejnými hodnotami při zapnutém „position-sizingu“, kdy jsou počítány variabilní velikosti pozic při vstupech do obchodů. Zde dokonce hodnota „drawdown“ klesla až na hodnotu 6,70 %, ačkoliv AOS stále generuje zajímavý zisk 8 859 USD při profit faktoru 2,48. Kompletní výsledky testu jsou k dispozici na obrázku 31 níže.



Obrázek 31: Výsledek testu na páru EUR/GBP po optimalizaci se zapnutým position-sizingem (Vlastní vypracování v MT4)

4.3.3 Měnový pár GBP/USD

Třetím měnovým párem, pro který jsem hledal sadu optimálních hodnot vstupních parametrů je pár GBP/USD. Postup testování a optimalizace byl opět analogický k postupu u předchozích párů. Prvním krokem bylo manuální nalezení takových hodnot vstupních proměnných, pro které je AOS ziskový. Následně je určen rozsah intervalů optimalizace jednotlivých parametrů. Z těchto intervalů jsou poté sestavovány kombinace vstupních hodnot pro jednotlivé testy v rámci optimalizace.

Počáteční hodnoty vstupních parametrů

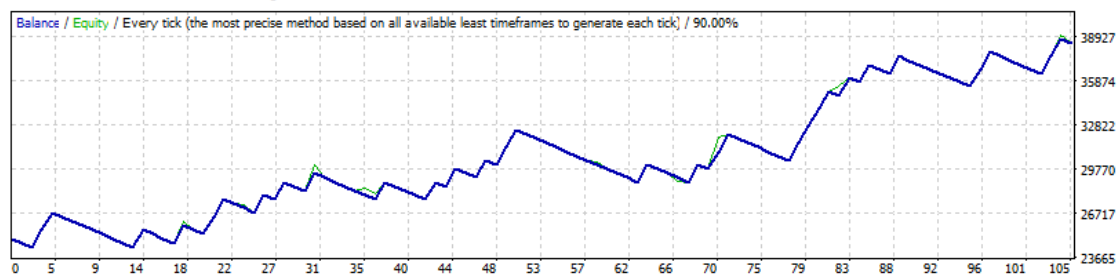
VSTUPNÍ PROMĚNNÁ	HODNOTA PROMĚNNÉ
SL	0.0030
RRR	4
RANGE_MAX	0.0055
CANDLES	5
RECALC_START	20
POSITION_SIZING	false

Tabulka 5: Počáteční vstupní hodnoty pro měnový pár GBP/USD (Vlastní vypracování)

S manuálně nalezenými počátečními hodnotami uvedenými v tabulce 5 výše je proveden prvotní test v „In-Sample“ období (1.1.2016 - 1.1.2017). Počáteční kapitál byl v testu nastaven na 25 000 USD. S těmito hodnotami AOS vykazoval na daném období zisk 13 500 USD při 105 provedených obchodech. Profit faktor strategie byl 1,60 a hodnota „drawdown“ byla 15,39 %. Kompletní výsledky provedeného testu jsou uvedeny na obrázku 32 níže.

Strategy Tester Report StrategieDP_SingleSymbol OANDA-GMT-5 Practice (Build 1080)

Symbol	GBPUSD (GBP/USD)		
Period	1 Hour (H1) 2016.01.01 00:00 - 2016.12.30 17:00 (2016.01.01 - 2017.01.01)		
Model	Every tick (the most precise method based on all available least timeframes)		
Parameters	SL=0.003; RRR=4; RANGE_MAX=0.0055; CANDLES=5; RECALC_START=20; POSITION_SIZING=false;		
Bars in test	6744 Ticks modelled	26174863 Modelling quality	90.00%
Mismatched charts errors	0		
Initial deposit	25000.00	Spread	Current (16)
Total net profit	13500.00 Gross profit	36000.00 Gross loss	-22500.00
Profit factor	1.60 Expected payoff	128.57	
Absolute drawdown	735.00 Maximal drawdown	4061.00 (15.39%) Relative drawdown	15.39% (4061.00)
Total trades	105 Short positions (won %)	54 (25.93%) Long positions (won %)	51 (31.37%)
	Profit trades (% of total)	30 (28.57%) Loss trades (% of total)	75 (71.43%)
	Largest profit trade	1200.00 loss trade	-300.00
	Average profit trade	1200.00 loss trade	-300.00
	Maximum consecutive wins (profit in money)	4 (4800.00) consecutive losses (loss in money)	12 (-3600.00)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	4800.00 (4) consecutive loss (count of losses)	-3600.00 (12)
	Average consecutive wins	1 consecutive losses	3



Obrázek 32: Výsledek počátečního testu na měnovém páru GBP/USD (Vlastní vypracování v MT4)

Optimalizace vstupních parametrů „In-Sample“

Ačkoliv byl systém při prvotním testu dostatečně ziskový, je zřejmé, že zvolené počáteční hodnoty nejsou optimální. Zatímco zisk byl přijatelný, poměrně nízký profit faktor 1,60 byl v kombinaci s relativně vysokou hodnotou „drawdown“ (přes 15 %) podnětem pro hledání lepších vstupních parametrů. Žádoucí bylo též snížení počtu prováděných obchodů. Za tímto účelem tedy byla provedena optimalizace na „In-Sample“ úseku dat. Za účelem zvýšení stability AOS byl zvolen jako optimalizační parametr „drawdown“.

Výsledkem provedené optimalizace bylo přibližně 120 sad hodnot, při kterých byl AOS na testovacím období ziskový. Obrázek 33 níže zachycuje deset nejlepších výsledků z hlediska hodnoty „drawdown“. Obrázek 34 pak prezentuje nejlepší výsledky optimalizace z hlediska profit faktoru.

