

**Vysoká škola ekonomická v Praze**

**Fakulta financí a účetnictví**

# **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2016**

**Marek Koucký**

# **VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE**

**Fakulta financí a účetnictví**

katedra: Bankovníctví a pojišťovnictví

studijní obor: Bankovníctví a pojišťovnictví

## **Využití parabolic SAR v technické analýze spotového kursu pro podporu intradenního obchodování**

Autor bakalářské práce: Marek Koucký

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Žilák, Ph.D.

Rok obhajoby: 2016

### **Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Využití parabolic SAR v technické analýze spotového kursu pro podporu intradenního obchodování vypracoval samostatně a veškerou použitou literaturu a další prameny jsem řádně označil a uvedl v příloženém seznamu.

V ..... dne .....

.....

Podpis

**Poděkování:**

Chtěl bych tímto poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Pavlu Žilákovi, Ph.D. za vstřícný přístup i čas, který mi věnoval a především za cenné připomínky k této bakalářské práci.

## Abstrakt

Hlavním cílem této bakalářské práce je ověřit možnost využití indikátoru parabolic SAR v technické analýze spotového kursu pro podporu intradenního obchodování. Celá práce je rozdělena do pěti kapitol. První kapitola je věnována teorii technické analýzy a její kritice. Druhá kapitola je zaměřena na charakteristiku a konstrukci indikátoru parabolic SAR. Třetí kapitola této práce popisuje fungování obchodní platformy MetaTrader 5 a aplikace MQL5 Wizard. Ve čtvrté kapitole jsou blíže specifikovány a testovány jednotlivé obchodní strategie. Poslední pátá kapitola se zabývá důkladnějším testováním a optimalizací nejlépe hodnocených strategií z předchozí kapitoly. Současně vyhodnocuje optimalizované parametry indikátoru parabolic SAR a porovnává indikátory parabolic SAR a MA při použití v rámci automatického obchodního systému jako indikátorů pro výstup z pozice.

**Klíčová slova:** parabolic SAR, technická analýza, automatický obchodní systém, MetaTrader 5, MQL5 Wizard

## Abstract

The aim of this bachelor's thesis is to verify the possibility of usage of the indicator parabolic SAR in technical analysis of spot rates for intraday trading support. The first part of this work is dedicated to theory of technical analysis and its criticism based on hypothesis of the efficient market and random walk. The second part is devoted to characteristics and construction of the indicator parabolic SAR. The third part describes the functions of the platform MetaTrader 5 and application MQL5 Wizard. In the fourth part there are specified and tested trading strategies based on the indicator parabolic SAR. The last part of this work continues to testing the strategies of previous part in more detailed optimisation. Further it analyses the results of optimisation process of parameters of indicator parabolic SAR and compares the trailing stop signals of indicator parabolic SAR and Moving Average.

**Key words:** parabolic SAR, technical analysis, automated trading system, MetaTrader 5, MQL5 Wizard

# Obsah

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Úvod.....                                                   | 7  |
| 1 Technická analýza.....                                    | 9  |
| 1.1 Teoretická východiska technické analýzy.....            | 9  |
| 1.1.1 Historie technické analýzy.....                       | 9  |
| 1.1.2 Kritika technické analýzy .....                       | 10 |
| 1.1.3 Vztah technické a fundamentální analýzy .....         | 11 |
| 1.1.4 Specifika technické analýzy spotového kursu .....     | 11 |
| 1.2 Grafická analýza.....                                   | 12 |
| 1.2.1 Analýza vzestupných a sestupných trendů .....         | 12 |
| 1.2.2 Analýza grafických formací.....                       | 13 |
| 1.3 Indikátory technické analýzy .....                      | 14 |
| 1.3.1 Trendové indikátory.....                              | 14 |
| 1.3.2 Cenové indikátory.....                                | 14 |
| 1.3.3 Objemové indikátory .....                             | 14 |
| 1.3.4 Sentiment indikátory.....                             | 15 |
| 1.3.5 Indikátory šíře trhu.....                             | 15 |
| 2 Indikátor parabolic SAR .....                             | 16 |
| 2.1 J. Welles Wilder .....                                  | 16 |
| 2.2 Konstrukce a interpretace indikátoru parabolic SAR..... | 16 |
| 2.3 Možnosti využití indikátoru parabolic SAR v praxi ..... | 17 |
| 2.4 Kritika indikátoru parabolic SAR .....                  | 18 |
| 2.5 Grafická analýza indikátoru parabolic SAR .....         | 20 |

|       |                                                              |    |
|-------|--------------------------------------------------------------|----|
| 3     | Obchodní platforma MetaTrader 5 .....                        | 21 |
| 3.1   | Výchozí podmínky obchodování na forexu .....                 | 21 |
| 3.2   | Automatické obchodní systémy .....                           | 21 |
| 3.2.1 | MQL5 Wizard.....                                             | 22 |
| 3.2.2 | Mechanismus tvorby obchodních příkazů .....                  | 22 |
| 3.3   | Backtesting a optimalizace.....                              | 24 |
| 3.3.1 | Náležitosti backtestingu a optimalizace.....                 | 24 |
| 3.3.2 | Tester strategií v MetaTrader 5.....                         | 25 |
| 4     | Obchodní strategie založené na parabolic SAR.....            | 26 |
| 4.1   | Strategie I – SAR-SAR .....                                  | 27 |
| 4.2   | Strategie II – SAR MACD-SAR .....                            | 27 |
| 4.3   | Strategie III – SAR RSI-SAR .....                            | 28 |
| 4.4   | Strategie IV – SAR Stochastik-SAR.....                       | 30 |
| 4.5   | Vyhodnocení testovaných strategií .....                      | 31 |
| 5     | Backtesting a optimalizace obchodní strategie.....           | 33 |
| 5.1   | Výchozí podmínky backtestingu a optimalizace.....            | 33 |
| 5.2   | Vyhodnocení výsledků forward optimalizace.....               | 34 |
| 5.3   | Použitelnost vytvořených obchodních systémů v praxi .....    | 35 |
| 5.4   | Vyhodnocení backtestingu a optimalizace.....                 | 38 |
| 5.5   | Porovnání výsledků optimalizace parametrů parabolic SAR..... | 39 |
|       | Závěr .....                                                  | 40 |
|       | Seznam použité literatury a pramenů.....                     | 43 |
|       | Seznam tabulek a grafů.....                                  | 44 |
|       | Seznam příloh .....                                          | 45 |

# Úvod

S rozvojem výpočetní techniky se obchodování na forexu ještě více rozšířilo. Obchodní účet si dnes může otevřít téměř kdokoli a s minimálním vkladem se tak účastnit obchodování na trhu, který svým obratem několikanásobně převyšuje obrat celosvětového obchodu se zbožím a službami. Ačkoli největší podíl na objemu obchodů na forexu mají stále banky a jiné finanční instituce, objemy obchodů provedených drobnou klientelou stále rostou [1]. K predikci kursu využívají obchodníci nejrůznější empiricky a teoreticky ověřené metody. Mezi nejstarší a nejpoužívanější z nich patří metody technické analýzy. Ty se v poslední době staly velmi populární a to zejména v důsledku jejich začlenění do obchodních platforem. Technická analýza se tak v podobě nejrůznějších indikátorů a grafických nástrojů stala dostupnou i pro neprofesionální obchodníky. Ti pomocí indikátorů vytváří obchodní signály a automatické obchodní systémy. Jedním z indikátorů technické analýzy je i parabolic SAR, jehož konstrukcí, zobrazením v grafu, interpretací poskytovaných signálů a možnostmi využití v rámci obchodní strategie se budu v práci zabývat.

Tématem této bakalářské práce je využití indikátoru parabolic stop and reverse (SAR) v technické analýze spotového kursu pro podporu intradenního obchodování. Cílem práce je sestavení, testování a optimalizace obchodní strategie založené na indikátoru parabolic SAR v kombinaci s dalšími indikátory technické analýzy.

Práce je koncipována spíše na možnost využití indikátoru parabolic SAR v rámci automatického obchodního systému neprofesionálními obchodníky. V průběhu práce je popsán postup pro snadné vytvoření vlastního automatického obchodního systému pomocí aplikace MQL5 Wizard. Je vysvětlen princip tvorby obchodních signálů a další možnosti nastavení obchodního systému, které tato aplikace nabízí.

Celá práce je rozdělena do pěti kapitol. První kapitola zahrnuje teorii technické analýzy a její kritiku v souvislosti s hypotézou efektivních trhů a náhodné procházky. Taktéž zde rozebírám vztah technické a fundamentální analýzy spotového kursu.

Ve druhé kapitole blíže analyzuji výpočet a charakteristiky indikátoru parabolic SAR, tak jak je ve své knize uvádí autor indikátoru J. W. Wilder. Důraz kladu zejména na konstrukci indikátoru a vliv akceleračního faktoru na výsledné hodnoty indikátoru.

Třetí kapitola této práce je věnována obchodní platformě MetaTrader 5. Ukazuji zde možnosti, které tato platforma nabízí a objasňuji fungování aplikace MQL5 Wizard, nástroje pro vytváření automatických obchodních systémů bez nutnosti znalostí programovacího jazyka MQL5.

Ve čtvrté kapitole testuji a vyhodnocuji jednotlivé obchodní strategie založené na indikátoru parabolic SAR v kombinaci s dalšími indikátory technické analýzy. Testování provádím s doporučeným nastavením parametrů dle platformy MetaTrader 5 s optimalizací parametrů take-profit a stop-loss na měnovém páru EURUSD.

V poslední páté kapitole se zabývám testováním a optimalizací nejlépe hodnocených strategií z předchozí kapitoly. Optimalizovány jsou další vybrané parametry indikátorů a nastavení obchodního systému. Z důvodu možnosti srovnání indikátorů parabolic SAR a MA jako indikátorů pro výstup z pozice zařadím do testování i obchodní systém se signály pro výstup z pozice založenými na indikátoru MA. Za účelem ověření použitelnosti systémů v praxi otestuji robustnost nejlépe hodnocených výsledků optimalizace na dalších měnových párech. Na závěr porovnám výsledky optimalizace parametrů pro parabolic SAR s jejich doporučeným nastavením.

# 1 Technická analýza

## 1.1 Teoretická východiska technické analýzy

Technická analýza, jako nástroj pro predikci budoucích spotových kursů na základě minulého vývoje, je ve své podstatě založena na vědeckých teoriích a na řadě empiricky prokázaných poznatků. Z kombinace těchto dvou zdrojů technické analýzy následně vychází nespočet v praxi využívaných analytických metod.

### 1.1.1 Historie technické analýzy

Technická analýza je považována za jednu z nejstarších metod prognózy budoucího vývoje kursu. Své uplatnění našla již v 18. století, kdy si asijské obchodníky s rýží a stříbrem zaznamenávali minulé hodnoty kursů v pravidelných intervalech a následně se snažili určit budoucí vývoj kursu. Tento postup údajně vedl k vytvoření prvních svíčkových grafů [1, s. 22].

Až do 20. století byla většina analytických metod zkonstruována na základě empiricky získaných zkušeností. Historicky první ucelenou teorii představuje Dowova teorie. Charles Henry Dow byl profesí novinář a publikoval své poznatky mezi roky 1900 až 1902 v článcích The Wall Street Journal. Jeho teorie vychází z předpokladu, že budoucí vývoj kursů většiny akcií má tendenci pohybovat se stejným směrem, jakým se vyvíjí celý akciový trh. Za účelem sledování vývoje a změn akciového trhu vytvořil Charles Dow první dva akciové indexy. Zároveň definoval dvě možná dělení trendů a to z hlediska délky jejich trvání (primární, sekundární a terciální) a směru vývoje, který udávají (rostoucí, klesající a postranní).

Na práci Charlese Dowa částečně navázal i Ralph Nelson Elliott, když aplikoval svou teorii vln na vývoj burzovních indexů Charlese Dowa a svými závěry v podstatě jeho teorii potvrdil. Teorie Elliottových vln je založena na existenci určitých period přírodních jevů, přičemž tyto periody by podle této teorie mělo být možné pozorovat i v ekonomice. Periody jsou tvořeny vlnami s hierarchickou strukturou a za předpokladu opakujících se vlnových formací umožňují predikovat vývoj kursu. Současně se v teorii pracuje s Fibonacciho posloupností a jejími modifikacemi (oblouky, vějíře, apod.), jež pomáhají určit linii odporu a podpory.

Ačkoli byly obě teorie v mnoha ohledech překonány, stále udávají základní rámec teorie technické analýzy a jejich poznatky jsou součástí analytických metod moderní technické analýzy. Vedle výše zmíněných existují i další teorie založené na zcela odlišných přístupech, jako je např. teorie fuzzy-logiky, teorie neuronových sítí, teorie geometrických algoritmů a jiné [2, s. 310].

### **1.1.2 Kritika technické analýzy**

Mimo příznivců má technická analýza i řadu kritiků a odpůrců. Někteří kritici například uvádějí, že rozhodnutí technických analytiků jsou ovlivněna jejich subjektivním názorem. Ten se projeví zejména tehdy, kdy je na finančním trhu nejednoznačná situace a závěry technické analýzy nelze přesně interpretovat. Současně je nutné poskytnout investiční doporučení. Výsledné doporučení technického analytika pak může být chybné v důsledku selhání lidského faktoru [1, s. 15].

Další možnost selhání technické analýzy vychází z konstrukce jednotlivých indikátorů. Predikce může být zpožděná nebo poskytovat nejednoznačně interpretovatelné signály. Faktem je také to, že většina indikátorů není očištěna od falešných signálů, ty mohou být příčinou vstupu do ztrátových pozic.

V praxi je východiskem pro většinu metod technické analýzy testování a optimalizace na historických datech. Popřípadě sledování ziskovosti těchto metod při použití za minulá období. To je důvodem další kritiky technické analýzy, neboť ani opakovaně úspěšná metoda nemusí přinést zisk v budoucnu.

Technická analýza vychází z předpokladu, že hodnota kursu je ovlivněna jeho vývojem za minulá období. Tomuto předpokladu odporuje hypotéza efektivních trhů. Ta tvrdí, že kursy konají náhodnou procházku. Neboli vývoj kursu je zcela nezávislý na jeho minulém vývoji. Teorie efektivních trhů stanovuje tři možné formy efektivnosti trhu (slabou, střední a silnou) a to na základě typu informací zahrnutých do kursů (zpožděné veřejné, veřejné, neveřejné informace). Z těchto tří forem připouští možnost využití technické analýzy jen slabá forma a to pouze částečně, neboť spotové kursy v sobě odrážejí informace, které lze získat právě pomocí technické analýzy. Absorpci informací trhem předpokládá i technická analýza, avšak s větším zpožděním a rozdílně pro jednotlivé účastníky trhu.

Dle mého názoru je slabina hypotézy efektivních trhů v tom, že předpokládá neustálou korekci kursu profesionálními racionálně uvažujícími investory. Avšak vzhledem k dnešní rychlosti šíření informací a jejich proměnlivosti lze předpokládat, že ani profesionální investoři nereagují na veškeré informace stejně rychle (okamžitě) a už to může být prostor pro použití technické analýzy v krátkém období. Přičemž se domnívám, že v některých případech masové medializace investičních doporučení (např. zlato v období krize) není v důsledků opožděné reakce laických investorů hypotéza efektivních trhů platná ani ve střednědobém až dlouhém období.

Jisté odlišnosti můžeme vidět v pohledu na kritiku technické analýzy ze strany akademiků a praktiků. Zatímco většina praktiků hodnotí metody technické analýzy jako pozitivní, akademici mají pohled opačný. Tento odpor akademické komunity vůči technické analýze se snaží vysvětlit Kirkpatrick a Dahlquistová [3, s. 32], podle kterých je značná část akademiků ovlivněna hypotézou náhodné procházky a efektivních trhů, jejichž platnost by téměř znemožňovala využití technické analýzy [1, s. 17].

### **1.1.3 Vztah technické a fundamentální analýzy**

Cílem technické i fundamentální analýzy je predikovat kurs. Liší se ale postupem, jakým se predikce kursu snaží dosáhnout. Zatímco technická analýza vychází z minulého vývoje kursu, fundamentální analýza zkoumá vliv makroekonomických veličin (inflace, výše úrokových sazeb, salda platební bilance a dalších) na pohyb kursu. Rozdílná jsou i období, na která se analýzy orientují. Prognózy fundamentální analýzy mají spíše střednědobý a dlouhodobý charakter. Jejich použitelnost je tedy do jisté míry omezena tím, že nedokáží poskytnout spolehlivé investiční doporučení pro přímého účastníka trhu. Ten se tak ocitá v určitém pásmu nejistoty. Východiskem mu může být právě technická analýza. Ta se naopak soustředí na predikci v krátkém období [4, s. 136]. Dle mého názoru se tedy vztah technické a fundamentální analýzy, vzhledem k délce období predikce, nedá považovat za konkurenční a obě metody by se měly spíše doplňovat.

