

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

STATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY OBCHODNÍCH DAT FINANČNÍHO TRHU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

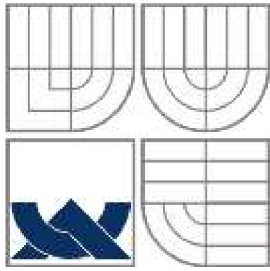
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

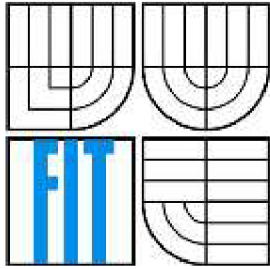
AUTHOR

Bc. VLASTIMIL NOVÁK

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA INFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV INFORMAČNÍCH SYSTÉMŮ

FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY
DEPARTMENT OF INFORMATION SYSTEMS

STATISTICKÉ CHARAKTERISTIKY OBCHODNÍCH
DAT FINANČNÍHO TRHU
STATISTICAL CHARACTERISTICS OF FOREX DATA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. VLASTIMIL NOVÁK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. RNDr. JITKA KRESLÍKOVÁ, CSc.

BRNO 2012

Abstrakt

Cílem diplomové práce je seznámení s finančními deriváty a principy obchodování na finančních trzích. Popisujeme způsoby hledání arbitrážních příležitostí pomocí statistických ukazatelů a statistických charakteristik, které jsou nedílnou součástí automatizovaných obchodních systémů. Analýza finančního trhu je založena na datech zprostředkovaných z mezibankovního trhu.

Abstract

The object of master's thesis is to introduce to the financial derivatives and principals of trading on financial markets. We describe the methods used to search for arbitrage opportunities through statistical indicators and statistical characteristics, which are an integral part of the automatized trading systems. Analysis of the financial market is based on data derived from the interbank market.

Klíčová slova

Devizový trh, arbitráž, spekulace, kniha objednávek, technická analýza, statistické charakteristiky

Keywords

Foreign exchange market, arbitrage, speculation, order book, technical analysis, statistical characteristics

Citace

Novák Vlastimil: Statistické charakteristiky obchodních dat finančního trhu, diplomová práce, Brno, FIT VUT v Brně, 2012

Statistické charakteristiky obchodních dat finančního trhu

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením doc. RNDr. Jitky Kreslíkové, CSc.

Další informace mi poskytl odborný konzultant Michal Kreslík

Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

.....
Bc. Vlastimil Novák
10. května 2012

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval mé vedoucí diplomové práce doc. RNDr. Jitce Kreslíkové, CSc. za cenné rady a poznatky při vypracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Michalu Kreslíkovi za zprostředkování finančních dat a odborné konzultace.

© Vlastimil Novák, ROK 2012

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

Obsah

Obsah	1
1 Úvod.....	4
2 Finanční trhy	5
2.1 Účastníci finančního trhu.....	5
2.2 Funkce finančního trhu	7
2.3 Členění trhu	8
2.3.1 Trhy s drahými kovy.....	8
2.3.2 Peněžní trhy	9
2.3.3 Kapitálové trhy	9
2.3.4 Trhy s cizími měnami	10
2.4 Rizika obchodování na finančních trzích.....	11
2.5 Finanční deriváty	12
2.5.1 Kontrakt typu forward	12
2.5.2 Kontrakt typu futures.....	13
2.5.3 Opční kontrakty	14
2.5.4 Swapové kontrakty	14
3 Forex	16
3.1 Historie vzniku mezinárodního obchodování	16
3.2 Struktura a velikost trhu.....	17
3.3 Kniha objednávek	18
3.4 Zprostředkovatelé devizového obchodu	20
3.5 Obchodní místa.....	22
3.6 Nejvýznamnější obchodníci na trhu Forex	23
3.7 Technická analýza	24
3.8 Automatizované obchodní systémy	27
3.9 Arbitráž.....	27
3.10 Spekulace.....	29
4 Analýza finančních dat.....	31
4.1 Struktura dat.....	31
4.2 Zpracování velkých objemů dat.....	33
4.3 Filtrace dat	34
4.3.1 Hierarchie algoritmů pro filtraci dat	35
4.3.2 Důvěryhodnost kótovaných záznamů	35
4.3.3 Typy chyb v datech.....	36

4.4	Aplikace pro podporu obchodování.....	37
5	Statistické charakteristiky	38
5.1	Homogenní proměnné v časových řadách	38
5.1.1	Cena	38
5.1.2	Rozpětí kurzu měnového páru	39
5.1.3	Změna ceny.....	39
5.1.4	Volatilita	40
5.1.5	Frekvence dat.....	40
5.2	Frekvenční a distribuční funkce.....	40
5.3	Charakteristiky polohy a rozptylu.....	43
5.4	Šikmost	44
5.5	Špičatost.....	45
5.6	Testování statistických hypotéz	46
6	Návrh aplikace	48
6.1	Požadavky.....	48
6.2	Digram případu užití.....	49
6.3	Databáze	50
6.3.1	Návrh indexů	50
7	Implementace	51
7.1	Použité technologie.....	51
7.2	Třívrstvá architektura.....	52
7.2.1	Datová vrstva	52
7.2.2	Aplikační vrstva.....	53
7.2.3	Prezentační vrstva.....	54
7.3	Knihovna statistických charakteristik	54
7.4	Implementace uživatelské rozhraní	54
7.4.1	Obecná nastavení	55
7.4.2	Nastavení serveru.....	55
7.4.3	Nastavení dat	56
7.4.4	Zobrazení statistické charakteristiky.....	57
8	Rozbor statistických metod	58
8.1	Geometrická cena	58
8.2	Rozpětí.....	59
8.3	Změna ceny.....	59
8.4	Volatilita	60
8.5	Frekvence dat.....	61
8.6	Charakteristiky polohy.....	61

8.7	Rozptyl.....	62
8.8	Relativní odchylka.....	63
8.9	Šikmost.....	63
8.10	Špičatost.....	64
8.11	Pokračování projektu.....	65
9	Závěr.....	66

1 Úvod

Lidstvo od nepaměti využívá komodit jako prostředku pro úhradu zboží. V novodobé éře jsou finanční trhy nástrojem bank a obchodníků k zajištění nezbytných toků peněz mezi jednotlivými zeměmi. Bez jejich vzniku by byly státy závislé pouze na vlastní ekonomice a jejich produkce by byla do značné míry omezená, protože by neexistovala možnost exportu zboží do zahraničí. Na zajištění finančních toků a posílení likvidity trhu banky využívají investorů vstupujících na finanční trh za cílem výhodné investice a výtěžku. Bez hlubších znalostí finančního trhu, vlastností a charakteristik měnových párů nelze s uspokojivou pravděpodobností odhadovat budoucí vývoj měnového kurzu a efektivně využívat vzniklé tržní příležitosti.

Principy uvedené v diplomové práci jsou obecně stejné pro všechny druhy finančních trhů, než jen mezinárodní devizový trh, který je předmětem práce. S mírnou úpravou je lze tedy využít i pro kapitálové trhy a trhy s drahými kovy. Vzhledem k stále se zvětšujícímu počtu denních transakcí je dřívější manuální obchodování a párování finančních pohledávek nahrazeno automatickým obchodováním. Toto obchodování se děje na základě strojových příkazů, které mohou vycházet ze statistických ukazatelů o možném budoucím vývoji měnového páru. Hledání statistických charakteristik pro odhalení tržních příležitostí je hlavním tématem této diplomové práce a bude mu v práci věnována její podstatná část. Cílem práce je vytvoření analytického nástroje, který bude navržen tak, aby mohl být využíván analytickými pracovníky působícími na finančních trzích.

Kapitola 2 popisuje základní principy fungování a rozdělení trhu, včetně typu obchodovaných aktiv. Kapitola 3 navazuje na předchozí část a věnuje se pouze úzké šíři trhů, a to mezinárodnímu devizovému trhu – Forex. Dozvíme se o vývoji a vzniku obchodování na mezinárodních trzích, způsobu zapojení jednotlivých účastníků trhu a využití technické analýzy jako nástroj na podporu rozhodování o budoucím vývoji trhu. Následující kapitola 4 seznámí čtenáře s detailní strukturou zprostředkovaných mezibankovních dat, která jsou použita pro následnou analýzu. V závěru kapitoly je uveden způsob uložení dat do databáze. Kapitola 5 popisuje proměnné a statistické charakteristiky, které jsou implementovány v navržené aplikaci. Bližší bude popsán postup testování statistických tezí. Kapitola 6 obsahuje všechny požadavky a specifikace kladené na systém pro analýzu finančních dat. Na samotný návrh aplikace navazuje její implementace a výběr technologií, které jsou uvedeny v kapitole 7. Rozbor statistických metod a dosažené výsledky na podporu rozhodování a budoucím vývoji kurzu měnového páru jsou diskutovány v kapitole 8.

Diplomová práce navazuje na semestrální projekt, kde byla vypracována teoretická část, a věnuje se již návrhu, implementaci a detailnímu teoretickému rozboru statistických metod. Ze semestrálního projektu je převzata v pozměněné podobě kapitola 2 až 5.

2 Finanční trhy

V této kapitole je uveden přehled o základních pojmech z oblasti finančních trhů, zejména o rozdělení trhu, účastnících finančních trhů a vysvětlíme význam arbitráže. Informace uvedené v této kapitole pochází výhradně z literatury [1],[2] a [3].

Finanční trhy patří mezi jedny z nejdůležitějších prvků tržní ekonomiky. Jsou zdrojem pro financování investic, a mají tedy zásadní vliv na činitele hospodářského rozvoje národní a světové ekonomiky. Základním principem finančního trhu je, že na trh přichází držitelé volných peněžních zdrojů a nabízí je těm, kteří se po nich poptávají. Za předpokladu, že se nabídka setká s koupěschopnou poptávkou, je uskutečněna finanční transakce. Důvodem pro přesun zdrojů může být prodej, koupě nebo investice a s ní spojený očekávaný či předpokládaný výnos v budoucnu.

2.1 Účastníci finančního trhu

Prodávající disponující volnými peněžními fondy se setkává na finančním trhu s kupujícím a budoucím uživatelem těchto fondů. Toto spojení mezi kupujícím a prodávajícím probíhá jako *přímé a nepřímé financování*. Přímé financování si lze představit tak, že oba obchodní partneři se setkávají bezprostředně po uzavření obchodní transakce. Tato forma je značně neefektivní a v dnešní době nepoužívaná, protože by bylo nesmírně nákladné, aby obě strany vyhledávaly své obchodní partnery. Tuto negativní vlastnost přímého financování eliminuje financování nepřímé.

Nepřímé financování se uskutečňuje prostřednictvím *finančních zprostředkovatelů*. Jejich úlohou je zajištění sladění zájmů a organizování toku prostředků od obou stran. Zprostředkovatelské služby na novodobých finančních trzích poskytují specializované subjekty, někdy označované jako investiční zprostředkovatelé. Mezi jejich činnosti lze zařadit shromažďování informací o volných peněžních fondech (část majetku hospodářských subjektů v podobě peněžních prostředků), uskutečnění obchodů na účet svých klientů anebo na svůj vlastní účet, působí jako poradci a správci finančních aktiv svých klientů a v neposlední řadě přispívají ke snížení transakčních nákladů. Snížit náklady je možné díky kvalifikovanému přístupu v přesunu aktiv a rozproštění finančních rizik na finančních trzích mezi velké množství transakcí a klientů využívajících zprostředkovatelských služeb.

Další velkou skupinu působící na finančních trzích představují *tvůrci trhu*¹, *arbitrážéři*², *zajišťovatelé*³ a *spekulanti* [1].

Tvůrci trhu jsou na trhu neustále přítomní díky informačním kanálům. Nakupují a prodávají finanční aktiva za veřejně *kótovanou (oznamovanou) cenu nabídky a poptávky*. Aktuální kótovaná cena je cena, kterou na požádání oznámí kótující strana jinému účastníku trhu a za kterou je tato

¹ V Angličtině je užíván termín - Market Makers

² V Angličtině je užíván termín - Arbitrageurs

³ V Angličtině je užíván termín - Hedgers

kótující strana ochotna prodat nebo koupit finanční aktiva. Finanční aktiva nemusí představovat nutně pouze peníze, ale tento pojem označuje i majetkové cenné papíry a dlužní instrumenty. Pro majetkové cenné papíry je typické, že slouží jako doklad o vlastnictví. Vlastníkovi náleží práva na výnosech a podílech ze zisku. Dlužní instrumenty zaručují majiteli navrácení peněz z předem dohodnuté platby o půjčce s definovanou dobou plnění a úrokem. Všechna finanční aktiva jako valuty, cenné papíry, úvěry a další finanční instrumenty lze zařadit do jedné z výše uvedených kategorií.

Tvůrci trhu vytváří dostatečně velkou zásobu finančních aktiv. Jeden z jejich hlavních zdrojů příjmu je výnos z nákupu a prodeje, protože cena nabídky je vždy zpravidla nižší než cena, za kterou jsou ochotni aktiva nakoupit.

Další z důležitých skupin účastníků finančního trhu jsou arbitrážeri. Arbitráž je prodej a nákup téhož finančního aktiva v jeden moment na rozdílných trzích za odlišnou cenu. Arbitrážer této skutečnosti využívá ve svůj prospěch, kdy se nakupuje a prodává tak, aby byl pro něj cenový a výnosový rozdíl kladný. Cena finančního aktiva na finančních trzích se pohybuje vždy okolo reálné hodnoty v oscilačním pásmu. Záleží vždy na aktuální nabídce a poptávce a transakčních nákladech. Tím je vytvořeno *arbitrážní pásmo*. Jakmile klesne tržní cena pod toto pásmo, arbitrážer automaticky vytváří při nákupu zisk, protože nakoupil aktiva pod jejich skutečnou cenou. Důvodů pro prodej finančních aktiv pod jejich hodnotou může být několik. Nejčastěji tomu je z důvodu závazků se splatností pohledávek a neodkladných finančních příkazů. Opačná situace nastává při nedostatku finančního aktiva, kdy cena přesáhne arbitrážní pásmo. V tento okamžik je vhodné aktivum prodat a nakoupit jej zpět až cena klesne pod arbitrážní pásmo. V případě ideálního finančního trhu by byly ceny na všech místech finančního trhu shodné, ale tak tomu ve skutečnosti není. Arbitrážeri přispívají ke zmenšování cenových rozdílů a vytváří rovnoměrné ceny na finančních trzích [1].

Mezi účastníky trhu jsou i zprostředkovatelé, kteří se specializují na předcházení rizika spojeného se znehodnocením finančních aktiv. Rizika vznikají během nákupu, či během prodeje finančního aktiva a následného poklesu nebo zvýšení ceny. Zajišťovatelé využívají obchodů s termínovanými kontrakty (deriváty) na budoucí dodávky sjednávané v současnosti, aby vytvořili dlouhodobé portfolio aktiv. Jejich výnosnost plyne ze vzestupu cen termínovaných kontraktů.

Poslední uvedenou skupinou jsou spekulanti vstupující na finanční trh, aby využívali příznivé pohyby cen. Provádí obchody založené na odhadech a předpovědích. Nejedná se vždy jen o experty, kteří mají znalosti o pravděpodobném vývoji trhu, ale patří sem i lidé, jež chtějí zkusit štěstí s výhodným nákupem aktiva. Nakupují v očekávání vzestupu ceny a prodávají v očekávání poklesu cen. Obchodování spekulantů se děje mnohdy v krátkých intervalech, kdy otevírají a uzavírají své pozice. Uzavření pozice znamená, že pasiva jsou rovna aktivům. Výrazně udržují likviditu trhu.

Likvidita je ekonomický termín používaný pro schopnost zakoupení nebo prodeje finančního aktiva, aniž by to znamenalo významný pokles nebo vzestup ceny. Na likvidním trhu lze prodávat rychle a s minimální ztrátou hodnoty daného aktiva. Zjednodušeně lze říci, že na likvidním trhu je vždy v daném okamžiku dostatečné množství nabídek ke koupi i prodeji. V případě spekulantů je

likvidita zajištěna dostatečným množstvím oboustranně spekulujících obchodníků. Jedni spekulují s vzestupem cen a druzí naopak s jejím poklesem.

Nyní, když jsme si vyjmenovali všechny účastníky finančního trhu, nás bude zajímat, kdo zastupuje jednotlivé strany. V první řadě jsou to depozitní a úvěrové instituce. Do této skupiny spadají banky, spořitelny, záložny a jiná úvěrová zařízení. Do další velké skupiny patří pojišťovny, fondy soukromého nebo veřejnoprávního typu. Ve zbývající části jsou zastoupeny investiční společnosti, které proměňují nashromážděné finanční prostředky do finančních aktiv [2].

2.2 Funkce finančního trhu

Trh jako takový je vždy nedílnou součástí národní i mezinárodní ekonomiky. Představme si, jak by bylo možné realizovat nákup zboží z ciziny, kdyby nebyla reálná a efektivní cesta jak směnit finanční aktiva pro realizaci nákupu. Z toho vyplývá účel finančního trhu a to, že zastupuje soustavu vztahů a nástrojů umožňujících rozmísťování a přerozdělování dočasně volných peněžních prostředků podle aktuální nabídky a poptávky.

Peníze jsou chápány jako jeden z ukazatelů bohatství. Vkládáním peněžních úspor do finančních aktiv plní trh depozitní úlohu. Transakce probíhá prostřednictvím nákupu finančních produktů. Nejstarší a zároveň nejběžnější formou zhodnocení peněz je ukládání peněz do bank a spořitelen. Opačnou formou je funkce úvěrová, kdy je investice realizována poskytnutím úvěru produktivním příjemcům. Banky vytváří profit z přerozdělení depozitních prostředků na pokrytí úvěrů jednotlivých stran [1].

Investor klade nároky na zvýšení nebo zachování hodnoty peněz, které investoval. S těmito prostředky musí být zacházeno efektivně a předpokládá se jejich svěřením do subjektů, které jsou vysoce produktivní a ziskové. Aktuální cena, za kterou investor prodává volné peněžní zdroje na finanční trh, je jeho výnosem. Výnosy z investování do finančních aktiv jsou podmíněny rozhodováním a chováním spořičích subjektů. Veškerá rozhodnutí musí směřovat k zvýšení produktivnosti a zajištění výnosnosti investic.

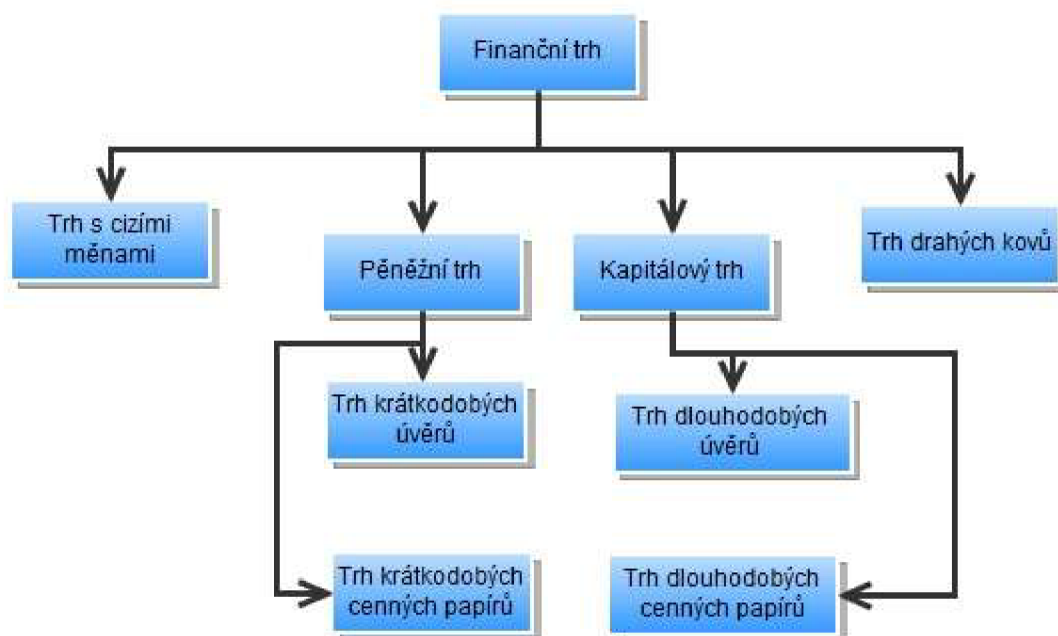
Ceny na finančních trzích pomáhají poskytovat cenné informace účastníkům trhu o aktuálních očekávaných výnosech, možných rizicích a činitelích pro tvorbu dalších cen. Trh reaguje nesmírně rychle na veškeré informace a toho lze s úspěchem využívat. Na tržní ceně se podílí historické, ale taky současné veřejně přístupné informace. Oznámení výročních zpráv podniků, analýza jejich hospodaření a informace v odborném tisku působí jako jeden z rozhodujících faktorů pro investory. Není pravidlem, že vždy musí být cena tvořena pouze veřejnými informacemi, ale mohou v ní být skryty neveřejné informace, které lze analyzovat, a tak předpovídat pohyb na základě poznatků o budoucím vývoji finančních toků. Dokonalé pochopení trhu a zajištění správných zdrojů pro efektivní rozhodování má zásadní vliv pro působení na finančním trhu.

Stěžejním prvkem finančního trhu je jeho likvidita a s tím související schopnost rychle a pohotově proměňovat s minimálními náklady peněžní prostředky na finanční aktiva a naopak mít možnost přeměnit finanční aktiva na peněžní prostředky. Likvidita finančního trhu přináší držitelům volných peněžních prostředků prospěch ve schopnosti rychle přistupovat na trh s minimálními náklady, nebo měnit finanční aktiva dle požadavků na výnosnost a dobu splatnosti.

V důsledku předvídaní možných nežádoucích rizik přicházíme na finanční trh se specifickými požadavky. Jedná se o pojištění osobních, věcných nebo majetkových rizik. Nikdy nemáme jistotu, kdy a v jakém rozsahu mohou tato rizika nastat. Jejich zajištění probíhá prostřednictvím termínovaných kontraktů. Zprostředkovatelé nabízí uživatelům rozsáhlé portfolio finančních aktiv jako metodu řízení pojištění proti vzniku rizika [2].

2.3 Členění trhu

Ačkoliv můžeme trh porovnávat podle mnoha hledisek, tak především vycházíme z toho, jaká finanční aktiva se na finančním trhu obchodují. Rozdělení trhu znázorňuje Obrázek 2.1. Peněžní a kapitálové trhy se dále dělí dle doby uzavírání obchodů. Trh krátkodobých cenných papírů spolu s trhem dlouhodobých cenných papírů tvoří globální *trh cenných papírů*.



Obrázek 2.1 Schéma členění finančního trhu [2]

2.3.1 Trhy s drahými kovy

Na trzích s drahými kovy se nejčastěji obchoduje se zlatem a stříbrem, ale i dalšími cennými kovy jako platina a paladium. Nejvýznamnější světové trhy jsou umístěny v Londýně. Mezi nejdůležitější obchodníky na těchto trzích patří obchodní banky. V důsledku jistění před riziky spojenými s finanční

krizi začínají tyto trhy nabývat na velké popularitě a objemu obchodování díky stabilitě své ceny. Investory láká fakt, že cenné kovy neznehodnocuje inflace ani výkyvy na světových trzích. Obchodování se zlatem se liší od ostatních v možnostech investice do fyzické podoby zlata i podstatně dražších zlatých mincí a odličků [2].

2.3.2 Peněžní trhy

Pro peněžní trhy je charakteristická krátkodobost uzavírání obchodů. Doba splatnosti bývá ve většině případů jeden rok. Výnosnost jednotlivých investic není vysoká, ale tento nedostatek je vyvážen nízkým rizikem a poměrně vysokou likviditou trhu. Firmy, podniky, ale i domácnosti přicházejí na trh s potřebou zajištění provozního kapitálu, nebo poskytnutí krátkodobého úvěru. Instrumenty (produkty) peněžního trhu jsou uvedeny v jediné měně [1].

Krátkodobé hotovostní i bezhotovostní úvěry poskytují banky nebo jiné licencované instituce. V souvislosti s dodávkou služeb mohou jednotlivé organizace poskytovat i úvěry samy mezi sebou. Do skupiny krátkodobých úvěrů řadíme vklady od obyvatelstva, podniků nebo obcí ukládané u obchodních bank.

Na trhu s krátkodobými cennými papíry ekonomické subjekty oslovují zájemce ve formě směnek, depozitních certifikátů obchodních bank, poukázek centrálních bank apod. Obchod se realizuje přímo, nebo prostřednictvím specializovaných institucí.

2.3.3 Kapitálové trhy

Obdobně jako peněžní trh lze kapitálový trh vymezit jako trh pro obchodování s dlouhodobými finančními instrumenty. Jsou poskytovány formou dlouhodobých úvěrů a cenných papírů. Riziko každé investice se odvíjí od délky její životnosti. Protože na kapitálovém trhu se jedná o investice dlouhodobého charakteru, výnosnost je mnohem větší než na peněžním trhu.

Úvěry jsou zpravidla poskytovány bankami a jinými finančními institucemi. Mezi bankovní úvěry jsou řazeny i dlouhodobé vklady od držitelů volných peněžních prostředků do bankovních institucí. Naopak banky či jiné instituce poskytují dlouhodobé úvěry osobám s nedostatkem finančního kapitálu. Vzhledem k míře zapůjčených peněžních prostředků jsou tyto investice ručeny dalšími osobami, popřípadě nemovitým majetkem. Smluvní podmínky jsou vysoce individuální. Záleží na obchodované peněžní částce, době splatnosti, poskytovaných zárukách, výši rizikovosti a způsobu úhrad závazků.

Z pohledu možných obchodních příležitostí je zajímavější trh s cennými papíry. V porovnání s trhem dlouhodobých úvěrů dosahuje větší pružnosti a likvidity. Likvidita je zajištěna tím, že vlastník nemusí být držitelem po celou dobu životnosti, ale kdykoliv může vstoupit na trh a prodat je. Je to výhodné pro investory, kteří přicházejí na trh, aby docílili vyššího zhodnocení, než jim poskytuje peněžní trh. Mezi nejvýznamnější obchodované cenné papíry patří akcie a dlouhodobé

dluhopisy (obligace). Struktura a charakteristiky cenných papírů jsou popsány zákonnými normami. Trh je rozdělen podle toho, zda se mohou obchodování zúčastnit všichni potenciaální zájemci, na *trh veřejný a neveřejný*. Na neveřejných trzích probíhají pouze smluvní obchody mezi jedním nebo více zájemci za individuálně stanovených podmínek [3].

Mezi nedílnou součástí veřejného finančního prostředí s cennými papíry patří *burzy*. Jejich činnost spočívá v agregování všech veřejných nabídek a poptávek, párování odpovídajících obchodních příkazů. Přispívají ke vzniku spravedlivých tržních cen označovaných jako *kurzy*. Obchodní podmínky pro obchodování na burzách jsou přesně vymezeny a každý, kdo chce vstupovat na tento trh, je musí dodržovat. Obchodování probíhá ve stanoveném čase a ve specifickém množství daného finančního aktiva. Mezi další regulace náleží způsob, jakým se subjekty vypořádávají pro realizaci obchodu.

Organizované burzovní trhy jsou silně regulovány zákony, a proto se zde obchoduje pouze s určitou částí cenných papírů. Zbylá část se obchoduje na trzích neorganizovaných. Neorganizované trhy tyto požadavky a regule splňovat nemusí. Název pro tento způsob obchodování je převzat z anglického termínu *Over the counter markets*⁴ a lze jej doslova přeložit jako „prodej přes přepážku“. Obchodní podmínky provedení obchodu jsou sjednávány a realizovány individuálně pro každou obchodní transakci. Obchod je realizován prostřednictvím jednoho z informačních kanálů a systémů, jimž jsou významné instituce propojeny. Vztahy jsou vždy založené na důvěře, profesionalitě a dodržování dlouhodobých uznávaných konvencí. Nedostání svým závazků může být jedním ze signálů pro změnu obchodního partnera. Neorganizované trhy šetří partnerským stranám náklady spojené s regulami na organizovaných trzích a zároveň umožňují obchodovat za podmínek, které oběma stranám lépe vyhovují. Obdobný mimoburzovní obchod je využit i na trzích s cizími měnami, které jsou výchozím tématem pro tuto diplomové práci [3].