Pass	Profit	Total trades	Profit factor	Expected Payoff	Drawdown \$	Drawdown %	
68	7578.00	65	1.70	116.58	2023.00	7.33	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
77	1953.00	65	1.19	30.05	2023.00	7.75	RRR=2; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
39	11861.00	75	2.01	158.15	2041.00	8.14	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
13	8953.00	75	1.69	119.37	2202.00	8.23	RRR=4; RANGE_MIN=0.008; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
18	8953.00	70	1.74	127.90	2199.00	8.23	RRR=4; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
60	8453.00	75	1.67	112.71	2074.00	8.28	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.008; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
61	8578.00	70	1.74	122.54	2074.00	8.28	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
37	3203.00	65	1.30	49.28	2261.00	8.46	RRR=2.5; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
1	11736.00	79	1.88	148.56	2471.00	8.48	RRR=4; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
81	9486.00	79	1.77	120.08	2143.00	8.56	RRR=3; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;

Obrázek 33: Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "drawdown" (Vlastní vypracování v MT4)

Pass	Profit	Total trades	Profit factor	Expected Payoff	Drawdown \$	Drawdown %	
39	11861.00	75	2.01	158.15	2041.00	8.14	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
1	11736.00	79	1.88	148.56	2471.00	8.48	RRR=4; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
81	9486.00	79	1.77	120.08	2143.00	8.56	RRR=3; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=7; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
32	13744.00	106	1.75	129.66	3516.00	11.74	RRR=4; RANGE_MIN=0.009; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
29	12361.00	100	1.75	123.61	2523.00	10.06	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.009; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
18	8953.00	70	1.74	127.90	2199.00	8.23	RRR=4; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
61	8578.00	70	1.74	122.54	2074.00	8.28	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.007; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
26	11744.00	98	1.72	119.84	2983.00	11.06	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=5; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
12	10986.00	92	1.72	119.41	2518.00	10.06	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=6; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;
68	7578.00	65	1.70	116.58	2023.00	7.33	RRR=3.5; RANGE_MIN=0.006; CANDLESx=8; RECALC_STARTx=22; SLx=0.0025; POSITION_SIZING=0;

Obrázek 34: Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "Profit Factor" (Vlastní vypracování v MT4)

Testování nových vstupních parametrů včetně „Out-of-Sample“ úseku

Na základě provedené optimalizace byla zvolena nová sada hodnot vstupních parametrů. S takto získanými hodnotami byl následně AOS opět otestován. Tentokrát však již test probíhal na celé délce historických dat, tedy jak na „In-Sample“ úseku, tak i na „Out-of-Sample“ úseku. Zvolená sada hodnot použitých pro tento test je uvedena v tabulce 6 uvedené níže.

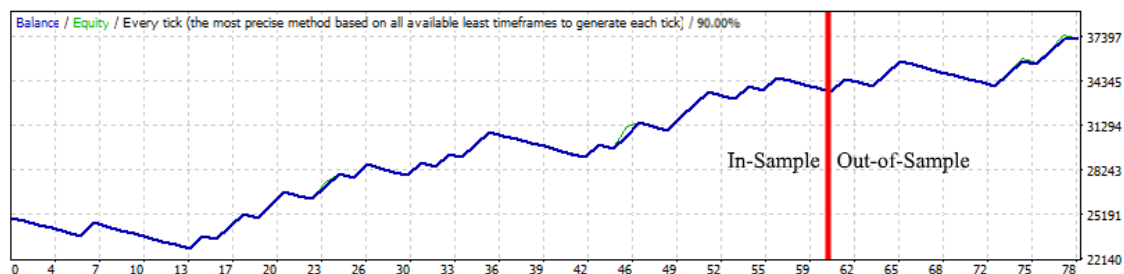
VSTUPNÍ PROMĚNNÁ	HODNOTA PROMĚNNÉ
SL	0.0025
RRR	3.5
RANGE_MAX	0.006
CANDLES	7
RECALC_START	22
POSITION_SIZING	false (následně i true)

Tabulka 6: Optimalizované vstupní hodnoty pro měnový pár GBP/USD (Vlastní vypracování)

Výsledky provedeného testu prokazují podstatné zlepšení chování systému. Zisk AOS činil na 16 měsíců dlouhém testovacím období 12 236 USD. Profit faktor strategie vzrostl až na hodnotu 2,0. Současně klesla hodnota “drawdown“ z původních 15,39 % na příjemnějších 9,06 %. Dále se také skrze optimalizaci podařilo snížit počet provedených obchodů, aniž by došlo k nějakému zásadnímu poklesu zisku. Provedenou optimalizaci lze tedy opět prohlásit za zdařilou. Úplné výsledky testu jsou zachyceny na níže uvedeném obrázku 35:

Strategy Tester Report StrategieDP_SingleSymbol OANDA-GMT-5 Practice (Build 1080)

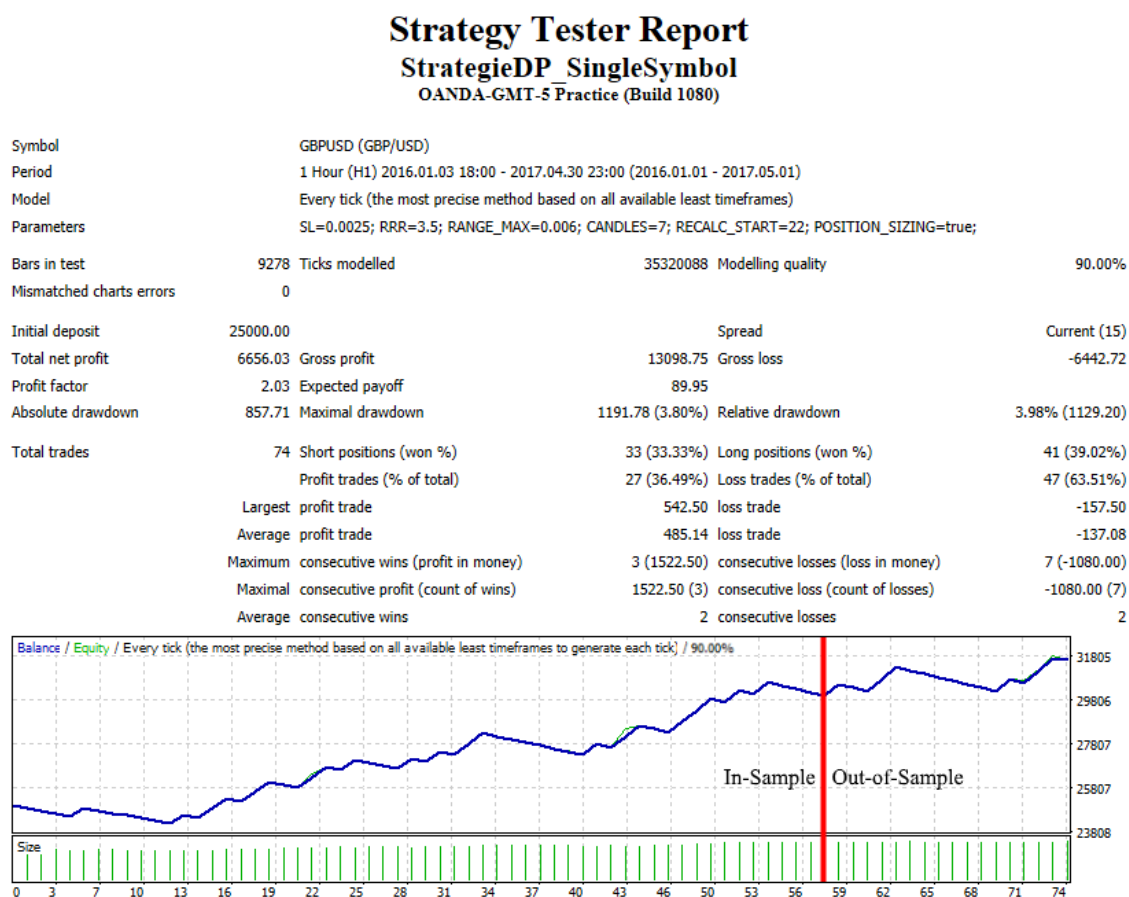
Symbol	GBPUSD (GBP/USD)		
Period	1 Hour (H1) 2016.01.03 18:00 - 2017.04.30 23:00 (2016.01.01 - 2017.05.01)		
Model	Every tick (the most precise method based on all available least timeframes)		
Parameters	SL=0.0025; RRR=3.5; RANGE_MAX=0.006; CANDLES=7; RECALC_START=22; POSITION_SIZING=false;		
Bars in test	9278 Ticks modelled	35320088 Modelling quality	90.00%
Mismatched charts errors	0		
Initial deposit	25000.00	Spread	Current (19)
Total net profit	12236.00 Gross profit	24500.00 Gross loss	-12264.00
Profit factor	2.00 Expected payoff	156.87	
Absolute drawdown	2231.00 Maximal drawdown	2268.00 (9.06%) Relative drawdown	9.06% (2268.00)
Total trades	78 Short positions (won %)	33 (33.33%) Long positions (won %)	45 (37.78%)
	Profit trades (% of total)	28 (35.90%) Loss trades (% of total)	50 (64.10%)
	Largest profit trade	875.00 loss trade	-250.00
	Average profit trade	875.00 loss trade	-245.28
	Maximum consecutive wins (profit in money)	3 (2625.00) consecutive losses (loss in money)	7 (-1750.00)
	Maximal consecutive profit (count of wins)	2625.00 (3) consecutive loss (count of losses)	-1750.00 (7)
	Average consecutive wins	2 consecutive losses	3