### **1.1.4 Specifika technické analýzy spotového kursu**

Technická analýza spotového kursu s sebou nese jistá omezení. Měnový trh, všeobecně označovaný jako forex, lze charakterizovat jako globální mezinárodní decentralizovaný

OTC-trh. Především v důsledku jeho decentralizace je prakticky nemožné získat relevantní data o objemech obchodů, což téměř znemožňuje použití objemových indikátorů a jiných nástrojů technické analýzy založených na objemu provedených obchodů.

## **1.2 Grafická analýza**

Grafická analýza neboli charting představuje postupy a činnosti používané pro predikci vývoje kursu pomocí grafického zobrazení časových řad kursů a objemu obchodů. Predikce je prováděna na základě identifikace grafických formací a analýzy aktuálního vývoje vzestupných a sestupných trendů. Mezi základní grafy technické analýzy patří liniový a sloupkový graf. Dále se objevují grafy svíčkové, point & figure, candle volume, kagi, renko a další [2, s. 311].

Na trhu dochází neustále ke střídání dvou základních trendů. Pro vzestupný (býčí) trend je typické, že maxima i minima (vrcholy a dna) kursu postupně rostou. Pro sestupný (medvědí) trend naopak klesají. V technické analýze se můžeme setkat ještě i s třetím typem trendu, postranním. Ten se vyznačuje horizontálním vývojem, kdy kurs osciluje kolem vodorovné linie. S budoucím vývojem kursu a stávajícím trendem úzce souvisí vývoj objemu obchodů. Pokud objemy obchodů klesají, lze v blízké budoucnosti očekávat změnu trendu. V případě růstu objemu obchodů můžeme předpokládat, že trend zůstane stejný.

Na minulých datech je teoretické vymezení trendu celkem snadné – vrcholy i dna jsou dobře rozpoznatelné. Pro průměrného účastníka trhu je ale určení trendu komplikovanější. Trendy mají různou dobu trvání a hlavní trend je často doprovázen protipohyby s různou velikostí. K určení změn trendu lze dle grafické analýzy použít například analýzu vzestupných a sestupných trendů nebo analýzu grafických formací.

### **1.2.1 Analýza vzestupných a sestupných trendů**

Analýza vzestupných a sestupných trendů je založena na identifikaci nejrozličnějších přímk charakterizujících aktuální trend. Například hladina podpory (support) představuje cenu, kterou v určitém okamžiku považuje většina účastníků trhu za minimální a odmítá daný instrument prodávat levněji. Zároveň je poptávka dostatečně silná na to, aby pokles kursu zastavila. Naopak hladina odporu (resistance) stanovuje maximální cenu, kterou je většina investorů schopna při nákupu akceptovat a současně nabídka je dostatečně velká, aby

zastavila další růst kursu. Hladina odporu i podpory má pouze dočasný charakter a při proražení hladiny je potřeba její výši upravit.

Dalším nástrojem pro identifikaci trendu je trendová linie. Tu lze sestrojit jako spojnicí dvou a více lokálních minim (pro býčí trend) nebo maxim (pro medvědí trend). Přičemž pro býčí trend se v podstatě jedná o linii podpory a pro medvědí trend o linii odporu. Její proražení je pak signálem možné změny trendu. V některých případech lze trendovou linii doplnit ještě o linii návratu, jejíž význam je vůči trendové linii opačný. Tím vznikne trendový kanál, který vymezuje dosavadní i předpokládaný koridor oscilace kursu. Vybočení z koridoru je opět signálem možné změny trendu.

### **1.2.2 Analýza grafických formací**

Analýza grafických formací je založena na identifikaci jednotlivých cenových rámců a stanovení jejich vlivu na budoucí vývoj kursu. V rámci grafické analýzy lze rozlišit tři základní typy formací: reverzní formace, konsolidační formace a mezery.

Reverzní formace, označované též jako zvrátové, se používají při rozpoznání změny stávajícího trendu na trend opačný. Existuje mnoho druhů reverzních formací. Mezi nejznámější patří formace vrchol a dno, v-formace, dvojitý vrchol a dvojité dno, hlava a ramena, diamant a reverzní obdélník.

Identifikace konsolidačních formací naopak slouží k potvrzení stávajícího trendu. Tyto formace se obvykle vyskytují při prudkém cenovém vývoji, v jehož důsledku vznikne dočasně postranní trend. Po skončení postranního trendu se ale opět vrátí trend původní. Nejvýznamnější konsolidační formace jsou vlajka, praporek, konsolidační hlava a ramena, trojúhelníkové formace a pokračující obdélník.

Mezery lze v grafu pozorovat jako tzv. prázdná místa. Ty vznikají ve chvíli, kdy po určitou dobu neproběhne žádný obchod, nebo pokud se instrument začne obchodovat nad maximum nebo pod minimum předchozího období. Mezery mohou mít charakter reverzní i konsolidační formace. K mezerám s největším vlivem na budoucí vývoj kursu patří běžná mezera, prolamující mezera, pádící mezera, mezera z vyčerpání a ostrov zvratu.

### **1.3 Indikátory technické analýzy**

Technické indikátory představují skupinu ukazatelů využívaných k predikci změn trendů a identifikaci cenových rámců. Ve své podstatě se jedná o matematické funkce analyzující minulá data vývoje kursů a objemu obchodů, popřípadě jiných veličin souvisejících s kursem. K interpretaci jsou indikátory vykreslovány do grafů. Často přímo do grafu kursu nebo do samostatného grafu. Jednotlivé indikátory se liší konstrukcí, vypovídací schopností a využitelností. Na základě těchto charakteristik lze indikátory rozdělit do pěti skupin: trendové indikátory, cenové indikátory, objemové indikátory, sentiment indikátory a indikátory širě trhu [1, s. 103].

#### **1.3.1 Trendové indikátory**

Trendové indikátory jsou jednou z nejznámějších skupin technických indikátorů zahrnujících především indikátory založené na klouzavých průměrech a jejich modifikacích. Právě z konstrukce těchto indikátorů vychází jejich charakteristické následování trendu v podobě vyhlazeného kopírování. Ačkoli tyto indikátory reagují pomaleji na změny trendu, přináší celkem spolehlivé signály. Mimo klouzavých průměrů (MA) zahrnuje tato skupina například indikátory MACD, Bollingerovy pásy, Parabolic SAR, TRIX a Vertical Horizontal Filter.

#### **1.3.2 Cenové indikátory**

Skupina cenových indikátorů je primárně zaměřena na sledování údajů o kursech instrumentů. Zachycením intenzity kolísání kursu se snaží stanovit možné zesílení či zeslabení trendu. Mnohdy mají tyto indikátory podobu oscilátorů, pro které je typické, že jejich hodnoty oscilují kolem určité úrovně nebo ve stanoveném pásmu. Nákupním či prodejním signálem pak může být buď vstup indikátoru do oblasti přeprodaného nebo překoupeného trhu, popřípadě identifikace cenových rámců. Velkou výhodou oscilátorů je i možnost jejich využití na trzích s postranním trendem, kde ostatní indikátory často selhávají. Do skupiny cenových indikátorů řadíme například Momentum, Index relativní síly (RSI), Stochastik a Average Movement Directional Index (ADX).

#### **1.3.3 Objemové indikátory**

Jak už název napovídá, objemové indikátory pracují s objemem obchodů a to buď samostatně, nebo v kombinaci s kursem. Základní myšlenka použití objemových indikátorů

vychází z Dowovy teorie, podle které objemy obchodů potvrzují trend. Tedy při růstu objemu obchodů se předpokládá pokračování stávajícího trendu a při poklesu objemu obchodů změna trendu. Využitelnost těchto indikátorů při obchodování spotového kursu není příliš vysoká, neboť je prakticky nemožné získat relevantní data o objemech obchodů. Mezi objemové indikátory patří například Money Flow Index nebo On Balance Volume.

### **1.3.4 Sentiment indikátory**

Úkolem sentiment indikátorů je zachytit a vyhodnotit psychologické aspekty účastníků trhu. Jednotlivé indikátory lze rozdělit do dvou podskupin na cyklické a anticyklické sentiment indikátory. Zatímco cyklické sentiment indikátory analyzují chování profesionálních investorů, anticyklické sledují chování široké investorské veřejnosti. Předpokládá se, že profesionální investoři dokáží reagovat lépe a rychleji na nové informace. Investor by tedy měl jednat v souladu s vývojem cyklických sentiment indikátorů a opačně vůči anticyklickým sentiment indikátorům. Velkou nevýhodou těchto indikátorů je špatná dostupnost až nedostupnost potřebných vstupních dat. Pro analýzu spotového kursu lze použít například indikátor Speculative Sentiment Index [II]. Jedná se o anticyklický indikátor, který nabízí společnost FXCM Inc. Vstupní data indikátoru tak tvoří aktivní obchodníci tohoto brokera. Ačkoli tato společnost patří k největším svého oboru v USA i na celém světě, její data tvoří pouze malou část celosvětového objemu obchodů na Forexu a vypovídací schopnost indikátoru tak nemusí odpovídat skutečnosti.

### **1.3.5 Indikátory šíře trhu**

Indikátory šíře trhu se zaměřují na sledování trhu jako celku, přičemž nejvíce se uplatňují při analýze akciových trhů. Vstupní data tvoří údaje o jednotlivých titulech. Sledují se počty rostoucích a klesajících akcií, kdy převaha rostoucích akcií je předpokladem býčího trendu a převaha klesajících akcií medvědího trendu. Pokles počtu rostoucích akcií během býčího trendu nebo pokles počtu klesajících akcií během medvědího trendu upozorňuje na možnou změnu trendu. Predikce vycházející z indikátorů šíře trhu téměř nelze použít pro určení vývoje konkrétního cenného papíru. Indikátorem šíře trhu je například A/D Line a linie stoupání a klesání [III].

## 2 Indikátor parabolic SAR

### 2.1 J. Welles Wilder

Welles Wilder, původní profesí strojní inženýr, je celosvětově uznávaným technickým analytikem. Jeho inovativní nápady jsou dnes součástí většiny obchodních platforem poskytovaných brokery. V roce 1978 vydal svou nejznámější publikaci *New Concepts in Technical Trading Systems*, kde představil indikátory jako ADX (Average Movement Directional Index), ATR (Average True Range), RSI (Relative Strength Index) a parabolic SAR [IV].

### 2.2 Konstrukce a interpretace indikátoru parabolic SAR

The Parabolic Time/ Price System, obecně nazývaný jako parabolic stop and reverse (SAR), je pojmenován podle obrazců ve tvaru parabol, které vytváří při zobrazení v grafu. Jedná se o typický trendový indikátor, tedy indikátor následující trend. Oproti jiným trendovým indikátorům zahrnuje parabolic SAR akcelerační faktor, v jehož důsledku mají hodnoty indikátoru tendenci růst v čase rychleji. Výsledné hodnoty tak nejsou jen funkcí ceny, ale i času [5, s. 9].

Praktickým pozorováním bylo zjištěno, že většina trendů určitým způsobem kopíruje parabolu. Nejprve je tempo trendu pomalejší a následně zrychluje až do svého vyčerpání. Právě tento pohyb je v konstrukci indikátoru parabolic SAR zohledněn. Ve chvíli kdy trend přestane akcelarovat, přestane kopírovat parabolu, dostihne křivka indikátoru hodnotu kursu a tím vyšle signál pro uzavření pozice [1, s. 127].

Indikátor se v grafu zobrazuje specifickým způsobem. Hodnoty indikátoru za jednotlivé kroky jsou znázorněny jako body. Ty jsou během býčího trendu zobrazeny pod hodnotou kursu a během medvědího trendu nad hodnotou kursu. Přičemž platí, že křivka indikátoru se v rámci trendu nikdy nevrací, pro býčí trend tedy stále roste a pro medvědí trend klesá. Ke změně trendu dochází, když křivka indikátoru dostihne hodnotu kursu. Akcelerační faktor se následně vrátí na počáteční hodnotu a poloha křivky indikátoru se vůči kursu převrátí. Sílu trendu lze určit dle rozložení bodů v rámci křivky. Čím řidčeji jsou body rozmístěny, tím je vývoj trendu dynamičtější.

Jednotlivé hodnoty indikátoru Parabolic SAR lze vypočítat pomocí následujícího vzorce:

$$SAR_0 = SAR_{-1} + AF_{(SI,MR)} \cdot (EP_{-1} - SAR_{-1}) \quad (1)$$

kde  $SAR_0$  je hodnota indikátoru pro současný krok,

$SAR_{-1}$  je hodnota indikátoru pro předchozí krok. Pokud v současném kroku došlo ke změně trendu (křivka indikátoru dostihla hodnotu kursu), zvolíme pro nastalý býčí trend  $SAR_{-1}$  jako minimální hodnotu kursu dosaženou během předchozího trendu se zahrnutím současného kroku a pro medvědí trend jako maximální hodnotu kursu dosaženou během předchozího trendu se zahrnutím současného kroku. Při výpočtu úplně první hodnoty  $SAR_0$  stanovíme hodnotu  $SAR_{-1}$  pro nadcházející býčí trend jako lokální minimum kursu a pro nadcházející medvědí trend jako lokální maximum kursu.  $SAR_{-1}$  bude hodnota SAR pro krok následující po daném extrému.

$AF_{(SI,MR)}$  je akcelerační faktor, jehož hodnota začíná na hodnotě  $SI$  (Speed Increment) a dosahuje maximálně výše hodnoty  $MR$  (Maximum Rate), přičemž před dovršením  $MR$  roste  $AF_{(SI,MR)}$  s každým dalším novým  $EP$  v rámci trendu o hodnotu  $SI$ . Doporučená hodnota pro  $SI$  je 0,02 a pro  $MR$  0,2.

$EP_{-1}$  je extrémní bod (Extreme Price Point). Jeho hodnota odpovídá maximálnímu kursu zaznamenanému během současného býčího trendu do předchozího období včetně nebo minimálnímu kursu zaznamenanému během současného medvědího trendu do předchozího období včetně.

## 2.3 Možnosti využití indikátoru parabolic SAR v praxi

Praktické využití parabolic SAR je velice snadné, možná i kvůli tomu je tento indikátor tak rozšířený. Signálem pro vstup do pozice je změna polohy křivky indikátoru vůči křivce kursu instrumentu. Do dlouhé pozice vstupujeme, když křivka indikátoru klesne pod hodnotu kursu a do krátké pozice pokud stoupne nad tuto hodnotu. Pokud chceme použít indikátor

parabolic SAR jako indikátor pro výstup z pozice, pak je vstupní signál současně i signálem pro uzavření předchozí pozice opačného trendu. Pokud by se tedy investor řídil veškerými poskytovanými signály, byl by neustále buď v dlouhé nebo krátké pozici. Některé obchodní systémy přiřazují určitou váhu i signálům založeným čistě na současné pozici křivky indikátoru. Poloha křivky indikátoru nad hodnotou kursu pak neustále signalizuje pravděpodobný pokles kursu a poloha pod hodnotou kursu jeho růst.

V automatických obchodních systémech se s indikátorem parabolic SAR nejčastěji setkáme jako s indikátorem ve funkci trailing stop, tedy jako s indikátorem pro výstup z pozice. Lze jej ovšem použít i jako indikátor pro vstup do pozice. Pro potvrzení správnosti signálů parabolic SAR můžeme využít signálů ostatních indikátorů. Nejčastěji volíme pro kombinaci s parabolic SAR indikátory ze skupiny oscilátorů zahrnující například indikátory ADX, RSI nebo Stochastik. Velmi populární je i kombinace parabolic SAR s MACD, jež ve své konstrukci slučuje prvky trendového indikátoru i oscilátoru.

## 2.4 Kritika indikátoru parabolic SAR

Hlavní nevýhody indikátoru vychází z jeho konstrukce. Úspěšnost signálů parabolic SAR je závislá na síle trendu, která musí být dost velká na to, aby indikátor neposkytoval příliš falešných signálů. K selhání indikátoru dochází například při konsolidačních formacích, kdy v průběhu formace nastává postranní trend. Křivka indikátoru pak neustále osciluje okolo hodnoty kursu a vytváří tak mnoho falešných signálů, viz graf 1. Východiskem může být kombinace parabolic SAR s některým z oscilátorů, jež dokáží rozpoznat sílu trendu.

