Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta managementu a ekonomiky

Disertační práce

Tvorba metodiky pro modelování technicko-analytických obchodních systémů s jejich hodnocením pomocí souhrnného výkonnostního indexu 5 F

Methodology for modeling technical-analytical trading systems evaluated by aggregate performance index 5 F

Autor: Ing. Jiří Svoboda

Studijní program: P 6202 Hospodářská politika a správa

Obor: 6202V010 Finance

Školitel: doc. Ing. Miloš Král', CSc

Zlín 2012

MOTTO

“On every street in every city, there's a nobody who dreams of being a somebody.”

Taxi driver (1976)

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji své snoubence a rodině za velkou dávku podpory, kterou se mi od nich dostalo.

Dále děkuji panu docentu Král’ovi za užitečné rady a připomínky, které formovaly moji disertační práci.

Své díky bych tímto chtěl vyjádřit také svým kolegům z Ústavu financí a kolegům z kanceláře č. 201, kteří se v průběhu mých studií starali o výbornou atmosféru plnou zábavy a porozumění.

Velké díky patří také kolegovi Ing. Luborovi Homolkovi, který mi při zpracování disertační práce poskytl cennou pomoc.

ABSTRAKT

Hlavním cílem disertační práce je tvorba srozumitelného, měřitelného a v praxi aplikovatelného konceptu pro konstrukci pravidel vstupu, modifikace a výstupu z otevřené obchodní pozice na základě technické analýzy. Podmínkou splnění hlavního cíle je zkomponování modelu měření výkonnosti obchodních systémů a metodiky využívající fundamentální pravidla lineární algebry prostřednictvím vymezování kartézské roviny. Pravidla technické analýzy jsou do obchodních systémů aplikována prostřednictvím fragmentů, které lze libovolně modifikovat a propojovat přes logické operátory. Výkonnost fragmentů je hodnocena prostřednictvím nově vytvořeného modelu 5 F v kombinaci s vybranými statistickými metodami tak, aby byly komplexně zahrnuty podstatné faktory ovlivňující dlouhodobou výkonnost obchodního systému. Disertační práce integruje fragmentární metodiku a souhrnný hodnotící index 5 F prostřednictvím zkomponování procesního rámce, jehož kroky jsou aplikovány na reálné podmínky měnových trhů. Obchodní systém vytvořený dle fragmentární metodiky je výkonnostně srovnán s nejziskovějším podílovým fondem v České republice v letech 2010 a 2011.

ABSTRACT

The doctoral thesis aims to create a comprehensive, measurable and applicable concept for constructing entry, modification and exit rules based on technical analysis. The primary aim is reached through composition of performance model for trading systems and methodology which utilizes fundamental linear algebra and defines cartesian two-dimensional space. Partial outputs of this methodology are called fragments that can be arbitrarily modified and linked through logical operands. Performance of rules defined by fragments is measured through utilization of model 5 F in combination with chosen statistical methods. Evaluation aims to depict fundamental factors influencing long term performance of trading systems based on technical analysis. The doctoral thesis integrates fragmental methodology and evaluation model 5 F through process frame composition. The process steps chain is then applied of real conditions of currency markets. Results of created trading system are compared with performace of most profitable investment fund in Czech Republic in years 2010 and 2011.

OBSAH

MOTTO 1
PODĚKOVÁNÍ 1
ABSTRAKT 2
ABSTRACT 2
ÚVOD 11
1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY 12
1.1 Vymezení technické analýzy 12
1.2 Principy technické analýzy 12
1.2.1 Trh diskontuje vše 12
1.2.2 Trh se pohybuje v trendech 13
1.2.3 Historie se opakuje 13
1.3 Grafy technické analýzy 13
1.3.1 Svícnový graf 14
1.4 Nástroje technické analýzy 16
1.4.1 Pattern technické analýzy 16
1.4.2 Trendová analýza 16
1.4.3 Koncepty založené na využití trendové analýzy 18
1.4.4 Indikátory technické analýzy 20
1.5 Komponenty technicko-analytického obchodního systému 22
1.6 Optimalizace obchodních systémů na bázi technické analýzy 23
1.7 Implementace optimalizací a testování výsledků 24
1.7.1 Ambivalence filtrací 24
1.8 Hodnocení výkonnosti obchodních strategií 25
1.8.1 Střední hodnota výnosů a jejich rozptyl 26
1.8.2 Z-skóre 27
1.8.3 Shrapův poměr (Sharpe ratio) 28
1.8.4 Pokročilé výkonnostní metriky na bázi Sharpeho poměru 29
1.8.5 Pokročilé výkonnostní metriky na bázi drawdownu 29
1.8.6 Lineární regrese a index determinace 30
1.8.7 Další hodnotící metriky 31
1.9 Druhy obchodovacích systémů dle míry automatizace 31
1.9.1 Diskrétní obchodování 31
1.9.2 Algoritmické obchodní systémy 31
1.10 Další koncepty vstupující do technické analýzy 33
1.10.1 Fuzzy logika 33
1.10.2 Neuronové sítě 33
1.10.3 Genetické algoritmy 34
1.11 Technická analýza a teorie efektivních trhů 35
1.12 Shrnutí dosavadních poznatků 36
2 CÍLE A HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE 37
2.1 Vědecké hypotézy a vědecké otázky disertační práce 37