2.3.4 Trhy s cizími měnami

Trhy s cizími měnami dělíme do dvou hlavních kategorií na *Trhy devizové* a *Trhy valutové*. Devizový trh je místem, kde subjekty poptávají nebo nabízejí cizí měnové prostředky v bezhotovostní formě – *Deviza*. Jejich výměnou dochází k tvorbě kurzů. Obchodů se zúčastňují především dealeři centrálních bank, dealeři investičních fondů a zprostředkovatelé devizových operací. Zprostředkovatelé jsou důležitým prvkem pro zapojení spekulantů a arbitrážerů do obchodu na devizových trzích. Na devizových burzách se obchodují především termínové devizové obchody. Obchody promptní, jež se realizují zpravidla do dvou dnů po uzavření transakce, jsou obchodovány na neorganizovaných mimoburzovních trzích [2].

⁴ V Angličtině je užívána zkratka - OTC markets

Na valutových trzích se obchoduje s hotovostními formami cizích měn ve formě bankovek a mincí. Trhy mají význam maloobchodního charakteru a nejčastější formou jsou směnární. Slouží lidem pro zajištění valut na cestování a nákup v zemích s odlišnou domácí měnou. Kurz se odvíjí od devizového kurzu, ale jsou zde mnohem větší náklady, které mají vliv na koncového zákazníka ve formě značně horšího kurzu. Kurz lze vyjednat i individuálně v závislosti na odebraném množství valut.

2.4 Rizika obchodování na finančních trzích

S každou investicí uskutečněnou na finančních trzích se podrobujeme riziku a případné ztrátě vloženého kapitálu. Riziko je odvozeno od očekávané výnosnosti jednotlivých investic. Pro investora je mnohdy náročným, ale nicméně nutným úkolem identifikovat všechna rizika a na jejich základě zvážit realizaci investice.

Hlavním rizikem obchodování s cennými papíry a měnami je *riziko události*. Toto riziko souvisí s ohlašováním mnohdy významných, nebo nepříznivých událostí, které mohou negativně ovlivnit kurzy a ceny cenných papírů. Dopad události je závislý od psychologického vnímání a posuzování investory na finančním trhu. Automatické systémy obchodující na finančním trhu, o kterých bude psáno v další kapitole, jsou po dobu události odpojeny, nebo ponechány pouze v testovacím režimu, aby bylo možné vyhodnotit schopnost reakce systému na tyto události. Každá z událostí jako ohlášení vývoje úrokových sazeb, změna legislativy v oblasti finančního trhu, pohyby tržních úrokových měr nemusí mít globální vliv na všechny trhy, ale mohou ovlivňovat pouze úzký segment trhu [2].

Při nebezpečí, že investor a držitel finančního instrumentu nebude moci přeměnit držbu finančního aktiva zpět na peněžní prostředky za odpovídající cenu ve standardní velikosti, se podrobuje *riziku ztráty likvidity*. Riziko bývá spojeno s konkrétními finančními instrumenty. Na měnových trzích se s tímto rizikem setkáme při obchodování s málo likvidními měnami. Investor je donucen snížit cenu pod skutečnou hodnotu, aby mohl uzavřít své obchodní pozice, to je jeden z důvodů, proč se spekulanti a arbitrážéři vyhýbají těmto měnám. Riziko ztráty likvidity může být spojeno s *měnovým rizikem*, které vzniká negativně ovlivňovanými změnami kurzů mezi měnou tuzemskou a měnami, ve kterých jsou předmětné kurzy obchodovány [2].

Posledním uvedeným rizikem je *riziko operační*. Toto riziko hlavně pramení z lidského pochybení a možnosti zavedení chyb do komunikačních kanálů. Obchody, jež nejsou prokazatelně vedeny v dobré víře mezinárodního obchodu, jsou rušeny a navraceny do původního stavu. Při obchodování chybné transakce, kde není chyba jednoznačná, je na smluvní dohodě obou stran, jak přistoupí k odstoupení od obchodu, popřípadě vypořádání a uzavření finanční transakce.

Samotné riziko představuje i způsob, jakým investujeme na finančních trzích. V investování a jištění platí pravidla *diverzifikace investičního portfolia*, neboli nevsázet vše na jednu kartu. Ať už se

jedná o akcie nebo měnové kurzy, všechny se nachází ve svých dlouhodobých cyklech. Pokud investujeme pouze do jednoho druhu finančního aktiva, vystavujeme se velkému riziku, že v případě nerozvážené investice přijdeme o vše. Mnohem jistější strategií je investici rozložit mezi víc aktiv, které na základě jejich vývoje budeme sledovat a přerozdělovat tak, abychom dosáhli nejvyšší možné výnosnosti. Obdobné principy platí u hry rulety, kde sázka veškerého kapitálu na jednu možnost, představuje největší možné riziko. Zatímco rozdělení finančního kapitálu po hracím poli snižuje rizikovost naší sázky. V investiční praxi platí, že každá investice je závislá na více rizicích, proto je vhodné strategii přizpůsobit nákupu finančních instrumentů, jejichž vlastnosti jsou odlišné. Vytvořením různorodého (diverzifikovaného) portfolia se rizikovost sníží [2].

2.5 Finanční deriváty

V předcházejících kapitolách jsme narazili na operace, které mají podobu přímého obchodu, nebo obchodu s předem stanovenou dobou plnění vypořádání. Na finančních trzích rozlišujeme dva hlavní druhy finančních transakcí, a to *spotové a termínové operace*. Spotové operace jsou obchody, jejichž vypořádání probíhá ihned po uzavření obchodu. Termín ihned není přesný, protože ve skutečnosti povinnost uzavření obchodu je stanovena do dvou pracovních dnů, pokud není specifikováno tržními regulami jinak. Důvodem pro zavedení časového intervalu splatnosti je fakt, že zahraniční transakce není možné uskutečnit v ten samý den z důvodu existence časových pásem [3]. Ceny spotových operací odráží okamžité vlivy, které působí na finanční trh a zásadně se tak mohou během roku měnit. Růst ceny pro majitele komodity emituje zisk, naopak pokles ztrátu. Jako jistění proti ztrátám byly vytvořeny termínové obchody, které jsou dnes vnímány jako synonymum pro *deriváty*.

Termínové obchody jsou takové, jež jsou sjednány v okamžiku podpisu kontraktu, ale jejich plnění nastane až po uplynutí sjednané doby od podpisu smlouvy. Primárním účelem termínových kontraktů je jejich *zajišťovací funkce* proti změně ceny aktiva. Postupem času, kdy se začalo spekulovat nad případnou slabou úrodou, nebo změnou devizových kurzů, vzniklá i druhá *spekulativní funkce*. Zajišťovatelé objevili, že pomocí těchto operací lze generovat mimořádné zisky, kromě klasické předmětné činnosti zajištění. Tato skutečnost měla za následek růst spekulativních obchodů. Dnes je na trzích 95% operací spekulativních a pouze 5% slouží k reálnému jistění pozice za nákladově přiměřenou cenu [3]. Další z operací, k čemu lze deriváty využít, je arbitráž.

2.5.1 Kontrakt typu forward

Kontrakt typu „forward“⁵ patří mezi jedny z nejstarších nestandardizovaných termínovaných operací. Předmětem obchodu je vždy množství, kvalita, sjednaná cena datum a způsob zaplacení aktiva [2]. Jedná se o pevně termínované obchody s nestandardizovaným způsobem obchodu, které nejlépe

⁵ Termín převzatý z angličtiny nemá u nás v současné době český ekvivalent, proto jej budeme používat v původní podobě.

vystihují potřeby obou stran. Většina obchodů je realizována na mezibankovním trhu bez přítomnosti třetích stran, které by garantovaly dodržení smluvních podmínek. Vzniká úvěrové riziko, že nakupující nebude schopen zaplatit nebo prodávající nedodá aktivum včas, proto je nejčastěji využívají partneři, kteří spolu dlouhodobě spolupracují. Při výpočtu forward měnového kurzu postupujeme následovně:

$$FR_{CZK/USD} = \frac{SR_{CZK/USD} * \left(1 + \frac{IR_{CZK}}{100} * \frac{t}{360}\right)}{\left(1 + \frac{IR_{USD}}{100} * \frac{t}{360}\right)} \quad (2.1)$$

Výpočet forward kurzu $FR_{CZK/USD}$ je závislý od spotového kurzu české koruny k americkému dolaru $SR_{CZK/USD}$ a jednotlivých úrokových sazeb české koruny (IR_{CZK}) a amerického dolaru (IR_{USD}). Forwardový kurz je stanoven pro počet dní (t), na který je forward sjednán. Pokud za dané období přesáhne spotová cena úvěrovou sazbu, generuje vlastník forwardové operace zisk oproti běžnému spotovému nákupu [2].

2.5.2 Kontrakt typu futures

Hlavní nevýhodou forwardových operací je, že neexistuje třetí strana, která by chránila obě strany před nesplněním svých smluvních závazků. Ty jsou eliminovány deriváty – „futures“⁶ (termínový obchod). Jedná se o standardizované obchody, které jsou obchodovány na derivátových burzách [2]. Standardizace vyplývá z toho, že je jasně burzou definován druh a množství aktiva, cena, datum vypořádání (v řádech měsíců a v některých případech až dvou let), způsob a místo vypořádání a nakonec i způsob, jak jsou obě strany chráněny proti úvěrovému riziku. Jako ručitel a organizátor obchodu vstupuje sama burza v pozici *zúčtovacího centra*⁷. Na trhu je protistranou jak prodávajícimu tak nakupjícimu a jednotlivé smluvní strany mohou zůstat po dobu obchodu v anonymitě. Burza má svůj zúčtovací fond, do kterého každý nakupující vkládá *počáteční kapitál*⁸ pro nákup ať již komodity, cenných papírů nebo deviz. Ze všech vkladů vytváří burza podstatnou část svého fondu. Počáteční vklad je závislý od druhu obchodovaného aktiva na burze. Na burze se sleduje každý den aktuální spotová cena. Mezi nakupující a prodávající stranou probíhá denní vypořádání rozdílu spotové ceny podkladového aktiva a sjednanou cenou futures. Pokud je cena futures vyšší než spotová cena, na účet prodávajícího se přičítá zisk a nakupující straně bude tato částka strhnuta z jeho počátečního kapitálu. Po poklesu aktuálního kapitálu pod udržovací marži, je nakupující vyzván, aby tuto marži doplnil na velikost počátečního kapitálu. Nestane-li se tak do 24 hodin, bude jeho pozice uzavřena a zúčtovací centrum najde jinou protistranu pro obchod. Stejný postup je uplatňován, pokud

⁶ Překlad anglického termínu nevystihuje jeho plnou podstatu, protože zahrnuje v sobě i ostatní finanční deriváty, a to je důvod proč se na něj budu v dalších kapitolách odkazovat v původní podobě.

⁷ V Angličtině je užíván termín - Clearing house

⁸ V Angličtině je užíván termín počáteční marže – Initial margin

je vyčerpána velikost počátečního kapitálu nakupujícího vlivem změny aktuální spotové ceny. Nakupující straně je ihned uzavřena její obchodní pozice. Opačně je tomu v případě, kdy je vývoj aktuální spotové ceny nižší, než je sjednaná cena futures. Nakupující inkasuje zisk a prodávající ztrátu. Každodenním vypořádáváním je realizováno jištění proti riziku. Vypořádání obchodního kontraktu probíhá několika způsoby. Prvním méně častým způsobem je vyčkání na ukončení doby platnosti futures. Mezi nakupující stranou a majitelem futures dojde k finančnímu a fyzickému vypořádání. Dalším způsobem, kterým končí 95% všech obchodů, je prodej futures za aktuální spotovou cenu. Poslední možnost představuje mimoburzovní vyrovnání. Cena futures je tvořena a odvozena od tržní ceny, výnosnosti, doby trvání, úrokových cen a transakčních nákladů, které inkasuje zúčtovací centrum [2].

2.5.3 Opční kontrakty

Opce jsou dalším z derivátů, které ale oproti jiným dávají majiteli právo využít kontraktu. Nejedná se tedy o závazek, ale o pouhou možnost. Vypisovatel opce má ovšem povinnost dostát svým závazkům vyplývající z opce. Opce patří mezi standardizované obchody, které se dělí na *kupní a prodejní opci*. U kupní opce má majitel podkladového aktiva právo nakupovat v sjednaném čase za dohodnutou cenu. Vypisovatel opce má povinnost v případě uplatnění kontraktu prodat aktivum za sjednaných podmínek. U prodejní opce je tomu opačně. Majitel opce má právo prodat sjednané aktivum ve sjednaný čas, ale vypisovatel opce má povinnost koupit aktivum za sjednaných podmínek. Cena, za kterou se opce prodává, se nazývá *opční prémie*. Důvodem k přistoupení k obchodu je spekulace s cenou obchodního aktiva, kdy je mnohdy pro druhou stranu lepší propadnutí opce, než její realizace. Naopak pro nakupujícího opce představuje jištění před riziky spojenými se změnou tržní ceny. Podle data uplatnění se opce dělí na *evropskou a americkou*. Evropský druh opce se uplatňuje v den expirace, zatímco americkou opci lze uplatnit kdykoli od data obchodu až do vypršení sjednané lhůty. Pokud je opce vypsána s podmínkami uplatnění, mluvíme o tzv. *exotické opci*, kde je definován existenční limit opce [4].

2.5.4 Swapové kontrakty

Swapy jsou termínovanou smlouvou určenou k výměně mezi nakupující a prodávající stranou. Výměna probíhá nad specifickým podkladovým aktivem za předem stanovených podmínek. Podmínky jsou stanoveny přesně dle dohody obou stran, proto se jedná o nestandardizované obchody, které jsou prováděny smluvně mezi účastníky, nebo na mimoburzovním trhu. Rozlišujeme tři hlavní druhy swapových operací, a to *úrokové swapy*⁹, *měnové úrokové swapy*¹⁰ a *devizové swapy*. Podstatou úrokových swapů je závazek dvou smluvních stran na převedení finančních toků úrokových plateb.

⁹ V Angličtině je užíván termín - Interest rate swaps

¹⁰ V Angličtině je užíván termín - Cross currency interest rate swaps

Mezi oběma stranami se vyměňují především pevné a variabilní platby z finančních instrumentů, čímž banky optimalizují objem svých aktiv a pasiv. Měnové úrokové swapy probíhají obdobným způsobem, ale s rozdílem, že smluvní strany vyměňují úrokové platby denominované ve dvou různých měnách. Na začátku transakce dochází k výměně nominálních hodnot obou měn ve formě jistin a dále je již po dobu trvání kontraktu vyplácena protistraně pevná nebo variabilní úroková platba. V okamžiku vypršení platnosti kontraktu dojde ke zpětné výměně jistin.

Devizové swapy jsou mírně jinak koncipovány a skládají se ze spotové a reverzní forward operace v jednom čase [4]. Během kontraktu neodvádí žádná strana úrokové platby, ale zpětný prodej proběhne za předem definovanou termínovanou cenu deviz. Kontrakt je bilančně neutrální, protože spojuje nákup jedné měny s jeho časově omezeným odprodejem nebo opačně odprodej jedné měny s časově omezeným nákupem. Účelem operace je případné jištění proti změně spotové ceny deviz, ale také posun splatnosti závazně sjednaného obchodu v čase. Naopak banky využívají swapů pro pokrytí dočasného nedostatku likvidity v určité měně [4].

3 Forex

Mezinárodní obchodní systém pro směnu cizích měn nazýváme *Forex* (Foreign Exchange Market), někdy označovaný jako Mezinárodní devízový trh. Díky objemu obchodů, které jsou provedeny bankami, investory a dealerskými společnostmi, se stal nejlikvidnějším finančním trhem světa. Forex nelze považovat za burzovní trh, protože nemá centrální sídlo a všechny obchody se uskutečňují elektronickým bankovním systémem, kde se směňují aktiva v různých měnách. Hlavním účelem výměny cizích měn je podpora mezinárodního obchodu a investování.

Literatura pro tuto kapitolu byla převážně čerpána ze zdrojů [4], [6] a [7]. Další zdroje použité v této kapitole jsou uvedeny přímo v následujících podkapitolách.

3.1 Historie vzniku mezinárodního obchodování

V historii každého národa nalezneme zmínku o směnném obchodu. Obchodníci a zemědělci prodávali a směňovali na trhu úrodu k nákupu nutných surovin pro jejich život. Nepoměrem ceny jednotlivých komodit k jejich váze a objemu byli donuceni používat mnohem flexibilnějšího systému platby pomocí drahých kovů, a to převážně stříbra a zlata. Stříbro dosáhlo největšího oběhu kovových peněz v historii a v některých zemích se stříbrnými mincemi platilo až do konce 19. století. Zlato bylo pro svou cenu používáno převážně pouze pro velké obchody. Stříbrné mince byly raženy v odlišných velikostech o různé nominální hodnotě a nutně to tedy předznamenalo vývoj *bimetalického systému*. Specializované autorizované mincovny pověřené státními úřady sloužily ke směně zlata a stříbra za mince. Jednotlivá cena drahých kovů se lišila a pro vytvoření stabilního trhu byl ujednáán zákonem stanovený kurz. Ten byl ujednáán v sedmdesátých letech 19. století pro zlato a znamenalo to pozvolný přesun k *mono metalickému zlatému standardu*. Zlato se stalo hlavním cenným kovem pro směnu jednotlivých cizích měn. Po první světové válce se určilo standardem zlaté devízy, že lze mezi sebou přímo měnit měny, které jsou směnitelné za zlato. Konec druhé světové války znamenal počáteční vývoj mezinárodního měnového fondu, protože na základě Bretton-Woodské dohody si směnitelnost měny na zlato vyžádala pouze USA a pouze pro vnější účely. Posledním krokem k přechodu na systém směn, jak jej známe dnes, učinil americký prezident Richard Nixon, když odmítl plnit americký závazek prodávat ostatním centrálním bankám dle dohody o Mezinárodním měnovém fondu. K rozhodnutí byl donucen vzhledem k celkovému ekonomickému vývoji ve světě [5].

Trh Forexu byl založen v roce 1971 a obchodovaly se na něm pevné devízové kurzy jednotlivých měn. Mezi prvními účastníky trhu jsou hlavně centrální banky, nadnárodní bankovní domy a významné investiční společnosti. Malá důvěra a nízká zodpovědnost vůči americkému dolaru způsobila zahlcení sumami amerických dolarů a systém pevných devízových kurzů se zhroutil [5]. Začala nová éra podoby devízového trhu, kde je kurz jednotlivých devíz určen hlavně aktuálním

ekonomickým vývojem. Dalšími z faktorů podílejících na tvorbě devizového kurzu jsou chování jednotlivých subjektů na finančním trhu a fundamentální faktory [3].

3.2 Struktura a velikost trhu

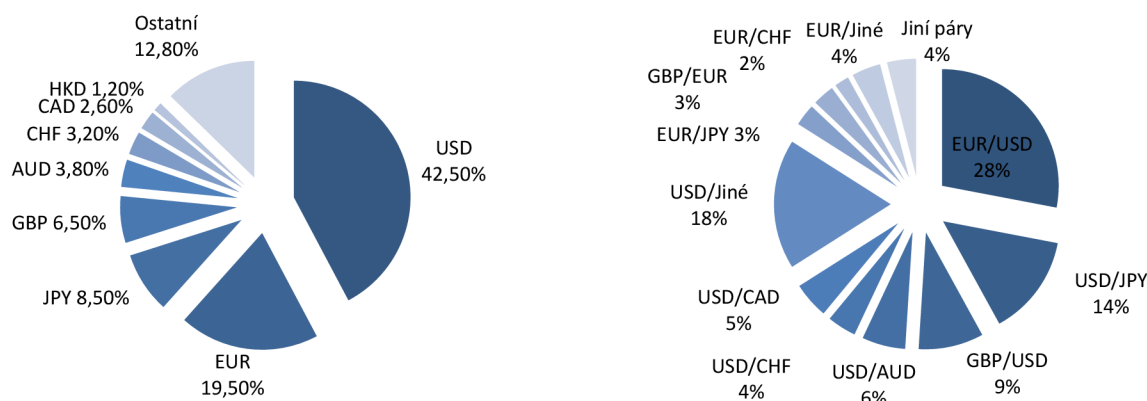
Mezinárodní devizový trh patří mezi největší trhy svého druhu na celém světě. V roce 1998 činily celosvětové denní obraty trhu 1500 miliard amerických dolarů. Dnes již dosáhl denní obrat astronomické hodnoty 4000 miliard dolarů.

Finanční instrument	1998 [mld. \$]	2001 [mld. \$]	2004 [mld. \$]	2007 [mld. \$]	2010 [mld. \$]
Spotová transakce	568	386	631	1005	1490
Forward	128	130	209	362	475
Devizové swapy	734	656	954	1714	1765
Měnové úrokové swapy	10	7	21	31	43
Opce a jiné	87	60	119	212	207
Celkem	1705	1505	2040	3370	3981

Tabulka 3.1 Podíl denních obrátů na FX trhu [8]

Obchody jsou prováděny mimoburzovně OTC a obchodování je dostupné pro účastníky trhu v pracovní dny 24 hodin denně. Největší podíl na trhu měly v roce 2010 swapové a forward operace, které dosáhly podílu 56,3 % trhu, následované spotovými v podílu 37,4 % a posledními opcemi a úrokovými swapy v podílu 6,3%. Oproti roku 2007 zaznamenáváme u spotových operací nezanedbatelného růstu, který lze přiřadit intenzivnějšímu zájmu o směny deviz jak ze strany spekulantů, tak i investorů a bank.

Nejvíce obchodovanou měnou na celém světovém trhu se stal z historických důvodů americký dolar. Transakce s devizy jsou vedeny v *měnových párech*, které denotují nákup jedné měny oproti prodeji měny jiné, a vyjadřují *měnový kurz*. Když uvažujeme o zvýšení ceny amerického dolaru, je nutné se ptát oproti jaké měně. Vzájemná vazba měnových párů je patrná z toho, že pokud hodnota první měny vzroste, zároveň i druhá uvedená oproti první klesne. Nejobchodovanějším a zároveň nejlikvidnějším měnovým párem je americký dolar vůči euru (USD/EUR). Přehled obchodovaných měn a párů znázorňuje Obrázek 3.1. Každá z národních měn má třípísmennou zkratku určenou mezinárodní standardizační organizací ISO [11].



Obrázek 3.1 Přehled nejobchodovanějších měn a měnových párů v roce 2010 [8]

Zápis kotace zahraničního kurzu na devizových trzích je uveden ve tvaru A/B. První místo přísluší kotované měně a na místě druhém je měna, ve které je kurz vyjádřen s informací kolik jednotek odpovídá jednotce kotované měny [4]. Kotace měnového kurzu na mezibankovním trhu je uvedena na pět číslic. Dle tržních konvencí určuje kotovanou měnu pravidlo seniority. Konvence vzešla z roků uváděných tradičně silných měn proti slabším, kde jsou silnější měny zapsány na prvním místě. Britská libra má největší senioritu, a proto je vždy kotována pro ostatní měny (př. GBP/USD). Druhá největší seniorita náleží euru a až na britskou libru je vždy kotovanou měnou (př. EUR/JPY). Třetí úroveň seniority má americký dolar a pro ostatní měny s nižší senioritou představuje kotovanou měnu (př. USD/JPY). Obchodování na devizovém trhu probíhá proti některé z hlavních měn s velkou úrovní seniority. Dvě měny s nízkou senioritou se vůči sobě obvykle neobchodují z důvodů nízké likvidity trhu, ale převádí se přes některou z majoritních měn pomocí křížového pravidla (2.2).

$$A/C = \frac{A}{B} \cdot \frac{B}{C} \quad (2.2)$$

3.3 Kniha objednávek

Moderní obchodování na finančních trzích je úzce propojeno s elektronickými systémy, které slouží jako informační a obchodní kanál mezi jednotlivými bankami. Tento elektronický systém má na starosti párování jednotlivých transakcí mezi nakupující a prodávající stranou. Každá strana vstupuje na trh s různými požadavky na cenu, velikost a podobu transakce. Nakupující a prodávající umísťují své *příkazy* do fronty a je na elektronickém systému, aby pak poskytl všem ostatním obchodníkům aktuální nabídku na trhu. Každá nabídka a poptávka má pouze omezenou dobu platnosti a po jejím vypršení v případě, že se neseťká s protistranou, ji obnoví nebo popřípadě pozmění, či úplně stáhne z trhu. Místo, kde se pro každý měnový pár tyto nabídky a poptávky vkládají, je známo jako *kniha objednávek*¹¹. Kniha objednávek vypadá následovně:

500|1.00 × 1.10|600

Hodnota 1.00 a 1.10 označují *kurz nákupu*¹² a *kurz prodeje*¹³ pro konkrétní měnový pár. Kurz nákupu označuje cenu, za kterou je někdo ochoten od nás odkoupit finanční aktiva, naopak kurz prodeje specifikuje kurz, za který je protistrana ochotna prodat finanční aktiva. Velikost 500 a 600 formuluje kvantitativně velikost objemu transakce pro nabízenou cenu kurzu. Pro kurz měnového páru platí, že čím větší množství dané měny chceme nakoupit nebo prodat, tak tím je měnový kurz méně příznivý. Identitu prodávající a nakupující strany bychom v knize objednávek hledali marně, znají ji pouze zprostředkovatelé a jednotliví zástupci mimoburzovních trhů. Na vrcholu fronty knihy

¹¹ V Angličtině je užíván termín - Order book

¹² V Angličtině je užíván termín - Bid price

¹³ V Angličtině je užíván termín - Ask price

objednávek je umístěna vždy nejlepší dvojice z kurzů pro nákup a prodej, někdy označovaná jako *dvojice nejlepší nabídky nákupu a prodeje*¹⁴. Tato nejlepší aktuální nabídka a zároveň vrchol naší knihy objednávky se specifikuje pro dané konkrétní množství, od kterého jsme ochotni na trhu obchodovat. Ostatní údaje zůstanou pro obchodníky používající elektronické systémy skryty. Každý, kdo má v úmyslu obchodovat na trhu s cenou horší, než je aktuální nejlepší nabídka, je umístěn a zařazen do fronty knihy objednávek. Tuto frontu nazýváme jako *ne úplně nejlepší nabídka nákupu a prodeje*¹⁵ a celá fronta spolu s dvojicí nejlepší nabídky vypadá následovně:

... 600|0.98 550|0.99 500|1.00 × 1.10|600 1.11|800 1.12|950 ...

Nabídka od nejlepšího možného kurzu měnového páru až po jeho aktuálně nejhorší platný kurz se nazývá *hloubka knihy objednávek*. Pokud budeme uvažovat uvedenou knihu objednávek, tak při požadavku na nákup množství 800 jednotek měnového páru je pro nás nejlepší možnou variantou 1.11|800. Obchodníci, kteří nejsou nuceni dobou splatnosti a naléhavostí transakce, umísťují své nabídky právě do fronty, tak aby uskutečnili transakci za co možno nejvýhodnějších podmínek, proto je vždy důležité mít možnost co nejrychleji a flexibilně reagovat na chování trhu. Forex patří mezi decentralizované trhy a současně v jeden moment je obchodováno na více trzích, tím pádem je vždy aktivní více než jedna kniha objednávek. Z pohledu obchodníka nás bude zajímat nejlepší možná nabídka kurzu nákupu a prodeje napříč těmito obchodními trhy. Samotný kurz se může, ale nemusí lišit. *Mezinárodní nejlepší nabídka nákupu a prodeje* je nejvyšším kurzem pro nákup měnového páru a nejnižším aktuálním kurzem pro nákup měnového páru v daném množství napříč všemi trhy [6].

Rozdíl mezi aktuálním kurzem nákupu a prodeje se nazývá *rozpětí*¹⁶ a je jedním z nejdůležitějších finančních ukazatelů, který je též označován jako šíře trhu [6]. Kotace hlavních měnových párů se stanovuje na pět desetinných míst. Poslední desetinné místo (bazický bod) je i zároveň nejmenším možným pohybem na devizovém trhu. Obchodník, který otevře obchodní pozici na měnovém páru za $P_{ask} = 1,0340$ a nakoupí 1000 jednotek, bude muset při zpětném prodeji překlenout rozpětí, které je dané horším kurzem např. $P_{bid} = 1,0290$. Aby tedy obchodník generoval zisk, musí v našem případě zpětně odprodat měnový pár minimálně za kurz vyšší než $P_{bid} = 1,0340$. Z toho docházíme k faktu, že s nákupem měnového páru se automaticky dostáváme do finanční ztráty, pokud bychom jej odprodali a nakoupili v jeden moment. Ve výjimečných situacích se může stát, že rozpětí měnového páru devizového trhu dosahuje záporných hodnot. V drtivé většině případů je to způsobeno operační chybou, nebo některá z obchodujících stran nestihla efektivně reagovat na změny trhu, protože v takovém případě by každý obchodník pře-prodávající danou komoditu generoval bezrizikově zisk. Rozpětí je zároveň i jedním z ukazatelů likvidity trhu. Likvidní trh dosahuje velkého množství finančních transakcí a vzniknou minimální náklady na prodej a koupi

¹⁴ Převzato z anglického výrazu „Best bid and offer“, často užívaného ve zkratce BBO

¹⁵ Převzato z anglického výrazu „Not-quite-best bid“ a „Not-quite-best ask“

¹⁶ V Angličtině je užíván termín - Spread

finančního aktiva, protože vysoký kurz nákupu je výhodný pro prodejce a nízký kurz prodeje je výhodný pro nakupující. Trh, který dosahuje nízké šíře, je prospěšný pro obě obchodní strany.