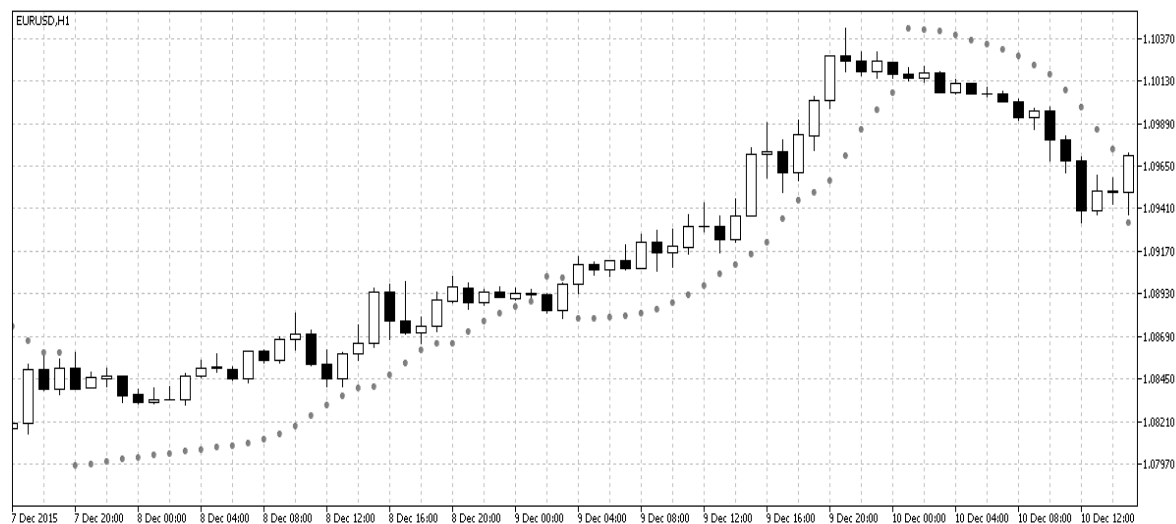
*Graf 1: Parabolic SAR - postranní trend, EURUSD*



Zdroj: zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari

I za ideálních podmínek, tedy při dostatečné síle trendu, se můžeme setkat s negativními projevy akceleračního faktoru. Ty lze pozorovat zejména při trendech s delším trváním, viz graf 2. Ve chvíli kdy akcelerační faktor dosáhne maximální výše *MR*, má indikátor tendenci uzavřít pozici i při mírném pohybu mimo trend a tím může investora připravit o potenciální zisk.

Graf 2: Parabolic SAR - trend s delším trváním, EURUSD

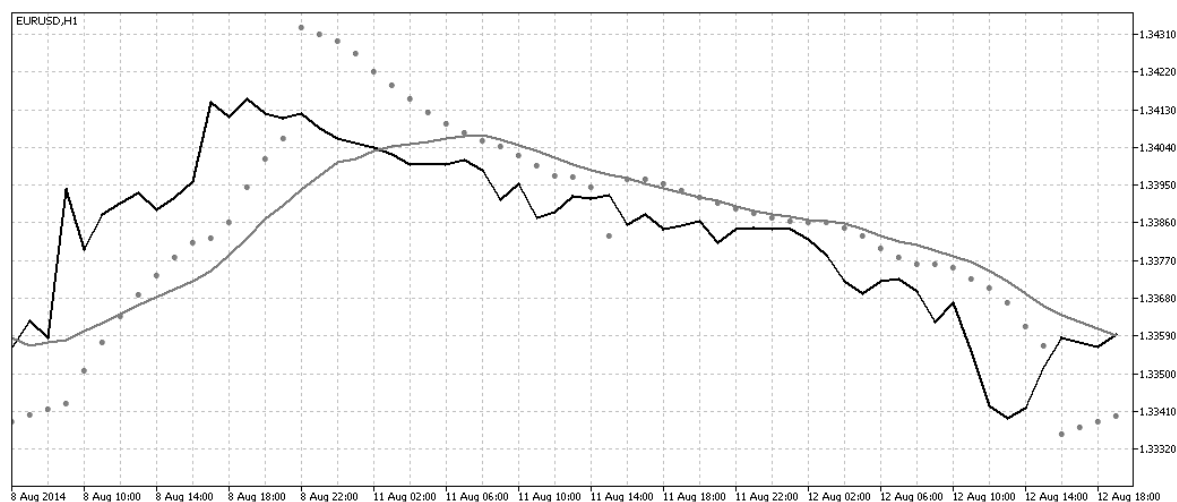


Zdroj: zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari

Stejně jako ostatní trendové indikátory poskytuje parabolic SAR zpožděné signály. Investor tak může vstoupit do pozice pozdě nebo z ní naopak pozdě vystoupit. Tento problém lze částečně řešit optimalizací parametrů. Tím získáme pro daný instrument nejvhodnější načasování vstupů a výstupů z pozice. Otázkou je, zda hodnoty získané optimalizací budou úspěšné i následně při praktickém využití na jiných datech.

## 2.5 Grafická analýza indikátoru parabolic SAR

Graf 3: Grafická analýza indikátorů parabolic SAR a MA, EURUSD



Zdroj: zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari

Dle grafické analýzy indikátorů parabolic SAR a MA lze akcelerační faktor pozitivně hodnotit zejména při aplikaci na silných trendech kratšího až střednědobého trvání, kdy umožní indikátoru parabolic SAR opustit pozici při změně trendu dříve a tím dosáhne vyššího zisku, viz býčí trend v grafu 3. Naopak negativně se akcelerační faktor chová při delším trendu, kdy při mírném pohybu mimo trend uzavře pozici a tím připraví obchodníka o potenciální zisk, viz medvědí trend v grafu 3. Současně je nutné zmínit, že rozdílným nastavením parametrů by pravděpodobně mohlo být dosaženo jiného výsledku - graf 3 odpovídá doporučenému nastavení parametrů.

Indikátor parabolic SAR lze jednoznačně použít jako nástroj pro otevření i uzavření pozice a je schopný držet pozici i přes protipohyby kursu až do doby, kdy se trend skutečně změní. Současně umožní obchodníkovi opustit pozici včas a zabránit tak potenciálním ztrátám. Přesto by neměl být jediným zdrojem signálů pro uzavření ani pro otevření pozice. Jeho signály je vhodné doplnit například o nástroje grafické analýzy, jako jsou linie odporu a podpory, trendové linie a kanály, popřípadě o signály dalších indikátorů či nastavení parametrů stop-loss a take-profit.

### **3 Obchodní platforma MetaTrader 5**

Obchodní platformu MetaTrader 5 provozuje společnost MetaQuotes Software Corp. V současnosti se jedná o jednu z nejrozšířenějších obchodních platforem podporujících online obchodování. Platforma poskytuje začínajícím i pokročilým obchodníkům nástroje pro provádění analýz finančních trhů. Současně jim umožňuje vytvářet vlastní indikátory, obchodní signály a automatické obchodní systémy. Platformu lze získat zdarma u vybraných brokerů. Pro testování vytvořených strategií jsem v této práci využil demo účtu brokera Alpari. Účet by měl odpovídat reálnému účtu typu ecn.mt5 [V].

#### **3.1 Výchozí podmínky obchodování na forexu**

Obchody na forexu jsou prováděny ve velkých objemech. Standardní lot (množstevní jednotka) je 100 000 jednotek hlavní měny měnového páru. Za účelem zvýšení dostupnosti obchodování drobné klientele používají někteří brokeri (popřípadě dealeři) i tzv. nanoloty o velikosti 100 jednotek hlavní měny. Drobným klientům se tak snižují nároky na počáteční vklad. Mimoto je většina jejich obchodů z velké části financována pomocí úvěrů poskytovaných brokery. Vzniká tak pákový efekt a tradeři mohou obchodovat mnohonásobně vyšší objemy deviz. To zvyšuje velikost potencionálních zisků, ale i ztrát. Nedílnou součástí pákových obchodů je záloha (margin), tu je potřeba držet na účtu pro případ nepříznivého vývoje kursu. Pokud hodnota pozice klesne pod stanovenou úroveň zálohy, je nutné zálohu doplnit. Jinak může být pozice automaticky uzavřena.

#### **3.2 Automatické obchodní systémy**

Indikátory technické analýzy jsou ve své podstatě matematické funkce, kde proměnou představuje kurs instrumentu, respektive další informace související s kursem. Nedílnou součástí těchto indikátorů jsou i parametry, které přesně definují kolik a jaké informace máme do výpočtu zahrnout, popřípadě stanovují hodnotu koeficientů upravujících výslednou hodnotu indikátoru. Pokud budeme uvažovat obchodní systém složený z jednoho či více technických indikátorů doplněný o nastavení základních prvků systému, bude se v podstatě jednat o soustavu parametrů definujících logiku pro vstup do pozice, výstup z pozice a nastavení money managementu. Tato soustava může být následně převedena

do některého z programovacích jazyků tak, aby byl systém schopný pracovat sám a nepřetržitě bez potřeby lidského zásahu, tím vznikne automatický obchodní systém.

Automatický obchodní systém oproti běžnému účastníkovi trhu nabízí hned několik výhod. Jedná se především o upuštění od jakýchkoliv emocí či chybovosti při zadávání obchodních příkazů (fat fingers). Současně nabízí takovýto systém téměř okamžitou reakci a nepřetržité sledování vývoje i několika instrumentů najednou.

### **3.2.1 MQL5 Wizard**

Součástí obchodní platformy MetaTrader 5 je aplikace MQL5 Wizard, ta umožňuje vytvářet automatické obchodní systémy bez nutnosti znalostí programovacího jazyka MQL5. Každý takto vytvořený automatický obchodní systém se skládá ze tří modulů. První modul zahrnuje signály pro vstup do pozice. Obchodník v rámci tohoto modulu volí jeden či více technických indikátorů, jejichž signály pak systém využívá. Ve druhém modulu je vybírána metoda trailing stop, tedy metoda pro výstup z pozice. Vybrat lze například metodu založenou na fixním počtu bodů, na klouzavých průměrech nebo na parabolic SAR. Pro modul je možné nastavit i hodnotu bez metody pro výstup z pozice a výstupní strategii založit pouze na parametrech take-profit a stop-loss. Poslední modul zahrnuje nastavení money managementu. V základní nabídce nalezneme celkem pět nastavení a to obchodování s fixním objemem obchodu, fixní zálohou, fixním rizikem, minimálním objemem obchodu a optimalizovaným objemem obchodu v závislosti na výsledcích předchozích obchodů [VI].

### **3.2.2 Mechanismus tvorby obchodních příkazů**

Jedním z klíčových principů celého systému je mechanismus tvorby příkazů pro vstup do pozice. Ten je založen na dvojím přidělování vah. Váhy jsou přidělovány indikátorům a zvlášť i jejich jednotlivým signálům. Už při tvorbě obchodního systému nás aplikace vyzve k zadání vah indikátorů. Abychom však správně nastavili váhy indikátorů, musíme znát i váhy jednotlivých signálů těchto indikátorů. Upravení vah signálů už nám aplikace sama nenabídne, a pokud si chceme být způsobem výpočtu jisti, musíme si jednotlivé váhy signálů indikátorů dohledat v aplikaci MQL5 Editor.

Při rozhodování o vstupu do pozice systém nejdříve vyhodnotí, pro které signály indikátorů byly splněny podmínky. Těmto signálům následně přidělí hodnotu o velikosti váhy, která je signálu přiřazena na základě jeho vlivu na budoucí vývoj kursu. Hodnota indikátoru je pak stanovena jako hodnota signálu s nejvyšší váhou. V dalším kroku se hodnoty indikátorů upraví v závislosti na jim udělené váze. Nakonec je z upravených hodnot indikátorů vypočten aritmetický průměr, který se porovná s hodnotou parametru ThresholdOpen, a pokud je aritmetický průměr vyšší, je vyslán příkaz pro vstup do dlouhé pozice. Analogicky se postupuje u příkazu pro vstup do krátké pozice, kdy aritmetický průměr musí být nižší než opačné číslo parametru ThresholdOpen [VII].

### **Příklad signálů indikátoru:**

Indikátor parabolic SAR nabízí v základním nastavení dva signály. První signál je založen čistě na současné pozici křivky indikátoru vůči křivce kursu. Pro býčí trend je váha signálu 30 a pro medvědí trend -30. Druhý signál odpovídá změně trendu, tedy situaci kdy křivka indikátoru změní svou pozici vůči křivce kursu. Tomuto signálu je přiřazena hodnota 90 popřípadě pro medvědí trend -90.

### **Příklad mechanismu tvorby signálu:**

**Výchozí podmínky:** Mějme strategii založenou na dvou indikátorech parabolic SAR<sub>1</sub> a parabolic SAR<sub>2</sub>, které mají rozdílné nastavení parametrů. Zároveň váha udělená indikátoru SAR<sub>1</sub> je 0,8 a indikátoru SAR<sub>2</sub> 0,9. Dále předpokládejme, že křivka jednoho z indikátorů odpovídá prvnímu typu signálu parabolic SAR a křivka druhého indikátoru druhému typu signálu. První indikátor tedy signalizuje v současném i předchozím období býčí trend a druhý indikátor změnu trendu z medvědího na býčí. Hodnota parametru ThresholdOpen je nastavena na 50.

**Výpočet:** Nejdříve určíme hodnotu indikátorů na základě hodnoty signálu s nejvyšší váhou. Dle výchozí situace a vah signálů indikátoru popsaných výše, bude mít indikátor SAR<sub>1</sub> hodnotu 30 a indikátor SAR<sub>2</sub> hodnotu 90. Dále hodnotu indikátorů upravíme pomocí jim udělených vah. Upravená hodnota SAR<sub>1</sub> pak bude  $30 \cdot 0,8 = 24$  a upravená hodnota indikátoru SAR<sub>2</sub> bude  $90 \cdot 0,9 = 81$ . Následně určíme z obou hodnot aritmetický průměr

$\bar{x} = (24 + 81) \div 2 = 52,5$  a ten porovnáme s hodnotou parametru ThresholdOpen  $52,5 > 50$ . Výsledným signálem je tedy příkaz k otevření dlouhé pozice.

### 3.3 Backtesting a optimalizace

Díky exaktnosti automatických obchodních systémů je možné provádět backtesting. Ten zahrnuje testování a hodnocení výkonosti celého systému. Důkladné provedení backtestingu nám umožní ohodnotit použitelnost systému v praxi.

Souběžně je možné provádět i optimalizaci systému. Tento proces zahrnuje testování automatického obchodního systému na historických datech za použití rozdílných nastavení parametrů tohoto systému.

#### 3.3.1 Náležitosti backtestingu a optimalizace

Backtesting a optimalizace vytvořeného automatického obchodního systému je složitý proces, při kterém často dochází k nadhodnocení výkonosti systému. Uživatel se slepě spoléhá na výsledky, kterých dosáhl prvním testováním a optimalizací parametrů. Nejčastěji se můžeme setkat s následujícími chybami backtestingu a optimalizace [1, s. 219]:

**Délka testovacího období:** Ačkoli neexistuje přesné pravidlo pro stanovení odpovídající délky testovacího období. Mělo by být období dostatečně dlouhé, aby obsáhlo rozdílné situace na trhu a současně vyprodukovalo dostatečné množství obchodů.

**Kvalita použitých dat:** Historická data nabízená brokery mohou obsahovat chyby nebo doplňovat chybějící data pomocí nejrůznějších algoritmů. Provést kontrolu kompletně celého souboru dat je prakticky nemožné, ale může být provedena alespoň částečná kontrola času dat a test vytvořené strategie pomocí jiného zdroje dat.

**Robustnost systému:** Pokud testováním a optimalizací nalezneme vhodný obchodní systém, měli bychom otestovat i jeho robustnost. Tedy otestovat jak si vytvořený automatický obchodní systém povede na vzorku dat jiného než testovaného instrumentu. V případě, že dojde k selhání systému, je vhodné zvážit jeho použití, popřípadě další testování a optimalizaci.

**Počet krátkých a dlouhých pozic:** Jestliže není našim cílem vytvořit systém zaměřený na obchodování čistě krátkých či dlouhých pozic, měl by být jejich počet vyvážený. Pokud tomu tak není, je doporučeno testování opakovat na větším vzorku dat.

**Zahrnutí poplatků:** Další častou chybou je špatné nastavení poplatků spojených s obchodováním. Ať už se jedná o velikost poplatků, spreadu nebo zpoždění provedených obchodů. Absence kteréhokoli z těchto faktorů může ze ztrátového systému udělat ziskový.