3 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ 39
4 POSTUP PŘI ZPRACOVÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE 41
5 VÝKONNOST OBCHODNÍCH SYSTÉMŮ 44
5.1 Model 5 F 45
5.1.1 Cíle a předpoklady pro tvorbu souhrnného ukazatele 45
5.1.2 Komponenty hodnotícího modelu 46
5.1.3 Dynamizovaný index 5 F 48
5.2 Dimenze výnosnosti (rentabilita) 49
5.3 Dimenze likvidity 49
5.4 Dimenze úspěšnosti 54
5.5 Dimenze stability 55
5.6 Dimenze bezpečnosti (finanční krach) 56
5.7 Další možné modifikace indexu 5 F 57
6 VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ INDEXU 5 F 59
6.1 Determinace podmínek pro testování indexu 5 F 59
6.2 Základní výstupy testování 62
6.3 Zhodnocení schopnosti filtrování pomocí indexu 5 F 63
6.4 Diskrétní volba filtrovací veličiny 66
6.5 Shrnutí výkonnostního indexu 5 F 68
7 VYMEZENÍ KOMPONENT FRAGMENTÁRNÍ METODIKY 70
7.1 Perspektivy vstupující do technické analýzy 72
7.1.1 Perspektiva tržního prostoru 73
7.1.2 Perspektiva časového rámce 75
7.1.3 Perspektiva vizualizace dat 77
7.2 Charakteristiky fragmentu 83
7.2.1 Prostředky pro vymezení fragmentů 85
7.2.2 Vizualizace fragmentu 87
7.2.3 Horizontální ukotvení fragmentu 88
7.2.4 Vertikální ukotvení fragmentu (práce se škálami) 89
7.2.5 Pole fragmentů 91
7.2.6 Agregované fragmenty 91
7.2.7 Relační ukotvení fragmentu (práce s relačními fragmenty) 92
8 PROCES FRAGMENTOVÁNÍ OBCHODNÍ POZICE 94
8.1 Proces řízení obchodní pozice 94
8.2 Průběžné aktivity v procesu fragmentování obchodní pozice 95
8.2.1 Piktogramy vstupních fragmentů 95
8.2.2 Piktogramy modifikačních fragmentů 96
8.2.3 Piktogramy výstupních fragmentů 99
8.2.4 Pozorování a testování fragmentů 100
8.2.5 Revize map fragmentů 100
8.2.6 Backtesting 101
8.3 Komponenty procesu fragmentování obchodní pozice 101
8.4 Identifikace podmínek pro vstup do pozice 103

8.5 Identifikace podmínek pro spuštění modifikačních pokynů 110
8.5.1 Větev „Stop-loss na vstupu“ 111
8.5.2 Větev „Posun stop-lossu“ 113
8.5.3 Větev „Profit-target na vstupu“ 116
8.6 Identifikace podmínek pro výstup z obchodní pozice 118
8.7 Procesy navazující na fragmentární modelování 119
9 PŘÍPADOVÁ STUDIE 120
9.1 Volba tržní perspektivy 120
9.2 Volba perspektivy časového rámce 122
9.3 Perspektiva vizualizace dat 124
9.3.1 Tvorba základní logiky obchodního systému 124
9.3.2 Shromáždění alternativ pro volbu nástrojů 124
9.3.3 Zhodnocení a výběr nástrojů TA 125
9.3.4 Tvorba layoutu cenového grafu a přidružených oken 126
9.3.5 Tvorba mapy fragmentů 126
9.4 Proces fragmentování obchodní pozice 127
9.5 Modifikační procesy 135
9.5.1 Determinace metody pro vstupní stop-loss 135
9.5.2 Posun SL na základě určených podmínek 137
9.5.3 Stanovení profit-target úrovně 139
9.5.4 Stanovení výstupního patternu 141
9.6 Výsledky případové studie 145
9.7 Závěrečné hodnocení případové studie 146
10 VERIFIKACE CÍLŮ, VĚDECKÝCH HYPOTÉZ A OTÁZEK 148
11 HLAVNÍ PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE 151
11.1 Prakticko-aplikační přínos 151
11.2 Přínos pro teorii 152
11.3 Edukativní přínos 153
12 MOŽNOSTI NAVAZUJÍCÍHO VÝZKUMU 154
ZÁVĚR 155
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 157
SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA 163
CURRICULUM VITAE AUTORA 165