Obrázek 35: Výsledek testu na měnovém páru GBP/USD po optimalizaci parametrů (Vlastní vypracování v MT4)

Testování se zapnutým „position-sizingem“

Obchodník má možnost skrze vstupní parametry přepínat mezi fixní a variabilní velikosti pozic. Povolit výpočet velikosti pozice před každým vstupem do obchodu může nastavením proměnné „POSITION_SIZING“ na hodnotu „true“. Výsledek testu s povolenými variabilními velikostmi pozic ukazuje snížení hodnoty „drawdown“ až na 3,80 %. Kompletní výsledek testu je zobrazen na obrázku 36 níže.



Obrázek 36: Výsledek testu na páru GBP/USD po optimalizaci se zapnutým position-sizingem (Vlastní vypracování v MT4)

4.4 Zhodnocení výsledků testování a optimalizace

Předchozí kapitoly popisovaly testování a optimalizaci vstupních parametrů AOS na různých měnových párech především z hlediska postupu a celkových výstupů jednotlivých testů. Tato kapitola si klade za cíl shrnutí procesu testování a optimalizace a následné zhodnocení dosažených výsledků.

4.4.1 Cíle testování a optimalizace

Navržený a vytvořený AOS byl optimalizován a testován pomocí walk-forward analýzy na třech měnových párech. Hledána byla optimální sada hodnot vstupních parametrů pro každý z těchto párů. Konkrétně byly zvoleny následující měnové páry:

- EUR/USD
- EUR/GBP
- GBP/USD

Walk-forward analýza probíhala ve vestavěném testovacím nástroji platformy MetaTrader 4 v období od 1.1.2016 do 1.5.2017. Pro optimalizaci použitý „In-Sample“ úsek historických dat tvořil větší část zmíněného intervalu – konkrétně období od 1.1.2016 do 31.12.2016. Zbylá data v intervalu od 1.2017 do 1.5.2017 tvořila testovací „Out-of-Sample“ úsek. Optimalizace byla zaměřena na kombinaci následujících požadavků, jež vedou ke stabilnějšímu a bezpečnějšímu obchodování:

- Zvýšení zisku AOS na daném úseku
- Zvýšení profit faktoru
- Snížení maximálního poklesu kapitálu
- Snížení počtu prováděných obchodů

4.4.2 Dosažené výsledky testování a optimalizace

Porovnání výsledků testování AOS nad jednotlivými měnovými páry před a po procesu optimalizace vstupních hodnot jsou uvedeny v tabulce 7 níže.

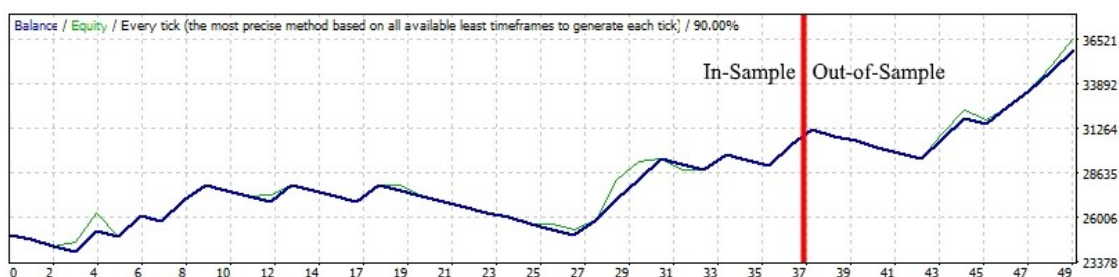
MĚNOVÝ PÁR		EUR/USD			EUR/GBP			GBP/USD		
OPTIMALIZACE		PŘED	PO	PO	PŘED	PO	PO	PŘED	PO	PO
OBDOBÍ (MĚSÍCŮ)		12	16	16	12	16	16	12	16	16
VSTUP	Velikost pozic	Fixní	Fixní	Variabilní	Fixní	Fixní	Variabilní	Fixní	Fixní	Variabilní
	SL	0,0025	0,0030	0,0030	0,0035	0,0040	0,0040	0,0030	0,0025	0,0025
	RRR(IP)	3	4	4	2,5	2,5	2,5	4	3,5	3,5
	$TP = SL * RRR$	0,0075	0,0120	0,0120	0,0875	0,0100	0,0100	0,0120	0,0875	0,0875
	RANGE_MAX	0,005	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,0055	0,006	0,006
	CANDLES	6	6	6	8	5	5	5	7	7
	START (Hodin)	14	14	14	6	8	8	20	22	22
VÝSTUP	Zisk (USD)	2 650 \$	10 890 \$	5 899 \$	11 133 \$	15 683 \$	8 859 \$	13 500 \$	12 236 \$	6 656 \$
	Profit faktor	1,42	2,09	2,12	1,39	2,51	2,48	1,60	2,00	2,03
	Drawdown %	7,86	13,22	7,40	20,98	10,23	6,70	15,39	9,06	3,80
	Počet obchodů	36	49	49	98	41	41	105	78	74

Tabulka 7: Shrnutí dosažených výsledků (Vlastní vypracování)

Z uvedené tabulky je možné vyčíst, že se v procesu optimalizace opravdu podařilo nalézt pro všechny tři měnové páry vhodnější hodnoty vstupních parametrů, než jakými byly hodnoty počáteční. U každého z testovaných párů došlo při použití nalezených sad hodnot k požadovanému zlepšení charakteristik.