**Kontrola provedení příkazů:** Po provedení testování bychom měli zkontrolovat provedení příkazů na náhodném vzorku. MetaTrader 5 nám například nabídne kontrolu pomocí grafu nebo tabulky všech obchodů.

**Curvefitting:** Jedno z největších rizik spojených s optimalizací automatického obchodního systému představují curvefitting. Jedná se o postup, kdy uživatel zvolí pro optimalizované vstupní parametry až příliš velké testovací rozpětí. Dosažené výsledky mohou být zkreslené, neboť velké testovací rozpětí umožní optimalizačnímu softwaru upravit systém tak, aby vždy dosáhl často až extrémně ziskových výsledků. Tento problém můžeme pozorovat především u obchodních systémů s vysokým počtem vstupních parametrů.

### 3.3.2 Tester strategií v MetaTrader 5

Mimo tvorbu automatických obchodních systémů umožňuje platforma MetaTrader 5 i jejich testování. Testování probíhá pomocí nástroje Tester strategií, který si v platformě můžeme zobrazit pomocí klávesové zkratky Ctrl+R. Na úvodní obrazovce pak vybíráme: jakou strategii budeme testovat, symbol, období jednoho kroku, testovací období, typ provedení testu a testovací data. Před spuštěním lze v jednom z podoken upravit vstupní parametry námi vybraných indikátorů. Po provedení testu nám aplikace nabídne graf vývoje zůstatku a majetku na účtu a přehled výsledků zahrnující analýzu provedených příkazů, obchodů dle jednotlivých dnů a další.

Ještě před zahájením testu můžeme v nabídce zapnout optimalizaci testovaného obchodního systému a zvolit příslušný algoritmus, podle kterého optimalizace proběhne. Volit lze pomalý či rychlý algoritmus. Pokud se rozhodneme systém optimalizovat, platforma postupně vyzkouší námi vytvořený systém na předem definovaném počtu a nastavení volitelných parametrů.

## 4 Obchodní strategie založené na parabolic SAR

V této části práce se budu zabývat charakteristikou a testováním jednotlivých strategií založených na indikátoru parabolic SAR. Testování bude probíhat v základním nastavení parametrů, tak jak je běžnému uživateli nabídne platforma MetaTrader 5. Pro každou strategii proběhne testování osmy různých období jednoho kroku. Do testování budou zařazeny i období kroku používané pro analýzu v delším horizontu, nejen pro intradenní obchodování. Test i následná optimalizace budou provedeny na měnovém páru EURUSD na 1 minutových OHLC datech. Aby bylo testování strategií srovnatelné vzhledem k počtu provedených obchodů, budou pro jednotlivé kroky stanovena rozdílná testovací období dle tabulky níže.

Tabulka 1: Testovací období dle kroku

| Krok     | Začátek testovacího období | Konec testovacího období |
|----------|----------------------------|--------------------------|
| 5 minut  | 01. 01. 2010               | 09. 01. 2010             |
| 10 minut | 01. 01. 2010               | 16. 01. 2010             |
| 15 minut | 01. 01. 2010               | 22. 01. 2010             |
| 30 minut | 01. 01. 2010               | 09. 02. 2010             |
| 1 hodina | 01. 01. 2010               | 20. 03. 2010             |
| 4 hodiny | 01. 01. 2010               | 31. 12. 2010             |
| 8 hodin  | 01. 01. 2010               | 31. 07. 2011             |
| 1 den    | 01. 01. 2010               | 31. 07. 2014             |

Zdroj: vlastní tabulka

Při mechanismu tvorby obchodních příkazů pro vstup do pozice budou zohledněny pouze signály s váhou o velikosti 60 a vyšší. Parametr ThresholdOpen bude nastaven na 75. Váha všech použitých indikátorů bude 1 (více o mechanismu tvorby obchodních příkazů v části 3.2.2). Výstup z pozice bude založen na signálech indikátoru parabolic SAR současně s parametry stop-loss a take-profit. Pro parametry stop-loss a take-profit bude provedena optimalizace od hodnoty 0 do 300 bodů s krokem 20, kde hodnota 0 představuje možnost nepoužití daného nástroje. Každý krok v rámci strategie tedy bude testován celkem na 256 různých nastavení parametrů take-profit a stop-loss. Pro strategii bude zvoleno obchodování s fixním rizikem o velikosti 3 %.

Výsledky optimalizace budou vyhodnoceny dle metody Balance + min Drawdown, kde výslednou hodnotu představuje podíl konečného zůstatku na účtu a čerpání kapitálu

v procentech. Při vyhodnocení budou upřednostněny ziskové strategie a strategie s čerpáním kapitálu pod 25 %.

#### 4.1 Strategie I – SAR-SAR

První strategie je založena na signálech indikátoru parabolic SAR. Ty jsou použity pro vstupní i výstupní obchodní příkazy. Dle zadání je v rámci strategie zohledněn pouze signál změny trendu o váze 90 pro býčí trend a -90 pro medvědí trend. Bližší popis tohoto indikátoru naleznete ve 2. části této práce. Parametr *SI* je nastaven na 0,02 a parametr *MR* na 0,2.

Označení strategie v rámci práce: SAR-SAR

Tabulka 2: Výsledky testování strategie SAR-SAR

| Krok     | Balance + min Drawdown | Zisk/Ztráta (USD) | Drawdown (%) | Počet obchodů | Stop Loss | Take Profit |
|----------|------------------------|-------------------|--------------|---------------|-----------|-------------|
| 5 minut  | 343,29                 | -2255,88          | 22,56        | 118           | 0         | 120         |
| 10 minut | 325,90                 | -2347,99          | 23,48        | 123           | 0         | 300         |
| 15 minut | 351,39                 | -2215,38          | 22,15        | 113           | 0         | 300         |
| 30 minut | 328,29                 | -2334,87          | 23,35        | 118           | 0         | 300         |
| 1 hodina | 325,13                 | -2352,22          | 23,52        | 118           | 0         | 300         |
| 4 hodiny | 405,68                 | 59,30             | 24,80        | 138           | 100       | 280         |
| 8 hodin  | 528,37                 | 3016,30           | 24,64        | 120           | 60        | 60          |
| 1 den    | 284,08                 | -2601,94          | 26,04        | 119           | 0         | 0           |

Zdroj: vlastní tabulka dle výsledků MetaTrader 5, broker Alpari

Z výsledků testování je patrné, že využití parabolic SAR samostatně bez dalších nástrojů nemůže být v delším horizontu ziskové. Ačkoli krok o 4 a 8 hodinách přinesl zisk, v rámci optimalizace se jedná o ojedinělý výsledek a při použití na jiném vzorku dat bychom se pravděpodobně ocitli ve ztrátě.

#### 4.2 Strategie II – SAR MACD-SAR

Druhá strategie oproti první strategii doplňuje signály pro vstup do pozice o signály indikátoru MACD. Jak již bylo výše v části 2.3 uvedeno, technický indikátor MACD v sobě slučuje prvky trendového indikátoru a oscilátoru. Jeho signály by tedy měly být schopny částečně omezit selhání při postranním trendu. Indikátor se řadí mezi pomalejší indikátory vzhledem ke způsobu jeho výpočtu.

Konstrukce MACD je založena na rozdílu dvou klouzavých průměru oscilujícího kolem nulové úrovně a klouzavém průměru tohoto rozdílu. Výchozí nastavení parametrů v MetaTrader 5 je: 12 pro rychlejší klouzavý průměr, 26 pro pomalejší klouzavý průměr a 9 pro klouzavý průměr jejich rozdílu.

Přehled signálů indikátoru MACD dle základního nastavení MetaTrader 5: Změna směru pohybu křivky rozdílu klouzavých průměrů (váha signálu 30/-30). Překřížení křivky rozdílu klouzavých průměrů a křivky klouzavého průměru tohoto rozdílu (váha signálu 80/-80). Překřížení křivky rozdílu klouzavých průměrů a nulové úrovně (váha signálu 50/-50). Divergence ceny a křivky rozdílu klouzavých průměrů (váha signálu 60/-60). Dvojitá divergence (váha signálu 100/-100).

Označení strategie v rámci práce: SAR MACD-SAR

Tabulka 3: Výsledky testování strategie SAR MACD-SAR

| Krok     | Balance + min Drawdown | Zisk/Ztráta (USD) | Drawdown (%) | Počet obchodů | Stop Loss | Take Profit |
|----------|------------------------|-------------------|--------------|---------------|-----------|-------------|
| 5 minut  | 3878,20                | -251,37           | 2,51         | 9             | 0         | 60          |
| 10 minut | 3659,96                | -265,96           | 2,66         | 9             | 0         | 120         |
| 15 minut | 6381,72                | -154,28           | 1,54         | 5             | 0         | 120         |
| 30 minut | 3764,14                | -258,79           | 2,59         | 7             | 0         | 80          |
| 1 hodina | 3913,00                | -249,19           | 2,49         | 7             | 0         | 60          |
| 4 hodiny | 555,14                 | 2762,90           | 22,99        | 39            | 40        | 100         |
| 8 hodin  | 1350,76                | 99,76             | 7,48         | 25            | 160       | 40          |
| 1 den    | 745,22                 | 390,61            | 13,94        | 28            | 160       | 240         |

Zdroj: vlastní tabulka dle výsledků MetaTrader 5, broker Alpari

Nejlépe si dle zvolené metody hodnocení vedla strategie při kroku o velikosti 8 hodin. Celkem bylo provedeno 25 obchodů a maximálně bylo čerpáno přibližně 7,5 % kapitálu.

### 4.3 Strategie III – SAR RSI-SAR

Třetí strategie kombinuje při vstupu do pozice signály dvou indikátorů Wellese Wildera. Jako u předchozích strategií je jedním z použitých indikátorů parabolic SAR a druhým je oscilátor RSI.

Index relativní síly (RSI) ve své konstrukci zohledňuje kladné a záporné kursové změny za stanovenou časovou periodu. Výsledná křivka indikátoru se pohybuje v pásmu

od 0 do 100 a určuje vnitřní relativní sílu daného instrumentu. Přičemž pokud křivka indikátoru klesne pod 30, můžeme trh označit jako přeprodanný a pokud křivka stoupne nad 70, lze trh označit jako překoupený. Dle autora je doporučené nastavení časové periody 14 [5, s. 65]. Pro testování bude ale použita perioda základního nastavení MetaTrader 5 zahrnující 8 předchozích období a to především pro zrychlení reakcí indikátoru. Hodnoty indikátoru vypočteme dle následujícího vzorce [1, s. 145]:

$$RSI = 100 - \left[ \frac{100}{1 + \frac{U}{D}} \right] \quad (2)$$

kde  $U$  je průměr kladných kursových změn za zvolenou časovou periodu,

$D$  je průměr záporných kursových změn za zvolenou časovou periodu.

V MetaTrader 5 nalezneme tyto výchozí signály indikátoru RSI: Růst/pokles křivky indikátoru (váha 70/-70). Změna trendu v oblasti překoupeného či přeprodaného trhu (váha signálu 100/-100). Formace swing vytvořená křivkou indikátoru (váha signálu 90/-90). Divergence křivky kursu a křivky indikátoru (váha signálu 80/-80). Dvojitá divergence (váha signálu 100/-100). Formace hlava vytvořená křivkou indikátoru (váha signálu 20/-20).

Označení strategie v rámci práce: SAR RSI-SAR

Tabulka 4: Výsledky testování strategie SAR RSI-SAR

| Krok     | Balance + min Drawdown | Zisk/Ztráta (USD) | Drawdown (%) | Počet obchodů | Stop Loss | Take Profit |
|----------|------------------------|-------------------|--------------|---------------|-----------|-------------|
| 5 minut  | 620,62                 | -1387,70          | 13,88        | 65            | 0         | 300         |
| 10 minut | 575,05                 | -1481,38          | 14,81        | 70            | 0         | 300         |
| 15 minut | 581,89                 | -1466,52          | 14,67        | 66            | 0         | 140         |
| 30 minut | 569,70                 | -1493,21          | 14,93        | 68            | 0         | 300         |
| 1 hodina | 640,45                 | -1339,40          | 13,52        | 60            | 0         | 220         |
| 4 hodiny | 264,47                 | 5910,69           | 60,16        | 104           | 20        | 240         |
| 8 hodin  | 1023,15                | 3992,92           | 13,68        | 94            | 80        | 60          |
| 1 den    | 360,36                 | 2971,70           | 36,00        | 91            | 60        | 240         |

Zdroj: vlastní tabulka dle výsledků MetaTrader 5, broker Alpari

I v této strategii si dle zvolené metody hodnocení vedla nejlépe optimalizace o kroku 8 hodin. Celkem bylo provedeno 94 obchodů a z lokálního maxima zůstatku bylo čerpáno maximálně 14 % kapitálu.

#### 4.4 Strategie IV – SAR Stochastik-SAR

Poslední, čtvrtá, testovaná strategie zahrnuje signály indikátoru Stochastik. Konkrétně indikátoru pomalý Stochastik, který je založen na klouzavém průměru rychlého Stochastiku a tudíž je méně volatilní.

Stejně jako indikátor RSI osciluje Stochastik mezi hodnotami 0 až 100. V grafu se rychlý i pomalý Stochastik zobrazují pomocí dvou křivek, kdy druhá z křivek %D představuje klouzavý průměr první z křivek %K. Za přeprodaný se trh označuje, pokud křivka indikátoru klesne pod 20 a za překoupený, když vzroste nad 80. Indikátor je založen na myšlence, že při rostoucím trendu je kurs uzavírán v horní hranici obchodního rozpětí a při klesajícím trendu spíše v dolní hranici. Hodnoty indikátoru lze vypočítat pomocí následujícího vzorce [1, s. 148]:

$$\text{Rychlý Stochastic} = \frac{\text{uzavírací kurs} - \text{minimální kurs za \%K Period}}{\text{maximální kurs za \%K Period} - \text{minimální kurs za \%K Period}} \quad (3)$$

Křivka pomalého Stochastiku %K-slow se vypočte jako klouzavý průměr rychlého Stochastiku.

Indikátor byl testován s těmito výchozími parametry: %K křivka klouzavý průměr o velikosti 8. Zpomalení %K křivky klouzavý průměr 3. %D křivka klouzavý průměr 3.

V základním nastavení nabízí MetaTrader 5 tyto signály indikátoru Stochastik: Změna směru pohybu křivky %K (váha signálu 60/-60). Překřížení křivky %K a křivky %D (váha signálu 50/-50). Divergence křivky kursu a křivky %K (váha signálu 100/-100). Dvojitá divergence (váha signálu 90/-90).

Označení strategie v rámci práce: SAR Stochastik-SAR

Tabulka 5: Výsledky testování strategie SAR Stochastik-SAR

| Krok     | Balance + min Drawdown | Zisk/Ztráta (USD) | Drawdown (%) | Počet obchodů | Stop Loss | Take Profit |
|----------|------------------------|-------------------|--------------|---------------|-----------|-------------|
| 5 minut  | 2340,99                | -409,67           | 4,10         | 17            | 0         | 100         |
| 10 minut | 3197,50                | -303,26           | 3,03         | 12            | 0         | 120         |
| 15 minut | 2443,75                | -393,12           | 3,93         | 16            | 0         | 40          |
| 30 minut | 4500,03                | -217,39           | 2,17         | 7             | 0         | 40          |
| 1 hodina | 3577,10                | -257,91           | 2,72         | 11            | 0         | 300         |
| 4 hodiny | 1167,85                | 228,80            | 8,76         | 32            | 180       | 100         |
| 8 hodin  | 929,64                 | 112,96            | 10,88        | 21            | 60        | 60          |
| 1 den    | 2410,60                | 566,02            | 4,38         | 16            | 100       | 40          |

Zdroj: vlastní tabulka dle výsledků MetaTrader 5, broker Alpari

Nejlépe v rámci testování této strategie dopadla dle zvolené metody hodnocení optimalizace o kroku 1 den. Optimalizací parametrů take-profit a stop-loss bylo dosaženo zisku 566 USD a to při čerpání kapitálu ve výši 4,4 %.

#### 4.5 Vyhodnocení testovaných strategií

Výsledky testování a optimalizace ukazují, že lépe si vedly strategie s delším obdobím kroku. Zatímco kroky od 5 minut do 1 hodiny nepřinesly v základním nastavení parametrů (s optimalizací take-profit a stop-loss) ani v jednom případě zisk. Optimalizace s krokem 4 hodiny až 1 den se ukázaly být téměř ve všech případech vhodné pro další optimalizaci.