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1.1: Denní graf vývoje ceny akcie Nanonull, Inc 14
Obr. 1.2: Popis komponent japonských svíček 15
Obr. 1.3: Ukázka patternu Elliotovy vlny 19
Obr. 1.4: Schéma optimalizace obchodního systému v reálném čase 24
Obr. 1.5: Optimalizace na základě out-of-sample analýzy 24
Obr. 1.6: Proložení křivka vlastního kapitálu regresní přímkou 30
Obr. 1.7: Schéma práce neuronové sítě 34
Obr. 1.8: Ukázka genetického stromu technicko-analytických podmínek 35
Obr. 4.1: Schéma postupu při zpracování disertační práce 43
Obr. 5.1: Investiční trojúhelník 44
Obr. 5.2: Investiční pětiúhelník 47
Obr. 5.3: Výsledky backtestu na EUR/GBP v délce 1 roku 50
Obr. 5.4: Equity křivka EUR/GBP za období 30. 06. 2009-30. 06. 2010 51
Obr. 5.5: Výsledky backtestu na EUR/GBP v délce 1 roku 51
Obr. 5.6: Equity křivka EUR/GBP, 1 min. za jeden rok 52
Obr. 5.7: Hodnoty výrazu 5.4 ve vztahu k počtu dnů hodnoceného období .. 53
Obr. 5.8: Ukázka překrytí obchodních pozic 54
Obr. 5.9: Ukázka proložení equity křivky regresní přímkou 56
Obr. 6.1: Schéma testování dle rozdělení na testovací a trénovací množiny.. 59
Obr. 6.2: Graf binomických odhadů výnosů dle součtového indexu 5 F 64
Obr. 6.3: Spojitý odhad výnosů dle součtového indexu 5 F 65
Obr. 6.4: Spojitý odhad výnosů dle Ulcer indexu 66
Obr. 7.1: Vymezení fází tvorby obchodního systému 70
Obr. 7.2: Perspektivy technické analýzy ve fragmentárním modelování 71
Obr. 7.3: Obecné schéma fragmentárního modelování 73
Obr. 7.4: Likvidita obchodního systému, založeného na překřížení EMA 76
Obr. 7.5: Likvidita upraveného OS s filtrem 77
Obr. 7.6: Postup při vymezení perspektivy vizualizace dat 77
Obr. 7.7: Selektování nástrojů dle primární logiky obchodního systému 79
Obr. 7.8: Layout obchodní platformy 80
Obr. 7.9: Obecný výčet fragmentů dle druhu nástroje technické analýzy 82
Obr. 7.10: Fragmentární mapa pro obchodní systém Bollinger/ATR 82
Obr. 7.11: Obchodní systém na bázi překřížení RSI 14 přes RSI 50 86
Obr. 7.12: Popis komponent fragmentů 88
Obr. 7.13: Horizontální ukotvení fragmentu signálu RSI 89
Obr. 7.14: Vstup dle překřížení RSI přes křivky stochastického oscilátoru ... 93
Obr. 8.1: Procesní schéma při řízení průběhu obchodní pozice 94
Obr. 8.2: Znázornění a popis fragmentovaného prostoru 96
Obr. 8.3: Piktogram zobrazující logiku umísťování stop-loss úrovně 97
Obr. 8.4: Piktogram zobrazující logiku modifikace stop-loss úrovně 97
Obr. 8.5: Piktogram zobrazující logiku modifikace profit-target úrovně 98

Obr. 8.6: Piktogram zobrazující modifikační procesy..... 99
Obr. 8.7: Piktogram výstupního fragmentu s čekajícím příkazem 99
Obr. 8.8: Proces fragmentování obchodní pozice dle technické analýzy..... 103
Obr. 8.9: Ukázka vizualizace tří základních fragmentů 107
Obr. 8.10: Piktogram kalibrovaných vstupních fragmentů 109
Obr. 8.11: Proces pro výstavbu modifikačních komponent 110
Obr. 9.1: 1 M timeframe měnového páru GBP/SEK 123
Obr. 9.2: Výčet využitelných nástrojů pro tvorbu obchodního systému..... 125
Obr. 9.3: Stanovený layout nástrojů v obchodní platformě..... 126
Obr. 9.4: Mapa fragmentů pro pohyblivý průměr..... 127
Obr. 9.5: Mapa fragmentů pro ukazatel Stochastický oscilátor..... 127
Obr. 9.6: Ukázka interakce ceny a pohyblivého průměru (tvorba trendu)... 128
Obr. 9.7: Equity křivka základního fragmentu pro období 2001-2009..... 129
Obr. 9.8: Piktogram základního fragmentu..... 130
Obr. 9.9: Ukázka interakce ceny a pohyblivého průměru 130
Obr. 9.10: Interakce ceny, EMA, a stochastického oscilátoru..... 131
Obr. 9.11: Equity křivka agregované kriteriální funkce pro období 8 let 132
Obr. 9.12: Fragmenty vstupního procesu..... 134
Obr. 9.13: Souhrn piktogramů pro stanovení SL úrovně na vstupu 136
Obr. 9.14: Piktogramy hodnocených technik pro posun SL úrovně..... 138
Obr. 9.15: Piktogramy hodnocených technik stanovování profit-targetu 140
Obr. 9.16: Fragmentární mapa pro oscilátor CCI..... 141
Obr. 9.17: Piktogram zobrazení podmínek (fragmentů) výstupu z OP..... 144
Obr. 9.18: Equity křivka systému StochEMA 146

SEZNAM TABULEK

Tab. 6.1: Testované měnové páry s typickým spreadem 60
Tab. 6.2: Hodnocení minimálních a maximálních hodnot indexů 63
Tab. 6.3: Zhodnocení úspěšnosti ukazatelů při predikování výnosů..... 64
Tab. 6.4: Filtrované systémy dle indexu 5 F a subindexu výnosnosti in-sample vzorku 67
Tab. 7.1: Matice likvidity trhu a obchodních systémů. 74
Tab. 8.1: MFE/MAE analýza základního fragmentu..... 105
Tab. 8.2: MFE/MAE analýza po kalibraci základních fragmentů ATR..... 106
Tab. 8.3: MFE/MAE analýza po integraci navazujících fragmentů pro ATR vstup 108
Tab. 8.4: Výsledky analýzy 5 F pro obchodní systém využívající ATR..... 109
Tab. 8.5: Srovnání variant umísťování SL 113
Tab. 8.6: Srovnání technik pro posun SL..... 115
Tab. 8.7: Srovnání technik pro posun SL bez použití profit-targetu..... 115
Tab. 8.8: Srovnání technik použití profit-targetu 117
Tab. 8.9: Exit strategie pro obchodní systém ATR bull 118
Tab. 8.10: Výsledky modelovaného obchodního systému v období 2 let.... 119
Tab. 9.1: Hodnocení tržní perspektivy technicko-analytickými nástroji..... 121
Tab. 9.2: MFE/MAE analýza variant pro základní fragmenty..... 129
Tab. 9.3: Srovnání základních ukazatelů u dvou timeframů..... 133
Tab. 9.4: Hodnocení systému StochEMA indexem 5 F..... 135
Tab. 9.5: Hodnocení variant SL na vstupu indexem 5 F 136
Tab. 9.6: Hodnocení variant posunu SL indexem 5 F 139
Tab. 9.7: Hodnocení variant nastavení profit-targetu na vstupu..... 140
Tab. 9.8: Hodnocení variant výstupů pro systém StochEMA..... 143
Tab. 9.9: Hodnocení výkonnosti obchodního systému StochEMA v simulovaném budoucím období 145