Zlepšení u měnového páru EUR/USD

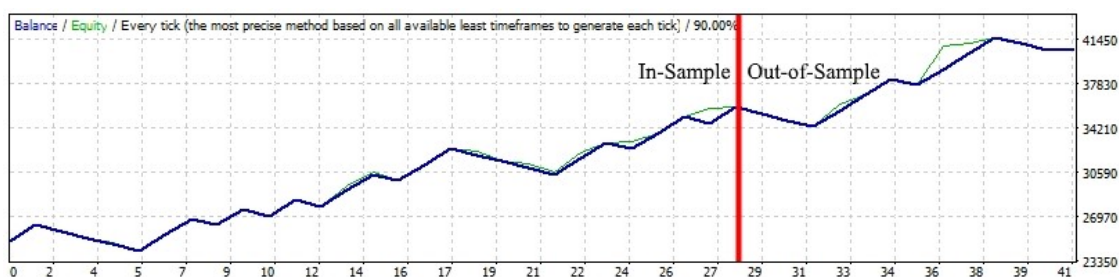
U měnového páru EUR/USD bylo sice při použití počátečních hodnot dosaženo příjemné hodnoty maximálního poklesu kapitálu (7,86 %), ale současně jen relativně malého zisku. Optimalizací se podařilo zlepšit profit faktor z 1,42 až na 2,09. Stejně tak se podařilo zvýšit zisk. Celkově se tak podařilo získat hodnoty, při kterých AOS generuje zisk stabilněji. Výsledná ekvitní křivka zachycující vývoj kapitálu v čase při použití optimalizovaných vstupních parametrů je zobrazena na obrázku 37 níže.



Obrázek 37: Vývoj kapitálu v čase na měnovém páru EUR/USD po optimalizaci (Vlastní vypracování v MT4)

Zlepšení u měnového páru EUR/GBP

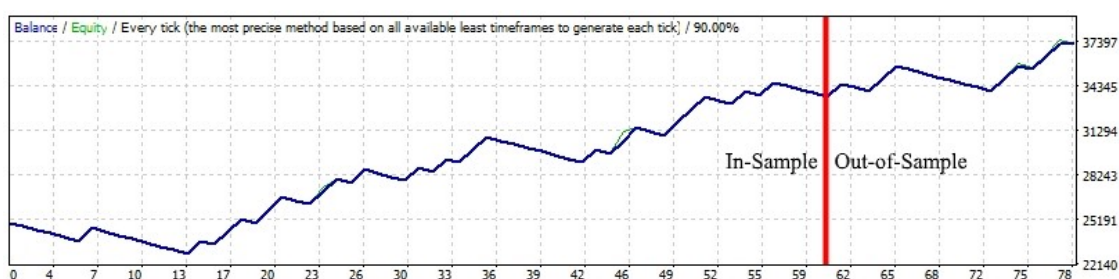
V případě měnového páru EUR/GBP byla situace při použití počátečních hodnot vstupních parametrů opačná. AOS zde generoval dostačující zisk (11 133 USD), ale maximální pokles kapitálu činil více než 20 %. Systém navíc vstupoval do obchodu příliš často – celkem 98krát. Optimalizací se podařilo současně zvýšit profit faktor (z 1,39 na 2,51), snížit „drawdown“ na poloviční hodnotu, a dokonce ještě zvýšit zisk. Ekvitní křivka při použití nových vstupních hodnot je zobrazena na obrázku 38 níže.



Obrázek 38: Vývoj kapitálu v čase na měnovém páru EUR/GBP po optimalizaci (Vlastní vypracování v MT4)

Zlepšení u měnového páru GBP/USD

Při použití počátečních hodnot vstupních proměnných u měnového páru GBP/USD byl zisk opět v pořádku. Relativně nízký profit faktor (1,60) spolu s poměrně vysokou hodnotou maximálního kapitálu (15,39 %) však naznačoval potřebu hledat optimálnější hodnoty. Současně AOS před optimalizací vstupních hodnot otevíral pozice příliš často – více než stokrát za rok. Po provedené optimalizaci bylo dosaženo nižší hodnoty „drawdown“ a vyššího profit faktoru, aniž by došlo k většímu poklesu ziskovosti. Ekvitní křivka s využitím optimalizovaných vstupních parametrů je zobrazena na obrázku 39 níže.



Obrázek 39: Vývoj kapitálu v čase na měnovém páru GBP/USD po optimalizaci (Vlastní vypracování v MT4)

4.5 Návrhy na zlepšení

Vytvořený automatizovaný obchodní systém v testech generoval zisk a podařilo se nalézt vhodné hodnoty vstupních parametrů pro všechny tři páry. I přes tuto skutečnost jsem přesvědčený, že by se dal výsledný AOS dále zlepšovat. V této kapitole nastíním některé z možných dalších přínosů.

Přeprogramování AOS pro platformu MT5 v jazyce MQL5

Jak jsem v textu uvedl, vestavěný optimalizační nástroj platformy MetaTrader 4 trpí několika nedostatky. Prvním nedostatkem nástroje je omezení, kvůli kterému není možné testovat na historických datech AOS obchodující více měnových párů současně. Nemohl jsem tak otestovat, jaké charakteristiky systém vykazuje při obchodování zmíněných tří měnových párů souběžně, ačkoliv jsem toto rozšíření již naprogramoval.

Pokud bych nyní přeprogramoval tento systém pro platformu MetaTrader 5, která nedisponuje tímto omezením, bylo by možné otestovat systém se zmíněným

rozšířením. Zajímavé by v takovém případě bylo především sledovat společnou hodnotu „drawdown“ a to, jak se obchodování těchto tří měnových párů doplňuje. Předpokládám, že by hodnota maximálního poklesu kapitálu v takovém případě znatelně klesla.

Dalším problémem platformy MT4 je absence podpory vícejádrových procesorů. Díky tomu lze využít jen zlomek výpočetní kapacity dnešních počítačů a testování a optimalizace na historických datech je tak v této platformě velmi pomalé. Platforma MT5 vícejádrové procesory podporuje. Po přeprogramování AOS pro tuto platformu by tak bylo možné provádět komplexnější a rozsáhlejší testování a optimalizace systému.

