

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
EKONOMICKÁ FAKULTA

# **Efektivnost trhu a automatické obchodní systémy**

---

Disertační práce

Ing. Petr Zeman

2013

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma „Efektivnost trhů a automatické obchodní systémy“ vypracoval samostatně, na základě vlastních zjištění a s použitím odborné literatury, materiálů a dalších informačních zdrojů uvedených v disertační práci.

Dále prohlašuji, že v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své disertační práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích 31.08.2013

.....

## **Poděkování**

Touto cestou bych chtěl poděkovat školitelům doc. Ing. Milanu Jílkovi, Ph.D. a in memoriam prof. Ing. Františku Střelečkovi, CSc., Dr.h.c. za cenné rady, připomínky, metodické vedení práce, nové podněty a všestrannou podporu v průběhu zpracování této disertační práce.

## **Abstrakt**

ZEMAN, P. Efektivnost trhů a automatické obchodní systémy. České Budějovice, 2013. 105 s. Ekonomická fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí disertační práce: doc. Ing. Milan Jílek, Ph.D..

Předkládaná disertační práce se zabývá problematikou efektivního chování spotového devizového trhu. Hlavním cílem práce je ověření hypotézy efektivního trhu na hlavních měnových párech a to zejména v krátkodobém časovém horizontu.

Autor se zaměřuje na problematiku efektivního fungování devizových trhů. V této práci bylo analyzováno chování pěti hlavních spotových devizových párů – EUR/USD, GBP/USD, USD/CHF, USD/JPY a USD/CAD. Vzhledem ke zvyšujícímu nárůstu intradenních obchodů a rostoucí oblíbenosti maržových účtů mezi drobnými investory, byly spotové kurzy zkoumány především prostřednictvím rychlo-frekvenčních dat, která byla získávána za období rovné nebo kratší než 1 den. Hypotéza o efektivním chování devizových kurzů byla ověřena jak za pomoci statistických metod, tak i prostřednictvím automatických obchodních systémů, které měly za úkol posoudit ekonomický význam této teorie a vyloučit nebo potvrdit možnost dosahování nadprůměrných zisků drobnými investory na devizových trzích.

### **Klíčová slova:**

Hypotéza efektivních trhů, devizový trh, rychlo-frekvenční data, automatické obchodní systémy

## **Abstract**

Zeman, P. Market efficiency and automated trading. Czech Budejovice, 2013. 105 p. Faculty of Economics. University of South Bohemia in the České Budějovice. Supervisor of dissertation thesis: doc. Ing. Milan Jilek, Ph.D.

The dissertation thesis deals with the problem efficiency of the spot currency market. The main aim of this thesis is to verify the Efficient-market hypothesis on the major foreign exchange pairs, and especially in the short term.

The author focuses on the effective functioning of foreign exchange markets. The behaviour of the five main spot foreign exchange pairs - EUR/USD, GBP/USD, USD/CHF, USD/JPY and USD/CAD was analyzed in the thesis. Due to the increasing rise of intraday trades and growing popularity of margin accounts among retail investors, spot rates have been investigated primarily through a high-frequency data, that were collected for a period equal to or shorter than one day. The hypothesis of the effective exchange rate behaviour was verified by both using statistical methods, such as through automated trading systems, which were designed to assess the economic importance of the theory and to exclude or confirm the possibility of achieving above-average profits of retail investors on the foreign exchange markets.

### **Keywords:**

The efficient markets hypothesis, foreign exchange market, high-frequency data, automated trading systems

# Obsah

<b>Obsah</b>	<b>1</b>
<b>1 Úvod a cíl</b>	<b>3</b>
<b>2 Efektivnost trhu</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Historie teorie efektivního trhu</i>	5
2.2 <i>Předpoklady fungování efektivního trhu</i>	6
2.3 <i>Tržní rovnováha a očekávaný výnos</i>	7
2.3.1 Model spravedlivé sázky	8
2.3.2 Model martingalu	9
2.3.3 Model náhodné procházky	10
2.4 <i>Stupně efektivnosti trhu</i>	11
2.4.1 Slabá forma efektivnosti trhu	12
2.4.2 Středněsilná forma efektivnosti trhu	12
2.4.3 Silná forma efektivnosti trhu	13
2.5 <i>Důsledky platnosti teorie efektivních trhů</i>	13
2.5.1 Okamžitá reakce na nové informace	13
2.5.2 Náhodné změny v kurzech	14
2.5.3 Dlouhodobé výnosy aktiv	14
2.5.4 Selhávání obchodních strategií	15
<b>3 Kritika teorie efektivních trhů</b>	<b>16</b>
3.1 <i>Teorie behaviorálních financí</i>	16
3.1.1 Prospect theory	16
3.1.2 Disposition effect	17
3.1.3 Feedback theory	17
3.1.4 Overconfidence	18
3.2 <i>Anomálie a efektivita trhů</i>	18
3.2.1 Přehnané reakce na nové informace	18
3.2.2 Efekt reversních výnosů v dlouhém období	19
3.2.3 Equity premium puzzle	19
3.2.4 Lednový a pondělní efekt	20
3.2.5 Efekty založené na analýze finančních výkazů	21
<b>4 Forex</b>	<b>22</b>
4.1 <i>Historie devizového trhu</i>	22
4.2 <i>Spotový trh</i>	23
4.3 <i>Spotový versus termínový trh</i>	24
4.4 <i>Účastníci devizového trhu</i>	26
4.5 <i>Efektivnost devizového trhu</i>	28
<b>5 Metodika</b>	<b>32</b>
5.1 <i>Cíl</i>	32
5.2 <i>Data</i>	32
5.3 <i>Statistické testy</i>	32

5.3.1	Run test	32
5.3.2	Testy autokorelace	35
5.3.3	Test poměru rozptylů	38
5.3.4	DF a ADF test	40
5.4	<i>Testy pomocí automatických obchodních systémů</i>	42
5.4.1	Exponenciální klouzavý průměr (EMA)	46
5.4.2	Parabolic SAR	47
5.4.3	Relative strength Index (RSI)	49
5.4.4	Commodity channel index (CCI)	50
5.4.5	Vlastní strategie – Engulfing line	51
<b>6</b>	<b>Empirické výsledky</b>	<b>54</b>
6.1	<i>Statistické testy</i>	54
6.1.1	Výnosy	54
6.1.2	Run-test	56
6.1.3	Testy autokorelace	59
6.1.4	Test rozptylu	62
6.1.5	Test jednotkového kořene	64
6.2	<i>Testy za pomoci automatických obchodních systémů</i>	65
6.2.1	Klouzavé průměry	66
6.2.2	Parabolic SAR	70
6.2.3	Comodity Channel index (CCI)	72
6.2.4	Relative strength index (RSI)	74
6.2.5	Vlastní strategie Engulfing line (EL)	76
6.2.6	Statistické testy výnosností ATS	79
<b>7</b>	<b>Diskuse</b>	<b>83</b>
<b>8</b>	<b>Závěr</b>	<b>90</b>
<b>9</b>	<b>Summary</b>	<b>93</b>
	<b>Seznam použitých zkratk</b>	<b>95</b>
	<b>Seznam obrázků</b>	<b>96</b>
	<b>Seznam tabulek</b>	<b>97</b>
	<b>Literatura:</b>	<b>98</b>
	<b>Internetové odkazy</b>	<b>104</b>
	<b>Přílohy</b>	

# 1 Úvod a cíl

Pojem efektivnost je chápán v ekonomické teorii různě. Nejširším vymezením efektivnosti v ekonomii je definice Paretova optima, kde je efektivnost definována jako stav, kdy nelze zvýšit užitek jednoho subjektu, aniž by došlo ke snížení užítku u jiného subjektu. Z hlediska teorie financí je možné rozlišovat tři základní druhy efektivity – efektivitu alokační, operativní a informační. Pojem efektivnost trhu je pak chápán ve smyslu informační efektivnosti, jenž zkoumá chování kurzů finančních aktiv na finančních trzích. Hypotéza efektivního trhu (EHM – Efficient Market Hypothesis) byla v průběhu posledních několika desetiletí ověřována v mnoha vědeckých studiích. Závěry těchto prací se ovšem různí a teorie efektivního fungování finančních trhů patří mezi nejkontroverznější témata z oblasti financí. Pohybují se ceny na kapitálových trzích náhodně či nikoliv? Aktuálnost této otázky připomněly i události na finančních trzích z posledních let. Kritici teorie efektivního trhu využili současnou finanční krizi jako důkaz o neplatnosti této teorie a zdůraznili důležitou roli emocí a psychiky investora při investičním rozhodování. Tento nový pohled na chování investorů znamená odklon od teorie efektivních trhů a dává vzniknout novému směru v oblasti financí – behaviorálním financím.

Ovšem problematika efektivního fungování kapitálových trhů tedy není pouze teoretickou otázkou, ale má i praktické využití. Důsledkem efektivního fungování finančních trhů je i nepředvídatelnost pohybu kurzů finančních aktiv. Většina investorů a finančních analytiků ale věří, že jsou schopni za pomoci různých fundamentálních, technických nebo psychologických analýz dlouhodobě a systematicky překonávat trh a dosahovat vyšších výnosů než poskytuje samotný trh. Tento názor zastává i stále více drobných investorů, kteří berou své investice do vlastních rukou a obchodují na základě vlastních úvah a rozhodnutí. Tento trend se nevyhnul ani devizovému trhu. V nedávné minulosti byl devizový trh ovládaný pouze velkými bankami a institucionálními investory, ale díky rozvoji IT technologií a inovacím obchodníků s cennými papíry byl zpřístupněn široké veřejnosti. V současné době brokerské společnosti poskytují svým klientům maržové účty s mnohonásobnou finanční pákou a prostřednictvím nových finančních instrumentů (CDF certifikáty) umožnily investorům obchodovat i ve velmi krátkých časových intervalech. Vyšší zájem o obchodování na devizovém trhu současně tlačí na snižování transakčních nákladů a investoři mohou profitovat i na nepatrných cenových změnách devizového kurzu. Zkracování doby obchodu a zvyšování frekvence realizovaných obchodů jednoznačně přispívá k růstu zisku



brokerských společností, ovšem otázkou zůstává, zda-li i drobní investoři mohou profitovat na obchodování na devizových trzích.

Touto otázkou se zabývá i tato disertační práce. Hlavním motivem a cílem této práce je identifikovat možné závislosti mezi změnami devizového kurzu v různých časových intervalech a zjistit, zda-li je investor schopen využít případných závislostí k dosažení nadprůměrného zisku při využití vysokofrekvenčních dat. Jinými slovy tato práce analyzuje chování investorů a devizových kurzů na devizovém trhu a snaží se prokázat jeho případnou neefektivitu v rámci krátkých časových období.

Disertační práci lze rozdělit do dvou hlavních částí. Literární rešerše seznamuje čtenáře s problematikou teorie efektivního trhu a poskytuje její podrobný popis. Pozornost je zde věnována zejména modelům, které vysvětlují pohyby kurzů finančních aktiv a důsledkům platnosti efektivity trhu, které z této teorie plynou. Alternativní vysvětlení chování kurzů finančních aktiv nabízí behaviorální finance, kterým je věnována samostatná kapitola. Teorii efektivity trhů lze aplikovat nejen na akciové trhy, ale i na komoditní nebo devizové trhy. Tato práce je zaměřena především na analýzu devizového trhu, a proto je část literární rešerše věnována popisu tohoto trhu a jeho specifikům. Dále je zde uveden i přehled prací, které se problematikou efektivity devizového trhu zabývaly.

Druhá část disertační práce nabízí přehled statistických testů, které byly použity k testování efektivity na devizových trzích. Kromě statistických testů, které testují nahodilost kurzových změn na devizových trzích, jsou v této práci využity i obchodní automatizované systémy, za pomoci kterých je testována možnost dlouhodobého dosahování nadprůměrných zisků na finančních trzích. V závěru této disertační práce jsou zjištěné výsledky konfrontovány s výsledky již publikovaných prací.

## 2 Efektivnost trhu

### 2.1 Historie teorie efektivního trhu

Myšlenka náhodného pohybu cen na finančních trzích je již přes 100 let stará. Na počátku dvacátého století se o ní jako první zmiňuje Bachelier (1900) ve své disertační práci *Théorie de la Speculation*, kde využívá teorii Brownova pohybu k tvorbě matematického modelu vysvětlujícího pohyb cen na finančních trzích. Jeho práce však nebyla přijata odbornou veřejností a na půl století upadla v zapomnění.

Ve třicátých a čtyřicátých letech dvacátého století navazuje na Bachaliera Cowles (1933,1944), jenž se ve svých článcích *Can Stock Market Forecasters Forecast?* a *Stock market forecasting* zabýval úspěšností predikce vývoje cen na akciových trzích a dochází k závěru, že ve většině případů ani profesionální investor není schopen „překonat trh“.

Model náhodné procházky (Random walk Model) byl použit poprvé v padesátých letech, kdy Kendall, Bradford Hill (1953) publikovali svoji práci *The Analysis of Economic Time Series*, ve které zkoumal časovou závislost mezi cenovými změnami akciových titulů a komodit a prokázali nahodilost pohybu cen v čase na základě minimální korelace cen v čase.

Moderní teorie efektivnosti trhu je spojována se jmény pánů Samuelsona (1965) a Famy (1965), kteří poukázali na konzistentnost teorie náhodné procházky s hypotézou efektivních trhů. Poté Fama (1969), ve svém nejslavnějším článku *Efficient Capital Markets* zavedl, na základě dostupnosti informací, tři typy efektivního trhu a definoval efektivní trh jako „trh, kde ceny vždy odrážejí všechny dostupné informace“. Hlavní myšlenkou této definice je nahodilost toku informací přicházejících na trh, které se okamžitě projevují v cenách cenných papírů. Jinými slovy zítřejší cenové změny budou odrážet pouze zítřejší informace a budou nezávislé na dnešních cenových změnách. Jelikož informace přicházejí na trh nahodile, musí se i ceny měnit nahodile.

Po celá 70. léta je teorie efektivnosti trhů uznávána jako nezpochybnitelná teorie vysvětlující pohyb cen na akciových trzích. Ovšem 80. léta jsou provázená vysokou fluktuací kurzů a spolu s finanční krizí v roce 1987 vedou ke znovuotevření diskuse o platnosti teorie efek-

tivity trhů. Další objevy tržních neefektivit „anomálií“ zvýšily pochyby o její schopnosti vysvětlit skutečné fungování trhů a daly vzniknout novému oboru - behaviorálním financím, jež zpochybňují racionalitu investora a kladou důraz na jeho osobní dispozice a psychologickou stránku. Ačkoli příznivců behaviorálních financí stále přibývá, existuje stále dost zastánců klasické teorie efektivity, kteří považují behaviorální finance pouze za soubor pozorovaných jevů, a ne za skutečný obor financí.

## **2.2 Předpoklady fungování efektivního trhu**

Jako každý jiný ekonomický model či teorie, tak i teorie efektivních trhů se snaží pomocí ekonomického modelu abstrahovat od komplikovanosti a komplexnosti problému a pomocí řady omezení, zkoumat vzájemné vztahy mezi základními ekonomickými proměnnými.

Ačkoli řada autorů není jednotná v obsahu a počtu předpokladů, kterými je podmíněno fungování efektivního trhu, lze mezi základní podmínky zařadit racionální jednání a ziskový motiv investorů. Na základě analýzy instrumentů kapitálových trhů tyto investoři rozdělují své finanční zdroje mezi investice s maximálním očekávaným výnosem s přihlédnutím k podstupovanému riziku a pomocí arbitrážních obchodů udržují cenu instrumentů na různých trzích na stejné úrovni. Je tedy možno říci, že kapitálový trh je alokačně efektivní. Aby trh mohl být označen za efektivní, je nutné, aby splňoval i podmínku operační efektivity. Operační efektivita předpokládá absenci jakýchkoli transakčních nákladů. Toto kritérium je ovšem značně tvrdé a nesplňuje ho žádný trh na světě. Proto se lze spokojit s tvrzením, že transakční náklady (spread a brokerské poplatky) jsou stanoveny tržně, tedy obchodníci ze svých aktivit dosahují přiměřených zisků.

Důležitou roli v teorii efektivity trhu hrají také informace a jejich interpretace. Na efektivně fungujícím trhu jsou všechny informace volně dostupné všem účastníkům trhu ve stejný okamžik. To znamená, že žádný účastník na trhu nemá možnost využít neveřejných (insider) informací, k dosažení nadprůměrných zisků. Toto kritérium je opět platné pro „ideální trh“. V praxi se lze spokojit s tvrzením, že dostatečný počet investorů má přístup k těmto informacím. Dále teorie efektivních trhů předpokládá, že každý účastník trhu interpretuje nové informace stejným způsobem, což se odrazí v ceně aktiva, která se okamžitě přesně přizpůsobí nové situaci. Pro reálný trh je tato podmínka opět zmírněna. Trh

nelze považovat za neefektivní, dokud žádný investor není schopen stabilně využívat různou interpretaci dostupných informací ve svůj prospěch.

Mezi velmi důležité podmínky efektivního trhu lze zařadit i konkurenční prostředí a likviditu trhu. Likvidní trh umožňuje účastníkovi trhu přeměnit cenný papír na hotovost (a opačně), aniž by se cena výrazně lišila od promptního kurzu. Je tedy předpokládán takový počet investorů s takovou kupní silou, jež neumožňuje jednotlivci nebo skupině investorů jakkoli ovlivnit tržní ceny. To znamená, že na trhu panuje konkurenční prostředí a žádný subjekt zde nemá monopolní ani oligopolní postavení.

Na všech trzích se setkáme s různou úrovní platnosti těchto předpokladů. Pokud výše zmíněná kritéria nejsou striktně dodržena, neznamená to, že by trh nebyl efektivní, ale lze usuzovat na efektivitu trhu v nějaké její slabší formě. I sám Fama (1969) říká, že výše uvedené předpoklady nejsou zdrojem neefektivity, ale pouze jejím potenciálním zdrojem.

### 2.3 Tržní rovnováha a očekávaný výnos

Teorie efektivních trhů označuje trh za efektivní, pokud „plně odráží všechny dostupné informace“. Tato teoretická definice neumožňuje empiricky vyvrátit ani potvrdit její platnost, a proto je třeba proces formování ceny na trhu blíže specifikovat. Většina prací pracuje s pojmem rovnovážný očekávaný výnos cenného papíru, který se formuje na základě dostupného souboru informací a je ve své podstatě funkcí vlastního rizika.

$$E(r_{t+1}) = f(\sigma_{t+1}) \quad (1)$$

Model tržní rovnováhy lze tedy zapsat pouze za pomoci očekávaného výnosu, jelikož riziko je již v očekávaném výnosu implicitně obsaženo. Tržní rovnováhu tedy Fama (1969) definoval následovně:

$$E(p_{t+1} | \Phi_t) = p_t + E(r_{t+1} | \Phi_t). \quad (2)$$

Výraz  $E(p_{t+1})/\Phi$  označuje v této rovnici očekávanou cenu cenného papíru, která je rovna součtu současné ceny  $p_t$  a očekávaného výnosu  $E(r_{t+1})$ , za předpokladu znalosti souboru informací  $\Phi$  v čase  $t$ . Ať byl tedy k určení očekávaného výnosu použit jakýkoli model, vždy budou při formování ceny zohledněny všechny dostupné informace.

### 2.3.1 Model spravedlivé sázky

Jednou z podmínek efektivního trhu je platnost modelu spravedlivé sázky (fair game model). Soukupová (2003) definuje sázku jako spravedlivou, pokud očekávaný výnos je roven výchozí jisté částce. Fama (1969) pak definuje spravedlivou hru na trhu cenných papírů výrazem  $z_{t+1}$ , kde:

$$z_{t+1} = r_{t+1} - E(r_{t+1} | \Phi_t), \quad (3)$$

$z_{t+1}$  je spravedlivá hra definována rozdílem mezi skutečným budoucím výnosem cenného papíru a plánovaným výnosem, jehož odhad byl učiněn na základě informace  $\Phi$ . Aby se jednalo o spravedlivou sázku, je zřejmé, že musí platit:

$$E(z_{t+1} | \Phi_t) = 0 \quad (4)$$

Tento model je platný pouze pro jeden cenný papír. Rozšířený model spravedlivé sázky platný pro určité portfolio bude určen rovnicí:

$$(V_{t+1} | \Phi_t) = \sum_{j=1}^n a_j(\Phi_t) [r_{j,t+1} - E(r_{j,t+1} | \Phi_t)] = 0. \quad (5)$$

Výraz  $a_j(\Phi_t)$  zde představuje částky investované v čase  $t$  do cenných papírů  $j$  obsažených v portfoliu. Z rovnice vyplývá jedna důležitá skutečnost. Rozdíly mezi očekávanými výnosy, na základě informací  $\Phi_t$  a pozorovanými výnosy všech cenných papírů obsažených v portfoliu budou nulové a tedy i nadměrný výnos portfolia skupiny cenných papírů, dosaženého za použití určité množiny informací je nulový a tudíž, za předpokladu platnosti modelu spravedlivé sázky, nelze sestrojít obchodní systém založený na informaci obsažené v množině informací  $\Phi_t$ , jehož očekávaný výnos by byl vyšší než rovnovážný očekávaný výnos.

### 2.3.2 Model martingalu

Martingalový model<sup>1</sup> byl vyvinut Samuelsonem (1965) jako alternativa k modelu náhodné procházky. Ve své podstatě jde pouze o konstatování, že v ceně cenného papíru  $p$  v čase  $t$  se již odráží odhad budoucí ceny  $p_{t+1}$ , jenž byl učiněn na základě množiny informací  $\Phi$ , které byly dostupné v čase  $t$ .

$$E(p_{t+1} | \Phi_t) = p_t \quad (6)$$

Řečeno jinými slovy současná cena  $p_t$  je nejlepším odhadem ceny budoucí  $p_{t+1}$ , která byla odvozena na základě dostupných informací. Za předpokladu platnosti tohoto modelu by tedy neexistoval rozdíl mezi očekávanou a současnou cenou podkladového aktiva. Očekávaná změna ceny daného aktiva predikovaná na základě historických cen je nulová, z čehož plyne, že růst ceny je stejně pravděpodobný jako její pokles.

$$E(p_{j,t+1} | \Phi_t) - p_{j,t} = 0 \quad (7)$$

Ovšem pokud by tento model byl platný, investor by neměl důvod nakupovat a držet riziková aktiva, za která by v tomto případě neobdržel dodatečný zisk. Proto byl Fama (1969) vyvinut model tzv. submartingalu, který bere v úvahu i rizikovou přírážku:

$$E(p_{j,t+1} | \Phi_t) \geq p_{j,t} \quad (8)$$

a říká, že očekávaná cena podkladového aktiva na základě souboru informací  $\Phi$  v čase  $t$  je stejná nebo vyšší než cena současná a tedy i očekávaný výnos je roven nebo je větší než nula.

$$E(r_{j,t+1} | \Phi_t) \geq 0 \quad (9)$$

Pomocí modelu submartingalu je možno testovat slabou formu efektivitu trhu za pomoci filtrových testů a jiných testů založených na různých obchodních pravidlech. Pokud je model submartingalu platný, nelze na rostoucím trhu vytvořit automatický obchodní systém řídicí se předem stanovenými pravidly (tedy takový, který založen na množině informací  $\Phi_t$ ), jenž by prostřednictvím nákupů cenných papírů, jejich prodejů na krátko, nebo jen

---

<sup>1</sup> Francouzské slovo martingale je odvozeno od jména francouzského města Martigues. Zdejší obyvatelé se proslavili vynálezem sázkové strategie, která, při pravděpodobnosti výhry a prohry 50:50, využívá k zajištění výhry zdvojnásobování prohraných částek.

pouhou držbou hotovosti dosáhl vyšších výnosů než strategie „kup a drž“. V případě, kdy se trh propadá a očekávaný výnos je záporný, lze překonat trh i pouhou držbou peněz, která zaručuje vyšší výnos, než který byl poskytnut trhem.

Otázkou martingalu se ve svých pracích zabýval i Stephen LeRoy (1989), který rozšířil model martingalu a definoval současnou cenu aktiva v martingalu jako kumulativní součet očekávané ceny a budoucích efektů z dividend (tzn. dividendy samotné i částky vyplývající z jejich reinvestice), které jsou diskontovány k současnosti.

$$p_t = (1 + \rho)^{-1} E(p_{t+1} + d_{t+1} | \Phi_t) \quad (10)$$

Současná cena  $p_t$  je určena budoucí cenou  $p_{t+1}$  a očekávanou dividendou  $d_{t+1}$ , při znalosti určité množiny informací  $\Phi_t$ , které jsou diskontovány k počátku diskontní sazbou  $\rho$ . Tento model konkretizuje model submartingalu, kdy je za pomoci dividend přesně definována výše rozdílu mezi současnou a očekávanou cenou aktiva.

### 2.3.3 Model náhodné procházky

Model náhodné procházky (Random Walk Model) navazuje na předchozí dva uvedené modely. Hlavní myšlenkou tohoto modelu je náhodnost v cenových změnách cenného papíru. Ceny na trzích se mění nahodile, rostou a klesají, aniž by byly ovlivněny historickými cenami. Náhodnou procházku v jejím základním tvaru lze zapsat rovnicí.

$$p_t = p_{t-1} + \varepsilon_t \quad \varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2) \quad (11)$$

Rovnice (11) říká, že současná cena  $p_t$  je součtem ceny minulé  $p_{t-1}$  a změny ceny cenného papíru  $\varepsilon_t$ . Za náhodnou procházku lze tuto rovnici označit v případě, kdy cenové změny  $\varepsilon_t$  jsou stochastickým procesem. Jinými slovy řečeno reziduum  $\varepsilon_t$  splňuje podmínky bílého šumu (white noise). Výnosy tedy musí pocházet z identického pravděpodobnostního rozdělení (IID), jejichž střední hodnota je rovna nule, rozptyl je konstantní v čase a jednotlivé cenové změny za určité časové období jsou nezávislé.

$$E(\varepsilon_t) = 0 \quad (12)$$

$$\text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma^2 \quad (13)$$

$$\text{Cor}(\varepsilon_t; \varepsilon_{t-k}) = 0 \text{ kde } k=1,2,K \quad (14)$$

Pokud první diference cenových změn splňují výše uvedené podmínky, mluvíme o náhodné procházce typu RW1. Ovšem proces bílého šumu obsahuje příliš restriktivních podmínek, které neodpovídají realitě. Proto bylo upuštěno od předpokladů stejného rozdělení s konstantní střední hodnotou a konstantním rozptylem a byl zachován pouze předpoklad nezávislosti cenových diferencí v nepřekrývajících se časových intervalech, což odpovídá modelu náhodné procházky RW2. Náhodná procházka RW2 umožňuje vytvářet modely mnohem obecnějších procesů tvorby ceny podkladového aktiva, kde mění se střední hodnota ani heteroskedasticita časové řady není překážkou.

Ještě širší pojetí náhodné procházky definuje model náhodné procházky RW3. Připouští, že cenové diference nemusí být na sobě vzájemně nezávislé, jedinou podmínkou je zde jejich nekorelovanost. Model náhodné procházky RW3 nepřipouští pouze lineární závislost, přičemž ostatní formy závislosti např. závislost druhých mocnin cenových změn jsou akceptovatelné.

## 2.4 Stupně efektivnosti trhu

Skutečné chování finančních trhů se výrazně odlišuje od ideálu efektivního trhu popsaného v kapitole 2.2. Investoři musí platit za služby brokerů, lze polemizovat o racionalitě chování investorů, ceny se nepřizpůsobují okamžitě novým skutečnostem a ani informace nejsou dostupné všem účastníkům trhu ve stejné kvalitě. A právě na základě informací, které mají účastníci trhu k dispozici, byly Famou (1969) stanoveny různé skupiny informací, na jejichž základě byly odvozeny různé stupně efektivnosti trhů. První skupinu tvoří všechny historické informace, zahrnuté již v ceně aktiva  $\Phi^{WE}$ , do druhé lze zařadit informace historické a současné, veřejně dostupné informace  $\Phi^{SSE}$  a v poslední množině jsou zahrnuty veškeré informace – veřejné i ty neveřejné  $\Phi^{SE}$ . Lze tedy tvrdit, že historické informace jsou podmnožinou historických a současných veřejně dostupných informací, které jsou zase podmnožinou veškerých informací na trhu (veřejných i neveřejných).



$$\Phi^{WE} \subset \Phi^{SSE} \subset \Phi^{SE} \quad (15)$$

### 2.4.1 Slabá forma efektivnosti trhu

Slabá forma efektivnosti trhu se opírá o tvrzení, že informace, které postupně přicházejí na trh, formovaly cenu aktiva až do současné podoby. Jinými slovy aktuální kurz cenného papíru (ale i komodity či měny) plně odráží veškeré historické informace.

$$E(p_{t+1} | \Phi^{WE}) = p_t \quad (16)$$

Tyto historické informace již proto nelze použít pro predikci budoucího vývoje kurzu finančního aktiva a dosáhnout tak vyšších výnosů než strategie „kup a drž“. Takto definovaná efektivnost nám nabízí zhruba dva základní postupy jak ji testovat. Pokud je trh efektivní, nebude zde existovat „výrazná“ závislost mezi jednotlivými výnosy v daných časových intervalech a zároveň nelze sestavit úspěšnou obchodní strategii fungující na předem stanovených pravidlech. Druhá podmínka tedy vylučuje použití technické analýzy, která předpokládá existenci různých formací a trendů, které se v čase opakují. V podmínkách slabé formy efektivního trhu může nadprůměrný výnos přinést pouze fundamentální analýza, jež pracuje navíc se současnými a veřejně dostupnými informacemi nebo psychologická analýza, která vychází z odhadu budoucího chování investorů.

### 2.4.2 Středněsilná forma efektivnosti trhu

Středněsilná nebo také polosilná forma efektivnosti trhu znamená, že v aktuálním kurzu jsou již obsažena nejen veškerá historická data, ale i všechny aktuální veřejné informace.

$$E(p_{t+1} | \Phi^{SSE}) = p_t \quad (17)$$

Dle této teorie je jakákoliv nově zveřejněná informace velmi rychle promítnuta do cen akcií. Investor není soustavně schopen dostatečně rychle reagovat na nové informace a dosahovat tak vyšších výnosů. Pokud by finanční trhy vykazovaly středně silnou efektivitu trhu, pak by nebylo možné na trhu nalézt špatně oceněný cenný papír. Podstatně by tedy klesla hodnota nejen technické analýzy, ale i teorie vnitřní hodnoty, která tvoří základ fundamentální analýzy.

Jelikož data, která jsou k dispozici, jsou data historická, je testovatelnost polosilné efektivnosti trhu náročnější. Většinou se jedná o metody, které analyzují historické kurzy cenného

papíru v době, kdy byla zveřejněna důležitá informace (výroční zpráva, zpráva o hospodářském výsledku, fúze atd.), jež mohla mít za následek pohyb kurzu. Dalším způsobem ověření středně silné efektivity je zkoumání závislosti mezi kurzem aktiva a některým makroekonomickým ukazatelem, případně zda-li existuje možnost zvýšit pravděpodobnost správného odhadu kurzu aktiva za pomoci analýzy makroekonomických ukazatelů.

### 2.4.3 Silná forma efektivity trhu

Tato forma tržní efektivity znamená, že kurz obsahuje již všechny známé kurzotvorné informace a to jak ty veřejně dostupné, tak i ty veřejně nedostupné (inside information). Znamená to tedy, že trhy reagují tak rychle, že ani vlastníci neveřejných informací (insiders) nemohou realizovat nadprůměrné zisky. Z pohledu investora je v tomto případě nejlepší variantou pasivní strategie, jelikož snaha o získávání dalších informací zvyšuje pouze náklady a nepřináší kýžený výsledek nadprůměrného výnosu.

$$E(p_{t+1} | \Phi^{SE}) = p_t \quad (18)$$

Zkoumání vlivu neveřejných informací na formování cen na kapitálovém trhu je dosti problematické a většina autorů považuje tuto formu efektivity trhu za netestovatelnou. Všeobecně se má za to, že pokud je zamítnuta hypotéza o středněsilné efektivity trhu, je možno zamítnout i hypotézu o silné efektivity.

## 2.5 Důsledky platnosti teorie efektivních trhů

### 2.5.1 Okamžitá reakce na nové informace

Kapitálový trh lze považovat za efektivní, pokud se cena podkladového aktiva rychle a přesně přizpůsobí nové situaci na trhu a nová informace bude rychle zpracována trhem, což se projeví ve stanovení nové rovnovážné ceny. Na likvidních trzích se cena podkladového aktiva dokáže přizpůsobit v řádu několika hodin, popřípadě minut. Pod pojmem přesné přizpůsobení ceny se rozumí stav, kdy nedochází ke korekcím nově stanovené ceny a neexistuje zde možnost profitovat na základě zjištěné nerovnosti mezi skutečnou  $p_t$  a očekávanou cenou  $E(p_{t+1} | \Phi_t)$ . Pokud by totiž skutečná cena byla nižší než cena očekávaná  $p_t < E(p_{t+1} | \Phi_t)$ , lze očekávat další růst ceny a informovaní jedinci mohou na tomto vývoji profitovat. Opakem této opožděné reakce je reakce nepřiměřená, kdy dochází k tzv. „přestřelení“ rovnovážné ceny, kdy  $p_t > E(p_{t+1} | \Phi_t)$  a vzniká zde možnost spekulace na pokles

cenného papíru nebo jiného finančního aktiva. Ani jedna z těchto reakcí se neslučuje s definicí efektivního trhu.

### **2.5.2 Náhodné změny v kurzech**

Náhodnost ve změnách cen finančních aktiv na kapitálových trzích je dána nahodilostí informací, na jejichž základě se cena podkladového aktiva mění. Pokud informace přicházejí nahodile a jsou okamžitě a přesně promítány do cen aktiv, pak i tyto cenové změny nevykazují žádnou závislost. Podmínkou je ovšem skutečnost, že informace přicházející na trh je nová a neočekávaná a tudíž ji nelze předem predikovat. Informace, kterou by bylo možno předpovědět předem, by již při svém oficiálním zveřejnění neměla na pohyb kurzů žádný vliv, protože by již byla kurzem finančního aktiva absorbována.

### **2.5.3 Dlouhodobé výnosy aktiv**

Pokud cenové změny cenného papíru nebo jiného aktiva obchodovaném na kapitálovém trhu jsou náhodné, pak je vyloučeno dlouhodobé dosahování nadprůměrných výnosů, jelikož není v silách investora, dlouhodobě správně předvídat pohyby kurzu. Krátkodobé nadprůměrné výnosy jsou kompenzovány krátkodobými ztrátami tak, že výsledná výnosnost investora se blíží výnosnosti trhu. Průměrný výnos je odměnou investorovi za podstoupené riziko a vzdání se likvidity.

Tento důsledek teorie efektivního trhu bývá často používán odpůrci této teorie. Je totiž nepopiratelný fakt, že na trhu existují investoři jako W. Buffet nebo G. Soros, kteří dlouhodobě trh překonávají. Ovšem pokud se na tento problém podíváme s nadhledem, je možno tvrdit, že na trhu bude vždy existovat malá skupinka investorů, kteří budou činit pouze šťastná rozhodnutí a dosahovat nadprůměrných zisků, tak jako i skupinka těch, kteří kvůli svým špatným rozhodnutím přišli o vše, včetně svého života (A. Merckle<sup>2</sup>, D. Kellermann<sup>3</sup>). Jinými slovy šance individuálního investora překonat trh je mizivá, ale pravděpodobnost, že někdo dosáhne nadprůměrného výnosu, roste, s každým dalším investorem, který se o to pokusí.

---

<sup>2</sup> A. Merckle – Německý podnikatel (94. nejbohatší člověk planety v r. 2008 dle časopisu Forbes), 5.1.2009 spáchal sebevraždu po nevydařené spekulaci na pokles cen akcií společnosti Volkswagen.

<sup>3</sup> D. Kellermann – finanční ředitel hypoteční agentury Freddie Mac, 22.4.2009 spáchal sebevraždu v důsledku „neuspokojivých“ finančních výsledků hypoteční agentury Freddie Mac.

## 2.5.4 Selhávání obchodních strategií

Základním stavebním kamenem teorie efektivního trhu je nahodilost informací, které přicházejí na trh a každá nová informace je ihned zpracována trhem a zahrnuta do ceny cenového papíru. Ceny se mění nahodile a skokově bez zbytečné časové prodlevy a neexistuje zde žádný časový prostor pro dodatečnou analýzu dopadu informace na cenu. Takovéto analýzy jsou již v daném okamžiku zbytečné. Tedy jakákoli strategie založená na analýze kapitálových trhu, ať už jde o fundamentální, technickou či psychologickou, nepřináší na efektivním trhu kýžený efekt nadprůměrného zisku.

Výše uvedené důsledky efektivně fungujícího trhu jsou využívány v mnoha studiích pro ověřování hypotézy efektivního trhu. Jako nejlépe testovatelný se jeví druhý a čtvrtý důsledek. Nahodilost cenových změn lze zkoumat pomocí různých statistických testů, jako jsou např. run testy, testy autokorelace nebo složitější deterministické případně stochastické modely. K ověření možnosti dosažení dlouhodobých nadprůměrných výnosů lze použít různé obchodní strategie, které jsou srovnávány s výnosem celého trhu. Pokud obchodní strategie poskytuje po započtení nákladů vyšší výnos než trh, nelze označit trh jako efektivní.

### **3 Kritika teorie efektivních trhů**

Teorie efektivnosti trhů byla považována za pilíř neoklasického přístupu ve světě financí téměř po dobu 40 let. V době své největší slávy v 70. a 80. letech minulého století, mnohé publikované práce a empirické výzkumy přinášely nové a nové důkazy o platnosti této teorie a posilovaly tak její pozici mezi členy akademické obce. Myšlenka, že trhy odráží všechny dostupné informace, ovlivnila také investory. Např. závěr, že nelze dlouhodobě překonávat trh, vedl například k popularizaci strategie „buy and hold“ a k rozšíření pasivně řízených fondů.

Ovšem v průběhu 80. a začátkem 90. let se začaly objevovat práce zabývající se analýzou chování cen cenných papírů, které poukázaly na jevy, jež není možné vysvětlit za pomoci neoklasických modelů a stály tak u zrodu nového směru ve finanční teorii – behaviorálních financí.

#### **3.1 Teorie behaviorálních financí**

Behaviorální finance pohlíží na obor financí z lidské perspektivy. Za pomoci oborů jako psychologie a sociologie se snaží vysvětlit a pochopit chování investorů, včetně psychologických a emočních aspektů, které ovlivňují způsob jejich rozhodování viz Ricciardi, Simon (2000).

Podle tohoto teoretického směru nejsou cenové změny náhodné, ale závisí na způsobu rozhodování a chování investorů, kteří se nechovají vždy racionálně a mohou na nové příchozí informace reagovat nepřiměřeně. Zdrojem takovéto iracionality jsou emoce a psychologické sklony člověka.

Případů iracionálního chování je velké množství. Zde budou prezentovány nejznámější koncepty týkající se teorie efektivního trhu.

##### **3.1.1 Prospect theory**

Prospect Theory se snaží popsat a vysvětlit proces rozhodování člověka v podmínkách nejistoty. Její objevitelé Kahneman, Tversky (1979) tvrdí, že investoři jsou nejen rizikově averzní, ale i ztrátově averzní. Jinými slovy přírůstek užítka plynoucí z určité výše zisku je daleko menší, než je pokles užítka v důsledku stejně vysoké ztráty. Toto tvrzení je v rozporu s klasickým modelem spravedlivé sázky (fair game model), která definuje

rovnovážný stav v případě, kdy je absolutní hodnota změny užítka, plynoucí ze stejné výše zisku nebo ztráty, stejná. Jinak řečeno, ve skutečnosti užitek ze ztrát klesá daleko rychleji, než roste užitek z dosažených zisků.

Za pomoci této teorie lze např. zodpovědět otázku, proč dlouhodobý průměrný výnos akcií je daleko vyšší než dlouhodobý průměrný výnos vládních dluhopisů (equity premium puzzle), jenž neodpovídá rizikové přirážce.

### **3.1.2 Disposition effect**

Tento efekt poprvé popsali Shefrin a Statman (1985). Autoři tvrdí, že investor má sklon prodávat cenné papíry, jejichž cena roste a naopak držet ty, jejichž cena klesá. Lidé vztahují hodnoty svých ztrát a zisků k určitému počátečnímu bodu (počáteční nákupní ceně). Mají tendenci podstupovat riziko, pokud čelí ztrátě a vyvarovat se mu v případě očekávaného zisku. To znamená, že vystupují z pozic, které rostou a drží ztrátové pozice za každou cenu a to i v případě, že na trhu existuje jiná investiční příležitost s vyšším očekávaným výnosem. Tento efekt se projevuje zvýšením obchodovaných objemů v době růstu a jeho snížením v dobách poklesu.

### **3.1.3 Feedback theory**

Patří mezi jednu z nejstarších teorií týkající se chování investorů na finančních trzích, která popisuje vznik spekulativních bublin viz Schiller (2003). Tato teorie tvrdí, že spekulativní nárůst cen umožní profitovat vybraným investorům, jejichž úspěch upoutá pozornost široké veřejnosti a způsobené nadšení vede ke zvýšení očekávání ohledně budoucích výnosů a růstu cen. Vyšší očekávané výnosy přilákají nové investory, což se projeví ve vyšší poptávce po cenných papírech a dochází tak k dalšímu nárůstu cen. Pokud nedojde k přerušení zpětné vazby, může se tento cyklus mnohokrát opakovat. Tato smyčka má za následek vznik spekulativních bublin, kdy se vidina vysokých budoucích výnosů projevuje v růstu současných cen. Vysoké ceny jsou dlouhodobě neúnosné, investoři přehodnotí svá očekávání a dojde k „prasknutí“ cenové bubliny a pádu cen. Ten samý princip může vést ke vzniku negativních bublin. Pokles současných cen, za podpory davového pesimismu, tlačí na snižování budoucích cen, až do doby, kdy ceny dosáhnou neudržitelně nízkého minima.

### **3.1.4 Overconfidence**

Na rozdíl od klasického modelu zastánci behaviorálních financí tvrdí, že investoři ve skutečnosti mají tendenci chovat se iracionálně. Jedním z projevů iracionality je přehnaná sebedůvěra. Jedinec se domnívá, že je schopen dělat lepší rozhodnutí, než průměrná populace, není schopen racionálně posoudit, do jaké míry má vzniklou situaci pod kontrolou a podceňuje roli náhody (Illusion of kontrol) a jeho očekávání budoucích událostí jsou příliš optimistická. Nerealistická očekávání mají za následek podcenění informací, které jsou v rozporu s investorovým názorem a přeceňování informací, které jsou v souladu s ním.

Přehnaná sebedůvěra vede v konečném důsledku ke zvyšování objemů obchodů na finančních trzích. Dle Barbera a Odeana (2000) takovéto chování je možné pozorovat zejména u malých investorů, jejichž bohatství je ohroženo nejen v důsledku zvýšených transakčních nákladů, ale také nevýhodnými obchody, kdy nakupované akcie svojí výkonností často nepřekonají akcie prodávané.

## **3.2 Anomálie a efektivita trhů**

Anomáliemi jsou myšleny úkazy, které se na finančních trzích opakovaně vyskytují, nelze je vysvětlit pomocí teorie efektivního trhu a mohou investorům dopomoci k nadprůměrným ziskům. Tato situace je v přímém rozporu s teorií o efektivním trhu. Mezi nejčastěji zmiňované anomálie lze řadit tyto situace.

### **3.2.1 Přehnané reakce na nové informace**

Hypotéza efektivního trhu předpokládá, že časová řada cen finančního aktiva je náhodná, nemá paměť a její budoucí vývoj není ovlivněn minulými cenovými změnami. Ovšem některé empirické studie ukazují, že cenové změny v krátkodobém horizontu nejsou náhodné a vykazují určitý stupeň korelace např. Lo, MacKinlay (1988). Zastánci behaviorálních financí zastávají názor, že tato korelace je dána iracionálním chováním účastníků trhů (viz feedback teory), kteří mají tendenci přeceňovat nové informace přicházející na trh. Krátkodobá korelace výnosů cenných papírů a jiných finančních aktiv má za následek jednosměrný pohyb ceny aktiva, který lze využít dosažení nadprůměrných zisků. Na obranu hypotézy efektivního trhu Malkiel uvádí (2003), že je třeba rozlišovat mezi statistickou a ekonomickou závislostí. Statistické závislosti způsobující setrvačnost v časových řadách

vykazují nízké hodnoty a za přítomnosti transakčních nákladů neumožňují dosahování nadprůměrných zisků.

### **3.2.2 Efekt reversních výnosů v dlouhém období**

V krátkém období několika dní a týdnů byla prokázána pozitivní korelace mezi výnosy. V dlouhodobém časovém horizontu, v řádu několika let, byla naopak objevena negativní korelovanost mezi výnosy akcií např. Poterba, Summers (1988). Jinými slovy akcie, u kterých byly v minulosti pozorovány nízké výnosy, vykazovaly v následujícím období vyšší míru zhodnocení, kterou nebylo možno vysvětlit ani za pomoci modelu CAPM a ani prostřednictvím rizikové přirážky. Tato tržní neefektivnost je ve světě behaviorálních financí vysvětlována efektem zpětné vazby (feedback effect) nebo také dispozičním efektem (disposition effect).

Ovšem testování efektivity trhu založené na modelu CAPM není podle obhájců teorie efektivitě přípustné a poukazují na problém tzv. duální hypotézy. Při těchto testech není zcela jasné, zdali byla vyvrácena hypotéza o efektivitě trhu nebo zdali byla popřena funkčnost modelu CAPM. Dále z těchto testů plyne pouze skutečnost, že současný růst (pokles) cen a tedy výnosů akcií je vyšší (nižší) než tomu bylo v minulém období. Již není nic řečeno o skutečnosti, zda jsou tyto výnosy vyšší než je tomu u strategie „kup a drž“. Pokud by tomu tak nebylo, nelze zamítnout hypotézu o efektivním trhu. Dlouhodobé trendy, které jsou v behaviorálních financích vysvětlovány jako důsledek iracionálního chování investorů, lze také částečně vysvětlit za pomoci pohybu úrokových měr. Zdá se být logické, že pokud úrokové sazby budou růst, poroste i očekávaný výnos, což se projeví v poklesu cen dluhopisů, potažmo akcií a naopak.

### **3.2.3 Equity premium puzzle**

Pod tímto názvem se skrývá jev, kdy výnosnost poskytovaná akcemi značně převyšuje výnosnost bezrizikových cenných papírů (pokladničních poukázek). Při takto nezvykle vysoké rizikové prémii by investoři, dle standardních ekonomických modelů, měli nepravděpodobnou averzi k riziku. Mehra, Prescott (1985) ve své práci uvádějí, že se v USA během minulého století reálná výnosová míra pohybovala okolo 7,9 % p.a., zatímco u pokladničních poukázek činila pouze 1,0 % p.a. Akciová premie tedy činila 6,9 % p.a. Autoři



dále docházejí k závěru, že i při očištění výnosnosti o rizikovou přírážku, zde zůstává 1 % p.a. výnosnost převyšující výnosnost pokladničních poukázek.

Příčiny vzniku této anomálie nebyly dosud řádně vysvětleny ani autory z řad behaviorálních financí ani klasických financí. Malkiel (2003) pouze nabádá k opatrnosti při rozlišování výnosů ex-post a ex-ante. V tomto případě by vyšší skutečné výnosy mohly být výsledkem nečekaných zisků, které investoři ve svých očekáváním nebrali v úvahu.

### **3.2.4 Lednový a pondělní efekt**

Mnoho vědců prokázalo přítomnost vyššího výnosu v určité časové periodě. Nejznámějšími jsou v tomto směru pondělní a lednový efekt. Lednový efekt byl pozorován v prvních dvou týdnech nového roku s tím, že nadprůměrné výnosy dosahované v tomto období se týkají především firem s nižší tržní kapitalizací viz Ritter (1988). Tento efekt je vysvětlován výprodejem ztrátových pozic ke konci roku malými investory, kteří se tak snaží za pomoci ztrát z kapitálové činnosti snižovat svůj základ daně z příjmů. Takto získané finanční prostředky jsou obratem reinvestovány začátkem nového roku, což způsobuje abnormální růst výnosů. Statisticky významný rozdíl mezi pozorovanými pátečními a pondělními výnosy (rozdíl mezi páteční uzavírací cenou a pondělní uzavírací cenou) byl nazván jako pondělní efekt. Názory na vznik této anomálie se různí - viz např. Cho, Linton a Whang (2007). Někteří autoři tvrdí, že výrazně nižší pondělní výnosy jsou ovlivňovány především očekávanými zprávami, které jsou zveřejňovány ve velké míře od úterý do čtvrtka. Investoři tedy z obavy před špatnými informacemi odkládají své nákupy na pátek, což zapříčiňuje páteční růst cen. Další možné vysvětlení lze hledat v očekávaných výnosech, které jsou v pátek vyšší než v pondělí, jelikož se vztahují k třídní časové periodě. Posledním způsobem jak lze pondělní efekt vysvětlit je páteční uzavírání krátkých pozic. Jelikož investoři nemohou tyto obchody během víkendu nikterak ovlivnit a nejsou ochotni podstoupit možné riziko nenadálých víkendových informací, ukončují raději své pozice v pátek a znovu je otevírají až v pondělí.

I tyto dva efekty jsou terčem kritiky ze strany obhájců teorie efektivity trhů. Logickým argumentem vyvracejícím existenci těchto anomálií je samovolná destrukce těchto jevů. Pokud by se investoři snažili profitovat např. na lednovém efektu, jenž by měl jasný časový rámeček a byl znám všem investorům, nakupovali by všichni akcie 31. prosince

a prodávali 14. ledna. Toto chování by koncem prosince vedlo k rapidnímu zvýšení cen a 14. ledna k poklesu cen, což by pro některé investory znamenalo nevýhodnost celé transakce. Proto by někteří nakupovali již o den dříve za mírně vyšší ceny a prodávali také o den dříve za nižší než maximální ceny, které by obdrželi 14. ledna. Tento postup by se opakoval až do doby, kdy by nebylo možno dosahovat nadprůměrných výnosů a lednový efekt by tak zcela vymizel, případně by byl časově nestabilní. Navíc některé dřívější práce, dokazující existenci těchto jevů, jsou zpochybňovány z důvodu účelného výběru zdrojových dat, které mohly zapříčinit zkreslení výsledků výzkumu (tzv. data snooping) viz. Lo, MacKinlay (1990). Zejména v poslední době se objevují práce, které tyto anomálie považují za statisticky neprůkazné viz. Sullivan, Timmermann a White (2001).