SEZNAM PŘÍLOH

A	Piktogram fragmentování obchodní pozice
Data.xlsx	Soubor s datovými položkami pro kvantitativní výzkum *(na přiloženém CD)*
Model5F.xlsm	Spreadsheet s makry pro výpočet indexu 5 F z výsledků automatického backtestu v platformě MetaTrader4 *(na přiloženém CD)*

SLOVNÍK ZKRATEK A OZNAČENÍ

ADX	average directional movement index
ATR	average true range
AUD	australský dolar
CCI	commodity channel index
EMA	exponential moving average
HUF	maďarský forint
MAE	maximum adverse excursion
MFE	maximum favourable excursion
MFI	money flow index
NZD	novozélandský dolar
OHCL	open, high, close, low
OOS	out-of-sample
OP	obchodní pozice
OS	obchodní systém
PT	profit-target
RSI	relative strength index
RRR	risk to reward ratio
SEK	švédská koruna
SL	stop-loss
TA	technická analýza
TF	timeframe
VV	vztahová veličina
WPR	Williams percent range

ÚVOD

Technická analýza, zejména v posledních deseti letech, nabyla velké obliby mezi aktivními účastníky kapitálových trhů a stala se tak nejvyužívanějším přístupem k odhadu tržních pohybů. Na akademické půdě je přitom patrně nejdiskutovanější oblastí kapitálových trhů. Příznivci random walk teorie považují technickou analýzu za neúčinnou a nevyužitelnou pro získání dlouhodobých, nadstandardních výnosů. Řada empirických výzkumů toto tvrzení vyvrátila, přesto je technická analýza oblastí neucelených studií, různorodých náhledů a terminologií.

Tvorba obchodního systému na základě technické analýzy představuje komplexní problematiku budování konkurenční výhody účastníka kapitálových trhů. Zahrnuje definování pravidel pro vstup na trh a výstup z něj, přičemž důležitý aspekt tvoří řízení výnosů a rizika v otevřené obchodní pozici. Řízení rizika a money management přitom tvoří neoddělitelné komponenty výkonného obchodního systému.

V současné době značně nestacionárních globálních podmínek roste potřeba zajištění dostatečné stabilního a přitom výnosného portfolia obchodních systémů. Tvorba technicko-analytického obchodního systému, který splňuje všechny požadované parametry pro zajištění a udržení výkonnosti v delším časovém horizontu vyžaduje systematický a metodicky propracovaný přístup společně s komplexním rámcem pro měření kvality (výkonnosti) daného systému.

Dynamičnost až amorfnost pohybů cen na kapitálových trzích společně s lidskou nedisciplinovaností a nesystematičností způsobuje, že se obchodníci uchylují k užití nedostatečně kvalitních, případně nedostatečně vyhodnocených obchodních systémů, které neposkytují patřičný potenciál pro vytvoření stabilního generování zisků. Druhou stranu mince ovšem tvoří chybná aplikace výkonného obchodního systému, což je znakem nedostatečné znalosti trhů, případně chyb pramenících z psychologie obchodníků.

Systematické uchopení technické analýzy společně s vytvořením pevného a srozumitelného rámce pro tvorbu obchodních pravidel dává základ k získání dlouhodobě udržitelné konkurenční výhody na kapitálových trzích.

1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

1.1 Vymezení technické analýzy

Technické analýza se, jako přístup k predikci budoucího tržního vývoje kapitálových aktiv, značně liší v pojetích a charakteristikách různých autorů.

Pring (2002) charakterizuje technickou analýzu jako reflexi úvahy o tom, že se ceny pohybují v trendech. Trendy jsou tvořeny měnícími se postoji investorů vůči ekonomickým, monetárním, politickým a psychologickým vlivům.

Murphy (1999) uvádí skutečnost, že mnoho odborníků mylně definuje technickou analýzu jako rozbor cenového vývoje na základě historických dat. Poskytuje upřesňující vystižení dané problematiky:

„Technická analýza je studií tržního vývoje, primárně prostřednictvím grafů, za účelem předpovědi budoucích trendů.“

Uvedené vymezení pojmem tržní vývoj zahrnuje informace o ceně, objemu a počtu obchodovaných kontraktů, které jsou integrální částí technické analýzy a nelze je oddělit.

Stevens (2002) upřesňuje možnost využití informací o počtu obchodovaných kontraktů pouze u trhů s futures kontrakty.

Autor disertační práce definuje moderní pojetí technické analýzy. Charakterizuje technickou analýzu jako tvorbu a aplikaci pravidel obchodování na základě identifikace rekurentních vzorců z historických informací o ceně kapitálového aktiva, jeho objemu a počtu obchodovaných kontraktů s využitím zásad řízení rizika a dimenzování obchodovaného množství. Nastavená a realizovaná technicko-analytická pravidla přitom vyjadřují potenciální konkurenční výhodu obchodujícího subjektu na kapitálovém trhu.