Využití pokročilejších metod testování

Se zrychlením testování, které by umožnila platforma podporující vícejádrové procesory souvisí možnost využít pokročilejší metody testování a optimalizace. Složitější metody testování jsou samozřejmě výpočetně náročnější, proto je pro jejich využití podpora vícejádrových procesorů klíčová. Využita by tak mohla být například takzvaná „plovoucí“ walk-forward analýza, kdy probíhá více dílčích testů a použitý je také větší objem historických dat.

Testování dalších metod pro filtrování obchodů

V této práci je pro filtrování obchodů využito indikátoru klouzavého průměru. Platforma MT4 nabízí spoustu dalších indikátorů pro technickou analýzu. Dále je také možné si v platformě naprogramovat vlastní indikátor. Hledání alternativních způsobů filtrování vstupů do obchodu by taktéž mohlo vést ke zlepšení charakteristik AOS.

Použití kvalitnějších placených historických dat

Výhodou platformy MetaTrader 4 je dostupnost testovacích historických dat zdarma. Bohužel však tyto základní data bývají často terčem kritiky pro svou nekvalitu. Data jsou místy nekonzistentní, což vede k horší kvalitě modelování. Na trhu existují také zpoplatněné sady historických dat, které vykazují vyšší kvalitu. Taková data je možné získat za finanční úplatu od různých společností. Existují také platformy, které jsou zaměřené přímo na testování strategií. Opět se však jedná o zpoplatněná řešení. Pokud by se obchodník rozhodl strategii opravdu nasadit do ostrého provozu, měl by zvážit investici do otestování strategie nad kvalitnějšími daty.

5 Závěr

Hlavním cílem této práce bylo navržení obchodní strategie a následná implementace na ní založeného automatizovaného obchodního systému pro měnový trh forex. Současně bylo cílem práce následné optimalizování vzniklého systému na základě testů provedených nad historickými daty za účelem maximalizace stability a zisku.

Práci jsem rozčlenil na tři hlavní části – teoretická východiska, analýzu problému a vlastní návrhy řešení. V první části práce jsem se nejprve věnoval základní teorii finančního systému a finančních trhů. Následně jsem zde popsal potřebnou teorii obchodování na měnovém trhu forex. Popsána byla také s forexem spjatá terminologie. V závěru této části práce jsem popisoval metody používané k analýze trhu.

Ve druhé části práce jsem se věnoval analýze problému. Popsal jsem problematiku automatizovaných obchodních systémů, jejich výhody a možná úskalí spojená s jejich nasazením. Detailně jsem rozebral postup návrhu, vývoje a testování takových systémů. Zvolil jsem implementační platformu a rozhodnutí zdůvodnil. Popsal jsem zde také práci s grafy a časovými rámci v dané platformě.

Třetí část práce popisuje samotný návrh strategie a tvorbu obchodního systému. Nejprve jsem provedl návrh obchodní strategie „breakoutového“ typu. Zvolil jsem klouzavé průměry jako způsob filtrování vstupů do obchodu. Rozhodl jsem o časovém rámci obchodování a zvolil měnové páry, které budou předmětem obchodování. Následně jsem zmíněnou obchodní strategii naprogramoval pro platformu MetaTrader 4 v jazyce MQL4. Vytvořený obchodní systém jsem poté testoval na historických datech a hledal jsem vhodné hodnoty vstupních parametrů pro jednotlivé měnové páry. Zaměřil jsem se na měnové páry EUR/USD, EUR/GBP a GBP/USD. Jako metodu testování a optimalizace jsem zvolil „walk-forward“ analýzu. Navrhl jsem také možné kroky pro další zlepšení charakteristik výsledného obchodního systému.

Podarilo se mi splnit všechny cíle definované na počátku práce. Výsledný automatizovaný obchodní systém pro měnový trh během testování vykazoval ziskovost již před optimalizací s počátečními hodnotami parametrů. Procesem testování a optimalizace vstupních parametrů systému se mi podařilo nalézt vhodné hodnoty pro všechny tři zvolené měnové páry a tím zlepšit chování obchodního systému.

Walk-forward analýzu jsem prováděl nad historickými daty za období od 1.1.2016 do 1.5.2017. Optimalizace probíhala nad „In-Sample“ úsekem dat, tedy nad daty za rok 2016. Pro následné ověření výsledků optimalizace byl používán i „Out-of-Sample“ úsek, tedy data za první 4 měsíce roku 2017. Optimalizace se zaměřovala především na zvýšení zisku systému a současně na minimalizování maximálního poklesu kapitálu v průběhu obchodování.

Kompletní dosažené výsledky testování a optimalizace včetně jejich souhrnu a porovnání s výsledky před optimalizací jsou uvedeny v textu v kapitolách 4.3 a 4.4. Pro potřeby testování byl počáteční kapitál nastaven vždy na 25 000 USD. Na měnovém páru EUR/USD výsledný systém po optimalizaci vykazoval na zmíněném šestnácti-měsíčním testovacím období následující výsledky. Zisk obchodování činil 10 890 USD při maximálním poklesu kapitálu o 13,22 % a hodnotě profit faktoru 2,09. Při použití variabilních velikostí pozic bylo dosaženo zisku 5 899 USD, hodnota „drawdown“ poklesla na 7,40 % a profit faktor činil 2,12.

Na měnovém páru EUR/GBP systém po optimalizaci dosahoval za stejné období zisku 15 683 USD, maximálního poklesu kapitálu o 10,23 % a hodnoty profit faktoru až 2,51. S variabilními pozicemi byl pak zisk roven 8 859 USD při maximálním poklesu kapitálu o 6,70 % a profit faktoru 2,48.

Posledním testovaným měnovým párem byl GBP/USD. Zde systém za totožné období generoval zisk 12 236 USD při nejvyšším poklesu kapitálu činícím 9,06 % a při hodnotě profit faktoru 2,00. Při obchodování pozic o variabilní velikosti byl dosažen zisk 6 656 USD, hodnota „drawdown“ klesla až na 3,80 % a hodnota profit faktoru byla 2,03.

Implementaci obchodního systému a následnou optimalizaci lze tedy prohlásit za zdařilou. Jako rozšíření nad rámec původního zadání jsem naprogramoval také variantu systému umožňující testování, optimalizování a obchodování všech tří páru současně. Bohužel se následně ukázalo, že platforma MetaTrader 4 disponuje omezením, kvůli kterému není možné obchodní systémy obchodující více měnových páru současně testovat. Aby mohlo být toto rozšíření otestováno, bylo by třeba systém přeprogramovat pro platformu MetaTrader 5, která již tímto omezením netrpí. Tuto možnost jsem také uvedl jako jeden z možných budoucích kroků k dalšímu zlepšení výsledků.