### **3.2.5 Efekty založené na analýze finančních výkazů**

Asi nejvíce publikovaných studií se zabývá zkoumáním nadprůměrných výnosů finančních aktiv v souvislosti s velikostí podniku a vybranými finančními ukazateli (P/E ratio, P/BV ratio, dividendový výnos). Většina prací např. Ball (1978), nebo Basu (1977) se shoduje na existenci vyšší výnosové míry, které je možné dosáhnout investicí do portfolia, kde hlavním kritériem výběru cenných papírů jsou právě tyto ukazatele. Tyto závěry jsou konzistentní s behaviorálním pohledem na investory, kteří mají tendenci přeceňovat svoje schopnosti při vyhledání vysoce ziskových příležitostí (Overconfidence).

Nadprůměrný zisk dosahovaný za pomoci výše popsané strategie nelze vysvětlit ani za pomoci modelu CAPM. Ovšem tato skutečnost nemusí nutně znamenat neefektivitu trhu. Fama a French (2004) konstatují, že model CAPM nezahrnuje všechny druhy rizik spojených s cenným papírem a proto tento model rozšířili o další rizikové faktory – velikost společnosti a P/BV ratio. Takto upravený model je schopen daleko lépe vysvětlit nadprůměrné zisky. Dalším argumentem ve prospěch efektivity trhu je již zmiňované zkreslování získávaných dat. Z databází mohly být vybrány pouze společnosti, které existovaly po celou dobu zkoumaného období a vynechány podniky, které přešly do likvidace, popř. ty které byly založeny až v průběhu sledovaného období, což by podstatně zvýšilo rizika spojená s takovou investicí. Je třeba také rozlišovat mezi statistickou a ekonomickou průkazností. I v případě, že by byla přítomnost anomálie statisticky prokázána, nešlo by jí v praxi kvůli vyšším transakčním a informačním nákladům využít k dosažení abnormálního zisku.

## 4 Forex

Zkratka FOREX je používána pro označení mezinárodního devizového trhu (Foreign exchange market) a slouží ke směně finančních prostředků denominovaných v různých měnách. FOREX je trh, typický svojí vysokou likviditou. Dle údajů BIS (Bank for international settlement) dosahoval v dubnu roku 2010 průměrný denní obrat 3981 miliard USD <sup>4</sup>, což je hodnota, kterou nedosahuje žádný jiný trh na světě. Tento trh je značně hluboký, což má za následek nízkou kolísavost kurzů a pohyb většiny kurzů se nemění více než o 1 % denně.

### 4.1 Historie devizového trhu

Historie devizového trhu sahá až do roku 1875, kdy byl vytvořen systém zlatého standardu. Do tohoto roku bylo používáno jako platidlo v mezinárodním obchodu zlato a stříbro. Prostřednictvím zlatého standardu se vláda zaručovala, že bude kdykoliv schopná směnit měnu za předem určené množství zlata a naopak, což vedlo vlády k držení velkých zásob zlata pro případ nutnosti směny zlata za měnu. Koncem devatenáctého století všechny ekonomicky vyspělé země definovaly hodnotu domácí měny vůči unci zlata. Tento krok umožnil stanovit první směnné kurzy, jenž byly určeny přepočtem obou měn k jedné unci zlata.

Tento finanční systém vydržel až do druhé světové války, kdy velké válečné výdaje nutily evropské vlády k novým emisím peněz, které nebyly kryty zlatem. V roce 1944 se sešli zástupci spojených národů v Bretton Woods v New Hampshire, aby jednali o novém peněžním systému, který by nahradil zlatý standard. Z jednání vzešla tzv. Brettonwoodská dohoda, kterou podepsali i zástupci Československa. Tato dohoda stanovila americký dolar jako celosvětovou rezervní měnu, od které se odvíjely devizové kurzy ostatních zemí. Současně USA garantovalo směnný kurz 35 dolaru za trojskou unci. Brettonwoodská dohoda umožnila také vznik Stabilizačního fondu, Mezinárodní banky pro obnovu a rozvoj a byla zde uzavřena Všeobecná dohoda o clech a obchodu (GATT).

Konverze dolaru za zlato nebyla vymahatelná jednotlivcem, ale pouze ostatními centrálními bankami, kdy americká centrální banka (FED) byla povinna směnit dodané dolary za odpovídající množství zlata. Tento systém fungoval až do roku 1971, kdy došlo

---

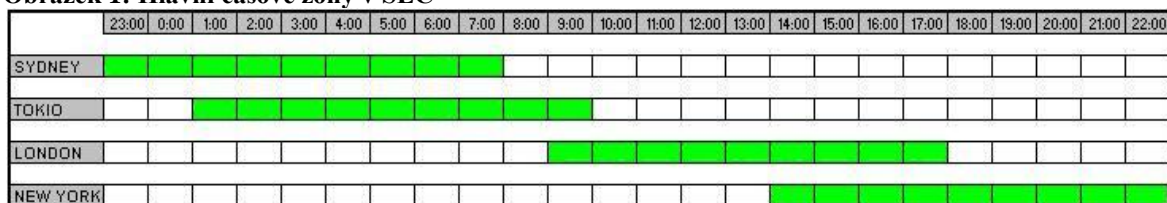
<sup>4</sup> <http://www.bis.org/publ/rpfxf10t.htm>

k vyčerpání amerických zlatých rezerv a tehdejší prezident USA Richard Nixon odmítl požadavek Francie a Velké Británie na směnu amerických dolarů za zlato, což znamenalo konec Bretonwoodského systému. Tento rok znamená konec zlatého standardu a oficiálně je akceptován systém plovoucích devizových kurzů. Ovšem centrální banky jednotlivých zemí si vyhrazují právo intervence na devizových trzích. V těchto případech se nejedná o čistý floating, ale podle způsobu intervence lze rozlišovat řízený floating nebo režim kurzových pásem.

## 4.2 Spotový trh

Devizový trh lze rozdělit podle data vypořádání obchodu na dvě části – trh spotový a trh termínový. Spotovým trhem se rozumí trh, kde jsou kurzy jednotlivých měn odvozovány od aktuální nabídky a poptávky a vypořádání obchodu se děje bezprostředně po jeho uzavření<sup>5</sup>. Spotový devizový trh není lokálním trhem, ale jde o mezinárodní síť bank a finančních zprostředkovatelů, kteří mezi sebou komunikují prostřednictvím telefonních linek a počítačových sítí. Tento způsob propojení všech účastníků trhu umožňuje konečnému uživateli obchodovat kdykoliv během pracovního dne. Kontinuální obchodování je zajištěno jinými obchodními časy různých světových finančních center (Sydney, Tokio, Hong Kong, New York, Londýn, Frankfurt, atd.). Některé časové zóny jsou uvedeny na obr. 1. Obchodní seance není tedy nikterak časově omezena, jak tomu je u klasických burz a obchodník nemusí čekat do dalšího dne na provedení obchodu.

Obrázek 1: Hlavní časové zóny v SEČ



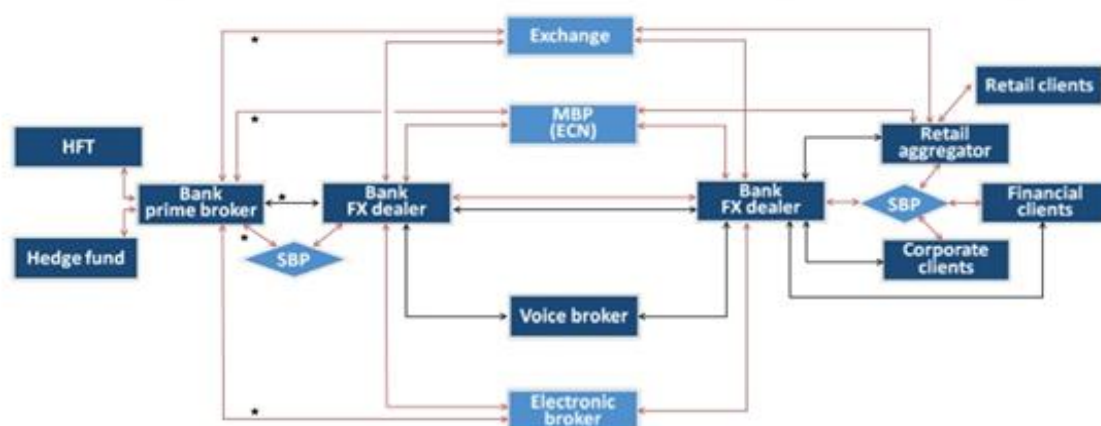
Zdroj: [www.fxstreet.cz](http://www.fxstreet.cz) (2012)

V minulosti byl devizový trh pouze trhem mezibankovním. Většina transakcí probíhala přímo mezi finančními institucemi. Velké banky zde plnily funkci tvůrců trhu, kteří určovali nákupní (bid) a prodejní ceny (ask) měn k danému okamžiku. Obchody byly uzavírány prostřednictvím telefonních linek, později pak za pomoci elektronických obchodních plat-

<sup>5</sup> Uskutečněné obchody nejsou ve skutečnosti vypořádávány ihned po uzavření obchodu, ale existuje zde časová prodleva cca 2 dny

forem jako např. EBS (Electronic Broking Services) nebo Reuters Dealing 2000. V posledních 10 letech vzrostl na devizovém trhu podíl segmentu retailového obchodování. Tento nárůst byl umožněn vznikem mezibankovních obchodních platform, které jsou označovány zkratkou ECN (Electronic Communication Network). Pro tyto obchodní systémy je typická absence třetí strany – market makera. Obchodní příkazy se zde párují přímo na základě aktuální nabídky a poptávky po daném devizovém páru. Mezibankovní obchodní platformy ve srovnání s EBS jsou dostupné většímu počtu obchodníků a průměrná velikost obchodů je zde daleko nižší. Kromě mezibankovních obchodních platform nabízí větší banky obchodování prostřednictvím vlastních obchodních platform a snaží se tak svým klientům poskytnout vyšší komfort obchodování. Banky si tak zajišťují celý zisk z realizovaného obchodu. Struktura devizového trhu je znázorněna na obrázku 2.

Obrázek 2: Struktura devizového trhu



Vysvětlivky: Červené šipky označují elektronickou komunikaci, černé označují komunikaci prostřednictvím telefonních linek. HFT – společnosti využívající vysokofrekvenčního obchodování, MBP – multibankovní obchodní platforma, SBP – obchodní platforma jedné banky, ECN – elektronická komunikační síť, Exchange – Chicago Mercantile Exchange – obchody zahrnující FX futures

Zdroj: High-frequency trading in the foreign exchange market, Bank for International Settlements (2011)

### 4.3 Spotový versus termínový trh

Pod pojmem termínový trh se skrývá obchodování s měnovými deriváty, jejichž cena je odvozena od kurzů na spotovém trhu. Měnové kontrakty představují smlouvy na nákup nebo prodej měny za předem stanovených podmínek s vypořádáním k určitému datu v budoucnosti. Období mezi uzavřením obchodu a jeho vypořádáním je mnohem delší, než je nezbytně nutné pro vypořádání obchodu na spotovém trhu, má tzv. ekonomický význam.

Termínový devizový kurz je tedy ovlivněn dvěma základními faktory – spotovým kurzem a poměrem mezi úrokovými měrami bazické ( $IR_{baz}$ ) a denominační měny ( $IR_{denom}$ ).

$$Term.kurz_{bid} = Spot.kurz_{bid} * \frac{1 + IR_{baz,bid} \frac{t}{360}}{1 + IR_{denom,ask} \frac{t}{360}} \quad (19)$$

$$Term.kurz_{ask} = Spot.kurz_{ask} * \frac{1 + IR_{baz,ask} \frac{t}{360}}{1 + IR_{denom,bid} \frac{t}{360}} \quad (20)$$

Kromě časového nesouladu mezi uzavřením a vypořádáním obchodu lze mezi instrumenty spotového a termínového trhu najít i další rozdíly. Jelikož měnové deriváty mají pevný termín splatnosti, nelze je držet po neomezeně dlouhou dobu jako spotové instrumenty. Tento nedostatek lze ovšem odstranit pomocí tzv. „rolování“, kdy investor uzavírá svoji pozici ve starém kontraktu před datem expirace a otevírá novou pozici v kontraktu s delší dobou do splatnosti. Další nevýhodou termínového trhu je délka obchodní seance, kterou si určuje sama burza. Na rozdíl od spotového trhu, nelze na těchto trzích obchodovat po celý den, ale pouze v obchodních hodinách dané burzy.

Měnové deriváty lze obchodovat jak na OTC trzích tak i na organizovaných trzích. Prostřednictvím burz jsou nejčastěji obchodovány měnové futures a opce. Devizové burzy jsou tak zdrojem důležitých informací o kurzech finančních derivátů nebo o počtu otevřených kontraktů. Informace o kotacích a o množství zobchodovaných kontraktů se soustředí na jednom místě a jsou jednotné. Naproti tomu spotový devizový trh má podobu OTC trhu, na kterém dochází k obchodování na různých trzích v jednom časovém okamžiku. Je nutné si proto uvědomit, že spotový devizový trh poskytuje různé kotace v jeden časový okamžik, které se ovšem díky arbitráži od sebe výrazně neliší. Navíc nelze přesně určit skutečné objemy zrealizovaných obchodů, což komplikuje využití vybraných technických indikátorů na spotovém trhu.

V současné době stále převažují objemy zobchodovaných obchodů na termínovém trhu přibližně v poměru 60:40<sup>6</sup>. Ovšem lze očekávat, že tento poměr se díky změnám na devizovém trhu bude měnit ve prospěch spotového trhu.

#### 4.4 Účastníci devizového trhu

Devizový trh lze rozčlenit do několika úrovní dle přístupu účastníků. Nejdůležitější částí devizového trhu je mezibankovní trh, který tvoří největší komerční banky a obchodníci s cennými papíry. Tyto subjekty patří mezi tzv. tvůrce trhu, kteří zveřejňují nákupní a prodejní ceny, za které jsou ochotni obchodovat. Vzhledem k vysokým objemům obchodů, které obchodují přímo mezi sebou nebo prostřednictvím elektronických vypořádacích systémů (EBC nebo Dealing Reuters 2000), dosahují velmi nízkých spreadů. Na tento mezibankovní trh jsou navázány další finanční instituce, které obchodují na vlastní účet nebo poskytují služby konečným uživatelům devizového trhu.

Mezi nejdůležitější hráče na devizovém trhu patří centrální banky. Ve většině zemí je centrální banka nezávislou institucí, která podporuje hospodářskou politiku vlády a prostřednictvím monetární politiky zajišťuje cenovou stabilitu v dané zemi. Na devizový trh vstupuje zejména v souvislosti s prováděním devizových intervencí, při kterých nakupuje a prodává určitou zahraniční měnu s cílem stabilizovat kurz domácí měny, nebo zabezpečit takový vývoj kurzu své měny, který bude v souladu se záměry její monetární politiky.

Kromě centrálních bank lze za největší hráče na devizovém trhu považovat obchodní banky, jejichž prostřednictvím směňují měny jednotlivci. Obchodní banky pak vstupují na mezibankovní trh, kde prostřednictvím velkých bank směňují jednu měnu za druhou. Mezibankovní trh tak umožňuje vzájemné obchodování všech zúčastněných subjektů a formování devizového kurzu. Obchodní banky vstupují na devizový trh většinou ve formě obchodníka, který nakupuje a prodává měny pro své klienty. Těmito klienty mohou být jak jednotlivci, tak i obchodní společnosti, které směňují měny za účelem nákupu, případně prodeje, výrobků a služeb.

---

<sup>6</sup> <http://www.bis.org/publ/rpfx10t.htm>

Další finanční instituce jako jsou investiční společnosti, penzijní fondy nebo pojišťovací společnosti směňují domácí měnu za cizí za účelem nákupu cizích cenných papírů, případně řídí měnovou expozici klientů s cílem dosáhnout zisk nebo omezit jejich ztráty. Zvláštní skupinou fondů jsou hedgové fondy, které spravují velké objemy finančních prostředků svých klientů. Cílem těchto fondů je spekulace, snaží se tedy profitovat na změnách devizových kurzů. K tomuto účelu používají značně agresivní strategie využívající vysoké objemy spravovaného kapitálu a finanční páky, která umocňuje dopad uskutečněných obchodů na devizový trh.

Rychle vyvíjející se oblastí na finančních trzích je i HFT obchodování. HFT obchodování těží především z rozvoje IT technologií a rychlého přístupu k informacím. HFT společnosti využívají počítačové programy k vyhodnocování obchodních příležitostí a jejich exekuci. Otevřené obchodní pozice drží v řádu několika sekund, což umožňuje HFT společnostem realizovat obrat v miliardách dolarů ročně. Zisky HFT společnosti plynou z využívání strategií založených na dodávání likvidity na trh, klasické arbitráži, časové arbitráži, která využívá nepatrného zpoždění mezi uskutečněním obchodního příkazu a úpravou kotace tvůrci trhu nebo jiných strategií, založených na různých vlastnostech měnových párů jako je momentum, korelace mezi měnovými páry atd..

S rozvojem IT technologií roste i podíl retailového obchodování na devizových trzích. Individuální investoři jsou napojeny na mezibankovní trh nepřímo prostřednictvím bank a brokerských společností, které soustřeďují příkazy od investorů a postupují je dalším subjektům devizového trhu nebo je samy vypořádávají. Motivem drobných investorů je ve většině případů spekulace na změnu devizového kurzu, ovšem jeho nízká volatilita nabízí jen nízký potenciální zisk. Aby brokeři zvýšili atraktivitu devizového trhu, začali nabízet investorům maržové účty. Prostřednictvím těchto účtů lze využívat cizí kapitál k financování investorových obchodů. Poměr mezi vlastním a cizím kapitálem je dán finanční pákou, která se může pohybovat v poměrech od 50:50 až po 250:1. Broker je jistěn složenou zálohou, tedy vlastním kapitálem investora. Pokud by hrozila situace, že ztráta z realizovaného obchodu převyšuje stav peněžních prostředků na účtu, brokerská společnost sama, bez vědomí investora, ukončí obchod a vyrovná vzniklou ztrátu z peněžních prostředků složených na maržovém účtu.



Tento způsob obchodování je náročný na přesun peněžních prostředků při vypořádávání jednotlivých obchodů. Proto i zde docházelo v posledních letech ke značným inovacím. Jedním z příkladů jsou tzv. certificates for difference (CFD), které jsou šité na míru spekulantům. Jak název napovídá, CFD je kontrakt na vyrovnání rozdílu mezi nákupní a prodejní cenou, aniž by investor podkladové aktivum (měnu) skutečně vlastnil. Pokud z pohledu investora vznikl kladný rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou podkladového aktiva, je mu tento rozdíl připsán na maržový účet a naopak realizoval-li ztrátu, dojde ke snížení finančních prostředků. CFD jsou kótovány cenou bid a ask, jejichž rozdíl je transakčním nákladem investora a podobně jako u futures kontraktů je i v těchto kontraktech standardizované množství podkladového aktiva. Nejmenší kontrakty znějí na 0,1 lotu, což představuje 10 000 jednotek nakupované nebo prodávané měny. Prostřednictvím největších kontraktů je možné zobchodovat až 50 lotů, tedy 5 000 000 jednotek.

#### **4.5 Efektivnost devizového trhu**

Od konce Bretonwoodského systému se i vědecká obec začala více zajímat o devizový trh. Ovšem počátkem 70. let byla velkým problémem absence dostatečně dlouhých časových řad. Vědecké studie publikované v tomto období nejčastěji využívaly data, která byla dostupná pouze prostřednictvím dealerských bank. Ovšem s rozvojem retailového obchodování na přelomu tisíciletí vrostly také požadavky individuálních investorů na dostupnost historických kotací umožňujících analýzu devizového trhu. Dnes má každý individuální investor prostřednictvím obchodní platformy přístup jak k historickým časovým řadám, tak i k aktuálním kurzům kótovaných na devizovém trhu. Tento okamžitý přístup k informacím umožňuje jak soukromým investorům, tak i vědeckým pracovníkům lépe analyzovat chování devizových kurzů nejen v dlouhých periodách, ale i v rámci jednoho dne, několika hodin či minut.

Z pěti důsledků efektivního trhu jsou testovatelné pouze dva – náhodnost cenových změn a nemožnost dosahování nadprůměrného zisku. Statistické testy testující vzájemné vztahy mezi změnami kurzů se ve vědeckých pracích objevují už od poloviny 70. let minulého století. Burt, Kean a Booth. (1977) a Cornell, Dietrich (1978) ve svých pracích testují chování nejvíce obchodovaných měn vůči americkému dolaru prostřednictvím testů autokorelací a run testů. Z výše zmiňovaných studií prokázala neefektivní chování pouze první z nich a pouze u kanadského dolaru. Za zdroj neefektivního chování v tomto případě pova-

žují autoři zásahy centrální banky. Lo a MacKinlay v roce 1989 vyvinuly test poměrů rozptylů, který se stal široce používaným nástrojem při analýze chování devizových kurzů. Liu, He (1991) aplikovali test poměru rozptylu na týdenních změnách měnových párů CAD, JPY, GBP, DEM a FRF vůči USD a zamítli hypotézu o efektivním trhu pro všechny pozorované měnové páry. Chang (2004) zopakoval tento test pro denní změny těchto kurzů a konstatoval neefektivitu pouze u měnového páru JPY/USD. Další metodou používanou k ověření efektivity trhu je metoda jednotkového kořene, která je ale zmiňována spíše v souvislosti s akciovým trhem. Např. Vošvrda, Filáček a Kapička (1998) použili tuto metodu k testování českého akciového trhu. Při testování devizových trhů není tato metoda příliš využívána. Levich (1985) tvrdí, že devizové trhy, na rozdíl od trhů akciových, jsou ovlivňovány dalšími faktory (makroekonomické vlivy, nestabilní množství měny v ekonomice, zásahy centrálních bank, pouze desítky směnných kurzů, změny národních úrokových měr), které způsobují změny v rovnovážné úrovni výnosů na devizovém trhu, a proto nesystematické změny na devizových trzích nelze považovat za důkaz efektivního trhu.

Kromě statistických testů lze k testování efektivity devizového trhu použít i testy postavené na technické analýze. Allen, Taylor (1989) poukázali na skutečnost, že technická analýza je velmi rozšířený nástroj mezi analytiky devizových trhů. Frankel, Froot (1990) došli k závěru, že předpovědi založené na technické analýze dosahují lepších výsledků než předpovědi prostřednictvím statistických modelů.

Jednoduché obchodní systémy postavené na technické analýze aplikovali na hlavní měnové páry autoři Cornell, Dietrich (1978), Logue, Sweeney (1977), Dooley, Shafer (1984), Sweeney (1986) nebo Levich, Thomas (1993) a poukázali na možnost dožení nadprůměrných zisků při aplikaci těchto systémů. LeBaron (1999) nebo Saacke (2002) dává do souvislosti úspěšnost obchodních systémů postavených na technické analýze do souvislosti s intervencemi na devizových trzích. Ve svých pracích poukazují na zvýšenou schopnost technických indikátorů předvídat budoucí pohyby devizových kurzů v období zásahů centrálních bank. Další možné vysvětlení nabízí Dooley, Shafer (1984), kteří chování devizových kurzů v krátkém období připisují na vrub účastníků devizových trhů. Chování těchto účastníků není ovlivněno fundamentálními vlivy, ale snahou o dosažení zisku plynoucího ze spekulace, které vede k formování grafických formací a je tak lépe předvídatelné.

Třetí možné vysvětlení nabízí často i sami autoři vědeckých článků. Ve svých pracích poukazují na přílišná zjednodušení (absence transakčních nákladů, nezapočtení rizikové prémie, problém omezeného vzorku dat), které nemusí odpovídat situaci na reálném trhu. Práce publikované v nedávné době se snaží tato zjednodušení eliminovat. např. Lee, Sodoikhuu (2012) zkoumali chování měnových páru EUR, JPY, GBP k USD v letech 2003 až 2009. Ve své práci došli k závěru, že systém založený na filtrových pravidlech po započtení transakčních nákladů neposkytuje nadprůměrné zisky a devizový trh vykazuje slabou formu efektivního trhu.

Ovšem na druhé straně existuje stále dostatečný počet autorů, kteří se domnívají, že i po započtení transakčních nákladů a rizikové přírážky se devizové trhy se chovají neefektivně (Surajaras, Sweeney (1992), Neely, Weller (2001). Okunev, White (2003) např. aplikovali obchodní systém využívající indikátor technické analýzy (momentum) na měsíční měnové páry AUD, FRF, CAD, DEM, CHF, GBP v letech 1975 až 2000. Autoři došli k závěru, že i jednoduché obchodní systémy založené na technické analýze mohou vést k nadprůměrným ziskům, které nelze vysvětlit rizikovou přírážkou ani transakčními náklady.

Olson (2004), Qi, Wu (2005) se domnívají, že devizové trhy mohou vykazovat známky neefektivního chování, ale pouze v krátkém období. Ve svých člancích rozložili sledované období do několika kratších časových intervalů a poukázali na snižující se výkonnost obchodních strategií založených na technické analýze a upozornili na problém vhodného výběru dat.

V současné době se pozornost vědců začíná obracet k analýze mikrostruktury devizového trhu, kdy za pomoci pokročilých metod zkoumají chování devizových kurzů ve velmi krátkých časových intervalech. Na toto téma publikovali své práce např. Neely, Weller (2003), kteří využili genetického programování<sup>7</sup> a lineárního prognostického modelu k předpovědi vývoje půlhodinových cenových změn u měnových párů CHF, DEM, JPY a GBP vůči americkému dolaru během roku 1996. Vytvořené modely, které braly v úvahu obchodní

---

<sup>7</sup> Velmi zjednodušeně lze říci, že genetické programování je algoritmus pro získání programu s nejlepšími vlastnostmi, který je vybírán z rozsáhlého počtu náhodně vygenerovaných programů. Blíže se této problematice věnuje Koza, J. R. (1992) v knize Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection

hodiny a transakční náklady, nedokázaly poskytnout nadprůměrný výnos a nepodařilo se vyvrátit hypotézu o slabé formě efektivity devizového trhu při intradenním obchodování. Metodu genetického programování založenou na technických indikátorech aplikoval i Dempster, Payne, Romahi a Thompson (2001), kteří se pomocí této metody snažili předpovědět chování devizového kurzu GBP/USD na 15minutové časové přímce. Pokud autoři započítali do svého modelu transakční náklady, nebyla tato metoda schopna dosáhnout nadprůměrných zisků. Ke stejnému závěru došli i Curcio, Goodhart, Guillaume a Payne (1997), kteří aplikovali filtrové testy na „tick by tick“ data<sup>8</sup> pro měnové páry DEM, JPY, GBP proti USD. Svá pozorování rozložili do dvou časových intervalů od 10. 4. 1989 do 29. 6. 1989 a 31. 1. 1994 do 30. 6. 1994 a došli k závěru, že použití filtrových testů na tato vysokofrekvenční data nepřináší investorovi nadprůměrný zisk.

Ovšem práce jiných autorů naznačují možnou neefektivitu devizového trhu. Omrane, Opens (2004) se ve své práci zaměřili na hledání přítomnosti grafických formací na 15minutových časových přímkách měnového páru EUR/USD. Ve své práci potvrzují existenci těchto vzorů a jejich schopnost předvídat pohyb kurzu, ale vzhledem k transakčním nákladům zpochybňují využití těchto vzorů při tvorbě ziskových obchodních systémů. Kozhan, Salmon (2010) jdou ve svých tvrzeních ještě dále. Autoři ve své práci použili „tick by tick“ údaje u měnového páru GBP/USD pro různé časové periody v letech 2003 a 2008 a došli k závěru, že v roce 2003 bylo možné pomocí genetického programování dosáhnout výrazně nadprůměrných zisků, které se ovšem v roce 2008 vytratily. Tento výsledek naznačuje, že devizový trh může krátkodobě vykazovat známky neefektivního chování, ovšem v dlouhodobém časovém horizontu již nelze tento efekt prokázat.

---

<sup>8</sup> Vysokofrekvenční data, která zachycují každou změnu kotace měnového páru.

## 5 Metodika

### 5.1 Cíl

Hlavním cílem této dizertační práce je zhodnotit chování devizových kurzů ve velmi krátkých časových intervalech a posoudit informační efektivnost vybraných spotových kurzů. Hypotéza efektivního trhu bude posuzována statistickými testy, které mají odhalit především závislosti mezi prvními diferencemi devizových kurzů. K ověření této hypotézy budou využity i automatické obchodní systémy, které používají technickou analýzu k předpovědi budoucího pohybu devizového kurzu. Prostřednictvím automatických obchodních systémů bude ověřována tzv. „ekonomická efektivita“, tedy zda-li je možné pomocí aktivního obchodování dosahovat na těchto trzích nadprůměrných výnosů.

### 5.2 Data

Vzhledem k vysoké likviditě a nízkým transakčním nákladům bude v této práci zaměřena pozornost především na měnové páry obsahující americký dolar – EUR/USD, GBP/USD, USD/CHF, USD/JPY a USD/CAD. K testování efektivity budou využity denní, čtyřhodinové, hodinové a pětiminutové časové přímký. Data použitá v této práci pocházejí z datového centra firmy MetaQuotes Software Corp. a jsou dostupná prostřednictvím aplikace MetaTrader. Každá časová řada obsahuje přibližně 10 000 hodnot, to představuje u pětiminutového časového pásma časový interval od 01.01.2011 do 28.02.2011, u hodinového časového pásma od 03.07.2009 do 28.02.2011 a u čtyřhodinových cenových změn interval od 22.09.2004 do 28.02.2011. Z důvodu chybějících historických dat je u denních časových pásmech zkoumán časový interval od 11.08.2003 do 28.02.2011, který obsahuje 2000 naměřených hodnot. Zvláštní pozornost je věnována testu efektivity trhu za pomoci vlastní obchodní strategie, která bude použita na měnovém páru EUR/USD a bude využívat čtyřhodinových časových intervalů. Prostřednictvím této strategie bude testována efektivita trhu v jednotlivých letech 2007, 2008, 2009, 2010 a 2011 a zároveň bude provedena analýza celého období v letech 2007 až 2011.

### 5.3 Statistické testy

#### 5.3.1 Run test

Nejjednodušším způsobem jak otestovat hypotézu náhodné procházky je run test. Run test, nebo také Gearyho test, patří do skupiny neparametrických testů. Řešení neparametrických

testů nezávisí na typu rozdělení základního souboru, takže na rozdíl od parametrických testů výsledky nejsou závislé na tom, zda byl model rozdělení volen správně v souladu se skutečným rozdělením základního souboru. Další výhodou je i to, že je schopen testovat nejen rozdělení číselných hodnot znaků (stejně jako parametrické), ale i rozdělení hodnot slovních znaků. V tomto případě jsou hodnoty výnosů  $\varepsilon_t$  nahrazovány symboly dle jejich změny. Růst ceny může být označen například symbolem  $\uparrow$ , poklesy cen v časové řadě znaménkem  $\downarrow$ . Jako příklad nám může posloužit tato časová řada.

$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

Nepřerušovaná řada jednoho symbolu  $\uparrow$  nebo  $\downarrow$  je nazývána run. Délka runu je dána počtem prvků v nepřerušované sekvenci. Ve výše uvedeném příkladu lze tedy pozorovat 3 runy o délce 7 kladných cenových změn, 12 záporných cenových změn a 5 kladných cenových změn.

Úkolem run testu je určit, jsou-li změny v časové řadě náhodné, tedy splňují-li kritérium náhodné procházky nebo vykazují-li nějakou formu závislosti. Aby bylo možno posoudit nezávislost prvků v časové řadě, je třeba porovnat očekávaný počet runů  $E(R)$  s vybranou časovou řadou.

$$H_0 : R = \mu_R \tag{21}$$

$$H_A : R \neq \mu_R \tag{22}$$

Je-li kladná cenová změna označena jako  $N_1$ , záporná cenová změna označena  $N_2$  a celková četnost výběrového souboru  $N$  (tedy  $N_1 + N_2 = N$ ), měl by se počet runů  $R$  v časové řadě s rostoucí četností  $N$  blížit normálnímu rozdělení viz. Gujarati (2003) .

$$\mu_R = \frac{2N_1N_2}{N} + 1 \tag{23}$$

Za předpokladu, že  $N_1$  i  $N_2 > 10$ , bude hodnota rozptylu runů dána následující rovnicí.

$$\sigma_R^2 = \frac{2N_1N_2(2N_1N_2 - N)}{N^2(N - 1)} \tag{24}$$

Na základě těchto vzorců lze již snadno zjistit střední hodnotu a rozptyl výběrového souboru, které nám dále poslouží pro výpočet intervalu spolehlivosti.

$$\left( \mu_R - z_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \sigma_R \leq R \leq \mu_R + z_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \sigma_R \right) \quad (25)$$

Za pomoci tabelizovaných hodnot normovaného normálního rozdělení lze již snadno zjistit, zda hodnota leží v požadovaném intervalu spolehlivosti a tedy určit i pravděpodobnost s jakou lze tvrdit, že námi zvolená časová řada odpovídá hypotéze náhodné procházky.

V praxi je možno se setkat s variantou, kdy jsou růsty  $\uparrow$  a poklesy cen  $\downarrow$  v čase doplněny nulovou změnou 0.

$\uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow 0 0 0 0 \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow 0 0 0 0 \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow \uparrow$

Pak by testové charakteristiky měly následující tvar - viz Fama (1965), Islam, Watanapachaiikul a Clark (2007):

$$\mu = \frac{N(N+1) - \sum_{i=1}^3 N_i^2}{N} \quad (26)$$

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^3 N_i^2 \left[ \sum_{i=1}^3 N_i^2 + N(N+1) \right] - 2N \sum_{i=1}^3 N_i^3 - N^3}{N^2(N-1)} \quad (27)$$

S nulovou změnou se lze setkat především na méně likvidních trzích, kde během dne nedojde k žádnému obchodu. Za nulovou změnu lze považovat také pohyb ceny aktiva, jež je menší než minimální možný pohyb ceny (tick size) aktiva na aktivním trhu. Literatura nabízí 2 možnosti řešení tohoto problému. Úpravou charakteristik normálního rozdělení lze výše uvedený výpočet přizpůsobit zvýšenému počtu runů nebo jednodušeji nulové runy vynechat. Varianta bez nulových runů se zdá logičtější už z toho důvodu, že poklesy a růsty cen mohou zahrnovat nekonečné množství hodnot, zatímco nulové runy jsou představovány pouze jedinou hodnotou 0.

Jedinou výraznou nevýhodou neparametrických testů, tedy i run testu, je skutečnost, že mají menší sílu než analogické testy parametrické (menší pravděpodobnost, že odhalí

situaci, kdy neplatí nulová hypotéza). Pro dosažení stejné síly musíme pak použít větší počet naměřených hodnot, než by byl nutný při parametrickém testu.

### 5.3.2 Testy autokorelace

Testy autokorelace jsou jedny z nejvýznamnějších a nejčastěji využívaných testů efektivity trhu. Pokud platí teorie efektivity trhu, cena daného finančního aktiva rychle bez zbytečné časové prodlevy absorbuje nově přichozí informace, což vede ke stanovení nové rovnovážné ceny. Přichází-li nové informace na trh nahodile, pak z logiky věci vyplývá, že kurzové změny finančních aktiv jsou taktéž nahodilé a na sobě vzájemně nezávislé.

Lineární závislosti mezi členy časové řady lze zkoumat za pomoci autokorelační funkce (dále jen ACF) viz Gujarati (2003).

$$\rho_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (r_t - \bar{r})(r_{t-k} - \bar{r})}{\sum_{t=1}^n (r_t - \bar{r})^2} \quad (27)$$

Korelační koeficient  $\rho$  tedy v našem případě vyjadřuje těsnost vztahu mezi minulou  $r_{t-k}$  a současnou výnosovou mírou  $r_t$ , kde  $k$  představuje časový posun. Vyšší absolutní hodnota korelačního koeficientu předpokládá vyšší závislost mezi současnými a zpožděnými členy časové řady a zároveň zvyšuje pravděpodobnost existence neefektivního trhu a naopak.

Jelikož variabilita cenových změn finančních aktiv (výnosů) je rostoucí funkcí ceny těchto aktiv, je třeba cenové změny upravit za pomoci logaritmické transformace.

$$r_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = \ln p_t - \ln p_{t-1} \cong \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (28)$$

Graficky znázorněná autokorelační funkce pro jednotlivá zpoždění  $k$  se nazývá korelogram. Nestacionaritu lze na základě korelogramu konstatovat v případě, pokud hodnota ACF začíná na hodnotě blízké se jedné a s delším časovým odstupem velmi pomalu klesá. Pokud se počáteční hodnota ACF neblíží jedné a rychle klesá, lze tvrdit, že časová řada je stacionární.



Autokorelační funkce ACF nebere v potaz skutečnost, že závislost mezi náhodnými veličinami  $Y_t$  a  $Y_{t-k}$  může být ovlivněna jejich korelací s veličinami  $Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-(k+1)}$ . Artl, (2003) uvádí, že tento nedostatek ACF je možné odstranit za pomoci parciální autokorelační funkce (PACF), která vyjadřuje míru závislosti veličin  $Y_t$  a  $Y_{t-k}$  očištěnou o vliv veličin ležících mezi nimi. Parciální autokorelaci se zpožděním  $k$  vyjadřuje parciální regresi koeficient  $k$  v autoregresi  $k$ -tého řádu:

$$Y_t = \phi_{k1}Y_{t-1} + \phi_{k2}Y_{t-2} + \dots + \phi_{kk}Y_{t-k} + \varepsilon_t \quad (29)$$

Výběrová parciální autokorelační funkce  $\phi_{kk}$  se odhaduje pomocí Durbinova rekurzivního vztahu viz Lukáčik, Lukáčiková (2008).

$$\phi_{kk} = \frac{\hat{\rho}_k - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \hat{\rho}_{k-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k-1} \phi_{k-1,j} \hat{\rho}_j} \quad j = 1, 2, \dots, k-1 \quad (30)$$

Pro testování stacionarity časové řady za pomoci autokorelacích koeficientů, lze využít kromě vizuálních metod také testování statických hypotéz. Aby bylo možno posoudit charakter časové řady, je třeba stanovit testované hypotézy a interval spolehlivosti pro individuální korelační koeficient. Lze tvrdit, že trh je efektivní, pokud neexistuje lineární závislost mezi cenami cenných papírů. Matematicky vyjádřeno:

$$H_0 : \rho_k = 0 \quad (31)$$

$$H_A : \rho_k \neq 0. \quad (32)$$

Rozptyl autokorelační funkce pro posun  $k$  je přibližně roven následující rovnici:

$$\sigma_\rho^2 \approx \frac{1}{N} \quad (33)$$

Nulovou hypotézu lze zamítnout, pokud se koeficient autokorelace výběrového souboru nachází mimo interval spolehlivosti, který je vymezen za pomoci kvantilů standardizovaného normálního rozdělení.

$$\left( \mu_\rho - z_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{1}{\sqrt{N}} \leq \rho_k \leq \mu_\rho + z_{1-\frac{\alpha}{2}} \frac{1}{\sqrt{N}} \right) \quad (34)$$

Problémem zůstává jednoznačně určit, pro jakou hodnotu koeficientu autokorelace je trh ještě efektivní a pro kterou již nikoli. Vodítkem může být jedna z podmínek efektivnosti trhu o nemožnosti dosahování nadprůměrných zisků. Pokud lze na časové řadě vytvořit obchodní systém s nadprůměrnými zisky, měl by koeficient autokorelace ležet mimo interval spolehlivosti a naopak. Ovšem stanovení kritických hodnot intervalu spolehlivosti tímto způsobem je téměř nemožné, proto zde bude nejčastěji užíván konfidenční interval, který odpovídá hladině významnosti  $\alpha = 0,01$ . Jinými slovy časová řada bude s 99% pravděpodobností efektivní, pokud se koeficient autokorelace bude nacházet právě v tomto intervalu.

Kromě testování jednotlivých autokorelačních koeficientů pro různá zpoždění  $k$ , lze testovat jednotnou hypotézu, že všechny autokorelační koeficienty pro různou délku zpoždění  $k$  jsou v dané časové řadě současně rovny nule.

Pro tento případ vyvinuli Ljung a Box (1978) testovou statistiku, kde  $N$  představuje velikost výběrového souboru,  $m$  je počet testovaných zpoždění a  $\hat{\rho}_k$  označuje individuální autokorelační koeficient pro zpoždění  $k$ .

$$Q = N(N+2) \sum_{k=1}^m \left( \frac{\hat{\rho}_k^2}{N-k} \right) \quad (35)$$

Testovaná statistika  $Q$  je srovnávána s chi-square rozdělením s  $m$  stupni volnosti. Nulová hypotéza  $H_0$  o náhodnosti reziduí je zamítnuta, pokud testová statistika leží v kritickém oboru.

$$Q > \chi_{1-\alpha, m}^2 \quad (36)$$

Ovšem testy autokorelace mají také některé slabé stránky. Při jejich výpočtu se vychází z historických časových řad, čili je možno testovat efektivnost pouze v její slabé formě. Navíc za pomoci autokorelačních testů je možno vyloučit pouze lineární závislost mezi rezidui, nikoli závislosti vyšších řádů a tedy testovat pouze hypotézu náhodné procházky v její poslední formě RW3.

### 5.3.3 Test poměru rozptylů

Test poměru rozptylů (variance ratio test) definovali jako první autoři Lo, MacKinlay (1989). Tento test vychází z definice náhodné procházky, kde rozptyl výnosů je lineární funkcí času viz rovnice (37). Například rozptyl logaritmů výnosů za dva dny  $q=2$  se musí rovnat dvojnásobku rozptylů logaritmů denních výnosů. Podíl rozptylů  $VR(q)$  je definován následovně:

$$VR(q) = \frac{\sigma^2(q)}{\sigma^2(1)}, \quad (37)$$

kde  $\sigma^2(q)$  je rozptyl  $q$ -tých diferencí podělený  $q$  a  $\sigma^2(1)$  je rozptyl prvních diferencí, přesněji viz. Lo, MacKinlay (1989):

$$\sigma^2(q) = \frac{1}{m} \sum_{t=q}^{nq} (\ln p_t - \ln p_{t-q} - q\hat{\mu})^2 \quad (38)$$

$$\sigma^2(1) = \frac{1}{(nq-1)} \sum_{t=1}^{nq} (\ln p_t - \ln p_{t-1} - \hat{\mu})^2 \quad (39)$$

Kde

$$m = q(nq - q + 1) \left( 1 - \frac{1}{nq} \right) \quad (40)$$

a

$$\hat{\mu} = \frac{1}{nq} (\ln p_{nq} - \ln p_0) \quad (41)$$

$p_0$  a  $p_{nq}$  zde představují první a poslední hodnoty z časové řady cen. Hypotézu náhodné procházky nelze zamítnout v případě, pokud je poměr rozptylů roven jedné<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Hodnota poměru rozptylů  $VR(q)$  nižší než jedna je důkazem negativní závislosti a naopak hodnota vyšší než jedna poukazuje na pozitivní závislost

$$H_0 : \hat{VR}(q) = 1 \quad (42)$$

$$H_A : \hat{VR}(q) \neq 1 \quad (43)$$

Za pomoci tohoto testu lze testovat nejen korelaci cenových změn (výnosů), ale i jiné, nelineární formy závislosti. Tento test je tedy použitelný pro všechny formy náhodné procházky, ovšem je zde nutné uvažovat dvě různé testové statistiky:  $z(q)$  pro konstantní rozptyl (homoskedasticitu) cenových změn a  $z^*(q)$  pro variabilní rozptyl (heteroskedasticitu) cenových změn. Testové statistiky  $z(q)$  a  $z^*(q)$  asymptoticky sledují standardní normální rozdělení a jsou definovány následovně.

Testová statistika odvozená pro cenové změny s konstantním rozptylem má následující tvar:

$$z(q) = \frac{VR(q) - 1}{\sqrt{\varphi(q)}} \sim N(0, 1), \quad (44)$$

kde

$$\varphi(q) = \frac{2(2q-1)(q-1)}{3q(nq)}. \quad (45)$$

Testová statistika definovaná pro cenové změny s variabilním rozptylem je dána rovnicí.

$$z^*(q) = \frac{\sqrt{nq}(VR(q) - 1)}{\sqrt{\varphi^*(q)}} \sim N(0, 1), \quad (46)$$

kde

$$\varphi^*(q) = \sum_{j=1}^{q-1} \left[ \frac{2(q-j)}{q} \right]^2 \hat{\delta}(j), \quad (47)$$

$$\hat{\delta}(j) = \frac{\sum_{t=j+1}^{nq} [(\ln p_t - \ln p_{t-1}) - \hat{\mu}]^2 [(\ln p_{t-j} - \ln p_{t-j-1}) - \hat{\mu}]^2}{\sum_{t=1}^{nq} [(\ln p_t - \ln p_{t-1}) - \hat{\mu}]^2}. \quad (48)$$

Při použití testové statistiky  $z(q)$  nelze rovněž zapomenout, že je odvozena pro hypotézu RW1 a je tedy třeba dodatečně otestovat, že přírůstky logaritmů cen pocházejí z identického pravděpodobnostního rozdělení *IID*. Naopak při použití statistiky  $z^*(q)$ ,

kteřá je použitelná pro hypotézy RW2 a RW3, bude postačovat jejich nezávislost či dokonce pouze nekorelovanost.

### 5.3.4 DF a ADF test

Dalšími testy, kterými je možno testovat efektivitu trhů, jsou testy jednotkového kořene (unit root test). Do této skupiny lze zařadit Dickey-Fullerův (DF) test a rozšířený Dickey-Fullerův (ADF) test. Tyto testy ověřují přítomnost jednotkového kořene v časové řadě. Pokud časová řada obsahuje jednotkový kořen, jde o časovou řadu nestacionární, která obsahuje proměnlivý rozptyl, což má za následek velké odchylky dat od průměru. Nestacionární řady, proto není možné modelovat ani předvídat. Lze tedy tvrdit, že jednotkový kořen, náhodná procházka bez driftu a pojem nestacionarity jsou v tomto případě synonyma viz Gurajati (2003).

Doplněním rovnice (11) o parametr  $\beta_3$  lze rovnici náhodné procházky přepsat do tvaru rovnice (49).

$$p_t = \beta_3 p_{t-1} + u_t \quad \beta_3 \in \langle -1; 1 \rangle \quad (49)$$

Parametr  $\beta_3$  (v odborné literatuře označován též jako  $\rho$ ) zde představuje autoregresní koeficient, který nabývá hodnot od -1 do 1. V případě, kdy se absolutní hodnota parametru  $\beta_3$  rovná jedné  $|\beta_3|=1$ , jde o rovnici s jednotkovým kořenem. V opačném případě ( $|\beta_3| \neq 1$ ), lze konstatovat stacionaritu časové řady.

Aby bylo možno s časovou řadou lépe pracovat, je třeba ji za pomoci diferencování transformovat na řadu stacionární. Po odečtení výrazu  $p_{t-1}$  z každé strany rovnice, lze rovnici zapsat v následujícím tvaru.

$$p_t - p_{t-1} = \beta_3 p_{t-1} - p_{t-1} + u_t \quad (50)$$

Změna ceny v čase  $t$  je poté dána rovnicí (51).

$$\Delta p_t = (\beta_3 - 1)p_{t-1} + u_t \Rightarrow \Delta p_t = \delta p_{t-1} + u_t \quad (51)$$

V rovnici (51) byl za výraz  $\beta_3 - 1$  dosazen parametr  $\delta$  a dále je možno tuto rovnici rozšířit o konstantu  $\beta_1$  o tzv. drift. Driftem se rozumí část změny hodnoty  $\Delta p_t$ , která není bílým šumem. Drift může nabývat jak kladných tak i záporných hodnot.

$$\Delta p_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (52)$$

Tento model lze dále rozšířit o deterministický trend  $\beta_2 t$ . Rozdíl mezi konstantou  $\beta_1$  a  $\beta_2 t$  spočívá především v neměnnosti parametru  $\beta_1$  vzhledem k časové proměnné  $t$ . Parametr  $\beta_2 t$  má tendenci s růstem času  $t$  divergovat k nekonečnu, kdežto  $\beta_1$  zůstává konstantní.

$$\Delta p_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + u_t \quad (53)$$

Pokud se tyto jevy vyskytují v časové řadě, můžeme přidáním příslušných prvků zpřesnit odhad autoregresních koeficientů. Dříve bylo dokázáno, že pokud hodnota  $\delta$  je rovna nule, jedná se ve všech třech případech o náhodnou procházku.

Stejná situace nastává, pokud  $\delta$  je rovné 0 a naopak. Je tedy možné testovat následující hypotézy.

$$H_0 : \delta = 0 \quad (54)$$

$$H_A : \delta \neq 0 \quad (55)$$

Problémem tohoto testu je skutečnost, že v případě nestacionarity  $\delta=0$ , podíl odhadu parametru  $\delta$  a jeho směrodatné odchytky nemá studentovo rozdělení. Dickey a Fuller (1979) odvodili za pomoci simulace Monte Carlo kritické hodnoty  $\tau$  rozdělení, které srovnávají s testovacím kritériem  $\tau_\delta$ .

$$\tau_\delta = \frac{\hat{\delta}}{\sigma_\delta} \quad (56)$$

Zároveň je třeba zdůraznit, že kritické hodnoty  $\tau$  statistiky závisí na typu zkoumaného modelu. Proto byly vypočteny kritické hodnoty speciálně pro model obsahující absolutní člen a zvláště pro model s absolutním členem a deterministickým trendem.

V případě, že náhodné složky v časové řadě vykazují autokorelaci, klasický test Dickeyho a Fullera selhává. Proto tito autoři navrhli rozšířit původní autoregresní model prvního řádu na všeobecný autoregresní model řádu  $m$ , který eliminuje problém autokorelace náhodných složek právě přidáním autoregresními členy viz Lukáčik, Lukáčiková (2008).

$$\Delta p_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta p_{t-1} + \sum_{i=1}^m \alpha_i \Delta p_{t-i} + u_t \quad (57)$$

Regresní koeficient  $\alpha_i$  vyjadřuje závislost mezi prvními diferencemi pro jednotlivá zpoždění  $i$  a  $m$  určuje celkový počet těchto zpoždění. Celkový počet těchto zpoždění bývá určen empiricky. Počet zpoždění by měl být takový, aby náhodné složky  $u_t$  v rovnici nebyly korelované. Maddala, Kim (2003) uvádí několik způsobů řešení tohoto problému. V této práci je použita metoda, „*general to specific rule*“, která nejprve určí maximální počet zpoždění viz Schwert (2002):

$$m_{\max} = \left\lceil 12 * \left( \frac{T}{100} \right)^{\frac{1}{4}} \right\rceil \quad (58)$$

a následně v sestupném pořadí zkoumá statistickou významnost cenových diferencí zahrnutých do modelu. Nalezená první významná cenová diference pak určuje počet zpoždění v daném modelu.

## 5.4 Testy pomocí automatických obchodních systémů

Automatické obchodní systémy (ATS) jsou počítačové programy, které jsou vytvářeny zejména retailovými obchodníky. Jejich podstata spočívá v definování jasných pravidel, na základě kterých obchodní platforma generuje obchodní příkazy, které jsou automaticky nebo se souhlasem investora zasílány na trh.