Nejlepší strategie bude vybrána dle počtu výsledků optimalizace splňujících podmínku ziskovosti a čerpání maximálně 25 % kapitálu. Důvodem je, že použitá metoda hodnocení výkonnosti obchodního systému (Balance + min Drawdown) v některých případech upřednostňuje ztrátové výsledky s nízkým počtem provedených obchodů.

Tabulka 6: Vyhodnocení nejlépe hodnocených strategií

| Strategie          | Krok     | Počet výsledků splňujících kritéria výběru |
|--------------------|----------|--------------------------------------------|
| SAR-SAR            | 4 hodiny | 1                                          |
| SAR-SAR            | 8 hodin  | 2                                          |
| SAR MACD-SAR       | 4 hodiny | 8                                          |
| SAR MACD-SAR       | 8 hodin  | 28                                         |
| SAR MACD-SAR       | 1 den    | 6                                          |
| SAR RSI-SAR        | 8 hodin  | 8                                          |
| SAR Stochastik-SAR | 4 hodiny | 58                                         |
| SAR Stochastik-SAR | 8 hodin  | 1                                          |
| SAR Stochastik-SAR | 1 den    | 15                                         |

Zdroj: vlastní tabulka

Dle tabulky 6 dosáhla nejlepšího výsledku strategie SAR Stochastik-SAR s krokem o čtyřech hodinách. Kritéria splnilo celkem 58 výsledků z celkového počtu 256 testovaných možností. Dle původně použitého vzorce Balance + min Drawdown dopadla nejlépe strategie SAR MACD-SAR o kroku patnácti minut. Nejlepšího výsledku ovšem dosáhla pravděpodobně díky nízkému počtu provedených obchodů.

## 5 Backtesting a optimalizace obchodní strategie

V této části se budu zabývat backtestingem a optimalizací nejlépe hodnocené obchodní strategie ze 4. kapitoly této práce strategií SAR Stochastik-SAR s krokem o čtyřech hodinách. Kvůli použití kroku o čtyřech hodinách je strategie vhodná spíše pro použití v delším horizontu, než pro intradenní obchodování. Abychom mohli lépe hodnotit možnost využití parabolic SAR v intradenním obchodování, provedeme optimalizaci této strategie i v kratším horizontu a to s nejlépe hodnoceným krokem dle metody Balance + min Drawdown. Testována bude tedy i strategie SAR Stochastik-SAR s krokem třiceti minut.

Parabolic SAR je často v obchodních strategiích používán pro výstup z pozice. V platformě MetaTrader 5 jsou pro modul výstupu z pozice nabízeny mimo signálů parabolic SAR ještě signály klouzavého průměru (MA). Abychom mohli indikátory porovnat, budeme testovat i strategii SAR Stochastik-MA s krokem třiceti minut.

### 5.1 Výchozí podmínky backtestingu a optimalizace

Pro optimalizaci obchodního systému bude použita metoda forward optimalizace, kdy pro optimalizaci parametrů bude použita první polovina dat testovacího období a druhá polovina dat bude určena pro testování. Bohužel MetaTrader 5 v základním nastavení nepodporuje optimalizaci metodou walk forward optimalizace, která by zajistila kvalitnější výsledky. Optimalizace bude provedena pomocí rychlého algoritmu a s hodnocením výkonnosti založeném na konečném zůstatku na účtu (Balance). Následně bude pro výběr nejlepšího výsledku použit vlastní vzorec:

$$\frac{(Balance_1 + Balance_2) \cdot (Trades_1 + Trades_2)}{Equity drawdown (\%)} \quad (4)$$

kde  $Balance_1$  je konečný zůstatek na účtu za období optimalizace (Backtest)

$Balance_2$  je konečný zůstatek na účtu za období testování (Forward test)

$Trades_1$  je počet provedených obchodů za období optimalizace (Backtest)

$Trades_2$  je počet provedených obchodů za období testování (Forward test)

$Equity drawdown (\%)$  je průměrné čerpání kapitálu za celé testovací období v procentech

Forward optimalizace bude provedena na období od 1. 1. 2010 do 31. 12. 2014 pro strategii s krokem o čtyřech hodinách a od 1. 1. 2010 do 31. 12. 2010 pro strategie s krokem o třiceti minutách. Optimalizováno bude 9 vstupních parametrů: stop-loss level, take-profit, parametry indikátoru parabolic SAR, parametry indikátoru pomalý Stochastik a parametry indikátoru parabolic SAR nebo MA při výstupu z pozice<sup>1</sup>.

## 5.2 Vyhodnocení výsledků forward optimalizace

Pro oba testované kroky strategie SAR Stochastik-SAR se nabídlo hned několik možností nastavení parametrů, při kterých byly strategie ziskové v optimalizované i testované části. Rozdílně ovšem dopadlo čerpání kapitálu pro nejlépe hodnocené výsledky, kdy v rámci strategie s krokem o čtyřech hodinách bylo čerpáno v průměru za optimalizované a testované období 36,73 % kapitálu a pro strategii s krokem o třiceti minutách 16,15 % kapitálu.

Strategie se zahrnutím MA pro výstupní signály si dle našeho hodnocení vedla obdobně jako strategie s parabolic SAR o stejném kroku. Ačkoli se strategie lišily čerpáním kapitálu v průměru za celé období o více než 10 %, pro strategii s MA bylo provedeno o 58 obchodů více. Rozdíl můžeme pozorovat v celkovém počtu ziskových výsledků dosažených optimalizací, kdy pro MA bylo získáno pouze 13 ziskových výsledků a pro parabolic SAR 32 ziskových výsledků. Přehled nejlépe hodnocených výsledků ukazuje tabulka níže.

Tabulka 7: Vyhodnocení nejlepších výsledků forward optimalizace

| <b>Strategie:</b>                     | SAR Stochastik-SAR |          | SAR Stochastik-SAR |          | SAR Stochastik-MA |          |
|---------------------------------------|--------------------|----------|--------------------|----------|-------------------|----------|
| <b>Krok:</b>                          | 4 hodiny           |          | 30 minut           |          | 30 minut          |          |
| <b>Období:</b>                        | Backtest           | Forward  | Backtest           | Forward  | Backtest          | Forward  |
| <b>Zůstatek:</b>                      | 83760,25           | 10354,74 | 10612,30           | 10986,24 | 11485,33          | 10144,73 |
| <b>Profit</b>                         | 73760,25           | 354,74   | 612,30             | 986,24   | 1485,33           | 144,73   |
| <b>Čerpání kapitálu (%):</b>          | 26,49              | 46,97    | 10,86              | 21,44    | 32,50             | 25,11    |
| <b>Počet obchodů</b>                  | 85                 | 77       | 34                 | 49       | 61                | 80       |
| <b>Průměrné čerpání kapitálu (%):</b> | 36,73              |          | 16,15              |          | 28,80             |          |
| <b>Výsledek dle vzorce (4):</b>       | 415 126,14         |          | 111 014,85         |          | 105 879,89        |          |

Zdroj: vlastní tabulka dle výsledků MetaTrader 5, broker Alpari

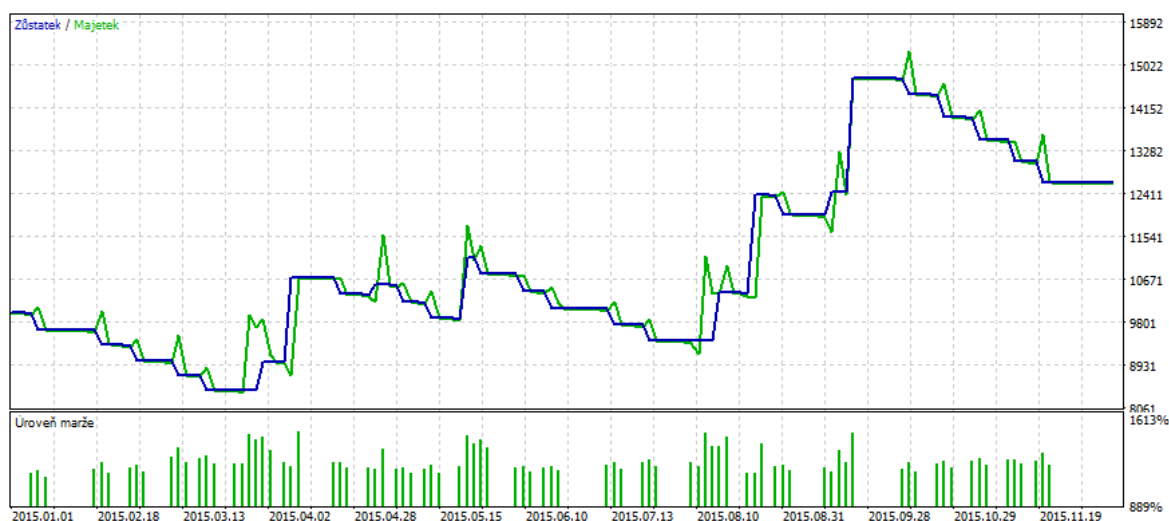
<sup>1</sup> Komplettní přehled nastavení vstupních parametrů a výsledků optimalizace naleznete v přílohách A, B a C.

### 5.3 Použitelnost vytvořených obchodních systémů v praxi

Za účelem ověření možnosti využití obou strategií v praxi, otestujeme strategie na novém vzorku dat od 1. 1. 2015 do 31. 12. 2015 na měnovém páru EURUSD. U úspěšných strategií následně provedeme na stejném období test na měnovém páru CHFJPY a EURAUD, abychom alespoň částečně otestovali robustnost systému.

#### SAR Stochastik-SAR (krok 4 hodiny)

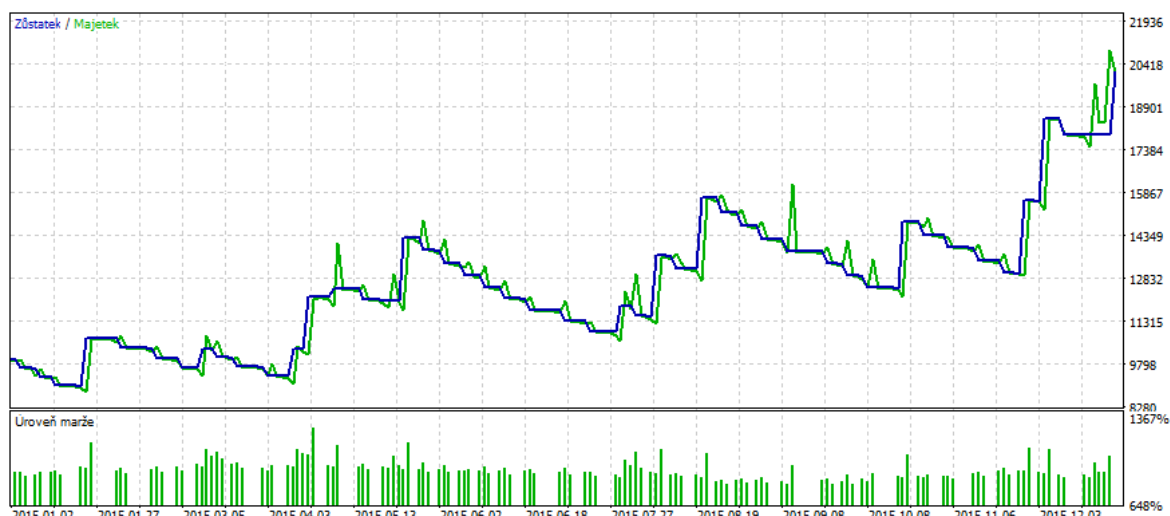
Graf 4: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastik-SAR (krok 4 hodiny), EURUSD, 2015



Zdroj: zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari

Během testování strategie SAR Stochastik-SAR (krok 4 hodiny) bylo provedeno celkem 27 obchodů. Z toho bylo 14 krátkých pozic a 13 dlouhých. Přičemž ziskových bylo pouze 6 krátkých pozic a 2 dlouhé pozice. Přesto dokázal systém za rok generovat zisk ve výši 2 649,80 USD. Maximální ztráta na zůstatku od lokálního maxima byla 14 %. Vzhledem k ziskovosti systému a přiměřenému čerpání kapitálu bude testována robustnost systému. Na vývoji zůstatku (graf 4) lze pozorovat, že systém generuje nízký počet vysoce ziskových obchodů.

Graf 5: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastic-SAR (krok 4 hodiny), EURAUD, 2015



Zdroj: zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari

I na měnovém páru EURAUD se ukázal být systém ziskový. Čistý zisk činil celkem 10 181,23 USD. Dohromady bylo provedeno 46 obchodů. Z toho bylo 21 krátkých pozic a 25 dlouhých. Ziskových bylo pouze 5 krátkých a 8 dlouhých pozic. Maximální ztráta na zůstatku od lokálního maxima byla 23,31 %. I přes vyšší čerpání kapitálu, můžeme systém hodnotit vzhledem k vysokému zisku pozitivně. Avšak i zde se projevilo, že strategie je založena na nízkém počtu vysoce ziskových obchodů, což je pozorovatelné na vývoji zůstatku na účtu (graf 5).

Graf 6: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastic-SAR (krok 4 hodiny), CHFJPY, 2015

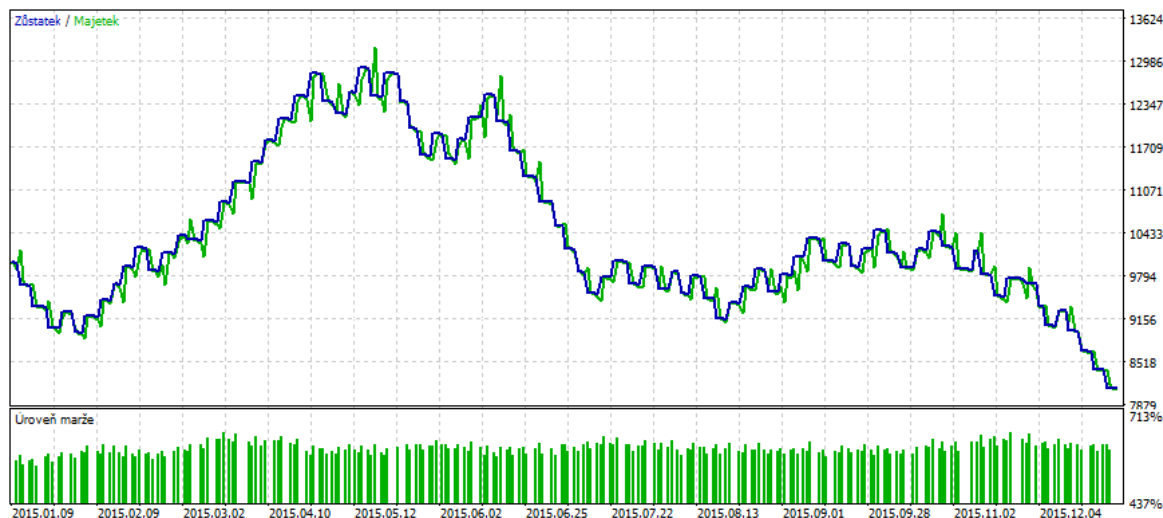


Zdroj: zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari

Poslední provedené testování na měnovém páru CHFJPY bylo negativní. Celkem bylo provedeno 32 obchodů. Z toho 12 krátkých a 20 dlouhých pozic. Přičemž ziskové byly 3 krátké pozice a pouze 2 dlouhé pozice. Konečný zůstatek na účtu byl 6 147,50 USD. Vývoj zůstatku na účtu můžeme pozorovat na grafu 6.