Seznam použité literatury

- [1] STUHLÍK, J. HARTMAN, O. Kdo se snaží být chytřejší než trh, většinou prodělá. Peníze.cz [Online]. 2009 [Cit: 2016-11-20.] Dostupné z: <http://www.penize.cz/investice/57575-kdo-se-snazi-byt-chytrejsi-nez-trh-vetsinou-prodela>
- [2] REJNUŠ, O. Finanční trhy. 1. vyd. Ostrava: KEY Publishing, 2008. 548 s. ISBN 978-80-87-8.
- [3] REJNUŠ, O. Peněžní ekonomie - Finanční trhy. Brno: CERM, 2012. 6. vyd. ISBN 978-80-214-4415-7.
- [4] Makrodata a EU: Fiskální politka. Finance.cz [Online]. 2012 [Cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/makrodata-eu/statni-rozpocet/fiskalni-politika/>
- [5] Makrodata a EU: Monetární politka. Finance.cz [Online]. 2012 [Cit. 2016-11-20]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/makrodata-eu/menove-ukazatele/monetarni-politika/>
- [6] HARTMAN, O. Začínáme na burze: jak uspět při obchodování na finančních trzích – akcie, komodity a forex. 1. vyd. Brno: BizBooks, 2013, 248 s. ISBN 978-80-265-0033-9.
- [7] HARTMAN, O. TUREK, L. První kroky na FOREXu. Brno: Computer Press, 2009, 121 s. ISBN 978-80-251-2006-4
- [8] Co je FOREX? FXstreet.cz [Online]. 2009 [Cit. 2017-01-06]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/co-je-forex.html>
- [9] HORNER, R. Forex tradingem k maximálním ziskům: tajemství, které se na Wall Street rozhodně nemají dozvědět. 1. vyd. Brno: Computer Press, 2011, 232 s. ISBN 97880-251-2921-0.
- [10] Volatilita. Finančník.cz [Online]. 2009 [Cit. 2016-11-25]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/wiki/volatilita>
- [11] KRPÁLEK, J. Škola tradera: Základní pojmy. InvestičníWeb.cz [Online]. 2010 [Cit: 2017-02-12.] Dostupné z: <http://www.investicniweb.cz/2010-10-7-skola-tradera-zakladni-pojmy/>
- [12] WILLIAMS, L. How I Made One Million Dollars Last Year Trading Commodities. 1. vyd. USA: Windsor Books, 1979. 130 p. ISBN 978-09-30233-10-5.
- [13] Psychologická analýza: Podstata psychologie investora. DayTrade.cz [Online]. 2013 [Cit. 2017-03-26]. Dostupné z: <http://daytrade.cz/psychologiccka-analyza/>
- [14] Pip, bod, spread, bid a ask cena. InvestičníMagazín.cz [Online]. 2012 [Cit. 2017-02-03]. Dostupné z: <http://www.investicnimagazin.cz/pip-bod-spread-bid-a-ask-cena>

- [15] Škola FOREXU: 4. část - Jak číst forex, názvosloví. FXstreet.cz [Online]. 2009 [Cit. 2017-01-23]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/4-cast-jak-cist-forex-nazvoslovi.html>
- [16] Slovník tradera: Bod a pip. X-Trade Brokers [Online]. 2010 [Cit. 2017-01-23]. Dostupné z: <https://www.xtb.com/cz/bod-a-pip-kb>
- [17] Slovník tradera: Finanční páka. X-Trade Brokers [Online]. 2010 [Cit. 2017-01-13]. Dostupné z: <https://www.xtb.com/cz/financni-paka-kb>
- [18] Slippage. Finančník.cz [Online]. 2009 [Cit. 2017-02-18]. Dostupné z: <http://www.financnik.cz/wiki/slippage>
- [19] Forex obchodování: Forexové typy obchodních příkazů. Web4Trader.cz [Online]. 2015 [Cit. 2017-03-01]. Dostupné z: <https://www.web4trader.cz/forexove-typy-obchodnich-prikazu/>
- [20] HARTMAN, O. Vyznáte se v obchodních příkazech? FXstreet.cz [Online]. 2009 [Cit. 2017-03-01.] Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/vyznate-se-v-obchodnich-prikazech.html>
- [21] Škola FOREXU: 6. část - Fundamenty ve forexu. FXstreet.cz [Online]. 2009 [Cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/6-cast-fundamenty-ve-forexu.html>
- [22] Slovník tradera: Fundamentální analýza. X-Trade Brokers [Online]. 2010 [Cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <https://www.xtb.com/cz/fundamentalni-analyza-kb>
- [23] GRAHAM, B. Inteligentní investor. 1. vyd. Praha: GRADA, 2007. 504 s. ISBN 978-80-247-1792-0.
- [24] Slovník tradera: Technická analýza. X-Trade Brokers [Online]. 2010 [Cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <https://www.xtb.com/cz/technicka-analyza-kb>
- [25] DOSTÁL, P. Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě. 1. vyd. Brno: CERM, 2008. 432 s. ISBN 978-80-7204-605-8.
- [26] GOLDBERG, D. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning. 1. vyd. USA: Addison-Wesley, 1989. 412 p. ISBN 978-0-201157-67-3.
- [27] STIBOR, M. FX Průvodce: Jaké jsou typy grafů. ForexZone.cz [Online]. 2014 [Cit. 2017-03-11.] Dostupné z: <http://www.forex-zone.cz/blog/jake-jsou-typy-grafu>
- [28] Úvod do breakout strategií. Finančník.cz [Online]. 2012 [Cit. 2017-03-13]. Dostupné z: http://www.financnik.cz/komodity/fin_home/uvod-do-breakout-strategii.html
- [29] NESNÍDAL, T. PODHAJSKÝ, P. Jak se stát intradenním finančníkem. Brno: Centrum finančního vzdělávání, s.r.o., 2010, 283 s. ISBN 978-80-903874-4-7
- [30] NESNÍDAL, T. WalkForward analýza podrobněji. Finančník.cz [Online]. 2010 [Cit. 2017-04-10.] Dostupné z: http://www.financnik.cz/komodity/fin_home/walkforwardanaliza-podrobneji.html