Hlavní výhodou mechanické tvorby obchodních příkazů je absence psychologických faktorů, které by mohly ovlivňovat investora při jeho rozhodování. Stanovená obchodní pravidla jsou nejčastěji založena na technické analýze, v potaz lze vzít ovšem i obchodní hodiny nebo zobchodované objemy obchodů. ATS mohou obsahovat i prvky risk- a money-managementu. To znamená, že investor může chránit otevřené pozice chytrými příkazy, jako jsou trailing stop nebo příkaz stop loss, které umožňují fixovat maximální výši ztráty na určité, předem stanovené úrovni. Money-management zase umožňuje stanovit výši investované částky, individuálně pro každý obchod. Výše investované částky tak může být závislá na podmínkách na trhu a pravděpodobnosti dosažení zisku nebo na hotovostním zůstatku účtu. ATS díky jasně definovaným pravidlům umožňují testování vlastní strategie na historických datech. Toto zpětné testování umožňuje investorovi udělat si lepší představu o zvolené strategii a o jejích slabých a silných stránkách.

Takto definované strategie lze využít k testování další podmínky efektivního trhu a tím je dosažení nadprůměrných zisků, kdy se nadprůměrným ziskem rozumí zisk vyšší, než který

poskytuje trh. Investor vždy vytváří obchodní strategii za účelem dosažení zisku, proto je v této práci testováno kritérium, kdy zisk obchodní strategie je vyšší než 0<sup>10</sup>.

K ověření hypotézy o nadprůměrných výnosech bude pro každou strategii vytvořen virtuální maržový účet s počátečním vkladem 10 000 USD a finanční pákou 1:100. Ačkoli ATS umožňují měnit v průběhu času objem obchodovaného aktiva, zde bude po celé období nakupována a prodávána bazická měna v objemu 10 000 jednotek, což představuje objem ve výši 0,1 lotu, pouze u vlastní strategie EL mohla být díky nižšímu rozptylu výnosů použita vyšší investice v objemu 100 000 jednotek bazické měny (1 lot). Poté ze všech testovaných strategií budou vybrány ty, jejichž výnos je vyšší než výnos trhu a zároveň konečný zůstatek bude vyšší než 0. U těchto strategií budou tyto podmínky ověřeny statistickými testy. Navíc tyto testy budou doplněny o test na shodu rozptylu výnosů.

Pro ověření statistických hypotéz budou použity absolutní hodnoty výnosů, které jsou vypočteny jako rozdíl zavíracího kurzu předchozího období a zavíracího kurzu současného období. Hodnoty výnosů pro účely statistického testování tedy nejsou ovlivněny výší investované částky. U aktivní strategie tedy byl nejprve zjištěn celkový výnos pro každý uskutečněný obchod, který byl poté rozdělen na dílčí výnosy dle sledovaného časového pásma. Tyto dílčí výnosy jsou poté porovnávány s výnosy pasivní strategie počítané za stejné období. V úvahu jsou brány pouze hodnoty výnosů z období, ve kterém byla daná strategie aktivní, tzn., že nejsou zohledněny nulové hodnoty výnosů z období, kdy není otevřena obchodní pozice.

Nejprve byla testována hypotéza o shodě rozptylů výnosů aktivní a pasivní strategie.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad (59)$$

$$H_A : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \quad (60)$$

Pro analýzu rozptylu byl použit Leveneho test na shodu rozptylu. Testová statistika Leveneho testu má následující tvar:

---

<sup>10</sup> Toto testovací kritérium je třeba použít v případě, kdy vlivem klesajícího trendu strategie „buy and hold“ i vlastní strategie vykází ztrátu a ztráta plynoucí z vlastní strategie bude prokazatelně nižší než ztráta strategie „buy and hold“



$$W = \frac{(N-k) \sum_{i=1}^k N_i (\bar{Z}_i - \bar{Z}_{..})^2}{(k-1) \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{N_i} (Z_{ij} - \bar{Z}_i)^2} \quad (61)$$

Kde  $Z_{ij}$  je vypočtena jako

$$Z_{ij} = |Y_{it} - \bar{Y}_i| \quad (62)$$

Výsledná statistika je porovnána s horní hodnotou kritického oboru Fisherova rozdělení o  $k-1$  a  $N-k$  stupních volnosti při zvolené hladině významnosti  $\alpha$ .

$$W > F_{\alpha, (k-1, N-k)} \quad (63)$$

Nulová hypotéza  $H_0$  o shodě rozptylu bude zamítnuta v případě, že hodnota testového kritéria leží mimo interval spolehlivosti.

Při testování středních hodnot výnosů, je ověřována nulová hypotéza o shodě středních hodnot výnosů aktivní a pasivní strategie oproti alternativní hypotéze o vyšší střední hodnotě aktivní strategie. Zároveň existují dva různé postupy výpočtu testovacího kritéria pro případ shody a nerovnosti rozptylů.

Hypotézy pro test shody středních hodnot lze zapsat následovně:

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2, \quad (64)$$

$$H_A : \mu_1 > \mu_2. \quad (65)$$

Pokud nelze zamítnout nulovou hypotézu o shodě rozptylů  $H_0$  nezávislých souborů má testovací kritérium pro shodu středních hodnot tvar:

$$t = \frac{|\mu_2 - \mu_1|}{\sqrt{\frac{(N_1 - 1)\sigma_1^2 + (N_2 - 1)\sigma_2^2}{(N_1 + N_2 - 2)} \left( \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)}} \quad (66)$$

Proměnné  $N_1$  a  $N_2$  zde představují rozsah souborů, v našem případě jde o počet období, po které byly peněžní prostředky vázány v aktivní strategii  $N_1$  (lze také aplikovat pouze

na období krátkých nebo dlouhých pozic) a počet období  $N_2$ , který označuje celý rozsah souboru, tedy počet období za sledovaný časový interval (v tomto případě tedy označují počet období u strategie „buy and hold“).

Alternativní hypotézu o odlišných středních hodnotách  $H_A$  lze přijmout, pokud se testovací kritérium nachází v kritickém oboru.

$$t \geq t_{1-\alpha}(N_1 + N_2 - 2) \quad (67)$$

Pro případ rozdílných rozptylů má testovací kritérium následující podobu.

$$t = \frac{|\mu_2 - \mu_1|}{\sqrt{\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\delta_2^2}{N_2}}} \quad (68)$$

Kritický obor má následující tvar, kde proměnná  $f$  označuje počet stupňů volnosti<sup>11</sup>.

$$|t| \geq t_{1-\alpha}(f) \quad (69)$$

Kromě srovnání aktivní a pasivní strategie, je také možné ověřit, zda bylo dosaženo výnosu, jenž je významně vyšší než 0. K tomu bude zapotřebí testu na základě jednoho výběru, který testuje shodu střední hodnoty výnosů aktivní strategie se zvolenou konstantou. V našem případě je testována nulová hypotéza, že střední hodnota  $\mu_1$  (průměrná hodnota výnosu vlastní strategie) se významně liší od 0. Tento test lze použít nejen pro strategii jako celek, ale i odděleně, zvláště pro krátké a dlouhé pozice.

$$H_0 : \mu_1 = 0 \quad (70)$$

$$H_A : \mu_1 \neq 0 \quad (71)$$

Testovací kritérium má tedy tvar:

---

<sup>11</sup> Stupně volnosti pro test středních hodnot nezávislých souborů s různým rozptylem lze vypočítat následně

$$f = \frac{\left(\frac{\sigma_1^2}{N_1} + \frac{\sigma_2^2}{N_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{\sigma_1^2}{N_1}\right)^2}{N_1 - 1} + \frac{\left(\frac{\sigma_2^2}{N_2}\right)^2}{N_2 - 1}}$$

$$t = \frac{(\mu_1 - 0)}{\sigma_1} \sqrt{N_1} \quad (72)$$

Hypotéza o nulové výnosnosti bude zamítnuta, pokud testovací kritérium leží mimo interval spolehlivosti.

$$|t| \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-1) \quad (73)$$

### 5.4.1 Exponenciální klouzavý průměr (EMA)

Klouzavé průměry patří v praxi mezi nejpoužívanější trendové indikátory. Tento indikátor zobrazuje průměrnou hodnotu ceny podkladového aktiva za danou časovou periodu. EMA sleduje cenu finančního aktiva a oproti klasickému jednoduchému klouzavému průměru (SMA) klade větší důraz na poslední ceny oproti cenám minulým. Lze jej vypočítat následovně.

$$EMA_t = p_t * k + EMA_{t-1} * (1 - k) \quad (74)$$

$EMA_t$  a  $EMA_{t-1}$  představují hodnotu indikátoru v čase  $t$ ,  $p_t$  je současná cena instrumentu a  $k$  představuje procento z použité ceny.

$$k = 2/(T + 1) \quad (75)$$

První vypočtená hodnota  $EMA_0$  je odvozena od jednoduchého klouzavého průměru, kde  $T$  označuje délku periody, pro kterou je klouzavý průměr počítán.

$$EMA_0 = SMA_0 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T p_t \quad (76)$$

Nejčastější obchodní strategií používanou pro testování důsledku nadprůměrných výnosů je vzájemné křížení dvou klouzavých průměrů, který jeden je počítán za delší a druhý za kratší časový interval viz Brock, Lakonishok a Lebaron (1992). Nákupní signál pak následuje, pokud  $EMA_{short}$  vycházející z kratšího časového intervalu překříží a vzroste nad hodnotu  $EMA_{long}$ , kalkulovaného za delší časový interval.

$$EMA_{short} > EMA_{long} \quad (77)$$

Prodejní signál (otevření krátké pozice nebo uzavření dlouhé pozice) je přesným opakem nákupního signálu.

$$EMA_{short} < EMA_{long} \quad (78)$$

Vstupní a výstupní signály pro strategii křížení dvou exponenciálních průměrů jsou zobrazeny na obrázcích 3 a 4. Nákupní signál je na těchto obrázcích označen zelenou šipkou, prodejní signál červenou šipkou a ukončení pozic je vyznačeno růžovými trojúhelníky. Kód této strategie psaný v programu mql4 je uveden v příloze 7.

Obrázek 3: Dlouhá pozice EMA



Obrázek 4: Krátká pozice EMA



V této práci je použito několik strategií s různou délkou intervalu, pro který se počítají klouzavé průměry. Použité strategie a délky klouzavých průměrů jsou následující:  $EMA_6/EMA_{12}$ ,  $EMA_8/EMA_{18}$ ,  $EMA_{10}/EMA_{20}$  a  $EMA_{12}/EMA_{24}$ .

### 5.4.2 Parabolic SAR

Parabolic SAR byl vyvinut Wilderem (1978), lze ho řadit mezi skupinu trendových indikátorů a je zobrazován přímo do cenového grafu. Tento indikátor je podobný klouzavému průměru s tím rozdílem, že se Parabolic SAR vyvíjí s větším zrychlením a dynamikou a může měnit svoji polohu ve vztahu k ceně finančního instrumentu. Indikátor je zobrazován v průběhu rostoucího trendu pod cenovým grafem a nad cenovým grafem při klesajícím trendu. Pokud cena překříží linii indikátoru Parabolic SAR, indikátor se změní a bude zobrazen na opačné straně ve vztahu k ceně. Tato změna znamená změnu trendu a cenové maximum či minimum předešlého trendu bude sloužit jako nový počátek indikátoru. Parabolic SAR je nejčastěji využíván jako signál pro výstup z otevřené pozice a vytváří linii pro posuvný stop-loss (trailing stop). Vzorec pro výpočet tohoto indikátoru u rostoucího trendu lze zapsat rovnicí (79):

$$SAR_t = SAR_{t-1} + \alpha(EB - SAR_{t-1}) \quad (79)$$

a pro klesající trend rovnicí (80).

$$SAR_t = SAR_{t-1} - \alpha(EB - SAR_{t-1}) \quad (80)$$

Hodnota ukazatele je dána součtem případně rozdílem minulé hodnoty indikátoru  $SAR_{t-1}$  sníženého o rozdíl extrémního bodu v trendu  $EB$  (minimum u klesajícího a maximum u rostoucího trendu) a minulé hodnoty indikátoru  $SAR_{t-1}$ , který je násoben akceleračním koeficientem  $\alpha$ .

V této práci je testovaná strategie založena na křížení indikátoru Parabolic SAR s cenou devizového kurzu. Dlouhá pozice je otevřena (krátká pozice uzavřena) v případě, že zavírací cena vzroste nad úroveň indikátoru.

$$SAR > P_{close} \quad (81)$$

Pokud se devizový kurz ocitne pod hodnotou indikátoru Parabolic SAR, dojde k uzavření dlouhé pozice a zároveň k otevření krátké pozice.

$$SAR < P_{close} \quad (82)$$

Dlouhá a krátká pozice strategie Parabolic SAR jsou zobrazeny na obrázcích 5 a 6. Kód strategie Parabolic SAR je uveden v příloze 8.

**Obrázek 5: Dlouhá pozice Parabolic SAR**



**Obrázek 6: Krátká pozice Parabolic SAR**



V této práci není testována pouze strategie se základní hodnotou akceleračního koeficientu 0,02, ale pro akcelerační koeficient jsou použity i hodnoty 0,05; 0,1 a 0,15.

### 5.4.3 Relative strength Index (RSI)

Dalším indikátorem použitým v této práci je Relative strength index (RSI). RSI byl vyvinut v 70. letech Willesem Wilderem a lze ho řadit do skupiny oscilátorů. RSI porovnává velikost zisků a ztrát z poslední doby a transformuje tuto informaci do čísla, které leží v intervalu od 0 do 100. Pro interpretaci tohoto indikátoru jsou důležité dvě hodnoty 30 a 70. Je-li hodnota indikátoru nižší než 30, znamená to, že trh je „přeprodán“ a pravděpodobně dojde k růstu ceny aktiva, která je extrémně nízká a naopak, pokud hodnota indikátoru převyšuje 70, je trh označován za „překoupený“ a ceny instrumentu pravděpodobně poklesnou.

Indikátor RSI lze vypočítat následovně:

$$RSI = 100 - \frac{100}{1 + \frac{U_n}{D_n}} \quad (83)$$

Kde  $U_n$  je průměrný počet pozitivních cenových změn za období  $n$  a  $D_n$  označuje průměrný počet negativních cenových změn za sledované období. Parametr počtu sledovaných období  $n$  lze nastavit individuálně dle investorových preferencí. Wilder ve své knize *New Concepts in Technical Trading System* doporučuje čtrnáctidenní délku období.

Ve strategii, která je uvedena v této práci, byl tento koncept modifikován a jako vstupní signál do dlouhé pozice (a zároveň výstup z krátké pozice) je zvolen okamžik, kdy tento oscilátor překračuje hodnotu 50.

$$RSI > 50 \quad (84)$$

Signál pro vstup do krátké pozice a výstup z dlouhé pozice je dán poklesem hodnoty oscilátoru pod 50.

$$RSI < 50 \quad (85)$$

Průběh krátké a dlouhé pozice je zobrazen na obrázcích 7 a 8. Konkrétní kód strategie je uveden v příloze 9.

Obrázek 7: Dlouhá pozice RSI



Obrázek 8: Krátká pozice RSI



V této práci je uvedeno opět několik modifikací této strategie, kdy se jednotlivé strategie od sebe liší počtem dní, pro které byl RSI konstruován. Konkrétně byly použity tyto délky:  $RSI_{10}$ ;  $RSI_{15}$ ;  $RSI_{20}$ ;  $RSI_{25}$ .

#### 5.4.4 Commodity channel index (CCI)

Tento ukazatel byl poprvé publikován v Commodities magazínu v roce 1980. Commodity channel index je univerzální indikátor umožňující odhadnout cykly a nové trendy na trhu. Jak už název napovídá, jeho autor Daniel Lambert ho původně zkonstruoval pro komoditní trhy, ovšem CCI si brzy získal popularitu mezi investory, kteří ho začali využívat i na ostatních trzích. CCI porovnává současnou a průměrnou cenu po dobu určité periody.

Výpočet CCI vypadá následovně:

$$CCI = \frac{(TP - SMA_{zTP})}{0,015 * \sigma} \quad (86)$$

Označení  $TP$  zkracuje slovní spojení typical price a je počítána jako aritmetický průměr z nejnižší, nejvyšší a zavírací ceny. V čitateli je tedy uvedena typická cena snižená o průměrnou cenu odvozenou pomocí klouzavého průměru za určitou periodu a jmenovatel obsahuje konstantu 0,015 vynásobenou směrodatnou odchylkou. Konstanta 0,015 byla autorem nastavena tak, aby 70 % až 80 % hodnot leželo v intervalu mezi +100 a -100. Vysoká hodnota CCI značí, že aktuální cena se nachází nad průměrem cenou a vice versa. Ovšem volatilita CCI je závislá na délce periody. Indikátor CCI počítaný z kratší periody bude

více volatilní a naopak hodnoty CCI pro delší periodu se budou pohybovat více v rozmezí +100 a -100.

U strategie založené na indexu CCI budou využity hodnoty +100 a -100. Pohyb indikátoru přesahující horní hranici intervalu (+100) značí změnu trendu z klesajícího na rostoucí a pro investora je to signál k nákupu, potažmo k ukončení krátké pozice.

$$CCI > 100 \quad (87)$$

Ten samý přístup lze aplikovat pro vstup do krátké pozice, případně výstup z dlouhé pozice. Poklesne-li hodnota indikátoru pod spodní hranici -100, dochází ke změně trendu z rostoucího na klesající a investor dané finanční aktivum prodá.

$$CCI < -100 \quad (88)$$

Vstup a výstup z dlouhé a krátké pozice v případě CCI je zobrazen na obrázcích 9 a 10. Kód strategie je rozepsán v příloze 10.

Obrázek 9: Dlouhá pozice CCI



Obrázek 10: Krátká pozice CCI



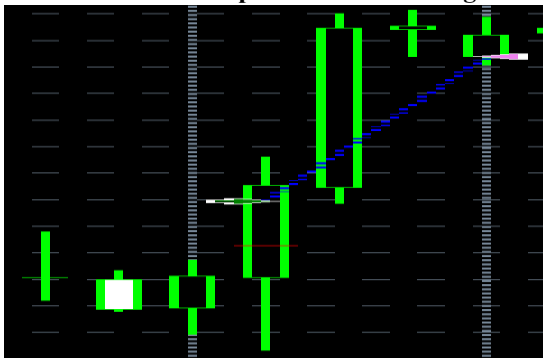
### 5.4.5 Vlastní strategie – Engulfing line

Testy za pomoci technické analýzy byly v předchozích kapitolách založeny pouze na jednom indikátoru technické analýzy, který je využíván pro vstup i výstup do obchodní pozice. Takto nadefinované obchodní systémy převažují ve vědeckých pracích zabývajících se efektivitou trhu. Ovšem retailovi obchodníci ve svých obchodních systémech využívají

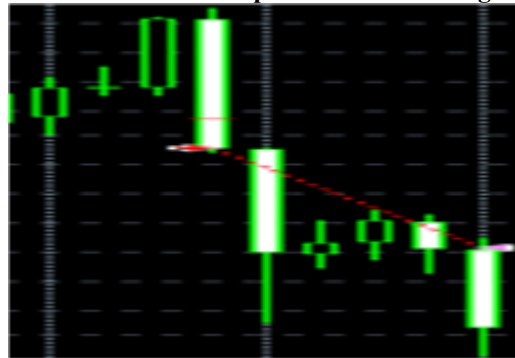


více než jeden indikátor technické analýzy. Proto ve snaze se co nejvíce přiblížit současným trendům v moderním tradingu, jsou do tohoto obchodního systému začleněny prvky risk- a money-managementu. Aby byla efektivnost vlastní strategie maximální, byla zaměřena pouze na jeden měnový pár (EUR/USD) a na jedno časové pásmo (čtyřhodinové pásmo). Tato strategie je založena na jednoduchém pravidle nazývaném v zahraniční literatuře též jako „Engulfing line“. Tato formace představuje řadu několika svící<sup>12</sup>, kde poslední svíce má své minimum níže než svíce předchozí a zároveň její maximum je vyšší než maxima určitého počtu předchozích svící. Nákupní a prodejní signály jsou pak umístěny v místě, kde poslední svíce přesahuje maximum určitého počtu předchozích svící<sup>13</sup> (nákupní signál) a prodejní signál je umístěn v místě, kde minimum poslední svíce je níže, než minimum určitého počtu předchozích svící viz obrázek 10 a 11.

**Obrázek 11: Dlouhá pozice vlastní strategie**



**Obrázek 12: Krátká pozice vlastní strategie**



Obrázky 11 a 12 ukazují kromě vstupních pozic i průběh celého obchodu. Drobná červená čára pod zelenou šipkou a nad červenou šipkou zobrazují maximální přípustnou ztrátu z jednoho obchodu, která je stanovena na 25 pips<sup>14</sup>. Pokud se kurz bude vyvíjet v investorův neprospěch, bude na této úrovni obchod uzavřen. Při investici 1 lotu<sup>15</sup>, je výše maximální ztráty nastavena na 250 USD, tedy je rovna jedné čtyřicetině počátečního vkladu na účtu, což odpovídá základnímu pravidlu cash managementu, že maximální ztráta

<sup>12</sup> Tato japonská metoda jednoduchým způsobem zobrazuje za pomoci svíce minimální, maximální, otevírací a zavírací cenu za určitý časový interval (obvykle jeden den).

<sup>13</sup> V našem případě se jedná o tři předchozí svíce.

<sup>14</sup> Pip (bazický bod) je jednotka, která označuje minimální možnou změnu kurzu.

<sup>15</sup> Díky prvkům risk management byla u této strategie snížena variabilita výnosů, což umožnilo využití vyšší investice (1 lot) v porovnání s ostatními strategiemi založených pouze na jednom indikátoru (výše investice 0,1 lot). Tato skutečnost se promítne pouze v absolutním a procentním vyjádření výnosu strategie, nikoli u statistických testů této strategie.

z jednoho obchodu by neměla přesáhnout jednu dvacetinu z počátečního vkladu. Pokud by se pozice vyvíjela ve prospěch investora, bude obchod uzavřen po 16 hodinách. Kromě risk-managementu v podobě nastavení maximální přípustné ztráty, je v této strategii i použito i načasování vstupu do pozice, které je nastaveno na 30 minut před koncem časového intervalu pro danou svíci. Zdrojový kód strategie je zapsán v jazyce mql4 a lze jej najít v příloze 11.

## 6 Empirické výsledky

### 6.1 Statistické testy

#### 6.1.1 Výnosy

Tabulka 1: Popisné statistiky změn devizových kurzů

Kurz	časové pásmo	Počet pozorování	Průměrný výnos	Směr. odchylka	Míra šikmosti	Míra špičatosti	JB test (p-value)
EUR/USD	5 Min.	9999	0,000006	0,0004	0,2653	8,9971	0,0000*
	1 Hod.	9999	-0,000001	0,0014	-1,2289	45,8517	0,0000*
	4 Hod.	9999	0,000012	0,0027	-0,1669	11,9720	0,0000*
	1 Den	1999	0,000098	0,0067	-0,0015	5,0960	0,0000*
GBP/USD	5 Min.	9999	0,000005	0,0004	-0,1211	16,3869	0,0000*
	1 Hod.	9999	0,000010	0,0015	0,1240	32,6208	0,0000*
	4 Hod.	9999	-0,000012	0,0028	-0,1579	14,0944	0,0000*
	1 Den	1999	0,000021	0,0065	-0,4020	5,9940	0,0000*
USD/CHF	5 Min.	9999	-0,000004	0,0005	0,1277	13,0309	0,0000*
	1 Hod.	9999	-0,000021	0,0016	-2,5814	134,2201	0,0000*
	4 Hod.	9999	-0,000030	0,0029	-0,3687	21,8217	0,0000*
	1 Den	1999	-0,000202	0,0071	-0,3198	6,3745	0,0000*
USD/JPY	5 Min.	9999	-0,000002	0,0003	0,5771	18,9614	0,0000*
	1 Hod.	9999	-0,000021	0,0015	-3,0926	62,9643	0,0000*
	4 Hod.	9999	-0,000039	0,0029	-0,6615	18,2238	0,0000*
	1 Den	1999	-0,000223	0,0068	-0,1807	7,6448	0,0000*
USD/CAD	5 Min.	9999	-0,000002	0,0003	0,0089	9,7273	0,0000*
	1 Hod.	9999	-0,000024	0,0016	-0,2377	11,5737	0,0000*
	4 Hod.	9999	-0,000034	0,0028	-0,2208	9,8864	0,0000*
	1 Den	1999	-0,000210	0,0067	0,2091	5,5975	0,0000*

Poznámka:  $Výnos_t = \ln(close_t) - \ln(close_{t-1})$

\* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

\*\*nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

Zdroj: vlastní šetření

V tabulce 1 jsou uvedeny popisné charakteristiky pětiminutových, hodinových, čtyřhodinových a denních změn devizového kurzu, které jsou definovány jako rozdíl přirozených logaritmů zavíracích kurzů současné a předchozí časové periody  $\ln(Close_t) - \ln(Close_{t-1})$ . Denní změny devizových kurzů byly ve sledovaném období ovlivněny depreciací amerického dolaru. Tato skutečnost se odrazila u EUR/USD, GBP/USD kladnými průměrnými změnami a zápornou průměrnou hodnotou u měnových párů USD/CHF, USD/JPY a USD/CAD. Tento dlouhodobý trend s největší pravděpodobností ovlivnil i výnosy v kratších obdobích. Pouze průměrné hodinové změny kurzu EUR/USD a čtyřhodinové změny kurzu GBP/USD vykazují opačné hodnoty v porovnání s denními změnami. Tento jev lze přisuzovat různým délkám sledovaného období pro různě dlouhé kurzové změny. Roz-

ptyl změn devizových kurzů se u všech sledovaných kurzů zvyšoval spolu s délkou uvažované změny devizového kurzu. Míry šikmosti a špičatosti informují o pravděpodobnostním rozdělení výnosů, které je zachyceno také na histogramech 12 až 31. Pravděpodobnostní rozdělení změn devizových kurzů (viz příloha 1) u všech sledovaných délek vykazuje vysokou míru špičatosti v porovnání s normálním rozdělením. Míra špičatosti je nejvyšší u hodinových výnosů a klesá s délkou pozorované změny. Nejnižší hodnotu míry špičatosti vykazují denní změny devizových kurzů. Na základě výsledků Jarque-Bera testu, uvedeném v posledním sloupci, lze tvrdit, že výnosy devizových kurzů nemají normální rozdělení, což se shoduje s tvrzením Burta a kol. (Burt. Kean, Booth 1977). Změny devizových kurzů vykazují v porovnání s normálním rozdělením extrémní počet malých změn. Vysoký počet extrémních hodnot, které by se projevíly tlustými konci pozorovaného rozdělení, nebyl významný.

### 6.1.2 Run-test

V kapitole 5.3.1 byla popsána metoda testování efektivity trhu pomocí run-testu, kde nulovou hypotézu o náhodnosti cenových změn nelze zamítnout ve prospěch hypotézy alternativní, pokud se skutečný počet runů významně neliší od počtu očekávaných runů. Alternativní hypotézu lze přijmout v případě, kdy počet runů je významně nižší nebo vyšší než počet očekávaný. Poshakwale (1996) uvádí, že pokud počet skutečných runů je menší než očekávaná hodnota, trh na příchozí informace reaguje „přehnanou reakcí“ a vyšší počet sérií naopak poukazuje na zpožděné reakce na příchozí informace.

Run test umožňuje transformovat skutečný počet runů do  $Z$  testové statistiky. Neleží-li tedy vypočtená  $Z$  statistika v intervalu od  $-1,96$  do  $1,96$ , lze na 5% hladině významnosti zamítnout nulovou hypotézu o náhodnosti cenových změn v časové řadě a opačně. Pro stanovení intervalu spolehlivosti bylo, kromě 5% hladiny významnosti, použito i méně striktní kritérium v podobě 1% hladiny významnosti. Pokud tedy testová statistika  $Z$  leží v intervalu od  $-2,58$  do  $2,58$ , nelze zamítnout nulovou hypotézu o náhodnosti cenových změn v časové řadě.

Run test s nulovou sérií i bez nulové série byl počítán za pomoci vytvořených maker v programu Excel a jeho výsledky jsou uvedeny v tabulce 2 a 3. Tabulka 2 zobrazuje testovací metodu, která nebere v úvahu nulovou změnou. V této tabulce jsou tedy uvedeny počty kladných cenových změn  $N_1$ , počty záporných cenových změn  $N_2$ , celkový počet pozorování  $N$ , počet přechodů (runů) mezi sérií s kladnými cenovými změnami a zápornými cenovými změnami  $R$ , testová statistika  $Z$  a hodnota  $p$ . Tabulky jsou navíc doplněny znamínkem \*\* v případě, kdy je zamítnuta nulová hypotéza o náhodnosti cenových změn na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  nebo znamínkem\* pro hladinu významnosti  $\alpha = 0,01$ .

**Tabulka 2: Run test bez nulové série**

Kurz	Čas. int.	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N	R	Z-stat	p-value
EUR/USD	5 Min.	4480	4418	8898	4736	6,0691*	0,0000
	1 Hod.	4878	4797	9675	5157	6,4838*	0,0000
	4 Hod.	4947	4843	9790	5109	4,3173*	0,0000
	1 Den	1028	964	1992	1054	2,6036*	0,0085
USD/GBP	5 Min.	4427	4348	8775	4593	4,3744*	0,0000
	1 Hod.	4969	4761	9730	5107	4,9340*	0,0000
	4 Hod.	4991	4838	9829	5076	3,2628*	0,0011
	1 Den	1018	969	1987	988	-0,2648	0,7912
USD/JPY	5 Min.	3956	3988	7944	4254	6,3074*	0,0000
	1 Hod.	3956	3988	7944	4254	6,7390*	0,0000
	4 Hod.	4935	4833	9768	5019	2,7229*	0,0065
	1 Den	975	1010	1985	1051	2,5965*	0,0094
USD/CHF	5 Min.	4252	4292	8544	4578	6,6019*	0,0000
	1 Hod.	4699	4874	9573	5126	6,9547*	0,0000
	4 Hod.	4849	4932	9781	5167	5,5792*	0,0000
	1 Den	982	1004	1986	1076	3,6869*	0,0002
USD/CAD	5 Min.	3926	4039	7965	4293	6,9556*	0,0000
	1 Hod.	4662	4939	9601	5052	5,1992*	0,0000
	4 Hod.	4816	4949	9765	5017	2,7209*	0,0065
	1 Den	943	1044	1987	1026	1,5328	0,1253

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

\*\*nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

Zdroj: vlastní šetření

Testová statistika  $Z$  je v tabulce 2 ve většině případů vyšší než horní hranice konfidenčního intervalu, což poukazuje na skutečnost, že počet přechodů z jedné série do druhé je vyšší, než očekávaný počet runů. Výjimku tvoří pouze jednodenní devizové kurzy GBP/USD a USD/CAD, u nichž ani s 95% pravděpodobností nelze zamítnout nulovou hypotézu o efektivním trhu.

Porovnáme-li tyto výsledky run testu bez nulové série s tabulkou 3, kde je do výpočtu zahrnuta i nulová změna kurzu  $N_3$ . Při pohledu na položku  $N_3$  je patrné, že počet nulových změn klesá s délkou sledované změny devizového kurzu. Ovšem i takto upravená metodika vede k podobným výsledkům, jako tomu bylo u metody bez nulových změn. Efektivní chování dle tohoto testu vykazují pouze jednodenní devizové kurzy GBP/USD a USD/CAD.

**Tabulka 3: Run test s nulovou sérií**

Kurz	Čas. int.	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N	R	Z-stat	p-value
EUR/USD	5 Min.	4480	4418	1101	9999	6127	4,4298*	0,0000
	1 Hod.	4878	4797	324	9999	5614	6,2877*	0,0000
	4 Hod.	4947	4843	209	9999	5418	4,3963*	0,0000
	1 Den	1028	964	7	1999	1065	2,63204*	0,0092
USD/GBP	5 Min.	4427	4348	1224	9999	6135	2,9006*	0,0037
	1 Hod.	4969	4761	269	9999	5493	4,8481*	0,0000
	4 Hod.	4991	4838	170	9999	5327	3,2930*	0,0010
	1 Den	1018	969	12	1999	1009	-0,1257	0,9000
USD/JPY	5 Min.	3956	3988	2055	9999	6626	4,3735*	0,0000
	1 Hod.	4778	4758	463	9999	5739	6,3918*	0,0000
	4 Hod.	4935	4833	231	9999	5361	2,8196*	0,0048
	1 Den	975	1010	14	1999	1074	2,7017*	0,0069
USD/CHF	5 Min.	4252	4292	1455	9999	6365	4,8737*	0,0000
	1 Hod.	4699	4874	426	9999	5736	7,0121*	0,0000
	4 Hod.	4849	4932	218	9999	5490	5,6927*	0,0000
	1 Den	982	1004	13	1999	1091	3,5013*	0,0002
USD/CAD	5 Min.	3926	4039	2034	9999	6477	4,3671*	0,0000
	1 Hod.	4662	4939	398	9999	5614	5,0323*	0,0000
	4 Hod.	4816	4949	234	9999	5363	2,8118*	0,0049
	1 Den	943	1044	12	1999	1047	1,6768	0,0936

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

\*\*nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

Zdroj: vlastní šetření

Na základě výsledků run testu lze tvrdit, že předpoklad náhodnosti cenových změn, až na výjimky, nesplňuje žádný měnový pár. Ovšem zajímavá je skutečnost, že ve všech případech je Z testová statistika větší než horní hranice intervalu spolehlivosti. To znamená, že skutečný počet zvrátů přesahuje počet očekávaných runů. Série cenových změn devizových kurzů jsou tedy kratší, oscilují kolem své průměrné hodnoty rychleji, než by se očekávalo a lze předpokládat, že cenové změny jsou záporně korelované. Tento úkaz se ovšem pomalu vytrácí spolu s růstem délky časového intervalu dané změny devizového kurzu. Jinak řečeno jednodenní devizové kurzy mají sklon chovat se více efektivně než je tomu u čtyřhodinových nebo hodinových kurzů. Tato skutečnost může být ovlivněna jak delším časovým obdobím, tak i menším počtem pozorování v případě denních cenových změn.

### 6.1.3 Testy autokorelace

Testy autokorelace byly vypočteny ve statistickém programu Matlab. Základem těchto testů je testování hodnoty korelačního koeficientu, který vyjadřuje vztah mezi současným a vybraným výnosem z minulého období. Výnos je v tomto případě počítán jako rozdíl přirozeného logaritmu kurzu v čase  $t$  a  $t-1$ . Testy autokorelace umožňují testovat zvlášť jednotlivé koeficienty, i více koeficientů najednou. Při testech jednotlivých korelačních koeficientů je zkoumáno, zda jsou tyto koeficienty různé od nuly. Trh je označen za efektivní v případě, že testovanou nulovou hypotézu o nulové hodnotě korelačního koeficientu nelze zamítnout a opačně. Prokáže-li se, že je korelační koeficient různý od nuly na zvolené hladině významnosti 0,05 případně 0,01, je možné tvrdit, že chování časové řady nespĺňuje podmínky efektivního trhu.

Tabulka 4: Test autokorelacích koeficientů

Kurz	Čas. int.	Zpoždění						
		1	2	3	4	5	6	7
EUR/USD	5 Min.	0,0486*	-0,0108	-0,0236**	0,0129	0,0121	0,0052	-0,0076
	1 Hod.	-0,0106	0,0041	-0,0082	-0,0113	0,0410*	-0,0046	-0,0190
	4 Hod.	0,0011	0,0072	-0,0250**	0,0129	0,0395*	-0,0137	0,0002
	1 Den	-0,0090	-0,0315	0,0283	-0,0266	0,0078	0,0102	0,0198
USD/GBP	5 Min.	-0,0687*	-0,0014	-0,0003	0,0017	0,0278*	-0,0026	-0,0159
	1 Hod.	-0,0369*	-0,0188	0,0158	-0,0086	0,0085	-0,0193	0,0101
	4 Hod.	-0,0126	-0,0054	-0,0294*	0,0336*	0,0291*	0,0406*	-0,0210**
	1 Den	0,0428	-0,0216	-0,0025	-0,0243	-0,0085	0,0034	0,0093
USD/JPY	5 Min.	-0,0645*	-0,0335*	0,0013	0,0089	-0,0124	0,0107	-0,0002
	1 Hod.	-0,0266*	-0,0057	0,0069	-0,0080	-0,0137	-0,0075	-0,0077
	4 Hod.	-0,0269*	-0,0082	-0,0086	0,0380*	0,0106	-0,0406*	-0,0098
	1 Den	-0,0715*	0,0047	0,0091	-0,0412	0,0023	-0,0477**	0,0490**
USD/CHF	5 Min.	-0,0584*	-0,0256**	-0,0133	-0,0129	-0,0158	-0,0030	-0,0150
	1 Hod.	-0,0119	-0,0014	0,0009	0,0039	0,0195	0,0028	0,0015
	4 Hod.	-0,0058	0,0043	-0,0114	-0,0022	0,0303*	-0,0328*	-0,0050
	1 Den	-0,0572**	-0,0120	-0,0177	-0,0275	0,0329	0,0117	-0,0030
USD/CAD	5 Min.	-0,0651*	-0,0063	-0,0291*	-0,0097	0,0090	-0,0085	-0,0109
	1 Hod.	-0,0449*	-0,0038	0,0274*	-0,0347*	0,0194	0,0037	0,0085
	4 Hod.	-0,0208**	-0,0043	-0,0132	0,0207**	0,0624*	-0,0115	-0,0494*
	1 Den	-0,0373	0,0110	0,0196	0,0381	-0,0464**	-0,0216	-0,0105

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

\*\*nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

Zdroj: vlastní šetření



V tabulce 4 jsou uvedeny hodnoty korelačních koeficientů  $\rho$  pro prvních sedm zpoždění<sup>16</sup>. Jako v předchozích tabulkách jsou hodnoty označeny znaménkem \* nebo \*\* podle toho, zda nulovou hypotézu zamítáme na hladině významnosti 0,05 nebo 0,01. Hodnoty korelačních koeficientů jsou na první pohled velmi nízké, což poukazuje na vysokou efektivitu devizového trhu. Nezávislost kurzových změn lze pozorovat i na grafickém znázornění ACF a PACF v příloze 3. I přesto v některých případech statistické testy prokázaly lineární závislost mezi výnosy devizových kurzů pro dané zpoždění. Tento jev je pravděpodobně způsoben vysokým počtem pozorování, který výrazně ovlivňuje výpočet konfidenčního intervalu<sup>17</sup>.

Většina korelačních koeficientů, pro které je zamítnuta nulová hypotéza má zápornou hodnotu a zpoždění rovno jedné. Jinými slovy výnosy devizových kurzů většinou závisí na bezprostředně předcházející cenové změně a má opačný směr. Jde tedy o korekce, kdy růst devizového kurzu je střídán poklesem devizového kurzu. Nejvíce těchto korekcí vykazují měnové páry americký dolar ku neevropské měně, tedy USD/JPY a USD/CAD. Pokud budou hodnoceny korelační koeficienty z hlediska délky cenové změny, lze za nejméně efektivní označit pětiminutové a čtyřhodinové změny. U pětiminutových přímk lze pozorovat nejčastěji negativní korelaci pro zpoždění s délkou 1 až 3 pozorování. Tedy jde o stejný výsledek jako u run testů, které vedou i ke stejnému závěru. Tento efekt je možné vysvětlit asynchronním obchodováním, které ve svých pracích popisují Lo, Mackinlay (1990), Baillie, Bollerslev (1991) nebo Neely, Weller (2003). Asynchronní obchodování je typické pro méně likvidní trhy, kde dochází v určitých časových intervalech pouze k hromadění obchodních příkazů, které jsou střídány obdobími, v nichž dojde k realizaci několika příkazů. Nulová změna kurzu je vystřídána např. kladnou změnou, a pokud v další periodě nedojde k realizaci žádného obchodu, následuje opět nulová změna. Ačkoli devizové trhy jsou charakteristické svojí vysokou likviditou, může k tomuto efektu docházet především v nočních hodinách u pětiminutových kurzových změn viz Zeman, Maršík

<sup>16</sup> Hodnoty korelačních koeficientů pro delší zpoždění jsou uvedeny v příloze 4.

<sup>17</sup> Např. u cenových změn měřených v pětiminutových, hodinových a čtyřhodinových intervalech, je počet pozorování 9999, tudíž interval spolehlivosti s hladinou významnosti 0,05 je určen hodnotami

$$\pm 1,96 \sqrt{\frac{1}{9999}} = \pm 0,0196 .$$

U denních cenových změn je počet pozorování 1999, tudíž interval spolehlivosti s 0,05 hladinou spolehlivosti je určen hodnotami

$$\pm 1,96 \sqrt{\frac{1}{1999}} = \pm 0,0438 .$$

(2013). Záporné korelace v krátkých časových intervalech mohou být ovlivněny i „ask-bid bounce“ efektem, k němuž dochází při střídavém umístování tržních pokynů na nákup a prodej měny, kdy tržní cena fluktuluje mezi poptávanou a nabízenou cenou.

Významné korelace se objevují také u čtyřhodinových změn devizových kurzů nejvíce pak u zpoždění 4 a 5. Tyto závislosti se objevují spíše náhodně, ovšem shodně vykazují kladné hodnoty. Tento jev může být způsoben časovým posunem mezi obchodními hodinami jednotlivých burzovních center a homogenním očekáváním všech investorů v různých zemích světa.

**Tabulka 5: Ljung-Boxův test**

Kurz	Čas. int.	Zpoždění						
		1	2	3	4	5	6	7
Krit. hodnota	$\alpha = 0,05$	3,8415	5,9915	7,8147	9,4877	11,0705	12,5916	14,0671
	$\alpha = 0,01$	6,6349	9,2103	11,3449	13,2767	15,0863	16,8119	18,4753
EUR/USD	5 Min	23,6423*	24,8107*	30,3925*	32,0561*	33,5259*	33,7985*	34,3799*
	1Hod	1,1257	1,2934	1,9662	3,2504	20,0789*	20,2885*	23,8942*
	4 Hod	0,0121	0,5245	6,7617	8,4195	24,0392*	25,9133*	25,9137*
	1 Den	0,1612	2,1484	3,7551	5,1728	5,2944	5,5027	6,2869
GPB/USD	5 Min	47,1358*	47,1556*	47,1567*	47,1857*	54,8935*	54,9592*	57,4835*
	1Hod	13,6341*	17,1820*	19,6790*	20,4233*	21,1377*	24,8782*	25,8961*
	4 Hod	1,5826	1,8736	10,5483	21,8454*	30,3417*	46,7834*	51,1942*
	1 Den	3,6615	4,5964	4,6090	5,7872	5,9320	5,9550	6,1293
USD/JPY	5 Min	41,6393*	52,8313*	52,8490*	53,6383*	55,1833*	56,3325*	56,3329*
	1Hod	7,0870	7,4162**	7,8965**	8,5344	10,3994	10,9620	11,5621
	4 Hod	7,2366*	7,9088**	8,6443**	23,1239*	24,2487*	40,7241*	41,6755*
	1 Den	10,2405*	10,2853*	10,4516**	13,8420*	13,8524**	18,3855*	23,1734*
USD/CHF	5 Min	34,0693*	40,6216*	42,3781*	44,0450*	46,5446*	46,6341*	48,8807*
	1Hod	1,4059	1,4266	1,4342	1,5878	5,3872	5,4684	5,4917
	4 Hod	0,3367	0,5222	1,8328	1,8817	11,0639	21,8527*	22,1028*
	1 Den	6,5389**	6,8274**	7,4545	8,9636	11,1338**	11,4075	11,4260
USD/CAD	5 Min	42,3363*	42,7377*	51,2066*	52,1567*	52,9747*	53,7055*	54,9022*
	1Hod	20,2048*	20,3524*	27,8359*	39,8840*	43,6353*	43,7714*	44,5001*
	4 Hod	4,3076	4,4928	6,2235	10,5038**	49,4749*	50,7893*	75,2133*
	1 Den	2,7844	3,0274	3,7958	6,6963	10,9973	11,9261	12,1448

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

\*\*nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

Zdroj: vlastní šetření

Druhou možností jak testovat existenci autokorelace v časové řadě je Ljung-Boxův test, který umožňuje testovat spojenou nulovou hypotézu o nulových hodnotách korelačních koeficientů pro různá zpoždění. Pravděpodobnost existence autokorelace roste s vyššími

hodnotami Q-statistiky. Autokorelace logaritmovaných cenových změn je opět testována na hladinách významnosti  $\alpha = 0,05$  a  $0,01$ .

Z tabulky 5<sup>18</sup> je patrné, že Ljung-Boxův test hodnotí jako nejméně efektivní nejkratší časové intervaly, u kterých lze zamítnout nulovou hypotézu na hladině významnosti  $0,01$  u všech sledovaných devizových kurzů pro všechna zpoždění delší než 1. Naopak s 99% pravděpodobností lze označit denní devizové kurzy, vyjma měnového páru USD/JPY, za efektivní. U hodinových a čtyřhodinových výnosů jsou výsledky nejednoznačné. Porovnáme-li navzájem chování devizových kurzů pro všechny periody, lze říci, že Ljung-Boxův test hodnotí jako nejvíce efektivní měnové páry EUR/USD a USD/CHF. Naopak jako nejméně efektivní z pěti hodnocených měnových párů se jeví USD/JPY, u kterého byla prokázána lineární závislost kurzových změn u všech pozorovaných period, pro větší zpoždění.

#### 6.1.4 Test rozptylu

Jedna z metod, která umožňuje otestovat i nelineární formy závislosti v časové řadě je test rozptylu. Výsledky testu jsou uvedené v tabulce 6 a jsou rozděleny do dvou hlavních sloupců. První sloupec obsahuje výsledky testu, který testuje náhodnou procházku typu RW2 a RW3, tedy neobsahují podmínku homoskedasticity změn devizových kurzů. Ve druhém sloupci označeném jako IID jsou uvedeny výsledky pro náhodnou procházku typu RW1, která je striktněji vymezena a zahrnuje v sobě podmínku konstantního rozptylu.

Každý časový interval změn devizových kurzů obsahuje položku poměr diferencí, která je vypočtena jako zlomek, kde v čitateli je rozptyl logaritmu výnosu devizového kurzu a jmenovatel obsahuje rozptyl logaritmu výnosu devizového kurzu za  $q$ -delší období dělený délkou období  $q$ . V tabulce 6 jsou uvedeny výsledky pro různou délku období  $q$  (2, 5, 10 a 20). Poměr diferencí je transformován do VR testové statistiky, která má normální rozdělení. Pokud nabývá VR statistika hodnot v intervalu od  $-1,96$  do  $+1,96$ , nelze na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  zamítnout nulovou hypotézu o nezávislosti cenových změn. V případě hladiny významnosti  $\alpha = 0,01$  nelze nulovou hypotézu zamítnout, pokud se hodnoty VR testové statistiky pohybují v intervalu od  $-2,58$  do  $2,58$ . P-hodnoty pro test rozptylů jsou uvedeny v příloze 6.

---

<sup>18</sup> Výsledky Ljung-Boxova testu pro zpoždění 1-14 včetně p-hodnot jsou obsaženy v příloze č. 5

Tabulka 6: Test poměru rozpylu

Kurz	Čas. int.	VR	K-tá diference							
			Not IDD				IID			
			2	5	10	20	2	5	10	20
EUR/USD	5 Min.	Poměr dif.	0,951	0,896	0,893	0,880	0,951	0,896	0,893	0,880
		VR stat	-3,519*	-3,418*	-2,337**	-1,837	-4,842*	-4,737*	-3,154*	-2,395**
	4 Hod.	Poměr dif.	0,989	0,977	0,987	0,970	0,989	0,977	0,987	0,970
		VR stat	-0,809	-0,831	-0,317	-0,526	-1,049	-1,023	-0,372	-0,593
	5 Min.	Poměr dif.	1,001	0,996	1,021	1,026	1,001	0,996	1,021	1,026
		VR stat	0,090	-0,119	0,450	0,388	0,129	-0,164	0,622	0,535
4 Hod.	Poměr dif.	0,991	0,963	0,986	1,050	0,991	0,963	0,986	1,050	
	VR stat	-0,306	-0,605	-0,147	0,361	-0,370	-0,751	-0,183	0,450	
GPB/USD	5 Min.	Poměr dif.	0,931	0,887	0,895	0,879	0,931	0,887	0,895	0,879
		VR stat	-4,707*	-3,546*	-2,243**	-1,851	-6,865*	-5,131*	-3,100*	-2,423**
	4 Hod.	Poměr dif.	0,963	0,928	0,912	0,909	0,963	0,928	0,912	0,909
		VR stat	-2,677*	-2,598*	-2,153**	-1,551	-3,672*	-3,272*	-2,596*	-1,817
	5 Min.	Poměr dif.	0,987	0,963	1,010	1,041	0,987	0,963	1,010	1,041
		VR stat	-0,673	-0,966	0,178	0,506	-1,243	-1,675	0,299	0,839
4 Hod.	Poměr dif.	1,044	1,035	1,022	1,045	1,044	1,035	1,022	1,045	
	VR stat	1,354	0,511	0,206	0,291	1,968	0,722	0,292	0,410	
USD/JPY	5 Min.	Poměr dif.	0,935	0,861	0,837	0,805	0,935	0,861	0,837	0,805
		VR stat	-2,897*	-3,299*	-2,803*	-2,535**	-6,435*	-6,306*	-4,807*	-3,905*
	4 Hod.	Poměr dif.	0,973	0,953	0,922	0,894	0,973	0,953	0,922	0,894
		VR stat	-1,048	-1,007	-1,220	-1,247	-2,642*	-2,124**	-2,288**	-2,129**
	5 Min.	Poměr dif.	0,973	0,956	0,949	0,921	0,973	0,956	0,949	0,921
		VR stat	-1,492	-1,165	-0,920	-1,007	-2,671*	-1,997**	-1,492	-1,575
4 Hod.	Poměr dif.	0,929	0,881	0,841	0,857	0,929	0,881	0,841	0,857	
	VR stat	-2,422	-1,720	-1,528	-0,948	-3,158*	-2,414**	-2,098**	-1,279	
USD/CHF	5 Min.	Poměr dif.	0,941	0,860	0,799	0,781	0,941	0,860	0,7998	0,781
		VR stat	-3,244*	-3,880*	-3,897*	-3,055*	-5,824*	-6,354*	-5,927*	-4,397*
	4 Hod.	Poměr dif.	0,988	0,982	1,008	0,997	0,988	0,982	1,008	0,997
		VR stat	-0,816	-0,639	0,208	-0,039	-1,166	-0,806	0,245	-0,043
	5 Min.	Poměr dif.	0,994	0,9866	0,974	0,946	0,994	0,986	0,974	0,946
		VR stat	-0,434	-0,507	-0,628	-0,889	-0,561	-0,610	-0,757	-1,086
4 Hod.	Poměr dif.	0,943	0,870	0,879	0,884	0,943	0,870	0,879	0,884	
	VR stat	-2,020**	-2,2241**	-1,368	-0,906	-2,513**	-2,637*	-1,588	-1,038	
USD/CAD	5 Min.	Poměr dif.	0,935	0,861	0,819	0,767	0,935	0,861	0,819	0,767
		VR stat	-4,554*	-4,4357*	-3,901*	-3,574*	-6,489*	-6,307*	-5,338*	-4,669*
	4 Hod.	Poměr dif.	0,955	0,932	0,936	0,936	0,955	0,932	0,936	0,936
		VR stat	-3,026*	-2,263**	-1,466	-1,084	-4,475*	-3,098*	-1,869	-1,268
	5 Min.	Poměr dif.	0,979	0,959	0,976	0,984	0,979	0,959	0,976	0,984
		VR stat	-1,389	-1,311	-0,495	-0,221	-2,058**	-1,834	-0,696	-0,313
4 Hod.	Poměr dif.	0,963	0,987	0,963	0,910	0,963	0,987	0,963	0,910	
	VR stat	-1,077	-0,170	-0,314	-0,528	-1,653	-0,261	-0,480	-0,799	

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

\*\*nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

Zdroj: vlastní šetření

V případě kdy se hodnota poměru kurzových změn blíží 1, kurzové změny jsou na sobě navzájem nezávislé a trh lze označit za efektivní. Pokud bude abstrahováno od předpokladu nezávislého identického rozdělení, náhodnost cenových změn lze vyloučit u pětiminutových změn všech měnových párů. Prokazatelná závislost se objevuje navíc u hodinových změn měnových párů GBP/USD a USD/CAD. Tyto výsledky opět potvrzují výsledky dvou předchozích testů – testu autokorelace a run testu.