### SAR Stochastik-SAR (krok 30 minut)

Graf 7: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastik-SAR (krok 30 minut), EURUSD, 2015



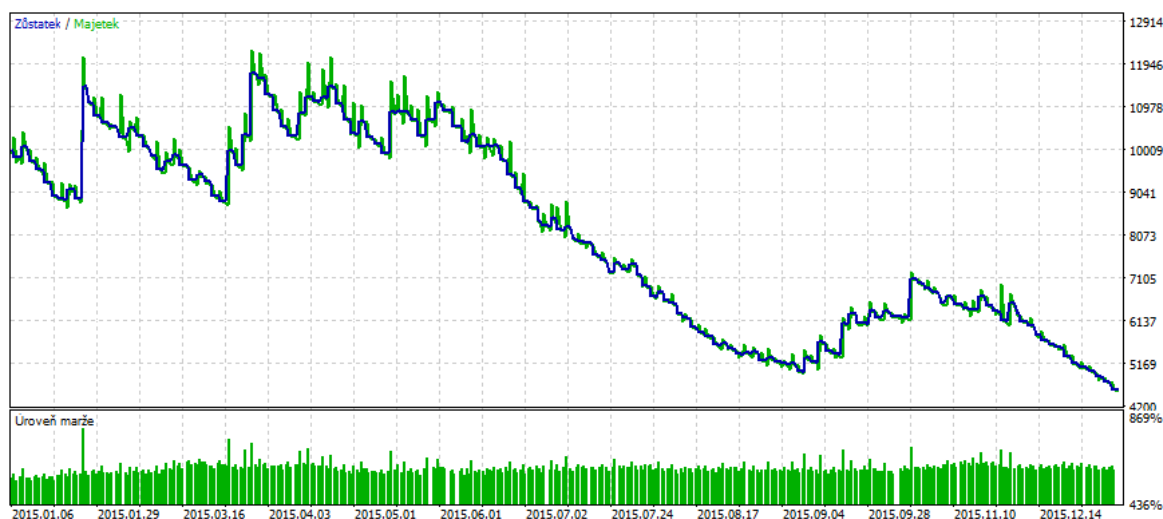
Zdroj: zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari

Celkem bylo během testování strategie SAR Stochastik-SAR (krok 30 minut) provedeno 84 obchodů. Z toho bylo 43 krátkých pozic a 41 dlouhých. Konečný zůstatek na účtu je 8 133,51 USD. Maximální ztráta na zůstatku od lokálního maxima byla 37 %. Dle výsledků by použití systému v praxi bylo značně rizikové a pravděpodobně i ztrátové. U systému tedy nebude testována jeho robustnost. Vývoj zůstatku na účtu můžeme sledovat v grafu 7.

V průběhu testování strategie SAR Stochastik-MA s krokem 30 minut (graf 8) bylo provedeno celkem 147 obchodů. Z toho bylo 72 krátkých pozic a 75 dlouhých. Systém generoval ztrátu ve výši 5 414,24 USD. Maximální ztráta na zůstatku od lokálního maxima byla 60,97 %. Použití systému v praxi by bylo velmi rizikové, proto nebude testována robustnost systému.

## SAR Stochastik-MA (krok 30 minut)

Graf 8: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastik-MA (krok 30 minut), EURUSD, 2015



Zdroj: zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari

## 5.4 Vyhodnocení backtestingu a optimalizace

Nejlépe dle výsledků dopadla optimalizace strategie SAR Stochastik-SAR s krokem o čtyřech hodinách. Strategie uspěla na dvou testovaných měnových párech ze tří. Zisk generovala strategie pomocí nízkého počtu vysoce ziskových obchodů. Nevýhodou strategie je, že její použití odpovídá spíše obchodování v delším horizontu, než v intradenním obchodování. To by mimo jiné znamenalo, že bychom museli často držet pozici i několik dnů, což by při obchodování s takto vysokou finanční pákou bylo vysoce rizikové. Pokud bychom chtěli s touto strategií dále pracovat, mohli bychom se podrobněji zabývat jednotlivými obchody a analyzovat situace na trhu, kdy systém generuje ztrátu a kdy zisk. Těmto podmínkám bychom následně přizpůsobili chování systému a signály jednotlivých indikátorů. Toho už by ovšem nebylo možné dosáhnout pouze za použití aplikace MQL5 Wizard. Popřípadě bychom mohli systém doplnit o další vhodné nástroje technické analýzy (indikátory a nástroje grafické analýzy).

Při testování strategií s krokem o třiceti minutách si dle výsledků o něco lépe vedla strategie s výstupní metodou založenou na indikátoru parabolic SAR než na klouzavých průměrech. Avšak použití obou strategií by v praxi bylo vysoce rizikové a pravděpodobně ztrátové, proto nelze s určitostí tvrdit, že by v praxi obstál indikátor parabolic SAR lépe.

## 5.5 Porovnání výsledků optimalizace parametrů parabolic SAR

V této části se budu zabývat hodnotami parametrů parabolic SAR pro tři výše testované strategie. Pro připomenutí si uveďme, že pro parabolic SAR byly optimalizovány dva parametry: *SI* (Speed Increment) a *MR* (Maximum Rate). Bližší popis těchto parametrů naleznete v části 2.2.

Optimalizace parametru *SI* probíhala od hodnoty 0,01 do 0,2 s krokem 0,01. Celkem tedy bylo testováno 20 různých nastavení parametru *SI*. Parametr *MR* byl optimalizován od hodnoty 0,1 do hodnoty 2 s krokem 0,1. Testováno bylo 20 hodnot tohoto parametru.

Tabulka 8: Porovnání výsledků optimalizace parametrů parabolic SAR pro testované strategie

| Strategie          | Krok     | Modul           | Parametr  | Hodnota parametru |
|--------------------|----------|-----------------|-----------|-------------------|
| SAR Stochastik-SAR | 4 hodiny | Vstup do pozice | <i>SI</i> | 0,19              |
|                    |          |                 | <i>MR</i> | 1,60              |
|                    |          | Výstup z pozice | <i>SI</i> | 0,01              |
|                    |          |                 | <i>MR</i> | 2,00              |
| SAR Stochastik-SAR | 30 minut | Vstup do pozice | <i>SI</i> | 0,01              |
|                    |          |                 | <i>MR</i> | 1,80              |
|                    |          | Výstup z pozice | <i>SI</i> | 0,01              |
|                    |          |                 | <i>MR</i> | 0,20              |
| SAR Stochastik-MA  | 30 minut | Vstup do pozice | <i>SI</i> | 0,01              |
|                    |          |                 | <i>MR</i> | 0,10              |

Zdroj: vlastní tabulka

Tabulka 8 ukazuje, že optimalizací získané hodnoty parametru *SI* se ve většině případů od doporučeného<sup>2</sup> nastavení příliš neliší. Nejčastěji se setkáme s hodnotou 0,01, což oproti doporučenému nastavení zpomaluje rychlost růstu akceleračního faktoru. Tedy i rychlost, kterou křivka indikátoru dohání křivku kursu.

Současně ovšem můžeme pozorovat, že hodnoty parametru *MR* dosahují v některých případech horní úrovně testovaného rozpětí. Tedy hodnoty okolo 1,8. Důsledkem toho má indikátor při delším trvání trendu tendenci signalizovat změnu trendu mnohem dříve, než při doporučeném nastavení parametrů.

<sup>2</sup> Doporučené nastavení parametrů dle autora indikátoru Wellese Wildera je 0,02 pro *SI* a 0,2 pro *MR*.

## Závěr

Ve své bakalářské práci jsem se zaměřil na jeden z nejpoužívanějších indikátorů technické analýzy The Parabolic Time/Price System, obecně nazývaný jako parabolic stop and reverse (SAR). Nejdůležitějším konstrukčním prvkem tohoto indikátoru je akcelerační faktor, v jehož důsledku jsou výsledné hodnoty indikátoru nejen funkcí ceny, ale i času. Toho lze využít především při použití indikátoru parabolic SAR v rámci obchodního systému jako indikátoru pro výstup z pozice.

V teoretické části práce jsem se zabýval teorií technické analýzy a obecně nástroji, které používá technická analýza k predikci budoucího vývoje kursu včetně kritického pohledu na technickou analýzu v souvislosti s hypotézou efektivních trhů a náhodné procházky. Uvedl jsem své pochybnosti nad touto hypotézou, kdy příčinou její neplatnosti by mohla být proměnlivost a rychlost šíření informací při zpracování profesionálními investory či masová medializace investičních doporučení. Dále jsem zmínil svůj názor na vztah technické a fundamentální analýzy spotového kursu. Myslím, že obě metody by se měly spíše doplňovat než si konkurovat a to především vzhledem k délce období predikce, na kterou se specializují.

Při zaměření na samotný indikátor parabolic SAR jsem zkoumal konstrukci tohoto indikátoru a vliv akceleračního faktoru na výsledné hodnoty. Pomocí grafické analýzy křivky indikátoru jsem zaznamenal pozitivní i negativní chování akceleračního faktoru při použití parabolic SAR jako indikátoru pro výstup z pozice. Pozitivně se akcelerační faktor projevil zejména na silných trendech kratšího až střednědobého trvání, kdy opustil pozici při změně trendu dříve než indikátor MA, a tím by dosáhl potencionálně vyššího zisku. Naopak negativně se akcelerační faktor choval při delším trendu, kdy při mírném pohybu mimo trend uzavřel pozici, a tím mě připravil o potencionální zisk.

Hlavním cílem této práce bylo ověřit možnost využití indikátoru parabolic SAR v technické analýze spotového kursu pro podporu intradenního obchodování. Za tímto účelem jsem vytvořil několik jednoduchých automatických obchodních systémů založených na indikátoru parabolic SAR v kombinaci s dalšími indikátory technické analýzy a ty následně testoval a optimalizoval.

Jednotlivé automatické obchodní systémy jsem vytvářel pomocí aplikace MQL5 Wizard, jež mi umožnila vytvářet tyto systémy bez hlubších znalostí programovacího jazyka MQL5. Mimo samotnou tvorbu systémů jsem se pokusil objasnit základní možnosti nabízené platformou MetaTrader 5 v souvislosti s optimalizací obchodních systémů a věnoval se mechanismu tvorby obchodních příkazů.

Ve čtvrté kapitole jsem charakterizoval a testoval jednotlivé automatické obchodní systémy založené na indikátoru parabolic SAR v kombinaci s dalšími indikátory technické analýzy. Testování probíhalo pouze v základním nastavení dle doporučených hodnot parametrů s optimalizací parametrů stop-loss a take-profit. Celkem byly testovány čtyři strategie založené na signálech indikátorů parabolic SAR, MACD, RSI a pomalý Stochastik s krokem od 5 minut do 1 dne. Již při tomto testování se mi na zvoleném vzorku dat projevil, že lepších výsledků dosahují obchodní systémy s delším obdobím kroku od 4 hodin déle. Přičemž testovací období bylo pro jednotlivé kroky upraveno tak, aby systém generoval přibližně stejný počet provedených obchodů.

Při testování se negativně projevila použitá metoda vyhodnocování výsledků optimalizace parametrů take-profit a stop-loss Balance + min Drawdown založená na podílu konečného zůstatku na účtu a čerpáním kapitálu v procentech. V některých případech by použití této metody zapříčinilo upřednostnění ztrátových výsledků s nízkým počtem obchodů před ziskovými s vyšším počtem provedených obchodů. Proto jsem jako kritérium pro výběr strategie vhodné pro důkladnější optimalizaci zvolil počet ziskových výsledků optimalizace s čerpáním kapitálu pod 25 %. Dle zadaných kritérií optimalizace a zvoleného nastavení parametrů obchodního systému se ukázal být nejvhodnější pro kombinaci s parabolic SAR indikátor pomalý Stochastik v obchodním systému s krokem o čtyřech hodinách.

Pátá poslední kapitola se věnovala důkladnější optimalizaci nejlépe hodnocené strategie z předchozí kapitoly. Za účelem možnosti ověření použitelnosti parabolic SAR v rámci intradenního obchodování jsem do optimalizace dále zahrnul systém s krokem 30 minut a systém s výstupními signály založenými na indikátoru MA. Pro vyhodnocení nejlepších výsledků optimalizace jsem v této části opět použil metodu Balance + min Drawdown, avšak doplněnou o počet provedených obchodů. Podíl konečného zůstatku

na účtu a čerpání kapitálu v procentech jsem tak násobil počtem provedených obchodů za celé testovací období.

I v této kapitole se po provedení forward optimalizace potvrdily pozitivní výsledky strategie založené na kombinaci signálů indikátorů parabolic SAR a pomalý Stochastik. Zisku a přiměřeného čerpání kapitálu dosáhlo hned několik výsledků optimalizace. Následným testováním robustnosti se však i systém s nejlépe hodnocenými výsledky projevil jako velmi rizikový a to zejména kvůli generování zisku založeném na nízkém počtu vysoce ziskových obchodů.

Výsledky optimalizace dále ukázaly, že doporučené hodnoty parametrů indikátoru parabolic SAR se od optimalizací získaných hodnot částečně liší. Odchylku od doporučených hodnot můžeme pozorovat především u parametru *MR* (Maximum Rate), kdy některé z nejlépe hodnocených výsledků zahrnují parametr *MR* o hodnotě okolo 1,8. Důsledkem toho má indikátor při delším trvání trendu tendenci signalizovat změnu trendu mnohem dříve, než při doporučené hodnotě 0,2.

Testováním a optimalizací tedy bylo zjištěno, že indikátor parabolic SAR může při intradenním obchodování sloužit jako indikátor pro vstup i výstup z pozice. Přičemž jeho výsledky jako indikátoru pro výstup z pozice obstály při testování o něco lépe než výsledky indikátoru MA. Ačkoli nebyl vytvořen automatický obchodní systém, který by dokázal na více měnových párech stabilně a dlouhodobě generovat zisk. Použití parabolic SAR pro podporu nejen intradenního obchodování je možné a obchodníkovi může pomoci při rozhodování o aktuální pozici zvoleného měnového páru. Zejména pak pokud se signály parabolic SAR vhodně doplní o nástroje například grafické analýzy (linie odporu a podpory, trendové linie a kanály), popřípadě o signály dalších indikátorů či nastavení parametrů stop-loss a take-profit.

# Seznam použité literatury a pramenů

## Knižní zdroje

- [1.] VESELÁ, Jitka a Martin OLIVA. *Technická analýza na akciových, měnových a komoditních trzích*. 1. vydání. Praha: Ekopress, 2015. ISBN 978-80-87865-22-4.
- [2.] REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2014. Partners. ISBN 978-80-247-3671-6.
- [3.] KIRKPATRICK, Charles D a Julie R DAHLQUIST. *Technical analysis: the complete resource for financial market technicians*. Upper Saddle River, N.J.: FT Press Financial Times, c2007. ISBN 978-0-13-153113-0.
- [4.] MANDEL, Martin a Jaroslava DURČÁKOVÁ. *Mezinárodní finance a devizový trh*. Praha: Management Press, 2016. ISBN 978-80-7261-287-1.
- [5.] WILDER jr, J. W. *New concepts in technical trading systems*. Greensboro, N.C.: Trend Research, 1978. ISBN 0894590278.