Seznam obrázků a tabulek

Seznam obrázků

Dělení finančního trhu (vlastní vypracování na základě [3]).....	16
Obchodní hodiny na forexu (vlastní vypracování na základě [7])	21
Obchodní příkazy na forexu a jejich členění (Vlastní vypracování)	36
Princip příkazu Buy Stop (Vlastní vypracování)	37
Princip příkazu Sell Stop (Vlastní vypracování).....	38
Princip příkazu Buy Limit (Vlastní vypracování).....	38
Princip příkazu Sell Limit (Vlastní vypracování)	39
Princip příkazu Stop Loss (Vlastní vypracování)	40
Princip příkazu Take Profit (Vlastní vypracování)	40
Princip příkazu Trailing Stop (Vlastní vypracování)	41
Obecný postup návrhu a implementace AOS (Vlastní vypracování).....	49
Uživatelské rozhraní platformy MetaTrader 4 (Zdroj: www.metatrader4.com)	52
Zobrazení "OHLC" ceny u sloupcového (vlevo) a svíčkového (vpravo) grafu (Vlastní vypracování).....	55
Čárový graf na hodinovém časovém rámci v platformě MetaTrader 4 (Vlastní vypracování)	56
Sloupcový graf na hodinovém časovém rámci v platformě MetaTrader 4 (Vlastní vypracování)	57
Svíčkový graf na hodinovém časovém rámci v platformě MetaTrader 4 (Vlastní vypracování)	57
Odlišení rostoucí (vlevo) a klesající (vpravo) svíčky u svíčkového grafu (Vlastní vypracování)	58
Ukázka indikátoru SMA s periodou 10 (červeně) a 30 (modře) (Vlastní vypracování)	61
Schéma navržené strategie (Vlastní vypracování)	63
Zjednodušený vývojový diagram navržené strategie (Vlastní vypracování)	65
Vestavěný testovací nástroj MT4 nabízí volbu pouze jednoho instrumentu (Vlastní vypracování v MT) 69	
Výsledek počátečního testu na měnovém páru EUR/USD (Vlastní vypracování v MT4)	71
Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "drawdown" (Vlastní vypracování v MT4).....	72
Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "Profit Factor" (Vlastní vypracování v MT4)	72
Výsledek testu na měnovém páru EUR/USD po optimalizaci parametrů (Vlastní vypracování v MT4)..	73
Výsledek testu na páru EUR/USD po optimalizaci s position-sizingem (Vlastní vypracování v MT4)....	74
Výsledek počátečního testu na měnovém páru EUR/GBP (Vlastní vypracování v MT4).....	75
Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "drawdown" (Vlastní vypracování v MT4).....	76
Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "Profit Factor" (Vlastní vypracování v MT4)	76
Výsledek testu na měnovém páru EUR/GBP po optimalizaci parametrů (Vlastní vypracování v MT4)..	77
Výsledek testu na páru EUR/GBP po optimalizaci s position-sizingem (Vlastní vypracování v MT4)....	78
Výsledek počátečního testu na měnovém páru GBP/USD (Vlastní vypracování v MT4).....	79
Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "drawdown" (Vlastní vypracování v MT4).....	80

Prvních 10 výsledků optimalizace dle hodnoty "Profit Factor" (Vlastní vypracování v MT4)	80
Výsledek testu na měnovém páru GBP/USD po optimalizaci parametrů (Vlastní vypracování v MT4) ..	81
Výsledek testu na páru GBP/USD po optimalizaci s position-sizingem (Vlastní vypracování v MT4)....	82
Vývoj kapitálu v čase na měnovém páru EUR/USD po optimalizaci (Vlastní vypracování v MT4)	84
Vývoj kapitálu v čase na měnovém páru EUR/GBP po optimalizaci (Vlastní vypracování v MT4)	84
Vývoj kapitálu v čase na měnovém páru GBP/USD po optimalizaci (Vlastní vypracování v MT4)	85

Seznam tabulek

Počáteční vstupní hodnoty pro měnový pár EUR/USD (Vlastní vypracování)	70
Optimalizované vstupní hodnoty pro měnový pár EUR/USD (Vlastní vypracování)	72
Počáteční vstupní hodnoty pro měnový pár EUR/GBP (Vlastní vypracování)	75
Optimalizované vstupní hodnoty pro měnový pár EUR/GBP (Vlastní vypracování).....	77
Počáteční vstupní hodnoty pro měnový pár GBP/USD (Vlastní vypracování)	79
Optimalizované vstupní hodnoty pro měnový pár GBP/USD (Vlastní vypracování).....	81
Shrnutí dosažených výsledků (Vlastní vypracování).....	83

Seznam použitých zkratek

AOS – automatický / automatizovaný obchodní systém

EA – Expert Advisor

EMA – exponenciální klouzavý průměr (z anglického Exponential Moving Average)

FA – fundamentální analýza

ICT – informační a komunikační technologie

IDE – vývojové prostředí (z anglického Integrated Development Environment)

MA – klouzavý průměr (z anglického Moving Average)

MT4 – MetaTrader 4

MT5 – MetaTrader 5

MQL4 – MetaQuotes Language 4

MQL5 – MetaQuotes Language 5

OHLC – Open, High, Low, Close ceny

PA – psychologická analýza

PF – Profit faktor

RRR – Risk Reward Ratio

SL – Stop Loss

SMA – jednoduchý klouzavý průměr (z anglického Simple Moving Average)

SMMA – vyhlazený klouzavý průměr (z anglického Smoothed Moving Average)

TA – technická analýza

TP – Take Profit

WMA – vážený klouzavý průměr (z anglického Weighted Moving Average)