Výsledky pro nejstriktnější vymezení náhodné procházky RW1 ve většině případů kopírují předchozí výsledky. Pouze u měnového páru USD/JPY dochází k zamítnutí nulové hypotézy i pro hodinové, čtyřhodinové a denní časové řady a to buď na 5% hladině významnosti, případně na 1% hladině významnosti.

### 6.1.5 Test jednotkového kořene

Test jednotkového kořene náleží do skupiny testů, které zkoumají lineární závislost cenových změn. Ještě předtím než bude započato samotné testování jednotkového kořene ve statistickém programu Matlab, je třeba nastavit vhodný tvar regresní funkce. První problém spočívá ve stanovení počtu zpoždění  $m$  u regresní rovnice (53). V této práci je použita metoda nazvaná „*General to specific rule*“, kdy je nejprve stanoven maximální počet zpoždění  $m_{\max}$  - viz rovnice (58) a vypočtena zvolená regresní funkce. Následně byla hodnocena statistická významnost poslední cenové difference<sup>19</sup>, která je v regresní rovnici obsažena. Pokud významnost tohoto členu nebyla prokázána, byl celkový počet zpoždění zredukován o 1 regresní člen a funkce byla přepočtena pro snížený počet cenových difference. Tento postup se opakuje až do nalezení prvního významného regresního koeficientu. Počty relevantních zpoždění obsažených v regresní funkci jsou uvedeny v tabulce 7 ve sloupci označeném jako počet zpoždění.

Vhodnost zvolené regresní funkce je následně ověřena Durbin-Watsonovým testem, kterým jsou otestována rezidua  $\varepsilon$ . Hodnota Durbin-Watsonova testu blízká se 2, svědčí o náhodnosti reziduí a vhodnosti zvoleného modelu.

---

<sup>19</sup> Pro testování koeficientu  $a_i$  regresní funkce byla zvolena 10% hladina významnosti.

Po vytvoření vhodné regresní funkce pro zvolený měnový pár lze přejít k samotnému testu. Test jednotkového kořene spočívá v testování parametru  $\delta$  z rovnice (57). Pokud není zamítnuta nulová hypotéza, že koeficient  $\delta = 0$ , má se za to, že časová řada obsahuje jednotkový kořen. Jinak řečeno se jedná o časovou řadu nestacionární, kde jsou pohyby cenových změn nahodilé a nelze je předvídat. Vypočtené testové hodnoty  $\tau$  statistiky a  $p$ -hodnoty jsou uvedeny v tabulce 7. U testu jednotkového kořene jsou opět použity 5% a 1% hladiny významnosti. ADF test byl vypočten pro dva modely vycházející z rovnice (57) – model s konstantou a bez trendové složky  $\beta_2 t$  a model obsahující trendovou složku  $\beta_2 t$ .

Z výsledku je patrné, že ani v jednom případě nebyla zamítnuta nulová hypotéza na žádné ze zvolených hladin významnosti. Všechny měnové páry pro všechny časové intervaly jsou nestacionární časové řady a lze tvrdit, že změny devizového kurzu jsou náhodné a nelze je předvídat.

**Tabulka 7: Test jednotkového kořene**

Kurz	Časové pásmo	ADF							
		Konstanta bez trendu				Konstanta + trend			
		$\tau$ -stat	p-value	Počet zpož.	DW	$\tau$ -stat	p-value	Počet Zpož.	DW
EUR/USD	5 Min.	-2,7946	0,0590	40	1,9993	-2,5669	0,3122	40	1,9993
	1 Hod.	-1,2385	0,6337	33	1,9992	-1,2216	0,9053	33	1,9992
	4 Hod.	-2,0107	0,2916	40	1,9999	-2,0107	0,5418	40	1,9999
	1 Den	-2,6267	0,0880	21	1,9995	-2,8022	0,1967	21	1,9994
USD/GBP	5 Min.	-2,4185	0,1369	33	1,9995	3,3495	0,0587	33	1,9996
	1 Hod.	-2,6942	0,0750	28	2,0002	-2,8405	0,1832	28	2,0002
	4 Hod.	-1,1387	0,6779	40	1,9988	-1,6932	0,7452	40	1,9988
	1 Den	-1,6298	0,4605	23	2,0003	-2,1256	0,5303	23	2,0005
USD/JPY	5 Min.	-1,8165	0,3776	40	1,9996	-1,8163	0,6842	40	1,9996
	1 Hod.	-1,5005	0,5176	33	2,0003	-2,9992	0,1331	29	2,0003
	4 Hod.	-0,3226	0,9189	36	1,9995	-1,4657	0,8409	36	1,9995
	1 Den	-0,4225	0,9027	16	1,9991	-1,7822	0,7003	19	1,9982
USD/CHF	5 Min.	-0,9006	0,7833	39	2,0001	-1,3840	0,8654	39	2,0001
	1 Hod.	-1,3224	0,5965	39	1,9994	-2,3370	0,4262	39	1,9994
	4 Hod.	-0,6555	0,8551	34	2,0005	-2,3766	0,4065	34	2,0006
	1 Den	-0,7275	0,8373	22	1,9990	-2,6348	0,2783	22	1,9990
USD/CAD	5 Min.	-1,2856	0,6128	34	1,9994	-1,9265	0,6296	39	2,0001
	1 Hod.	-2,2468	0,1899	33	2,0003	-3,3141	0,0642	33	2,0002
	4 Hod.	-2,0630	0,2684	35	2,0002	-2,0630	0,3482	31	2,0006
	1 Den	-1,7449	0,4095	23	2,0009	-2,3316	0,4284	23	2,0007

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

\*\*nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

Zdroj: vlastní šetření

## 6.2 Testy za pomoci automatických obchodních systémů

Testy obsažené v předešlých kapitolách byly zaměřeny na zkoumání náhodnosti pohybu výnosů devizového kurzu. Oproti tomu testy využívající automatické obchodní systémy ověřují, zda-li lze pohyb devizových kurzů předvídat na základě minulých dat a je-li možno tyto predikce využít k dosažení nadprůměrných zisků. Nadprůměrným ziskem se zde rozumí zisk, který je dosažen prostřednictvím předem stanovené strategie a je vyšší než zisk dosažený pasivní strategií „buy and hold“, jenž spočívá v nákupu měnového páru a v následné držbě po určitou dobu. Kromě tohoto kritéria bude hodnocen i stav finančních prostředků na konci sledovaného období, který by měl přesáhnout hodnotu počátečního vkladu. Výhodou těchto testů je tedy bezpochyby jejich jednoduchá interpretovatelnost a srozumitelnost výsledků. Na rozdíl od statistických testů, bere tento způsob testování v úvahu i transakční náklady a tudíž zohledňuje i ekonomickou stránku věci.

### 6.2.1 Klouzavé průměry

V této části práce byly testovány strategie založené na křížení dvou exponencionálních klouzavých průměrů pro různou délku období, které jsou vyjádřené číslicí v názvu klouzavého průměru. Konkrétně jsou zde testovány strategie  $EMA_6/EMA_{12}$ ,  $EMA_9/EMA_{18}$ ,  $EMA_{10}/EMA_{20}$  a  $EMA_{12}/EMA_{24}$ , které se od sebe liší různou délkou období jednotlivých klouzavých průměrů.

**Tabulka 8: Celkové výnosy strategie - Exponenciální klouzavé průměry (EMA)**

Kurz	Časové pásmo	Strategie					Buy&Hold
		Klouzavý průměr					
		EMA <sub>6</sub> /EMA <sub>12</sub>	EMA <sub>9</sub> /EMA <sub>18</sub>	EMA <sub>10</sub> /EMA <sub>20</sub>	EMA <sub>12</sub> /EMA <sub>24</sub>		
EUR/USD	5 Min.	6592,67	7216,34	7500,19	7985,09	10374,15	
	1 Hod.	8194,89	10902,17	10460,95	10379,26	9373,75	
	4 Hod.	9967,09	9997,67	9787,37	9734,46	9884,37	
	1 Den	12214,62	14664,77	16209,63	15247,4	10942,47	
GPB/USD	5 Min.	5625,03	6950,6	6689,75	6934,71	10580,17	
	1 Hod.	5336,23	8057,29	8191,39	8201,03	955,81	
	4 Hod.	10493,37	8874,6	7251,33	8306,93	6686,14	
	1 Den	9990,6	7659,99	10403,1	12993,56	8360,83	
USD/JPY	5 Min.	6488,32	7566,13	7836,4	8390,17	10038,99	
	1 Hod.	8421,22	7792,97	8054,5	8557,22	8004,87	
	4 Hod.	7008,52	7427	7382,09	8597,47	5726,59	
	1 Den	8926,44	11498,02	10980,39	10745,77	4521,54	
USD/CHF	5 Min.	5653,38	6811,59	7349,16	8017,43	9851,36	
	1 Hod.	6767,43	7869,53	7341,82	7006,86	8029,87	
	4 Hod.	2045,33	6124,85	5766,99	6728,2	5653,05	
	1 Den	5655,47	6417,66	7757,64	6999,9	4398,32	
USD/CAD	5 Min.	5518,51	6921,2	7071,23	7414,17	9829,64	
	1 Hod.	7161,03	8226,18	8918,16	9288,3	7747,05	
	4 Hod.	9400,47	9650,45	7544,31	7634,28	5538,47	
	1 Den	1920,64	4176,22	4251,33	5922,35	4398,97	

*Poznámka: V tabulce jsou uvedeny výnosy v absolutních hodnotách (USD). Počáteční stav účtu byl 10 000 USD. Standardní objem obchodu byl 10 000 jednotek bazické měny.*

*Zdroj: vlastní šetření*

Výsledky jednotlivých variant strategií obsahují tabulky 8 a 9. V tabulce 8 jsou uvedeny stavy finančních prostředků ke konci sledovaného období při počáteční investici 10 000 USD pro čtyři různé strategie. První dva sloupce v tabulce 8 obsahují devizový kurz a příslušné časové pásmo. Třetí sloupec obsahuje variantu, kde je krátký exponenciální průměr počítán ze 6 předchozích období a dlouhý za 12 období. Ve čtvrtém sloupci byly uvažovány délky období 9 a 18, v pátém 10 a 20 a šestý sloupec obsahuje asi nejčastěji využívané délky period – 12 a 24 dní. V posledním sloupci je pro srovnání uveden konečný stav účtu pasivní strategie „buy and hold“. Poté byly absolutní hodnoty výnosů přepočteny pomocí jednoduchého úročení na roční výnosnost. Tyto výsledky jsou zaznamenány v tabulce 9.



**Tabulka 9: Průměrné roční výnosy strategie v % - Exponencionální klouzavé průměry (EMA)**

Kurz	Časové pásmo	Strategie					Buy&Hold
		Klouzavý průměr					
		EMA <sub>6</sub> /EMA <sub>12</sub>	EMA <sub>9</sub> /EMA <sub>18</sub>	EMA <sub>10</sub> /EMA <sub>20</sub>	EMA <sub>12</sub> /EMA <sub>24</sub>		
EUR/USD	5 Min.	-207,9	-169,85	-152,53	-122,94	22,83	
	1 Hod.	-10,72	5,36	2,74	2,25	-3,72	
	4 Hod.	-0,05	0	-0,33	-0,41	-0,18	
	1 Den	2,89	6,09	8,1	6,85	1,23	
GPB/USD	5 Min.	-266,95	-186,07	-201,98	-187,03	35,4	
	1 Hod.	-27,71	-11,54	-10,74	-10,69	-53,73	
	4 Hod.	0,76	-1,72	-4,21	-2,59	-5,07	
	1 Den	-0,01	-3,05	0,53	3,91	-2,14	
USD/JPY	5 Min.	-214,27	-148,51	-132,02	-98,23	2,38	
	1 Hod.	-9,38	-13,11	-11,56	-8,57	-11,85	
	4 Hod.	-4,58	-3,94	-4,01	-2,15	-6,54	
	1 Den	-1,4	1,95	1,28	0,97	-7,15	
USD/CHF	5 Min.	-265,22	-194,55	-161,75	-120,97	-9,07	
	1 Hod.	-19,2	-12,66	-15,79	-17,78	-11,7	
	4 Hod.	-12,18	-5,93	-6,48	-5,01	-6,66	
	1 Den	-5,67	-4,67	-2,93	-3,91	-7,31	
USD/CAD	5 Min.	-273,45	-187,86	-178,7	-157,78	-10,39	
	1 Hod.	-16,87	-10,54	-6,43	-4,23	-13,38	
	4 Hod.	-0,92	-0,54	-3,76	-3,62	-6,83	
	1 Den	-10,54	-7,6	-7,5	-5,32	-7,31	

*Poznámka: u pětiminutových výnosů zahrnuje délka sledovaného období 59 dní, u hodinových výnosů 606 dní, u čtyřhodinových výnosů 2 351 dní a u denních výnosů 2 759 dní včetně víkendů*  
*Zdroj: vlastní šetření*

Strategie založená na křížení krátkého a dlouhého exponencionálního průměru vykazuje nejlepší výsledky u měnového páru EUR/USD, kde je úspěšná na hodinovém a denním časovém pásmu u strategií EMA<sub>9</sub>/EMA<sub>18</sub>, EMA<sub>10</sub>/EMA<sub>20</sub> a EMA<sub>12</sub>/EMA<sub>24</sub>. Nejvyšší výnos dosáhla strategie kombinující exponencionální klouzavé průměry o délce periody 10 a 20 dní, která dosáhla výnosu 16 029 USD, tj. 8,1 % p.a.. Avšak u dalších měnových párů aktivní obchodní strategie překonávala počáteční vklad a pasivní obchodní strategii už jen sporadicky. Ve třech případech tomu bylo u měnového páru USD/GPB. Strategie EMA<sub>6</sub>/EMA<sub>12</sub> byla úspěšná na čtyřhodinových řadách, EMA<sub>10</sub>/EMA<sub>20</sub> a EMA<sub>12</sub>/EMA<sub>24</sub> pak na jednodenním časovém pásmu. Aktivní obchodování s měnovým párem USD/JPY přineslo lepší výsledky u strategií EMA<sub>9</sub>/EMA<sub>18</sub>, EMA<sub>10</sub>/EMA<sub>20</sub> a EMA<sub>12</sub>/EMA<sub>24</sub>. Ve všech třech případech tomu bylo u denního časového intervalu. U měnových párů USD/CHF a USD/CAD pak žádná z aktivních strategií nebyla úspěšná.

Aktivní strategie založené na dvou křížících se klouzavých průměrech překonaly trh 45krát z 80 případů, ovšem pouze 11krát vykazaly i nárůst bohatství, což představuje 13,75% úspěšnost. Ziskovost aktivních strategií nebyla výrazným způsobem ovlivněna délkou období, pro které byly klouzavé průměry kalkulovány. Nejlepší výsledky byly dosaženy na měnovém páru EUR/USD, kde byla strategie úspěšná v 6 případech. Tato situace mohla být ovlivněna výší spreadu, který činí 2 bazické body, zatímco ostatní páry se obchodují s rozpětím 3 bazických bodů mezi kotacemi nákupu a prodeje. Z pohledu časových pásem překonala aktivní strategie počáteční hodnotu a trh 9krát na jednodenních časových pásmech a 2krát na hodinových časových pásmech. Tyto výsledky poukazují na možnost překonání výnosů trhů pomocí aktivní strategie. Ovšem úspěšnost strategie u denních výnosů je možné spatřovat i v délce sledovaného období, které u denních cenových změn obsahuje cca. 2 000 údajů, kdežto v ostatních časových intervalech cca 10 000 údajů. Je zřejmé, že vlivem kratšího období bylo evidováno méně nákupů a prodejů měnových párů a s nižším počtem uskutečněných obchodů klesaly i transakční náklady a lze se domnívat, že tato strategie poukázala na negativní vliv transakčních nákladů na konečný zůstatek účtu investora, který se s rostoucím počtem obchodů limitně blíží nule.

## 6.2.2 Parabolic SAR

V této práci je indikátor Parabolic SAR využit jako vstupní signál pro vstup do pozice, tak i pro výstup z obchodu. Pokud dojde ke změně klesajícího trendu na trend rostoucí, je nákup uskutečněn v okamžiku, kdy se Parabolic SAR ocitne pod aktuální cenou. Opačný případ, kdy hodnota indikátoru vzroste nad aktuální cenu, značí počátek klesajícího trendu a zároveň je prodejním signálem.

**Tabulka 10: Výnosy strategie - Parabolic SAR**

Kurz	Časové pásmo	Strategie				
		Parabolic SAR				Buy&Hold
		Par-SAR <sub>0,02</sub>	Par-SAR <sub>0,05</sub>	Par-SAR <sub>0,1</sub>	Par-SAR <sub>0,15</sub>	
EUR/USD	5 Min.	7778,26	5330,68	3971,38	5484,58	10374,15
	1 Hod.	7291,88	7906,59	7144,16	7971,84	9373,75
	4 Hod.	10299,52	9267,74	9179,46	9617,83	9884,37
	1 Den	7131,39	5855,77	5316,61	6792,71	10942,47
GPB/USD	5 Min.	6100,49	4375,37	2800,47	3416,27	10580,17
	1 Hod.	6934,58	3998,58	908,99	2007,18	955,81
	4 Hod.	4334,71	1760,08	631,57	100,82	6686,14
	1 Den	9656,38	8098,48	5861,62	2180,78	8360,83
USD/JPY	5 Min.	6729,17	3833,09	2050,88	2694,38	10038,99
	1 Hod.	9396,84	5485,76	3586,12	4108,9	8004,87
	4 Hod.	9061,43	10797,1	9553,4	12834,44	5726,59
	1 Den	8333,82	7167,65	5424,43	7930,76	4521,54
USD/CHF	5 Min.	5683,23	2988,3	1776,55	1923,1	9851,36
	1 Hod.	4652,48	3343,85	1538,46	1637,89	8029,87
	4 Hod.	29,33	60,6	68,86	1355,22	5653,05
	1 Den	9395,24	8961,53	5798,58	7092,14	4398,32
USD/CAD	5 Min.	4925,41	2272,17	683,5	1134,17	9829,64
	1 Hod.	6200,18	3463,93	724,6	1445,3	7747,05
	4 Hod.	9558,76	6464,8	6066,45	7852,4	5538,47
	1 Den	7542,06	8340,7	8930,58	9223,17	4398,97

*Poznámka: V tabulce jsou uvedeny výnosy v absolutních hodnotách (USD). Počáteční stav účtu byl 10 000 USD. Standardní objem obchodu byl 10 000 jednotek bazické měny.*

*Zdroj: vlastní šetření*

V tabulce 10 jsou uvedeny opět konečné zůstatky fiktivního účtu pro jednotlivé strategie odvozené od indikátoru Parabolic SAR, které se od sebe liší faktorem akumulace. Tento faktor ovlivňuje citlivost indikátoru. Čím větší je jeho hodnota, tím se indikátor pohybuje blíže k aktuální ceně a signalizuje více zvrátů. W. Wilder stanovil základní hodnotu této konstanty na 0,02. Kromě této hodnoty faktoru akumulace, byly použity i hodnoty 0,05; 0,1 a 0,15. Výsledky jednotlivých strategií s různým faktorem akumulace jsou uvedeny

ve třetím až šestém sloupci tabulky 10. V sedmém sloupci jsou opět obsaženy výsledky pasivní obchodní strategie „buy and hold“. Absolutní hodnoty z tabulky 10 jsou převedeny na procentuální roční výnosy, které jsou zaznamenány v tabulce č. 11.

**Tabulka 11: Průměrné roční výnosy strategie v % – Parabolic SAR**

Kurz	Časové pásmo	Strategie				
		Parabolic SAR				Buy&Hold
		Par-SAR <sub>0,02</sub>	Par-SAR <sub>0,05</sub>	Par-SAR <sub>0,1</sub>	Par-SAR <sub>0,15</sub>	
EUR/USD	5 Min.	-135,56	-284,91	-367,85	-275,52	22,83
	1 Hod.	-16,09	-12,44	-16,97	-12,05	-3,72
	4 Hod.	0,46	-1,12	-1,26	-0,59	-0,18
	1 Den	-3,74	-5,41	-6,11	-4,18	1,23
GPB/USD	5 Min.	-237,94	-343,2	-439,29	-401,72	35,4
	1 Hod.	-18,21	-35,65	-54,01	-47,48	-53,73
	4 Hod.	-8,68	-12,62	-14,35	-15,16	-5,07
	1 Den	-0,45	-2,48	-5,4	-10,2	-2,14
USD/JPY	5 Min.	-199,58	-376,29	-485,03	-445,77	2,38
	1 Hod.	-3,58	-26,82	-38,1	-35	-11,85
	4 Hod.	-1,44	1,22	-0,68	4,34	-6,54
	1 Den	-2,17	-3,7	-5,97	-2,7	-7,15
USD/CHF	5 Min.	-263,4	-427,83	-501,77	-492,83	-9,07
	1 Hod.	-31,77	-39,54	-50,27	-49,68	-11,7
	4 Hod.	-15,27	-15,22	-15,21	-13,24	-6,66
	1 Den	-0,79	-1,36	-5,48	-3,79	-7,31
USD/CAD	5 Min.	-309,64	-471,53	-568,46	-540,97	-10,39
	1 Hod.	-22,57	-38,83	-55,1	-50,82	-13,38
	4 Hod.	-0,68	-5,41	-6,02	-3,29	-6,83
	1 Den	-3,21	-2,17	-1,4	-1,01	-7,31

*Poznámka: u 5 minutových výnosů zahrnuje délka sledovaného období 59 dní, u hodinových výnosů 606 dní, u čtyřhodinových výnosů 2 351 dní a u denních výnosů 2 759 dní včetně víkendů  
Zdroj: vlastní šetření*

Z výsledků je patrné, že strategie založené na indikátoru Parabolic SAR dosáhly lepších výsledků než pasivní obchodní strategie ve 26 případech, což je méně než v případě klouzavých průměrů. Podmínkou úspěšné obchodní strategie by mělo být také zvýšení bohatství investora, což se u této strategie podařilo pouze 3krát z 80 možných pokusů, tedy tento typ strategie vykazuje 3,75% úspěšnost. Vyššího konečného zůstatku bylo dosaženo pouze na čtyřhodinových pásmech u měnových párů EUR/USD a USD/JPY. U měnového páru EUR/USD se tak stalo při faktoru akumulace 0,02 (0,46 % p.a.) a u páru USD/JPY pak při hodnotách faktoru akumulace 0,05 (1,22 % p.a.) a 0,15 (4,34 p.a.). V případě strategie Parabolic SAR není zřejmý žádný trend, který by ovlivnil výši konečných zůstatků na

účtu investora a výsledky mají náhodný charakter. Možnou příčinu neúspěšnosti této strategie je možné spatřovat v nevhodnosti použití této strategie na devizových trzích. Indikátor Parabolic SAR se řadí do kategorie trendových ukazatelů. Měnové páry ovšem nevykazují nikterak dlouhé trendy a naopak, ve většině případů oscilují v daném rozmezí. Lze tedy konstatovat, že tento trendový indikátor se nehodí k analýze devizových trhů a je vhodnější použít tento nástroj technické analýzy pouze jako součást obchodního systému, který by signalizoval uzavření pozice.

### **6.2.3 Comodity Channel index (CCI)**

Strategie založené na indexu CCI využívají mezní hodnoty hodnoty +100 a -100. Pohyb indikátoru přesahující horní hranici intervalu (+100) značí změnu trendu z klesajícího na rostoucí a pro investora je to signál k nákupu, potažmo k ukončení krátké pozice. Ten samý přístup lze aplikovat pro vstup do krátké pozice, případně výstup z dlouhé pozice. Přesáhne-li hodnota indikátoru spodní hranici -100, dochází ke změně trendu z rostoucího na klesající a investor dané finanční aktivum prodá.

Tyto strategie jsou zachyceny v tabulce 12 a 13, které opět zobrazují výsledky aktivní strategie založené na CCI a pasivní obchodní strategie „buy and hold“. Strategie založená na CCI je navíc rozdělena do dalších čtyřech sloupců, které obsahují výsledky pro různou periodu, ze které byl index CCI počítán. Nutno dodat, že s rostoucí dobou periody klesá variabilita indexu CCI, což v konečném důsledku znamená méně prodejních a nákupních signálů a pokles celkové výše transakčních nákladů.

Aktivní obchodní strategie založená na CCI indikátoru překonala výsledek pasivní obchodní strategie ve 48 případech z 80, což představuje úspěšnost 60 % a nejlepší dosažený výsledek ze všech zkoumaných strategií. Ovšem bude-li přidána do hodnocení podmínka o zhodnocení počátečního vkladu, jenž musí být nižší než konečný stav, zredukuje se počet úspěšných strategií na 8, což je naopak po strategii Parabolic SAR druhý nejhorší výsledek.

**Tabulka 12: Výnosy strategie - Comodity Channel Index (CCI)**

Kurz	Časové pásmo	Strategie				
		Commodity Channel Index				Buy&Hold
		CCI <sub>10</sub>	CCI <sub>15</sub>	CCI <sub>20</sub>	CCI <sub>25</sub>	
EUR/USD	5 Min.	7768,65	7868,87	8665,95	8968,59	10374,15
	1 Hod.	8339,21	9396,43	9397,53	9819,75	9373,75
	4 Hod.	6470,94	9805,48	9594,98	8391,65	9884,37
	1 Den	13599,4	11636,38	10747,56	12968,75	10942,47
GBP/USD	5 Min.	7186,09	7738,25	7979	8471,82	10580,17
	1 Hod.	7303,58	8532,13	9115,37	7546,14	955,81
	4 Hod.	9498,5	10320,41	10045,49	12769,77	6686,14
	1 Den	9580,31	8352,26	8161,17	6350,64	8360,83
USD/JPY	5 Min.	8685,9	8139,73	8571,59	8725,92	10038,99
	1 Hod.	8169,78	8626,03	8871,41	8923,76	8004,87
	4 Hod.	8767,21	7955,6	8124,74	10138,45	5726,59
	1 Den	9593,37	9826,23	8647,5	9180,23	4521,54
USD/CHF	5 Min.	7390,77	7687,41	8093,34	8436,17	9851,36
	1 Hod.	6786,95	7836,93	8551,8	9131,7	8029,87
	4 Hod.	6291,69	8411,33	6021,56	9085,51	5653,05
	1 Den	6766,45	7576,43	7824,12	8113,49	4398,32
USD/CAD	5 Min.	9795,78	9704,73	9644,86	9416,59	9829,64
	1 Hod.	7114,73	7816,06	8781,95	7947,65	7747,05
	4 Hod.	8524,82	8287,9	7720,11	9113,09	5538,47
	1 Den	6395,16	6728,16	6917,39	9203	4398,97

*Poznámka: V tabulce jsou uvedeny výnosy v absolutních hodnotách (USD). Počáteční stav účtu byl 10 000 USD. Standardní objem obchodu byl 10 000 jednotek bazické měny.*

*Zdroj: vlastní šetření*

Nejlepších výsledků dosahovala CCI strategie u měnových párů EUR/USD a GBP/USD, kde zhodnotila vložené peněžní prostředky a zároveň překonala trh 6krát. Z pohledu časových pásem přinesly nejvyšší čistý zisk strategie založené na denních časových přímkách, CCI<sub>10</sub> vykázala zisk 3 600 USD (4,7 % p.a.), CCI<sub>25</sub> dosáhla zisku 2 698 USD (3,87 % p. a.) a CCI<sub>15</sub> se ziskem 1 636 USD (2,14 % p. a.). Z časového hlediska byl nejvyšší počet úspěšných strategií zaznamenán na čtyřhodinových časových pásmech, kde se jí podařilo překonat stanovené podmínky 4krát. Nízký počet dobrých výsledků aktivní obchodní strategie lze přičíst nízké variabilitě výnosů, jejímž vlivem nedochází k prudkým propadům na konečném zůstatku účtu. Nízké výnosy však nepokryjí transakční poplatky, a proto vinou této strategie nedochází ke zhodnocení vložených peněžních prostředků.

**Tabulka 13: Průměrné roční výnosy strategie v % – Commodity Channel Index (CCI)**

Kurz	Časové pásmo	Strategie				
		Commodity Channel Index				Buy&Hold
		CCI <sub>10</sub>	CCI <sub>15</sub>	CCI <sub>20</sub>	CCI <sub>25</sub>	
EUR/USD	5 Min.	-136,15	-130,04	-81,4	-62,93	22,83
	1 Hod.	-9,87	-3,59	-3,58	-1,07	-3,72
	4 Hod.	-5,4	-0,3	-0,62	-2,46	-0,18
	1 Den	4,7	2,14	0,98	3,87	1,23
GPB/USD	5 Min.	-171,7	-138,01	-123,32	-93,24	35,4
	1 Hod.	-16,02	-8,72	-5,26	-14,58	-53,73
	4 Hod.	-0,77	0,49	0,07	4,24	-5,07
	1 Den	-0,55	-2,15	-2,4	-4,76	-2,14
USD/JPY	5 Min.	-80,18	-113,51	-87,16	-77,74	2,38
	1 Hod.	-10,87	-8,16	-6,7	-6,39	-11,85
	4 Hod.	-1,89	-3,13	-2,87	0,21	-6,54
	1 Den	-0,53	-0,23	-1,76	-1,07	-7,15
USD/CHF	5 Min.	-159,21	-141,11	-116,34	-95,42	-9,07
	1 Hod.	-19,09	-12,85	-8,6	-5,16	-11,7
	4 Hod.	-5,68	-2,43	-6,09	-1,4	-6,66
	1 Den	-4,22	-3,16	-2,84	-2,46	-7,31
USD/CAD	5 Min.	-12,46	-18,02	-21,67	-35,6	-10,39
	1 Hod.	-17,14	-12,97	-7,24	-12,19	-13,38
	4 Hod.	-2,26	-2,62	-3,49	-1,36	-6,83
	1 Den	-4,7	-4,27	-4,02	-1,04	-7,31

*Poznámka: u 5 minutových výnosů zahrnuje délka sledovaného období 59 dní, u hodinových výnosů 606 dní, u čtyřhodinových výnosů 2 351 dní a u denních výnosů 2 759 dní včetně víkendů*  
*Zdroj: vlastní šetření*

## 6.2.4 Relative strength index (RSI)

Tato práce obsahuje modifikovaný koncept oscilátoru RSI. Signálem pro vstup do dlouhé pozice je překročení hodnoty 50 oscilátorem RSI a ukončení pozice je dáno poklesem hodnoty oscilátoru pod 50, což je zároveň signálem pro otevření krátké pozice. Uzavření krátké pozice je dáno opětovným překročení hraniční hodnoty 50.

Tabulka 14 obsahuje výsledky strategie založené na oscilátoru RSI v absolutních hodnotách. Tradičně v prvním a druhém sloupci jsou uvedeny devizové kurzy a časová pásma, třetí až sedmý sloupec obsahuje konečné stavy účtu po obchodování na základě aktivních obchodních strategií a pro srovnání jsou zde opět uvedeny i výsledky pasivní obchodní strategie „buy and hold“. Aktivní obchodní strategie byla testována v několika variantách, kde hlavním rozdílem je počet historických změn devizového kurzu, ze kterého je index počítán. Nutno dodat, že čím kratší je časový interval, tím citlivěji oscilátor reaguje na vý-

voj a zároveň se zvyšuje i počet uzavřených obchodů. Výsledky z tabulky 14 jsou doplněny přepočtem na roční procentní výnosy, které jsou obsaženy v tabulce 15.

**Tabulka 14: Výnosy strategie – Relative strenght index (RSI)**

Kurz	Časové pásmo	Strategie				
		Relative Strenght index				Buy&Hold
		RSI <sub>10</sub>	RSI <sub>15</sub>	RSI <sub>20</sub>	RSI <sub>25</sub>	
EUR/USD	5 Min.	6104,43	6817,09	7446,93	7749,95	10374,15
	1 Hod.	10695,96	10979,61	11627,82	12432,77	9373,75
	4 Hod.	11261,13	10011,64	11828,33	13110,21	9884,37
	1 Den	10888,6	12207,35	15161,9	14501,6	10942,47
GPB/USD	5 Min.	3759,84	4248,37	4994,98	5567,55	10580,17
	1 Hod.	5846,99	6371,58	7967,82	6403,96	955,81
	4 Hod.	5974,25	7373,06	6829,69	8954,64	6686,14
	1 Den	10405,88	9983,54	7771,4	7771,4	8360,83
USD/JPY	5 Min.	4018,00	5047,05	5435,67	6312,14	10038,99
	1 Hod.	6957,38	7576,23	7792,96	7787,78	8004,87
	4 Hod.	7593,05	7043,32	8196,58	7529,58	5726,59
	1 Den	8454,91	7260,15	8930,34	7789,88	4521,54
USD/CHF	5 Min.	2704,34	4111,43	5064,65	6099,15	9851,36
	1 Hod.	5373,19	6496,51	6947,87	7662,73	8029,87
	4 Hod.	2367,57	3124,83	5070,83	5502,11	5653,05
	1 Den	4380,36	6507,03	6507,03	6711,05	4398,32
USD/CAD	5 Min.	4484,64	4482,2	6730,13	6106,00	9829,64
	1 Hod.	5705,56	6492,85	6249,68	6562,16	7747,05
	4 Hod.	7084,37	6148,67	7196,07	7541,92	5538,47
	1 Den	7635,55	4639,24	5295,41	6449,93	4398,97

*Poznámka: V tabulce jsou uvedeny výnosy v absolutních hodnotách (USD). Počáteční stav účtu byl 10 000 USD. Standardní objem obchodu byl 10 000 jednotek bazické měny.*

*Zdroj: vlastní šetření*

Aktivní obchodní strategie překonala pasivní obchodní strategii v 39 případech, z toho ve 12 případech byl konečný zůstatek vyšší než počáteční vklad, což představuje pravděpodobnost úspěchu 15 %. Nejčastěji se úspěšná aktivní obchodní strategie objevuje u hodinových, čtyřhodinových a denních změn devizového kurzu EUR/USD (11krát), což svědčí o důležité roli transakčních nákladů, které jsou u tohoto měnového páru nejnižší. Strategie RSI počítaná pro délku periody 25 hodin u měnového páru EUR/USD vykázala absolutní zisk 2 432 USD a procentní výnos 14,45 % p.a., což je vůbec nejvyšší hodnota přepočteného procentního výnosu ze všech výše srovnávaných strategií. Úspěšná strategie se objevuje ještě u denních výnosů měnového páru GBP/USD, ale vzhledem k nízkému



zisku 406 USD (a vzhledem k záporným výnosům strategií s jinou délkou ukazatele, lze tento zisk připisat spíše na vrub náhodnému výkyvu ve výnosnosti této strategie.

**Tabulka 15: Průměrné roční výnosy strategie v % – Relative Strenght Index (RSI)**

Kurz	Časové pásmo	Strategie					Buy&Hold
		Relative Strenght Index					
		RSI <sub>10</sub>	RSI <sub>15</sub>	RSI <sub>20</sub>	RSI <sub>25</sub>		
EUR/USD	5 Min.	-237,7	-194,21	-155,78	-137,29	22,83	
	1 Hod.	4,13	5,82	9,67	14,45	-3,72	
	4 Hod.	1,93	0,02	2,8	4,76	-0,18	
	1 Den	1,16	2,88	6,74	5,87	1,23	
GPB/USD	5 Min.	-380,76	-350,95	-305,39	-270,45	35,4	
	1 Hod.	-24,67	-21,55	-12,07	-21,36	-53,73	
	4 Hod.	-6,16	-4,02	-4,85	-1,6	-5,07	
	1 Den	0,53	-0,02	-2,91	-2,91	-2,14	
USD/JPY	5 Min.	-365	-302,21	-278,5	-225,02	2,38	
	1 Hod.	-18,07	-14,4	-13,11	-13,14	-11,85	
	4 Hod.	-3,69	-4,53	-2,76	-3,78	-6,54	
	1 Den	-2,02	-3,58	-1,4	-2,88	-7,15	
USD/CHF	5 Min.	-445,16	-359,3	-301,14	-238,02	-9,07	
	1 Hod.	-27,49	-20,81	-18,13	-13,88	-11,7	
	4 Hod.	-11,69	-10,53	-7,55	-6,89	-6,66	
	1 Den	-7,33	-4,56	-4,56	-4,29	-7,31	
USD/CAD	5 Min.	-336,53	-336,68	-199,52	-237,6	-10,39	
	1 Hod.	-25,51	-20,83	-22,28	-20,42	-13,38	
	4 Hod.	-4,46	-5,9	-4,29	-3,76	-6,83	
	1 Den	-3,09	-6,99	-6,14	-4,63	-7,31	

*Poznámka: u 5 minutových výnosů zahrnuje délka sledovaného období 59 dní, u hodinových výnosů 606 dní, u čtyřhodinových výnosů 2 351 dní a u denních výnosů 2 759 dní včetně víkendů*  
*Zdroj: vlastní šetření*

## 6.2.5 Vlastní strategie Engulfing line (EL)

Výsledky vlastní strategie shrnuje tabulka 16, která zobrazuje jak výsledky pro jednotlivé roky, tak i souhrnné údaje za celé sledované období 2007 až 2011. Pro bližší posouzení úspěšnosti vlastní strategie uvádí tabulka nejen konečné stavy účtů na konci sledovaného období, ale i počet obchodů, roční výnosnost a úspěšnost krátkých a dlouhých pozic. Opět jsou zde uvedeny výsledky i pro strategii „buy and hold“, která uvádí konečný zůstatek účtu a míru zhodnocení vložených prostředků při investici do 1 lotu, tedy 100 000 jednotek bazické měny.

V roce 2007 byl u strategie EL počáteční vklad zhodnocen o 5 192 USD, což značí výnosnost investora o necelých 52 % p.a.. Bližší charakteristiky strategie odpovídají tomuto zhodnocení – ziskový faktor, tedy poměr realizovaných zisků a ztrát má hodnotu 1,98 a úspěšnost v krátkých i dlouhých pozicích je 50 %, tedy každý druhý obchod byl ziskový. Ovšem ani 52% zhodnocení nestačilo k překonání trhu, který zhodnotil vložené prostředky o 127 % p.a.. Takto vysoká výnosnost byla způsobena vysokou počáteční investicí, vyšší variabilitou měnového páru EUR/USD a posilováním Eura v daném roce. V dalších obdobích, kromě roku 2011, měla vysoká fluktuace devizového kurzu EUR/USD u strategie „buy and hold“ za následek přesně opačný efekt. Nákup 100 000 EUR v těchto letech by znamenal pro investora ztrátu ve výši počátečního vkladu na maržovém účtu. Avšak vlastní strategie EL si i v dalších letech zachovává svoji vysokou rentabilitu. Rok 2008 patřil k těm nejméně úspěšným ze sledovaného období. Vlastní strategie EL téměř zdvojnásobila počáteční vklad na konečných 19 409 USD, kdy ziskový faktor dosáhl hodnoty 2,7. Pokles úspěšnosti ziskových obchodů na 42 %, tak musel být kompenzován vyšším průměrným ziskem na jeden obchod. Od roku 2009 už výsledky aktivní obchodní strategie nejsou přesvědčivé. V roce 2009, klesla roční výnosnost na 6 % p.a., v roce 2010 poklesl stav peněžních prostředků na maržovém účtě o 1 285 USD (výnosnost -12,85 % p.a.). V posledním sledovaném roce 2011 bylo uskutečněno nejvíce obchodů (67), přesto efekt byl téměř nulový a výsledná rentabilita vložených prostředků činila pouze 0,5 % p.a.

**Tabulka 16: Výnosy strategie - Engulfing Line (EL)**

Ukazatel Období	EUR/USD H4 – Engulfing Line (EL)						Buy and hold	
	Počet transakcí	Konečný zůstatek účtu	Roční výnosnost %	Ziskový faktor	Ziskové obchody v %	Ztrátové obchody %	Konečný zůstatek účtu	Roční výnosnost %
<b>2007</b>	52	15192,78	51,93	1,98	48,08	51,92	22773,6	127,73
<b>2008</b>	38	19409,18	94,09	2,7	42,11	57,89	0	-100
<b>2009</b>	30	10666,62	6,67	1,12	26,67	73,33	0	-100
<b>2010</b>	35	8714,62	-12,85	0,81	20	80	0	-100
<b>2011</b>	67	10054,38	0,54	1,01	29,82	70,18	3289,6	-67,10
<b>2007-11</b>	197	27030	34,06	1,57	36,55	63,45	0	-100

*Poznámka: V tabulce jsou uvedeny výnosy v absolutních hodnotách (USD). Počáteční stav účtu byl 10 000 USD. Standardní objem obchodu byl 100 000 jednotek bazické měny.*

*Zdroj: vlastní šetření*

Na posledním řádku tabulky 16 je uvedena rekapitulace výsledků vlastní strategie. Během celého sledovaného období mezi roky 2007 a 2011 bylo zobchodováno 197 obchodů a vytvořen celkový zisk 17 030 USD. Během 5 let se konečný zůstatek zvýšil o 170 %, což znamená průměrnou roční výnosnost přibližně 34 % p. a.. Vývoj konečného zůstatku z této strategie je zachycen na obrázku 13, ze kterého je patrné nejvyšší zhodnocení přibližně mezi 34. a 90. obchodem, což časově odpovídá konci roku 2007 a roku 2008.

**Obrázek 13: Vývoj konečného zůstatku vlastní strategie**



*Zdroj: Zeman, Maršík, (2013)*

Bližší charakteristiky vlastní strategie jsou uvedeny v reportu na obrázku 14. Ziskové obchody činily přibližně 36 % ze všech uskutečněných obchodů. Lepší procento úspěšnosti bylo dosahováno v dlouhých pozicích (cca 38 %), v krátkých pozicích se procento úspěšnosti pohybovalo okolo 34 %. I přes nižší procento úspěšných obchodů, činil poměr hrubého zisku a hrubé ztráty 1,57. Negativní poměr ziskových a ztrátových obchodů byl tedy kompenzován nepoměrem mezi průměrnou výší ziskového obchodu 684 USD a průměrnou ztrátou -270 USD. Nejdůležitějším číslem z pohledu risk managementu je maximální pokles peněžních prostředků na účtu. Mezi roky 2010 a 2011 došlo k propadu konečného zůstatku účtu o 6 573 USD, tedy o 23,76 %, přičemž při propadu nad 20 % je doporučováno přehodnotit dosavadní strategii, případně přerušit obchodování. Pro větší názornost jsou všechny obchody realizované prostřednictvím této strategie zachyceny v příloze 12.

Výsledky strategie EL za sledované období 2007-2011 u měnového páru EUR/USD a čtyřhodinového časového pásma překonaly pasivní obchodní strategii. Strategie „buy and hold“, ovlivněna vysokou počáteční investicí a značnou kolísavostí měnového páru, byla

předčasně ukončena již v průběhu roku 2008, kdy stav peněžních prostředků na maržovém účtu klesl na minimum.

Obrázek 14: Výsledek strategie Engulfing Line

Strategy Tester Report			
H4-3-engulfing bar-USDEUR			
XTrade-MT4 Demo (Build 402)			
Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)		
Období	4 hodiny (H4) 2007,01,02 00:00 - 2011,12,30 20:00 (2007,01,01 - 2012,01,01)		
Model	Všechny cenové pohyby (nejpřesnější metoda založena na všech dostupných nižších časových intervalech)		
Parametry	TakeProfit=1000; Lots=1; StopLimit=25; MinutesToClose=30; Magic=999999;		
Testování sloupcových grafů	8775	Značky namodelovány	45758494 Modelování kvality 89,99%
Mismatched charts errors	0		
Počáteční depozit	10000.00		
Celkový čistý zisk	17030.72	Hrubý zisk	46677.62 Hrubá ztráta -29646.90
Ziskový faktor	1,57	Předpokládaný zisk	86,45
Absolutní pokles	812.80	Maximální pokles (%)	6573.76 (23.26%) Relativní pokles 23.26% (6573.76)
Transakce celkem	197	Krátké pozice (výhra %)	93 (34.41%) Dlouhé pozice (výhra %)
		Ziskové obchody (% z celkové výše)	72 (36.55%) Ztrátové obchody (% z celkové výše)
		Největší ziskový obchod	1673.10 ztrátový obchod -270.70
		Průměr ziskový obchod	648.30 ztrátový obchod -237.18
		Maximum návazné výhry (finanční zisk)	5 (3583.18) návazné prohry (finanční ztráta) 9 (-2250.00)
		Maximální návazný zisk (count of wins)	5110.58 (4) návazná ztráta (počet ztrát) -2250.00 (9)
		Průměrný návazné výhry	2 návazné prohry 3

Zdroj: Zeman, Maršík, (2013)

## 6.2.6 Statistické testy výnosností ATS

Aby bylo možno potvrdit výsledky z předchozí kapitoly, budou provedeny statistické testy na shodu středních hodnot a shodu rozptylů aktivních strategií a pasivní strategie. Navíc bude proveden test shody střední hodnoty výnosu aktivní strategie s konstantou, která je v tomto případě rovna 0. Jinými slovy je testována hypotéza, zda-li aktivní strategie dokázaly prokazatelně zhodnotit vložený kapitál. Je třeba dodat, že výnosy aktivní a pasivní strategie jsou udávány v absolutních hodnotách bazické měny a objemy investovaných částek u aktivní a pasivní strategie jsou si rovny. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 17. První až třetí sloupec této tabulky uvádí devizový kurz, délku časové periody a použitou strategii. Čtvrtý sloupec obsahuje průměrné hodnoty výnosů úspěšných strategií za danou časovou periody (1 hodinu, 4 hodiny 1 den). Vzhledem k různým délkám časových period nelze vždy výnosy jednotlivých strategií vzájemně porovnávat. To platí i pro směrodatnou odchylku uvedenou v pátém sloupci. V šestém sloupci je uveden počet období (počet dní, hodin, čtyřhodinových intervalů), po které byla strategie používána. Sloupce sedm, osm a devět obsahují vypočtené p-hodnoty pro test rozptylu a testy středních hodnot.

**Tabulka 17: Statistické testy ziskových strategií**

Kurz	Časové pásmo	Strategie	$\bar{r}$	$\sigma$	N	Leveneho F-test (p- value)	Dvouvýběr. t-test (p- value)	Jednovýb. t-test (p- value)
EURUSD	1 HOD	EMA <sub>9</sub> /EMA <sub>18</sub>	0,000015	0,00192	9619	0,4648	0,2600	0,2991
		EMA <sub>10</sub> /EMA <sub>20</sub>	0,000012	0,00193	9627	0,5811	0,3090	0,2730
		EMA <sub>12</sub> /EMA <sub>24</sub>	0,000011	0,00193	9686	0,7096	0,3193	0,2863
		RSI <sub>10</sub>	0,000010	0,00193	8887	0,0889	0,3430	0,3212
		RSI <sub>15</sub>	0,000013	0,00193	8910	0,2863	0,3027	0,2676
		RSI <sub>20</sub>	0,000020	0,00193	8894	0,4246	0,2192	0,1649
		RSI <sub>25</sub>	0,000029	0,00193	8909	0,5572	0,1370	0,0787
	4 HOD	RSI <sub>10</sub>	0,000021	0,00393	8996	0,2286	0,4589	0,3044
		RSI <sub>15</sub>	0,000007	0,00389	9167	0,2127	0,5613	0,4302
		RSI <sub>20</sub>	0,000026	0,00373	9398	0,2172	0,4192	0,2467
		RSI <sub>25</sub>	0,000040	0,0037	9417	0,8659	0,3220	0,1479
		Par-SAR <sub>0,02</sub>	0,000012	0,00373	9289	0,2069	0,5271	0,3788
	Strategie EL.	0,002940	0,00345	610	0,0003**	0,0219**	0,0178**	
	1 DEN	EMA <sub>6</sub> /EMA <sub>12</sub>	0,000157	0,00930	1887	0,6284	0,4527	0,2318
		EMA <sub>9</sub> /EMA <sub>18</sub>	0,000279	0,00905	1940	0,6665	0,2918	0,0874
		EMA <sub>10</sub> /EMA <sub>20</sub>	0,000359	0,00902	1935	0,7024	0,2029	0,0399**
		EMA <sub>12</sub> /EMA <sub>24</sub>	0,000303	0,00898	1975	0,8950	0,2613	0,0667
		RSI <sub>10</sub>	0,000091	0,00966	1806	0,8962	0,5415	0,3444
		RSI <sub>15</sub>	0,000161	0,00930	1838	0,561	0,4489	0,2371
		RSI <sub>20</sub>	0,000315	0,00920	1875	0,6514	0,2535	0,0691
RSI <sub>25</sub>		0,000275	0,00917	1906	0,6205	0,2983	0,0952	
CCI <sub>10</sub>		0,000334	0,00905	1484	0,6639	0,2453	0,0778	
CCI <sub>15</sub>		0,000202	0,00899	1467	0,7640	0,3973	0,1947	
CCI <sub>25</sub>	0,000280	0,00902	1556	0,5051	0,3006	0,1123		
GBPUSD	4 HOD	EMA <sub>6</sub> /EMA <sub>12</sub>	0,000027	0,00480	9389	0,8301	0,2407	0,2907
		CCI <sub>15</sub>	0,000021	0,00473	6978	0,3944	0,1994	0,2332
		CCI <sub>20</sub>	0,000041	0,00473	6978	0,8922	0,1994	0,2332
		CCI <sub>25</sub>	0,000071	0,00476	7243	0,9158	0,1037	0,1019
	1 DEN	EMA <sub>10</sub> /EMA <sub>20</sub>	0,000129	0,01127	1942	0,5264	0,3930	0,3069
		EMA <sub>12</sub> /EMA <sub>24</sub>	0,000265	0,01127	1925	0,4513	0,2573	0,1565
		RSI <sub>10</sub>	0,000076	0,01219	1818	0,0325**	0,4543	0,3951
USDJPY	4 HOD	Par-SAR <sub>0,05</sub>	0,002992	0,29355	8842	0,2507	0,0594	0,1811
		Par-SAR <sub>0,15</sub>	0,004069	0,30896	8710	0,3165	0,0561	0,1095
	1 DEN	EMA <sub>9</sub> /EMA <sub>18</sub>	0,013820	0,73923	1718	0,6807	0,0617	0,2193
		EMA <sub>10</sub> /EMA <sub>20</sub>	0,010103	0,73373	1708	0,8335	0,0826	0,2847
		EMA <sub>12</sub> /EMA <sub>24</sub>	0,00004	0,72316	1704	0,5512	0,0996	0,3298

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

\*\*nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$

V tabulce jsou uvedeny výnosy v absolutních hodnotách bazické měny za stanovenou periodu, (u JPY je základní jednotka 100 JPY), pro daný měnový pár za danou časovou periodu.