Kromě rozpětí je dalším z mnoha ukazatelů finančního trhu *střední cena*, která je vypočtena jako součet kurzu nabídky a prodeje děleno dvěma. Aktuální nejlepší nabídka nákupu a prodeje je ovlivněna dynamikou trhu. Velká pohledávka po měnovém páru způsobí okamžitý nárůst ceny finančního aktiva, zatímco velké množství přebytků na trhu donutí obchodníky snížení kurzů.

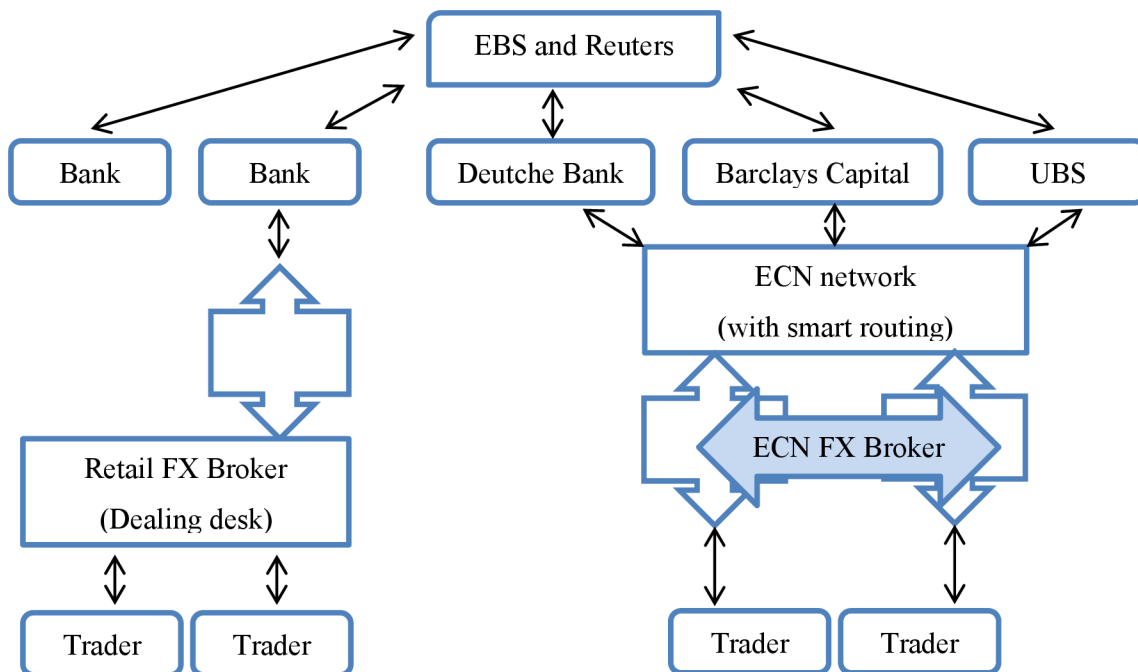
Mějme kurz pro měnový pár $500|1.00 \times 1.10|600$. V případě, že na vrchol knihy objednávek vloží další obchodník příkaz s nabídkou nákupu v množství $2000|1.00$, dojde k převýšení aktuální nabídky prodeje a trh na tuto skutečnost reaguje přerozdělením střední ceny trhu z 1.05 na 1.07 ve formě vrcholu knihy objednávek $2500|1.02 \times 1.12|600$, aby obchodníci zvýšili nabídku trhu, ale zároveň díky nedostatku měnového páru ostatní prodávající zvýšili prodejní cenu kurzu. Na trh ovšem vstoupí další obchodník, který vloží příkaz k nabídce prodeje za $2000|1.12$. Dojde k opětovnému návratu na střední hodnotu 1.05, protože aktuální nabídka koupě vyrovnala aktuální nabídku prodeje a výsledný vrchol knihy objednávek by vypadal $2500|1.00 \times 1.10|2600$ [6]. V uvedeném příkladu byla signálem pro pohyb s cenou kurzu změna na vrcholu knihy objednávek, ale se změnou ceny mohou souviset i skryté signály. Pokud budeme vědět, že bude na trhu poptávka po specifické komoditě, kterou vlastníme, nic nám nebrání, abychom přizpůsobili tomuto zjištění strategii tvorby ceny. To je jeden z důvodů, proč při mezibankovním obchodu neoznamujeme protistraně, zda máme zájem nakupovat nebo prodávat, ale oznámíme pouze požadované množství deviz a je nám na počkání sdělen kurz nákupu a prodeje pro toto množství.

3.4 Zprostředkovatelé devizového obchodu

Devizový trh je charakteristický téměř rovnoměrnou nabídkou a poptávkou po dané měně, je zde zajištěna okamžitá komunikace pro všechny zúčastněné strany a díky informačním technologiím umožňuje účastníkům trhu téměř neomezené možnosti obchodování. Od roku 1969 se spustila výstavba elektronických informačních kanálů, které by propojovaly všechny velké bankovní instituce a vznikla by tak na sobě nezávislá obchodní místa – Trhy. Investoři a spekulanti nemají na přímý mezibankovní trh přístup, ale musí využít některého z bankovních produktů bank, nebo vyhledat služeb zprostředkovatelů [3].

Mezibankovní trh je obchodován na 2 hlavních systémech EBS a Reuters, které se liší v likviditě měnových párů, minimálním objem transakce a počtem denních aktualizací kotace jednotlivých měnových párů. Obchodní vztahy jsou tvořeny bankami a národními bankami. Pomáhají ke stabilizaci měn, ale zároveň tyto subjekty mezi sebou obchodují na základě platebních závazků svých klientů a jejich vlastní podnikatelské činnosti s devizovými produkty. Takový trh označujeme za velkoobchodní devizový trh [3]. Maloobchodní „Retail“ devizový trh je primárně tvořen vztahem banka - zprostředkovatel – klient, přičemž role klienta je zastoupena soukromými osobami a firmami.

Banka jako oprávněný ekonomický subjekt vykonává finanční transakce na nákup, prodej devizových prostředků a jejich převod do zahraničí. Zprostředkovatelé vykonávají jinou úlohu, a to zpřístupnění obchodování na mezinárodním devizovém trhu soukromým osobám. Osoby, které tímto způsobem na trh vstupují, jsou spekulanti, investoři a arbitrážeri.



Obrázek 3.2 Model velkoobchodního a maloobchodního devizového trhu

Na maloobchodním trhu rozlišujeme několik druhů zprostředkovatelů. Do první skupiny patří zprostředkovatelé nabízející pevné rozpětí¹⁷, jež jsou zároveň v roli tvůrce trhu. Jejich příjem je závislý na pevné příirážce k rozpětí kurzu měnového páru a obchodování proti klientům. Zastoupení tvůrce trhu vychází z toho, že jsou protistranou klientovi při každé uskutečněné transakci. Když obchodník realizuje nákup, zprostředkovatel od něj deviza nakoupí a naopak. Obchodníci nevidí žádné reálné tržní nabídky, které se zprostředkovávají od některé z bank, ale je jim dána kotace určená tvůrcem maloobchodního trhu. Tvůrce trhu má přehled o všech aktuálních příkazech a účtech svých klientů a využívá této informace ve svůj prospěch, protože pokud klient vykazuje ztrátu, tvůrce trhu jako protistrana generuje zisk. Mezi praktiky, proti kterým se klienti nemohou pojistit, je výpadek spojení s platformou pro přístup na trh, rychlost spojení a změna kotace měn při uskutečněných transakcích [10].

Další velkou skupinou zprostředkovatelů trhu jsou takoví, kteří nejsou pro obchodníky tvůrci trhu, ale přeposílají jejich transakce přímo bankám. Příjem zajišťuje provize za obchodování, nebo pevně navýšené rozpětí měnového kurzu. Dělíme je dále do dvou základních skupin: *přímý zprostředkovatel*¹⁸ a *zprostředkovatel na síti ECN*¹⁹.

¹⁷ V Angličtině je užíván termín pro zprostředkovatele – Dealing desk broker (Retail FX Broker)

¹⁸ V Angličtině je užíván termín pro zprostředkovatele – Straight through processing broker

Přímý zprostředkovatelé (integrátoři) přeposílají nabídky od bank rovnou klientům a banka je tak v podstatě jediným poskytovatelem likvidity. Záleží od konkrétního zprostředkovatele, ale mnozí jsou propojeni s více bankovními institucemi a nabízí pouze nejlepší nabídku nákupu a prodeje měnového páru. Obchodníci přistupují na reálný trh, realizují transakce bez zásahu zprostředkovatele. Aktuální kurz měnového páru se mění s nabídkou a frontou na knize objednávek. V případě, že dva obchodníci reagují na stejnou nabídku, záleží už na rychlosti připojení, který z nich bude obslužen dříve. Z vrcholu knihy objednávek je odstraněna spárovaná nabídka a druhý obchodník realizuje kontrakt za další dostupnou nabídku z vrcholu knihy objednávek. Kurz přitom může být pro obchodníka příznivější, vlivem nových vložených nabídek a změny kurzu měnového páru, nebo nepříznivý díky odstranění předešlé výhodnější nabídky. Přírážka na rozpětí kurzu zprostředkovatelem se vztahuje na každou klientskou transakci s bankou [10]. Tato fixní přírážka se mění na variabilní, pokud porovnává nabídky od více bank a vybírá z nich tu nejlepší.

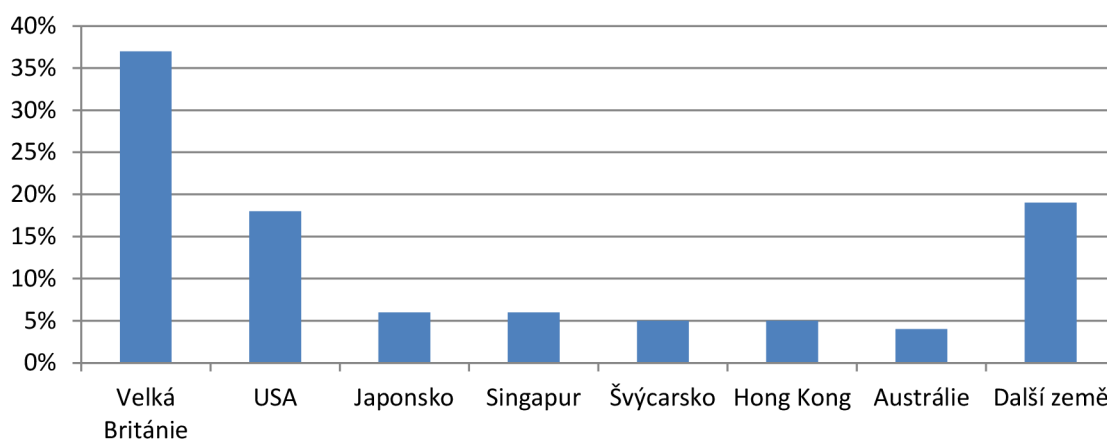
Zprostředkovatelé na síti ECN zajišťují komunikaci s jednotlivými účastníky trhu. Obchodníci, stejně jako banky a další ekonomické subjekty, obchodují proti sobě zasíláním konkurenčních nabídek. Úlohou zprostředkovatele je sestavovat frontu pro jednotlivé nabídky (hloubku trhu) a směřovat ji všem účastníkům trhu. Možnou vstupní překážkou, aby se stal obchodníkem na síti ECN, je velikost nutného vstupního kapitálu a minimální objemy transakcí uskutečněných na tomto typu trhu. Všechny obchodní příkazy probíhají v reálném čase a zprostředkovatelé si za ně účtují poplatky (náklady). Oproti zprostředkovatelům s rolí tvůrce trhu tak mají ECN zprostředkovatelé zájem na tom, aby jejich klienti obchodovali na trhu úspěšně, protože jsou závislí na jejich provizi za transakce. Každý z těchto zprostředkovatelů nabízí svým klientům pravidelnou analýzu trhu spojenou s oznamováním důležitých ekonomických událostí.

3.5 Obchodní místa

Devizový trh je decentralizovaný a obchodní trhy jsou rozmístěny po celém světě. Frekvence transakcí odpovídá začátku pracovních hodin v jednotlivých zemích. Jako první se začíná obchodovat v Asijsko-Pacifické oblasti, do které patří Nový Zéland, Austrálie, Japonsko, Hong Kong a Singapur. V brzkých ranních hodinách středoevropského času je poskytována největší likvidita a ohlašování ekonomických událostí pro měnové páry USD/JPY, EUR/JPY, AUD/JPY. V půlce obchodního dne na Asijském trhu se začínají plně probouzet i Evropská finanční centra, kde je uskutečněno více než 50% všech devizových transakcí. Nejdůležitější ekonomické události pro eurozónu jsou zpravidla vydány mezi 8 a 10 hodinou středoevropského času. Obchodování na evropských trzích je hlavním zdrojem likvidity pro měnové páry GBP/EUR a EUR/CHF [10]. S obědem se začínají uzavírat obchodníci pozice na Asijském trhu a kromě Evropského trhu je hlavní dění přesunuto na trh Severo-Americký. Jasným signálem otevření trhu je posílení likvidity na nejobchodovanějším měnovém páru

¹⁹ V Angličtině je užíván termín pro zprostředkovatele – Electronic communications network broker

EUR/USD. S útlumem a závěrem pracovního dne v Londýnských centrech dosahuje vrcholu americký trh, kde je jedním z nejobchodovanějších měnových párů USD/CAD a USD/AUD. S rychlostí obchodování na finančních trzích je nezbytné, aby obchodníci dostávali relevantní informace včas, proto umísťují systémy pro obchodování co nejbližší centřům těchto trhů. S hlavními trhy je obchodováno i na trzích minoritních v Jižní Americe a Africe [11].



Obrázek 3.3 Podíl na denním obrátu dle geografického rozdělení v roce 2010 [8]

3.6 Nejvýznamnější obchodníci na trhu Forex

Komunikační kanály na sítích ECN, Reuters a EBS jsou úzce svázané s obchodními a centrálními bankami. Primárním úkolem spekulantů a investorů je stabilizace a posílení likvidity měnových párů. Jejich objem a podíl na finančním trhu je však zcela minimální. Každoročně je zveřejňována statistika přehledu nejvýznamnějších bank obchodujících na devizovém trhu prestižním finančním serverem Euromoney²⁰. Jejich žebříček je sestaven z údajů o množství provedených transakcí a celoročním finančním obrátu. Obchodování na světovém trhu v tak velkém množství transakcí se neobejde bez použití automatizovaných elektronických systémů. O jejich optimalizaci a efektivnost se stará personál složený z lidí matematického, ekonomického a technického vzdělání. Každá neefektivita a chyba v systémech představuje pro arbitrážéry vznik tržních příležitostí, proto si představíme účastníky trhu, s kterými nejčastěji obchodujeme:

Celkový podíl trhu				Podíl na trhu Spot/Forward			
’11	’10	Banka	Podíl trhu	’11	’10	Banka	Podíl trhu
1	1	Deutsche Bank	15.64%	1	1	Deutsche Bank	17.28%
2	3	Barclays Capital	10.75%	2	2	Barclays Capital	11.93%
3	2	UBS	10.59%	3	3	Citi	10.09%
4	4	Citi	8.88%	4	4	UBS	7.12%
5	6	JPMorgan	6.43%	5	5	JPMorgan	7.00%
6	7	HSBC	6.26%	6	9	HSBC	5.65%
7	5	RBS	6.20%	7	6	RBS	5.37%
8	8	Credit Suisse	4.80%	8	10	Morgan Stanley	5.22%

²⁰ Zdroj <http://www.euromoney.com/>

9	9	Goldman Sachs	4.13%	9	7	Goldman Sachs	4.96%
10	10	Morgan Stanley	3.64%	10	8	Credit Suisse	4.13%
Podíl na trhu se Swapy				Podíl na trhu s Opcemi			
'11	'10	Banka	Podíl trhu	'11	'10	Banka	Podíl trhu
1	2	UBS	14.81%	1		Deutsche Bank	17.32%
2	1	Deutsche Bank	13.63%	2		Goldman Sachs	10.31%
3	3	Barclays Capital	9.59%	3		Credit Suisse	9.00%
4	4	Citi	7.84%	4		Barclays Capital	8.99%
5	5	RBS	7.09%	5		UBS	7.44%
6	7	HSBC	6.97%	6		RBS	6.70%
7	6	JPMorgan	5.80%	7		JPMorgan	6.42%
8	8	Credit Suisse	5.16%	8		HSBC	6.15%
9	10	BNP Paribas	2.98%	9		Citi	5.24%
10	9	Goldman Sachs	2.61%	10		Morgan Stanley	5.00%

Tabulka 3.2 Nejvýznamnější obchodníci FX trhu [9]

Z Tabulka 3.2 je zřejmé, že situace se mírně liší dle trhu pro spotové a termínové operace. Nejvýznamnější bankou obchodující na mezinárodním devizovém trhu je již od roku 2005 německá Deutsche Bank. Díky značnému podílu na veškerém mezinárodním toku financí je spolu s Barclays Capital a UBS významným tvůrcem trhu.

3.7 Technická analýza

Porozumění trhu vyžaduje mnohem sofistikovanější přístup než pouhé pochopení základů způsobu obchodování na devizovém trhu. Doposud jsme se obeznámili s charakteristikou trhu. Díky ní jsme schopni vybrat specifické likvidní měnové páry a vytyčit významné časové intervaly pro obchodování na měnových trzích, ale již nejsme schopni z ní popsat aktuální dění na trhu. Typicky používáme pro analýzu dva druhy přístupů, a to fundamentální a technickou analýzu. Fundamentální analýza je založena na odhadu vývoje ceny z reakcí trhu na hospodářské, finanční a ekonomické události. Oproti tomu technická analýza ignoruje veškeré světové dění. Základní předpoklad technické analýzy je, že data jsou vždy obsažena v ceně, která se pohybuje v časových trendech. Informace o současném a historickém vývoji obchodníci používají k budoucímu nákupu a prodeji, protože lze s velkou pravděpodobností říci, že se daný vývoj ceny objeví i v budoucnu [12]. Technická analýza napomáhá identifikovat časové rámce, ve kterých dochází ke změně trendu vývoje ceny a poslouží dále k nalezení časového intervalu, ve kterém jsme schopni odhalit nově vzniklé tržní příležitosti.

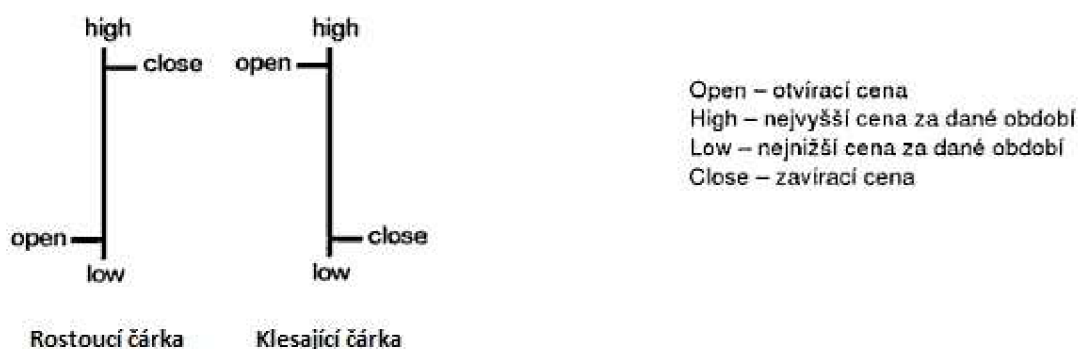
Nejčastější a nejsrozumitelnější formou prezentace informace o dění na měnovém trhu jsou grafy. Mezi grafy s nejméně vypovídající hodnotou řadíme *Liniový (čárový) graf*. Znázorňuje průběh cen v jednotlivých časových okamžicích. Vyčteme z něj, jakým směrem se trh, případně konkrétní měnový pár, pohybuje. Trend růstu ceny je charakteristický pravidelným přírůstkem k předcházející kotaci měnovému páru. Opakem rostoucího trendu je trend klesající. V situaci, kdy je vývoj kurzu za zvolený časový rámec klesající a zároveň rostoucí, mluvíme o trendu *v pohybu do strany* [10]. Problém nastává ve stanovení hranice konce trendu. Vývoj kurzu měnového páru obsahuje vlny a

vrcholy, které ilustrují momentální nestabilitu trhu, ale neznamenají ukončení trendu. Nejjednodušším způsobem je zavedení variabilní odchylky pro jištění před nechtěnou ztrátou. Dalším způsobem je analýza pomocí některé z teorií, jako je Dowova teorie, nebo použití technických indikátorů, mezi které patří i statistické charakteristiky [13]. Pokud se zrovna nacházíme v rostoucím trendu, obchodníci aplikují strategii na nákup měnového páru a po dosažení konce trendu jeho prodej. Klesající trend je signálem k prodeji a zpětnému nákupu při opětovném návratu do rostoucího trendu.



Obrázek 3.4 Ukázka čárkového grafu [12]

Mnohem větší vypovídající hodnotu představují *grafy čárkové*. Každá čárka zobrazuje zvolený časový úsek – sekunda, minuta, hodina, den. Čárka je charakteristická čtyřmi cenami Open, High, Low a Close²¹. Jejich význam znázorňuje Obrázek 3.5. Na začátku každého úseku vezmeme aktuální kurz a vyneseme jej v grafu jako otevírací cenu. Poslední kurz měnového páru v daném bloku je znázorněn v grafu zavírací cenou [10].



Obrázek 3.5 Ukázka rostoucí a klesající čárky [12]

Prakticky stejnou informační hodnotu jako grafy čárkové mají *svíčkové grafy*. Záleží tedy na preferencích čtenáře, které grafy poslouží lépe pro prezentaci informací o časovém vývoji měnového páru na trhu. Stejně jako čárkových grafů nalezneme zde otevírací a zavírací cenu. Její rozdíl označujeme za tělo svíčky, nejvyšší a nejnižší cenu stínem (knotem) svíčky. Pokud je otevírací cena

²¹ Jejich anglický ekvivalent je použit pro stručnost a výstižnost termínu, který by v češtině zanikl.

menší než zavírací, má tělo dutou, popřípadě zelenou výplň těla svíčky. U opačné situace je tvar těla vyplněný červenou nebo černou barvou a vykazuje klesající směr stejně jako u klesající čárky. Krátké tělo svíčky znázorňuje vyrovnanou nabídku a poptávku po měnovém páru. Velký stín poukazuje na souboj mezi jednotlivými obchodními stranami, přičemž u krátkého těla vycházíme z toho, že ani jedna strana neměla navrch, protože otevírací a zavírací ceny jsou si téměř rovny. Svíčky Marubozu nemají žádný horní, nebo dolní stín. Podle toho, zda se jedná o rostoucí či klesající svíčku, mluvíme o bílé a černé Marubozu. Bílé Marubozu značí plnou kontrolu trhu kupující stranou a jsou i jedním ze signálů pro pokračování rostoucího trendu. Černou Marubozu poznáme tak, že Open je shodné s High a Close je rovno Low a znamená to pokračování klesajícího trendu. Svíčky s extrémně tenkým tělem nazýváme Doji a v kontextu s grafem mohou být identifikátory nasycení trhu, neboli ukončení trendu [10].



Obrázek 3.6 Ukázka svíčkového grafu na dvou časových rámcích [12]

Jev, který označujeme jako *Elliottovy vlny*, znázorňuje Obrázek 3.6. Podstata jevu vychází z podobnosti finančních dat a fraktálu. Fraktál je na první pohled složitý geometrický útvar, ale je složen ze stále se opakujících geometrických primitiv, které lze jednoduše popsat. Obdobným způsobem nalezneme v neuspořádaných finančních datech opakující se vzory (vlny). Když budeme zkoumat denní graf uvedeného měnového páru EUR/USD, tak dojdeme k závěru, že obdobné vzory nalezneme i v hodinovém a pětiminutovém grafu [13].

Velikost voleného časového rámce má podstatný vliv na výslednou podobu grafu. Analýza trhu z velkých časových rámců postrádá detailní informace, které mohou být důležitými ukazateli pro rozhodování o obchodování na trhu. Stejně tak použití pouze malých rámců vede k přehlednutí dlouhotrvajících trendů. Způsob obchodování a analýza trhu by měl vycházet z obou skutečností a brát v úvahu kontext hledání lokálních i globálních trendů. V dlouhotrvajícím rostoucím trendu je jistější a méně rizikovější strategií obchodování s nákupem měnového páru a jeho prodejem po dosažení lokální hranice konce rostoucího lokálního trendu. O hledání hranice trendu a vzniku tržních příležitostí pomocí statistických charakteristik bude pojednááno v dalších kapitolách.

3.8 Automatizované obchodní systémy

Využití elektronických informačních kanálů má nespornou výhodu v aplikaci automatizovaných metod obchodování, které nahrazují povinnost, aby se obchodník přímo účastnil obchodu. Rychlost reakce člověka je omezená, protože s každou transakcí musí obchodník ručně zadat příkaz k nákupu anebo prodeji deviz. Čas, který mu bude tato akce trvat, mnohdy znamená nepřijatelné riziko, že dojde ke změnám ceny měnového páru. Použitím automatizovaného vysokofrekvenčního systému je obchodník omezen rychlostí připojení a výpočetním výkonem počítače. Rychlost odezvy odpovědi od obchodního centra se zkracuje se zmenšující vzdáleností, a to je taky důvod, proč většina obchodníků používající automatické obchodní systémy přesouvá servery ke zdroji dat. Pokud počítač provádí automatické obchody, musí mít k dispozici instrukce, na jejichž základě zpracuje, kdy obchod uskutečnit a zda nakoupit nebo prodat finanční prostředky. Instrukce charakterizují *obchodní strategii (model)* obchodníka. Za obchodní model pokládáme rozhodování na základě statistických ukazatelů a indikátorů trhu, analýzu vývoje průměrných tržních cen, předpokládaných vývoje trendů a pevně zadaných hranic pro realizaci nákupu a prodeje. Rychlost, s jakou je schopen obchodník obchodovat na trhu, je nezbytným předpokladem pro využití arbitrážních příležitostí, které znamenají jistý zisk, a proto bývají na trhu rychle využívány [6]. Aplikace automatizovaného obchodování musí počítat s neustálými změnami trhu a navrhnutý algoritmus musí být časově stálý a adaptivní. Oscilační pásmo měnového páru vykazuje nestálou střední hodnotu, a proto i algoritmus, který je výnosný v současnosti, se může při pohybu trhu stát neefektivním a tudíž nepoužitelným [7]. Kvalitu navrhnutého obchodního systému posuzujeme z rozdílu ziskových a ztrátových obchodních transakcí a konečného profitu na účtu obchodníka. Validace modelu se skládá ze tří částí. V první části ověřujeme model na historických datech trhu, na kterém plánujeme v budoucnu obchodovat. Rozdíl mezi daty od jednotlivých zprostředkovatelů trhu je sice zpravidla minimální, ale potom validace neposkytuje odpovídající informační hodnotu a může být nepřesná, či zavádějící. Přímá podpora mezi zprostředkovateli není rozšířená, buď s tím počítáme již při výběru zprostředkovatele trhu, nebo implementujeme vlastní prostředky pro sběr dat z reálného trhu [13]. Dalším krokem je ověření časové složitosti a korektnosti návrhu systému v reálném prostředí. Model je integrován na obchodní platformu a simuluje, zda je schopen dostatečně s vysokou frekvencí reagovat na vzniklé tržní příležitosti. Vytvoření úspěšného modelu je komplexním procesem a nevyhne se opakovanému testování na historických datech a reálném prostředí, teprve po splnění předpokladů kladených na návrh systému jej integrujeme pro reálné obchody na finančním trhu.