1.2 Principy technické analýzy

Odhad cenového vývoje na základě historických dat je založen na předpokladech, jež položil Charles Dow na začátku 20. století.

1.2.1 Trh diskontuje vše

Základním stavebním kamenem technické analýzy je tvrzení, že všechny faktory (ekonomické, politické, technologické, psychologické aj.), které mohou jakýmkoliv způsobem ovlivnit cenu na trhu, jsou v ní již započítány. Z této premisy plyne, že odhad chování finančního aktiva na trhu lze postavit pouze na analýze jeho ceny. Ve svém důsledku je používána technická analýza pro zkoumání změn v nabídce a poptávce, které pohání právě cena. Nelze opomenout druhou základní složku, s níž technická analýza pracuje – objem. Objem je v základním modelu nabídky a poptávky komplementární proměnnou k ceně.

Princip diskontování trhem chápe technickou analýzu jako prostředek pro vystižení průběhu, nikoliv příčiny, cenových pohybů.

Tuto myšlenku podtrhuje Murphy (1999): *„Technický analytik se zpravidla nezabývá příčinami růstu nebo propadu cen. Velmi často, v raných fázích vzniku cenového trendu či v bodech jeho obratu, nikdo přesně netuší, proč se trh chová tak jak se chová.“*

1.2.2 Trh se pohybuje v trendech

Technická analýza staví na zkoumání trendových pohybů. Stevens (2002) uvádí obecnou definici trendu, která spočívá v cenovém pohybu kontinuálně tvořícím nové relativní nejvyšší (high) ceny a relativní nejnižší (low) ceny. Termín „relativní“ odkazuje na posuzování cen v určitém, pevně vymezeném časovém intervalu. Nejvyšší cenou je myšlena nejvyšší cenová úroveň před korekcí neboli protipohybem v probíhajícím trendu. Nejnižší cena poté označuje nejnižší cenovou úroveň, od které je trend opět obnoven.

Charles Dow identifikoval tři druhy trendů dle délky jejich trvání. Primární trend je v rozsahu jednoho až několika let a reprezentuje hlavní sílu určující dlouhodobý směr vývoje ceny na trhu. Primární trend lze rozdělit na sekundární trendy představující korekce do opačného směru. Sekundární trendy trvají od několika týdnů do jednoho roku, přičemž obsahují nejmenší části zvané terciální trendy. Ty mají trvání v rozmezí několika hodin do několika dnů.

Při roztřídění trendů dle délky jejich trvání je třeba brát v úvahu možnost variabilního nastavení časových jednotek v grafech technické analýzy. V cenovém grafu lze timeframe (časový rámec) pro jednu jednotku standardně nastavit v rozmezí 1 minuty až jednoho měsíce.

Z pohledu týdenního timeframu mají primární trendy zpravidla trvání několika let, přičemž z pohledu jednominutového timeframu může primární trend trvat pouze několik hodin. Záleží tedy na perspektivě a investičním horizontu.

Ve svém důsledku získávají trendy strukturu nepravidelných fragmentů, které mohou postupným snižováním časových jednotek dokonce nabýt podoby pouze několika časových jednotek na velmi nízkém (i sekundovém) timeframu.

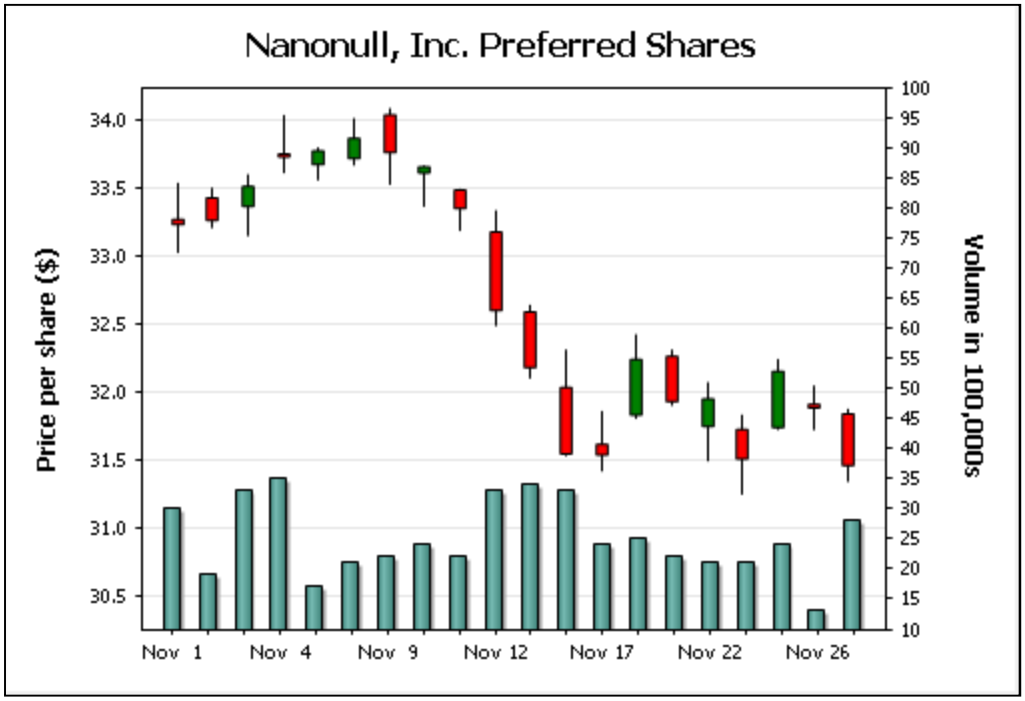
1.2.3 Historie se opakuje

Technická analýza je postavena na identifikaci opakujících se vzorců chování účastníků trhu. Uvedený princip ukazuje jednoznačné propojení technické analýzy s psychologií trhu (davu). Charakteristické vzorce chování masy jsou rozebírány již v díle Gustava le Bona, Psychologie davu, napsaném v roce 1985.