Zdroj: vlastní šetření

V prvním sloupci tabulky 17 zcela chybí devizové kurzy CHF/USD a USD/CAD, což znamená, že na těchto měnových párech aktivní strategie nedosáhly vyššího zhodnocení než trh nebo vykázaly ztrátu. Na druhou stranu nejvíce úspěšných strategií bylo evidováno u měnového páru EUR/USD. Tuto skutečnost si lze vysvětlit menšími transakčními náklady (spreadem), které jsou díky vysoké likviditě nižší než u ostatních měnových párů. Mě-

nový pár USD/CAD se běžně obchoduje se spreadem 4 bazických bodů, což je nejvyšší hodnota transakčních nákladů ze sledovaných měnových párů. Z hlediska časového, nebyly ATS úspěšné na pětiminutových časových řadách a naopak nejčastěji dosáhly zisku na denních časových přímkách. Tuto skutečnost lze opět vysvětlit prostřednictvím transakčních nákladů, jež se relativně snižují s vyšší potencionálního výnosu a tedy i délkou časové periody. Vyšší zisků ovlivnila i variabilita výnosů, která se zvyšuje s délkou období pro výpočet výnosu. Za povšimnutí stojí i fakt, že úprava parametrů strategie nemá ve většině případů vliv na její úspěšnost, např. úspěšná strategie RSI vykazuje zisk nehladě na délku období, za které je počítána.

Ovšem nejdůležitější údaje obsahují poslední tři sloupce, které vyjadřují výsledky statistických testů. Na základě těchto testů nelze přijmout alternativní hypotézu o vyšší zisku, která by výrazně překročila nulu a hypotézu o rozdílném rozptylu aktivních a pasivních strategií s výjimkou strategie EL. Ve většině případů tedy nebyly potvrzeny výsledky z kapitol 6.2.1 až 6.2.5. Pouze u aktivní strategie EL, lze s 95% pravděpodobností tvrdit, že její výnosy jsou vyšší než nula a zároveň dosahuje vyšší výnosnosti než strategie „buy and hold“. Průměrná čtyřhodinová výnosnost strategie EL činila 0,002940 USD, kdežto u pasivní obchodní strategie se čtyřhodinový výnos blížil hodnotě 0,000016 USD. Nadprůměrný výnos byl zásadně ovlivněn lepším výběrem investičních příležitostí. Kromě vyššího výnosu byla testem na shodu rozptylů u této strategie, prokázána také nižší variabilita výnosů. Směrodatná odchylka výnosů strategie EL vykazovala hodnoty (0,00345) v porovnání s pasivní strategií (0,00363). To bylo způsobeno nižším počtem období, po které byla strategie využívána a aktivním risk- managementem, který zamezil vyšším ztrátám. Pro investora proto není důležitá pouze výše průměrného výnosu, ale i výše variability těchto výnosů. Prostřednictvím finanční páky může být navýšena hodnota počáteční investice, což na jedné straně zvýší variabilitu výnosů, ale v konečném výsledku může vést k vyššímu zisku.

Statistický test na rozdíl výnosů zvolené strategie od nuly zamítl nulovou hypotézu a prokázal, že strategie klouzavých průměrů u měnového páru EUR/USD pro délku 1 den dosáhla výnosů vyšších než nula. Ovšem u stejného případu už nebyla přijata hypotéza o rozdílných středních hodnotách mezi touto strategií a strategií „buy and hold“. Test rozptylů nadále zamítl nulovou hypotézu o shodě rozptylů u strategie RSI<sub>10</sub> u měnového páru GBP/USD u jednodenního období. Ovšem hodnota směrodatné odchylky (0,01219) je zde

vyšší než u pasivní strategie (0,01101), a proto nelze využít finanční páky pro dosažení vyššího výnosu.

## 7 Diskuse

Tato práce se zabývá testováním slabé formy efektivity devizového trhu, jež vychází z předpokladu, že aktuální cena finančního aktiva v sobě plně odráží historické informace (Fama 1969). S koncem Brettonwoodského systému byl u většiny důležitých měn zaveden režim volně plovoucích kurzů a otázka efektivního fungování trhů začala být aktuální i na devizových trzích. Od té doby bylo publikováno značné množství vědeckých prací zabývajících se touto tematikou, ovšem jejich závěry se od sebe mnohdy lišily. A proto i tato práce se snaží zodpovědět otázku, zda-li trh s hlavními světovými měnami splňuje podmínky efektivního trhu a jak rychle jsou devizové kurzy schopny absorbovat nové informace přicházející na trh.

V této práci byla nejprve testována normalita rozdělení výnosů všech devizových kurzů pro všechna pozorovaná období. Pravděpodobnostní rozdělení výnosů devizových kurzů není symetrické a vykazuje vyšší míru špičatosti v porovnání s normálním rozdělením. Míry šikmosti se pro všechny délky výnosů blíží 0. Toto tvrzení je shodné se všemi autory, kteří se problematikou efektivity devizového a akciového trhu zabívali. Vysoké míry špičatosti jsou důkazem velkého počtu malých cenových změn a neustálého přizpůsobování devizového kurzu nové vnitřní hodnotě.

Efektivita devizového trhu byla dále zkoumána prostřednictvím statistických testů a obchodních systémů, které se snažily prokázat vzájemnou závislost změn devizových kurzů a možnost dosažení nadprůměrných zisků. Ověřována byla především slabá forma efektivních trhů prostřednictvím hypotézy náhodné procházky ve všech jejích formách. Run test a test rozptylu zkoumaly první typ náhodné procházky RW1. Ovšem striktní vymezení (náhodné procházky RW1 konstantní střední hodnota, konstantní rozptyl, nezávislost cenových změn) omezuje její použitelnost na finančních trzích. Proto u druhého typu náhodné procházky RW2 bylo upuštěno od této striktní definice náhodné procházky a byla ponechána pouze podmínka nezávislosti cenových změn. Toto vymezení náhodné procházky lépe vystihuje chování cen na trhu, kdy zejména u delších časových řad nelze očekávat konstantní střední hodnotu ani homoskedasticitu cenových změn. K testování tohoto typu náhodné procházky byly použity testy založené na technické analýze. Poslední skupinou jsou testy ověřující náhodnou procházku typu RW3. Tento typ náhodné procházky byl ověřen Ljung-Boxovým testem, který abstrahuje od předpokladu nelineární závislosti mezi



kurzovými změnami a testuje pouze závislost lineární. Testy náhodné procházky jsou doplněny navíc testem jednotkového kořene, který je často zaměňován s testy náhodné procházky viz Cambell (1997). Tato skupina testů se zaměřuje na zkoumání vlivu cenových změn na časovou řadu. Pokud cenové změny trvale přetrvávají v časové řadě, tedy časová řada obsahuje jednotkový kořen, jedná se o nestacionární časovou řadu. V případě, že účinky cenových změn jsou dočasné, jedná se o časovou řadu stacionární a v konečném důsledku lze trh označit za efektivní. Výsledky statistických testů rozdělených podle typu testované náhodné procházky jsou uvedeny v tabulce 18.

**Tabulka 18: Shrnutí statistických testů**

Kurz	Časové pásmo	Testy náhodné procházky					Test jedn. kořene	
		RW1		Test rozpylu (5) IID	RW2 a RW3		ADF test	
		Run test			Ljung-Box (5)	Test rozpylu (5)	$\beta_1$	$\beta_1 + \beta_2 t$
		Bez 0 série	S 0 sérií					
EUR/USD	5 Min.	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$
	1 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
	4 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
	1 Den	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
USD/GBP	5 Min.	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$
	1 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$
	4 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
	1 Den	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
USD/JPY	5 Min.	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$
	1 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
	4 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
	1 Den	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
USD/CHF	5 Min.	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$
	1 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
	4 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
	1 Den	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
USD/CAD	5 Min.	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$
	1 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
	4 Hod.	$H_A$	$H_A$	$H_0$	$H_A$	$H_0$	$H_0$	$H_0$
	1 Den	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$	$H_0$

Poznámka:  $H_0$  - nelze zamítnou nulovou hypotézu na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

$H_A$  – nulová hypotéza se zamítá ve prospěch alternativní hypotézy na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

(5) - u vybraného testu udává počet zpoždění

Zdroj: vlastní šetření

Prvním uvedeným testem v tabulce 18, který ověřuje hypotézu náhodné procházky spotových devizových kurzů, je run test. Run test je zmiňován již v práci Eugena Famy (1969), který ve svém článku *Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work* zkoumal efektivitu amerického akciového trhu. Cornell, Dietrich (1978) aplikovali run testy na devizových trzích u denních kurzů nejvíce obchodovaných měnových párů (GBP, NLG, JPY, CHF, CAD, DEM) od března 1973 do srpna 1975 a došli k závěru, že pouze měnový pár USD/CAD vykazuje neefektivní chování v důsledku zásahů kanadské centrální banky. Na rozdíl od této studie v této práci run testy prokázaly neefektivní chování denních kurzů u měnových párů EUR/USD, USD/JPY a částečně i u devizového kurzu GBP/USD. Všechny tyto devizové kurzy obsahovaly více sérií, než předpokládá normální rozdělení. Ovšem otázkou zůstává, zda-li pomocí run testu je testována efektivita trhu nebo normalita rozdělení změn devizového kurzu.

Ljung-Boxův test prokázal existenci lineární závislosti mezi změnami devizového kurzu pro různá časová pásma. U všech pozorovaných devizových kurzů byla prokázána závislost mezi pětiminutovými změnami devizového kurzu. Při pohledu na tabulku 4, která obsahuje jednotlivé hodnoty korelačních koeficientů, lze zjistit prokazatelnou negativní korelaci mezi bezprostředně po sobě jdoucími pětiminutovými změnami. Negativní závislost byla prokázána také např. v práci Wasserfallena, Zimmermanna (1985). Tito autoři ale zároveň poukazují na nestabilitu této autokorelace v čase, která znemožňuje jakékoliv predikce budoucího vývoje kurzu. Autoři jako Baillie, Bollerslev (1991) nebo Neely, Weller (2003) zase připisují negativní autokorelaci výnosů na vrub asynchronnímu obchodování. Asynchronní obchodování je typické pro méně likvidní trhy, na kterých dochází v určitých časových intervalech pouze k hromadění obchodních příkazů, které jsou střídány obdobím, v nichž dojde k realizaci několika z těchto příkazů. Nulová změna kurzu je vystřídána např. kladnou změnou, a pokud v další periodě nedojde k realizaci žádného obchodu, následuje opět nulová změna. Tento způsob párování obchodních příkazů má za následek negativní korelace a také může vysvětlit vysoký počet runů na devizových trzích. Ačkoli devizové trhy jsou charakteristické svojí vysokou likviditou, může k tomuto efektu docházet především v nočních hodinách. Záporné korelace v krátkých časových intervalech mohou být ovlivněny i „ask-bid bounce“ efektem, k němuž dochází při střídavém umístění tržních pokynů na nákup a prodej měny, kdy tržní cena fluktuluje mezi poptávanou a nabízenou cenou. Významné autokorelace u hodinových a čtyřhodinových výnosů (EUR/USD a GBP/USD) mohly být způsobeny časovým posunem mezi obchodními hodinami různých

obchodních center. Na tento úkaz poukázali i Bredon, Ronaldo (2012), kteří tvrdí, že tok příkazů k nákupu a prodeji měn je ovlivněn rozdílem mezi obchodními hodinami v Evropě a USA. Další možnou příčinou existujících závislostí mezi změnami devizového kurzu s delším časovým odstupem mohou být zásahy centrálních bank. K tomuto závěru došli např. Burt, Keen a Booth (1977), kteří analyzovali za pomoci statistických testů tři měnové páry DEM/USD, GBP/USD a USD/CAD. Autoři prokázali neefektivní chování u měnového páru USD/CAD, které vysvětlili právě zásahy kanadské centrální banky.

K ověření hypotézy náhodné procházky byl použit i test rozptylu a to ve dvou variantách. První varianta vychází z předpokladu, že změny devizového kurzu pocházejí z identického rozdělení (*IID*). Druhá varianta od tohoto striktního předpokladu upouští a připouští možnost měnící se střední hodnoty a heteroskedasticitu časové řady. Výsledky testů rozptylu pro pětiminutové kurzové změny prokázaly existenci závislostí mezi výnosy a potvrzují tak závěry poskytnutými testy autokorelace a run testy. U měnových párů GBP/USD a USD/CAD byla také prokázána nelineární závislost mezi hodinovými změnami. U měnového párů USD/CAD ovšem pouze za předpokladu identického rozdělení změn devizových kurzů. U čtyřhodinových a denních změn nebyla prokázána žádná forma závislosti. Tento výsledek koresponduje s výsledky Changa (2004), který zamítl hypotézu náhodné procházky pouze pro denní změny devizového kurzu USD/JPY nebo Charlesové a Darneho (2009), kteří potvrdili efektivní chování denního kurzu EUR/USD.

Augmented Dickey-Fullerův test je posledním statistickým testem uvedeným v této práci. Jeho výsledky jsou jednoznačné. Na všech časových přímkách u všech devizových kurzů byla prokázána nestacionarita časové řady a přítomnost jednotkového kořene. Ke stejnému závěru došli i Meese, Singleton (1982), Corbae, Ouliaris (1986) nebo Coleman (1990), kteří prokázali prostřednictvím testu jednotkového kořene efektivní chování u nejvíce obchodovaných devizových kurzů. Ovšem Levich (1985) kritizuje použití testů jednotkového kořene pro analýzu chování kurzů na devizových trzích. Za zdroje nestacionarity devizových kurzů považuje makroekonomické vlivy, nestabilní množství měny, zásahy centrálních bank nebo změny úrokových měr. Tyto zásahy mají za následek nesystematické změny kurzu a ovlivňují rovnováhu devizového kurzu, a nelze je tudíž považovat za důkaz efektivního trhu.

Kromě statistických testů lze k testování efektivity devizového trhu použít i testy postavené na technické analýze. Prostřednictvím automatických obchodních systémů je testován jiný důsledek efektivity trhu – nemožnost dlouhodobě dosahovat nadprůměrných zisků. Technická analýza se, dle mého názoru, daleko více blíží ekonomické realitě. Důležité není prokázat kauzalitu mezi změnami devizových kurzů, ale říci, zda tato závislost může vést k dosažení vyššího zisku, než nabízí trh. V potaz je třeba vzít i transakční náklady a testovat „ekonomickou efektivitu“, nikoli pouze efektivitu statistickou.

Filtrové testy byly první formou obchodního systému, které testovaly efektivitu amerického akciového trhu. Fama, Blume (1966) ve své práci došli k závěru, že aktivní obchodní strategie může překonat výnosy trhu, ale po započtení transakčních nákladů jsou výnosy aktivní strategie naopak nižší, než je výnos trhu. Na druhé straně existují studie, které naznačují, že technická analýza může mít pro analytika určitou hodnotu. Blume, Easley a O'Hara (1994) poukázali na skutečnost, že objem uskutečněných obchodů může poskytovat důležité informace, jenž nejsou obsaženy v ceně a investoři, kteří používají tento indikátor, dosahují lepších výsledků než ti, kteří jej nepoužívají. Dále pak Brock, Lakonishok a LeBaron (1992) analyzovali 26 obchodních systémů založených na klouzavých průměrech. Od roku 1987 po 90 let sledovali index DJIA a zjistili, že aktivní strategie je schopna tento index překonat. Lo, Mamaysky a Wang (2000) zkoumali americké akcie v letech 1962-1996) a došli k závěru, že technické indikátory mohou poskytovat analytikovi užitečné informace a jejich používání má své opodstatnění.

Přínos technické analýzy na devizových trzích zkoumali např. Cornel, Dietrich (1978), kteří prostřednictvím filtrových testů ověřovali efektivitu jednodenních změn spotových devizových kurzů. Tři ze šesti měnových párů vykazaly známky neefektivity, ovšem již nebylo prokázáno, zda by mohlo být dosaženo nadprůměrného zisku. Problematikou technické analýzy v souvislosti s efektivitou devizového trhu se dále zabýval Neely (1997). Ve svém článku poukazuje na skutečnost, že technická analýza může být užitečná v dlouhodobých časových periodách. Na svoji práci navazuje dalším článkem *Technical Analysis and the Profitability of U.S. Foreign Exchange Intervention*, kde je zkoumána možnost využití technické analýzy v době zásahů amerického FEDu na devizovém trhu, které je možné úspěšně využít k nadprůměrným ziskům. Ke stejnému závěru dochází i LeBaron (1999), který srovnává úspěšnost technické analýzy v době před a v průběhu intervencí FEDu a v období následujícím po intervenci, kde schopnost technické analýzy

predikovat budoucí vývoj na trhu výrazně klesá. Neely, Weller, Dittmar (1997) dále pomocí genetického programování našli takové obchodní strategie, které u šesti měnových párů v letech 1981-1995 poskytují vyšší výnosnost, než lze pozorovat u samotných devizových kurzů. Neely, Weller (2001) se věnují i problematice intra-day obchodování. Jejich vlastní obchodní strategie, které berou v úvahu obchodní hodiny a transakční náklady, vytvořené na základě genetického programování a lineárního modelu pro kratší intervaly než jeden den neposkytují žádný nadprůměrný výnos a tento trh je tedy konzistentní s teorií o efektivním trhu. Ovšem tento závěr je v rozporu se závěry této práce, protože strategie EL, která bere v úvahu stejné parametry, je schopna dosahovat v průměru vyšší výnosy, než poskytuje trh.

V této práci jsou uvedeny čtyři strategie založené na indikátorech technické analýzy (klouzavé průměry, Parabolic SAR, RSI, CCI) a EL strategie založena na formaci svíci, která navíc používá příkaz pro zastavení ztráty v případě nepříznivého vývoje (Engulfing Line). Tato strategie byla navržena pouze pro čtyřhodinovou časovou přímku měnového páru EUR/USD.

Použité strategie dosáhly na vybraných časových řadách vyššího výnosu než 0 a zároveň vyššího výnosu než trh ve 37 případech. Nejvíce úspěšných strategií (25) bylo zaznamenáno u měnového páru EUR/USD, u měnového páru GBP/USD to bylo 7 strategií a u kurzu USD/JPY překonalo trh a zhodnotilo počáteční vklad 5 strategií. Na měnových párech USD/CAD a USD/CHF nebyla úspěšná žádná z uvažovaných aktivních strategií, což lze vysvětlit menší likviditou trhu a vyššími transakčními náklady na jeden obchod.

Z časového hlediska platí přímá úměra mezi délkou časové periody a počtem úspěšných strategií, kdy na jednodenních časových přímkách bylo úspěšných 17 strategií, na čtyřhodinových časových přímkách 13 strategií, na jednodinových časových přímkách 7 strategií a na pětiminutových časových přímkách nedosáhla žádná aktivní strategie zisku a zároveň vyššího výnosu než strategie „buy and hold“. Tento výsledek lze opět zdůvodnit relativní výší transakčních nákladů, které jsou u delších časových řad vzhledem k dosaženým výnosům relativně nižší. Ovšem tento přehled neříká nic o riziku, kdy s rostoucí délkou periody roste i variabilita výnosu a tudíž i riziko investora.

Z hlediska použitých strategií vykázaly nejlepší výsledky obchodní systémy založené na indikátoru RSI a klouzavých průměrech, které vykázaly 13 po úspěšných strategií. Strategie založená na indikátoru CCI překonala pasivní strategii 7krát a indikátor Parabolic SAR pak 3krát. Ačkoli všechny tyto strategie dosáhly zisku a celkově vyššího výnosu než pasivní obchodní strategie, pomocí statistických testů se tyto skutečnosti nepodařilo prokázat. Dále lze konstatovat, že změna délky období nebo změna používané konstanty výrazně ovlivnila celkový výnos aktivní obchodní strategie.

Pouze u strategie EL bylo prokázáno, že průměrný čtyřhodinový výnos (0,00279 USD) je výrazně vyšší než průměrný čtyřhodinový výnos pasivní strategie (0 USD). Průměrný roční výnos za sledované pětileté období činil 34,06 % p.a..<sup>20</sup>. U této strategie byl navíc prokázán nižší rozptyl čtyřhodinových výnosů než u pasivní obchodní strategie. Existuje zde tedy možnost zvýšit výnos za použití finanční páky. Hlavní příčina úspěchu této strategie spočívá v omezení ztrát pomocí příkazu omezující potenciální ztráty a daleko nižším počtu období, po které byla využívána, ve srovnání se strategiemi využívajícími indikátory technické analýzy. Analytik využívající technickou analýzu by měl vstupovat na trh pouze v případě, pokud se domnívá, že účastníci trhu se v dané chvíli chovají iracionálně a existuje možnost dosáhnout nadprůměrných zisků. Držení pozic po delší časové období zvyšuje pouze riziko ztráty investora. Tento výsledek podporuje tvrzení o možné neefektivitě devizového trhu. Pokud se trh opravdu chová neefektivně, neděje se tak po celé sledované období, ale pouze v krátkých časových úsecích. Na obranu teorie efektivnosti trhu je třeba poukázat na klesající roční výnosnost strategie Engulfing Line, která vykazuje vysokou výnosnost v prvních dvou letech a v dalších období dochází k poklesu výnosnosti. Tato skutečnost je v souladu s tvrzením Malkiela (2003), který se domnívá, že úspěšnou strategií nachází stále více investorů, což má za následek destrukci strategie a není možné za pomoci jedné strategie dosahovat dlouhodobě nadprůměrných výnosů.

---

<sup>20</sup> Takto vysoký výnos byl dosažen při počátečním vkladu 10 000 USD, a za použití finanční páky 100:1. Každý obchod byl učiněn ve výši 1 lotu, tedy bylo kupováno 100 000 jednotek bazické měny. Pokud by takto vysoká investice byla učiněna u strategie „buy & hold“, už na konci roku 2008 by byl zůstatek účtu 0. Z výše uvedeného je patrné, jak důležitou roli hraje míra volatility výnosů zvolené strategie.

## 8 Závěr

V posledních letech jsme byli svědky rozmachu informačních technologií, který ovlivnil i vývoj na finančních trzích. Kapitálové trhy již nejsou doménou pouze institucionálních investorů, ale díky novým technologiím se staly dostupné i široké veřejnosti. Vidina „snadných a rychlých“ zisků způsobila zvýšenou poptávku po finančních instrumentech a obchodování s nimi, což vedlo ke vzniku nových společností, které zprostředkovávají obchodování s cennými papíry a nabízejí širokou paletu finančních produktů a obchodních příležitostí. Hlavními zbraněmi v konkurenčním boji těchto obchodníků je výše transakčních nákladů, přístup k informacím, obchodní platforma a rychlost realizace obchodních příkazů.

Společnosti jako Interactive Brokers, MTB Brokers, Alpari, XTB Brokers a mnoho dalších, umožnily drobným investorům spekulaci na cenový vývoj rozličných podkladových aktiv ve velmi krátkých časových intervalech. Doba mezi otevřením a uzavřením obchodních pozic ve většině případů netrvá několik týdnů nebo dní, ale pohybuje se v řádech hodin či dokonce minut.

Zkracování doby obchodu a zvyšování frekvence realizovaných obchodů jednoznačně přispívá k růstu zisku obchodníků s cennými papíry. Otázkou zůstává, zda-li tento způsob obchodování poskytuje výhodu i samotnému investorovi a zda-li v takto krátkých časových intervalech se devizový trh chová efektivně a v případě, že nikoliv, zda-li je investor schopen využít této neefektivity trhu k dosažení nadprůměrného zisku.

Efektivita spotového devizového trhu proto byla zkoumána prostřednictvím statistických metod a automatických obchodních systémů. Každá z těchto dvou metod zkoumá jiný důsledek efektivního trhu. Statistické testy se snažily prokázat nebo zamítnout nezávislost kurzových změn devizových kurzů. Testování efektivity trhu pomocí automatických obchodních systému odpovídá na otázku, zda-li mohou na devizových trzích fungovat obchodní strategie, které by dlouhodobě poskytly vyšší výnos než je výnos trhu.

V této práci bylo použito 7 statistických testů, které měly posoudit závislost kurzových změn u 5 devizových kurzů obsahujících americký dolar v různých časových pásmech. Statistické testy prokázaly na 1% hladině významnosti u pětiminutových kurzových změn

všech zkoumaných měnových párů v 5 případech ze 7 testů závislost kurzových změn. Testy autokorelace poukázaly na skutečnost, že bezprostředně po sobě jdoucí pětiminutové kurzové změny vykazují zápornou korelaci. Tento efekt mohl být způsoben nesynchronním obchodováním.

U jednohodinových kurzových změn měnového páru USD/GBP byla v pěti případech nalezena závislost mezi kurzovými změnami, u měnového páru USD/CAD ve čtyřech případech, u měnového páru EUR/USD ve třech případech a ve dvou případech prokázaly testy neefektivitu u měnových párů USD/CHF a USD/JPY. Mezi testy, které nejčastěji zamítaly nulovou hypotézu o náhodných změnách, patří run testy, které prokázaly vyšší výskyt sérií v porovnání s normálním rozdělením. Na čtyřhodinových časových přímkách byla odhalena závislost kurzových změn 3krát u měnových párů EUR/USD, GBP/USD, USD/JPY, USD/CAD a u měnového páru USD/CHF ve dvou případech.

Posledním sledovaným časovým pásmem byly jednodenní kurzové změny. Zde statistické testy poukázaly na existenci závislosti mezi kurzovými změnami ve dvou případech u měnového páru EUR/USD a USD/JPY, v jednom případě u měnového páru GBP/USD a u měnových párů USD/CAD a USD/CHF nebyla žádným použitým testem prokázána závislost kurzových změn. Hypotéza náhodné procházky u denních devizových kurzů byla zamítnuta pouze run testy. Statistické testy tedy poukazují na skutečnost, že cenové změny v delších cenových intervalech vykazují efektivnější chování.

Otázkou zůstává, zda-li vypovídací schopnost statistických testů nebyla ovlivněna délkou výběrového souboru, zvolenou hladinou významnosti nebo obdobím, ze kterého výběrový soubor pocházel.

Automatické obchodní systémy na rozdíl od statistických testů ověřovaly hypotézu o možnosti dosažení nadprůměrného zisku. V této práci bylo registrováno celkem 321 obchodních strategií a z toho bylo evidováno pouze 36 strategií, které překonaly trh a zároveň zhodnotily vložené prostředky. Nejčastěji se úspěšné strategie objevovaly u měnového páru EUR/USD a u jednodenních časových intervalů, což lze připsat na vrub transakčním nákladům. Minimalizaci transakčních nákladů lze považovat za hlavní faktor úspěchu obchodní strategie.



Při ověřování výnosů vlastních strategií prostřednictvím statistických testů bylo prokázáno, že strategie založené pouze na jednom indikátoru technické analýzy nedosahují nadprůměrných výnosů. Nadprůměrný výnos byl potvrzen pouze u strategie EL, která používala příkazy na omezení ztráty, čímž byla omezena variabilita výnosů. U těchto strategií může být nižší riziko využito k dalšímu zvýšení výnosů prostřednictvím finanční páky. Investory šance na úspěch se zvyšují v závislosti na jeho znalostech, jež by měly zahrnovat i oblasti risk- nebo cash-managementu. Ačkoli je tato strategie důkazem neefektivity trhu, je nutno dodat, že výnosy, které z ní plynou, mají klesající tendenci a dochází tak k její destrukci. V dlouhodobém horizontu 2 až 3 let tedy není možné dosahovat nadprůměrných výnosů ani prostřednictvím této strategie. Tato destrukce investiční strategie je zároveň důkazem střednědobé a dlouhodobé efektivity devizového trhu. Úspěch této strategie je možné vysvětlit i pravděpodobností, kdy spolu s počtem testovaných strategií roste i pravděpodobnost, že jedna z testovaných strategií bude úspěšná.

V této práci byly prokázány statistické závislosti mezi změnami devizových kurzů v krátkých časových intervalech. Tento typ neefektivity ovšem mohou využít pouze velké společnosti, jako jsou dealerské banky nebo HTF společnosti, které mají bezprostřední přístup na trh. Tyto společnosti mohou profitovat na těchto korelacích díky svým nízkým transakčním nákladům a okamžitému přístupu na trh. Drobní investoři, kteří zakládají svá investiční rozhodnutí na technické analýze, by spíše měli investovat v delších intervalech s nižší frekvencí obchodů, aby nebyli ovlivněni výší transakčních nákladů.

Statistické testy ovšem poukazují na skutečnost, že s delší časovým obdobím klesá pravděpodobnost existence závislostí mezi změnami devizového kurzu, které by mohli být využity k předpovědi jejich budoucího vývoje. Pokud i přesto investor objeví investiční příležitost, měl by být na pozoru, protože s nejvyšší pravděpodobností dojde časem k její destrukci. Z výše řečeného je patrné, že devizový trh splňuje podmínky slabě efektivního trhu a to jak v krátkém tak i delším časovém horizontu a dosahování nadprůměrných výnosů prostřednictvím aktivního obchodování s devizovými kurzy je pro obyčejného investora téměř nemožné.

## 9 Summary

This thesis deals with the behaviour of spot exchange rates EUR / USD, USD / GBP, USD / JPY, USD / CAD and USD / CHF, for which were analyzed by 5-minute, 1-hour, 4-hour and daily returns. The aim of this study was to describe the distribution of returns for each of time intervals and with the help of statistical tests and trading systems to assess whether exchange rates can in short time intervals satisfy the conditions weak market efficiency.

Return distributions of exchange rates for all observed time zone is symmetrical and has a higher degree of kurtosis compared to the normal distribution. High degree of kurtosis is an evidence of a large number of small price changes and continuous adaptation to new intrinsic value. For all of exchange rates in all time zones was rejected hypothesis of normal distribution of changes in foreign exchange spot rates.

Statistical tests showed the existence of dependencies between exchange rates changes, especially at the 5-minute and hourly changes in spot exchange rates. Run tests demonstrated that there were a higher number of runs in comparison with the normal distribution. Autocorrelation tests pointed to presence of negative correlations in immediately consecutive 5-minute returns, which were most likely due to asynchronous trading. A statistically significant correlation was demonstrated to a lesser degree in 1-hour and 4-hour changes in foreign exchange rates. These dependencies may be due to the time shift between the business centers. Variance ratio test in most cases confirmed the test results of autocorrelation. The only test, that disproved the hypothesis of random walk in either case, is the unit root test.

Statistical tests were completed also with tests to verify the possibility of achieving above-average profits. For strategies that were built on only one indicator of technical analysis, has not been demonstrated ability to achieve above average returns. Only the strategy of using multiple parameters (including elements of cash and risk management) was able to outperform the market. However, during the reporting period occurred the destruction of the strategy and profitability of this strategy decreased over time.

It can be concluded that the behaviour of the main traded currency rates be considered effective in shorter time intervals. Documented statistical correlation between exchange rate

returns are low and in most cases can't be used to overcome market. Business strategies that are able to achieve a higher return than the market are looking very difficult. However, even if such a strategy existed, it will be destroyed over time and its potential profits disappear.

## Seznam použitých zkratk

<b>ACF</b>	AUTOCORRELATION FUNCTION
<b>ADF</b>	AUGMENTED DICKEY–FULLER TEST
<b>ATS</b>	AUTOMATED TRADING SYSTEM
<b>BIS</b>	BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS
<b>CCI</b>	COMMODITY CHANNEL INDEX
<b>CDF</b>	CONTRACT FOR DIFFERENCE
<b>DF</b>	DICKEY–FULLER TEST
<b>EBS</b>	ELECTRONIC BROKING SERVICES
<b>ECN</b>	ELECTRONIC COMMUNICATION NETWORK
<b>EMH</b>	EFFICIENT-MARKET HYPOTHESIS
<b>EL</b>	ENGULFING LINE
<b>EMA</b>	EXPONENTIAL MOVING AVERAGE
<b>FED</b>	FEDERAL RESERVE SYSTEM
<b>FOREX</b>	FOREIGN EXCHANGE MARKET
<b>GATT</b>	GENERAL AGREEMENT ON TARIFFS AND TRADE
<b>HFT</b>	HIGH-FREQUENCY TRADING
<b>OTC</b>	OVER-THE-COUNTER (OFF-EXCHANGE)
<b>PACF</b>	PARTIAL AUTOCORRELATION FUNCTION
<b>RSI</b>	RELATIVE STRENGTH INDEX
<b>RW1</b>	RANDOM WALK MODEL – MODEL 1
<b>RW2</b>	RANDOM WALK MODEL – MODEL 2
<b>RW3</b>	RANDOM WALK MODEL – MODEL 3
<b>SMA</b>	SIMPLE MOVING AVERAGE

## Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: HLAVNÍ ČASOVÉ ZÓNY V SEČ	23
OBRÁZEK 2: STRUKTURA DEVIZOVÉHO TRHU	24
OBRÁZEK 3: DLOUHÁ POZICE EMA	52
OBRÁZEK 4: KRÁTKÁ POZICE EMA	47
OBRÁZEK 5: DLOUHÁ POZICE PARABOLIC SAR	53
OBRÁZEK 6: KRÁTKÁ POZICE PARABOLIC SAR	48
OBRÁZEK 7: DLOUHÁ POZICE RSI	55
OBRÁZEK 8: KRÁTKÁ POZICE RSI	50
OBRÁZEK 9: DLOUHÁ POZICE CCI	56
OBRÁZEK 10: KRÁTKÁ POZICE CCI	51
OBRÁZEK 11: DLOUHÁ POZICE VLASTNÍ STRATEGIE	57
OBRÁZEK 12: KRÁTKÁ POZICE VLASTNÍ STRATEGIE	52
OBRÁZEK 13: VÝVOJ KONEČNÉHO ZŮSTATKU VLASTNÍ STRATEGIE	78
OBRÁZEK 14: VÝSLEDEK STRATEGIE ENGULFING LINE	79

## Seznam tabulek

TABULKA 1: POPISNÉ STATISTIKY ZMĚN DEVIZOVÝCH KURZŮ	54
TABULKA 2: RUN TEST BEZ NULOVÉ SÉRIE	57
TABULKA 3: RUN TEST S NULOVOU SÉRIÍ	58
TABULKA 4: TEST AUTOKORELACÍCH KOEFICIENTŮ	59
TABULKA 5: LJUNG-BOXŮV TEST	61
TABULKA 6: TEST POMĚRU ROZPYLU	63
TABULKA 7: TEST JEDNOTKOVÉHO KOŘENE	65
TABULKA 8: CELKOVÉ VÝNOSY STRATEGIE - EXPONENCIONÁLNÍ KLOUZAVÉ PRŮMĚRY (EMA)	67
TABULKA 9: PRŮMĚRNÉ ROČNÍ VÝNOSY STRATEGIE V % - EXPONENCIONÁLNÍ KLOUZAVÉ PRŮMĚRY (EMA)	68
TABULKA 10: VÝNOSY STRATEGIE - PARABOLIC SAR	70
TABULKA 11: PRŮMĚRNÉ ROČNÍ VÝNOSY STRATEGIE V % – PARABOLIC SAR	71
TABULKA 12: VÝNOSY STRATEGIE - COMODITY CHANNEL INDEX (CCI)	73
TABULKA 13: PRŮMĚRNÉ ROČNÍ VÝNOSY STRATEGIE V % – COMMODITY CHANNEL INDEX (CCI)	74
TABULKA 14: VÝNOSY STRATEGIE – RELATIVE STRENGHT INDEX (RSI)	75
TABULKA 15: PRŮMĚRNÉ ROČNÍ VÝNOSY STRATEGIE V % – RELATIVE STRENGHT INDEX (RSI)	76
TABULKA 16: VÝNOSY STRATEGIE - ENGULFING LINE (EL)	77
TABULKA 17: STATISTICKÉ TESTY ZISKOVÝCH STRATEGIÍ	80
TABULKA 18: SHRNUÍ STATISTICKÝCH TESTŮ	84

## Literatura:

- ALLEN, H., TAYLOR, M. P. (1990). Charts, noise and fundamentals in the London foreign exchange market. *The Economic Journal*, 100, (400), 49-59. ISSN 00130133.
- ARTL, J. (2003). *Finanční časové řady*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing. 220. ISBN 80-247-0330-0.
- BACHALIER, L. (1900). Theorie de la speculation. *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*, (17), 21-86.
- BAILLIE, R. T., BOLLERSLEV, T. (1991). Inter-market Volatility in Foreign Exchange Rates. *Review of Economic Studies*. 58, (3), 565-585. ISSN 00346527.
- BALL, R. (1978). Anomalies in Relationships Between Securities' Yields and Yield-Surrogates, *Journal of Financial Economics*. 6, (2), 103-126. ISSN 0304-405X.
- BARBER, B., ODEAN, T. (2000). Trading Is Hazardous to Your Wealth: The Common Stock Investment Performance of Individual Investors. *Journal of Finance*, 45, (2), 773-808. ISSN 1540-6261.
- BASU, S. (1997). Investment Performance of Common Stocks in Relation to Their Price-Earnings Ratios: A Test of the Efficient Market Hypothesis. *Journal of Finance*, 32, (3), 663-682. ISSN 1540-6261.
- BLUME, L., EASLEY, D., O'HARA, M. (1994). Market, Statistics and Technical Analysis: The Role of Volume. *The Journal of Finance*, 49, (1), 153-181. ISSN 1540-6261.
- BREEDON, F., RONALDO, A. (2012). Intraday Patterns in FX Returns and Order Flow. *Queen Mary, University of London, School of Economics and Finance Working Paper 694*. 1-19.
- BROCK, W., LAKONISHOK, J., LEBARON, B. (1992). Simple Technical Trading Rules and the Stochastic Properties of Stock Returns. *The Journal of Finance*, 47, (5), 1731-1796. ISSN 1540-6261.
- BURT, J., KAEN, F. R., BOOTH G. G. (1977). Foreign Exchange Market Efficiency Under Flexible Exchange Rates. *The Journal of Finance*, 32, (4), 1325-1330. ISSN 1540-6261.
- CAMPBELL, J. Y., LO, A. W., MACKINLAY A. C. (1997). *The econometrics of financial markets*. Princeton N.J.: Princeton University Press, 611 p. ISBN 06-910-4301-9.
- CHANG, Y. (2004). A re-examination of variance-ratio test of random walks in foreign exchange rates. *Applied Financial Economics*, 14, 671-679. ISIN 0960-3107.
- CHARLES, A., DARNE, O. (2009). Random Walk Behavior in Euro Exchange Rates. *Economie internationale*, (119), 25-45. ISSN 1240-8093.

CHO, Y. H., LINTON, O., WHANG, Y. J. (2007). Are there Monday effects in Stock Returns: A Stochastic Dominance Approach. *Journal of empirical Finance*, 14, (5), 736-755. ISSN 0927-5398.

COLEMAN, M. (1990). Cointegration-based Test of Daily Foreign Exchange Market Efficiency. *Economics Letters*, 32, (1), 53-59. ISSN 0165-1765.

CORBAE, D., OULIARIS, S. (1986). Robust Tests for Unit Roots in the Foreign Exchange Market. *Economics Letters*, 22, (4), 375-380. ISSN 0165-1765.

CORNELL, W. B., DIETRICH, J. K. (1978). The Efficiency of the Market for Foreign Exchange Under Floating Exchange Rates. *The Review of Economics and Statistics*, 60, (1), 111-120. ISSN 0034-6535.

COWLES, A. (1933). Can Stock Market Forecasters Forecast?. *Econometrica*, 1, 309-324. ISSN 1468-0262.

COWLES, A. (1944). Stock Market Forecasting. *Econometrica*, 12, 206-214. ISSN 1468-0262.

CURCIO, R., GOODHART, C., GUILLAUME, D., PAYNE, R. (1997). Do Technical Trading Rules Generate Profits? Conclusions from the Intra-day Foreign Exchange Market. *International Journal of Finance and Economics*, 2, (4), 267-280. ISSN 1099-1158.

DEMSTER, M. A. H., PAYNE, T. W., ROMAHI, Y., THOMPSON, G: W. P. (2001). Computational Learning Techniques for Intraday FX Trading Using Popular Technical Indicators. *IEEE Transaction on Neural Networks*, 12, (4), 744-754. ISSN: 1045-9227.

DICKEY, A. D., FULLER, W. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, (366), 427-431. ISSN: 01621459.

DOOLEY, M. P., SHAFER, J. R. Analysis of short-run exchange rate behavior: March 1973 to November 1981. In Floating Exchange Rates and the State of World Trade Payments. In: EDITED BY BIGMAN, D., TAYA, T. (2002) *Floating exchange rates and the state of world trade and payments*. Washington, D.C: 2003. Beard Books, 43-70. ISBN 15-87981-29-7.

FAMA, E. F. (1965). Behavior of Stock-Market Prices. *The Journal of Finance.*, 79, (1), pp. 34-105. ISSN 1540-6261.

FAMA, E. F., BLUME, M. E. (1966). Filter Rules and Stock-Market Trading. *Journal of Business*, 39, (1), 226-241. ISSN 1540-6261.

FAMA, E. F. (1969). Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal of Finance.*, 25, (2), 383-417. ISSN 1540-6261.

FAMA, E. F., FRENCH, R. F. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and Evidence. *Journal of Economic Perspectives*, 18, (3), 25-46. ISSN: 1307-1637.



- FRANKEL, J. A., FROOT, K. A. (1990). Chartists, Fundamentalist, and Trading in the Foreign Exchange Market. *The American Economic Review*, 80, (2), 181-185. ISSN 0002-8282.
- GUJARATI, D. N. (2003). *Basic Econometrics*, 4th ed. New York: The McGraw Hill Companies, 1004. ISBN: 80-86419-34-7.
- ISLAM, S. M. N., WATANAPACHAIKUL, S., CLARK, C. (2007). Are Emerging Financial Markets Efficient? Some Evidence from the Models of the Thai Stock Market. *Journal of Emerging Market Finance*, 6, (3), 291-302. ISSN 09726527.
- KAHNEMANN, D., TVERSKY, A. (1979). Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47, (2), 263-292. ISSN 1468-0262.
- KENDALL, M. G., BRADFORD HILL, A. (1953). The Analysis of Economic Time Series-Part I: Prices. *Journal of the Royal Statistical Society*, 116, (1), 11-34. ISSN 0035-9238.
- KOZA, J. R. (1992) *Genetic programming: On the programming of computers by means of natural selection*. Cambridge: Bradford Book, 818. ISBN 02-621-1170-5.
- KOZHAN, R., SALMON, M., (2012). Information Content of a Limit Order Book: The Case of an FX Market. *Journal of Financial Markets*, 15, (1), 1-28. ISSN 1386-4181.
- LEE, Y. H., SODOIKHUU, K. (2012). Efficiency Tests in Foreign Exchange Market. *International Journal of Economics and Financial Issues*. 2, (2), 216-264. ISSN 2146-4138.
- LeBARON, B. (1999). Trading rule profitability and foreign exchange intervention. *Journal of International Economics*, 49, (1), 125-143. ISSN 0022-1996.
- LEROY, S. F., (1989). Efficient Capital Markets and Martinagale. *Journal of Economic Literature*, 27, (4), 1583-1621. ISSN 0022-1996
- LEVICH, R., THOMAS, L. (1993). The significance of technical trading-rule profits in the foreign exchange market: a bootstrap approach. *Journal of International Money and Finance*, 12, (5), 451-474. ISSN 0261-5606.
- LEVICH, R. Empirical studies of exchange rates: price behavior, rate determination and market efficiency. In JONES, R., KENEN, P. (1985) *Handbook of international economics*. New York, N.Y., U.S.A.: Sole distributors for the U.S.A. and Canada, Elsevier Science Pub. Co., 979-1040. ISBN 044-48679-37-2.
- LIU, C. Y., HE, J. (1991). A variance ratio test of random walks in foreign exchange rate. *Journal of Finance*, 46, (2), 773-785. ISSN 1540-6261.
- LJUNG, G. M., BOX, G. E. P. (1978). On a Measure of Lack of fit in Time Series Models. *Biometrika*, 6, (2), 297-303. ISSN 0006-3444.

- LO, A. W., MACKINLAY, A. C. (1988). Stock Market Prices do not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test. *The Review of Financial Studies*, 1, (1), 41-66. ISSN 0893-9454.
- LO, A. W., MACKINLAY, A. C. (1989). The size and power of the variance ratio test in finite samples: a Monte Carlo investigation, *Journal of Econometrics*, 40, (2), 203-238. ISSN 0304-4076.
- LO, A. W., MACKINLAY, A. C. (1990). Data-Snooping Biases in Test of Financial Asset Pricing Models, *Review of Financial Studies*. 3, (3), 431-467. ISSN 0893-9454.
- LO, A. W., MAMAYSKY, H., WANG, J. (2000). Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference and Empirical Implementation. *The Journal of Finance*, 55, (4), 1705–1765. ISSN 1540-6261.
- LOGUE, D. E., SWEENEY, R. J. (1977). White- Noise in Imperfect Markets: The Case of the Franc/Dollar Exchange Rate. *The Journal of Finance*, 32, (3), 761-768. ISSN 1540-6261.
- LUKÁČIK, M., LUKÁČIKOVÁ, A. (2008). Význam testovania stacionarity v ekonometrii, *Ekonomika a informatika*, 11, (1), 146-157. ISSN 1336-3514.
- MADDALA, G. S., KIM, I. (1998). *Unit Root, Cointegration and Structural Change*, 4th ed. Cambridge: Cambridge University Press. 505. ISBN: 0521582571.
- MALKIEL, B.G. (2003). The Efficient Market hypothesis and Its Critics. *Journal of Economic Perspectives*, 17, (1), 59-82. ISSN 1307-1637.
- MEESE, R. A., SINGLETON, K. J. On Unit Roots and the Empirical Modeling of Exchange Rates. *The Journal of Finance*, (37), 4, 1029-1035. ISSN 1540-6261.
- MEHRA R., PRESCOTT E. C. (1985). The Equity Premium Puzzle. *Journal of Monetary Economics*, 15, (2), 145-161. ISSN 0304-3932.
- NEELY, CH., WELLER P., DITTMAR R. (1997). Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable?: A Genetic Programming Approach. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 32, (4), 405–426. ISSN: 0304-3932.
- NEELY, CH. J. (1997). Technical Analysis in the Foreign Exchange Market: A Layman's Guide, *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 79, (5), 23–38. ISSN 0014-9187.
- NEELY, CH. J. (1998). Technical Analysis and the Profitability of U.S. Foreign Exchange Intervention. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 80, (5), 3–18. ISSN 0014-9187.
- NEELY, CH., J., WELLER, P. (2001). A Technical Analysis and Central Bank Intervention, *Journal of International Money and Finance*, 20, (7), 949–70. ISSN 0261-5606.
- NEELY, C. J., WELLER, P. A. (2003). Intraday Technical Trading in the Foreign Exchange Market. *Journal of International Money and Finance*, 22, (2), 223-237. ISSN 0261-5606.

- OKUNEV, J., WHITE, D. R. (2003). Do Momentum-Based Strategies still work in Foreign Currency Markets?. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 38, (2), 425-447. ISSN 0022-1090.
- OLSON, D.(2004). Have Trading Rule Profits in the Currency Markets declined over Time?. *Journal of Banking and Finance*, 28, (1), 85-105. ISSN 0378-4266.
- OMRANE, B. W., VAN OPPEN, H. (2004). The Predictive Success and Profitability of Chart Patterns in the Euro/Dollar Foreign Exchange Market. *IAG Working Paper No. 95*, (3); CORE Discussion Paper No. (35)
- POSHAKWALE, S., (1996). Evidence on the Weak-form Efficiency and the Day of the Week Effect in the Indian Stock Market. *Finance India*, 10, (3), 605-616. ISSN 0970-3772.
- POTERBA, J., SUMMERS, L. (1988). Mean Reversion in Stock Returns: Evidence and Implications. *Journal of Financial Economics*, 11, (1), 27-59. ISSN: 0304-405X.
- QI, M., WU, Y. (2005). Technical Trading-Rule Profitability, Data Snooping and Reality Check: Evidence from the Foreign Exchange Market. *Journal of Money, Credit, and Banking*. 38, (1), 2135-2158. ISSN 0022-2879.
- RICCIARDI, V., SIMON, H. K. (2000). What is behavioral finance?. *Business Education & Technology Journal*, 2, (2), 1-9. ISSN 2227-6459.
- RITTER, J. R. (1988). The Buying and Selling Behavior of Individual Investors at the Turn of the Year. *Journal of Finance*, 48, (3), 701-717. ISSN 1540-6261.
- SAACKE, P. (2002). Technical Analysis and the Effectiveness of Central Bank Intervention. *Journal of International Money and Finance*, 21, (4), 459-479. ISSN 0261-5606.
- SAMUELSON, P. (1965). Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly. *Industrial Management Review*, 6, (2), 41-49.
- SHEFRIN, H., STATMAN, M. (1985). The disposition to sell winners too early and ride losers too long - theory and evidence. *Journal of Finance*, 40, (3), 777-790. ISSN 1540-6261.
- SCHILLER, R. J. (2003). From efficient Market Theory to Behavioral Finance. *Industrial Journal of Economic Perspectives*, 17, (3), 83-104. ISSN 1307-1637.
- SCHWERT G. W., (2002). Test for unit roots: A Monte Carlo investigation (Reprinted). *Journal of Business & Economic Statistics*, 20, (1). 5-17. ISSN 0735-0015.
- SOUKUPOVÁ, J., (2004). *Mikroekonomie*, 3. vyd. Praha: Management Press,. 548. ISBN: 80-7261-061-9.
- SULLIVAN, R., TIMMERMANN, A., WHITE, H. (2001). Dangers of data mining: The case of calendar effects in stock returns. *Journal of Econometrics*, 105, (1), 249-286. ISSN 0304-4076.

SURAJARAS, P., SWEENEY R. J. (1992). *Profit-Making Speculation in Foreign Exchange Markets*. 1st ed. Summit: Westview Print, 280. ISBN 0813380766.