3.9 Arbitráž

Arbitrážní příležitosti vznikají kombinací devizových operací tak, že umožní dosáhnout obchodníkovi okamžitý zisk na základě dočasného cenového rozdílu na různých místech devizového trhu [4].

Nezákladnější arbitráží je *přímá (dvojstranná) arbitráž*, která vzniká rozdílem kotace jednoho měnového páru na jednom či více trzích. Pro vznik arbitráže musí být splněna následující podmínka:

$$(X/Y)_{t,A} > (X/Y)_{t,B} \quad (3.1)$$

Kurz prodeje měnového páru X/Y na trhu A je vyšší než kurz nákupu měnového páru X/Y na finančním trhu B . Doba trvání arbitráže je závislá na objemu prodávaného finančního aktiva za kótovanou cenu na trhu A a zároveň dobou stále převyšující nabídky ke koupi měnového páru na trhu B . Signálem značícím vznik přímé arbitráže na některém z obchodních tržišť je *záporné rozpětí* kurzu nákupu a prodeje měnového páru. Pokud obchodník nakoupí například na trhu A měnový pár GBP/USD v nominální hodnotě 1 milion GBP za $P_{ask} = 1,7340$, zaplatí 1 734 000 USD. V daný okamžik na trhu B využije tržní příležitosti a prodá 1 milion GBP za $P_{bid} = 1,7345$, obdrží 1 734 500 USD a generuje bezrizikový zisk 500 USD [4].

Pro obchodování minoritních měnových párů se užívá křížového pravidla k převodu přes některou z likvidních měn a stejného principu využijeme u *nepřímé (trojstranné) arbitráže*. Vzniká za předpokladu:

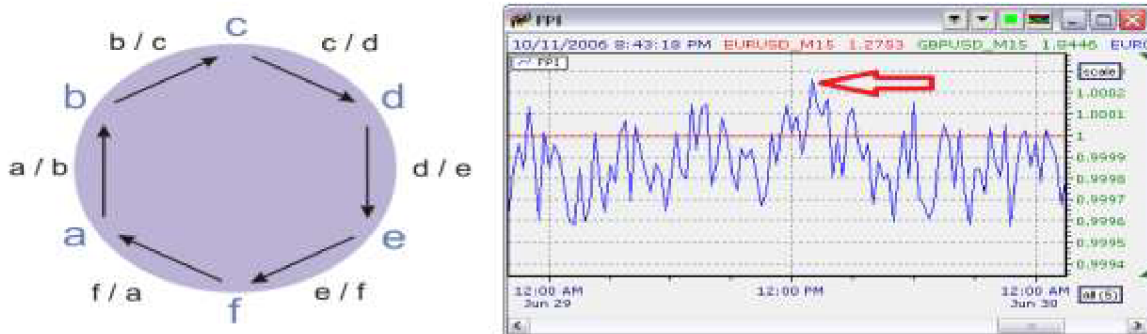
$$\left(\frac{X}{Y}\right)_t \neq \frac{(X/Z)_t}{(Y/Z)_t}, \quad (3.2)$$

kde X, Y, Z zastupuje některou z měn na trhu t

Z bodu zájmu vynecháme všechny případy, kdy bychom transformací zaplatili více, než investovali. Nekonzistence trhu mezi třemi měnovými páry má za následek [14]:

$$X_{po} > X_{před}, \quad \text{protože } (X/Y) * (Y/Z) * (Z/X) > 1 \quad (3.3)$$

Za ideálních tržních podmínek by vztah mezi jednotlivými páry byl vždy roven 1, ale díky rozpětí mezi nabídkou nákupu a prodeje v náš neprospěch a vyrovnané ceně kurzů na rozdílných trzích se index pohybuje většinu času pod hranicí 1. Všechny pohyby indexu nad hranici 1 znamenají mikroskopickou tržní příležitost k bezrizikovému zisku, jak znázorňuje Obrázek 3.7.



Obrázek 3.7 Využití nepřímé arbitráže na měnových párech GBP, EUR, USD [14]

K využití nepřímé arbitráže budeme pro příklad realizovat následující transakce. U první banky A nakoupíme měnový pár EUR/CHF v nominální hodnotě 500 000 EUR při $P_{ask} = 0,5$ za 1 000 000 CHF. Následně u banky B využijeme pohledávky po měnovém páru EUR/NOK a odprodáme všechny CHF za kótovaný kurz $P_{bid} = 4,0$ a obdržíme 2 000 000 NOK. V posledním kroku

uzavřeme svojí pozici u třetí banky, které odprodáme NOK nabídkou $P_{bid} = 0,51$ pro měnový pár a obdržíme 1 020 000 CHF. Oproti původnímu zůstatku jsme bezrizikově vydělali 20 000 CHF. V době realizace arbitráže dosáhl index hodnoty 1,02. Ve zmíněném příkladu neuvažujeme nad tím, že celá arbitráž je časově omezená a časový posun mezi transakcemi může znamenat zánik tržní příležitosti, proto je snahou realizovat nepřímou arbitráž jako atomickou transakci [4].

3.10 Spekulace

Na rozdíl od arbitráže, kde záleží na rychlosti, s jakou ji dokážeme využít, je spekulace spojená s rizikem. Nikdo nedokáže s jistotou předpovídat, jak se bude pohybovat měnový kurz v čase $t + 1$. Ke zvýšení úspěchu obchodování a snížení rizika používáme technickou analýzu, teorii o číselných řadách, analýzu geometrických informací a vzorů v datech, které se odvíjí od specifikací obchodovaného trhu. Na spotovém devizovém trhu nakupujeme a prodáváme zahraniční měnu s cílem využít příznivého vývoje kurzu. Formální zápis očekávané spekulace E s nákupem měnového páru X/Y [4]:

$$E(X/Y)_{t+n} > (X/Y)_t \quad (3.4)$$

V uvedeném případě očekáváme, že měnový kurz měnového páru bude stoupat. Spekulovat se dá samozřejmě i opačně. Prodám-li částku K v měně X , dostanu [4]:

$$K / \left(\frac{X}{Y}\right), \text{ kde} \quad (3.5)$$

$$E(Y/X)_{t+n} > (Y/X)_t$$

Obecný zápis pro zisk ze spotové transakce je dán procentuální změnou měnového kurzu vynásobenou o investovanou částku [4]:

$$E(\pi) = K \left[\frac{E(X/Y)_{t+n}}{(X/Y)_t} - 1 \right] \quad (3.6)$$

Rozdílná nabídka nákupu a prodeje nás však vede k tomu, že ke spekulacím nad realizovaným ziskem musíme přičíst rozpětí m . Zisk je generován za splnění podmínky:

$$\frac{(X/Y)_{t+n}}{(X/Y)_t} > 1 + m \quad (3.7)$$

Systematický a odborný přístup k obchodování na finančních trzích dává příležitost k uplatnění matematických věd a informatiky, zejména rozvoj elektronických sítí a automatizace. Investor a spekulant finančního trhu je zároveň ovlivněn i fundamentálními vlivy. Vnímání okolí má podstatný vliv na rozhodování investora. Velkým fenoménem obchodování na finančních trzích se stalo obchodování v párech. Původ této metody pochází z pozorování reakce trhu na pokles ceny dvou

podobných komodit. Jako příklad si uvedme akcie firmy Coca-Cola a Pepsi. Když dojde k poklesu ceny akcii firmy Coca-Cola, znervózní i akcionáři firmy Pepsi a tato nejistota bude mít za následek, že obdobně klesnou i akcie firmy Pepsi. Na měnovém trhu neexistují akcie, ale z grafické prezentace kurzu některé z měn, lze dohledat jiný pár s obdobnou charakteristikou. Při rozhodování o budoucím vývoji tuto informaci můžeme brát jako jeden z ukazatelů vývoje trhu [6].



Obrázek 3.8 Ukázka možných spekulací nad měnovým párem EUR/USD[12]

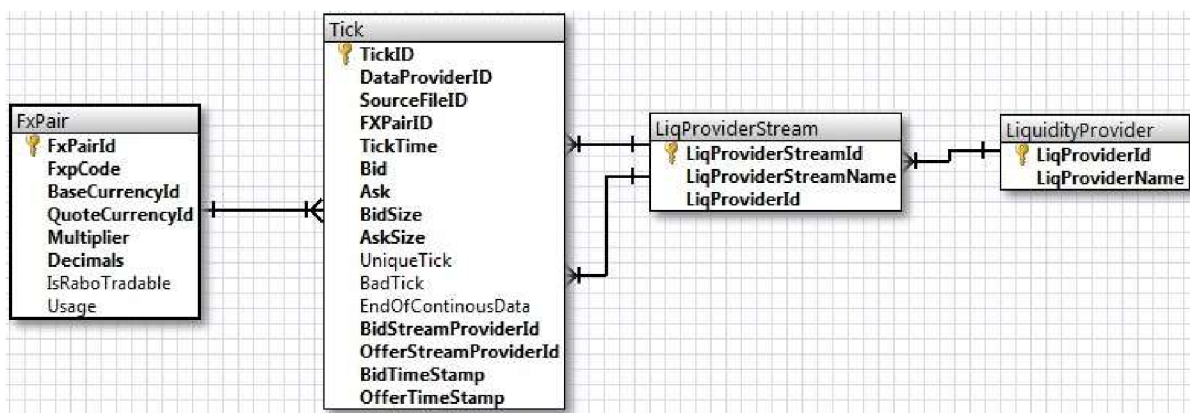
4 Analýza finančních dat

Pro vypracování diplomové práce byla poskytnuta data z mezibankovního spotového trhu od datového integrátora FxInside²². Data jsou vygenerována z databáze MSSQL server 2005 do CSV souboru. CSV soubor je formát oddělující jednotlivé sloupce čárkou a řádky jsou ihned uloženy pod sebou. Výsledná velikost dat je 2,26 GB. Systém, který budeme dále navrhovat, musí zvládat zpracovat a načítat data s dostatečně velkou rychlostí, aby jej bylo možné v případě potřeby rozšířit o použití v reálném čase. Textový soubor poskytuje uživateli sekvenční přístup k datům, proto bude data nutné předzpracovat a uložit nazpět do databáze.

Data jsou zaznamenána z období 3. 11. 2011 17:00 až do data 11. 11. 2011 16:59 a hlavní tabulka obsahuje celkem 21 193 147 záznamů. V záznamech jsou uloženy nabídky 50 měnových párů pocházejících od 19 bank. Každý záznam reprezentuje v aktuálním čase nejlepší možnou nabídku nákupu a prodeje.

4.1 Struktura dat

Přestože jsou data uložena v CSV souboru, je mezi jednotlivými tabulkami vazba, kterou znázorňuje Obrázek 4.1 pomocí databázového schématu. Tuto vazbu budeme následně implementovat i u použité databáze pro systém na analýzu statistických charakteristik měnových párů pomocí cizích klíčů. Schéma je potřebné upravit a zjednodušit na proměnné, které jsou relevantní k vypracování diplomové práce, abychom dosáhli maximální efektivity při zpracování dat. Tabulky *FXPair*, *LiqProviderStream*, *LiquidityProvider* jsou neměnné a fungují jako zdroj informací o obchodovaném měnovém páru a bance, která nabídku vypsala. Banky se účastní obchodování na finančních trzích skrze vícero informačních kanálů, proto v datech není uvedena přímo banka, ale pouze informační kanál banky z tabulky *LiqProviderStream*. Data generovaná trhem jsou ukládána do tabulky *Tick*.



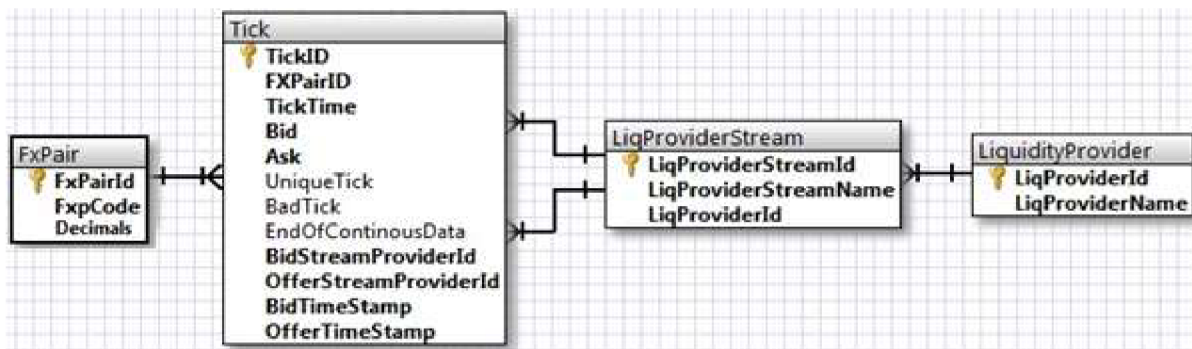
Obrázek 4.1 DB schéma zprostředkovaných dat

²² Zdroj http://www.integral.com/products/fx_inside_professional.htm

Tabulka *Tick* obsahuje atributy *UniqueTick*, *BadTick*, *EndOfContinuousData*, které nejsou v datech vyplněny a mohou nabývat nulové hodnoty. Slouží pro pozdější předzpracování, filtraci a rozdělení dat na rámce. Je výhodné ukládat data do databáze v nezpracovaném tvaru, protože později můžeme na tato data aplikovat odlišné metody filtrace bez ztráty dat. Atribut *UniqueTick* slouží pro vyznačení významných hodnot a redukci dat pro následné zpracování a urychlení výpočtu. Zatímco atribut *BadTick* vyznačuje chybné hodnoty, které mohou být do dat zaneseny z důvodu operační nebo technické chyby. Chyby lze vkládat do dat i úmyslně, abychom si ověřili odolnost metod pro automatické obchodování. Poslední uvedený atribut *EndOfContinuousData* je bitová hodnota, která rozdělí data v čase na požadované vzorky nastavením příznaku o konci časového úseku. Následným zjednodušeným dotazem na pouhou kontrolu nastavení příznaku jsme schopni načíst data a vypočítat statistickou charakteristiku pro hraniční interval režimu zpracování v reálném čase.

Nejvýznamnější atributy pro zpracování statistických charakteristik jsou kurzy měnových párů pro nabídku nákupu *Bid* v čase *BidTimeStamp* a prodeje *Ask* v čase *OfferTimeStamp*. *TickTime* označuje čas, kdy byla data vygenerována na finančním trhu. Můžeme jej použít jako směrodatný údaj pro výpočet zpoždění od zadání nabídky do systému až po její obdržení. Velikost *BidSize* a *AskSize* uvádí počet jednotek měnového páru k vypsanému kotovanému kurzu. Tyto údaje jsou vhodné pro pokročilou analýzu knihy objednávek a pro výpočet statistických charakteristik nebudou uvažovány. *BidStreamProviderId* a *StreamProviderId* odkazují na komunikační kanál bank. Protože je každý záznam trhu tvořen nejlepší možnou nabídkou pro nákup a prodej, kurz banky vypisující kurz nákupu se může lišit od banky nabízející nejlepší kurz prodeje. Název banky obchodující na finančním trhu je uložen v tabulce *LiquidityProvider*. Data pochází pouze od jediného zprostředkovatele *DataProviderID*, a proto není spolu s údajem *SourceFileID* relevantní pro výpočet statistických charakteristik.

Tabulka *FXPair* poskytuje kromě standardizovaného označení měnového páru *FxpCode* i identifikační údaje na již neposkytnuté informace o samostatných měnách *BaseCurrencyId* a *QuoteCurrencyId*, ze kterých se měnový pár skládá. Atributy *Multiplier* a *Decimals* slouží pro optimální zobrazování dat na obchodní platformě. Při výpočtu použijeme pouze atribut *Multiplier* k normalizovanému výpočtu vybraných charakteristik. Příznaky pro vnitřní užití jako *IsRaboTradable* a *Usage* nebudou použity. Výsledné databázové schéma je následující:



Obrázek 4.2 Použité DB schéma dat

4.2 Zpracování velkých objemů dat

Úlohy statistických charakteristik se typicky setkávají s problémem velkého množství finančních dat. Pro výpočet je každá redukce, která neznehodnotí výsledek, přínosná a znamená významné zrychlení výpočtu [19]. Již v předchozí části jsme uvedli, jak z původního modelu zredukujeme jednotlivé sloupce do relevantní podoby.

Redukce dat není jediným nutným krokem v předzpracování dat, protože data bývají zpravidla nekompletní, zašuměná nebo nekonzistentní. Nekonzistence dat je nejčastěji způsobena integrací dat od více zprostředkovatelů finančního trhu. Integrací dat vytvoříme jediný koherentní zdroj, ve kterém čelíme problémům, kdy odpovídající si atributy nabývají různých hodnot. V praxi se můžeme setkat i s redundancí dat, která může vznikat při použití nesprávného databázového návrhu či případné optimalizaci výkonnosti [19]. Důvodů, proč nezískáváme kompletní data z trhu, může být několik. Může docházet k výpadkům nebo zpomalování na síti, ze které data stahujeme. Devizový trh je v pracovní dny otevřen nonstop, ale i jejich servery jsou denně odstaveny v řádu minut pro údržbu, vypořádání finančních pozic a zálohu systému. Úkolů jak se vyrovnat s nehomogeností dat, je věnována další kapitola.

Samotná data finančního trhu obsahují nesprávné, duplicitní, nulové nebo naopak extrémní hodnoty. Za nesprávnou hodnotu lze považovat i historická data, která vlivem zpoždění obdržíme v nesprávném pořadí. V případě, že obdržíme nabídku kurzu měnového páru, který se pohybuje pod hranicí běžné obchodovatelné hodnoty, můžeme tuto hodnotu označit za nesprávnou a vyřadit ji z dalšího výpočtu, protože se patrně jedná o pouhou chybu. Pokud bychom se s takovou nabídkou pokoušeli obchodovat, byla by centrálním systémem zamítnuta. Filtrací dat získáváme přesná, úplná a důvěryhodná data vhodná pro další zpracování [19]. Data by totiž měla co nejpřesněji modelovat realitu finančního trhu, abychom získali adekvátní výsledky na podporu obchodování.

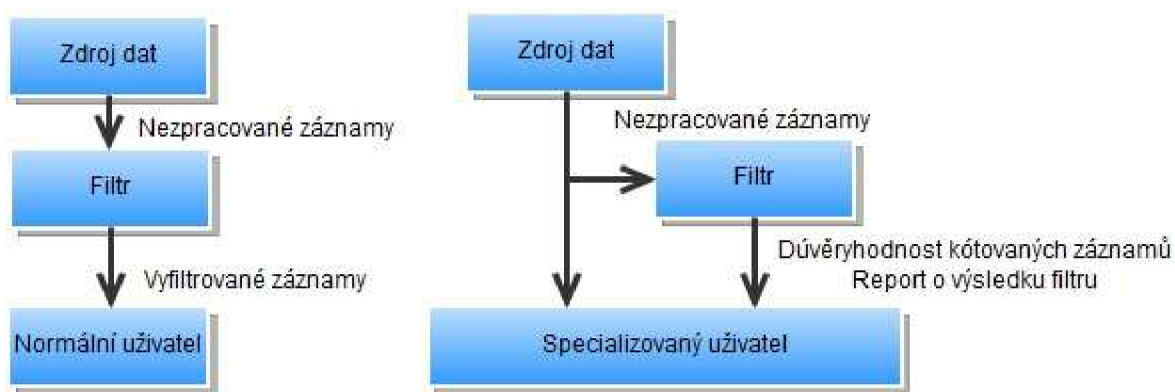
Před samotným zpracováním statistických charakteristik data transformujeme a redukuje na podmnožinu atributů, jejichž obsahem se budeme při výpočtu zabývat. Zásadní vliv na optimalizaci a rychlost má dimenzionalita dat. Časovou dimenzi omezíme ohraničením hraničních intervalů, pro které má být výpočet proveden. Redukovaná množina musí zachovávat svůj původní charakter a nesmí být narušena integrita dat [19]. Kompletní data nahrazujeme reprezentativním vzorkem v redukované podobě, která zaručí stejné výsledky jako s použitím úplné množiny hodnot. Ponecháváme tedy v datech pouze hodnoty s přidanou informační hodnotou. Prvky redukované množiny nevybíráme nad kompletními daty, ale z tzv. vzorů, které vzniknou rozdělením zdrojového souboru do částí (shluků). Vzory s daty vybíráme podle časového kritéria anebo tak, aby byly navzájem disjunktní. V každém vzoru musí být po redukcí zachována pravděpodobnost výskytu dat jako v původním souboru. Lze využít metod postupného či zpětného výběru, kdy v každé iteraci přidáváme nejlepší prvek množiny nebo naopak vyřadí nejhorší prvek až do požadované redukce, nebo průměrováním sousedních hodnot [19].

4.3 Filtrace dat

Vysokofrekvenční data, která sbíráme z trhu, jsou určena převážně pro obchodníky a experty, kteří snadno porozumí jejich obsahu. V případě, že jsou trhem generována nekorektní data, dokážou je identifikovat a nepotřebují dodatečné techniky k opravě příchozí informace. Použití nekorektních dat u automatizovaných systémů pro obchodování v reálném čase má za důsledek, že výpočetní model je ovlivněn chybou a stane se tak nepoužitelným. Statisticky je dokázáno, že díky složitosti a komplexnosti finančních trhů jsou v každém zdroji dat zaneseny chyby [7].

Rozpoznávání chyb v datech finančního trhu patří mezi netriviální úlohy z důvodu různorodosti chyb a jejich možných příčin, různorodosti zdrojů dat, nepravidelnosti v rozložení a hustotě dat a potřeby mít možnost filtrovat data v reálném čase. Data obsahují milióny záznamů a nelze již tedy spoléhat pouze na lidský úsudek, ale je potřeba definovat kritéria k dosažení uspokojivých výsledků. Formální zápis kritérií realizujeme prostřednictvím statistických algoritmů ve formě výsledného *filtru*. Filtry lze vytvářet od jednoduchých jednoúrovňových až po komplexní optimalizované víceúrovňové systémy. Pro rozpoznávání chyb se používá úseku historických hodnot, na jejichž základě je stanovena pravděpodobnost, že se jedná o chybná data a takový filtr nazýváme *adaptivní*. Sousední záznamy nazýváme *filtrovací oknem*, které lze na základě kvality důvěryhodnosti rozšířit či zmenšit. Filtry mohou být na nejabstraktnější úrovni formovány z analýzy celkového záznamu pro nabídku nákupu a prodeje a jejich rozpětí. U metod pro rozpoznání dat na principu míry polohy je záznam rozdělen do skalárních veličin a jednotlivě porovnáván s historickými daty. Algoritmy k filtraci dat musí být schopny prokazovat svou odolnost a pravděpodobný výsledek korektnosti dat za každých podmínek. Filtr musí být počítán s dostatečně velkou rychlostí, aby nedocházelo k zahlcení novými daty. Předpokladem je, že bude fungovat sekvenčně a iterativně, takže nebude potřeba počítat filtr z celého filtračního okna, ale pouze dopočítat novou příchozí hodnotu pomocí rekurze. Většina filtrů dokáže pracovat jak v historickém režimu, tak i reálném čase. Pokud by frekvence generování dat dosáhla hranice, pod níž již nejsme schopni zpracovávat data v reálném čase, ponecháme na sběr dat pouze základní metody filtrace a pokročilé metody filtrace provedeme až nad historickými daty nebo je lze využít pro ověření nové implementace filtru [7].

V obecném kontextu filtrace dat existují dva druhy osob, které chtějí s daty pracovat. Do první skupiny řadíme běžné uživatele, kteří mají zájem eliminovat nekorektní data ze zdroje. Do druhé řadíme uživatele se speciálním oprávněním, který chce znát podrobné informace, jako je souhrnná statistika o počtu zamítnutí, stejně jako důvody, na jejímž základě byla data vyřazena. Pro každý záznam finančního trhu je vypočítána důvěryhodnost, že daný záznam je platný. Důvěryhodnost je reálné číslo z intervalu 0 až 1. Obvyklá hodnota prahu pro rozhodovací logiku se nastavuje na hodnotu prahu 0.5. U hodnoty vyšší než 0.5 je vysoce pravděpodobné, že se jedná o platný záznam. Na základě pokročilých výpisů jsme schopni úspěšně nasadit a vyladit výsledný filtrační systém.



Obrázek 4.3 Práce jednotlivých uživatelů se záznamy finančního trhu [7]

4.3.1 Hierarchie algoritmů pro filtraci dat

Algoritmy pro filtraci dat se skládají ze tří hierarchických úrovní. První se nazývají *invariantní filtry* pro své neměnné vlastnosti ve všech polohách. Používají se pro analýzu celé charakteristiky měnového páru a zvládají pracovat s historickými i reálnými daty. Jejich úkolem je přeposílat finanční záznamy do nižších vrstev, provést základní heuristiku a složit záznamy do výsledného formátu. Jsou schopny odhalit nulové, záporné hodnoty.

Na prostřední vrstvě se nachází *filtrační okno pro zpracování složeného záznamu*. Vrstva obsahuje vzorek několika posledních záznamů nabídky nákupu a prodeje, na jehož základě rozděluje záznamy na skalární hodnoty, které přeposílá do nejnižších vrstev. V této vrstvě se nad daty počítají matematické transformace a některé z filtračních tezí závislé na koherentních datech z finančního trhu. Provádíme jednoduché filtrační testy na výskyt duplicitních a monotónně rostoucích hodnot.

Na nejnižší vrstvě je již implementováno *filtrační okno pro zpracování skalárních hodnot*, kde se vyhodnocují statistické rozdíly v rozpětí cen mezi nabídkou nákupu a poptávkou, extrémní rozdíl v poloze jednotlivých skalárních dat. Výsledky jsou v normalizovaném tvaru předávány nazpět do vyšších vrstev [7].

4.3.2 Důvěryhodnost kótovaných záznamů

Důvěryhodnost záznamu²³ C je hlavní veličinou při stanovení platnosti záznamu generovaného trhem. Výsledná hodnota se nachází v intervalu 0 a 1, kde 0 znamená zcela neplatný záznam a 1 označuje zase naopak zcela platný záznam. Vyhodnocení není booleovskou operací a nedá se určit jednoznačná platnost, ale nabývá nejčastěji hodnot v intervalu, proto má charakter fuzzy logiky. Samotná důvěryhodnost je vypočtena ze sousedních hodnot skalárních veličin jako pravděpodobnost, že daný kótovaný záznam je platným záznamem. Věrohodnost je měřena individuálními testy, z nichž výslednou důvěryhodnost nelze sestavit prostým součtem díky oboru hodnot, proto definujeme

²³ V Angličtině je užíván termín - Credibility

pomocnou proměnnou *důvěryhodný kapitál*²⁴ T , která je definovaná jako aditivní a její obor hodnot je od $-\infty$ až do $+\infty$. Mezi důvěryhodným kapitálem a důvěryhodností platí monotónní relace

$$C(T) = \frac{1}{2} + \frac{T}{2\sqrt{1+T^2}} \quad (4.1)$$

a pro inverzní relaci platí vztah [7]:

$$T(C) = \frac{C - \frac{1}{2}}{\sqrt{C(1-C)}} \quad (4.2)$$

Aditivní verzi pro výpočet důvěryhodnosti C_{sum} můžeme vypočítat jako důvěryhodnost ze sumy výsledků důvěryhodného kapitálu [7].

$$C_{sum} = C[T(C_1) + T(C_2) + \dots + T(C_n)] \quad (4.3)$$

Tabulka 4.1 zobrazuje názorný přehled výpočtu aditivní důvěryhodnosti kótovaných záznamů z posledních dvou záznamů C_1 a C_2 . Po dosažení nulové kritické hodnoty, u které jsme si jisti, že se jedná o neplatná data, jsou všechny další hodnoty vynechány až do záznamu, o kterém s jistotou můžeme říct, že je záznam platný. Algoritmus je odolný na postupné změny ve finančních datech. Problém nastává ve stanovení takových kritérií, aby byl algoritmus odolný i na platné skoky ve finančních datech.

C_{total}	$C_1 =$	0	0.25	0.5	0.75	1
	$C_2 =$					
1		0.5	1	1	1	1
0.75		0	0.5	0.75	0.878	1
0.5		0	0.25	0.5	0.75	1
0.25		0	0.122	0.25	0.5	1
0		0	0	0	0	0.5

Tabulka 4.1 Výpočet aditivní důvěryhodnosti kótovaných záznamů pro poslední dva záznamy [7]

4.3.3 Typy chyb v datech

Chyba v datech se projevuje jako záznam, který neodpovídá reálnému stavu trhu. Chyby v datech vyhledáváme i přes fakt, že jsou trhem generovány jako korektní platné hodnoty. Za vznikem chyby je nejčastěji lidská a systémová chyba. Lidské chyby vznikají buď překlepem při zadávání hodnot do systému, nebo jako úmyslné chyby, které vypisovatelé nabídek (nejčastěji banky) používají k technickým účelům, například pro testování. Systémové chyby vznikají vlivem chyby v počítačovém systému, obsluhou a selháním.