## Internetové zdroje

- [I.] Patrick Graham. Markets forex volumes. *Thomson Reuters*. [online]. 30.7.2015 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://www.reuters.com/article/markets-forex-volumes-idUSL5N10A3ZC20150730>
- [II.] Speculative Sentiment Index. *FXCM*. [online]. 16.3.2016 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: [www.fxcm.com/services/forex-trading-tools/ssi-speculative-sentiment-index](http://www.fxcm.com/services/forex-trading-tools/ssi-speculative-sentiment-index)
- [III.] Akademie investování – technická analýza. *Patria*. [online]. 16.3.2016 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://www.patria.cz/akademie/analyzy-investice-technicka-analyza.html>
- [IV.] Oli Hille, Welles Wilder trading legend. *Tradingbook*. [online]. 2009 [cit. 2016-03-16]. Dostupné z: <http://www.tradingbook.org/trader-interviews/welles-wilder-trading-legend>
- [V.] Forex Trading Conditions. *Alpari*. [online]. 21.4.2016 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: [http://alpari.com/en/trading/trading\\_terms/](http://alpari.com/en/trading/trading_terms/)
- [VI.] Creating Expert Advisors without Programming. *MQL5*. [online]. 21.4.2016 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <https://www.mql5.com/en/articles/171>
- [VII.] MQL5 Wizard: New Version. *MQL5*. [online]. 21.4.2016 [cit. 2016-04-21]. Dostupné z: <https://www.mql5.com/en/articles/275>

# Seznam tabulek a grafů

## Seznam grafů

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Graf 1: Parabolic SAR - postranní trend, EURUSD .....                                  | 18 |
| Graf 2: Parabolic SAR - trend s delším trváním, EURUSD .....                           | 19 |
| Graf 3: Grafická analýza indikátorů parabolic SAR a MA, EURUSD .....                   | 20 |
| Graf 4: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastik-SAR (krok 4 hodiny), EURUSD, 2015 ..... | 35 |
| Graf 5: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastik-SAR (krok 4 hodiny), EURAUD, 2015 ..... | 36 |
| Graf 6: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastik-SAR (krok 4 hodiny), CHFJPY, 2015 ..... | 36 |
| Graf 7: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastik-SAR (krok 30 minut), EURUSD, 2015.....  | 37 |
| Graf 8: Vývoj zůstatku na účtu, SAR Stochastik-MA (krok 30 minut), EURUSD, 2015 .....  | 38 |

## Seznam tabulek

|                                                                                                 |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabulka 1: Testovací období dle kroku.....                                                      | 26 |
| Tabulka 2: Výsledky testování strategie SAR-SAR .....                                           | 27 |
| Tabulka 3: Výsledky testování strategie SAR MACD-SAR .....                                      | 28 |
| Tabulka 4: Výsledky testování strategie SAR RSI-SAR .....                                       | 29 |
| Tabulka 5: Výsledky testování strategie SAR Stochastik-SAR.....                                 | 31 |
| Tabulka 6: Vyhodnocení nejlépe hodnocených strategií .....                                      | 32 |
| Tabulka 7: Vyhodnocení nejlepších výsledků forward optimalizace .....                           | 34 |
| Tabulka 8: Porovnání výsledků optimalizace parametrů parabolic SAR pro testované strategie..... | 39 |

# Seznam příloh

## **Příloha A – výsledky testování a optimalizace strategie SAR Stochastik-SAR**

Tab. A: Vstupní parametry forward optimalizace SAR Stochastik-SAR

Graf A1.1: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-SAR (4 hod.), backtest

Graf A1.2: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-SAR (4 hod.), forward test

Tab. A1.3: Test robustnosti SAR Stochastik-SAR (4 hod.), EURUSD

Tab. A1.4: Test robustnosti SAR Stochastik-SAR (4 hod.), EURAUD

Tab. A1.5: Test robustnosti SAR Stochastik-SAR (4 hod.), CHFJPY

Graf A2.1: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-SAR (30 min.), backtest

Graf A2.2: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-SAR (30 min.), forward test

Tab. A2.3: Test robustnosti SAR Stochastik-SAR (30 min.), EURUSD

## **Příloha B – výsledky testování a optimalizace strategie SAR Stochastik-MA**

Tab. B: Vstupní parametry forward optimalizace SAR Stochastik-MA

Graf B1.1: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-MA (30 min.), backtest

Graf B1.2: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-MA (30 min.), forward test

Tab. B1.3: Test robustnosti SAR Stochastik-MA (30 min.), EURUSD

## **Příloha C – CD s výsledky optimalizace a testování**

Složka C1 - SAR-SAR

Složka C2 - SAR MACD-SAR

Složka C3 - SAR RSI-SAR

Složka C4 - SAR Stochastik-SAR

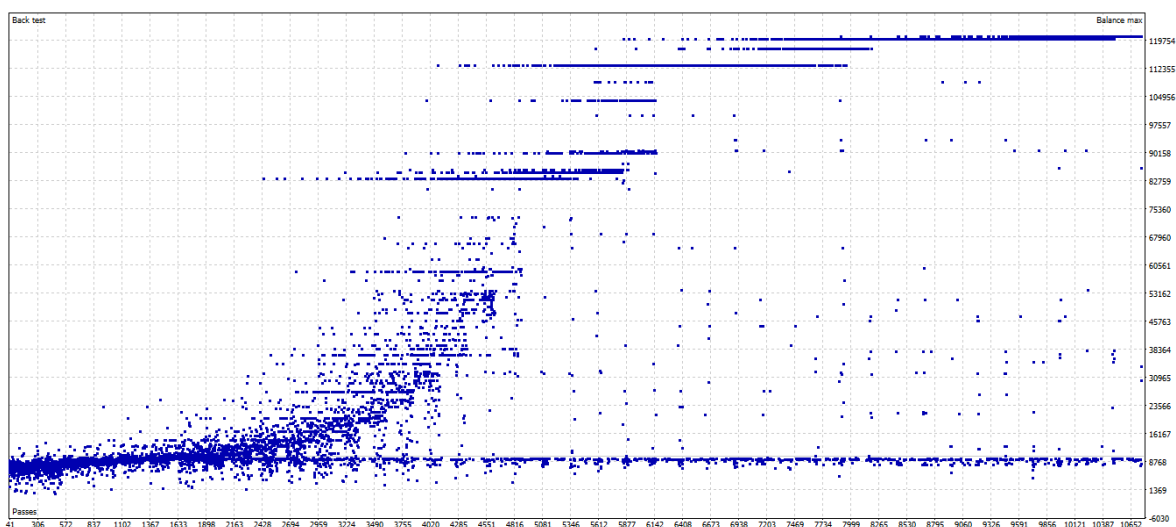
Složka C5 - SAR Stochastik-MA

## Příloha A – výsledky testování a optimalizace strategie SAR Stochastic-SAR<sup>3</sup>

Příloha Tab. A: Vstupní parametry forward optimalizace SAR Stochastic-SAR

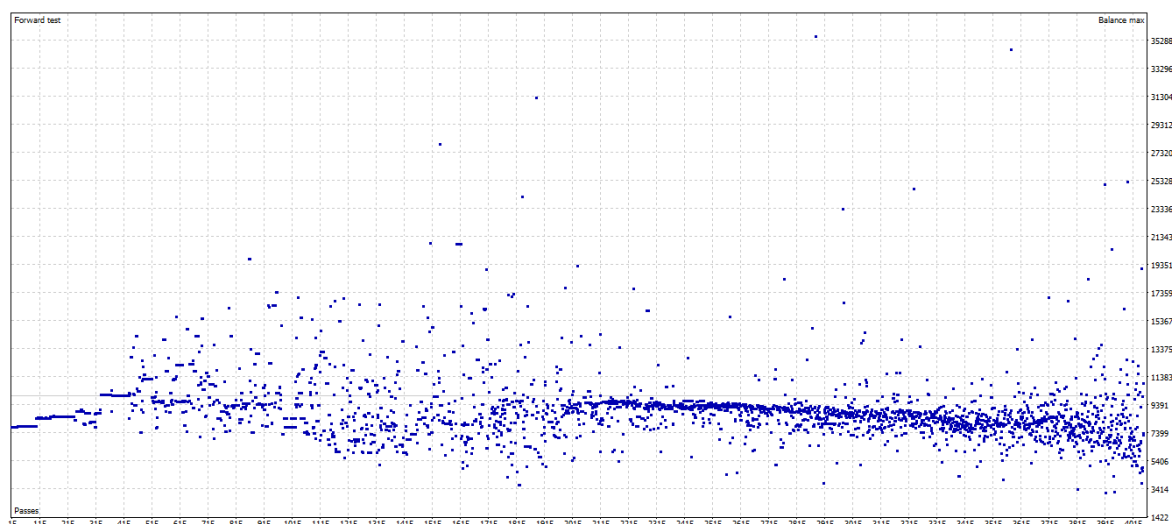
| Tester strategie                                                            |                      |          |      |             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------|------|-------------|-----------|
| Proměnná                                                                    | Hodnota              | Začátek  | Krok | Konec       | Kroky     |
| <input type="checkbox"/> Document name                                      | SAR Stochastic - SAR |          |      |             |           |
| <input type="checkbox"/> Signal threshold value to open [0...100]           | 75                   | 10       | 1    | 100         |           |
| <input type="checkbox"/> Signal threshold value to close [0...100]          | 90                   | 10       | 1    | 100         |           |
| <input type="checkbox"/> Price level to execute a deal                      | 0.0                  | 0.0      | 0.0  | 0.0         |           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stop Loss level (in points)             | 20                   | 0        | 20   | 300         | 16        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Take Profit level (in points)           | 20                   | 0        | 20   | 300         | 16        |
| <input type="checkbox"/> Expiration of pending orders (in bars)             | 4                    | 4        | 1    | 40          |           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Parabolic SAR(0.02,0.2) Speed increment | 0.01                 | 0.01     | 0.01 | 0.2         | 20        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Parabolic SAR(0.02,0.2) Maximum rate    | 1.8                  | 0.1      | 0.1  | 2.0         | 20        |
| <input type="checkbox"/> Parabolic SAR(0.02,0.2) Weight [0...1.0]           | 1.0                  | 1.0      | 0.1  | 10.0        |           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) K-period          | 11                   | 4        | 1    | 12          | 9         |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) D-period          | 5                    | 2        | 1    | 6           | 5         |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) Period of slowing | 2                    | 2        | 1    | 6           | 5         |
| <input type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) Prices to apply to           | Low/High             | Low/High |      | Close/Close |           |
| <input type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) Weight [0...1.0]             | 1.0                  | 1.0      | 0.1  | 10.0        |           |
| <input checked="" type="checkbox"/> Speed increment                         | 0.01                 | 0.01     | 0.01 | 0.2         | 20        |
| <input checked="" type="checkbox"/> Maximum rate                            | 0.2                  | 0.1      | 0.1  | 2.0         | 20        |
| <input type="checkbox"/> Risk percentage                                    | 3.0                  | 3.0      | 0.3  | 30.0        |           |
|                                                                             |                      |          |      |             | 921600000 |

Příloha Graf A1.1: Výsledky optimalizace SAR Stochastic-SAR (4 hod.), backtest



<sup>3</sup> Zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari.

Příloha Graf A1.2: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-SAR (4 hod.), forward test



Příloha Tab. A1.3: Test robustnosti SAR Stochastik-SAR (4 hod.), EURUSD

| Tester strategie     |                |                                   |                   |                                    |                   |
|----------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Kvalita Historie     | 100%           |                                   |                   |                                    |                   |
| Sloupce              | 1545           | Ticky                             | 1466610           | Symbody                            | 1                 |
| Počáteční vklad      | 10 000.00      |                                   |                   |                                    |                   |
| Čistý zisk celkem    | 2 649.80       | Největší ztráta pod úvodní v...   | 1 578.19          | Hodnota největšího poklesu ...     | 1 592.68          |
| Hrubý zisk           | 9 528.89       | Maximální ztráta na zůstatku...   | 2 100.63 (14.24%) | Největší ztráta na majetku o...    | 2 685.23 (17.51%) |
| Hrubá ztráta         | -6 879.09      | Největší ztráta na zůstatku o...  | 15.78% (1 578.19) | Největší ztráta na majetku o...    | 22.20% (2 618.28) |
| Ukazatel zisku       | 1.39           | Průměrný výnos                    | 98.14             | Úroveň marže                       | 1111.59%          |
| Rizikovost strategie | 0.99           | Sharpeho poměr                    | 0.17              | Z-Score                            | -0.36 (28.12%)    |
| AHPR                 | 1.0114 (1.14%) | LR Korelace                       | 0.82              | OnTester výsledek                  | 0                 |
| GHPR                 | 1.0087 (0.87%) | LR Standardní Chyba               | 1 038.34          |                                    |                   |
| Všechny transakce    | 27             | Krátké pozice (zisk %)            | 14 (42.86%)       | Dlouhé pozice (výdělek %)          | 13 (15.38%)       |
| Celkem obchodů       | 52             | Zisk z obchodů (% celkem)         | 8 (29.63%)        | Ztrátové obchody (% celkem)        | 19 (70.37%)       |
|                      | Největší       | ziskový obchod                    | 2 303.88          | ztrátový obchod                    | -448.00           |
|                      | Průměrný       | ziskový obchod                    | 1 191.11          | ztrátový obchod                    | -362.06           |
|                      | Maximálně      | nejdelší série ziskových pozic... | 2 (2 991.79)      | nejdelší série ztrátových pozic... | 5 (-2 020.63)     |
|                      | Maximálně      | nejdelší série zisků (počet)      | 2 991.79 (2)      | nejdelší série ztrát (počet)       | -2 020.63 (5)     |
|                      | Průměrný       | nejdelší série ziskových pozic    | 2                 | nejdelší série ztrátových pozic    | 3                 |

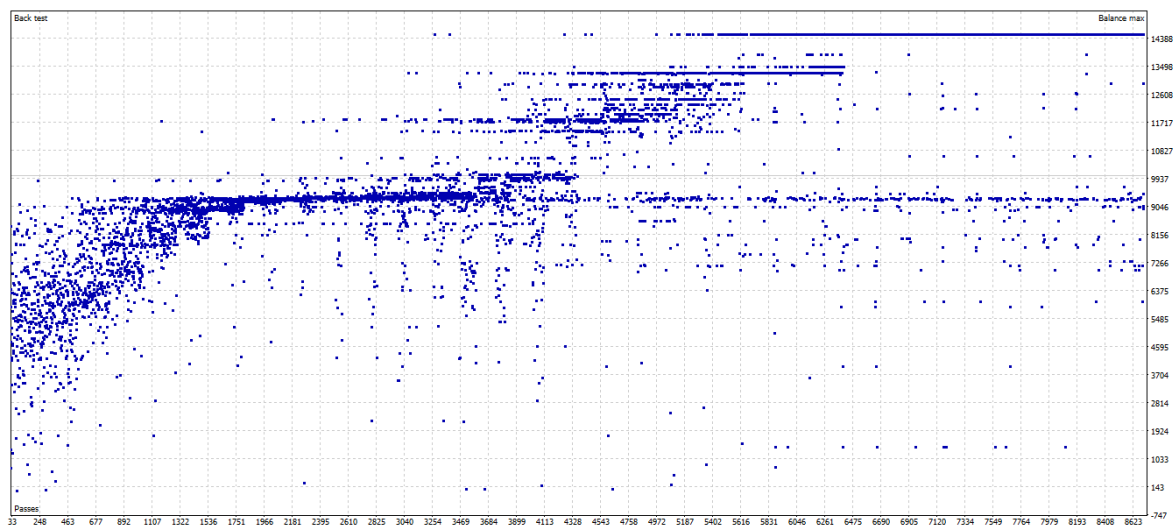
Příloha Tab. A1.4: Test robustnosti SAR Stochastik-SAR (4 hod.), EURAUD

| Tester strategie     |                |                                   |                   |                                   |                   |
|----------------------|----------------|-----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Kvalita Historie     | 100%           | <div></div>                       |                   |                                   |                   |
| Sloupce              | 1545           | Ticky                             | 1476730           | Symboly                           | 1                 |
| Počáteční vklad      | 10 000.00      |                                   |                   |                                   |                   |
| Čistý zisk celkem    | 10 181.23      | Největší ztráta pod úvodní v...   | 975.99            | Hodnota největšího poklesu ...    | 1 115.59          |
| Hrubý zisk           | 23 442.42      | Maximální ztráta na zůstatku...   | 3 332.42 (23.31%) | Největší ztráta na majetku o ...  | 4 286.93 (28.66%) |
| Hrubá ztráta         | -13 261.19     | Největší ztráta na zůstatku o ... | 23.31% (3 332.42) | Největší ztráta na majetku o ...  | 28.66% (4 286.93) |
|                      |                |                                   |                   |                                   |                   |
| Ukazatel zisku       | 1.77           | Průměrný výnos                    | 221.33            | Úroveň marže                      | 809.69%           |
| Rizikovost strategie | 2.37           | Sharpeho poměr                    | 0.23              | Z-Score                           | 0.31 (24.34%)     |
| AHPR                 | 1.0187 (1.87%) | LR Korelace                       | 0.83              | OnTester výsledek                 | 0                 |
| GHPR                 | 1.0154 (1.54%) | LR Standardní Chyba               | 1 403.75          |                                   |                   |
|                      |                |                                   |                   |                                   |                   |
| Všechny transakce    | 46             | Krátké pozice (zisk %)            | 21 (23.81%)       | Dlouhé pozice (výdělek %)         | 25 (32.00%)       |
| Celkem obchodů       | 88             | Zisk z obchodů (% celkem)         | 13 (28.26%)       | Ztrátové obchody (% celkem)       | 33 (71.74%)       |
|                      | Největší       | ziskový obchod                    | 2 938.84          | ztrátový obchod                   | -570.09           |
|                      | Průměrný       | ziskový obchod                    | 1 803.26          | ztrátový obchod                   | -401.85           |
|                      | Maximálně      | nejdelší série ziskových pozi...  | 3 (3 117.31)      | nejdelší série ztrátových pozi... | 8 (-3 188.42)     |
|                      | Maximálně      | nejdelší série zisků (počet)      | 5 510.64 (2)      | nejdelší série ztrát (počet)      | -3 188.42 (8)     |
|                      | Průměrný       | nejdelší série ziskových pozic    | 1                 | nejdelší série ztrátových pozic   | 3                 |