Příloha 1: Zdrojový kód výsledného AOS

```
1  //+-----+
2  //| File name:   StrategieDP SingleSymbol.mq4
3  //| Language:   MQL4
4  //| Version:    1.0 (1.5.2017)
5  //| Author:     Bc. Tomas Vojtech
6  //| Contact:    tomas.vojtech@vutbr.cz
7  //|            xvojte02@vutbr.cz
8  //|
9  //| About: Breakout based Expert Advisor for for MT4 platform written in
10 //| MQL4 language. The following code was created as part of my master's
11 //| thesis called "Design and Implementation of Automatic Trading System
12 //| for Foreign Exchange Market" here at Brno University of Technology,
13 //| Faculty of Business and Management.
14 //+-----+
15
16 #property copyright "Copyright 2017, MetaQuotes Software Corp."
17 #property link      "https://www.mql5.com"
18 #property version   "1.00"
19 #property strict
20
21 //+-----+
22 //| EXTERN VARIABLES
23 //+-----+
24 extern double SL = 0.0023;           //Stop Loss
25 extern double RRR = 2;               //Risk Reward Ratio
26 double TP = SL*RRR;                 //Calculated Take Profit
27
28 extern double RANGE_MAX = 0.005;    //Maximal size of price range
29 extern int CANDLES = 4;              //Candles used for calculation
30 extern int RECALC_START = 13;       //When the trading start each day
31
32 extern bool POSITION_SIZING = False;  //Position sizing switch (on/off)
33 extern double Profit_F=0.00003;     //Position sizing parameter
34 extern double Lots=0.1;              //Position sizing parameter
35
36 //+-----+
37 //| INTERN VARIABLES
38 //+-----+
39 bool recalculation flag = False;     //Recalculation flag
40 bool FirstOrderOfDay = False;        //First trade of the day flag
41
42 double highest high = 0;             //Highest high of the price range
43 double lowest low = 0;               //Lowest low of the price range
44
45 int LONG ticket;                     //Long position ID
46 int SHORT ticket;                    //Short position ID
47 int position held;                   //Position counter
48 int vline counter=0;                 //Vertical line IDs counter
49 int SMA period=50;                   //Simple moving average period
50 int SMA shift=0;                     //Simple moving average shift
51
52
53 //+-----+
54 //| Expert initialization function
55 //+-----+
56 int OnInit(){
57     return(INIT_SUCCEEDED);
58 }
59
60 //+-----+
61 //| Expert deinitialization function
62 //+-----+
63 void OnDeinit(const int reason){
64 }
65
66
```

```

67 //+-----+
68 //| Expert tick function |
69 //+-----+
70 void OnTick(){
71
72 //Simple moving average calculation for current candle
73 double ma = iMA(NULL, //Symbol (NULL means current)
74 PERIOD H1, //MA timeframe
75 SMA period, //MA period
76 SMA shift, //MA shift
77 MODE SMA, //MA mode (Simple MA used)
78 PRICE CLOSE, //Price type used for calculation
79 0); //Visual shift in chart
80
81 //Price range and position size calculation section
82 if( (recalculation flag == False) && (Hour()==RECALC START) ){
83
84 //For visual representation in charts
85 bool LL_line =ObjectDelete("hl_LL");
86 bool HH_line = ObjectDelete("hl_HH");
87
88 //To prevent recalculation on every tick
89 recalculation_flag = True;
90 //To allow first trade
91 FirstOrderOfDay=True;
92
93 //Position size calculation based on actual equity
94 if(POSITION_SIZING==True){
95 Lots=NormalizeDouble((AccountEquity()*Profit_F),2);
96 if(Lots<0.1){
97 Lots=0.1;
98 }
99 }
100
101 //Price range calculation - lower limit
102 lowest low = Low[iLowest(Symbol(), //Symbol (current)
103 PERIOD H1, //Timeframe
104 MODE LOW, //Price type used for calculation
105 CANDLES, //Candles used for calculation
106 1)]; //Start index
107
108 //Price range calculation - upper limit
109 highest high = High[iHighest(Symbol(), //Symbol (current)
110 PERIOD H1, //Timeframe
111 MODE HIGH, //Price type used for calculation
112 CANDLES, //Candles used for calculation
113 1)]; //Start index
114
115 //For visual representation in charts
116 LL_line = ObjectCreate("hl_LL", OBJ_HLINE, 0, Time[0], lowest low);
117 HH_line = ObjectCreate("hl_HH", OBJ_HLINE, 0, Time[0], highest high);
118 ObjectCreate(IntegerToString(vline counter), OBJ_VLINE, 0, Time[0], 0);
119 vline counter++;
120 }
121
122 //Set the flag to prevent recalculations for the rest of the day
123 if((recalculation flag == True) && (Hour()==(RECALC START+1)) ){
124 recalculation flag = False;
125 }
126
127 //Calculate the exact value of the range
128 double range = highest_high-lowest_low;
129

```

```

130 //Position opening section
131 //Check if price range is smaller than maximal range defined by the user
132 if(range<RANGE MAX){
133
134 //Check if acutal time is in the trading-allowed range and no trade was yet done
135 if(((Hour())<(RECALC START+4)) &&
136 (Hour())>=(RECALC START) &&
137 (FirstOrderOfDay==True) ){
138
139 //LONG position check
140 //Check if price broke above the upper limit and if the price is above the SMA
141 if(((MarketInfo(Symbol(),MODE ASK) > highest high) &&
142 ((MarketInfo(Symbol(),MODE ASK) > ma+0.002)){
143
144 //Check if position sizing is enabled and then open a long position
145 if(POSITION SIZING==True){
146 LONG ticket = OrderSend(Symbol(), //Symbol (current)
147 OP_BUY, //Order operation (buy)
148 Lots, //Ammount to buy (calculated)
149 Ask, //Price type used
150 3, //Maximal slippage allowed
151 Ask-(SL), //Set stop loss at this price
152 Ask+(TP), //Set take profit at this price
153 "My order", //Order name
154 156102, //Magic number ID
155 0, //Expiration (0 means unlimited)
156 clrGreen); //Color in charts
157 }
158 //If position sizing disabled, order one lot
159 else{
160 LONG ticket = OrderSend(Symbol(), //Symbol (current)
161 OP_BUY, //Order operation (buy)
162 1, //Ammount to buy (one lot)
163 Ask, //Price type used
164 3, //Maximal slippage allowed
165 Ask-(SL), //Set stop loss at this price
166 Ask+(TP), //Set take profit at this price
167 "My order", //Order name
168 156102, //Magic number ID
169 0, //Expiration (0 means unlimited)
170 clrGreen); //Color in charts
171 }
172
173 //Prevent trading for the rest of the day
174 FirstOrderOfDay=False;
175 }
176
177 //SHORT position check
178 //Check if price broke above the upper limit and if the price is above the SMA
179 else if(((MarketInfo(Symbol(),MODE BID)) < lowest low) &&
180 ((MarketInfo(Symbol(),MODE_BID)) < ma-0.002)){
181
182 //Check if position sizing is enabled and then open a short position
183 if(POSITION SIZING==True){
184 SHORT ticket = OrderSend(Symbol(), //Symbol (current)
185 OP_SELL, //Order operation (sell)
186 Lots, //Ammount to sell (calculated)
187 Bid, //Price type used
188 3, //Maximal slippage allowed
189 Bid+(SL), //Set stop loss at this price
190 Bid-(TP), //Set take profit at this price
191 "My order", //Order name
192 156102, //Magic number ID
193 0, //Expiration (0 means unlimited)
194 clrGreen); //Color in charts
195 }
196 else{
197 SHORT ticket = OrderSend(Symbol(), //Symbol (current)
198 OP_SELL, //Order operation (sell)
199 1, //Ammount to sell (one lot)
200 Bid, //Price type used
201 3, //Maximal slippage allowed
202 Bid+(SL), //Set stop loss at this price
203 Bid-(TP), //Set take profit at this price
204 "My order", //Order name
205 156102, //Magic number ID
206 0, //Expiration (0 means unlimited)
207 clrGreen); //Color in charts
208 }
209
210 //Prevent trading for the rest of the day
211 FirstOrderOfDay=False;
212 }
213 }
214 }
215 }

```