V mnoha případech je nemožné zjistit přesnou příčinu vzniku chyby, takže pro přímé zpracování statistickými charakteristikami jsou data nevhodná, ale znalost o jednotlivých skupinách chyb nám umožňuje vytvářet sofistikovanější filtrační mechanismy [7]:

²⁴ V Angličtině je užíván termín – Trust Capital

1. *Desetinná chyba* – Chyba vzniká na straně vypisovatele nabídky v překlepu o desetinné místo při výpisu nabídky. Jako příklad může být aktuální $P_{bid} = 1.3498$, kterou vypisovatel chce přepsat na $P_{bid} = 1.3505$, ale místo toho zadá do systému neplatnou nabídku $P_{bid} = 1.3405$.
2. *Testová chyba* – V době nízké likvidity někteří poskytovatelé testují systémy a jsou na trh zanášeny neplatné nabídky, které by v případě neodfiltrování mohly mít za důsledek selhání obchodního modelu pro automatizované obchody. Jako příklad poslouží dva příklady. První, kterým si banky testují spojení s obchodním systémem v brzkých ranních hodinách. Druhý nastává zasíláním dlouhé řady lineárně narůstajících nabídek, aby si udržely spojení přes dny, kdy se na trzích neobchoduje.
3. *Zahlčení duplicitními záznamy* – Někteří vypisovatelé zasílají opakovaně své nabídky k udržení svých obchodních pozic, což může mít za důsledek zneprůhlednění platných nabídek od jiných bank.
4. *Kopírování záznamů* – Někteří vypisovatelé kopírují nabídky ostatních obchodníků trhu a modifikují je předem neznámým způsobem. Za normálních okolností to neznamená riziko pro obchodování na finančních trzích, ale přispívá k obtížím při identifikaci opakujících se a monotónně narůstajících nabídek.
5. *Chyba kótovací konvence* – Jednotlivé konvence pro minimální a maximální velikost kótované měny se mohou lišit dle trhu, na kterém obchodujeme. Filtry by měly být invariantní i na tuto skutečnost a imunní pro rozdíly v cenách vycházející z prodávaného množství.

4.4 Aplikace pro podporu obchodování

Mezi referenční software, který je již na trhu vyvíjen řadu let jako statistický nástroj pro podporu při rozhodování, patří program Statistica. Program umožňuje počítat nad daty všechny běžné popisné statistiky jako průměry, mediány, směrodatné odchylky, kvantily, intervaly spolehlivosti, harmonické a geometrické průměry a mnoho dalších včetně neparametrických statistik. Výsledné vizualizace zobrazuje pomocí histogramů, 2D a 3D bodových grafů, Q-Q a P-P grafů a přináší silný nástroj pro výzkumnou analýzu nad širokou škálou finančních dat. Mezi jednotlivá finanční data lze počítat všechny známé korelace a skupinové analýzy [20].

Kromě statistických nástrojů je zde dostupná možnost získávání znalostí z databází, dolování dat a na základě výsledku sestavení modelu pro prediktivní rozhodování. Mezi další významné nástroje patří pravděpodobnostní kalkulátor, který můžeme využít při zkoumání pravděpodobnostního rozložení finančních dat a předpovědi vývoje měnových párů v budoucnu. Program Statistica je vhodný zejména díky vynikajícím souhrnným přehledům, jež jsou nezbytným nástrojem finančních analytiků [20].

5 Statistické charakteristiky

Analýza statistických charakteristik je podložena explicitním vyjádřením proměnných ve vysokofrekvenčních číselných řadách v čase t . Data, která získáváme z finančních trhů, jsou pro mnoho metod nevhodná, protože jsou generována v odchylných časových intervalech a po časové ose jsou *rozložena nepravidelně (nehomogenně)*. V době, kdy se na obchodních trzích neobchoduje (př. víkendy, svátky), vzniká v datech mezera, která je dalším projevem nehomogenity dat. Data s pravidelným rozložením v čase nazýváme *homogenní*. Pojem homogenity vždy uvažujeme vůči konkrétnímu časovému období a v případě, že chceme data převést do vhodné podoby pro zpracování dat, musíme zbývající významné body v čase dopočítat – *interpolovat*. Interpolace slouží k nalezení přibližných hodnot měnového kurzu v časovém intervalu, kde známe pouze některé z hodnot. Homogenní číselná řada finančního trhu je seskládána z nezpracovaných dat, jež v čase t_j vyjádříme $z_j = z(t_j)$. Index j odkazuje na nehomogenní časovou řadu, zatímco index i na homogenní časový interval. Pro hledaný bod $t_0 + i\Delta t$ platí, že je umístěn mezi dvěma nehomogenními body $t_{j'} < t_0 + i\Delta t < t_{j'+1}$. Z důvodu požadované výkonnosti na systém se data interpolují dvěma způsoby, a to *lineární interpolací* a *interpolací předešlé hodnoty*. Lineární interpolace je základní metodou, která propojuje dva nehomogenní body přímkou. Její formální zápis je uveden níže [7]:

$$z(t_0 + i\Delta t) = z_{j'} + \frac{(t_0 + i\Delta t) - t_{j'}}{t_{j'+1} - t_{j'}} (z_{j'+1} - z_{j'}) \quad (5.1)$$

Interpolace předešlé hodnoty kopíruje úroveň posledního známého měnového kurzu až do doby, kdy je trhem vygenerována nová hodnota.

$$z(t_0 + i\Delta t) = z_{j'} \quad (5.2)$$

Skokové změny ovlivňují výsledky statistických charakteristik, proto při převodu nehomogenních dat na data homogenní využíváme lineární interpolace.

5.1 Homogenní proměnné v časových řadách

V homogenních časových řadách jsou zkoumány proměnné jako cena, rozpětí, změny cen, volatilita a datová frekvence, abychom lépe dokázali popsat dynamiku trhu.

5.1.1 Cena

Cena kurzu měnového páru v čase je nejsledovanější a nejdůležitější proměnou. Kromě ceny nabídky koupě P_{bid} a prodeje P_{ask} , definujeme cenu transakce. Běžně je již zahrnuta v kurzu. Další významnou hodnotou, která byla již dříve uvedena, je střední hodnota kurzu. Je stěžejní pro

interpretaci aktuálního pohybu měnového kurzu a kromě aritmetického zápisu střední ceny existuje i geometrická střední cena, jež je založena na geometrickém průměru ceny nákupu a prodeje. Hodnota se lépe přibližuje skutečné ceně měnového páru [7].

$$x(t_j) = \sqrt{P_{bid}(t_j) * P_{ask}(t_j)} \quad (5.3)$$

Finanční trhy měnových párů jsou do jisté míry symetrické. Hodnota japonského jenu se dá vypočítat v dolarech, ale zároveň i hodnotu amerického dolaru lze stanovit v ceně japonského jenu. Vymezení logaritmu pro statistické metody má za důsledek, že hodnota střední ceny je stejně symetrická jako samotné finanční páry, protože platí [7]:

$$\begin{aligned} x_{USD/JPY}(t_j) &= \log \sqrt{P_{bid}(t_j) * P_{ask}(t_j)} = z \wedge \\ x_{JPY/USD}(t_j) &= \log \sqrt{P_{bid}(t_j) * P_{ask}(t_j)} = -z \end{aligned} \quad (5.4)$$

Statistické výsledky mohou být navzájem porovnávány na základě absolutního rozdílu pro jednotlivé párové dvojice.

5.1.2 Rozpětí kurzu měnového páru

Rozpětí definujeme jako rozdíl nabídky kurzu pro prodej a nákup. Vhodným zápisem pro porovnávání je relativní rozpětí, které je definováno:

$$s(t_j) = \log P_{ask}(t_j) - \log P_{bid}(t_j) \quad (5.5)$$

Výhodou oproti použití běžnému rozpětí je fakt, že při použití logaritmické transformace jsou si rozpětí pro například $S_{USD/JPY}$ a $S_{JPY/USD}$ rovny z důvodu výměny kurzu nákupu a prodeje [7].

5.1.3 Změna ceny

Odchylka od aktuální ceny r v čase t_i je definována rozdílem homogenních logaritmických cen za časový interval Δt [7].

$$r(t_i) = r(\Delta t; t_i) = x(t_i) - x(t_i - \Delta t) \quad (5.6)$$

Časový interval Δt volíme jako první změnu $x(t_i)$. Změna ceny je důležitou proměnou pro každého investora, protože pokud realizujeme transakci a otevřeme svoji obchodní pozici, tak právě v tento moment bude cenová odchylka naším ukazatelem výhodnosti investice. Její změna a očekávání v budoucnosti souvisí s realizovanými investicemi. Ve finanční analýze o ní mluvíme také jako o ukazateli návratnosti.

5.1.4 Volatilita

Volatilita se vypočítává na základě historických dat jako odmocnina z průměru (aritmetického, geometrického, ...) všech změn cen. Počet opakování výpočtu změny ceny je dán celkovou velikostí vzorku $n\Delta t$. Při použití koeficientu $p = 2$ je výpočet volatility obdobný s výpočtem směrodatné odchylky. Všechny změny cen jsou v absolutní hodnotě, proto i výsledek volatility je nezáporný [7].

$$v(t_i) = v(\Delta t, n, p, t_i) = \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |r(\Delta t; t_{i-n+j})|^p \right]^{1/p} \quad (5.7)$$

Volatilita se používá jako ukazatel pohybu finančního trhu. Na trzích, kde je nízká volatilita, je kurz téměř neměnný. Použitím vyššího koeficientu než $p > 1$ je výpočet citlivější na velké změny cen a díky umocnění je na ně kladena větší váha stejně jako například u váženého průměru. Volatilita je počítána ve stejných jednotkách jako zdroj dat $x(t_j)$. Před začátkem výpočtu je potřeba zvážit, na jakých časových intervalech Δt bude volatilita počítána a jaký bude celkový časový úsek $\Delta t_{scale} = n\Delta t$. Pro finanční trhy je typické, že je volatilita počítána i na celkovém časovém intervalu Δt_{scale} 1 hodiny, zatímco pro jiné trhy jsou běžné hodnoty 1 rok. Toto zjištění ukazuje na velkou likviditu trhu. Kromě historické (realizované) volatility používáme pro předpověď vývoje měnového kurzu volatilitu implikovanou. Využíváme ji pro odhad ceny finančních derivátů, jako jsou opce [7].

5.1.5 Frekvence dat

Data, která získáváme z finančního devizového trhu, jsou nehomogenní. Abychom mohli měřit frekvenci, definujeme sčítací funkci N . Tato funkce v zadaném časovém intervalu vypočte počet nehomogenních dat. Samotný výpočet je již triviální. Vynásobíme frekvenci zadaného časového intervalu s počtem dat, která jsou trhem vygenerována [7].

$$f(t_i) = f(\Delta t; t_i) = \frac{1}{\Delta t} N\{x(t_j) | t_i - \Delta t < t_j \leq t_i\} \quad (5.8)$$

Časový interval mezi jednotlivými kotacemi kurzu měnového páru vypočteme jako převrácenou hodnotu frekvence $f^{-1}(t_i)$. Kromě frekvence generování dat můžeme obdobně spočítat frekvenci generování dat kurzu nabídky nákupu a prodeje.

5.2 Frekvenční a distribuční funkce

Kurz měnového páru a jiné charakteristiky náleží mezi náhodné veličiny, protože je jejich hodnota proměnlivá a nelze ji jednoznačně definovat v čase t . Pojmy o náhodných veličinách se zabývá teorie pravděpodobnosti. Náhodný jev nastává s určitou pravděpodobností a tu můžeme vyjádřit funkcí $F(x_i)$ [15]:

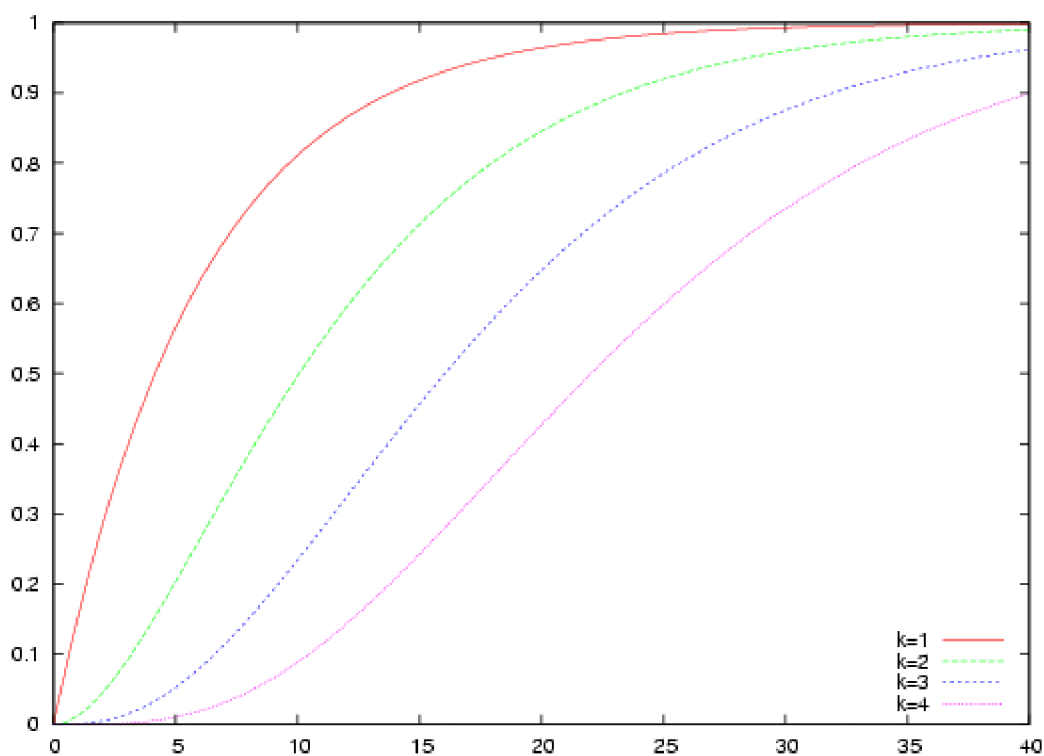
$$F(x_i) = P(x < x_i) \quad (5.9)$$

Každé hodnotě nebo množině hodnot z intervalu přiřazujeme pravděpodobnost, že náhodná veličina nabude právě této hodnoty, eventuálně hodnoty z určitého intervalu. Samotnou pravděpodobnost výskytu náhodného jevu vypočteme jako počet příznivých výsledků m vůči všem výsledkům náhodného jevu n . V případě finanční analýzy posuzujeme četnost výskytu specifické hodnoty nad množinou hodnot kurzu měnového páru.

$$P(x) = \frac{m}{n} \quad (5.10)$$

Jedním ze způsobů zápisu pravděpodobnosti je *distribuční funkce*, která byla uvedena výše. Každá distribuční funkce musí splňovat následující vlastnosti [15]:

1. Hodnoty distribuční funkce $F(x_i)$ leží v intervalu $\langle 0,1 \rangle$.
2. Distribuční funkce je neklesající, to znamená, že každé $F(x_i) \leq F(x_{i+1})$.
3. Distribuční funkce je spojitá zleva a obsahuje nanejvýš spočetně bodů spojitosti.
4. Distribuční funkce pro bod $F(-\infty) = 0$ a $F(\infty) = 1$.



Obrázek 5.1 Distribuční funkce pro rozdílné koeficienty²⁵

Distribuční funkcí je popsáno rozdělení pro diskrétní (nehomogenní) proměnné stejně jako pro spojitě (homogenní). Ze známých hodnot pravděpodobností $P(x_i)$ vypočteme distribuční funkci pro diskrétní veličiny sumou všech pravděpodobností výskytů náhodné diskrétní veličiny menší než x_i [15]:

²⁵ Zdroj <http://www.comtel.cz/cz/vyuka/tho/kendall.php>

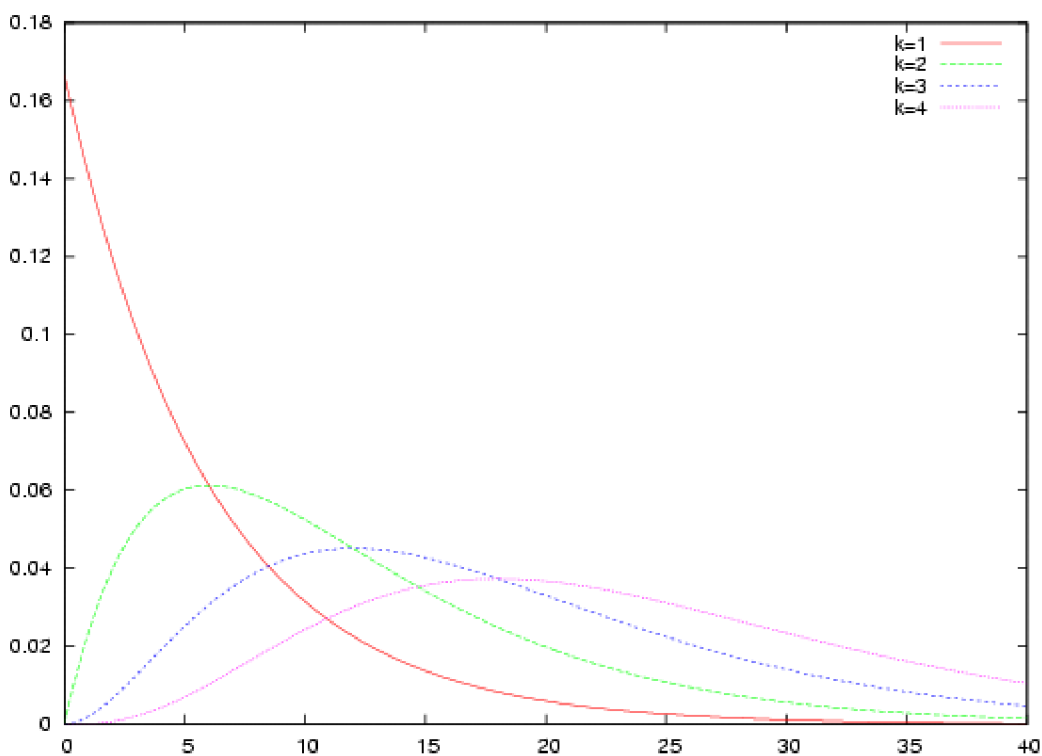
$$F(x_i) = P(x < x_i) = \sum_{x < x_i} P(x) \quad (5.11)$$

Rozdělení spojité veličiny je podmíněno existencí funkce $\varphi(x)$, pro kterou platí distribuční funkce následovně:

$$F(x_i) = \int_{-\infty}^{x_i} \varphi(x) dx \quad (5.12)$$

Funkce $\varphi(x)$ se používá pro popis zákona o rozdělení spojité veličiny a nazýváme ji funkcí *hustoty pravděpodobnosti*, neboli také jako *frekvenční funkce*. Vlastnosti hustoty pravděpodobnosti jsou obdobné jako u pravděpodobnostní funkce diskrétních veličin $P(x)$ [15]:

1. Hodnota $\varphi(x)$ je vždy nezáporná: $\varphi(x = x_i) \geq 0$
2. Frekvenční funkci odpovídá pravidlo $\int_{-\infty}^{\infty} \varphi(x) dx = 1$
3. Pravděpodobnost, že hodnota náhodné spojité veličiny dosáhne hodnoty z intervalu $< x_1, x_2 >$ je dána vztahem $P(x_1 \leq x < x_2) = \int_{x_1}^{x_2} \varphi(x) dx$



Obrázek 5.2 Frekvenční funkce pro rozdílné koeficienty²⁶

U spojité veličiny je velmi nízká pravděpodobnost, že by hodnota nabývala jedné určité hodnoty, ale neznamená to, že je to nemožným jevem. Pravděpodobnost výskytu jevu u diskrétních veličin je závislá na rozsahu hodnot.

²⁶ Zdroj <http://www.comtel.cz/cz/vyuka/tho/kendall.php>

Distribuční a frekvenční funkce jsou úzce propojeny a odpovídají si navzájem. Z distribuční funkce je patrné, s jakou pravděpodobností na základě historických dat se bude hodnota měnového kurzu x vyvíjet. V případě, že je distribuční funkce aktuální hodnoty kurzu $F(x_i)$ mnohem menší než 0,5, znamená to, že došlo k lokálnímu propadu ceny. Na základě historických dat je pravděpodobnější, že tento propad bude doprovázen rezistivita trhu a měnový kurz se navrátí na svou původní hodnotu, ale zároveň je možno jev chápat jako jeden z ukazatelů změny trendu. V mnoha směrech může být řešením porovnání aktuálního odhadu vývoje trendu s globálními trendy. Frekvenční charakteristika je vhodným nástrojem pro bližší zkoumání četnosti dat. Z historického vzorku kurzu měnových párů jsme schopni určit, jaká je nejčastější úroveň kurzu, a na základě tohoto zjištění odvodit závěr, jaký vývoj kurzu lze v budoucnu očekávat.

5.3 Charakteristiky polohy a rozptylu

Vymezením hodnot distribuční a frekvenční funkce získáváme úplný obraz o rozdělení náhodné veličiny, která ale často nepodává dostačující informace. Pro důkladnější popis pravděpodobnosti výskytu jevů vymezíme charakteristiky polohy a rozptylu. V další kapitole budou ještě dodatečně uvedeny charakteristiky excesu, a to šikmost a špičatost [15].

Základní mírou polohy je *aritmetický průměr*, který se počítá ze součtu neuspořádané množiny hodnot x_i dělené celkovým počtem prvků n [16]:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (5.13)$$

U množiny, kde se hodnoty opakují, je výhodnější použití vzorce zohledňující četnost výskytu:

$$\bar{x} = \frac{x_1 n_1 + x_2 n_2 + \dots + x_k n_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i n_i}{\sum_{i=1}^k n_i} \quad (5.14)$$

Další mírou polohy je *medián* x_{med} , který je určen prostřední hodnotou uspořádané množiny hodnot. Výhoda použití mediánu je v tom, že není do veliké míry ovlivněn extrémními hodnotami v množině, jako je tomu u aritmetického průměru [15]:

$$P(x \geq x_{med}) = P(x \leq x_{med}) = 0,5 \quad (5.15)$$

Modus, jinak řečeno modální hodnota, tvoří prvek, který se v datech vyskytuje nejčastěji [16]. K výpočtu vezmeme frekvenční charakteristiku a vybereme člen množiny s největší hodnotou $\varphi(x)$.

Míry polohy jsou určeny několika charakteristickými středními hodnotami, ze kterých se však nedozvíme, jak jsou jednotlivé prvky rozptýleny. Rozptýlenost dat charakterizujeme mírou variace prostřednictvím *rozptylu* a *směrodatné odchylky*. Rozptyl s^2 měří odchýlení od aritmetického průměru a vypočítá se jako průměr čtverců odchylek hodnot od aritmetického průměru [16].

Vzhledem k tomu, že jej vypočítáváme jako průměr odchylek čtverců, nemá stejnou jednotku jako prvky z množiny dat. Zároveň je jeho váha kladena na vzdálenější hodnoty a jeho výpočet je definován následovně:

$$s^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 = \overline{x^2} - \bar{x}^2 \quad (5.16)$$

Míru variace, která je ve stejných jednotkách jako aritmetický průměr, označujeme směrodatnou odchylkou S . Směrodatnou odchylku od aritmetického průměru můžeme přičítat i odečítat a využíváme toho při zařazování prvků množin do tříd [16].

$$s = \sqrt{s^2} \quad (5.17)$$

Kromě uvedených variačních charakteristik lze použít i relativní charakteristiky, které popisují relativní rozptýlenost prvků vzhledem k aritmetickému průměru. *Relativní průměrná odchylka* je stanovena *průměrnou odchylkou* \bar{d} dělenou aritmetickým průměrem [16].

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}| \quad (5.18)$$

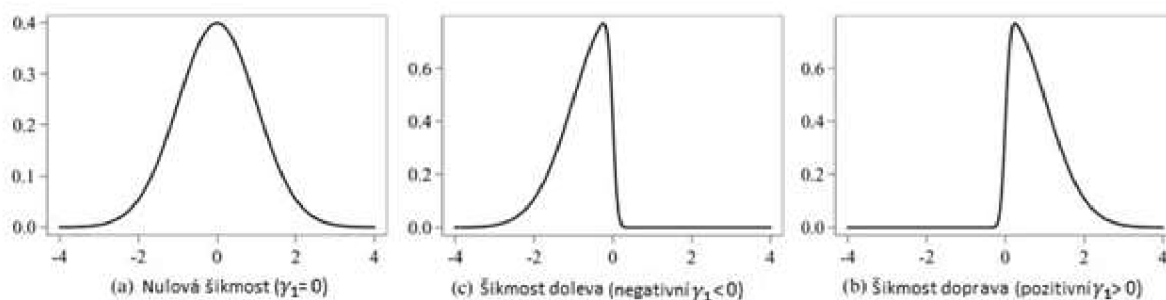
$$\bar{d}_{\%} = \frac{\bar{d}}{\bar{x}} \cdot 100, [\%] \quad (5.19)$$

Variační koeficient V vymezuje souhrnnou charakteristiku užívanou v praxi k odhalení nesourodosti číselných dat. U prvků množin a potažmo i měnových kurzů, jejichž koeficient je vyšší než 50%, je označen za nesourodý a je indikátorem k použití odlišných metod, které počítají střední hodnotu jinak než pomocí aritmetického průměru.

$$V = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100, [\%] \quad (5.20)$$

5.4 Šikmost

Šikmost vymezuje charakteristiku odhalující asymetrie v číselných řadách a prvcích množiny [15]. Její projevy jsou patrné zejména u vysoké variability hodnot. Míru šikmosti způsobenou nesymetrií můžeme analyzovat z distribuční a frekvenční funkce. Zcela symetrické distribuce mají velikost šikmosti rovnu nule. Velká četnost nízkých čísel a malá vyšších má za důsledek, že je hustota pravděpodobnosti vyšší u menších čísel a distribuce je zešikmená doprava, v opačném případě je zešikmení doleva [17].



Obrázek 5.3 Příklady šikmosti [17]

Vzorec pro výpočet šikmosti je stejně jako u dále uváděné špičatosti odvozen od normalizované náhodné veličiny, která je dána ve tvaru [15]:

$$t = \frac{x_i - \bar{x}}{s} \quad (5.21)$$

Charakteristika šikmosti patří mezi normované momenty a pro hodnotu $k = 3$ ji nazýváme třetím normovaným momentem. Vzorec pro obecný výpočet normovaného momentu je uveden níže:

$$\mu_k(t) = \frac{\mu_k(x)}{s^k} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^k \quad (5.22)$$

Šikmost pomáhá lépe charakterizovat číselné řady, jejichž rozsah, průměr, rozptyl ale i medián může být totožný. Z obecného vzorce dosazením pro třetí normovaný moment získáme formální zápis výpočtu šikmosti [17]:

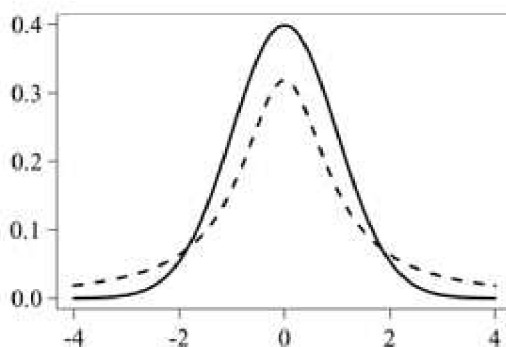
$$\gamma_1 = \mu_3(t) = \frac{\mu_3(x)}{s^3} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{s^3} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \right)^{\frac{3}{2}}} \quad (5.23)$$

5.5 Špičatost

Špičatost popisuje výstřednost (excentricitu) průběhu distribuční funkce. Pokud je špičatost malá, znamená to, že je ve středu průběhu funkce nízké rozložení spojitých, nebo diskrétních hodnot. U velké hodnoty špičatosti dosahuje hustota pravděpodobnosti náhodných veličin ve středu průběhu vrcholu [17]. Charakteristika šikmosti je čtvrtým normovaným momentem a dle obecného vzorce pro výpočet normovaného momentu dosahuje hodnoty 3 u normálního rozdělení pravděpodobnosti, které je výchozí hodnotou k porovnání se zkoumanými rozloženími. Aby bylo porovnávání špičatosti čitelnější, je výpočet špičatosti posunut k počátku [17]:

$$\begin{aligned}
\gamma_2 = \mu_4(t) - 3 &= \frac{\mu_4(x)}{s^4} - 3 = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{s^4} - 3 \\
&= \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2\right)^2} - 3
\end{aligned}
\tag{5.24}$$

U hodnoty γ_2 vyšší než 0 je rozdělení ve srovnání s normálním rozdělením špičatější, zatímco pro γ_2 menší než 0, je rozdělení plošší [15].