1.3 Grafy technické analýzy

Nástroje technické analýzy jsou postaveny na vizualizaci dat v kontinuálních časových řadách, jež jsou zobrazovány v grafech. Tato data představují cenu,

objem, počet kontraktů, či deriváty těchto proměnných (indikátory technické analýzy) v určitém časovém úseku či vzhledem k jiné jednotce. V základním grafickém zobrazení je zpravidla 6 proměnných: otevírací cena (open), uzavírací cena (close), nejvyšší cena (high), nejnižší cena (low), objem (volume) a čas (time). Dle typu, velikosti jednotek a škál jsou grafy rozděleny na různé druhy. Interakce všech šesti základních proměnných je ilustrována na obrázku níže.



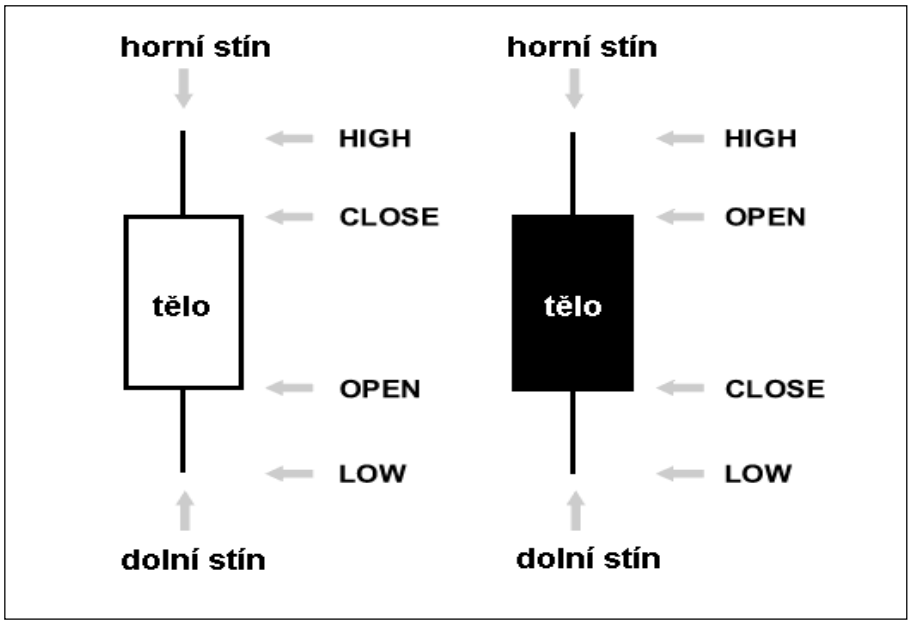
Obr. 1.1: *Denní graf vývoje ceny akcie Nanonull, Inc*

Zdroj:Altova Blog, 2011

Obr. 1.1 reprezentuje úsek z denního svícnového grafu americké akcie. Vertikální sloupce označují výši obchodovaného objemu, jehož jednotky se nacházejí na pravostranné ose y. Cenové jednotky v dolarech jsou zobrazeny na levostranné ose y, přičemž jejich úroveň je charakterizována tvarem japonských svící. Na ose x jsou denní časové intervaly. Pokud pomineme počty kontraktů, obsahuje tento graf všechny základní proměnné, které jsou využívané technickou analýzou. Existuje velké množství faktorů, které mění podobu grafu: nastavení časové jednotky, aplikace různých škál, layout proměnných apod.

1.3.1 Svícnový graf

Svícnové grafy představují nejstarší druh zobrazení ceny v technické analýze a v současnosti také nejpoužívanější. Široké veřejnosti představil techniky japonských svící Steve Nison ve své knize Japanese Candlestick Charting Techniques z roku 1991. Konstrukce svícnového grafu vychází z užití čtyř cenových proměnných: open, high, low a close.



Obr. 1.2: *Popis komponent japonských svíček*

Zdroj: Forex-zone, 2010

Délka japonské svíce je charakterizována rozdílem mezi nejvyšší (high) a nejnižší (low) cenou. Bez ohledu na tvar či výšku svíce je tedy high jejím nejvyšším bodem a low nejnižším bodem. Široká část svíce je tzv. tělo, jež zobrazuje rozpětí mezi otevírací (open) a uzavírací (close) cenou v určitém časovém intervalu. Je-li otevírací cena na konci periody níže než uzavírací, je daná svíce rostoucí (býčí). Uzavírá-li naopak svíce níže než byla cena otevírací, jedná se o klesající (medvědí) svíci. Rostoucí svíce jsou v grafech nejčastěji zobrazovány bílou, zelenou či modrou barvou. Klesající svíce mají zpravidla barvu černou nebo červenou. Vertikální úsečky, které vycházejí z těla svíce, se nazývají stíny nebo také knoty. Jedná se o rozdíl mezi nejvyšší a otevírací/uzavírací cenou – jenž je nazýván horní stín, případně rozdíl mezi nejnižší a otevírací/uzavírací cenou – tedy dolní stín.