SWEENEY, R. J. (1986). Beating the Foreign ExchangeMarket. *Journal of Finance*, 41, (1), 163-182. ISSN 1540-6261.

VOŠVRDA, M., FILÁČEK, J., KAPIČKA, M. (1998), Testování hypotézy efektivního trhu na BCPP. *Finance a Úvěr*, 9, 554-566. ISSN 0015-1920.

WILDER, W. J., (1978). *New Concepts in Technical Trading System*, 1. ed. New York: Trend Research, 142. ISBN: 0-89459-027-8.

WASSERFALLEN, W., ZIMMERMANN, H. 1985. The Behavior of Intra-daily Exchange Rates, *Journal of Banking & Finance*. 9. (1), 55-72. ISSN 0378-4266.

ZEMAN, P., MARŠÍK, M., 2013. High-Frequency Data and the Effectiveness of the Spot Exchange Rate EUR/USD. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 61. (7), v tisku. ISSN: 1211-8516.

MARŠÍK, M., ZEMAN, P., 2013. Testing Market Efficiency by Technical Analysis, *Auspicia*, 9, (1), 82-93. ISSN 1214-4967.

## Internetové odkazy

FXSTREET.CZ s. r. o.. 2012. 5. Část – Obchodní hodiny Forexu [online]. 2012 [cit. 2012-05-04]. Dostupné z <http://www.fxstreet.cz/cast-5-obchodni-hodiny-forexu-.html>

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS. 2010. *Triennial central bank survey of foreign exchange and derivatives market activity in 2010 – final results, final summary tables* [online]. 2012 [cit. 2011-02-04]. Dostupné z <http://www.bis.org/publ/rpfx10t.htm>

BANK FOR INTERNATIONAL SETTLEMENTS..(2011) *High-frequency trading in the foreign exchange market Report submitted by a Study Group established by the Markets Committee* [online]. Basel, Switzerland: Bank for International Settlements, [cit. 2011-08-19]. ISBN 92-919-7885-X. Dostupné z: <http://www.bis.org>

## **Přílohy**

PŘÍLOHA 1: HISTOGRAMY LOG. VÝNOSŮ SPOTOVÝCH KURZŮ

PŘÍLOHA 2: POPISNÉ STATISTIKY LOG. VÝNOSŮ SPOTOVÝCH KURZŮ

PŘÍLOHA 3: KORELOGRAMY LOG. VÝNOSŮ SPOTOVÝCH KURZŮ

PŘÍLOHA 4: KORELAČNÍ KOEFICIENTY LOG. VÝNOSŮ SPOTOVÝCH KURZŮ

PŘÍLOHA 5: LJUNG-BOX TEST

PŘÍLOHA 6: TEST POMĚRU ROZPTYLŮ

PŘÍLOHA 7: STRATEGIE - EXP. KLOUZAVÉ PRŮMĚRY

PŘÍLOHA 8: STRATEGIE – PARABOLIC SAR

PŘÍLOHA 9: STRATEGIE – COMMODITY CHANNEL INDEX

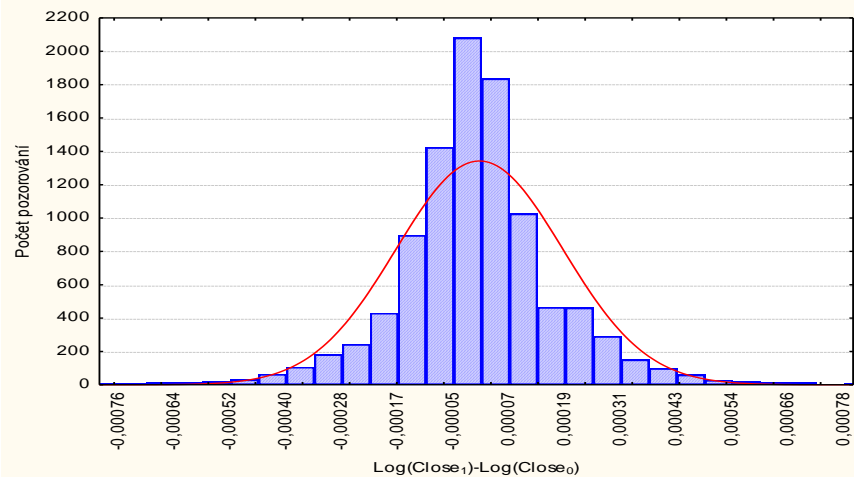
PŘÍLOHA 10: STRATEGIE – RELATIVE STRENGTH INDEX

PŘÍLOHA 11: STRATEGIE – ENGULFING LINE

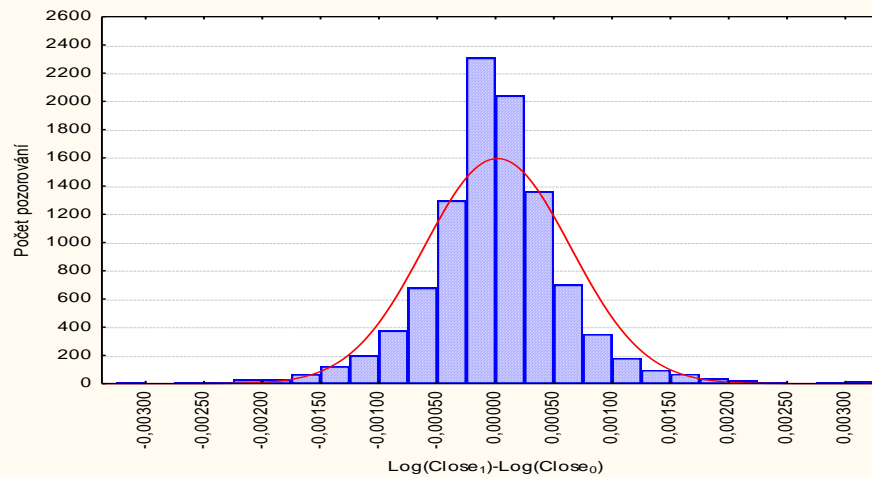
PŘÍLOHA 12: VÝSLEDKY STRATEGIE ENGULFING LINE

# Příloha 1: Histogramy log. výnosů spotových kurzů

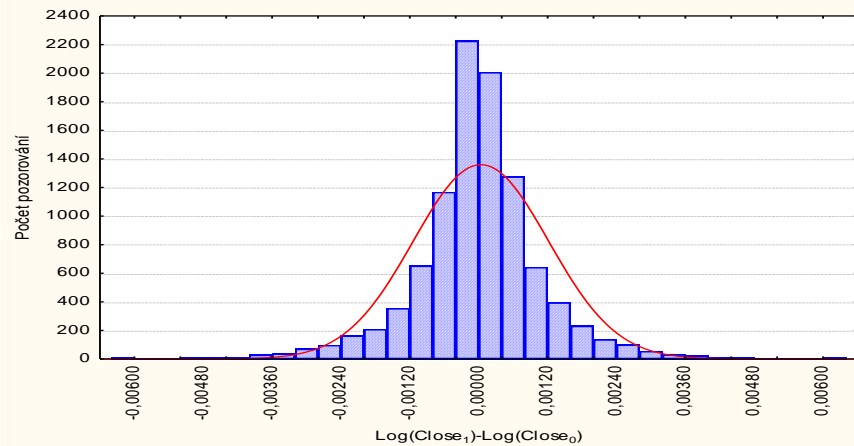
## Histogram log. výnosů EUR/USD 5 min.



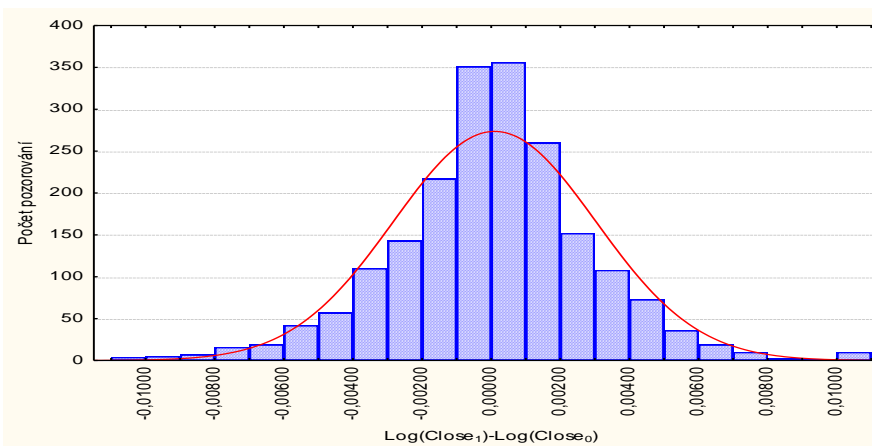
## Histogram log. výnosů EUR/USD 1 hod.



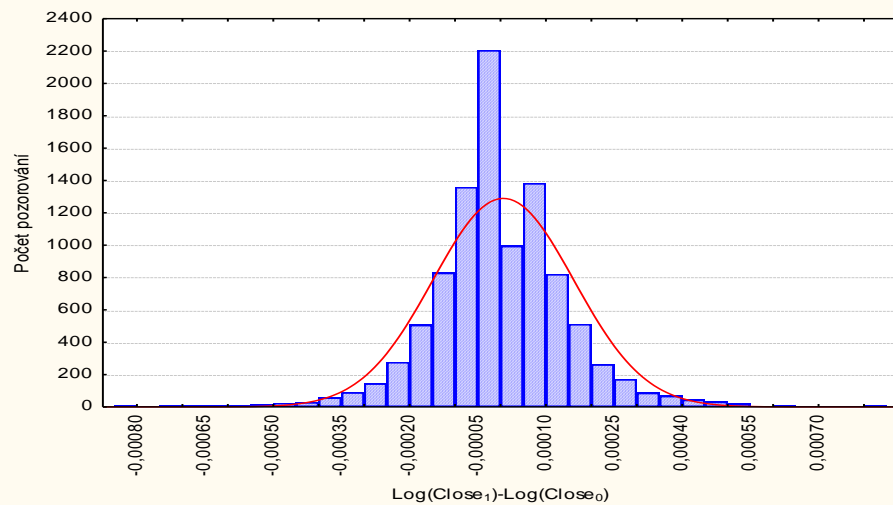
## Histogram log. výnosů EUR/USD 4 hod.



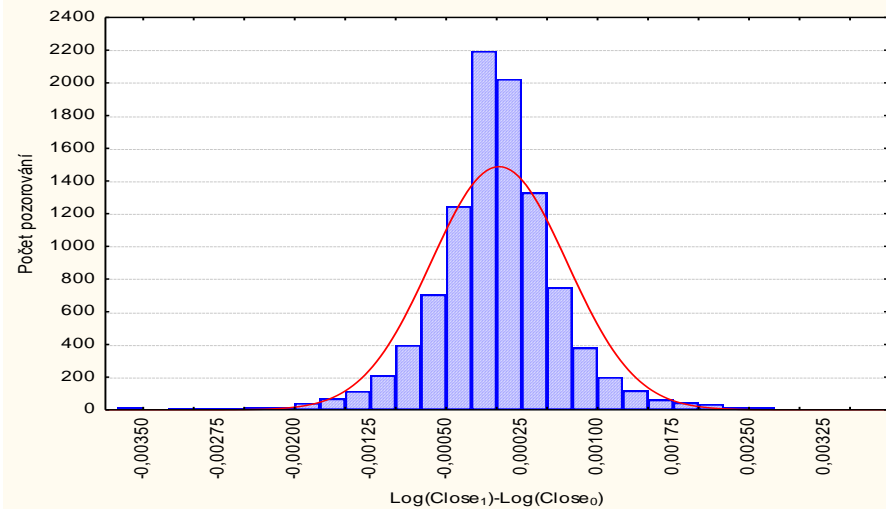
## Histogram log. výnosů EUR/USD 1 den



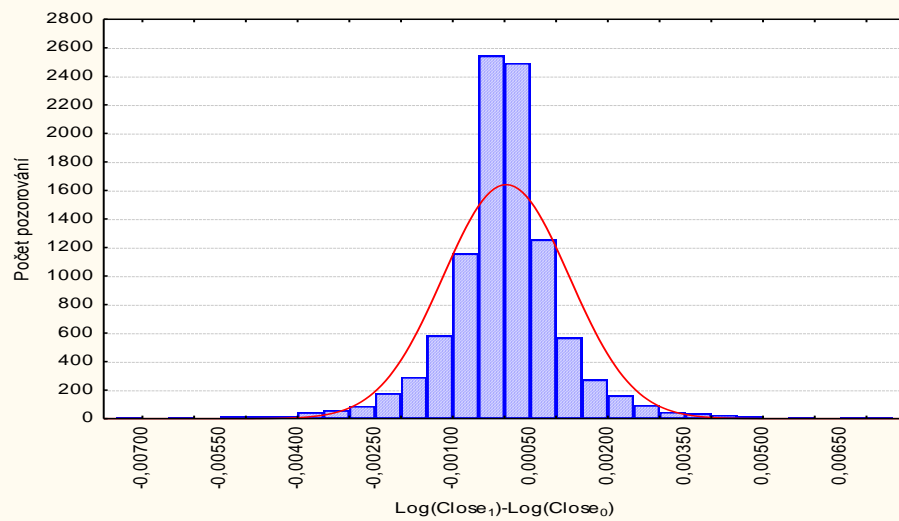
**Histogram log. výnosů GBP/USD 5 min.**



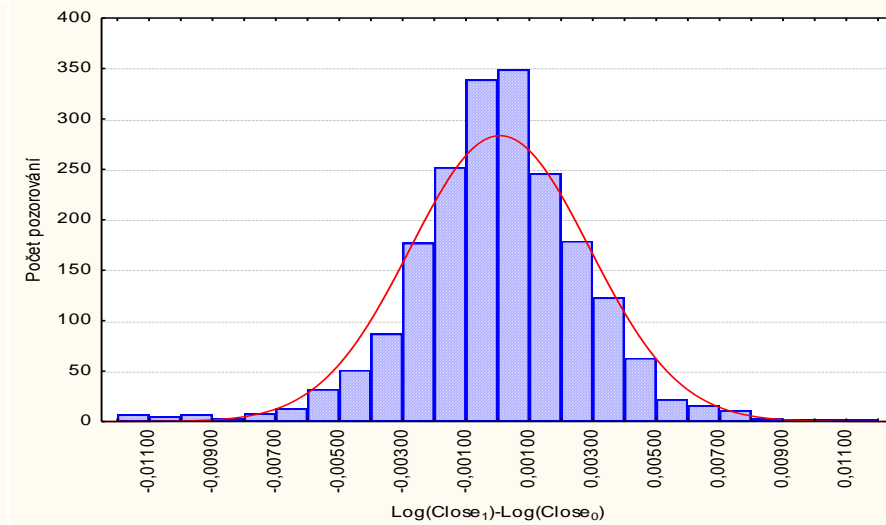
**Histogram log. výnosů GBP/USD 1 hod.**



**Histogram log. výnosů GBP/USD 4 hod.**

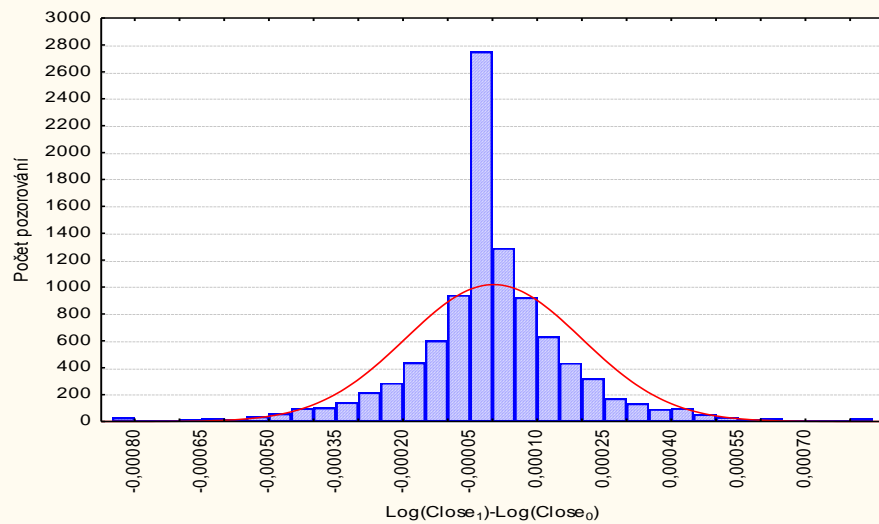


**Histogram log. výnosů GBP/USD 1 den**

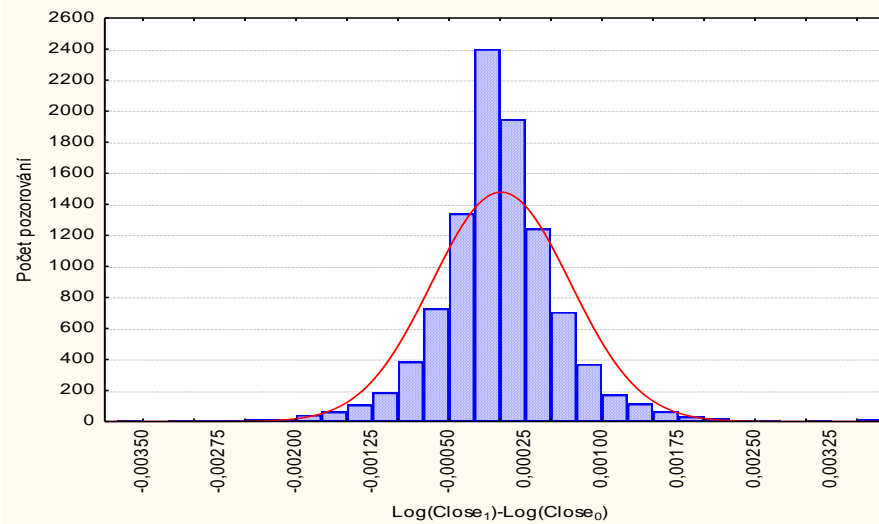




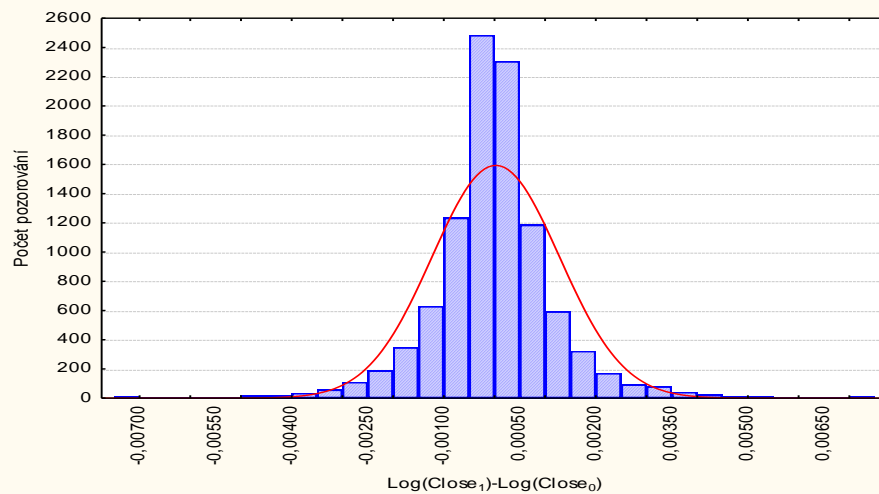
**Histogram log. výnosů USD/CHF 5 min.**



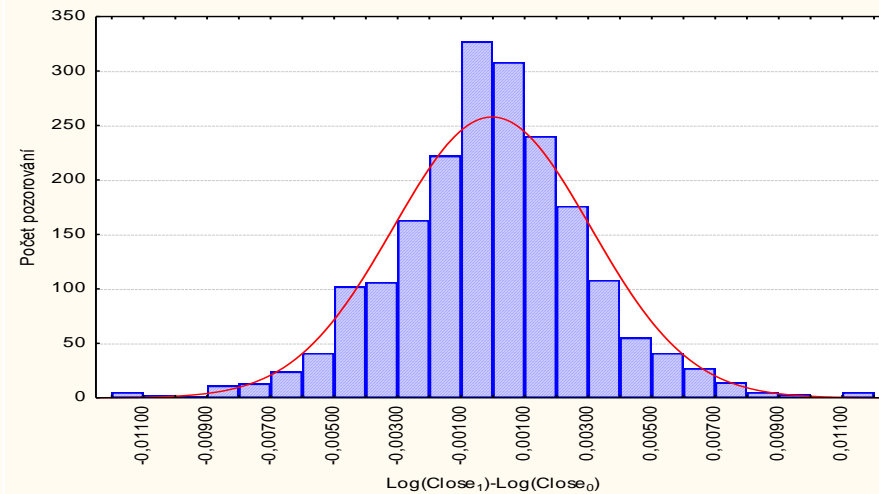
**Histogram log. výnosů USD/CHF 1 hod.**



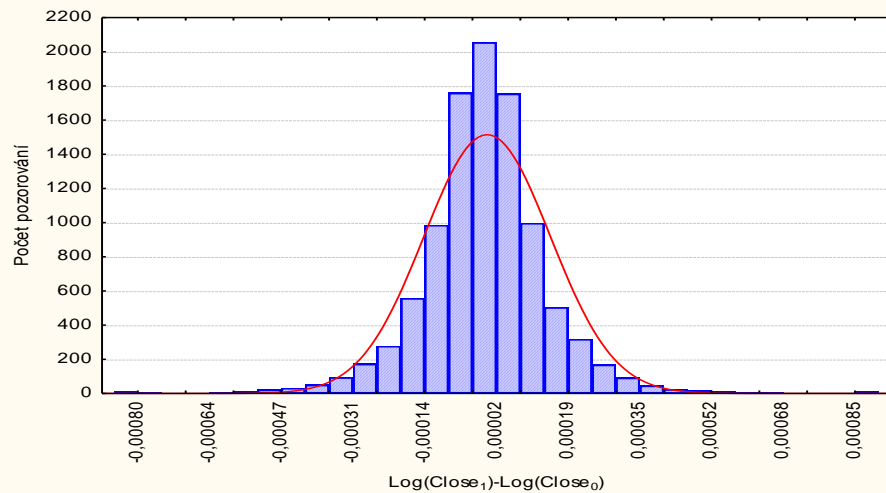
**Histogram log. výnosů USD/CHF 4 hod.**



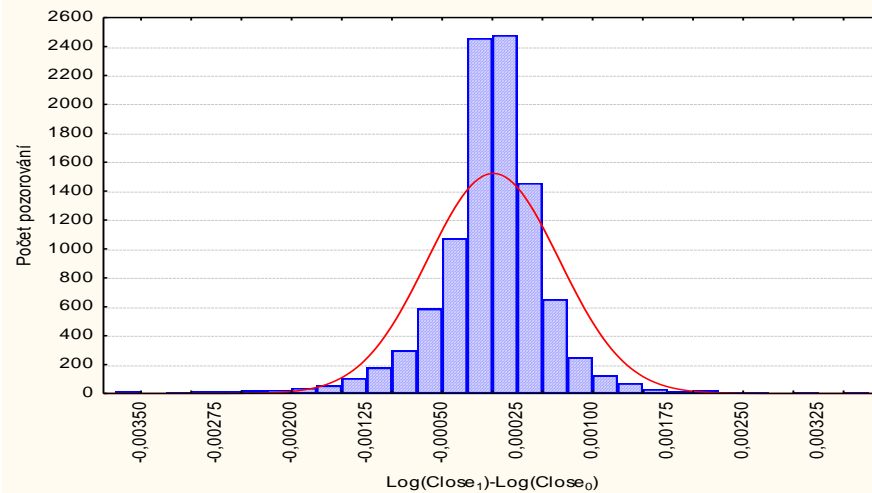
**Histogram log. výnosů USD/CHF 1 den**



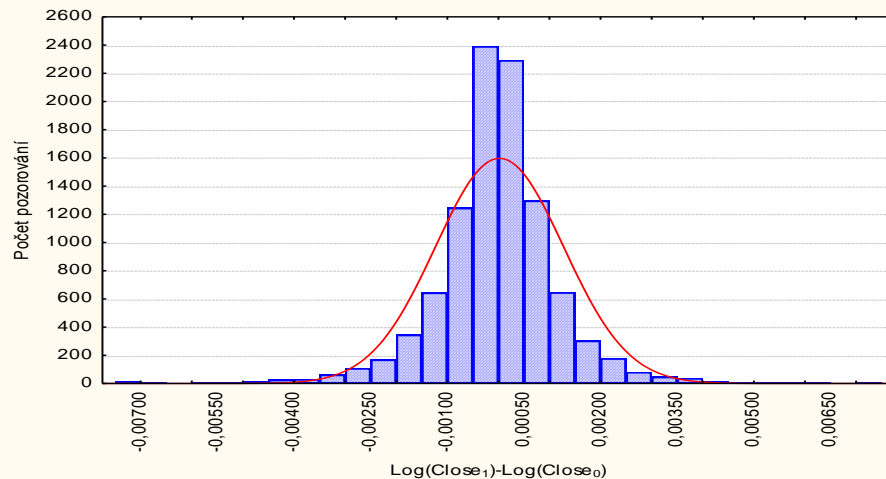
**Histogram log. výnosů USD/JPY 5 min.**



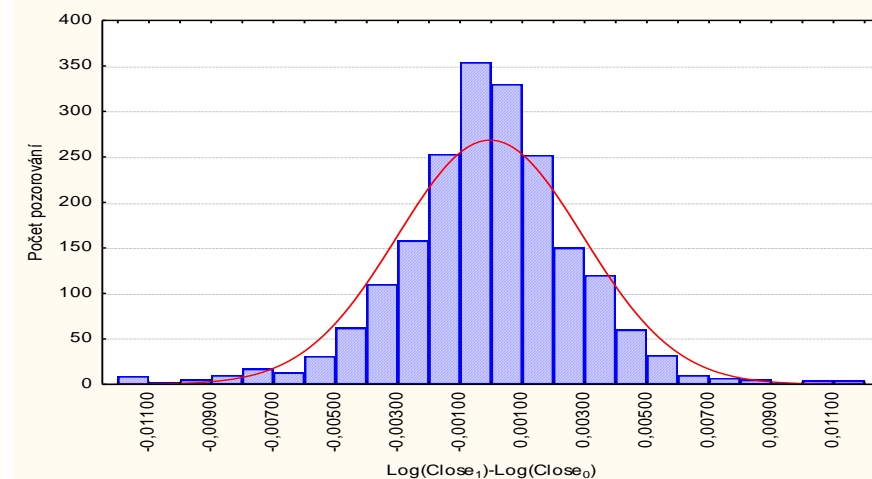
**Histogram log. výnosů USD/JPY 1 hod.**



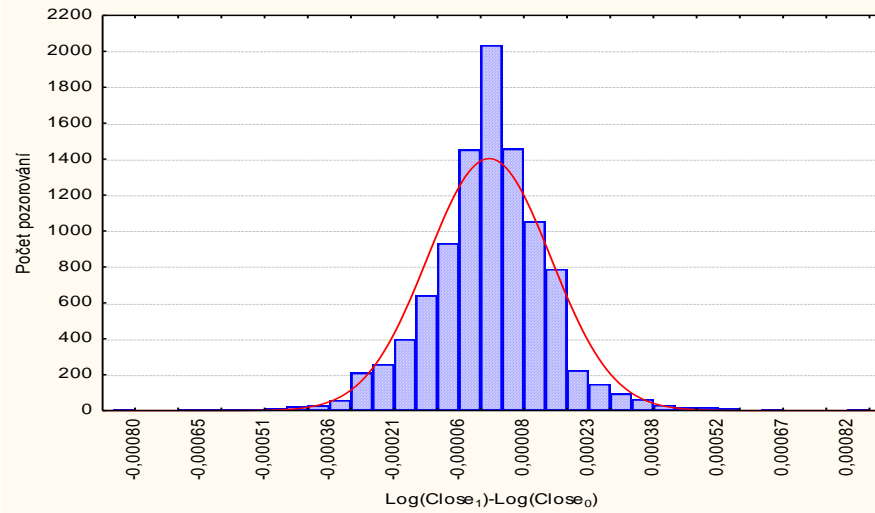
**Histogram log. výnosů USD/JPY 4 hod.**



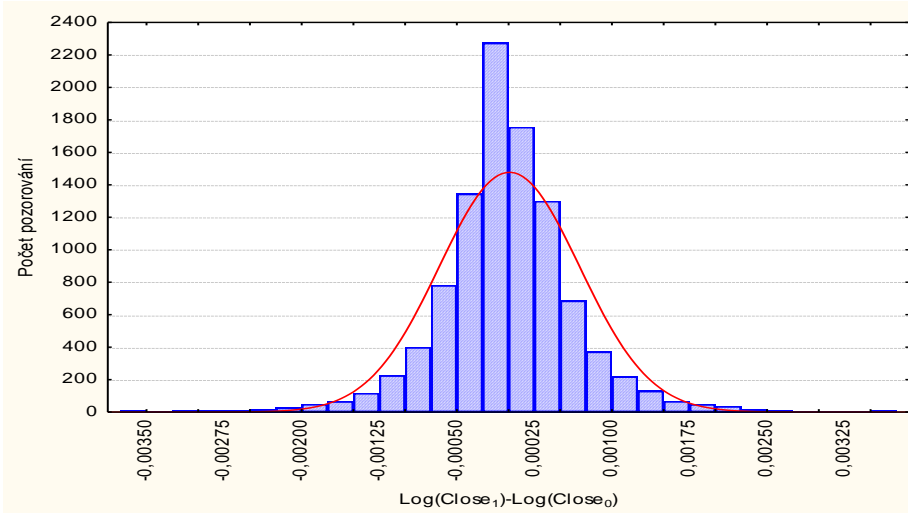
**Histogram log. výnosů USD/JPY 1 den**



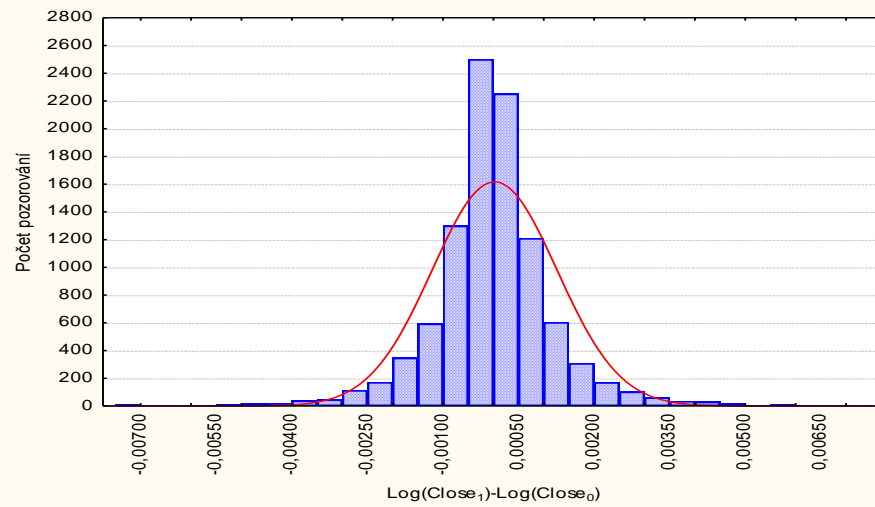
**Histogram log. výnosů USD/CAD 5 min.**



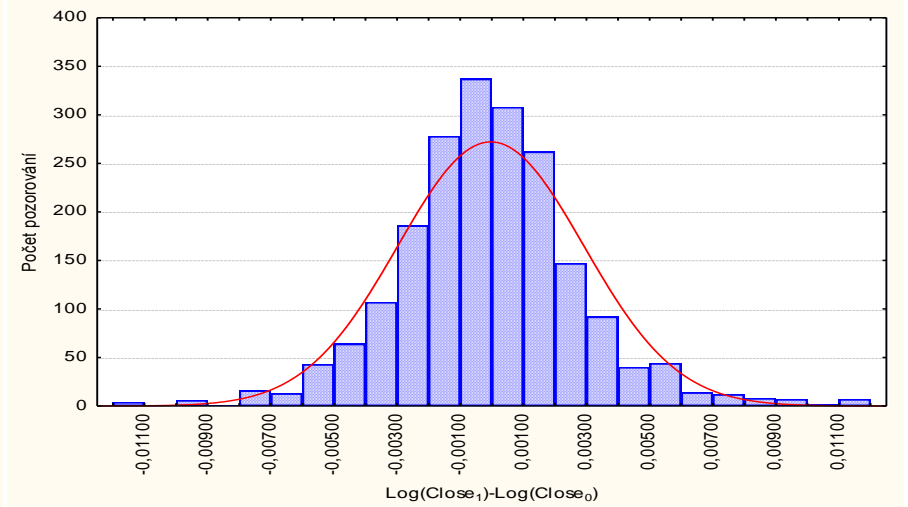
**Histogram log. výnosů USD/CAD 1 hod.**



**Histogram log. výnosů USD/CAD 4 hod.**



**Histogram log. výnosů USD/CAD 1 den.**



## Příloha 2: Popisné statistiky log. výnosů spotových kurzů

### Popisné statistiky log. výnosů spotových kurzů

Kurz	časový int.	Počet pozoro- vání	Průměrný výnos	Směr. od- chylka	Míra šikmos- ti	Míra špičatosti	Jargue-Bera test	JB test p-value
EUR/USD	5 Min	0,000006	0,0004	0,2653	8,9971	0,000006	15101	0,0000*
	1 Hod	-0,000001	0,0014	-1,2289	45,8517	-0,000001	767552	0,0000*
	4 Hod	0,000012	0,0027	-0,1669	11,9720	0,000012	33583	0,0000*
	1 Den	0,000098	0,0067	-0,0015	5,0960	0,000098	365	0,0000*
GBP/USD	5 Min	0,000005	0,0004	-0,1211	16,3869	0,000005	74687	0,0000*
	1 Hod	0,000010	0,0015	0,1240	32,6208	0,000010	365567	0,0000*
	4 Hod	-0,000012	0,0028	-0,1579	14,0944	-0,000012	51322	0,0000*
	1 Den	0,000021	0,0065	-0,4020	5,9940	0,000021	800,49*	0,0000*
USD/CHF	5 Min	-0,000004	0,0005	0,1277	13,0309	-0,000004	106696	0,0000*
	1 Hod	-0,000021	0,0016	-2,5814	134,2201	-0,000021	15042126	0,0000*
	4 Hod	-0,000030	0,0029	-0,3687	21,8217	-0,000030	97287	0,0000*
	1 Den	-0,000202	0,0071	-0,3198	6,3745	-0,000202	180	0,0000*
USD/JPY	5 Min	-0,000002	0,0003	0,5771	18,9614	-0,000002	41947	0,0000*
	1 Hod	-0,000021	0,0015	-3,0926	62,9643	-0,000021	71848529	0,0000*
	4 Hod	-0,000039	0,0029	-0,6615	18,2238	-0,000039	147818	0,0000*
	1 Den	-0,000223	0,0068	-0,1807	7,6448	-0,000223	982	0,0000*
USD/CAD	5 Min	-0,000002	0,0003	0,0089	9,7273	-0,000002	18854	0,0000*
	1 Hod	-0,000024	0,0016	-0,2377	11,5737	-0,000024	30719	0,0000*
	4 Hod	-0,000034	0,0028	-0,2208	9,8864	-0,000034	19838	0,0000*
	1 Den	-0,000210	0,0067	0,2091	5,5975	-0,000210	576	0,0000*

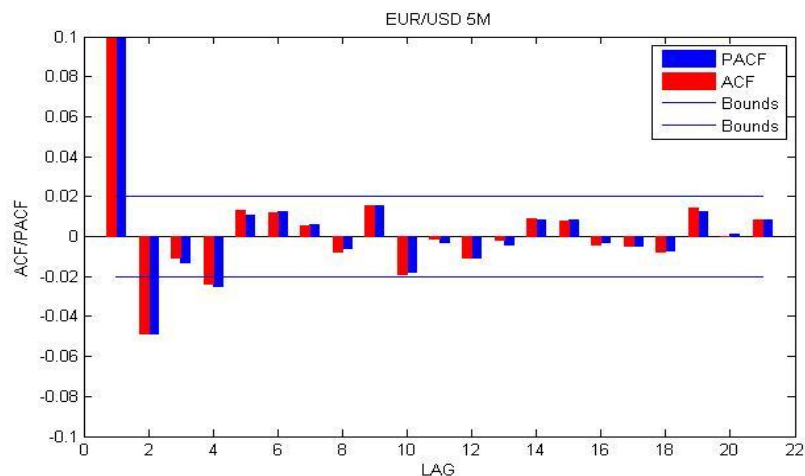
$Výnos_t = \ln(close_t) - \ln(close_{t-1})$

Poznámka: \*- nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

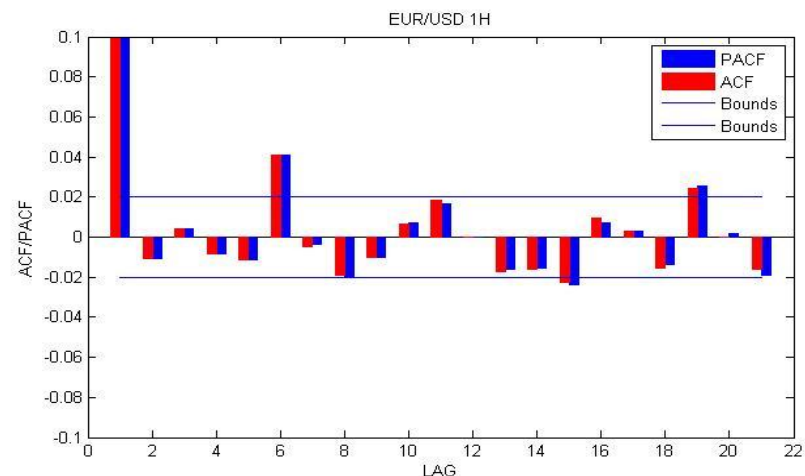
Zdroj: vlastní šetření

# Příloha 3: Korelogramy log. výnosů spotových kurzů

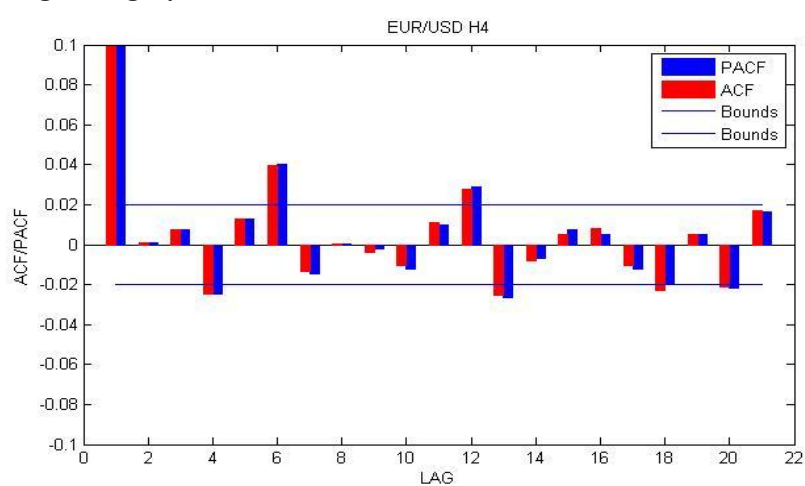
## Korelogram log. výnosů EUR/USD 5 min.



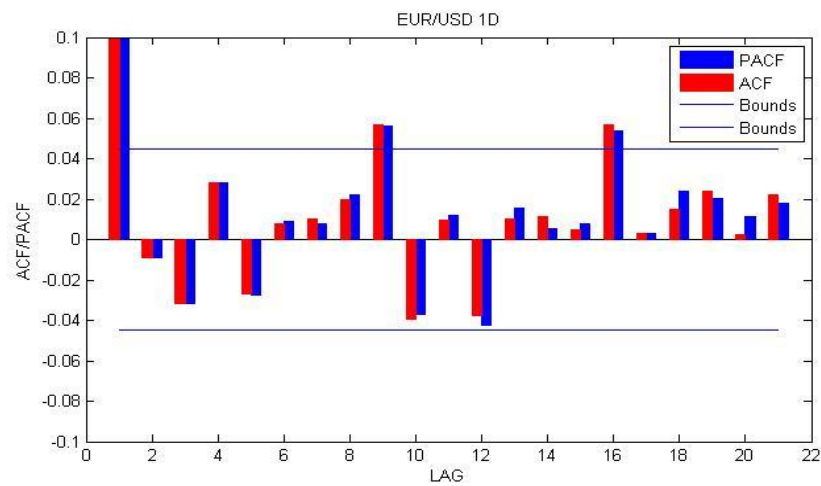
## Korelogram log. výnosů EUR/USD 1 hod.



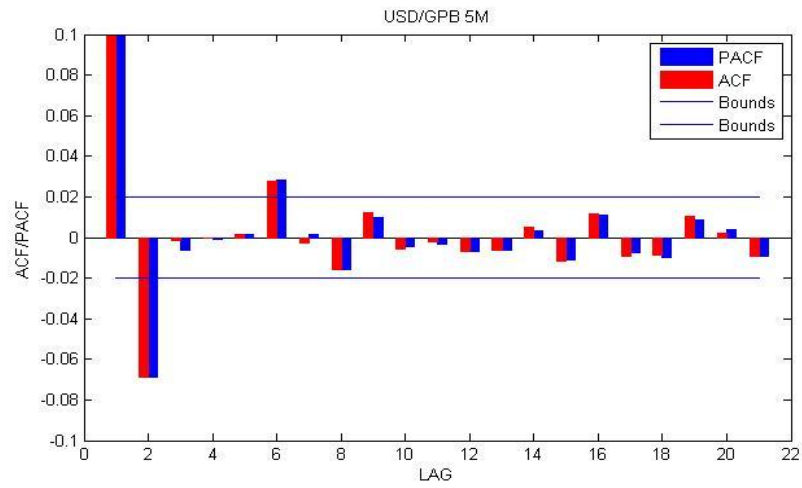
## Korelogram log. výnosů EUR/USD 4 hod.



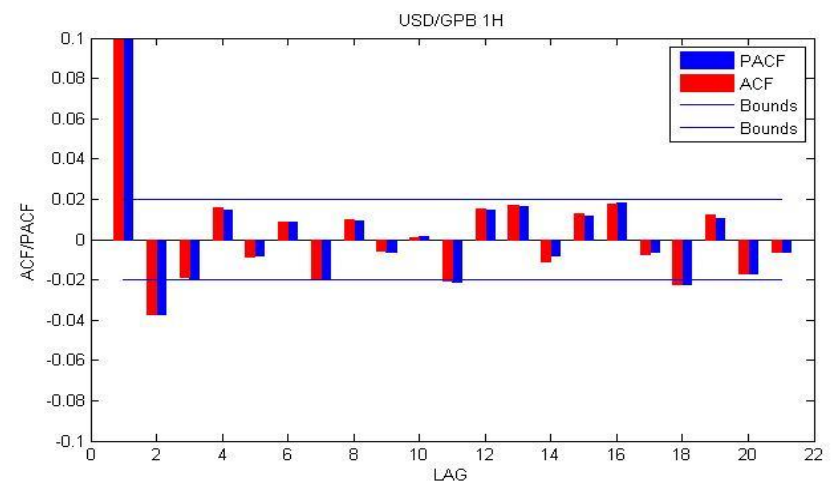
## Korelogram log. výnosů EUR/USD 1 den



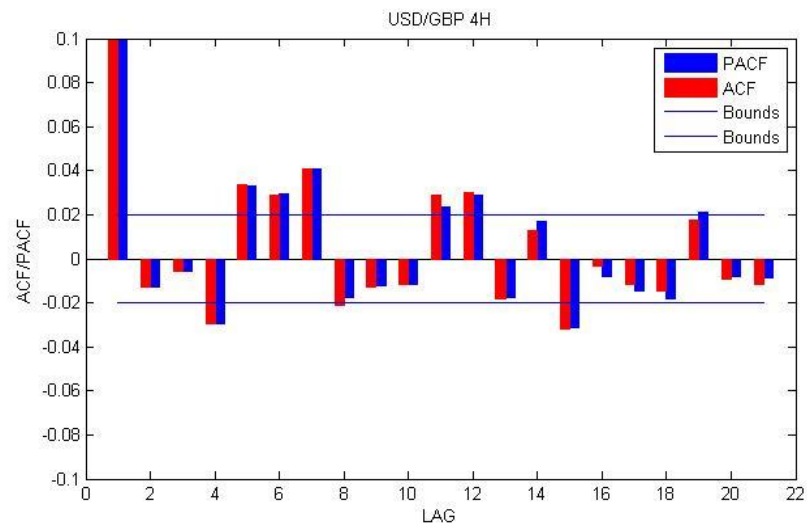
**Korelogram log. výnosů GBP/USD 5 min.**



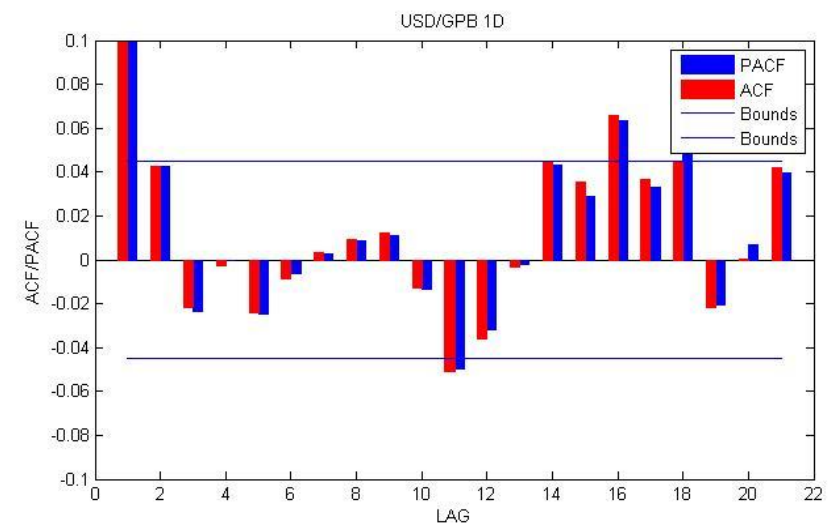
**Korelogram log. výnosů GBP/USD 1 hod.**



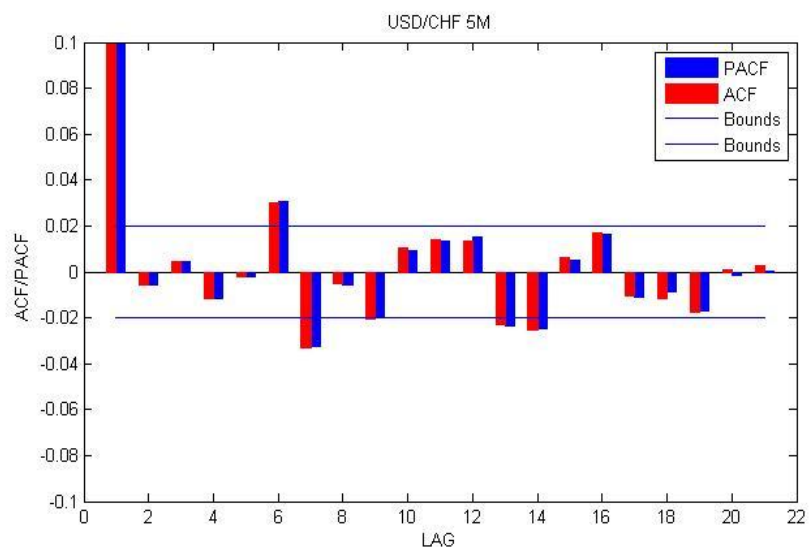
**Korelogram log. výnosů GBP/USD 4 hod.**



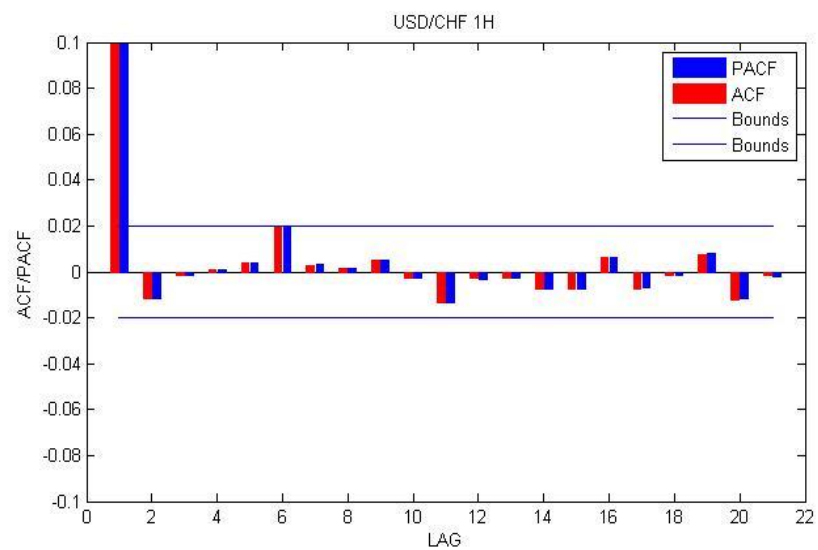
**Korelogram log. výnosů GBP/USD 1 den**



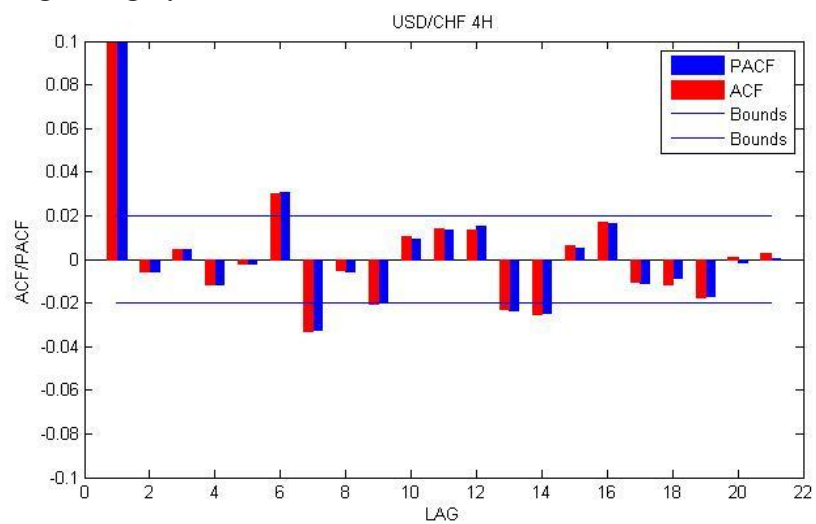
**Korelogram log. výnosů USD/CHF 5 min.**