Obrázek 5.4 Příklady špičatosti

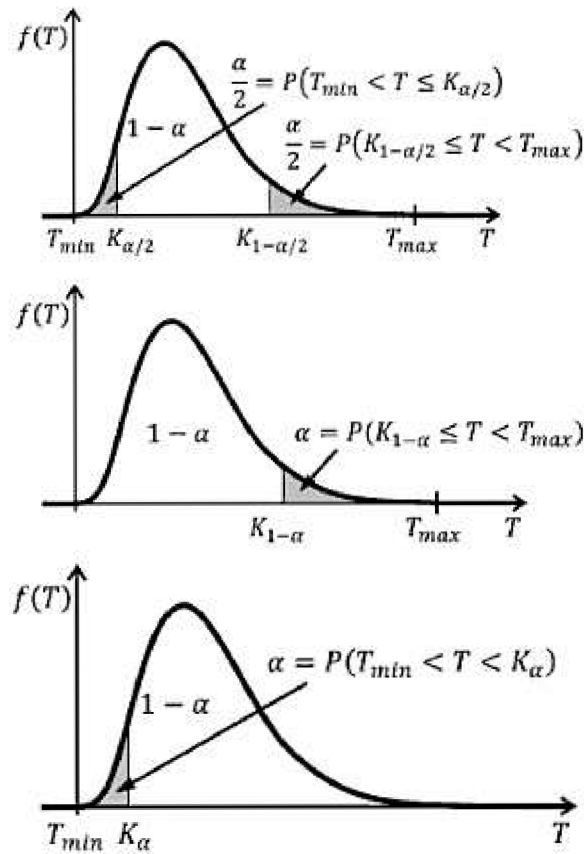
5.6 Testování statistických hypotéz

Předpoklad vývoje měnového páru na finančním trhu vymezuje způsob rozložení náhodných dat v souboru. Nad historickými, ale i současnými daty hledáme významné statistické vlastnosti, které nás vedou k prvotnímu cílenému předpokladu. Pro ověření, že se nejedná pouze o náhodný průběh způsobený náhodnými vlivy, používáme testování pomocí statistických hypotéz. Prostřednictvím testů ověřujeme platnost pravdivého předpokladu s předem daným rizikem omylu. Tento test formulujeme tak, abychom se byli schopní objektivně rozhodnout, zda má být tento test přijat a tím i předpoklad dokázán, nebo odmítnut. Vzorky použité k ověření statistické hypotézy by měli mít obdobný průběh, protože v opačném případě nelze vyloučit, že pochází z jiného souboru dat. V prvotním kroku určíme nulovou a alternativní hypotézu. Za nulovou hypotézu H_0 pokládáme tu, jejíž předpoklad chceme dokázat, a za alternativní hypotézu H_1 tu, kterou přijmeme, pokud zamítneme hypotézu nulovou [18]. Vztah mezi hypotézou H_0 a H_1 vyjadřuje následující pravidlo:

$$H_0 = 1 - H_1 \tag{5.25}$$

K popisu rizika, že popřeme nulovou hypotézu, slouží hladina významnosti α . Před samotným měřením stanovujeme, jaké podmínky a přesné specifikace chceme dokázat a s jakou přesností je budeme měřit. Díky hladině významnosti jsme schopní vymezit kritický obor hodnot, který určuje rozsah rozložení náhodných veličin, jež za platnosti předpokladu nulové hypotézy takřka nemůže nastat. Za podmínky, že je H_0 pravdivá a nastane jev s nepatrnou pravděpodobností α , nulovou

hypotézu zamítáme a přijímáme hypotézu H_1 . O náhodném jevu, jenž neleží v kritickém oboru, lze říct, že nastává s tak velkou pravděpodobností, že je téměř jistý, proto hypotézu nezamítáme, ale ani ji nepotvrzujeme. Samotná analytická pozorování o měření musí být provedena na n reprezentativních vzorcích, abychom byli schopni do dostatečné míry potvrdit, že naše tvrzení H_0 není nepravdivé a tudíž platné [18].



Obrázek 5.5 Způsoby vymezení kritického oboru hodnot [18]

6 Návrh aplikace

Samotný návrh aplikace vychází z teoretických závěrů, ke kterým jsme došli v předchozích částech. Navrhovaná aplikace si neklade za cíl dokonale obsáhnout celou tematiku finančních trhů a bude specializovaná na návrh a práci se statistickými charakteristikami při zpracování finančních dat. Vzhledem k faktu, že data z mezibankovního trhu jsou již ve filtrované podobě, tak návrh pokročilých filtračních metod nebude zahrnut do návrhu a implementace.

6.1 Požadavky

Ještě než se pustíme do návrhu aplikace, tak bychom měli vědět, co od systému očekáváme a jak bude na tyto požadavky reagovat. Vyhneme se především nedorozuměním a následným chybám v implementaci.

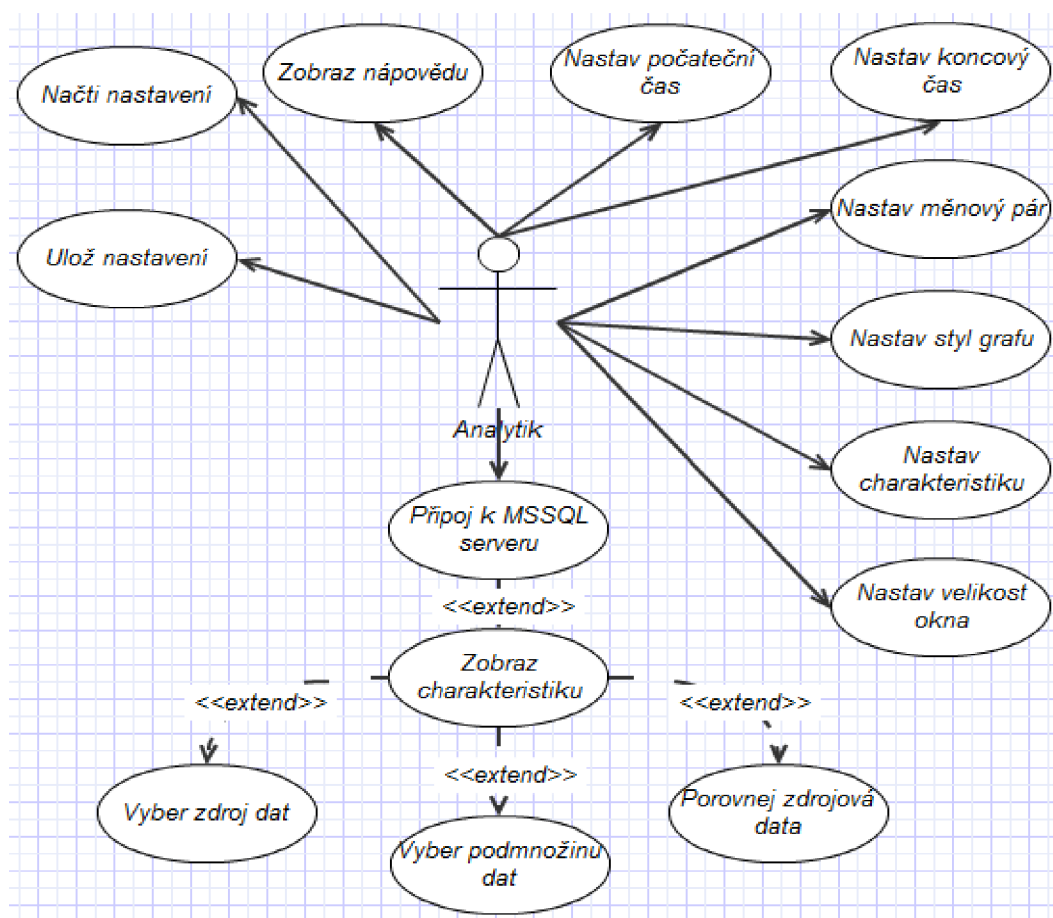
Jako způsob uložení dat vzhledem k velikosti a množství je vybráno databázové úložiště SQL serveru. Klientská aplikace musí mít oddělenou část implementace pro obsluhu všech volání a komunikace s databázovým serverem, aby bylo kdykoliv v budoucnu možné tuto implementaci rozšířit i o analýzu charakteristik z dalších datových úložišť. Již v analýze dat jsme zjistili, že celková velikost dat se pohybuje v řádu miliónu, proto musí být navrženo optimalizované načítání dat větších časových úseků, u kterých by hrozilo, že by výpočet charakteristiky trval déle než v řádu sekund. Některé z technik byly již popsány v předešlých kapitolách. Připojení k databázovému úložišti musí být konfigurovatelné a je třeba jej navrhnout tak, aby jej v případě potřeby bylo možné přesunout i na jiný počítač než ten, kde bude spuštěna analytická aplikace. Uložení dat v databázi je v diskrétní podobě a dá se očekávat, že v datech budou časové mezery. Proto musí být navržen algoritmus interpolace předešlé hodnoty, aby nebyl výsledný výpočet chybějícími daty ovlivněn. V první fázi implementace se nepředpokládá podpora práce s daty v reálném režimu, nicméně vycházíme z tohoto faktu a jednotlivá data nebudou načítána naráz, ale ve vzorcích dle zvoleného časového úseku. Vzorky budou implementovány součástí klouzavého datového okna, kde budou udržovány poslední hodnoty pro výpočet statistické charakteristiky.

Samotný návrh aplikace vychází z cílené modularity, abychom byli schopni nadále rozšiřovat jednotlivé moduly bez rizika změny ostatní funkcionality. Při návrhu budeme dodržovat softwarovou architekturu, která bude dále podrobně popsána. Každá ze statistik bude vytvářena nezávisle na ostatních statistických charakteristikách. V případě dodatečného požadavku nebude problém statické metody implementovat i jako dynamické knihovny. Samotný výpočet musí podporovat dvě metody, a to samotný výpočet charakteristiky z vzorku dat a pak výpočet souhrnné charakteristiky z celkového seznamu dílčích výsledků charakteristik.

Každá ze statistických charakteristik bude jednoznačně určena časovým rozsahem, měnovým párem, zdrojem dat (nabídka prodeje, nabídka nákupu, střední cena a pro specifické charakteristiky jak nabídka prodeje, tak i nabídka nákupu), rozsahem datového okna pro výpočet charakteristiky. Zdroj dat uživatel nebude přímo vybírat, ale až na základě zobrazené charakteristiky bude moci přepínat a porovnávat je navzájem, aby bylo umožněno důkladné srovnání a poskytnutí všech nutných analytických prostředků. Je třeba také předpokládat, že uživatel nebude všechny nastavení vytvářet opětovně, proto bude navržen způsob uložení nastavení do souboru ve formátu XML. Výhodou uložení nastavení je možnost kdykoliv zpětně vygenerovat významná data. U uživatelského rozhraní je vyžadováno, aby neubíralo místo ze zobrazovací plochy a v případě potřeby zde byla možnost ho schovat úplně. Veškeré zobrazení tedy využijeme pro zobrazení charakteristik. Při návrhu výjimek bude zapracováno i ošetření chyb.

6.2 Diagram případu užití

Diagram užití patří mezi jeden ze způsobů, jak zachytit vnější pohled na navrhovaný systém. Na rozdíl od textové specifikace odráží požadavky uživatelů na systém v grafickém vyjádření. Hlavními prvky digramu případu užití jsou aktéři a samotné případy užití. V našem systému se soustředíme na jediného aktéra systému - analytika, který manipuluje s daty.



Obrázek 6.1 Diagram případů užití navrhované aplikace

6.3 Databáze

Data získaná z finančního trhu jsou přizpůsobena pro uložení v databázi MSSQL. Z hlediska zpracování velkého objemu dat se jedná o výhodu, protože MSSQL databáze je komplexním relačním systémem, jenž je navržen pro zvládnutí velkého objemu dat. S daty se pracuje v atomických transakcích a je tak chráněna jejich integrita. Přístup k datům není sekvenční, takže pro hledání prvku n v seřazené posloupnosti není třeba procházet všechna data, dokud nenalezneme zmíněný prvek [21]. Pro účely návrhu a implementace projektu postačí volně šiřitelná verze Microsoft SQL 2008 R2 Express.

6.3.1 Návrh indexů

Při návrhu analytických systémů je jejich stěžejní částí rychlost zpracování dat. Finanční trhy patří mezi nejlikvidnější trhy a produkují pro jeden měnový pár i stovky záznamů za minutu. K efektivnímu zpracování nestačí jen výběr vhodného algoritmu, ale i způsob a čas strávený načítáním dat z databáze.

Pro optimalizaci přístupu u nejčastěji kladených SQL dotazů se v návrhu tabulky používají indexy, které definují způsob uložení dat v tabulce. Na výběr máme ze dvou základních typů indexů, a to *primární* (clustered) a *vedlejší* (non clustered) index²⁷[21]. Primární index nad požadovaným sloupcem tabulky určuje, jak budou data na pevném disku fragmentována. Řazení dat lze nastavit vzestupně nebo sestupně. Tento způsob je velmi vhodným zejména v případech, že chceme načítat z tabulky souvislé bloky dat, jako například data v určitém rozmezí času, protože data budou uložena fyzicky za sebou a není potřeba tak prohledávat celou tabulku [21]. Fragmentace dat na pevném disku má za důsledek, že lze použít pouze jeden clustered index pro jednu tabulku.

Vedlejší index nemění uložení dat na pevném disku, ale vytváří binární vyhledávací strom ukazatelů na data [21]. Použití je vhodné zejména u načítání velkého bloku dat dle specifického sloupce. Počet non clustered indexů není omezen, nicméně jejich špatný návrh nepovede k tíženému optimalizaci, ale pouze zvětší složitost celého systému.

V našem navrhovaném systému budeme nejčastěji pracovat s tabulkou *Tick*. Načítat data budeme dle parametrů rozsahu času a měnového páru. Pokud bychom pro práci s časovými razítky použili sloupec *BidTimeStamp* a *AskTimeStamp*, nebudeme moci vždy zaručit platnost obou záznamů v konkrétním čase, protože od bank jsou tato data posílána asynchronně. Tento problém se musí řešit dodatečnou modulací dat. Budeme tedy používat razítko *TickTimeStamp*, a protože se jedná časový atribut, aplikujeme na něj primární index. Díky použití indexů se mnohonásobně zvýší režie pro vkládání dat do tabulky. Důsledkem toho trvá prvotní vložení všech finančních dat déle, ale naopak jsme schopni posléze analyzovat finanční data velmi efektivně.

²⁷ Překlad anglického termínu nevystihuje jeho plný význam a je odvozen od odborného názvu pro část pevného disku. V odborné terminologii se setkáme s názvem v anglickém znění.

7 Implementace

Implementace projektu probíhala ve dvou etapách. První spočívala ve vytvoření skriptu pro zpracování a nahrání dat z dodaných souborů do databáze MSSQL serveru. Před samotným nahráváním dat bylo potřeba vytvořit schéma databáze. Tabulky a sloupce byly redukovány dle kapitoly o analýze dat a na závěr byl přidán index pro optimalizaci přístupu k finančním datům. Výstupem první fáze je funkční databáze s finančními daty, zálohované DB schéma a skript pro nahrání dat do databáze MSSQL serveru.

Druhá fáze vycházela již z předpřipraveného prostředí a tedy samotného návrhu analytické aplikace na zpracování statistických charakteristik nad finančními daty. Pro tvorbu aplikace byla vybrána platforma .NET s programovacím jazykem C#.

7.1 Použité technologie

Python jako jazyk pro zpracování dat do MSSQL databáze byl vybrán zejména pro jednoduchou strukturu jazyka a existující modul `pymssql`²⁸ k obsluze MSSQL serveru. Python patří mezi interpretované, objektově orientované skriptovací jazyky. Je interpretován virtuálním strojem, takže samotná aplikace je i nezávislá na platformě, kde je skript spuštěn.

Platforma .NET je soubor produktů firmy Microsoft, které slouží k vývoji služeb, webových technologií, grafických rozhraní, mobilních a vestavěných zařízení a nabízí standardizovaný přístup k technologiím XML a databázím [22]. Pro účely implementace projektu nabízí platforma .NET všechny potřebné technologie. Platforma je nezávislá na použitém programovacím jazyku, protože zdrojový kód je vždy přeložen do metajazyka, který je pak interpretován. Podporován je jazyk Visual Basic, Delphi a C#. Právě jazyk C# byl vybrán pro rychlost prototypování kostry aplikace. C# je vysoce abstraktní objektově orientovaný programovací jazyk. Výrazně ulehčuje práci s dynamickými strukturami díky automatickému uvolňování paměti, která již v dalším běhu aplikace nebude použita. I přes vysokou míru abstrakce se jedná o rychlý programovací jazyk, který je vhodný k programování aplikace na zpracování finančních dat.

Jako vývojové prostředí bylo použito Microsoft Visual Studio 2010. Nabízí pokročilé techniky analýzy chybových stavů aplikace a rychlé ladění kódu. Při tvorbě aplikace je zejména užitečná IntelliSense, které automaticky doplňuje bloky zdrojového kódu jako jsou doplnění tříd, metod a dalších konstrukcí obsažených v programovacím jazyku.

²⁸ Zdroj <http://pymssql.sourceforge.net/>

7.2 Třívrstvá architektura

Dodržení vícevrstvé architektury při návrhu softwaru napomáhá k jeho rozšiřitelnosti, modulárnosti a zkvalitnění zdrojového kódu aplikace. Bez nutnosti rozsáhlých změn lze vyměňovat jednotlivé bloky kódu, aniž by to ovlivnilo funkčnost zbývajících modulů. Nejčastějším způsobem je použití třívrstvé softwarové architektury.

V datové vrstvě jsou prováděny veškeré fyzické manipulace s daty v závislosti na vybraném datovém úložišti. Všechny operace musí být implementovány stejně rozhraní, aby bylo kdykoliv možné nabízet podporu i pro jiná řešení a jiné druhy databází. Implementace datové vrstvy vychází z literatury [22].

Aplikační vrstva reprezentuje jádro aplikace a samotnou řídicí logiku. Jsou zde provedeny všechny výpočty a operace s daty. Při návrhu počítáme s tím, že řídicí logika by měla mít podobu modelu, který se může měnit v závislosti na požadovaných výpočtech.

Prezentační vrstva slouží pro interakci s uživatelem a obstarává převod dat do reprezentovatelné podoby. V této vrstvě zároveň reagujeme na všechny události od uživatele, které jsou zpracovány a na jejichž základě je ovlivňován model aplikační vrstvy. Součástí prezentační vrstvy je i obsluha jednotlivých uživatelských komponent.

7.2.1 Datová vrstva

Datová vrstva byla implementována pouze pro práci s MSSQL serverem. Základ tvoří třída s názvem *MSSQLConnector*. Tato třída vytváří spojení s MSSQL serverem na základě adresy serveru, jména databáze, uživatelského účtu a hesla. Bez korektních údajů vytváří výjimku a nelze s daty pracovat. Třída obsahuje hlavní metody pro reprezentaci a výpočet dat.

Z pomocných metod získáme informaci o prvním a posledním datu záznamu v databázi, získáme první nabídku prodeje a nákupu od určitého data pro specifický měnový pár, načteme ID a násobitel měnového páru pro výpočet charakteristik. Z dodatečných metod je implementován test, zda se v časovém rozsahu pro konkrétní měnový pár vyskytují v databázi data. Jedná se o rychlý test, který optimalizuje práci s časovými úseky, kde nejsou data k dispozici.

Hlavní částí implementace datové vrstvy je metoda *GetData*. Metoda má na vstupu čtyři parametry: počáteční čas, koncový čas, ID měnového páru a logickou hodnotu, zda pracovat s celými záznamy, nebo jen s otevírací a zavírací hodnotou kurzu. Rozhodnutí o práci s daty je jednou z implementovaných optimalizací pro práci s velkými objemy dat. V případě, že se rozhodneme zobrazit charakteristiku pro velké časové rozsahy, jako jsou dny, tak nás jistě nebude zajímat každý záznam v databázi, ale pouze některé platné údaje, které jsou generovány trhem. U menších časových úseků, jako jsou hodiny, budeme pracovat se všemi daty, abychom zobrazili výsledné charakteristiky co nejpřesněji. Otevírací a zavírací hodnota kurzu představuje vždy první a poslední záznam pro nabídku prodeje a nabídku nákupu. Mezi problémy, se kterými se musíme vypořádat, jsou chybějící

hodnoty. Chybějící nulové hodnoty mohou zanést chybu do výsledné charakteristiky, proto byla implementována metoda interpolace poslední hodnoty. U prvních záznamů, kde ještě není známa žádná korektní hodnota, se načte první platná hodnota nabídky nákupu a prodeje pro požadovaný měnový pár. Z načtených hodnot se vytvoří seznam nabídky nákupu a prodeje, střední ceny, z nichž každý seznam je tvořen minimálně jednou hodnotou. Tato struktura reprezentuje data finančního trhu měnového páru pro jeden požadovaný vzorek aplikační vrstvě pro specifické časové období. Výstupem datové vrstvy je vždy homogenní prostor dat.

7.2.2 Aplikační vrstva

Aplikační vrstva tvoří jádro celé analytické aplikace. Na jejím vstupu se kromě údajů potřebných pro připojení k databázi požaduje název měnového páru, čas začátku a konce výpočtu, název charakteristiky, způsob zobrazení a velikost klouzavého okna na výpočet charakteristiky. Všechny informace a možné stavy jsou přenášeny výčtovým typem z důvodu snadného možného budoucího rozšíření a čitelnosti zdrojového kódu.

V aplikační vrstvě jsou implementovány základní testy pro ověření korektnosti vložených údajů jako test spojení s MSSQL databází, ověření, zda existují pro zadané údaje v databázi data a test na velikost klouzavého okna. Kromě těchto metod jsou zapouzdřeny metody pro interakci s uživateli, a to konkrétně získání hodnoty prvního a posledního záznamu v databázi, díky čemuž uživatel získá lepší přehled o výběru časového intervalu k zobrazení požadovaných charakteristik.

Hlavní částí vrstvy je i zde metoda *GetData*, která s daty ovšem pracuje jinak a připravuje je do zobrazitelné podoby. Na samotném začátku se aktualizuje klouzavé okno. Toto okno určuje, za jak dlouhý zpětný časový úsek se použijí data pro výpočet nové hodnoty zvolené charakteristiky. Každé okno se skládá ze vzorků, které získáváme z datové vrstvy. Pro nízké hodnoty okna je použito plné načítání dat z databáze, naopak pro hodnoty je použito načítání otevírací a zavírací hodnoty kurzu měnového páru. U menších oken je vyvážen nízký počet vzorků zpracováním plného objemu dat z databáze. U zbylých velikostí oken je nastaven počet vzorků v rámci jednoho okna na 10. Tento práh byl zvolen jako kompromis mezi rychlostí zpracování a přesností zobrazených dat.

V cyklu je každý vzorek načten z databáze a vložen do seznamu. V případě, že je počet prvků větší než počet prvků klouzavého okna, tak je poslední prvek ze seznamu vymazán. Ze seznamů prvků okna je vypočtena charakteristika pro jeden nový bod a výsledky jsou již uloženy do struktury zobrazitelné prezentační vrstvou. Všechny body charakteristiky jsou počítány jak pro nabídku prodeje a nákupu, tak i pro střední cenu. Výjimku tvoří charakteristiky ceny a rozpětí. Každý bod charakteristiky je určen časem, otevíracím kurzem, nejvyšším kurzem, nejnižším kurzem, zavíracím kurzem zdroje dat a hodnotou charakteristiky pro časový rozsah. Na závěr se ze všech hodnot charakteristik vypočítá celková hodnota charakteristiky, která je uživateli zobrazena jako shrnutí. Dle požadavků na způsob zobrazení lze výsledek dat zobrazit v normálním, procentuálním nebo

pravděpodobnostním zobrazení. Procentuální zobrazení přepočítává normální zobrazení, aby bylo možné porovnávat obecné hodnoty a prahy mezi jednotlivými měnovými páry pro případné užití v obchodních modelech. Pravděpodobnostní zobrazení je vypočteno pro každou hodnotu jako pravděpodobnost výskytu ve vzorku dat.

7.2.3 Prezentační vrstva

Prezentační vrstva slouží pro přímou komunikaci s uživatelem a zobrazení dat do zobrazitelné podoby. Hlavní část je tvořena uživatelským rozhraním a panely, zbylé třídy implementují obsluhu jednotlivých uživatelských komponent. Součástí vrstvy je uživatelská možnost exportu a importu nastavení do formátu XML.

Generování statistik probíhá vždy na základě požadavku od uživatele. Nejdříve se získají z panelů aktuální hodnoty nastavení a předají se aplikační vrstvě. Při výpočtu charakteristik jsou všechny chybové stavy ošetřené zachytáváním výjimek a zobrazeny uživateli do srozumitelné podoby. Z aplikační vrstvy již získáváme data, která lze jen vložit do třídy obsluhující zobrazení charakteristik.

7.3 Knihovna statistických charakteristik

Každá z charakteristik je implementována v samostatné třídě a nabízí dvě metody. První, která z vybraného časového úseku pro množinu hodnot kurzu měnového páru vypočítá dílčí bod charakteristiky. Postup výpočtu je uveden v teoretické části. U vybraných metod se kurz násobí násobitelem měnového páru, aby byla hodnota zvolené charakteristiky dobře čitelná a v souladu s konvencemi na měnových trzích (názorným příkladem je rozpětí).

Druhou implementovanou metodou je výpočet celkové hodnoty charakteristiky z dílčích výpočtů. Díky časové náročnosti a možnému budoucímu rozšíření o zpracování charakteristik v živém režimu jsou data vypočtena nejčastěji jako průměr, medián nebo střední hodnota seznamu hodnot.

7.4 Implementace uživatelské rozhraní

Návrh uživatelského rozhraní byl vytvořen ve WPF (Windows Presentation Foundation) jako jeden z nástrojů platformy .NET a jazyka XAML. WPF byl navržen firmou Microsoft pro tvorbu moderního vzhledu aplikací a mezi výhody patří i hardwarová akcelerace vykreslování grafických prvků. Umožňuje využití všech nepoužívanějších obrazových a video formátů.

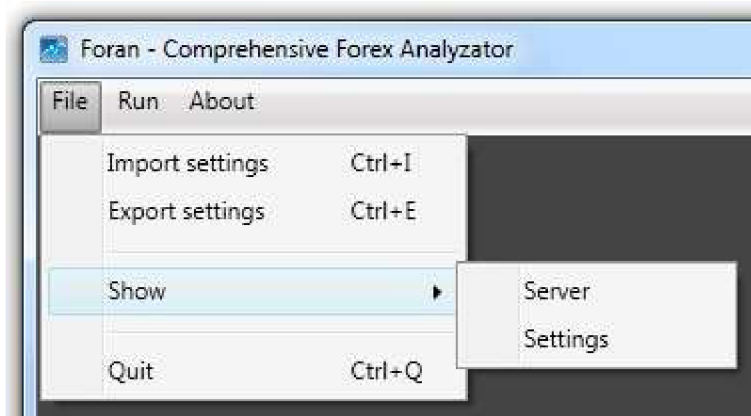
Samotný návrh aplikace ve WPF je již podporován ve Visual Studio 2010, ale pro potřeby práce byl návrh proveden v aplikaci Microsoft Expression Blend, který nabízí vylepšené ovládání a přímou podporu pro tvorbu událostí na uživatelské akce. Z dodatečných knihoven byly použity volně

širitelné knihovny *AvalonDock*²⁹ a *AvalonDock.Themes* pro návrh bočních panelů a stylů aplikace. Z knihovny *AvalonControlsLibrary*³⁰ byla převzata komponenta pro zadání času, která byla dále upravena a nastýlována. Přestože se jedná o práci zaměřenou na finanční trhy, její podstata nespočívá ve vlastní implementaci zobrazovacích komponent. Knihovna *AmCharts.Windows.Stock*³¹ nabízí všechny nutné grafické komponenty uzpůsobené pro práci s finančními daty.