Příloha Tab. A1.5: Test robustnosti SAR Stochastik-SAR (4 hod.), CHFJPY

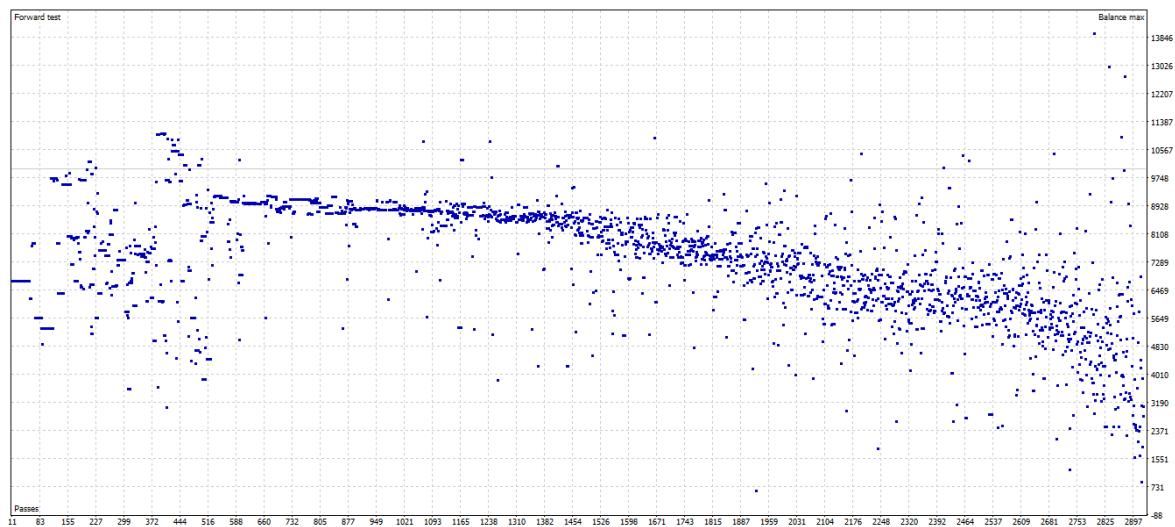
| Tester strategie     |                 |                                  |                   |                                   |                   |
|----------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Kvalita Historie     | 100%            |                                  |                   |                                   |                   |
| Sloupce              | 1545            | Ticky                            | 1470178           | Symboly                           | 1                 |
| Počáteční vklad      | 10 000.00       |                                  |                   |                                   |                   |
| Čistý zisk celkem    | -3 852.50       | Největší ztráta pod úvodní v...  | 4 570.92          | Hodnota největšího poklesu ...    | 4 677.63          |
| Hrubý zisk           | 3 023.44        | Maximální ztráta na zůstatku...  | 4 570.92 (45.71%) | Největší ztráta na majetku o...   | 4 741.04 (47.11%) |
| Hrubá ztráta         | -6 875.94       | Největší ztráta na zůstatku o... | 45.71% (4 570.92) | Největší ztráta na majetku o...   | 47.11% (4 741.04) |
|                      |                 |                                  |                   |                                   |                   |
| Ukazatel zisku       | 0.44            | Průměrný výnos                   | -120.39           | Úroveň marže                      | 979.25%           |
| Rizikovost strategie | -0.81           | Sharpeho poměr                   | -0.24             | Z-Score                           | 0.04 (3.19%)      |
| AHPR                 | 0.9861 (-1.39%) | LR Korelace                      | -0.91             | OnTester výsledek                 | 0                 |
| GHPR                 | 0.9849 (-1.51%) | LR Standardní Chyba              | 477.84            |                                   |                   |
|                      |                 |                                  |                   |                                   |                   |
| Všechny transakce    | 32              | Krátké pozice (zisk %)           | 12 (25.00%)       | Dlouhé pozice (výdělek %)         | 20 (10.00%)       |
| Celkem obchodů       | 61              | Zisk z obchodů (% celkem)        | 5 (15.63%)        | Ztrátové obchody (% celkem)       | 27 (84.38%)       |
|                      | Největší        | ziskový obchod                   | 1 038.04          | ztrátový obchod                   | -316.76           |
|                      | Průměrný        | ziskový obchod                   | 604.69            | ztrátový obchod                   | -254.66           |
|                      | Maximálně       | nejdelší série ziskových pozi... | 2 (1 180.61)      | nejdelší série ztrátových pozi... | 11 (-2 390.81)    |
|                      | Maximálně       | nejdelší série zisků (počet)     | 1 180.61 (2)      | nejdelší série ztrát (počet)      | -2 502.13 (9)     |
|                      | Průměrný        | nejdelší série ziskových pozic   | 1                 | nejdelší série ztrátových pozic   | 5                 |

*Příloha Graf A2.1: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-SAR (30 min.), backtest*



Zdroj: MetaTrader 5 – broker Alpari

*Příloha Graf A2.2: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-SAR (30 min.), forward test*



Zdroj: MetaTrader 5 – broker Alpari

Příloha Tab. A2.3: Test robustnosti SAR Stochastik-SAR (30 min.), EURUSD

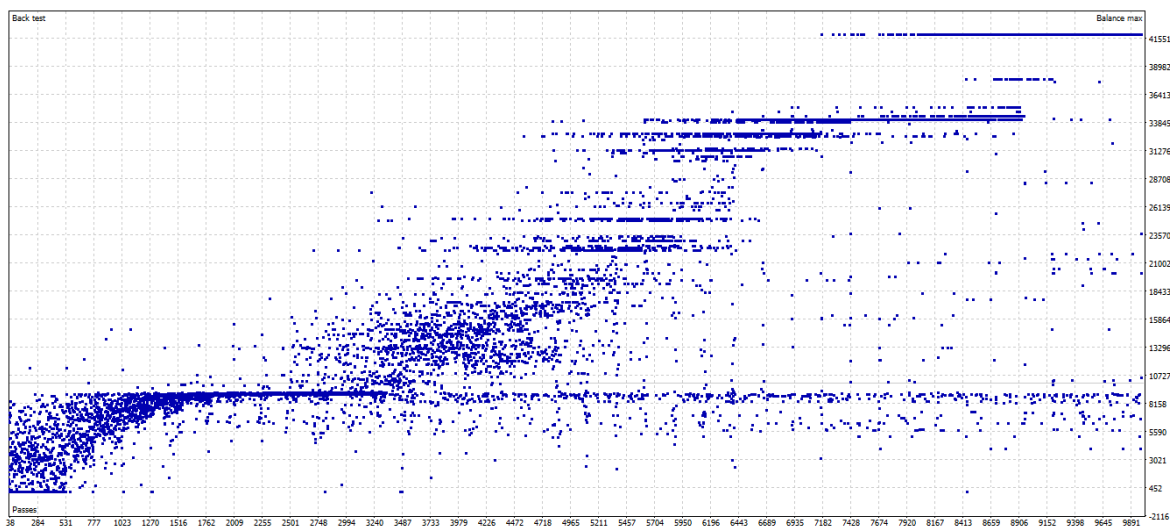
| Tester strategie     |                 |                                  |                   |                                   |                   |
|----------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Kvalita Historie     | 100%            | <div></div>                      |                   |                                   |                   |
| Sloupce              | 12350           | Ticky                            | 1466610           | Symboły                           | 1                 |
| Počáteční vklad      | 10 000.00       |                                  |                   |                                   |                   |
| Čistý zisk celkem    | -1 866.49       | Největší ztráta pod úvodní v...  | 1 866.49          | Hodnota největšího poklesu ...    | 1 866.49          |
| Hrubý zisk           | 12 351.77       | Maximální ztráta na zůstatku...  | 4 752.49 (36.88%) | Největší ztráta na majetku o...   | 5 081.96 (38.45%) |
| Hrubá ztráta         | -14 218.26      | Největší ztráta na zůstatku o... | 36.88% (4 752.49) | Největší ztráta na majetku o...   | 38.45% (5 081.96) |
|                      |                 |                                  |                   |                                   |                   |
| Ukazatel zisku       | 0.87            | Průměrný výnos                   | -22.22            | Úroveň marže                      | 545.84%           |
| Rizikovost strategie | -0.37           | Sharpeho poměr                   | -0.02             | Z-Score                           | -0.33 (25.86%)    |
| AHPR                 | 0.9980 (-0.20%) | LR Korelace                      | -0.38             | OnTester výsledek                 | 0                 |
| GHPR                 | 0.9975 (-0.25%) | LR Standardní Chyba              | 1 082.58          |                                   |                   |
|                      |                 |                                  |                   |                                   |                   |
| Všechny transakce    | 84              | Krátké pozice (zisk %)           | 43 (53.49%)       | Dlouhé pozice (výdělek %)         | 41 (46.34%)       |
| Celkem obchodů       | 168             | Zisk z obchodů (% celkem)        | 42 (50.00%)       | Ztrátové obchody (% celkem)       | 42 (50.00%)       |
|                      | Největší        | ziskový obchod                   | 360.00            | ztrátový obchod                   | -419.81           |
|                      | Průměrný        | ziskový obchod                   | 294.09            | ztrátový obchod                   | -338.53           |
|                      | Maximálně       | nejdelší série ziskových pozi... | 8 (2 601.50)      | nejdelší série ztrátových pozi... | 8 (-2 829.70)     |
|                      | Maximálně       | nejdelší série zisků (počet)     | 2 601.50 (8)      | nejdelší série ztrát (počet)      | -2 829.70 (8)     |
|                      | Průměrný        | nejdelší série ziskových pozic   | 2                 | nejdelší série ztrátových pozic   | 2                 |

## Příloha B – výsledky testování a optimalizace strategie SAR Stochastik-MA<sup>4</sup>

Příloha Tab. B: Vstupní parametry forward optimalizace SAR Stochastik-MA

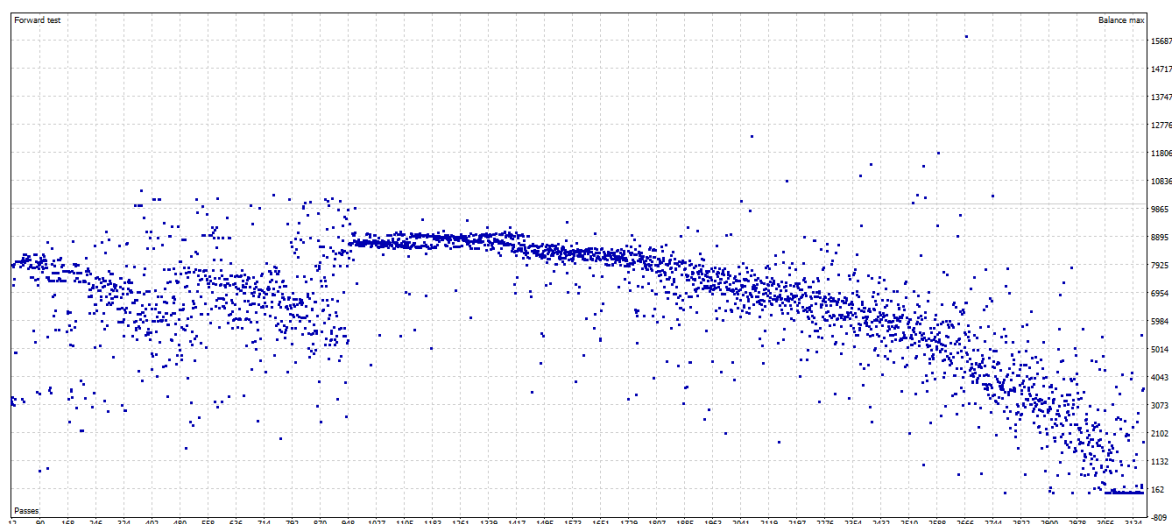
| Tester strategie                                                            |                     |             |      |                 |            |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|-------------|------|-----------------|------------|
| Proměnná                                                                    | Hodnota             | Začátek     | Krok | Konec           | Kroky      |
| <input type="checkbox"/> Document name                                      | SAR Stochastik - MA |             |      |                 |            |
| <input type="checkbox"/> Signal threshold value to open [0...100]           | 75                  | 10          | 1    | 100             |            |
| <input type="checkbox"/> Signal threshold value to close [0...100]          | 90                  | 10          | 1    | 100             |            |
| <input type="checkbox"/> Price level to execute a deal                      | 0.0                 | 0.0         | 0.0  | 0.0             |            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stop Loss level (in points)             | 20                  | 0           | 20   | 300             | 16         |
| <input checked="" type="checkbox"/> Take Profit level (in points)           | 280                 | 0           | 20   | 300             | 16         |
| <input type="checkbox"/> Expiration of pending orders (in bars)             | 4                   | 4           | 1    | 40              |            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Parabolic SAR(0.02,0.2) Speed increment | 0.01                | 0.01        | 0.01 | 0.2             | 20         |
| <input checked="" type="checkbox"/> Parabolic SAR(0.02,0.2) Maximum rate    | 0.1                 | 0.1         | 0.1  | 2.0             | 20         |
| <input type="checkbox"/> Parabolic SAR(0.02,0.2) Weight [0...1.0]           | 1.0                 | 1.0         | 0.1  | 10.0            |            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) K-period          | 11                  | 4           | 1    | 12              | 9          |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) D-period          | 3                   | 2           | 1    | 6               | 5          |
| <input checked="" type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) Period of slowing | 3                   | 2           | 1    | 6               | 5          |
| <input type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) Prices to apply to           | Low/High            | Low/High    |      | Close/Close     |            |
| <input type="checkbox"/> Stochastic(8,3,3,...) Weight [0...1.0]             | 1.0                 | 1.0         | 0.1  | 10.0            |            |
| <input checked="" type="checkbox"/> Period of MA                            | 9                   | 8           | 1    | 30              | 23         |
| <input checked="" type="checkbox"/> Shift of MA                             | 0                   | 0           | 1    | 10              | 11         |
| <input type="checkbox"/> Method of averaging                                | Simple              | Simple      |      | Linear weighted |            |
| <input type="checkbox"/> Prices series                                      | Close price         | Close price |      | Weighted price  |            |
| <input type="checkbox"/> Risk percentage                                    | 3.0                 | 3.0         | 0.3  | 30.0            |            |
|                                                                             |                     |             |      |                 | 5829120000 |

Příloha Graf B1.1: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-MA (30 min.), backtest



<sup>4</sup> Zpracováno pomocí platformy MetaTrader 5, broker Alpari.

Příloha Graf B1.2: Výsledky optimalizace SAR Stochastik-MA (30 min.), forward test



Příloha Tab. B1.3: Test robustnosti SAR Stochastik-MA (30 min.), EURUSD

| Tester strategie     |                 |                                  |                   |                                   |                   |
|----------------------|-----------------|----------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|
| Kvalita Historie     | 100%            |                                  |                   |                                   |                   |
| Sloupce              | 12350           | Ticky                            | 1466610           | Symboły                           | 1                 |
| Počáteční vklad      | 10 000.00       |                                  |                   |                                   |                   |
| Čistý zisk celkem    | -5 414.24       | Největší ztráta pod úvodní v...  | 5 414.24          | Hodnota největšího poklesu ...    | 5 414.24          |
| Hrubý zisk           | 15 620.86       | Maximální ztráta na zůstatku...  | 7 162.50 (60.97%) | Největší ztráta na majetku o...   | 7 708.60 (62.70%) |
| Hrubá ztráta         | -21 035.10      | Největší ztráta na zůstatku o... | 60.97% (7 162.50) | Největší ztráta na majetku o...   | 62.70% (7 708.60) |
| Ukazatel zisku       | 0.74            | Průměrný výnos                   | -36.83            | Úroveň marže                      | 545.28%           |
| Rizikovost strategie | -0.70           | Sharpeho poměr                   | -0.05             | Z-Score                           | 1.13 (73.73%)     |
| AHPR                 | 0.9956 (-0.44%) | LR Korelace                      | -0.86             | OnTester výsledek                 | 0                 |
| GHPR                 | 0.9947 (-0.53%) | LR Standardní Chyba              | 1 113.98          |                                   |                   |
| Všechny transakce    | 147             | Krátké pozice (zisk %)           | 72 (33.33%)       | Dlouhé pozice (výdělek %)         | 75 (25.33%)       |
| Celkem obchodů       | 294             | Zisk z obchodů (% celkem)        | 43 (29.25%)       | Ztrátové obchody (% celkem)       | 104 (70.75%)      |
|                      | Největší        | ziskový obchod                   | 2 565.80          | ztrátový obchod                   | -364.00           |
|                      | Průměrný        | ziskový obchod                   | 363.28            | ztrátový obchod                   | -202.26           |
|                      | Maximálně       | nejdelší série ziskových pozi... | 2 (2 115.66)      | nejdelší série ztrátových pozi... | 14 (-1 725.49)    |
|                      | Maximálně       | nejdelší série zisků (počet)     | 2 565.80 (1)      | nejdelší série ztrát (počet)      | -1 725.49 (14)    |
|                      | Průměrný        | nejdelší série ziskových pozic   | 1                 | nejdelší série ztrátových pozic   | 3                 |