Důvod širokého užití japonských svící spočívá v jejich přehlednosti a informativnosti. Morris (2006) tvrdí: *„Využití japonských svící v sobě neskrývá žádné starověké tajemství, jak by mohli tvrdit někteří jejich příznivci. Představují však silný nástroj pro analýzu a načasování obchodů na akciových a futures trzích.“*

Kromě výše uvedených výhod jsou velkým benefitem tzv. svícnové patterny. Jedná se o obchodní signály technické analýzy na základě tvarů a umístění japonských svící. To znamená, že signály pro vstup či výstup z trhu jsou generovány již v samotném základním grafickém zobrazení japonských svící. Nison (2002) uvádí přes 50 různých reverzních a konsolidujících patternů na svícnovém principu.

Některé studie popírají profitabilitu obchodování užitím japonských svící. Marshall, Young a Rose (2006) na základě bootstrap metody a GARCH modelů nepotvrdili výnosnost 14 zkoumaných svícnových patternů na indexu Dow Jones Industrial.

Min Shiu a Lu (2011) ve svém článku prostřednictvím kvantilového regresního modelu potvrzují výnosnost svícnového patternu s názvem „harami“. Autoři však využívají potvrzovací kritéria v podobě obchodovaného objemu a počtu kontraktů. Například Fock et al. (2005) ve svém příspěvku posuzuje profitabilitu svícnových patternů s využitím dalších technických indikátorů a Goo, Chen a Chang (2007) berou při výzkumu v úvahu umístění stop-loss úrovně.

1.4 Nástroje technické analýzy

Nástroje technické analýzy lze definovat jako matematické či statistické deriváty ceny, objemu či počtu kontraktů, které pomáhají identifikovat opakující se vzorce chování trhu – patterny. Nástroje technické analýzy tak tvoří prostředky, které přispívají k nalezení konkurenční výhody na kapitálových trzích.

1.4.1 Pattern technické analýzy

Slovo pattern je převzato z anglického výrazu pro vzorec a v rámci technické analýzy představuje kritérium, na základě kterého je provedena tržní operace (vstup na trh, výstup z trhu, částečný výstup z trhu, posunutí stop-lossu apod.).

Původně bylo slovo pattern používáno pouze pro grafické obrazce formované v probíhající časové řadě cenových údajů. Postupně však došlo k rozšíření termínu na jakékoliv vizuální vyjádření opakujících se vzorců na obchodovaném trhu (čistě cenových či objemových, indikátorových a smíšených).

Nejstaršími patterny technické analýzy jsou cenové formace. Mnoho autorů má svá díla založená pouze na zkoumání cenových grafů, bez jakéhokoliv odvozeného indikátoru. Nison (2001) a Morris (2005) popisují svícnové formace pro odhad pokračování či obratu trendu kapitálových aktiv. Brooks (2009) využívá sloupkové a svícnové grafy pro identifikaci patternů s pomocí trendové analýzy.

1.4.2 Trendová analýza

Trendová analýza patří mezi základní nástroje technické analýzy. Její popis se objevuje téměř v každé monografii zabývající se technickou analýzou. Analýza průběhu trendu souvisí s identifikací logických cenových zón poskytujících určitou míru predikce pro odhad dalšího vývoje trhu.

Základními prvky trendové analýzy jsou trendové čáry, které představují úrovně podpory (support) a odporu (resistence). Elder (1993) popisuje support jako úroveň, kde mají kupující dostatečnou sílu k přerušení nebo obrácení

klesajícího trendu. Support je zobrazován pomocí horizontálních či diagonálních linií propojujících cenová dna. Resistence je potom úroveň, kde mají prodávající dostatečnou sílu k přerušení nebo obrácení rostoucího trendu. Resistence je zobrazována prostřednictvím horizontálních či diagonálních linií propojujících cenové vrcholy.

Stevens (2002) upozorňuje na nebezpečí přílišné subjektivnosti při použití trendových linií a poskytuje přístupy k jejich konstrukci:

- **Konvenční přístup** – spojuje dvě a více low či high cen. Trendová linie nesmí protínat jiné sloupky, případně japonské svíce.
- **Interní trendové linie** – kombinují spojování low a high cen, přičemž trendové linie mohou protínat některé sloupky či japonské svíce. Jedná se o metodu s vyšší aproximací, která bere v úvahu nelinearitu průběhu ceny a rozdílnou volatilitu propojovaných období.

Při reálném obchodování se doporučuje trendové linie kontinuálně překreslovat pro aktualizování možností dalšího vývoje ceny obchodovaného aktiva. Vstupní a výstupní podmínky obchodních strategií na bázi trendové analýzy jsou obecně založeny na odrazu či proražení úrovní podpory a odporu. Poloha trendových linií se navíc používá pro umísťování stop-lossu, profit-targetu, případně čekajících příkazů.

Mezi základní faktory ovlivňující významnost support a resistence úrovní patří:

- **Délka trvání** – čím delší období zachycují trendové linie, tím větší sílu v rámci technické analýzy obvykle mají. Existuje tedy vyšší pravděpodobnost, že se cena blízko těchto úrovní odrazí.
- **Výše cenového rozsahu** – jedná se o vertikální rozdíl mezi souběžně zobrazenou úrovní odporu a podpory nazývanou také kanál. Čím větší cenový interval toto pásmo pojímá, tím vyšší resistentní a podpůrnou sílu lze očekávat.
- **Obchodovaný objem** – vysoký objem obchodovaného kapitálového aktiva podporuje sílu support a resistence úrovní. Tento předpoklad vychází z jednoho ze šestice principů technické analýzy, které byly popsány Charlesem Dowem.