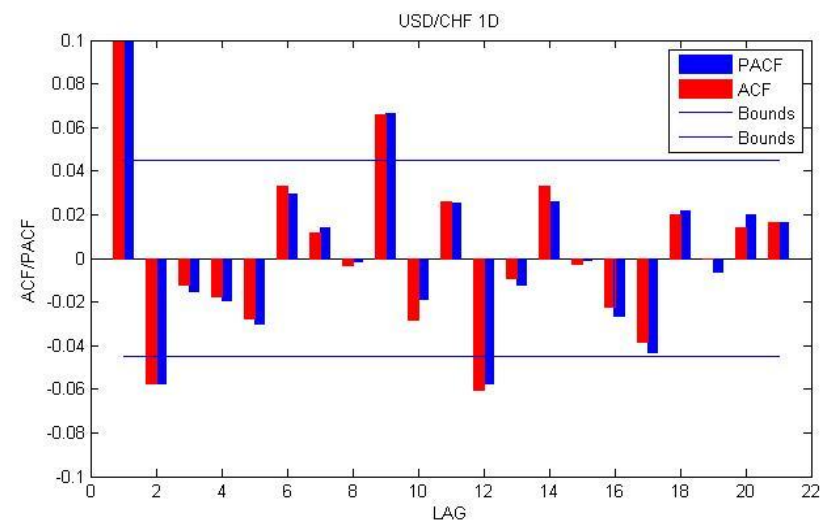
**Korelogram log. výnosů USD/CHF 1 hod.**



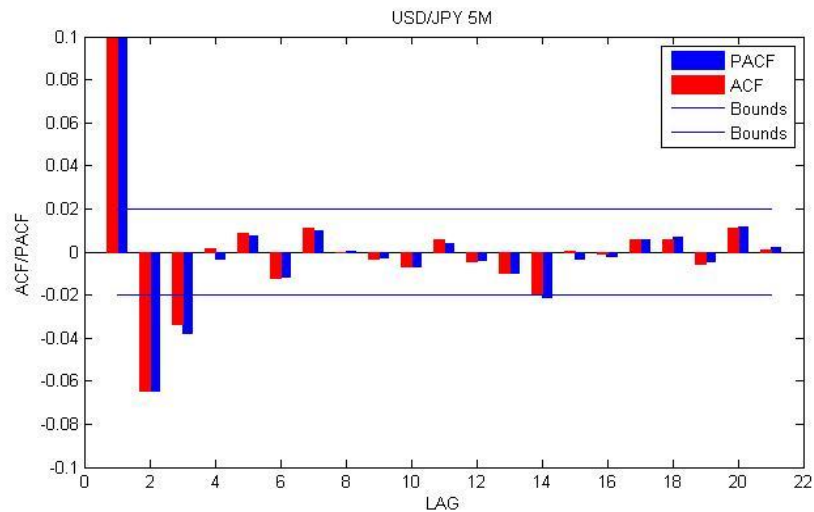
**Korelogram log. výnosů USD/CHF 4 hod.**



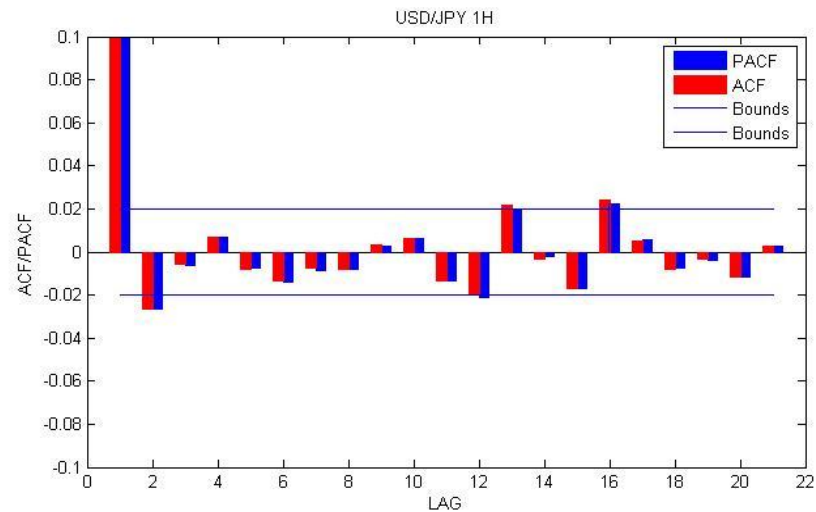
**Korelogram log. výnosů USD/CHF 1 den**



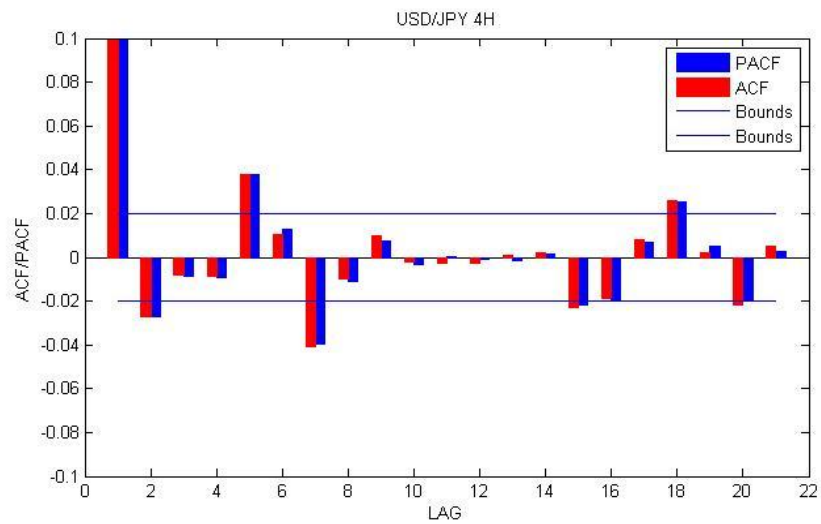
**Korelogram log. výnosů USD/JPY 5 min.**



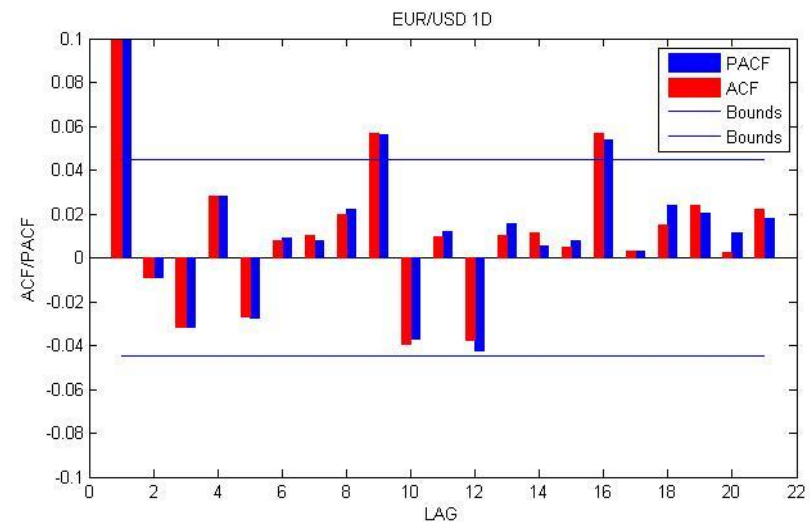
**Korelogram log. výnosů USD/JPY 1 hod.**



**Korelogram log. výnosů USD/JPY 4 hod.**

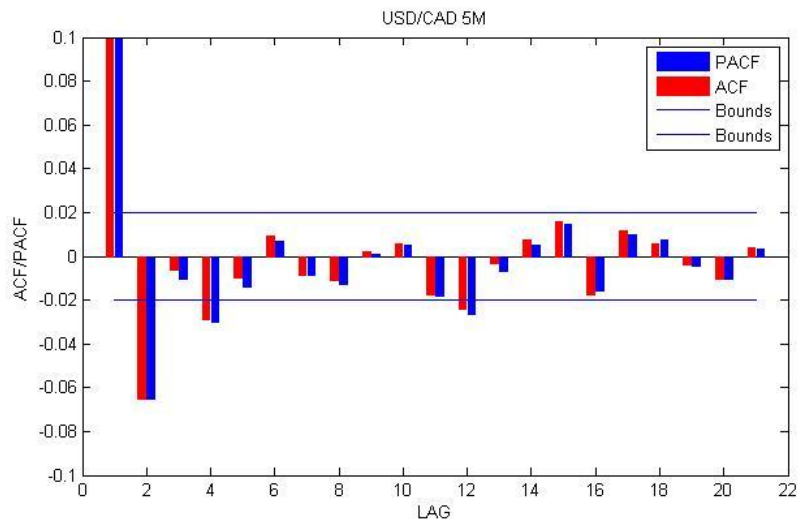


**Korelogram log. výnosů USD/JPY 1 den**

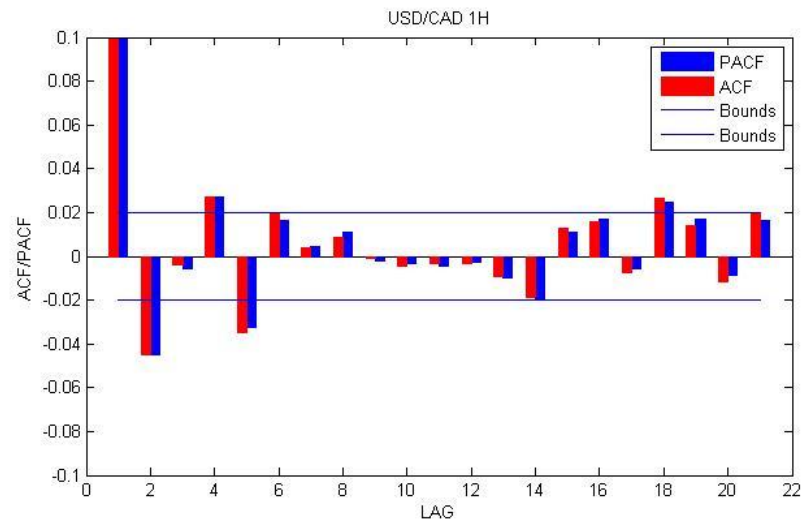




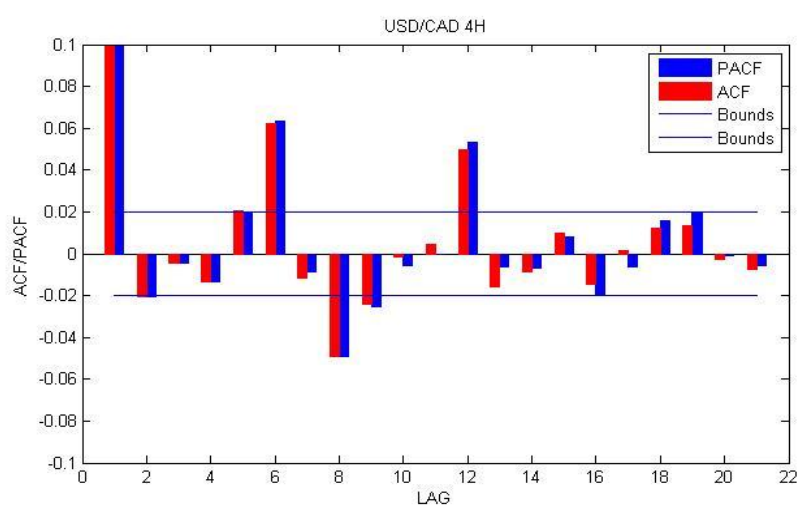
**Korelogram log. výnosů USD/CAD 5 min.**



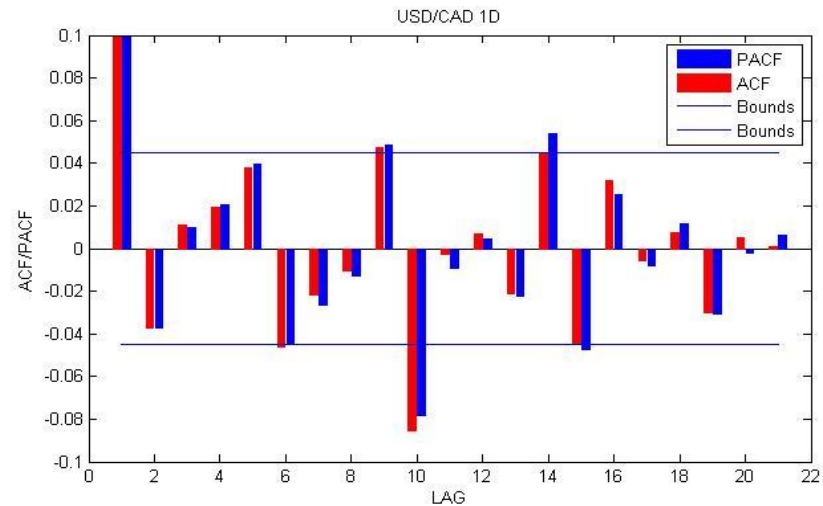
**Korelogram log. výnosů USD/CAD 1 hod.**



**Korelogram log. výnosů USD/CAD 4 hod.**



**Korelogram log. výnosů USD/CAD 1 den.**



## Příloha 4: Korelační koeficienty log. výnosů spotových kurzů

Korelační koeficienty log. výnosů spotových kurzů pro zpoždění 1-10

Kurz	Čas. int.	Zpoždění									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
EUR/USD	5 Min	0,0486*	-0,0108	-0,0236	0,0129	0,0121	0,0052	-0,0076	0,0157	-0,0190	-0,0011
	1Hod	-0,0106	0,0041	-0,0082	-0,0113	0,0410*	-0,0046	-0,0190	-0,0100	0,0066	0,0186
	4 Hod	0,0011	0,0072	-0,0250	0,0129	0,0395*	-0,0137	0,0002	-0,0039	-0,0104	0,0109
	1 Den	-0,0090	-0,0315	0,0283	-0,0266	0,0078	0,0102	0,0198	0,0566	-0,0394	0,0097
USD/GBP	5 Min	-0,0687*	-0,0014	-0,0003	0,0017	0,0278*	-0,0026	-0,0159	0,0120	-0,0054	-0,0020
	1Hod	-0,0369*	-0,0188	0,0158	-0,0086	0,0085	-0,0193	0,0101	-0,0058	0,0011	-0,0203
	4 Hod	-0,0126	-0,0054	-0,0294*	0,0336*	0,0291*	0,0406*	-0,0210	-0,0127	-0,0115	0,0287*
	1 Den	0,0428	-0,0216	-0,0025	-0,0243	-0,0085	0,0034	0,0093	0,0120	-0,0126	-0,0512
USD/JPY	5 Min	-0,0645*	-0,0335*	0,0013	0,0089	-0,0124	0,0107	-0,0002	-0,0032	-0,0068	0,0055
	1Hod	-0,0266*	-0,0057	0,0069	-0,0080	-0,0137	-0,0075	-0,0077	0,0033	0,0061	-0,0133
	4 Hod	-0,0269*	-0,0082	-0,0086	0,0380*	0,0106	-0,0406*	-0,0098	0,0098	-0,0021	-0,0026
	1 Den	-0,0715*	0,0047	0,0091	-0,0412	0,0023	-0,0477	0,0490	0,0132	-0,0053	0,0573
USD/CHF	5 Min	-0,0584*	-0,0256	-0,0133	-0,0129	-0,0158	-0,0030	-0,0150	0,0188	-0,0094	0,0284*
	1Hod	-0,0119	-0,0014	0,0009	0,0039	0,0195	0,0028	0,0015	0,0053	-0,0025	-0,0132
	4 Hod	-0,0058	0,0043	-0,0114	-0,0022	0,0303*	-0,0328*	-0,0050	-0,0205	0,0102	0,0141
	1 Den	-0,0572	-0,0120	-0,0177	-0,0275	0,0329	0,0117	-0,0030	0,0658*	-0,0283	0,0260
USD/CAD	5 Min	-0,0651*	-0,0063	-0,0291*	-0,0097	0,0090	-0,0085	-0,0109	0,0022	0,0056	-0,0175
	1Hod	-0,0449*	-0,0038	0,0274*	-0,0347*	0,0194	0,0037	0,0085	-0,0007	-0,0042	-0,0033
	4 Hod	-0,0208	-0,0043	-0,0132	0,0207	0,0624*	-0,0115	-0,0494*	-0,0239	-0,0014	0,0047
	1 Den	-0,0373	0,0110	0,0196	0,0381	-0,0464	-0,0216	-0,0105	0,0477	-0,0857*	-0,0028

Poznámka: \*- nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

Zdroj: vlastní šetření

### Korelační koeficienty log. výnosů spotových kurzů – pro zpoždění 11-20

Kurz	Čas. int.	Zpoždění									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
EUR/USD	5 Min	-0,0105	-0,0018	0,0087	0,0078	-0,0044	-0,0046	-0,0077	0,0142	0,0002	0,0083
	1Hod	-0,0002	-0,0171	-0,0161	-0,0226	0,0095	0,0029	-0,0153	0,0245	0,0001	-0,0162
	4 Hod	0,0277*	-0,0254	-0,0078	0,0052	0,0080	-0,0104	-0,0229	0,0051	-0,0209	0,0167
	1 Den	-0,0378	0,0104	0,0117	0,0051	0,0567	0,0028	0,0153	0,0241	0,0025	0,0225
USD/GBP	5 Min	-0,0066	-0,0064	0,0050	-0,0115	0,0118	-0,0092	-0,0088	0,0104	0,0018	-0,0095
	1Hod	0,0151	0,0169	-0,0107	0,0129	0,0173	-0,0074	-0,0223	0,0123	-0,0168	-0,0060
	4 Hod	0,0301*	-0,0185	0,0126	-0,0321*	-0,0030	-0,0114	-0,0145	0,0177	-0,0093	-0,0115
	1 Den	-0,0361	-0,0035	0,0450	0,0354	0,0661*	0,0369	0,0454	-0,0219	0,0004	0,0423
USD/JPY	5 Min	-0,0044	-0,0097	-0,0196	0,0005	-0,0007	0,0059	0,0057	-0,0057	0,0113	0,0011
	1Hod	-0,0202	0,0217	-0,0032	-0,0170	0,0242	0,0050	-0,0083	-0,0030	-0,0116	0,0029
	4 Hod	-0,0025	0,0009	0,0022	-0,0227	-0,0190	0,0081	0,0258*	0,0021	-0,0219	0,0051
	1 Den	-0,0726*	0,0376	0,0163	-0,0211	0,0157	-0,0489	0,0239	-0,0323	0,0381	-0,0206
USD/CHF	5 Min	-0,0024	-0,0101	-0,0033	0,0074	-0,0097	-0,0177	-0,0004	0,0249	0,0055	0,0047
	1Hod	-0,0026	-0,0025	-0,0074	-0,0073	0,0060	-0,0073	-0,0016	0,0074	-0,0123	-0,0015
	4 Hod	0,0133	-0,0230	-0,0254	0,0065	0,0171	-0,0102	-0,0114	-0,0177	0,0007	0,0027
	1 Den	-0,0606*	-0,0090	0,0333	-0,0026	-0,0226	-0,0389	0,0201	-0,0006	0,0139	0,0163
USD/CAD	5 Min	-0,0243	-0,0035	0,0074	0,0158	-0,0175	0,0115	0,0058	-0,0038	-0,0103	0,0038
	1Hod	-0,0030	-0,0094	-0,0191	0,0129	0,0157	-0,0076	0,0267*	0,0140	-0,0116	0,0191
	4 Hod	0,0497*	-0,0159	-0,0088	0,0097	-0,0143	0,0017	0,0122	0,0132	-0,0027	-0,0075
	1 Den	0,0067	-0,0212	0,0446	-0,0450	0,0318	-0,0058	0,0076	-0,0303	0,0053	0,0010

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

Zdroj: vlastní šetření

## Příloha 5: Ljung-Box test

### Ljung-Box test – měnové páry EUR/USD a USD/GBP pro zpoždění 1-10

Kurz	Časový int.	LB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		CV $\alpha = 0,05$	3,8415	5,9915	7,8147	9,4877	11,0705	12,5916	14,0671	15,5073	16,9190	18,3070
		CV $\alpha = 0,01$	6,6349	9,2103	11,3449	13,2767	15,0863	16,8119	18,4753	20,0902	21,6660	23,2093
EUR/USD	5 Min	Q stat	23,6423*	24,8107*	30,3925*	32,0561*	33,5259*	33,7985*	34,3799*	36,8341*	40,4608*	40,4737*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Q stat	1,1257	1,2934	1,9662	3,2504	20,0789*	20,2885*	23,8942*	24,8947*	25,3245*	28,7873*
		P-value	0,2887	0,5238	0,5795	0,5168	0,0012	0,0025	0,0012	0,0016	0,0026	0,0013
	4 Hod	Q stat	0,0121	0,5245	6,7617	8,4195	24,0392*	25,9133*	25,9137*	26,0656*	27,1420*	28,3383*
		P-value	0,9125	0,7693	0,0799	0,0774	0,0002	0,0002	0,0005	0,0010	0,0013	0,0016
	1 Den	Q stat	0,1612	2,1484	3,7551	5,1728	5,2944	5,5027	6,2869	12,6885	15,7824	15,9702
		P-value	0,6881	0,3416	0,2892	0,2700	0,3810	0,4811	0,5067	0,1230	0,0716	0,1005
USD/GBP	5 Min	Q stat	47,1358*	47,1556*	47,1567*	47,1857*	54,8935*	54,9592*	57,4835*	58,9245*	59,2161*	59,2568*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Q stat	13,6341*	17,1820*	19,6790*	20,4233*	21,1377*	24,8782*	25,8961*	26,2336*	26,2453*	30,3766*
		P-value	0,0002	0,0002	0,0002	0,0004	0,0008	0,0004	0,0005	0,0010	0,0019	0,0007
	4 Hod	Q stat	1,5826	1,8736	10,5483	21,8454*	30,3417*	46,7834*	51,1942*	52,8175*	54,1394*	62,3476*
		P-value	0,2084	0,3919	0,0144	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1 Den	Q stat	3,6615	4,5964	4,6090	5,7872	5,9320	5,9550	6,1293	6,4179	6,7344	11,9845
		P-value	0,0557	0,1004	0,2028	0,2156	0,3129	0,4283	0,5247	0,6005	0,6648	0,2861

Poznámka: \*- nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

Zdroj: vlastní šetření

**Ljung-Box test – měnové páry USD/JPY, USD/CHF a USD/CAD pro zpoždění 1-10**

Kurz	Časový int.	LB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		CV $\alpha = 0,05$	3,8415	5,9915	7,8147	9,4877	11,0705	12,5916	14,0671	15,5073	16,9190	18,3070
		CV $\alpha = 0,01$	6,6349	9,2103	11,3449	13,2767	15,0863	16,8119	18,4753	20,0902	21,6660	23,2093
USD/JPY	5 Min	Q stat	41,6393*	52,8313*	52,8490*	53,6383*	55,1833*	56,3325*	56,3329*	56,4364*	56,8950*	57,1974*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Q stat	7,0870	7,4162	7,8965	8,5344	10,3994	10,9620	11,5621	11,6741	12,0522	13,8154
		P-value	0,0078	0,0245	0,0482	0,0739	0,0647	0,0896	0,1159	0,1663	0,2104	0,1816
	4 Hod	Q stat	7,2366	7,9088	8,6443	23,1239*	24,2487*	40,7241*	41,6755*	42,6339*	42,6769*	42,7443*
		P-value	0,0071	0,0192	0,0344	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1 Den	Q stat	10,2405*	10,2853*	10,4516	13,8420*	13,8524	18,3855*	23,1734*	23,5240*	23,5802*	30,1412*
		P-value	0,0014	0,0058	0,0151	0,0078	0,0166	0,0053	0,0016	0,0028	0,0050	0,0008
USD/CHF	5 Min	Q stat	34,0693*	40,6216*	42,3781*	44,0450*	46,5446*	46,6341*	48,8807*	52,4134*	53,2895*	61,3562*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Q stat	1,4059	1,4266	1,4342	1,5878	5,3872	5,4684	5,4917	5,7750	5,8385	7,5696
		P-value	0,2357	0,4900	0,6975	0,8110	0,3705	0,4853	0,6002	0,6724	0,7560	0,6708
	4 Hod	Q stat	0,3367	0,5222	1,8328	1,8817	11,0639	21,8527*	22,1028*	26,3222*	27,3691*	29,3702*
		P-value	0,5617	0,7702	0,6078	0,7575	0,0501	0,0013	0,0024	0,0009	0,0012	0,0011
	1 Den	Q stat	6,5389	6,8274	7,4545	8,9636	11,1338	11,4075	11,4260	20,0754	21,6760	23,0216
		P-value	0,0106	0,0329	0,0587	0,0620	0,0488	0,0766	0,1211	0,0101	0,0100	0,0107
USD/CAD	5 Min	Q stat	42,3363*	42,7377*	51,2066*	52,1567*	52,9747*	53,7055*	54,9022*	54,9523*	55,2642*	58,3426*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Q stat	20,2048*	20,3524*	27,8359*	39,8840*	43,6353*	43,7714*	44,5001*	44,5053*	44,6841*	44,7902*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	4 Hod	Q stat	4,3076	4,4928	6,2235	10,5038	49,4749*	50,7893*	75,2133*	80,9436*	80,9638*	81,1817*
		P-value	0,0379	0,1058	0,1012	0,0327	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1 Den	Q stat	2,7844	3,0274	3,7958	6,6963	10,9973	11,9261	12,1448	16,6986	31,3764*	31,3925*
		P-value	0,0952	0,2201	0,2844	0,1528	0,0514	0,0636	0,0959	0,0334	0,0003	0,0005

Poznámka: \*- nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

Zdroj: vlastní šetření

**Ljung-Box test – měnové páry EUR/USD a USD/GBP pro zpoždění 11-20**

Kurz	Časový int.	LB	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		CV $\alpha = 0,05$	19,6751	21,0261	22,3620	23,6848	24,9958	26,2962	27,5871	28,8693	30,1435	31,4104
		CV $\alpha = 0,01$	24,7250	26,2170	27,6882	29,1412	30,5779	31,9999	33,4087	34,8053	36,1909	37,5662
EUR/USD	5 Min	Q stat	41,5714*	41,6052*	42,3665*	42,9751*	43,1694*	43,3837*	43,9720*	45,9863*	45,9866*	46,6708*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0002	0,0003	0,0003	0,0005	0,0007
	1Hod	Q stat	28,7876*	31,6990*	34,3016*	39,4081*	40,3139*	40,4005*	42,7329*	48,7127*	48,7128*	51,3449*
		P-value	0,0024	0,0015	0,0011	0,0003	0,0004	0,0007	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001
	4 Hod	Q stat	36,0034*	42,4387*	43,0405*	43,3094*	43,9416*	45,0236*	50,2691*	50,5249*	54,8824*	57,6695*
		P-value	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
	1 Den	Q stat	18,8298	19,0468	19,3186	19,3699	25,7893	25,8052	26,2723	27,4296	27,4422	28,4457
		P-value	0,0642	0,0874	0,1136	0,1513	0,0403	0,0568	0,0696	0,0713	0,0948	0,0993
USD/GBP	5 Min	Q stat	59,6971*	60,1019*	60,3487*	61,6707*	63,0623*	63,9087*	64,6780*	65,7605*	65,7940*	66,6899*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Q stat	32,6426*	35,4899*	36,6417*	38,2940*	41,2942*	41,8465*	46,8221*	48,3345*	51,1399*	51,5034*
		P-value	0,0006	0,0004	0,0005	0,0005	0,0003	0,0004	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	4 Hod	Q stat	71,4146*	74,8192*	76,3942*	86,7257*	86,8164*	88,1174*	90,2207*	93,3434*	94,2020*	95,5201*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1 Den	Q stat	14,5982	14,6223	18,6641	21,1672	29,8930	32,6128*	36,7347*	37,6934*	37,6937*	41,2686*
		P-value	0,2016	0,2627	0,1339	0,0974	0,0123	0,0083	0,0037	0,0043	0,0065	0,0034

Poznámka: \*- nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

Zdroj: vlastní šetření

**Ljung-Box test – měnové páry USD/JPY, USD/CHF a USD/CAD pro zpoždění 11-20**

Kurz	Časový int.	LB	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		CV $\alpha = 0,05$	19,6751	21,0261	22,3620	23,6848	24,9958	26,2962	27,5871	28,8693	30,1435	31,4104
		CV $\alpha = 0,01$	24,7250	26,2170	27,6882	29,1412	30,5779	31,9999	33,4087	34,8053	36,1909	37,5662
USD/JPY	5 Min	Q stat	57,3873*	58,3319*	62,1824*	62,1845*	62,1893*	62,5424*	62,8696*	63,1903*	64,4686*	64,4807*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Q stat	17,8777	22,5874	22,6899	25,5656	31,4203*	31,6666	32,3552	32,4462	33,7963	33,8799
		P-value	0,0845	0,0314	0,0456	0,0294	0,0077	0,0110	0,0136	0,0195	0,0194	0,0269
	4 Hod	Q stat	42,8069*	42,8146*	42,8625*	48,0182*	51,6281*	52,2786*	58,9634*	59,0065*	63,8245*	64,0827*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1 Den	Q stat	40,6669*	43,4978*	44,0303*	44,9224*	45,4149*	50,2021*	51,3399*	53,4259*	56,3221*	57,1696*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
USD/CHF	5 Min	Q stat	61,4158	62,4275	62,5380	63,0825	64,0168	67,1502	67,1514	73,3264	73,6249	73,8457
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Q stat	7,6373	7,7009	8,2499	8,7807	9,1458	9,6737	9,6998	10,2472	11,7510	11,7720
		P-value	0,7454	0,8080	0,8269	0,8448	0,8698	0,8831	0,9157	0,9235	0,8960	0,9237
	4 Hod	Q stat	31,1417	36,4498	42,9143	43,3379	46,2611	47,2940	48,6023	51,7402	51,7450	51,8183
		P-value	0,0010	0,0003	0,0000	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0001	0,0001
	1 Den	Q stat	30,3433	30,5056	32,7200	32,7338	33,7497	36,7678	37,5761	37,5768	37,9608	38,4885
		P-value	0,0014	0,0023	0,0019	0,0031	0,0037	0,0023	0,0028	0,0044	0,0060	0,0077
USD/CAD	5 Min	Q stat	64,2275	64,3521	64,8985	67,3814	70,4426	71,7659	72,1049	72,2509	73,3119	73,4534
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Q stat	44,8814	45,7551	49,3866	51,0374	53,4947	54,0667	61,1895	63,1528	64,5084	68,1728
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	4 Hod	Q stat	105,8387	108,3519	109,1310	110,0722	112,1290	112,1595	113,6554	115,3968	115,4700	116,0290
		P-value	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1 Den	Q stat	31,4814	32,3823	36,3607	40,4193	42,4420	42,5099	42,6263	44,4630	44,5195	44,5215
		P-value	0,0009	0,0012	0,0005	0,0002	0,0002	0,0003	0,0005	0,0005	0,0008	0,0013

Poznámka: \*- nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

Zdroj: vlastní šetření

## Příloha 6: Test poměru rozptylů

### Test poměru rozptylů – měnové páry EUR/USD, USD/GBP a USD/JPY

Kurz	Čas. interval	VR	K-tá diference							
			Not IID				IID			
			2	5	10	20	2	5	10	20
EUR/USD	5 Min	Poměr dif.	0,9516	0,8962	0,8934	0,8808	0,9516	0,8962	0,8934	0,8808
		VR stat	-3,5197*	-3,4187*	-2,3379	-1,8375	-4,8424*	-4,7377*	-3,1549	-2,3957
		P-value	0,0004	0,0006	0,0194	0,0661	0,0000	0,0000	0,0016	0,0166
	1Hod	Poměr dif.	0,9895	0,9776	0,9874	0,9705	0,9895	0,9776	0,9874	0,9705
		VR stat	-0,8095	-0,8318	-0,3176	-0,5266	-1,0494	-1,0237	-0,3726	-0,5938
		P-value	0,4182	0,4055	0,7508	0,5985	0,2940	0,3060	0,7094	0,5526
	4 Hod	Poměr dif.	1,0013	0,9964	1,0210	1,0266	1,0013	0,9964	1,0210	1,0266
		VR stat	0,0909	-0,1195	0,4504	0,3887	0,1296	-0,1649	0,6225	0,5353
		P-value	0,9276	0,9049	0,6524	0,6975	0,8969	0,8690	0,5336	0,5925
	1 Den	Poměr dif.	0,9917	0,9631	0,9861	1,0503	0,9917	0,9631	0,9861	1,0503
		VR stat	-0,3062	-0,6052	-0,1475	0,3610	-0,3702	-0,7517	-0,1838	0,4501
		P-value	0,7594	0,5450	0,8827	0,7181	0,7113	0,4522	0,8541	0,6526
GBP/USD	5 Min	Poměr dif.	0,9313	0,8875	0,8953	0,8794	0,9313	0,8875	0,8953	0,8794
		VR stat	-4,7070*	-3,5463*	-2,2431	-1,8513	-6,8654*	-5,1318*	-3,1003*	-2,4238
		P-value	0,0000	0,0004	0,0249	0,0641	0,0000	0,0000	0,0019	0,0154
	1Hod	Poměr dif.	0,9633	0,9283	0,9123	0,9096	0,9633	0,9283	0,9123	0,9096
		VR stat	-2,6775*	-2,5986*	-2,1531	-1,5519	-3,6727*	-3,2724*	-2,5962*	-1,8170
		P-value	0,0074	0,0094	0,0313	0,1207	0,0002	0,0011	0,0094	0,0692
	4 Hod	Poměr dif.	0,9876	0,9633	1,0101	1,0418	0,9876	0,9633	1,0101	1,0418
		VR stat	-0,6735	-0,9668	0,1782	0,5064	-1,2434	-1,6759	0,2998	0,8393
		P-value	0,5007	0,3337	0,8585	0,6126	0,2137	0,0938	0,7643	0,4013
	1 Den	Poměr dif.	1,0440	1,0354	1,0221	1,0459	1,0440	1,0354	1,0221	1,0459
		VR stat	1,3544	0,5110	0,2066	0,2917	1,9688	0,7223	0,2922	0,4108
		P-value	0,1756	0,6093	0,8363	0,7705	0,0490	0,4701	0,7701	0,6812
USD/JPY	5 Min	Poměr dif.	0,9356	0,8618	0,8376	0,8057	0,9356	0,8618	0,8376	0,8057
		VR stat	-2,8977*	-3,2994*	-2,8030*	-2,5350	-6,4355*	-6,3062*	-4,8079*	-3,9052*
		P-value	0,0038	0,0010	0,0051	0,0112	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
	1Hod	Poměr dif.	0,9736	0,9534	0,9227	0,8941	0,9736	0,9534	0,9227	0,8941
		VR stat	-1,0481	-1,0071	-1,2207	-1,2474	-2,6427*	-2,1247	-2,2881	-2,1297
		P-value	0,2946	0,3139	0,2222	0,2122	0,0082	0,0336	0,0221	0,0332
	4 Hod	Poměr dif.	0,9733	0,9562	0,9496	0,9216	0,9733	0,9562	0,9496	0,9216
		VR stat	-1,4925	-1,1658	-0,9206	-1,0070	-2,6710	-1,9977	-1,4929	-1,5759
		P-value	0,1356	0,2437	0,3573	0,3139	0,0076	0,0457	0,1355	0,1151
	1 Den	Poměr dif.	0,9293	0,8816	0,8412	0,8571	0,9293	0,8816	0,8412	0,8571
		VR stat	-2,4228	-1,7201	-1,5284	-0,9487	-3,1588*	-2,4147	-2,0986	-1,2798
		P-value	0,0154	0,0854	0,1264	0,3427	0,0016	0,0157	0,0358	0,2006

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

Zdroj: vlastní šetření



### Test poměru rozptylů – měnové páry USD/CHF a USD/CAD

Kurz	Čas. interval	VR	K-tá diference							
			Not IID				IID			
			2	5	10	20	2	5	10	20
USD/CHF	5 Min	Poměr dif.	0,9418	0,8607	0,7998	0,7812	0,9418	0,8607	0,7998	0,7812
		VR stat	-3,2443*	-3,8806*	-3,8970*	-3,0554*	-5,8244*	-6,3547*	-5,9274*	-4,3978*
		P-value	0,0012	0,0001	0,0001	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Poměr dif.	0,9883	0,9823	1,0083	0,9978	0,9883	0,9823	1,0083	0,9978
		VR stat	-0,8169	-0,6396	0,2088	-0,0394	-1,1667	-0,8067	0,2451	-0,0435
		P-value	0,4140	0,5225	0,8346	0,9686	0,2433	0,4199	0,8064	0,9653
	4 Hod	Poměr dif.	0,9944	0,9866	0,9744	0,9460	0,9944	0,9866	0,9744	0,9460
		VR stat	-0,4340	-0,5070	-0,6283	-0,8897	-0,5613	-0,6105	-0,7572	-1,0860
		P-value	0,6643	0,6121	0,5298	0,3736	0,5746	0,5415	0,4490	0,2775
	1 Den	Poměr dif.	0,9438	0,8706	0,8798	0,8840	0,9438	0,8706	0,8798	0,8840
		VR stat	-2,0200	-2,2241	-1,3681	-0,9066	-2,5136	-2,6377	-1,5880	-1,0385
		P-value	0,0434	0,0261	0,1713	0,3646	0,0120	0,0083	0,1123	0,2991
USD/CAD	5 Min	Poměr dif.	0,9351	0,8618	0,8197	0,7677	0,9351	0,8618	0,8197	0,7677
		VR stat	-4,5544*	-4,4357*	-3,9013*	-3,5747*	-6,4892*	-6,3075*	-5,3384*	-4,6696*
		P-value	0,0000	0,0000	0,0001	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	1Hod	Poměr dif.	0,9552	0,9321	0,9368	0,9369	0,9552	0,9321	0,9368	0,9369
		VR stat	-3,0264*	-2,2633	-1,4663	-1,0841	-4,4751*	-3,0987*	-1,8695	-1,2689
		P-value	0,0025	0,0236	0,1426	0,2783	0,0000	0,0019	0,0616	0,2045
	4 Hod	Poměr dif.	0,9794	0,9598	0,9765	0,9844	0,9794	0,9598	0,9765	0,9844
		VR stat	-1,3897	-1,3111	-0,4954	-0,2218	-2,0583	-1,8343	-0,6967	-0,3138
		P-value	0,1646	0,1898	0,6203	0,8245	0,0396	0,0666	0,4860	0,7536
	1 Den	Poměr dif.	0,9630	0,9872	0,9636	0,9107	0,9630	0,9872	0,9636	0,9107
		VR stat	-1,0777	-0,1707	-0,3142	-0,5282	-1,6533	-0,2616	-0,4806	-0,7997
		P-value	0,2812	0,8645	0,7534	0,5974	0,0983	0,7937	0,6308	0,4239

Poznámka: \* - nulová hypotéza je zamítnuta na hladině významnosti  $\alpha = 0,01$

Zdroj: vlastní šetření

## Příloha 7: Strategie - exp. klouzavé průměry

```
//+-----+
//|                                     EMA.mq4 |
//|                                     Copyright © 2012, Petr Zeman |
//|                                     petr-zeman@hotmail.com |
//+-----+
#define MAGICMA 20050610

extern double Lots          = 0.1;
extern double LongPeriod    = 24;
extern double ShortPeriod   = 12;
//+-----+
//| Calculate open positions |
//+-----+
int CalculateCurrentOrders(string symbol)
{
    int buys=0,sells=0;
//----
    for(int i=0;i<OrdersTotal();i++)
    {
        if(OrderSelect(i,SELECT_BY_POS,MODE_TRADES)==false) break;
        if(OrderSymbol()==Symbol() && OrderMagicNumber()==MAGICMA)
        {
            if(OrderType()==OP_BUY)  buys++;
            if(OrderType()==OP_SELL) sells++;
        }
    }
//---- return orders volume
    if(buys>0) return(buys);
    else      return(-sells);
}
//+-----+
//| Check for open order conditions |
//+-----+
void CheckForOpen()
{
    double SHORTEMA1;
    double LONGEMA1;
    double SHORTEMA2;
    double LONGEMA2;

    int    res;
//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>5) return;
//---- get Moving Average
    SHORTEMA1=iMA(NULL,0,ShortPeriod,0,MODE_EMA,Close,1);
    LONGEMA1=iMA(NULL,0,LongPeriod,0,MODE_EMA,Close,1);
    SHORTEMA2=iMA(NULL,0,ShortPeriod,0,MODE_EMA,Close,2);
    LONGEMA2=iMA(NULL,0,LongPeriod,0,MODE_EMA,Close,2);

//---- sell conditions
    if(LONGEMA2<SHORTEMA2 && LONGEMA1>SHORTEMA1)
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_SELL,Lots,Bid,3,0,0,"",MAGICMA,0,Red);
        return;
    }
//---- buy conditions
    if(LONGEMA2>SHORTEMA2 && LONGEMA1<SHORTEMA1)
    {
```

```

        res=OrderSend(Symbol(),OP_BUY,Lots,Ask,3,0,0,"",MAGICMA,0,Green);
        return;
    }
//-----

    }
//+-----+
//| Check for close order conditions |
//+-----+
void CheckForClose()
{
    double SHORTEMA1;
    double LONGEMA1;
    double SHORTEMA2;
    double LONGEMA2;

    int    res;
//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>1) return;
//---- get Moving Average
    SHORTEMA1=iMA(NULL,0,ShortPeriod,0,MODE_EMA,PRICE_CLOSE,1);
    LONGEMA1=iMA(NULL,0,LongPeriod,0,MODE_EMA,PRICE_CLOSE,1);
    SHORTEMA2=iMA(NULL,0,ShortPeriod,0,MODE_EMA,PRICE_CLOSE,2);
    LONGEMA2=iMA(NULL,0,LongPeriod,0,MODE_EMA,PRICE_CLOSE,2);
//----
    for(int i=0;i<OrdersTotal();i++)
    {
        if(OrderSelect(i,SELECT_BY_POS,MODE_TRADES)==false) break;
        if(OrderMagicNumber()!=MAGICMA || OrderSymbol()!=Symbol()) continue;
        //---- check order type
        if(OrderType()==OP_BUY)
        {
            if(LONGEMA2<SHORTEMA2 && LONGEMA1>SHORTEMA1) OrderClose(
OrderTicket(),OrderLots(),Bid,3,White);
            break;
        }
        if(OrderType()==OP_SELL)
        {
            if(LONGEMA2>SHORTEMA2 && LONGEMA1<SHORTEMA1) OrderClose(
OrderTicket(),OrderLots(),Ask,3,White);
            break;
        }
    }

//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>1) return;
    if(CalculateCurrentOrders(Symbol())>0) return;
//---- get Moving Average

    SHORTEMA1=iMA(NULL,0,ShortPeriod,0,MODE_EMA,PRICE_CLOSE,1);
    LONGEMA1=iMA(NULL,0,LongPeriod,0,MODE_EMA,PRICE_CLOSE,1);
    SHORTEMA2=iMA(NULL,0,ShortPeriod,0,MODE_EMA,PRICE_CLOSE,2);
    LONGEMA2=iMA(NULL,0,LongPeriod,0,MODE_EMA,PRICE_CLOSE,2);

//---- sell conditions
    if(LONGEMA2<SHORTEMA2 && LONGEMA1>SHORTEMA1)
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_SELL,Lots,Bid,3,0,0,"",MAGICMA,0,Red);
        return;
    }
//---- buy conditions

```

```

    if(LONGEMA2>SHORTEMA2 && LONGEMA1<SHORTEMA1)
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_BUY,Lots,Ask,3,0,0,"",MAGICMA,0,Green);
        return;
    }
//----
}
//+-----+
//| Start function |
//+-----+
void start()
{
//---- check for history and trading
    if(Bars<100 || IsTradeAllowed()==false) return;
//---- calculate open orders by current symbol
    if(CalculateCurrentOrders(Symbol())==0) CheckForOpen();
    else CheckForClose();
//----
}
//+-----+

```

## Příloha 8: Strategie – Parabolic SAR

```
//+-----+
//|                                     PARSAR.mq4 |
//|                                     Copyright © 2012, Petr Zeman |
//|                                     petr-zeman@hotmail.com |
//+-----+
#define MAGICMA 20050610

extern double Lots           = 0.1;
extern double Maximum        = 0.2;
extern double SarPeriod      = 0.15;
//+-----+
//| Calculate open positions |
//+-----+
int CalculateCurrentOrders(string symbol)
{
    int buys=0,sells=0;
//----
    for(int i=0;i<OrdersTotal();i++)
    {
        if(OrderSelect(i,SELECT_BY_POS,MODE_TRADES)==false) break;
        if(OrderSymbol()==Symbol() && OrderMagicNumber()==MAGICMA)
        {
            if(OrderType()==OP_BUY)  buys++;
            if(OrderType()==OP_SELL) sells++;
        }
    }
//---- return orders volume
    if(buys>0) return(buys);
    else      return(-sells);
}
//+-----+
//| Check for open order conditions |
//+-----+
void CheckForOpen()
{
    double PARSAR1;
    double PARSAR2;
    double ASK = NormalizeDouble(Ask,2);
    double BID = NormalizeDouble(Bid,2);
    double CLOSE1 = NormalizeDouble(Close[1],2);
    double CLOSE2 = NormalizeDouble(Close[2],2);
    int res;
//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>5) return;
//---- get Moving Average
    PARSAR1=iSAR(NULL,0,SarPeriod,Maximum,1);
    PARSAR2=iSAR(NULL,0,SarPeriod,Maximum,2);

//---- sell conditions
    if(PARSAR2<CLOSE2 && PARSAR1>CLOSE1)
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_SELL,Lots,BID,3,0,0,"",MAGICMA,0,Red);
        return;
    }
//---- buy conditions
    if(PARSAR2>CLOSE2 && PARSAR1<CLOSE1)
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_BUY,Lots,ASK,3,0,0,"",MAGICMA,0,Green);
    }
}
```

```

        return;
    }
//-----

}
//+-----+
//| Check for close order conditions |
//+-----+
void CheckForClose()
{
    double PARSAR1;
    double PARSAR2;
    double ASK = NormalizeDouble(Ask,2);
    double BID = NormalizeDouble(Bid,2);
    double CLOSE1 = NormalizeDouble(Close[1],2);
    double CLOSE2 = NormalizeDouble(Close[2],2);
    int res;
//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>1) return;
//---- get Moving Average
    PARSAR1=iSAR(NULL,0,SarPeriod,Maximum,1);
    PARSAR2=iSAR(NULL,0,SarPeriod,Maximum,2);
//----
    for(int i=0;i<OrdersTotal();i++)
    {
        if(OrderSelect(i,SELECT_BY_POS,MODE_TRADES)==false) break;
        if(OrderMagicNumber()!=MAGICMA || OrderSymbol()!=Symbol()) continue;
        //---- check order type
        if(OrderType()==OP_BUY)
        {
            if(PARSAR2<CLOSE2 && PARSAR1>CLOSE1) OrderClose(OrderTicket(),OrderLots(),BID,3,White);
            break;
        }
        if(OrderType()==OP_SELL)
        {
            if(PARSAR2>CLOSE2 && PARSAR1<CLOSE1) OrderClose(OrderTicket(),OrderLots(),ASK,3,White);
            break;
        }
    }

//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>1) return;
    if(CalculateCurrentOrders(Symbol())>0) return;
//---- get Moving Average
    PARSAR1=iSAR(NULL,0,SarPeriod,Maximum,1);
    PARSAR2=iSAR(NULL,0,SarPeriod,Maximum,2);

//---- sell conditions
    if(PARSAR2<CLOSE2 && PARSAR1>CLOSE1)
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_SELL,Lots,BID,3,0,0,"",MAGICMA,0,Red);
        return;
    }
//---- buy conditions
    if(PARSAR2>CLOSE2 && PARSAR1<CLOSE1)
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_BUY,Lots,ASK,3,0,0,"",MAGICMA,0,Green);
        return;
    }
}

```

```
//----  
}  
//+-----+  
//| Start function |  
//+-----+  
void start()  
{  
//---- check for history and trading  
    if(Bars<100 || IsTradeAllowed()==false) return;  
//---- calculate open orders by current symbol  
    if(CalculateCurrentOrders(Symbol())==0) CheckForOpen();  
    else CheckForClose();  
//----  
}  
//+-----+
```

## Příloha 9: Strategie – Commodity Channel Index

```
//+-----+
//|                                     CCI.mq4 |
//|                                     Copyright © 2012, Petr Zeman |
//|                                     petr-zeman@hotmail.com |
//+-----+
#define MAGICMA 20050610

extern double Lots          = 0.1;
extern double CCIPeriod    = 10;
extern double Diference    = 100;

//+-----+
//| Calculate open positions |
//+-----+
int CalculateCurrentOrders(string symbol)
{
    int buys=0,sells=0;
//----
    for(int i=0;i<OrdersTotal();i++)
    {
        if(OrderSelect(i,SELECT_BY_POS,MODE_TRADES)==false) break;
        if(OrderSymbol()==Symbol() && OrderMagicNumber()==MAGICMA)
        {
            if(OrderType()==OP_BUY) buys++;
            if(OrderType()==OP_SELL) sells++;
        }
    }
//---- return orders volume
    if(buys>0) return(buys);
    else      return(-sells);
}
//+-----+
//| Check for open order conditions |
//+-----+
void CheckForOpen()
{
    double CCI1;
    double CCI2;
    int res;
    double ASK = NormalizeDouble(Ask,4);
    double BID = NormalizeDouble(Bid,4);
    double CLOSE = NormalizeDouble(Close,4);
//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>1) return;
//---- get Moving Average
    CCI1=iCCI(NULL,0,CCIPeriod,CLOSE,1);
    CCI2=iCCI(NULL,0,CCIPeriod,CLOSE,2);
//---- sell conditions
    if(CCI2>(-Diference) && CCI1<(-Diference))
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_SELL,Lots,BID,3,0,0,"",MAGICMA,0,Red);
        return;
    }
//---- buy conditions
    if(CCI2<(Diference) && CCI1>(Diference))
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_BUY,Lots,ASK,3,0,0,"",MAGICMA,0,Green);
        return;
    }
}
```



```

    }
//----
}
//+-----+
//| Check for close order conditions |
//+-----+
void CheckForClose()
{
    double CCI1;
    double CCI2;
    int    res;
    double ASK = NormalizeDouble(Ask,4);
    double BID = NormalizeDouble(Bid,4);
    double CLOSE = NormalizeDouble(Close,4);
//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>1) return;
//---- get Moving Average
    CCI1=iCCI(NULL,0,CCIPeriod,CLOSE,1);
    CCI2=iCCI(NULL,0,CCIPeriod,CLOSE,2);
//----
    for(int i=0;i<OrdersTotal();i++)
    {
        if(OrderSelect(i,SELECT_BY_POS,MODE_TRADES)==false) break;
        if(OrderMagicNumber()!=MAGICMA || OrderSymbol()!=Symbol()) continue;
//---- check order type
        if(OrderType()==OP_BUY)
        {
            if(CCI2>(-Diference) && CCI1<(-Diference)) OrderClose(OrderTicket(),OrderLots(),BID,3,White);
            break;
        }
        if(OrderType()==OP_SELL)
        {
            if(CCI2<(Diference) && CCI1>(Diference)) OrderClose(OrderTicket(),OrderLots(),ASK,3,White);
            break;
        }
    }
}
//----
}
//+-----+
//| Start function |
//+-----+
void start()
{
//---- check for history and trading
    if(Bars<100 || IsTradeAllowed()==false) return;
//---- calculate open orders by current symbol
    if(CalculateCurrentOrders(Symbol())==0) CheckForOpen();
    else CheckForClose();
//----
}
//+-----+