7.4.1 Obecná nastavení

Aplikace je koncipována tak, aby uživatel nebyl donucen nastavovat charakteristiky přes množství dialogů a stalo se mu ovládání nepřehledné. Mezi obecné nastavení umístěné do hlavního menu patří export a import aktuálního nastavení aplikace, přepínání ovládacích panelů, zobrazení nápovědy, spuštění generování statistik a uzavření aplikace.

Import nastavení (mezi něž patří i údaje o DB) způsobí odpojení od databáze MSSQL, a proto je vždy potřeba se znova k tomuto serveru připojit. Volby v nastavení jsou pouze výčtového typu, a tak je možné spustit generování statistik ihned po připojení k databázi bez dalšího nutného nastavení. Data poskytnutá z finančního trhu jsou v rozmezí 3. 11. 2011 - 11. 11. 2011. Ukázkou obecného zobrazuje Obrázek 7.1.



Obrázek 7.1 Ukázkou obecného nastavení

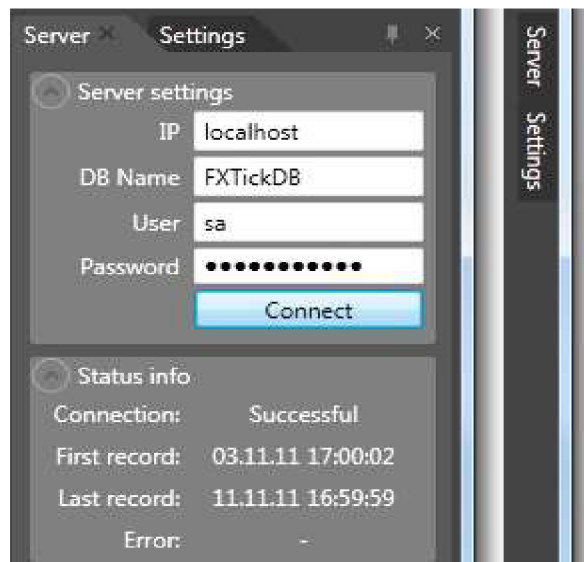
7.4.2 Nastavení serveru

Nastavení serveru jsou tvořena v bočním panelu a jsou zároveň i jedněmi z prvních kroků v nastavení. Mezi možnostmi nastavení nechybí ani funkce pro schování do boční lišty, aby panel nezmenšoval zobrazovací plochu vygenerovaných charakteristik. Nastavení se skládají z nastavení serveru a stavového okna pro upozornění na chybové stavy, zobrazení data prvního a posledního záznamu v databázi a stavu připojení k databázi. Mezi možnostmi nastavení serveru se zadává IP adresa serveru, název databáze, uživatelský účet v databázi MSSQL serveru a heslo pro připojení. Ukázkou nastavení serveru zobrazuje Obrázek 7.2.

²⁹ Zdroj <http://avalondock.codeplex.com/>

³⁰ Zdroj <http://avaloncontrolslib.codeplex.com/>

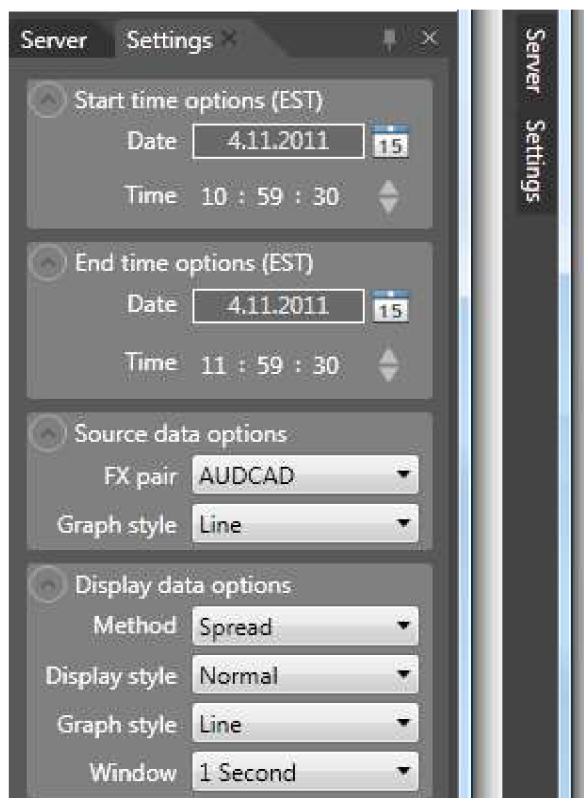
³¹ Zdroj <http://wpf.amcharts.com/>



Obrázek 7.2 Ukázka nastavení serveru v režimu automatického zasunutí

7.4.3 Nastavení dat

Nastavení dat je rozděleno do čtyř bloků. První a druhý slouží k nastavení počátečního a koncového času, od kdy jsou generovány charakteristiky. Libovolné datum lze nastavit až na sekundy přesně. V nastaveních datového zdroje se zvolí měnový pár a druh zobrazení grafu (čárový, sloupcový, svíčkový, OHLC, úrovnový) pro nabídku prodeje, nákupu a střední cenu. V nastavení pro zobrazení dat je kromě druhu zobrazení grafu a způsobu zobrazení (normální, pravděpodobnostní) dostupná volba pro výběr charakteristiky a velikost klouzavého okna.



Obrázek 7.3 Ukázka aplikačních dat v režimu automatického zasunutí

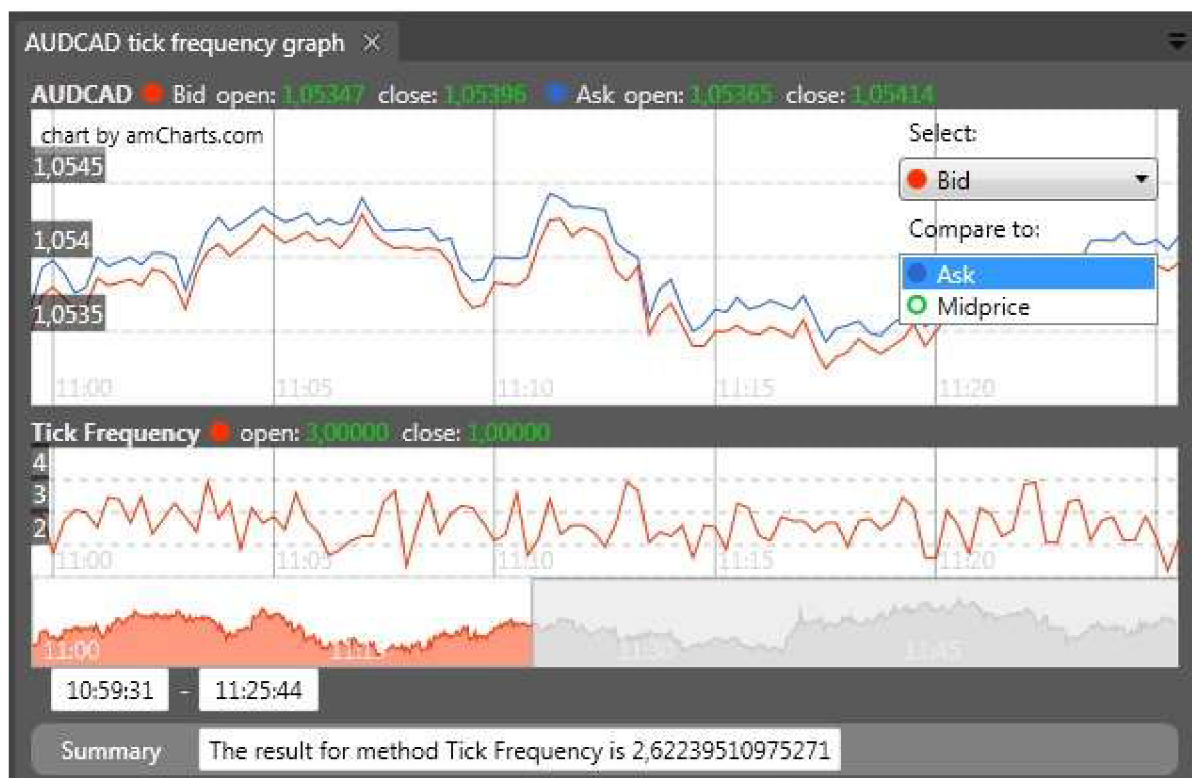
7.4.4 Zobrazení statistické charakteristiky

Po zvolení všech nutných nastavení lze vygenerovat výslednou charakteristiku měnového páru se zvolenou metodou prostřednictvím hlavního menu nebo klávesové zkratky. Jednotlivé charakteristiky se zobrazují do nové karty a lze mezi nimi přepínat a porovnávat data za jednotlivé úseky. V hlavičce každé karty je název měnového páru a název generované metody.

Charakteristiky se zobrazují dvě, a to pro zdrojová data a výstup zvolené statistické metody. Pokud by někomu nevyhovovala velikost okna v závislosti na zobrazeném grafu, může si ji kdykoliv změnit až na velikost obrazovky. V pravém horním rohu vybíráme ze zdrojů dat (nabídka prodeje a nákupu, střední cena). Přepnutím na jiný zdroj dat se aktualizuje i výstup charakteristiky, až na metody, které musí být počítány přímo pro nabídku nákupu a prodeje (geometrická cena, rozpětí). O něco níže je dostupná volba porovnávání. Porovnávat lze se zvoleným datovým zdrojem a po jejím označení dojde k jejímu přidání do vykreslování dat a stavového okna. Ve stavovém okně získáváme informaci o otevírací a zavírací ceně, nebo po označení myši o aktuální hodnotě kurzu a statistické metody.

Ve spodní části se nachází časová osa, kterou lze ohraničovat časové úseky a zobrazovat detailněji jednotlivé výpočty. Změna časové osy aktualizuje zobrazená data na výstupu ihned a není je potřeba opětovně přepočítat. Tento krok je nutný pro ověření přesných výsledků, protože jsou dílčí body grafu průměrovány, aby se daly v daném měřítku přehledně zobrazit.

Poslední částí je shrnutí výstupu zvolené metody, kde se zobrazuje údaj o celkové hodnotě charakteristiky pro zadaný časový rozsah.



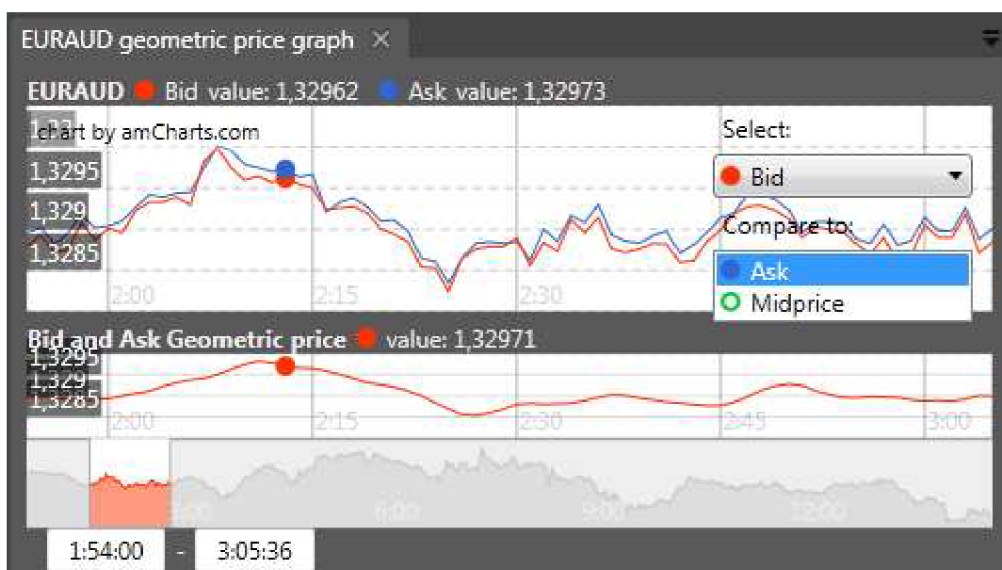
Obrázek 7.4 Ukázka rozpětí vynásobeného násobitelem pro měnový pár AUD/CAD

8 Rozbor statistických metod

Navržená aplikace si najde praktické využití u analytiků finančních trhů, kteří na trhu primárně hledají zdroj neefektivit v jednotlivých měnových párech, které by na základě technického rozboru využili v automatizovaných systémech. Teorie tvorby a verifikace automatizovaných systémů je natolik složitá, že již není předmětem této diplomové práce. V následující části budeme rozebírat jednotlivé dosažené výsledky a zároveň bude nastíněno i jejich možné využití pro obchodování na finančních trzích. Každá z uvedených metod bude hodnocena s ohledem na hledání krátkodobých a dlouhodobých trendů. Za krátkodobé obchodování považujeme nákup a prodej finančních aktiv v řádu sekund až minut. Vzhledem k tomu, že většina obchodníků uzavírá obchodní pozici ke konci dne, budeme počítat u hledání dlouhodobých trendů s intervalem jednoho dne.

8.1 Geometrická cena

Geometrická cena je vypočtena jako odmocnina součinitele nabídky nákupu a prodeje dle vzorce (5.3). Z pohledu obchodování lze tento ukazatel využít jako indikátor reálné ceny trhu. Výpočet je ovlivněn velikostí zvoleného okna a dokáže vyfiltrovat lokální extrémů, které se v důsledku proměnné nabídky a poptávky na trhu u jednotlivých měnových párů vyskytují. Jejich absence umožňuje nastavení proměnných prahů k automatizovanému obchodování na finančních trzích. Při nákupu finančního aktiva mohou přesně nastavit, o kolik procent lze klesnout ze současné kotace kurzu měnového páru, než dojde k jeho automatickému odprodeji. Opačně při prodeji finančního aktiva specifikují, o kolik procent může kurz stoupnout, než dojde k jeho opětovnému nákupu a uzavření obchodní pozice. Způsob obchodování vychází z dlouhodobého trendu, a proto je vhodný spíše pro krátkodobé obchodování.

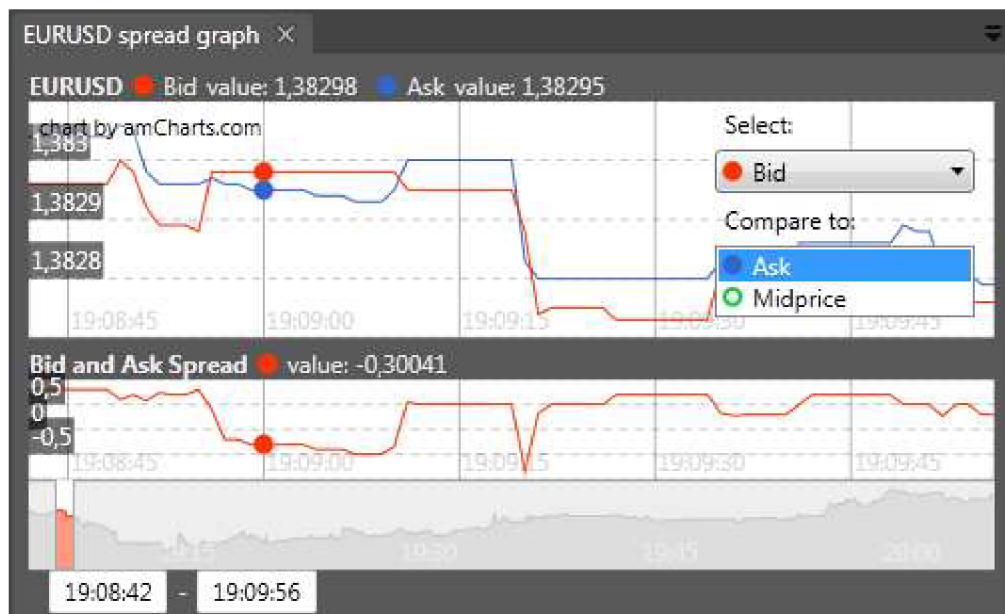


Obrázek 8.1 Ukázka zachycení klesajícího trendu u měnového páru EUR/AUD

Vývoj měnového páru EUR/AUD, kde jsme detekovali začátek klesajícího trendu, znázorňuje Obrázek 8.1. V tomto okamžiku lze prodat finanční aktivum nezávisle na následném lokálním vzestupu ceny. Po dosažení konce trendu u geometrické ceny dojde k uzavření obchodní pozice.

8.2 Rozpětí

Rozpětí je hlavním indikátorem přímých arbitráží, které lze bezrizikově využívat jen za podmínky okamžitých reakcí na tržní nabídky. Na obrázku je uvedena ukázka časově omezené přímé arbitráže.

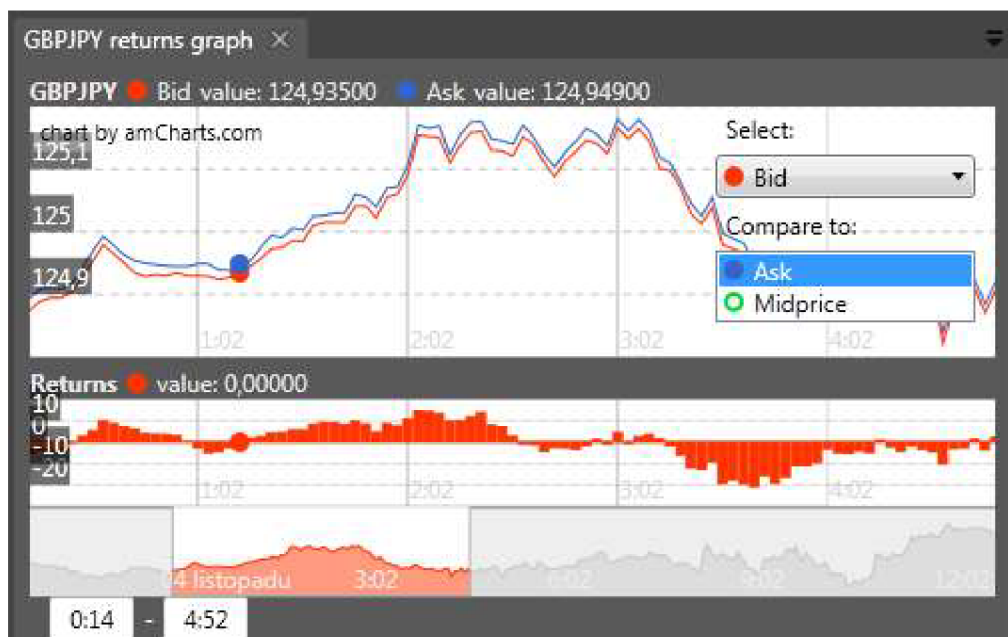


Obrázek 8.2 Ukázka rozpětí u vzniku přímé arbitráže u měnového páru EUR/USD

8.3 Změna ceny

Změna ceny je homogenní proměnou, kterou je vhodné využít jako indikátoru nasycení trhu a ukazatele změny trendu. Kladná změna ceny naznačuje stále rostoucí trend a naopak záporná trend klesající. Změna trendu je často doprovázena i změnou poměru nabídky a poptávky. Z této změny vychází, že v jeden moment je nabídka a poptávka vyrovnaná, což je doprovázeno nulovou změnou ceny. Vhodný výběr okna pro výpočet je nezbytný v závislosti na určení krátkodobých nebo dlouhodobých trendů. Nízká hodnota klouzavého okna je ovlivněna lokálními extrémami a příliš velká hodnota sníží schopnost včasné reakce na změnu trendu. Princip obchodování je použitelný jak pro krátkodobé, tak i dlouhodobé hledání trendů.

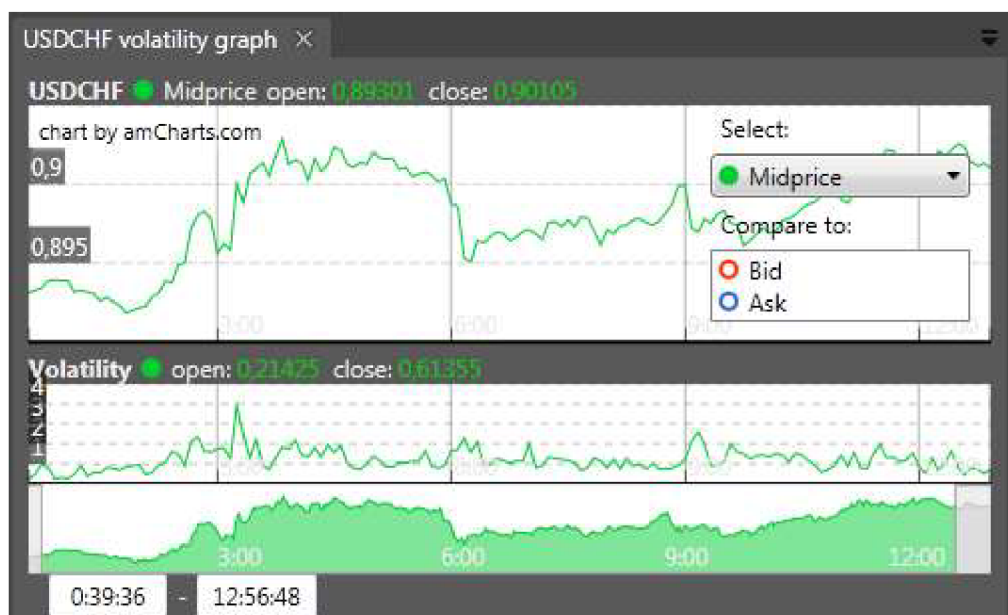
Obrázek 8.3 zobrazuje situaci, kdy na základě historických dat čekáme na nulovou nebo téměř nulovou změnu ceny. V tomto okamžiku nakoupíme měnový pár a obchodní pozici uzavřeme až v době, kdy funkce změny ceny se přiblíží opět nule.



Obrázek 8.3 Ukázka změny ceny vynásobené násobitelem pro měnový pár GBP/JPY

8.4 Volatilita

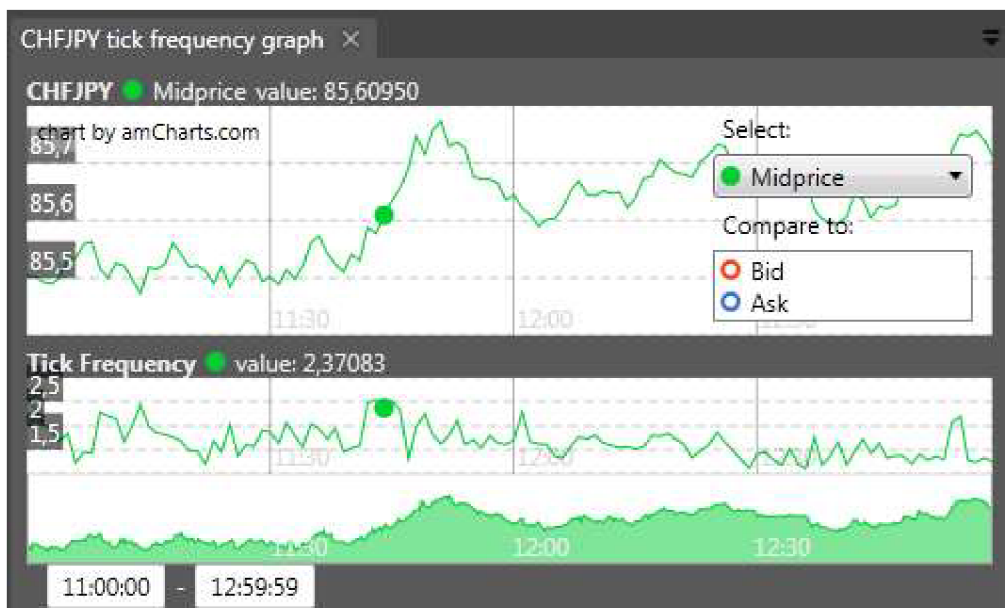
Volatilita není o sama o sobě ukazatelem trendu, ale indikátorem rozptylu hodnot. Pokud bychom obchodovali na trhu, kde není volatilita, tak by kotace kurzu dosahovala pouze jedné hodnoty a nešlo by využívat příznivých a nepříznivých změn kurzu (spekulaci). Z toho vyplývá, že čím větší je volatilita měnového páru, tím je vhodnější pro nákup a prodej finančních aktiv za předpokladu nízké šíře trhu.



Obrázek 8.4 Ukázka volatility měnového páru USD/CHF

8.5 Frekvence dat

Frekvence dat lze využít na obchodních trzích jako ukazatele zdrojů chyb a mezer v datech. Extrémní hodnoty mohou v mnohém napovědět, například pokud se jedná o nezvykle vysoké frekvence, kdy účastníci finančního trhu zahlcují systém duplicitními záznamy, nebo naopak velmi nízkými až nulovými, signalizujícími chybějící data. Frekvence dat si najde využití i jako mikroskopický operátor, signalizující změnu četnosti generování nabídek, a tedy pohybu trhu. Vzhledem k časté proměnlivosti frekvence dat je nutné pro větší časové úseky tuto funkci průměrovat.

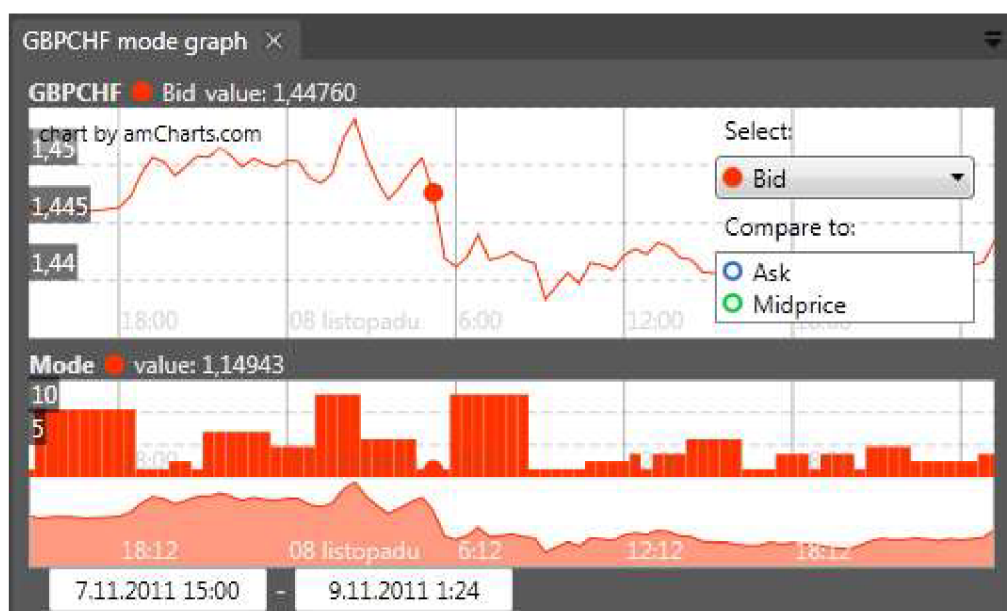


Obrázek 8.5 Ukázka mikroskopického indikátoru změny trhu z frekvence dat u měnového páru CHF/JPY

8.6 Charakteristiky polohy

Stejně jako geometrická cena, jsou charakteristiky polohy vhodné ke sledování dlouhodobých trendů, protože ze své podstaty nejsou ovlivněny lokálními extrémami (odlehlymi hodnotami). Funkce přechodu je u průměru plynulá, zatímco u mediánu a funkce modus déle drží hladinu kotace kurzu v případě skokových změn. Výskyt opakovaných prvků na výstupu charakteristiky polohy má vliv na jejich pravděpodobnostní funkci a obecně můžeme říci, že v případě změny kotace kurzu tento jev nastává s malou pravděpodobností. Toho můžeme využít k indikování pohybu trhu a reakci pro obchodování na finančních trzích.