```

## Příloha 10: Strategie – Relative Strenght Index

```
//+-----+
//|                                     RSI.mq4 |
//|                                     Copyright © 2012, Petr Zeman |
//|                                     petr-zeman@hotmail.com |
//+-----+
#define MAGICMA 20050610

extern double Lots          = 0.1;
extern double RsiPeriod    = 25;
extern double Diference    = 20;

//+-----+
//| Calculate open positions |
//+-----+
int CalculateCurrentOrders(string symbol)
{
    int buys=0,sells=0;
//----
    for(int i=0;i<OrdersTotal();i++)
    {
        if(OrderSelect(i,SELECT_BY_POS,MODE_TRADES)==false) break;
        if(OrderSymbol()==Symbol() && OrderMagicNumber()==MAGICMA)
        {
            if(OrderType()==OP_BUY)  buys++;
            if(OrderType()==OP_SELL) sells++;
        }
    }
//---- return orders volume
    if(buys>0) return(buys);
    else      return(-sells);
}
//+-----+
//| Check for open order conditions |
//+-----+
void CheckForOpen()
{
    double RSI1;
    double RSI2;
    int    res;

//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>5) return;
//---- get Moving Average
    RSI1=iRSI(NULL,0,RsiPeriod,PRICE_CLOSE,1);
    RSI2=iRSI(NULL,0,RsiPeriod,PRICE_CLOSE,2);
//---- sell conditions
    if(RSI2>(50) && RSI1<(50))
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_SELL,Lots,Bid,3,0,0,"",MAGICMA,0,Red);
        return;
    }
//---- buy conditions
    if(RSI2<(50) && RSI1>(50))
    {
        res=OrderSend(Symbol(),OP_BUY,Lots,Ask,3,0,0,"",MAGICMA,0,Green);
        return;
    }
//----
}
```

```

    }
//+-----+
//| Check for close order conditions |
//+-----+
void CheckForClose()
{
    double RSI1;
    double RSI2;
    int    res;

//---- go trading only for first tiks of new bar
    if(Volume[0]>1) return;
//---- get Moving Average
    RSI1=iRSI(NULL,0,RsiPeriod,PRICE_CLOSE,1);
    RSI2=iRSI(NULL,0,RsiPeriod,PRICE_CLOSE,2);

//----
    for(int i=0;i<OrdersTotal();i++)
    {
        if(OrderSelect(i,SELECT_BY_POS,MODE_TRADES)==false) break;
        if(OrderMagicNumber()!=MAGICMA || OrderSymbol()!=Symbol()) continue;
        //---- check order type
        if(OrderType()==OP_BUY)
        {
            if(RSI2>(50) && RSI1<(50)) OrderClose(OrderTicket(),OrderLots(),Bid,3,White);
            break;
        }
        if(OrderType()==OP_SELL)
        {
            if(RSI2<(50) && RSI1>(50)) OrderClose(OrderTicket(),OrderLots(),Ask,3,White);
            break;
        }
    }
//----
}
//+-----+
//| Start function |
//+-----+
void start()
{
//---- check for history and trading
    if(Bars<100 || IsTradeAllowed()==false) return;
//---- calculate open orders by current symbol
    if(CalculateCurrentOrders(Symbol())==0) CheckForOpen();
    else CheckForClose();
//----
}
//+-----+

```

## Příloha 11: Strategie – Engulfing Line

```
//+-----+
//|                                     Engulfing Line.mq4 |
//|                                     Copyright © 2012, Petr Zeman |
//|                                     petr-zeman@hotmail.com |
//+-----+

extern double TakeProfit = 10000;
extern double Lots = 1;
extern double StopLimit = 250;
extern double MinutesToClose = 30;
extern int Magic = 999999;
//+-----+
//|                                     |
//+-----+
int start()
{
    int cnt, ticket, total;
// initial data checks
// it is important to make sure that the expert works with a normal
// chart and the user did not make any mistakes setting external
// variables (Lots, StopLoss, TakeProfit,
// TrailingStop) in our case, we check TakeProfit
// on a chart of less than 100 bars

    for(int i = OrdersHistoryTotal(); i >=0; i--)
        {
            OrderSelect(i, SELECT_BY_POS,MODE_HISTORY);

            if(TimeCurrent()-OrderCloseTime()<=3600) // no open new order in 1
hour after last close
                {
                    return(0); //Abort
                }

            if(Bars<100)
                {
                    Print("bars less than 100");
                    return(0);
                }
            if(TakeProfit<10)
                {
                    Print("TakeProfit less than 10");
                    return(0); // check TakeProfit
                }

// to simplify the coding and speed up access
// data are put into internal variables
double CurrentHigh = High[0];
double CurrentClose = Close[0];
double CurrentOpen = Open[0];
double CurrentLow = Low[0];
double PreviousHigh1 = High[1];
double PreviousClose1 = Close[1];
double PreviousOpen1 = Open[1];
double PreviousLow1 = Low[1];
double PreviousHigh2 = High[2];
```

```

double PreviousClose2 = Close[2];
double PreviousOpen2 = Open[2];
double PreviousLow2 = Low[2];
double PreviousHigh3 = High[3];
double PreviousClose3 = Close[3];
double PreviousOpen3 = Open[3];
double PreviousLow3 = Low[3];

total=OrdersTotal();

    if(total<1)
    {
        // no opened orders identified
        if(AccountFreeMargin()<(1000*Lots))
        {
            Print("We have no money. Free Margin = ", AccountFreeMargin());
            return(0);
        }
        // check for long position (BUY) possibility

if(CurrentHigh>=PreviousHigh1&&CurrentHigh>=PreviousHigh2&&CurrentHigh>=Pre
viousHigh3 //Current High is max in Array
    && Cur-
rentLow<=PreviousLow1&&CurrentLow<=PreviousLow2&&CurrentLow<=PreviousLow3
//Current Low ist min in Array
    && Bid>=PreviousHigh1&&Bid>=PreviousHigh2&&Bid>=PreviousHigh3
//Buy order open if bid is over all High
    && (TimeCurrent()-Time[0])>(14400-(60*MinutesToClose)))
//Buy order is open in the last half Hour of Bar
    {
        ticket=OrderSend(Symbol(),OP_BUY,Lots,Ask,3,Ask-
StopLimit*Point,Ask+TakeProfit*Point,"H4system",Magic,0,Green);
        if(ticket>0)
        {
            if(OrderSelect(ticket,SELECT_BY_TICKET,MODE_TRADES)) Print("BUY
order opened : ",OrderOpenPrice());
        }
        else Print("Error opening BUY order : ",GetLastError());
        return(0);
    }
    // check for short position (SELL) possibility

if(CurrentHigh>=PreviousHigh1&&CurrentHigh>=PreviousHigh2&&CurrentHigh>=Pre
viousHigh3 //Current High is max in Array
    && Cur-
rentLow<=PreviousLow1&&CurrentLow<=PreviousLow2&&CurrentLow<=PreviousLow3
//Current Low ist min in Array
    && Ask<=PreviousLow1&&Ask<=PreviousLow2&&Ask<=PreviousLow3
//Buy order open if bid is over all High
    && (TimeCurrent()-Time[0])>(14400-(60*MinutesToClose)))
//Buy order is open in the last half Hour of Bar
    {

ticket=OrderSend(Symbol(),OP_SELL,Lots,Bid,3,Bid+StopLimit*Point,Bid-
TakeProfit*Point,"H4system",Magic,0,Red);
    if(ticket>0)
    {
        if(OrderSelect(ticket,SELECT_BY_TICKET,MODE_TRADES))
Print("SELL order opened : ",OrderOpenPrice());
    }
    else Print("Error opening SELL order : ",GetLastError());

```

```

        return(0);
    }
    return(0);
}

// it is important to enter the market correctly,
// but it is more important to exit it correctly...
for(cnt=0;cnt<total;cnt++)
{
    OrderSelect(cnt, SELECT_BY_POS, MODE_TRADES);
    if(OrderType()<=OP_SELL &&    // check for opened position
        OrderSymbol()==Symbol()) // check for symbol
    {
        if(OrderType()==OP_BUY)    // long position is opened
        {
            // should it be closed?
            if(TimeCurrent()-OrderOpenTime()>=57600)
            {
                OrderClose(OrderTicket(),OrderLots(),Bid,3,Violet); //
close position
                return(0); // exit
            }
            // check for trailing stop
        }
        else // go to short position
        {
            // should it be closed?
            if(TimeCurrent()-OrderOpenTime()>=57600)
            {
                OrderClose(OrderTicket(),OrderLots(),Ask,3,Violet); // close
position
                return(0); // exit
            }
            // check for trailing stop
        }
    }
}
return(0);
}

```

## Příloha 12: Výsledky strategie Engulfing Line

### Strategy Tester Report H4-3-engulfing bar-USDEUR XTrade-MT4 Demo (Build 402)

Symbol	EURUSD (Euro vs US Dollar)			
Období	4 hodiny (H4) 2007,01,02 00:00 - 2011,12,30 20:00 (2007,01,01 - 2012,01,01)			
Model	Všechny cenové pohyby (nejpřesnější metoda založena na všech dostupných nižších časových intervalech)			
Parametry	TakeProfit=1000; Lots=1; StopLimit=25; MinutesToClose=30; Magic=999999;			
Testování sloupcových grafů	8775	Značky namodelovány	45758494	Modelování kvality 89.99%
Mismatched charts errors	0			
Počáteční depozit	10000.00			
Celkový čistý zisk	17030.72	Hrubý zisk	46677.62	Hrubá ztráta -29646.90
Ziskový faktor	1.57	Předpokládaný zisk	86.45	
Absolutní pokles	812.80	Maximální pokles (%)	6573.76 (23.26%)	Relativní pokles 23.26% (6573.76)
Transakce celkem	197	Krátké pozice (výhra %)	93 (34.41%)	Dlouhé pozice (výhra %) 104 (38.46%)
		Ziskové obchody (% z celkové výše)	72 (36.55%)	Ztrátové obchody (% z celkové výše) 125 (63.45%)
		Největší ziskový obchod	1673.10	ztrátový obchod -270.70
		Průměr ziskový obchod	648.30	ztrátový obchod -237.18
		Maximum návazné výhry (finanční zisk)	5 (3583.18)	návazné prohry (finanční ztráta) 9 (-2250.00)
		Maximální návazný zisk (count of wins)	5110.58 (4)	návazná ztráta (počet ztrát) -2250,00 (9)
		Průměrný návazné výhry	2	návazné prohry 3





#	Čas	Typ	Pokyn	Lotů	Cena	Zastavení ztrát	Realizovat zisk	Zisk	Zůstatek:
1	2007.01.04 11:30	sell	1	1.00	1.3107	1.3132	1.2107		
2	2007.01.05 03:30	close	1	1.00	1.3082	1.3132	1.2107	243.10	10243.10
3	2007.01.11 15:30	sell	2	1.00	1.2921	1.2946	1.1921		
4	2007.01.12 07:31	close	2	1.00	1.2899	1.2946	1.1921	213.10	10456.20
5	2007.01.12 15:30	buy	3	1.00	1.2920	1.2895	1.3920		
6	2007.01.15 00:00	close	3	1.00	1.2927	1.2895	1.3920	51.28	10507.48
7	2007.01.17 15:52	buy	4	1.00	1.2942	1.2917	1.3942		
8	2007.01.18 07:52	close	4	1.00	1.2960	1.2917	1.3942	173.76	10681.24
9	2007.02.02 15:30	sell	5	1.00	1.2980	1.3005	1.1980		
10	2007.02.05 00:00	close	5	1.00	1.2957	1.3005	1.1980	209.30	10890.54
11	2007.02.12 11:30	sell	6	1.00	1.2957	1.2982	1.1957		
12	2007.02.13 03:30	close	6	1.00	1.2960	1.2982	1.1957	-36.90	10853.64
13	2007.02.27 11:31	buy	7	1.00	1.3219	1.3194	1.4219		
14	2007.02.28 03:31	close	7	1.00	1.3215	1.3194	1.4219	-46.24	10807.40
15	2007.03.05 03:30	sell	8	1.00	1.3137	1.3162	1.2137		
16	2007.03.05 06:13	s/l	8	1.00	1.3162	1.3162	1.2137	-250.00	10557.40
17	2007.03.09 15:30	sell	9	1.00	1.3090	1.3115	1.2090		
18	2007.03.09 16:52	s/l	9	1.00	1.3115	1.3115	1.2090	-250.00	10307.40
19	2007.03.14 15:30	buy	10	1.00	1.3214	1.3189	1.4214		
20	2007.03.15 07:30	close	10	1.00	1.3222	1.3189	1.4214	73.76	10381.16
21	2007.03.20 03:46	sell	11	1.00	1.3281	1.3306	1.2281		
22	2007.03.20 07:36	s/l	11	1.00	1.3306	1.3306	1.2281	-250.00	10131.16
23	2007.03.23 15:30	sell	12	1.00	1.3299	1.3324	1.2299		
24	2007.03.26 00:00	close	12	1.00	1.3290	1.3324	1.2299	69.30	10200.46
25	2007.03.27 11:30	buy	13	1.00	1.3347	1.3322	1.4347		
26	2007.03.28 03:30	close	13	1.00	1.3346	1.3322	1.4347	-16.24	10184.22
27	2007.03.30 19:30	buy	14	1.00	1.3372	1.3347	1.4372		
28	2007.04.02 00:03	close	14	1.00	1.3372	1.3347	1.4372	-18.72	10165.50
29	2007.04.03 11:36	sell	15	1.00	1.3351	1.3376	1.2351		

30	2007.04.03 15:30	s/l	15	1.00	1.3376	1.3376	1.2351	-250.00	9915.50
31	2007.04.09 11:55	buy	16	1.00	1.3383	1.3358	1.4383		
32	2007.04.09 14:50	s/l	16	1.00	1.3358	1.3358	1.4383	-250.00	9665.50
33	2007.04.26 11:30	sell	17	1.00	1.3630	1.3655	1.2630		
34	2007.04.27 03:30	close	17	1.00	1.3597	1.3655	1.2630	323.10	9988.60
35	2007.05.01 11:32	sell	18	1.00	1.3634	1.3659	1.2634		
36	2007.05.01 14:31	s/l	18	1.00	1.3659	1.3659	1.2634	-250.00	9738.60
37	2007.05.03 15:44	sell	19	1.00	1.3578	1.3603	1.2578		
38	2007.05.04 07:44	close	19	1.00	1.3557	1.3603	1.2578	203.10	9941.70
39	2007.05.08 11:30	sell	20	1.00	1.3573	1.3598	1.2573		
40	2007.05.09 03:30	close	20	1.00	1.3542	1.3598	1.2573	303.10	10244.80
41	2007.05.09 15:30	buy	21	1.00	1.3563	1.3538	1.4563		
42	2007.05.09 20:18	s/l	21	1.00	1.3538	1.3538	1.4563	-250.00	9994.80
43	2007.05.15 11:48	sell	22	1.00	1.3534	1.3559	1.2534		
44	2007.05.15 14:33	s/l	22	1.00	1.3559	1.3559	1.2534	-250.00	9744.80
45	2007.05.22 11:35	sell	23	1.00	1.3450	1.3475	1.2450		
46	2007.05.23 03:36	close	23	1.00	1.3452	1.3475	1.2450	-26.90	9717.90
47	2007.05.23 11:30	sell	24	1.00	1.3443	1.3468	1.2443		
48	2007.05.23 13:38	s/l	24	1.00	1.3468	1.3468	1.2443	-250.00	9467.90
49	2007.06.01 15:30	sell	25	1.00	1.3428	1.3453	1.2428		
50	2007.06.04 00:00	close	25	1.00	1.3442	1.3453	1.2428	-160.70	9307.20
51	2007.06.04 11:30	buy	26	1.00	1.3469	1.3444	1.4469		
52	2007.06.05 03:30	close	26	1.00	1.3495	1.3444	1.4469	253.76	9560.96
53	2007.06.07 11:56	sell	27	1.00	1.3489	1.3514	1.2489		
54	2007.06.08 03:56	close	27	1.00	1.3421	1.3514	1.2489	673.10	10234.06
55	2007.06.12 11:30	sell	28	1.00	1.3342	1.3367	1.2342		
56	2007.06.13 03:31	close	28	1.00	1.3299	1.3367	1.2342	423.10	10657.16
57	2007.07.05 11:30	buy	29	1.00	1.3648	1.3623	1.4648		
58	2007.07.05 15:00	s/l	29	1.00	1.3623	1.3623	1.4648	-250.00	10407.16
59	2007.07.06 15:30	buy	30	1.00	1.3606	1.3581	1.4606		

60	2007.07.09 00:00	close	30	1.00	1.3632	1.3581	1.4606	241.28	10648.44
61	2007.07.09 11:32	buy	31	1.00	1.3637	1.3612	1.4637		
62	2007.07.10 03:32	close	31	1.00	1.3618	1.3612	1.4637	-196.24	10452.20
63	2007.07.16 11:30	buy	32	1.00	1.3800	1.3775	1.4800		
64	2007.07.16 16:36	s/l	32	1.00	1.3775	1.3775	1.4800	-250.00	10202.20
65	2007.07.17 11:31	sell	33	1.00	1.3766	1.3791	1.2766		
66	2007.07.17 14:44	s/l	33	1.00	1.3791	1.3791	1.2766	-250.00	9952.20
67	2007.07.23 11:30	sell	34	1.00	1.3811	1.3836	1.2811		
68	2007.07.24 03:30	close	34	1.00	1.3828	1.3836	1.2811	-176.90	9775.30
69	2007.08.09 11:30	sell	35	1.00	1.3776	1.3801	1.2776		
70	2007.08.10 03:30	close	35	1.00	1.3661	1.3801	1.2776	1143.10	10918.40
71	2007.08.17 11:30	buy	36	1.00	1.3441	1.3416	1.4441		
72	2007.08.20 00:00	close	36	1.00	1.3477	1.3416	1.4441	341.28	11259.68
73	2007.08.24 11:30	buy	37	1.00	1.3593	1.3568	1.4593		
74	2007.08.27 00:00	close	37	1.00	1.3672	1.3568	1.4593	771.28	12030.96
75	2007.09.18 11:30	buy	38	1.00	1.3873	1.3848	1.4873		
76	2007.09.19 03:31	close	38	1.00	1.3964	1.3848	1.4873	903.76	12934.72
77	2007.09.25 11:30	buy	39	1.00	1.4098	1.4073	1.5098		
78	2007.09.26 03:31	close	39	1.00	1.4141	1.4073	1.5098	423.76	13358.48
79	2007.10.04 15:51	sell	40	1.00	1.4075	1.4100	1.3075		
80	2007.10.04 16:07	s/l	40	1.00	1.4100	1.4100	1.3075	-250.00	13108.48
81	2007.10.05 15:46	buy	41	1.00	1.4143	1.4118	1.5143		
82	2007.10.08 00:00	close	41	1.00	1.4150	1.4118	1.5143	51.28	13159.76
83	2007.10.12 15:32	sell	42	1.00	1.4166	1.4191	1.3166		
84	2007.10.15 00:00	close	42	1.00	1.4178	1.4191	1.3166	-140.70	13019.06
85	2007.10.16 11:30	sell	43	1.00	1.4178	1.4203	1.3178		
86	2007.10.17 03:30	close	43	1.00	1.4174	1.4203	1.3178	33.10	13052.16
87	2007.10.17 11:30	buy	44	1.00	1.4187	1.4162	1.5187		
88	2007.10.18 03:30	close	44	1.00	1.4218	1.4162	1.5187	303.76	13355.92
89	2007.11.16 11:30	sell	45	1.00	1.4602	1.4627	1.3602		

90	2007.11.16 13:39	s/l	45	1.00	1.4627	1.4627	1.3602	-250.00	13105.92
91	2007.11.20 07:37	buy	46	1.00	1.4678	1.4653	1.5678		
92	2007.11.20 23:37	close	46	1.00	1.4835	1.4653	1.5678	1570.00	14675.92
93	2007.11.30 11:31	buy	47	1.00	1.4781	1.4756	1.5781		
94	2007.11.30 13:05	s/l	47	1.00	1.4756	1.4756	1.5781	-250.00	14425.92
95	2007.12.04 11:51	buy	48	1.00	1.4678	1.4653	1.5678		
96	2007.12.05 03:51	close	48	1.00	1.4763	1.4653	1.5678	843.76	15269.68
97	2007.12.06 15:30	buy	49	1.00	1.4637	1.4612	1.5637		
98	2007.12.06 17:11	s/l	49	1.00	1.4612	1.4612	1.5637	-250.00	15019.68
99	2007.12.11 11:30	sell	50	1.00	1.4694	1.4719	1.3694		
100	2007.12.11 20:14	s/l	50	1.00	1.4719	1.4719	1.3694	-250.00	14769.68
101	2007.12.13 11:30	sell	51	1.00	1.4694	1.4719	1.3694		
102	2007.12.14 03:30	close	51	1.00	1.4626	1.4719	1.3694	673.10	15442.78
103	2007.12.17 11:30	sell	52	1.00	1.4337	1.4362	1.3337		
104	2007.12.17 12:20	s/l	52	1.00	1.4362	1.4362	1.3337	-250.00	15192.78
105	2008.01.03 11:30	buy	53	1.00	1.4741	1.4716	1.5741		
106	2008.01.03 14:33	s/l	53	1.00	1.4716	1.4716	1.5741	-250.00	14942.78
107	2008.01.10 15:34	buy	54	1.00	1.4702	1.4677	1.5702		
108	2008.01.11 07:34	close	54	1.00	1.4802	1.4677	1.5702	993.76	15936.54
109	2008.01.11 11:30	sell	55	1.00	1.4778	1.4803	1.3778		
110	2008.01.11 14:07	s/l	55	1.00	1.4803	1.4803	1.3778	-250.00	15686.54
111	2008.01.22 11:30	buy	56	1.00	1.4485	1.4460	1.5485		
112	2008.01.23 03:32	close	56	1.00	1.4632	1.4460	1.5485	1463.76	17150.30
113	2008.01.28 11:30	buy	57	1.00	1.4710	1.4685	1.5710		
114	2008.01.29 03:31	close	57	1.00	1.4760	1.4685	1.5710	493.76	17644.06
115	2008.02.01 15:37	sell	58	1.00	1.4847	1.4872	1.3847		
116	2008.02.04 00:02	close	58	1.00	1.4798	1.4872	1.3847	469.30	18113.36
117	2008.02.06 11:30	sell	59	1.00	1.4599	1.4624	1.3599		
118	2008.02.06 12:15	s/l	59	1.00	1.4624	1.4624	1.3599	-250.00	17863.36
119	2008.02.26 11:30	buy	60	1.00	1.4875	1.4850	1.5875		

120	2008.02.27 03:30	close	60	1.00	1.4986	1.4850	1.5875	1103.76	18967.12
121	2008.03.04 11:57	buy	61	1.00	1.5214	1.5189	1.6214		
122	2008.03.04 17:37	s/l	61	1.00	1.5189	1.5189	1.6214	-250.00	18717.12
123	2008.03.07 15:37	sell	62	1.00	1.5365	1.5390	1.4365		
124	2008.03.10 00:00	s/l	62	1.00	1.5390	1.5390	1.4365	-270.70	18446.42
125	2008.03.14 15:45	buy	63	1.00	1.5652	1.5627	1.6652		
126	2008.03.14 16:02	s/l	63	1.00	1.5627	1.5627	1.6652	-250.00	18196.42
127	2008.03.28 11:55	buy	64	1.00	1.5819	1.5794	1.6819		
128	2008.03.28 13:31	s/l	64	1.00	1.5794	1.5794	1.6819	-250.00	17946.42
129	2008.04.17 11:30	buy	65	1.00	1.5969	1.5944	1.6969		
130	2008.04.17 11:56	s/l	65	1.00	1.5944	1.5944	1.6969	-250.00	17696.42
131	2008.04.18 11:47	sell	66	1.00	1.5868	1.5893	1.4868		
132	2008.04.21 00:01	close	66	1.00	1.5815	1.5893	1.4868	509.30	18205.72
133	2008.04.22 11:30	buy	67	1.00	1.5958	1.5933	1.6958		
134	2008.04.22 12:02	s/l	67	1.00	1.5933	1.5933	1.6958	-250.00	17955.72
135	2008.04.30 11:32	sell	68	1.00	1.5550	1.5575	1.4550		
136	2008.04.30 15:32	s/l	68	1.00	1.5575	1.5575	1.4550	-250.00	17705.72
137	2008.05.02 11:30	buy	69	1.00	1.5488	1.5463	1.6488		
138	2008.05.02 12:18	s/l	69	1.00	1.5463	1.5463	1.6488	-250.00	17455.72
139	2008.05.05 19:30	buy	70	1.00	1.5506	1.5481	1.6506		
140	2008.05.06 09:04	s/l	70	1.00	1.5481	1.5481	1.6506	-256.24	17199.48
141	2008.05.21 11:30	buy	71	1.00	1.5749	1.5724	1.6749		
142	2008.05.22 03:30	close	71	1.00	1.5794	1.5724	1.6749	443.76	17643.24
143	2008.05.27 11:47	sell	72	1.00	1.5762	1.5787	1.4762		
144	2008.05.28 03:47	close	72	1.00	1.5692	1.5787	1.4762	693.10	18336.34
145	2008.06.05 15:30	buy	73	1.00	1.5509	1.5484	1.6509		
146	2008.06.06 07:30	close	73	1.00	1.5587	1.5484	1.6509	773.76	19110.10
147	2008.06.16 11:30	buy	74	1.00	1.5427	1.5402	1.6427		
148	2008.06.17 03:30	close	74	1.00	1.5503	1.5402	1.6427	753.76	19863.86
149	2008.06.27 11:30	buy	75	1.00	1.5768	1.5743	1.6768		

150	2008.06.27 12:53	s/l	75	1.00	1.5743	1.5743	1.6768	-250.00	19613.86
151	2008.07.01 11:30	buy	76	1.00	1.5773	1.5748	1.6773		
152	2008.07.01 16:01	s/l	76	1.00	1.5748	1.5748	1.6773	-250.00	19363.86
153	2008.07.02 15:30	buy	77	1.00	1.5858	1.5833	1.6858		
154	2008.07.03 07:30	close	77	1.00	1.5871	1.5833	1.6858	123.76	19487.62
155	2008.07.03 15:30	sell	78	1.00	1.5752	1.5777	1.4752		
156	2008.07.03 15:46	s/l	78	1.00	1.5777	1.5777	1.4752	-250.00	19237.62
157	2008.07.10 11:30	sell	79	1.00	1.5701	1.5726	1.4701		
158	2008.07.10 15:04	s/l	79	1.00	1.5726	1.5726	1.4701	-250.00	18987.62
159	2008.07.11 11:31	buy	80	1.00	1.5801	1.5776	1.6801		
160	2008.07.14 00:00	close	80	1.00	1.5961	1.5776	1.6801	1581.28	20568.90
161	2008.07.16 15:30	sell	81	1.00	1.5873	1.5898	1.4873		
162	2008.07.16 15:42	s/l	81	1.00	1.5898	1.5898	1.4873	-250.00	20318.90
163	2008.07.22 15:30	sell	82	1.00	1.5882	1.5907	1.4882		
164	2008.07.23 07:30	close	82	1.00	1.5790	1.5907	1.4882	913.10	21232.00
165	2008.07.24 19:40	sell	83	1.00	1.5636	1.5661	1.4636		
166	2008.07.24 20:18	s/l	83	1.00	1.5661	1.5661	1.4636	-250.00	20982.00
167	2008.07.29 11:30	sell	84	1.00	1.5733	1.5758	1.4733		
168	2008.07.30 03:30	close	84	1.00	1.5584	1.5758	1.4733	1483.10	22465.10
169	2008.08.07 15:30	sell	85	1.00	1.5399	1.5424	1.4399		
170	2008.08.08 07:30	close	85	1.00	1.5243	1.5424	1.4399	1553.10	24018.20
171	2008.09.05 15:33	buy	86	1.00	1.4318	1.4293	1.5318		
172	2008.09.05 16:02	s/l	86	1.00	1.4293	1.4293	1.5318	-250.00	23768.20
173	2008.09.17 19:32	buy	87	1.00	1.4272	1.4247	1.5272		
174	2008.09.18 11:32	close	87	1.00	1.4431	1.4247	1.5272	1583.76	25351.96
175	2008.11.19 19:30	sell	88	1.00	1.2570	1.2595	1.1570		
176	2008.11.19 19:55	s/l	88	1.00	1.2595	1.2595	1.1570	-250.00	25101.96
177	2008.11.25 15:30	buy	89	1.00	1.3055	1.3030	1.4055		
178	2008.11.25 15:35	s/l	89	1.00	1.3030	1.3030	1.4055	-250.00	24851.96
179	2008.11.28 11:30	sell	90	1.00	1.2846	1.2871	1.1846		

180	2008.11.28 11:44	s/l	90	1.00	1.2871	1.2871	1.1846	-250.00	24601.96
181	2009.01.09 15:30	sell	91	1.00	1.3536	1.3561	1.2536		
182	2009.01.12 00:00	close	91	1.00	1.3461	1.3561	1.2536	729.30	25331.26
183	2009.01.15 15:32	sell	92	1.00	1.3131	1.3156	1.2131		
184	2009.01.15 20:22	s/l	92	1.00	1.3156	1.3156	1.2131	-250.00	25081.26
185	2009.02.05 11:30	buy	93	1.00	1.2886	1.2861	1.3886		
186	2009.02.05 12:00	s/l	93	1.00	1.2861	1.2861	1.3886	-250.00	24831.26
187	2009.02.05 15:48	sell	94	1.00	1.2790	1.2815	1.1790		
188	2009.02.05 16:44	s/l	94	1.00	1.2815	1.2815	1.1790	-250.00	24581.26
189	2009.02.24 19:39	buy	95	1.00	1.2831	1.2806	1.3831		
190	2009.02.25 05:01	s/l	95	1.00	1.2806	1.2806	1.3831	-256.24	24325.02
191	2009.03.20 11:34	sell	96	1.00	1.3613	1.3638	1.2613		
192	2009.03.20 14:52	s/l	96	1.00	1.3638	1.3638	1.2613	-250.00	24075.02
193	2009.03.25 11:39	buy	97	1.00	1.3524	1.3499	1.4524		
194	2009.03.25 12:03	s/l	97	1.00	1.3499	1.3499	1.4524	-250.00	23825.02
195	2009.03.26 15:32	sell	98	1.00	1.3535	1.3560	1.2535		
196	2009.03.26 15:37	s/l	98	1.00	1.3560	1.3560	1.2535	-250.00	23575.02
197	2009.04.15 15:30	sell	99	1.00	1.3158	1.3183	1.2158		
198	2009.04.15 15:50	s/l	99	1.00	1.3183	1.3183	1.2158	-250.00	23325.02
199	2009.04.28 15:30	buy	100	1.00	1.3049	1.3024	1.4049		
200	2009.04.29 07:30	close	100	1.00	1.3200	1.3024	1.4049	1503.76	24828.78
201	2009.05.26 03:30	sell	101	1.00	1.3968	1.3993	1.2968		
202	2009.05.26 07:50	s/l	101	1.00	1.3993	1.3993	1.2968	-250.00	24578.78
203	2009.06.03 11:30	sell	102	1.00	1.4192	1.4217	1.3192		
204	2009.06.03 11:33	s/l	102	1.00	1.4217	1.4217	1.3192	-250.00	24328.78
205	2009.06.05 15:30	sell	103	1.00	1.4056	1.4081	1.3056		
206	2009.06.08 00:00	close	103	1.00	1.3944	1.4081	1.3056	1099.30	25428.08
207	2009.06.23 11:30	buy	104	1.00	1.3935	1.3910	1.4935		
208	2009.06.24 03:30	close	104	1.00	1.4070	1.3910	1.4935	1343.76	26771.84
209	2009.06.24 11:38	buy	105	1.00	1.4109	1.4084	1.5109		

210	2009.06.24 12:02	s/l	105	1.00	1.4084	1.4084	1.5109	-250.00	26521.84
211	2009.06.25 19:30	buy	106	1.00	1.4006	1.3981	1.5006		
212	2009.06.25 20:03	s/l	106	1.00	1.3981	1.3981	1.5006	-250.00	26271.84
213	2009.08.07 15:30	sell	107	1.00	1.4290	1.4315	1.3290		
214	2009.08.07 15:32	s/l	107	1.00	1.4315	1.4315	1.3290	-250.00	26021.84
215	2009.08.11 15:31	sell	108	1.00	1.4121	1.4146	1.3121		
216	2009.08.11 16:53	s/l	108	1.00	1.4146	1.4146	1.3121	-250.00	25771.84
217	2009.08.14 15:55	sell	109	1.00	1.4249	1.4274	1.3249		
218	2009.08.17 00:00	close	109	1.00	1.4189	1.4274	1.3249	579.30	26351.14
219	2009.09.10 11:36	sell	110	1.00	1.4529	1.4554	1.3529		
220	2009.09.10 13:42	s/l	110	1.00	1.4554	1.4554	1.3529	-250.00	26101.14
221	2009.09.10 15:30	sell	111	1.00	1.4527	1.4552	1.3527		
222	2009.09.10 16:40	s/l	111	1.00	1.4552	1.4552	1.3527	-250.00	25851.14
223	2009.09.16 19:32	buy	112	1.00	1.4716	1.4691	1.5716		
224	2009.09.17 11:32	close	112	1.00	1.4745	1.4691	1.5716	283.76	26134.90
225	2009.09.23 23:30	sell	113	1.00	1.4729	1.4754	1.3729		
226	2009.09.24 02:59	s/l	113	1.00	1.4754	1.4754	1.3729	-256.90	25878.00
227	2009.10.02 15:31	buy	114	1.00	1.4565	1.4540	1.5565		
228	2009.10.05 00:00	close	114	1.00	1.4589	1.4540	1.5565	221.28	26099.28
229	2009.10.26 03:30	buy	115	1.00	1.5052	1.5027	1.6052		
230	2009.10.26 05:29	s/l	115	1.00	1.5027	1.5027	1.6052	-250.00	25849.28
231	2009.11.02 19:59	sell	116	1.00	1.4733	1.4758	1.3733		
232	2009.11.02 20:23	s/l	116	1.00	1.4758	1.4758	1.3733	-250.00	25599.28
233	2009.11.13 19:30	buy	117	1.00	1.4924	1.4899	1.5924		
234	2009.11.13 20:57	s/l	117	1.00	1.4899	1.4899	1.5924	-250.00	25349.28
235	2009.12.11 15:30	sell	118	1.00	1.4660	1.4685	1.3660		
236	2009.12.14 00:00	close	118	1.00	1.4616	1.4685	1.3660	419.30	25768.58
237	2009.12.16 11:30	buy	119	1.00	1.4563	1.4538	1.5563		
238	2009.12.16 14:39	s/l	119	1.00	1.4538	1.4538	1.5563	-250.00	25518.58
239	2009.12.30 15:30	sell	120	1.00	1.4303	1.4328	1.3303		



240	2009.12.30 18:08	s/l	120	1.00	1.4328	1.4328	1.3303	-250.00	25268.58
241	2010.01.06 11:57	buy	121	1.00	1.4375	1.4350	1.5375		
242	2010.01.06 12:54	s/l	121	1.00	1.4350	1.4350	1.5375	-250.00	25018.58
243	2010.01.08 15:30	buy	122	1.00	1.4392	1.4367	1.5392		
244	2010.01.08 15:47	s/l	122	1.00	1.4367	1.4367	1.5392	-250.00	24768.58
245	2010.02.10 15:30	sell	123	1.00	1.3731	1.3756	1.2731		
246	2010.02.10 18:32	s/l	123	1.00	1.3756	1.3756	1.2731	-250.00	24518.58
247	2010.02.17 11:30	sell	124	1.00	1.3740	1.3765	1.2740		
248	2010.02.18 03:30	close	124	1.00	1.3572	1.3765	1.2740	1673.10	26191.68
249	2010.03.11 11:35	buy	125	1.00	1.36671	1.3642	1.4667		
250	2010.03.11 14:44	s/l	125	1.00	1.3642	1.3642	1.4667	-251.00	25940.68
251	2010.03.30 11:41	sell	126	1.00	1.3455	1.3480	1.2455		
252	2010.03.30 12:20	s/l	126	1.00	1.3480	1.3480	1.2455	-250.00	25690.68
253	2010.04.13 11:36	sell	127	1.00	1.3567	1.3592	1.2567		
254	2010.04.13 12:41	s/l	127	1.00	1.3592	1.3592	1.2567	-250.00	25440.68
255	2010.04.20 11:30	buy	128	1.00	1.3524	1.3499	1.4524		
256	2010.04.20 13:12	s/l	128	1.00	1.3499	1.3499	1.4524	-250.00	25190.68
257	2010.04.22 11:30	sell	129	1.00	1.3365	1.3390	1.2365		
258	2010.04.23 03:30	close	129	1.00	1.3233	1.3390	1.2365	1313.10	26503.78
259	2010.05.13 11:30	sell	130	1.00	1.2579	1.2604	1.1579		
260	2010.05.13 12:22	s/l	130	1.00	1.2604	1.2604	1.1579	-250.00	26253.78
261	2010.05.20 19:30	buy	131	1.00	1.2469	1.2444	1.3469		
262	2010.05.21 11:30	close	131	1.00	1.2553	1.2444	1.3469	833.76	27087.54
263	2010.06.11 15:30	sell	132	1.00	1.2085	1.2110	1.1085		
264	2010.06.11 15:55	s/l	132	1.00	1.2110	1.2110	1.1085	-250.00	26837.54
265	2010.06.16 11:30	sell	133	1.00	1.2288	1.2313	1.1288		
266	2010.06.16 15:59	s/l	133	1.00	1.2313	1.2313	1.1288	-250.00	26587.54
267	2010.06.17 11:30	buy	134	1.00	1.2369	1.2344	1.3369		
268	2010.06.17 16:47	s/l	134	1.00	1.2344	1.2344	1.3369	-250.00	26337.54
269	2010.07.19 11:39	buy	135	1.00	1.2957	1.2932	1.3957		

270	2010.07.19 14:45	s/l	135	1.00	1.2932	1.2932	1.3957	-250.00	26087.54
271	2010.07.23 11:30	buy	136	1.00	1.2933	1.2908	1.3933		
272	2010.07.23 13:50	s/l	136	1.00	1.2908	1.2908	1.3933	-250.00	25837.54
273	2010.07.27 11:30	sell	137	1.00	1.2967	1.2992	1.1967		
274	2010.07.27 12:05	s/l	137	1.00	1.2992	1.2992	1.1967	-250.00	25587.54
275	2010.08.03 11:30	buy	138	1.00	1.3233	1.3208	1.4233		
276	2010.08.03 15:55	s/l	138	1.00	1.3208	1.3208	1.4233	-250.00	25337.54
277	2010.08.05 11:30	buy	139	1.00	1.3196	1.3171	1.4196		
278	2010.08.05 15:29	s/l	139	1.00	1.3171	1.3171	1.4196	-250.00	25087.54
279	2010.08.06 11:35	sell	140	1.00	1.3168	1.3193	1.2168		
280	2010.08.06 14:30	s/l	140	1.00	1.3193	1.3193	1.2168	-250.00	24837.54
281	2010.08.06 15:30	buy	141	1.00	1.3270	1.3245	1.4270		
282	2010.08.09 00:00	close	141	1.00	1.3288	1.3245	1.4270	161.28	24998.82
283	2010.08.12 11:53	sell	142	1.00	1.2827	1.2852	1.1827		
284	2010.08.12 15:34	s/l	142	1.00	1.2852	1.2852	1.1827	-250.00	24748.82
285	2010.08.18 11:41	buy	143	1.00	1.2895	1.2870	1.3895		
286	2010.08.18 13:18	s/l	143	1.00	1.2870	1.2870	1.3895	-250.00	24498.82
287	2010.08.23 11:48	sell	144	1.00	1.2687	1.2712	1.1687		
288	2010.08.23 12:29	s/l	144	1.00	1.2712	1.2712	1.1687	-250.00	24248.82
289	2010.08.31 11:30	buy	145	1.00	1.2681	1.2656	1.3681		
290	2010.09.01 03:30	close	145	1.00	1.2680	1.2656	1.3681	-16.24	24232.58
291	2010.09.02 11:30	buy	146	1.00	1.2836	1.2811	1.3836		
292	2010.09.02 14:17	s/l	146	1.00	1.2811	1.2811	1.3836	-250.00	23982.58
293	2010.09.14 11:30	sell	147	1.00	1.2842	1.2867	1.1842		
294	2010.09.14 14:33	s/l	147	1.00	1.2867	1.2867	1.1842	-250.00	23732.58
295	2010.09.23 11:30	sell	148	1.00	1.3338	1.3363	1.2338		
296	2010.09.23 15:04	s/l	148	1.00	1.3363	1.3363	1.2338	-250.00	23482.58
297	2010.09.28 11:55	buy	149	1.00	1.3489	1.3464	1.4489		
298	2010.09.28 12:34	s/l	149	1.00	1.3464	1.3464	1.4489	-250.00	23232.58
299	2010.09.30 11:30	buy	150	1.00	1.3660	1.3635	1.4660		

300	2010.09.30 13:34	s/l	150	1.00	1.3635	1.3635	1.4660	-250.00	22982.58
301	2010.10.06 15:32	buy	151	1.00	1.3875	1.3850	1.4875		
302	2010.10.07 07:32	close	151	1.00	1.3932	1.3850	1.4875	563.76	23546.34
303	2010.11.12 11:30	buy	152	1.00	1.3689	1.3664	1.4689		
304	2010.11.12 12:11	s/l	152	1.00	1.3664	1.3664	1.4689	-250.00	23296.34
305	2010.11.17 11:31	buy	153	1.00	1.3518	1.3493	1.4518		
306	2010.11.17 12:16	s/l	153	1.00	1.3493	1.3493	1.4518	-250.00	23046.34
307	2010.11.17 15:40	buy	154	1.00	1.3529	1.3504	1.4529		
308	2010.11.18 07:40	close	154	1.00	1.3597	1.3504	1.4529	673.76	23720.10
309	2010.12.28 15:52	sell	155	1.00	1.3157	1.3182	1.2157		
310	2010.12.29 07:52	close	155	1.00	1.3130	1.3182	1.2157	263.10	23983.20
311	2011.01.12 15:31	buy	156	1.00	1.3048	1.3023	1.4048		
312	2011.01.12 15:45	s/l	156	1.00	1.3023	1.3023	1.4048	-250.00	23733.20
313	2011.01.20 11:30	buy	157	1.00	1.3495	1.3470	1.4495		
314	2011.01.20 14:14	s/l	157	1.00	1.3470	1.3470	1.4495	-250.00	23483.20
315	2011.01.24 15:45	buy	158	1.00	1.3625	1.3600	1.4625		
316	2011.01.25 07:45	close	158	1.00	1.3643	1.3600	1.4625	173.76	23656.96
317	2011.01.25 11:30	sell	159	1.00	1.3594	1.3619	1.2594		
318	2011.01.25 12:10	s/l	159	1.00	1.3619	1.3619	1.2594	-250.00	23406.96
319	2011.01.27 11:32	buy	160	1.00	1.3719	1.3694	1.4719		
320	2011.01.27 17:43	s/l	160	1.00	1.3694	1.3694	1.4719	-250.00	23156.96
321	2011.01.28 11:31	buy	161	1.00	1.3745	1.3720	1.4745		
322	2011.01.28 11:55	s/l	161	1.00	1.3720	1.3720	1.4745	-250.00	22906.96
323	2011.02.04 15:30	sell	162	1.00	1.3580	1.3605	1.2580		
324	2011.02.07 00:00	close	162	1.00	1.3572	1.3605	1.2580	59.30	22966.26
325	2011.02.09 15:30	buy	163	1.00	1.3683	1.3658	1.4683		
326	2011.02.10 07:30	close	163	1.00	1.3694	1.3658	1.4683	103.76	23070.02
327	2011.02.14 11:30	sell	164	1.00	1.3459	1.3484	1.2459		
328	2011.02.14 16:06	s/l	164	1.00	1.3484	1.3484	1.2459	-250.00	22820.02
329	2011.02.15 11:30	buy	165	1.00	1.3541	1.3516	1.4541		

330	2011.02.15 11:52	s/l	165	1.00	1.3516	1.3516	1.4541	-250.00	22570.02
331	2011.02.24 11:30	buy	166	1.00	1.3799	1.3774	1.4799		
332	2011.02.24 12:08	s/l	166	1.00	1.3774	1.3774	1.4799	-250.00	22320.02
333	2011.03.02 11:30	buy	167	1.00	1.3817	1.3792	1.4817		
334	2011.03.03 03:30	close	167	1.00	1.3850	1.3792	1.4817	323.76	22643.78
335	2011.03.04 15:30	buy	168	1.00	1.3988	1.3963	1.4988		
336	2011.03.04 17:10	s/l	168	1.00	1.3963	1.3963	1.4988	-250.00	22393.78
337	2011.03.07 11:30	buy	169	1.00	1.4021	1.3996	1.5021		
338	2011.03.07 15:13	s/l	169	1.00	1.3996	1.3996	1.5021	-250.00	22143.78
339	2011.03.11 11:30	sell	170	1.00	1.3752	1.3777	1.2752		
340	2011.03.11 12:36	s/l	170	1.00	1.3777	1.3777	1.2752	-250.00	21893.78
341	2011.03.21 15:30	buy	171	1.00	1.4187	1.4162	1.5187		
342	2011.03.22 07:30	close	171	1.00	1.4228	1.4162	1.5187	403.76	22297.54
343	2011.03.23 11:30	buy	172	1.00	1.4216	1.4191	1.5216		
344	2011.03.23 12:04	s/l	172	1.00	1.4191	1.4191	1.5216	-250.00	22047.54
345	2011.03.30 19:30	buy	173	1.00	1.4127	1.4102	1.5127		
346	2011.03.31 11:30	close	173	1.00	1.4222	1.4102	1.5127	943.76	22991.30
347	2011.04.19 11:30	buy	174	1.00	1.4271	1.4246	1.5271		
348	2011.04.20 03:30	close	174	1.00	1.4388	1.4246	1.5271	1163.76	24155.06
349	2011.04.27 19:30	buy	175	1.00	1.4706	1.4681	1.5706		
350	2011.04.28 11:30	close	175	1.00	1.4854	1.4681	1.5706	1473.76	25628.82
351	2011.05.20 11:55	sell	176	1.00	1.4290	1.4315	1.3290		
352	2011.05.23 00:00	close	176	1.00	1.4135	1.4315	1.3290	1529.30	27158.12
353	2011.06.01 19:30	sell	177	1.00	1.4381	1.4406	1.3381		
354	2011.06.02 10:47	s/l	177	1.00	1.4406	1.4406	1.3381	-256.90	26901.22
355	2011.06.03 15:30	buy	178	1.00	1.4525	1.4500	1.5525		
356	2011.06.06 00:00	close	178	1.00	1.46269	1.4500	1.5525	1000.28	27901.50
357	2011.06.06 11:52	sell	179	1.00	1.4614	1.4639	1.3614		
358	2011.06.07 03:52	close	179	1.00	1.4570	1.4639	1.3614	433.10	28334.60
359	2011.06.28 15:40	buy	180	1.00	1.4330	1.4305	1.5330		

360	2011.06.29 07:40	close	180	1.00	1.4377	1.4305	1.5330	463.76	28798.36
361	2011.07.05 03:38	sell	181	1.00	1.4493	1.4518	1.3493		
362	2011.07.05 19:38	close	181	1.00	1.4474	1.4518	1.3493	190.00	28988.36
363	2011.07.19 11:30	buy	182	1.00	1.4192	1.4167	1.5192		
364	2011.07.19 12:49	s/l	182	1.00	1.4167	1.4167	1.5192	-250.00	28738.36
365	2011.07.21 11:30	sell	183	1.00	1.4160	1.4185	1.3160		
366	2011.07.21 13:28	s/l	183	1.00	1.4185	1.4185	1.3160	-250.00	28488.36
367	2011.07.21 15:30	buy	184	1.00	1.4322	1.4297	1.5322		
368	2011.07.21 15:36	s/l	184	1.00	1.4297	1.4297	1.5322	-250.00	28238.36
369	2011.07.25 11:59	buy	185	1.00	1.4405	1.4380	1.5405		
370	2011.07.25 12:33	s/l	185	1.00	1.4380	1.4380	1.5405	-250.00	27988.36
371	2011.07.28 11:52	sell	186	1.00	1.4327	1.4352	1.3327		
372	2011.07.29 03:52	close	186	1.00	1.4309	1.4352	1.3327	173.10	28161.46
373	2011.07.29 15:30	buy	187	1.00	1.4373	1.4348	1.5373		
374	2011.07.29 16:47	s/l	187	1.00	1.4348	1.4348	1.5373	-250.00	27911.46
375	2011.08.01 15:49	sell	188	1.00	1.4343	1.4368	1.3343		
376	2011.08.02 07:49	close	188	1.00	1.4248	1.4368	1.3343	943.10	28854.56
377	2011.08.03 11:30	buy	189	1.00	1.4331	1.4306	1.5331		
378	2011.08.03 13:13	s/l	189	1.00	1.4306	1.4306	1.5331	-250.00	28604.56
379	2011.08.08 11:52	sell	190	1.00	1.4248	1.4273	1.3248		
380	2011.08.08 12:04	s/l	190	1.00	1.4273	1.4273	1.3248	-250.00	28354.56
381	2011.08.12 11:30	buy	191	1.00	1.4259	1.4234	1.5259		
382	2011.08.12 11:51	s/l	191	1.00	1.4234	1.4234	1.5259	-250.00	28104.56
383	2011.08.17 11:30	buy	192	1.00	1.4441	1.4416	1.5441		
384	2011.08.18 02:02	s/l	192	1.00	1.4416	1.4416	1.5441	-256.24	27848.32
385	2011.08.22 11:30	buy	193	1.00	1.4408	1.4383	1.5408		
386	2011.08.22 16:54	s/l	193	1.00	1.4383	1.4383	1.5408	-250.00	27598.32
387	2011.08.24 11:30	buy	194	1.00	1.4456	1.4431	1.5456		
388	2011.08.24 14:07	s/l	194	1.00	1.4431	1.4431	1.5456	-250.00	27348.32
389	2011.09.21 23:30	sell	195	1.00	1.3575	1.3600	1.2575		

390	2011.09.22 00:38	s/l	195	1.00	1.3600	1.3600	1.2575	-256.90	27091.42
391	2011.10.03 15:54	sell	196	1.00	1.3311	1.3336	1.2311		
392	2011.10.03 16:02	s/l	196	1.00	1.3336	1.3336	1.2311	-250.00	26841.42
393	2011.10.07 19:30	sell	197	1.00	1.3410	1.3435	1.2410		
394	2011.10.10 00:00	close	197	1.00	1.3389	1.3435	1.2410	189.30	27030.72