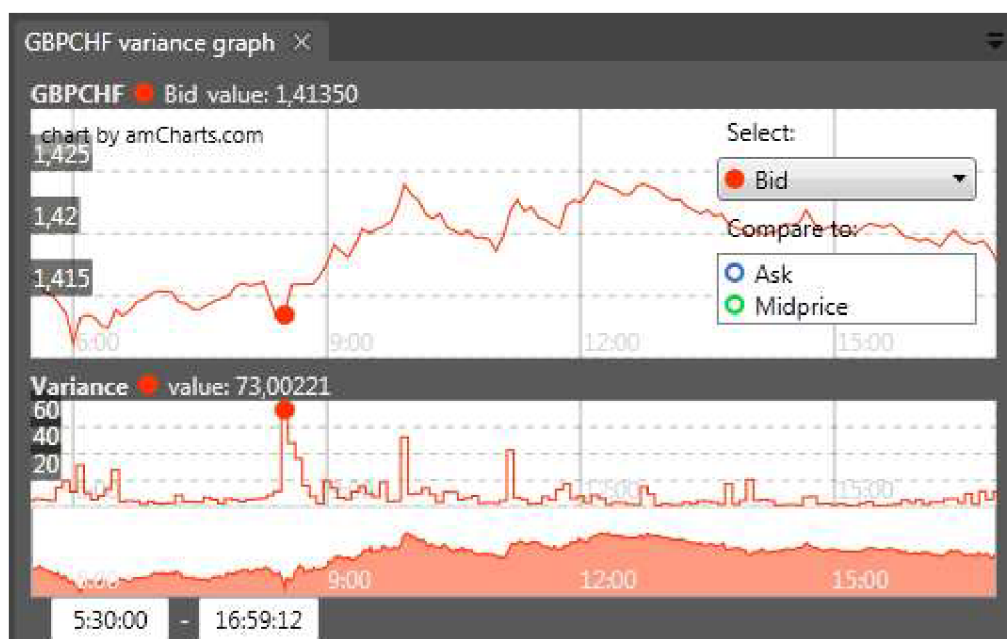
Obrázek 8.6 znázorňuje vývoj měnového páru GBP/CHF. Výstup mediánu je vykreslen v pravděpodobnostním zobrazení a určuje, s jakou pravděpodobností se jednotlivé hodnoty kotace kurzu vyskytují v datech. V úseku hodnot s nízkou pravděpodobností můžeme očekávat pohyb kurzu měnového páru.



Obrázek 8.6 Ukázka pravděpodobnostního zobrazení charakteristiky modus pro měnový pár GBP/CHF

8.7 Rozptyl

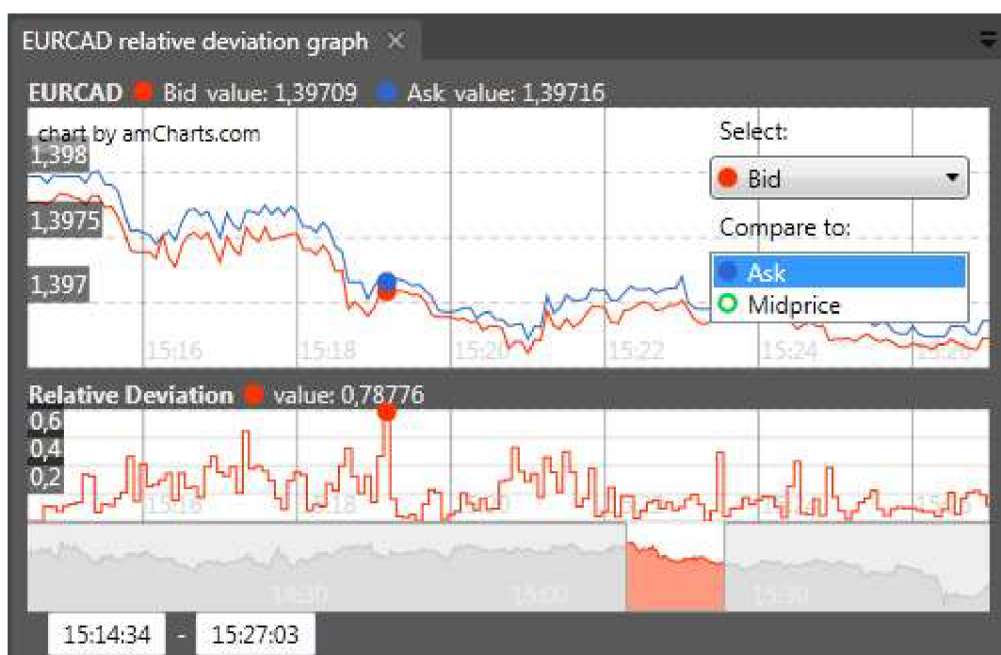
Rozptyl je jednou z charakteristik, která indikuje rychlé krátkodobé pohyby trhu a změny kurzu měnového páru. Je vhodný zejména na podporu rozhodování u krátkodobých obchodních transakcí. Využití je zejména v nákupu či prodeji měnového páru u extrémních hodnot rozptylu na změnu aktuálního trendu, protože se jedná s největší pravděpodobností o krátké nestability trhu a opětovně dojde k poklesu či vzrůstu finančního aktiva, jak ukazuje Obrázek 8.7. Směrodatná odchylka umožňuje zcela identický způsob využití. Ovšem i zde platí, že obchodní strategie by měla vycházet z několika indikátorů podpořena i stejným dlouhodobým trendem.



Obrázek 8.7 Ukázka rozptylu vynásobeného násobitelem pro měnový pár GBP/CHF

8.8 Relativní odchylka

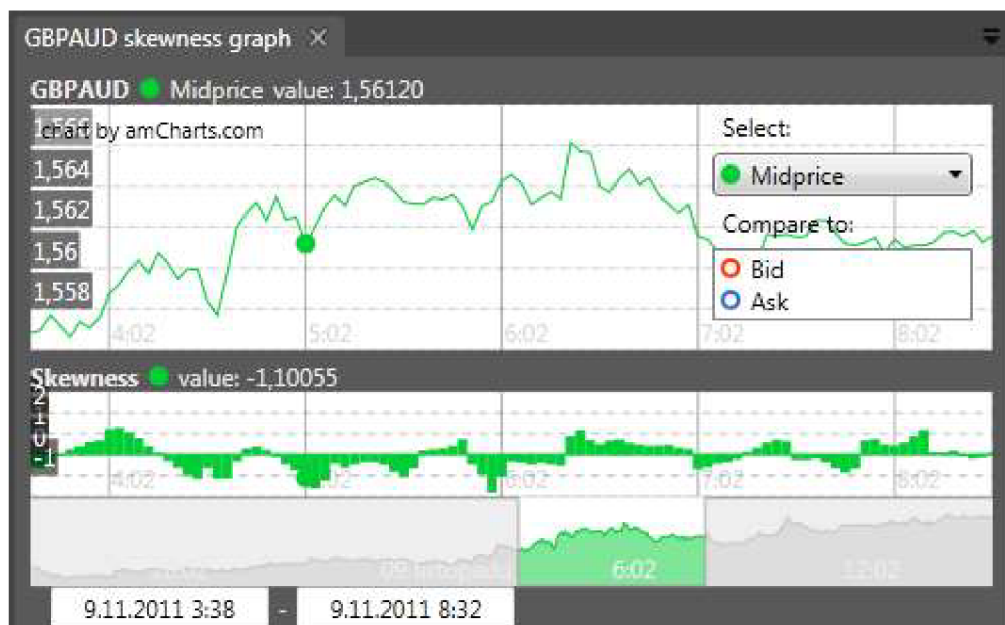
Důvodem pro využití obdobných metod k detekci skoků a tržních příležitostí je i ten, že na rozdíl od rozptylu a směrodatné odchylky se ve vzorci výpočtu relativní odchylky nevyskytuje exponent, takže není do velké míry ovlivněn značnými rozdíly hodnoty kurzu měnového páru. To nám zjednodušuje situaci při obchodování velmi krátkých obchodních transakcí, kde je cílem využití chvilkové neefektivity trhu, a tedy i malých výkyvů měnového páru. Dalším důvodem je i fakt, že ne všechny metody musí být použitelné pro každý měnový pár, protože každý z nich je specifický realizovanou volatilitou a dlouhodobým vývojem.



Obrázek 8.8 Ukázka relativní odchylky vynásobené násobitelem pro měnový pár EUR/CAD

8.9 Šikmost

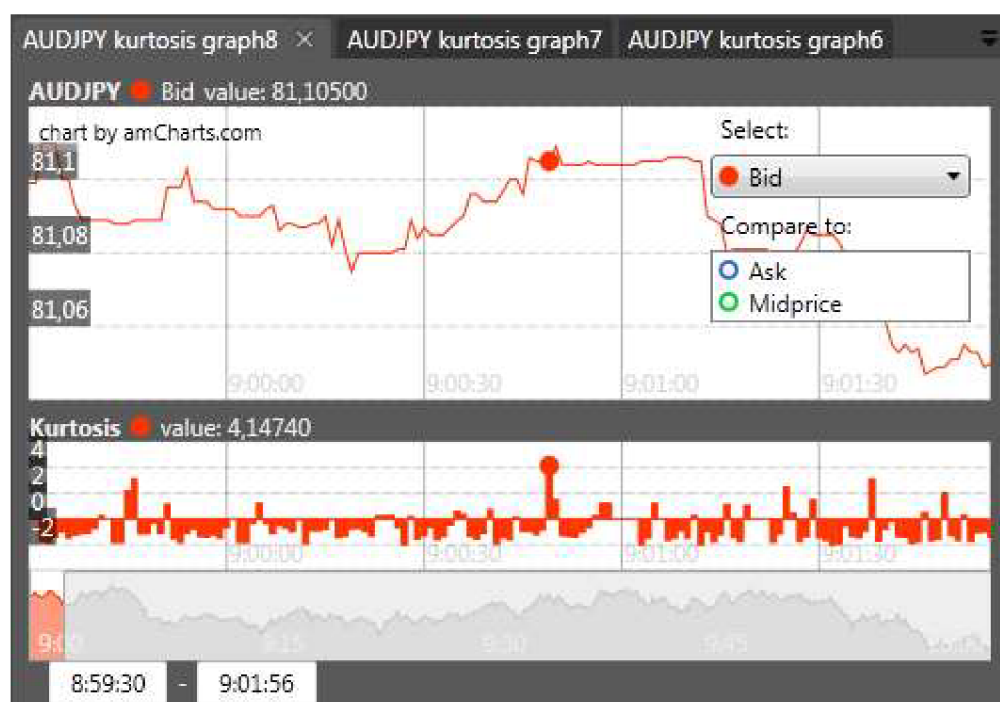
Nad libovolným vzorkem finančních dat rozeznáváme tři základní druhy šikmosti, a to nulovou, zápornou a kladnou. Nulová šikmost je dána symetrickým rozložením pravděpodobnosti a v datech ji nalezneme jako lineární funkci. Zvláštním ošetřením konstantní funkce (neměnné hodnoty kurzu), pro kterou není šikmost definována, je nastavena šikmost na hodnotu 0. Z toho docházíme k závěru, že nulová šikmost se nachází u trendu symetricky rostoucího, klesajícího a u trendu do strany, kde je průměr roven aritmetickému průměru. Pro budoucí vývoj měnového páru s nulovou nebo téměř nulovou šikmostí se dá očekávat zachování aktuálního lokálního trendu. Záporná šikmost se objevuje u vzoru dat, kde je vyšší výskyt hodnot kurzů, než je jejich aritmetický průměr, a naopak kladná šikmost je dána vyšším výskytem hodnot kurzů pod aritmetickým průměrem. Dle teorie pravděpodobnosti můžeme říci, že pro zápornou šikmost je pravděpodobnější následný neklesající průběh kotace měnového páru a pro kladnou šikmost průběh nerostoucí.



Obrázek 8.9 Ukázka šikmosti vynásobené násobitelem pro měnový pár GBP/AUD

8.10 Špičatost

Špičatost popisuje pravděpodobnostní rozložení hodnot kurzu u měnového páru. Vysoká excentricita je realizována rozložením hodnot blízko aritmetickému průměru, neboli ustálení vývoje měnového páru. Můžeme tedy tento ukazatel v případě extrémně kladných hodnot používat jako indikátor zastavení aktuálního trendu a nasycení trhu. Naopak u velmi nízkých hodnot špičatosti je rozptýl hodnot okolo aritmetického průměru značný a ukazuje na velkou nestabilitu trhu a v budoucím vývoji měnového páru se dá předpokládat pohyb kurzu.



Obrázek 8.10 Ukázka špičatosti vynásobené násobitelem pro měnový pár AUD/JPY

8.11 Pokračování projektu

Teorie finančních trhů zasahuje do širokého spektra matematických věd, které mohou být nepostradatelným zdrojem informací. V rámci diplomové práce byla nastíněna pouhá jejich část, takže se zde nabízí prostor pro možná pokračování projektu.

Mezi jednu z hlavních věcí, která se ukázala nezbytná pro další využití, je podpora výpočtu a zobrazení statistických charakteristik v živém režimu pro ověření tezí, které byly nastíněny v předcházející části. Celá aplikace byla od začátku koncipována tak, aby byla možná její integrace a napojení na data poskytovaná od zprostředkovatelů finančního trhu. Pro komunikaci s těmito obchodními systémy je vyžadována implementace komunikačního protokolu a sběru dat do databáze. Data poskytnutá pro vypracování diplomové práce jsou již výstupem víceúrovňového filtru a neobsahují chybová data. Pro správnou interpretaci distribuovaných dat v živém režimu je nutné tento filtr integrovat do navrhované platformy.

Ačkoliv teze navrhované v předcházející části vychází z reálného vzorku dat, tak se nemusí ukázat jako jednoznačně průkazné pro aplikaci k obchodování na finančních trzích. Některé z metod mohou být využitelné pouze pro specifické měnové páry. Jako řešení se nabízí vytvoření nástroje pro návrh vícerozměrného adaptivního obchodního modelu. Každý z modelů by na základě uživatelské analýzy obsahoval dynamické prahy a logické operátory dostupné z výstupů jednotlivých statistických charakteristik. Ovšem než bude možné začlenit obchodní modely do automatizovaného obchodního systému, tak musí být ověřena jejich použitelnost a správnost nad historickým a reálným vzorem dat. Navrhovaný verifikátor by realizoval virtuální finanční transakce a poskytoval statistické údaje o finanční bilanci při použití specifického obchodního modelu. Za použitelný obchodní model považujeme takový, který by dlouhodobě vykazoval zisk. V případě verifikace nad historickým vzorem dat by bylo vhodné implementovat i automatickou analýzu a optimalizaci generováním paralelních modelů, které by současně s definovanými dynamickými prahy posunutými o jednotlivé kroky v kladném i záporném směru ověřovali jejich správnost a použitelnost. Ve výsledku by bylo možné použít takový model, který by dosahoval nejlepší finanční bilance.

Než jen pokračování v samotné využitelnosti navržené aplikace, je adekvátní se zaměřit i na jednotlivé statistické metody. Pro výpočet je použito klouzavého okna, díky čemuž jsme schopni udržovat kontext s historickými daty a interpolovat výslednou charakteristiku. Pro efektivitu a další možné rozšíření je možné užití operátoru a konvolučního jádra, čímž jsme schopni sestavit iterační zápis jednotlivých metod, jako je klouzavý rozptyl a standardní odchylka. Obdobně lze na tomto způsobu definovat další metody jako rozdíl, derivace, klouzavá šikmost a špičatost, korelace a Fourierova transformace. Více informací lze nalézt v literatuře [7].

9 Závěr

Diplomová práce popisuje způsoby obchodování na finančních trzích. Odhaluje velký potenciál pro zapojení matematických věd a informatiky na podporu automatizovaného obchodování. Data pocházející z devizového trhu obsahují mnoho chyb, které je potřeba během analýzy eliminovat. Je vysvětlena metodika, jak efektivně zpracovávat vysokofrekvenční data. Do hlubší míry byly uvedeny míry polohy, variace a homogenní proměnné vyskytující se ve finančních datech, které popisují rozdělení náhodných veličin v datech. Technická analýza poskytuje nástroj k interpretaci a vizualizaci dat, na jejichž základě lze předpokládat budoucí vývoj kurzu.

Uvedený rozbor použití statistických metod si neklade za cíl předat verifikovaný postup pro obchodování na finančních trzích, ale nastiňuje obecné principy, jež lze využít jako doporučení při rozhodování o budoucím vývoji měnového páru. Jejich použití vyžaduje pečlivý přístup a sérii testů pro obdržení korektních výstupů, které mohou být dále použity. Tyto teze do velké míry prezentují i funkční možnosti navržené aplikace.

Práce je vytvořena v souladu s počátečními požadavky a specifikacemi, které byly uvedeny. Pro načítání dat byla implementována knihovna zapouzdřující veškeré metody nutné k obsluze MSSQL serveru. Každá z knihoven pro výpočet statistických charakteristik je implementována v samostatné knihovně, aby bylo kdykoliv možné ji dále rozšířit o novou funkcionalitu nebo použít v dalších projektech. Tvorba uživatelského rozhraní byla zvolena ve WPF vzhledem k uživatelské přívětivosti a výběru komponent, které umožňují snadnou obsluhu aplikace. Jako klíčová část pro dobu načítání a zpracování dat se ukázala volba velikosti časového rozsahu a klouzavého okna. Od aplikace není vyžadováno, aby zvládala neprodleně zobrazovat výstupy statistických charakteristik, protože jsou pro výpočet použita historická data. Byly ovšem navrženy optimalizace spočívající v práci s otevírací a zavírací cenou finančních dat, které napomáhají snížit dobu nutnou k výpočtu u větších časových rozsahů na minimum.

V současné době se stal devizový trh nejobchodovanějším trhem světa, proto je systematický přístup k obchodování aktuálním a zároveň i požadovaným cílem. Osobně jsem shledal tuto práci velmi zajímavou, zejména jsem získal korektní ucelené informace o obchodování na mezibankovních finančních trzích, které se mnohdy liší od informací pocházejících od účastníků finančních trhů, jejichž zprostředkovatelé jsou zároveň zastoupeni v roli tvůrce trhu.

Literatura

- [1] LANDOROVÁ, Anděla. Cenné papíry a finanční trhy. Vyd. 1. Technická univerzita v Liberci, 2005, 291 s. ISBN 80-7083-920-1.
- [2] REJNUŠ, Oldřich. Peněžní ekonomie: (finanční trhy). 4. aktualiz. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008, 352 s. ISBN 978-80-214-3703-6.
- [3] KRÁL, Miloš. Mezinárodní finance: studijní pomůcka pro distanční studium. Vyd. 3., upr. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009, 312 s. ISBN 978-807-3188-290.
- [4] VEJMĚLEK, Jan. Devizový trh [online]. 2008 [cit. 2011-10-12]. Mezinárodní finanční trh. Dostupné z WWW: <kntp.vse.cz/wp-content/uploads/2008/11/fx_vse_nov08.pdf>.
- [5] Obchodujeme FOREX I - Financnik.cz [online][citované 7. 2. 2012] Dostupné z WWW: <<http://www.financnik.cz/komodity/zkusenosti/obchodujeme-forex-1.html>>.
- [6] DURBIN, Michael. All about high-frequency trading. New York: McGraw-Hill, c2010, 224 s. ISBN 00-717-4344-8.
- [7] GENCAJ, Ramazan. An introduction to high-frequency finance. San Diego: Academic Press, c2001, 383 s. ISBN 01-227-9671-3.
- [8] Bank for International Settlements [online]. 2010 [cit. 2011-11-18]. Detailní přehled FX trhu. Dostupné z WWW: <<http://www.bis.org/publ/rpfx10t.htm>>.
- [9] Foreign Exchange Survey [online]. 2011 [cit. 2011-11-18]. Nejvýznamnější obchodníci FX trhu. Dostupné z WWW: <http://globalmarkets.db.com/new/docs/DB_FXRESULTS_HR_Final3_180511.pdf>.
- [10] FOREX - jak zbohatnout a nekrást: obchodování na měnových trzích. 1. vyd. Praha: Grada, 2011, 185 s. Finanční trhy a instituce. ISBN 978-802-4737-393.
- [11] DOLAN, Brian. Currency trading for dummies, Wiley Publishing, 2007, ISBN 978-0-470-25143-0.
- [12] Průvodce obchodníků na Forexu [online]. 2010 [cit. 2011-12-12]. Dostupné z WWW: <www.forex-zone.cz>.
- [13] TOSHCHAKOV, Igor. Beat the odds in Forex trading: how to identify and profit from high percentage market patterns. Hoboken, N.J.: John Wiley, c2006, 216 s. ISBN 978-047-1933-311.
- [14] KRESLÍK, Michal. Fractional Product Inefficiency : The Impeccable Hedge [online]. 2007 [cit. 2011-12-18]. Dostupné z WWW: <<http://kreslik.com/forums/viewtopic.php?t=307&postdays=0&postorder=asc&highlight=fpi&start=0>>.

- [15] HAMPACHER, Miroslav a Vladimír RADOUCH. Teorie chyb a vyrovnávací počet 10. Vyd. 1. Praha: ČVUT, 1997, 159 s. ISBN 80-010-1704-4.
- [16] SYNEK, Miloslav, Heřman KOPKÁNĚ a Markéta KUBÁLKOVÁ. Manažerské výpočty a ekonomická analýza. Vyd. 1. V Praze: C.H. Beck, 2009, 301 s. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7400-154-3.
- [17] DANIELSSON, Jón. Financial risk forecasting: the theory and practice of forecasting market risk, with implementation in R and Matlab. Chichester: John Wiley, 2011, 274 s. ISBN 04-706-6943-8.
- [18] BUDÍKOVÁ, Marie, Maria KRÁLOVÁ a Bohumil MAROŠ. Průvodce základními statistickými metodami. 1. vyd. Praha: Grada, 2010, 272 s. ISBN 978-80-247-3243-5.
- [19] ZENDULKA, Jaroslav. Získávání znalostí z databází: Studijní opora z předmětu Získávání znalostí z databází. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2009.
- [20] Statistica: Web stránka výrobce software pro analytické a reportovací řešení [online]. 2004 [cit. 2012-01-08]. Dostupné z WWW: <<http://www.statsoft.cz/>>.
- [21] KNIGHT, Brian. Professional Microsoft SQL server 2008 administration. Indianapolis, IN: Wiley Pub., c2009, 878 s. Wrox professional guides. ISBN 978-047-0247-969.
- [22] PRICE, Jason. C#: programování databází. Praha: Grada, 2005, 623 s. ISBN 80-247-0982-1.

Seznam příloh

Příloha 1. XML ukázka nastavení

Příloha 2. Ukázka aplikace

Příloha 3. DVD se zdrojovými soubory, daty

Příloha 1

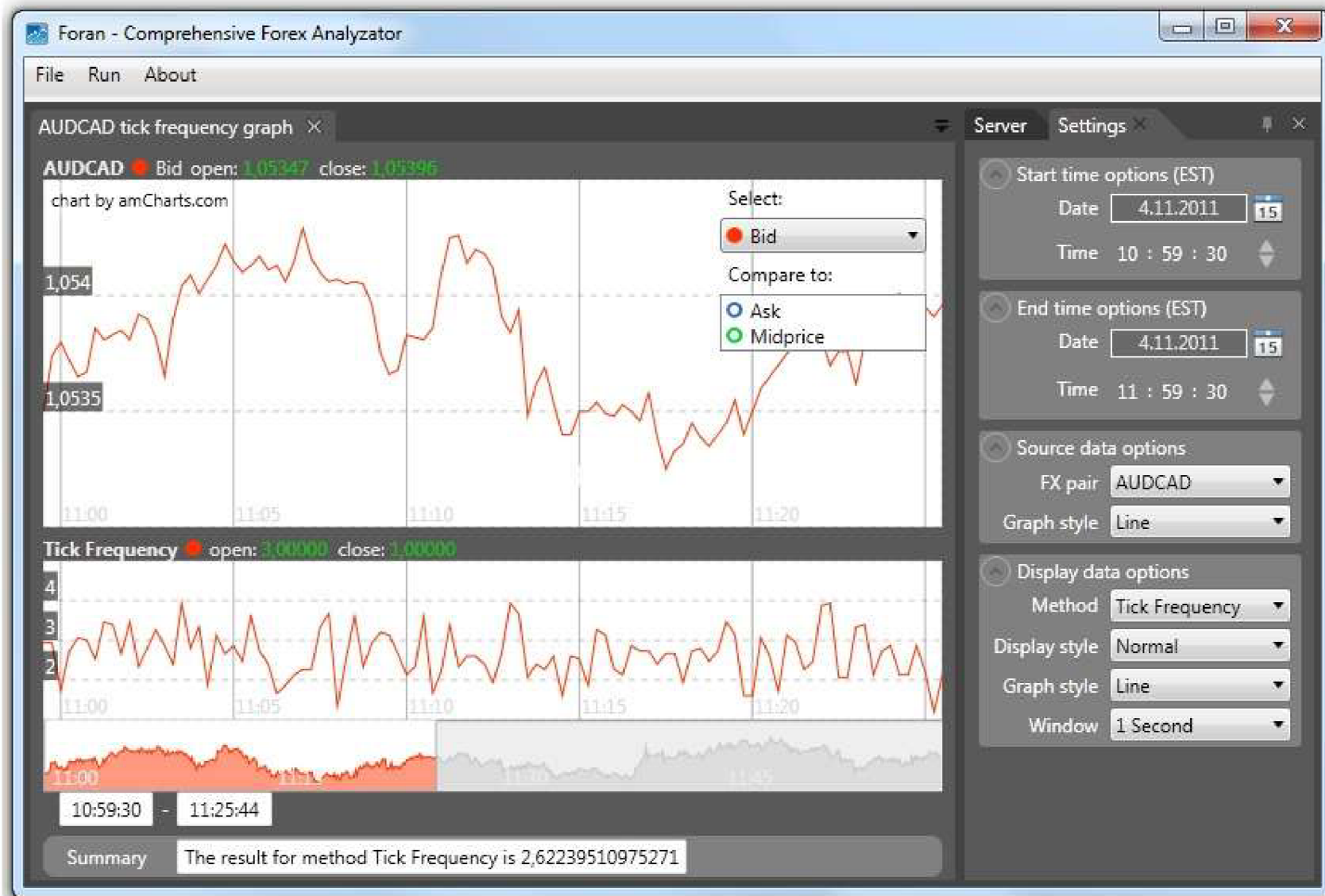
XML nastavení

Server	Značka oddělující nastavení pro připojení k databázi
IPAddress	IP adresa databázového serveru (včetně instance)
DBName	Název databáze
UserName	Název uživatelského účtu na databázovém serveru MSSQL
Settings	Značka oddělující blok pro nastavení generování charakteristik
StartOptions	Značka oddělující nastavení data počátku generování charakteristik
StartDate	Datum počátečního dne generování charakteristik
StartTime	Počáteční čas v sekundách od začátku dne
EndOptions	Značka oddělující nastavení data konce generování charakteristik
EndDate	Datum koncového dne generování charakteristik
EndTime	Koncový čas v sekundách od začátku dne
SourceOptions	Značka oddělující nastavení zdrojových dat
FXPair	Kód měnového páru
SourceGraph	Druh zobrazení zdrojového grafu (čárový, sloupcový, svíčkový, ...)
DisplayOptions	Značka oddělující nastavení generování statistických charakteristik
Method	Název statistické metody
DisplayStyle	Druh zobrazení (normální, procentuální, pravděpodobnostní)
DisplayGraph	Druh zobrazení grafu výstupu statistických metod (čárový, sloupcový, svíčkový, ...)
Window	Velikost klouzavého okna

```
<?xml version="1.0"?>
<Foran>
  <Server>
    <IPAddress>localhost</IPAddress>
    <DBName>FXtickDB</DBName>
    <UserName>sa</UserName>
  </Server>
  <Settings>
    <StartOptions>
      <StartDate>2011-11-04</StartDate>
      <StartTime>39570</StartTime>
    </StartOptions>
    <EndOptions>
      <EndDate>2011-11-04</EndDate>
      <EndTime>43170</EndTime>
    </EndOptions>
    <SourceOptions>
      <FXPair>AUDCAD</FXPair>
      <SourceGraph>Line</SourceGraph>
    </SourceOptions>
    <DisplayOptions>
      <Method>Tick Frequency</Method>
      <DisplayStyle>Normal</DisplayStyle>
      <DisplayGraph>Line</DisplayGraph>
      <Window>1 Second</Window >
    </DisplayOptions>
  </Settings>
</Foran>
```

Příloha 2

Ukázka aplikace



Příloha 3

Obsah DVD

./DB Data/	Složka s mezibankovními daty a skriptem v jazyce python pro jejich zpracování do databáze
./DB Schema/	Složka s inicializačními skripty k vytvoření databáze
./DP/	Složka s textovými podklady diplomové práce ve formátu .docx a .pdf
./Examples/	Složka s ukázkovými příklady uvedenými v diplomové práci
./Install/	Složka s instalátorem navržené aplikace
./Source Code/	Složka se zdrojovými kódy aplikace včetně založeného projektu pro Visual Studio 2010
./Third Party SW/	Složka s instalátorem pythonu a knihovny pro práci s databází MSSQL
./MANUAL.TXT	Závazné pokyny k instalaci a ovládní navržené aplikace
./README.TXT	Struktura DVD s dodatečnými pokyny