Trendová analýza má v rámci nástrojů technické analýzy patrně nejširší využití. Je aplikována pro identifikaci cenových formací, je využívána pro analýzu křivek technických indikátorů a slouží jako základ konceptů zabývajících se lokalizací logických cenových úrovní.

1.4.3 Koncepty založené na využití trendové analýzy

Na využití trendových čar jsou postaveny některé koncepty a teorie týkající se studia tržních pohybů. Jejich uživatelé se zejména pomocí geometrických pravidel a číselných posloupností snaží vystihnout budoucí tvar cenové křivky.

Fibonacciho posloupnost

Již na počátku 13. století se formovala teorie Fibonacciho čísel, jejíž autor se zabýval charakteristikou posloupnosti čísel, která reflektuje uspořádání věcí ve vesmíru. Fibonacciho posloupnost je číselná řada, kde je každé další číslo součtem předchozích dvou. Podíly mezi sousedícími čísly se postupně přibližují hodnotám 0,618 resp. 1,618. Tyto poměry jsou označovány jako zlatý řez.

Miner (2009) upozorňuje na nedostatky technické analýzy založené pouze na Fibonacciho posloupnosti: *„Fibonacciho poměry jsou pouze jedním přístupem k cenové analýze a nedostačují k robustní strategické analýze cenových pohybů… Je důležité, aby měl trader doplňkovou metodu pro zjištění pravděpodobné kvality support/resistence dané Fibonacciho úrovně. “*

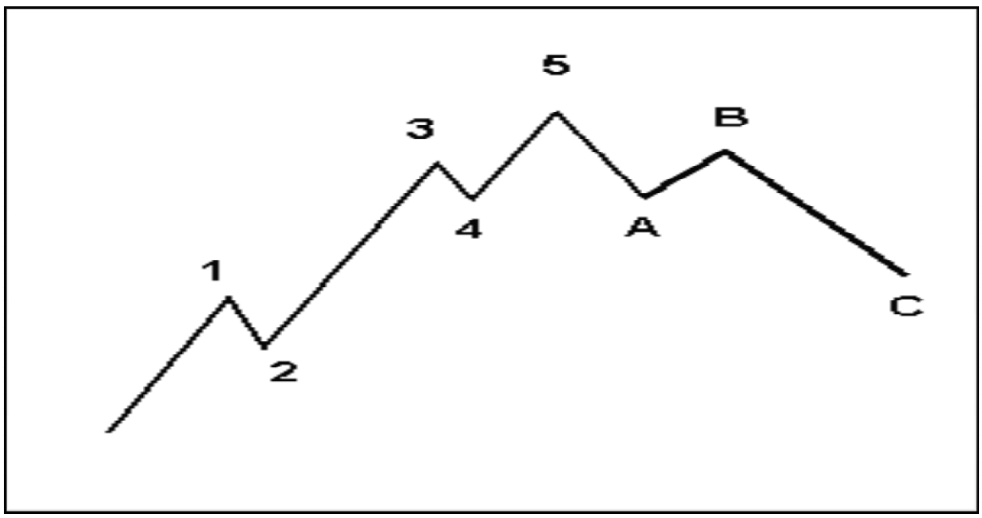
Server Finančník (2009) uvádí použití Fibonacciho úrovní v horizontálním, vertikálním i diagonálním vyjádření:

- Fibonacciho obraty,
- Fibonacciho kanály,
- Fibonacciho oblouky,
- Fibonacciho časové zóny,
- Fibonacciho expanze a
- Fibonacciho vějíře.

Fibonacciho posloupnost má na kapitálových trzích široké uplatnění. Existuje spousta obchodních systémů, které využívají tento nástroj nejen pro vstup/výstup z trhu, ale také pro kalibrování svého systému řízení rizika a money managementu.

Elliotovy vlny

Elliotovy vlny jsou nástrojem technické analýzy, kterému položil základy Ralph Nelson Elliot na základě své teorie, která je postavena na Fibonacciho posloupnosti. Elliotovy vlny jsou založeny na nelinearitě pohybů časových řad tvořících více či méně identifikovatelné vzorce masového chování účastníků trhu.



Obr. 1.3: *Ukázka patternu Elliotovy vlny*

Zdroj: My10000dollars, 2009

Původní Elliotovy vlny jsou identifikovatelné pomocí několika úseček, které jsou formovány do vlnového tvaru reprezentujícího charakteristický vývoj ceny kapitálového aktiva.

Murphy (1999) uvádí tři důležité aspekty týkající se Elliotových vln:

- **Vlnový pattern** – jedná se o opakující se tvar Elliotových vln. Rozšířená teorie uvádí několik vzorců, které lze při obchodování pomocí tohoto nástroje využít.
- **Poměry mezi vlnami** – slouží k vystižení místa, kde se tvoří nové vlny. Pro hodnocení tohoto aspektu jsou v drtivé většině případů využívána Fibonacciho čísla.
- **Časový interval** – vyšší časové intervaly mohou sloužit jako potvrzovací kritéria při analýze Elliotových vln. Tato myšlenka vychází z Dowovy teorie, která tvrdí, že trendy jsou rozložitelné na menší části.

McDowell (2008) považuje Elliotovy vlny za nejmocnější nástroj technické analýzy. Tvrdí, že teorie Elliotových vln v sobě racionálně diskontuje všechny ekonomické, přírodní, politické a behaviorální aspekty tržního prostředí.

Miner (2009) zdůrazňuje, že jedním z hlavních cílů užití Elliotových vln by měla být indikace, zda se trh nachází v trendovém či beztrendovém období.

Swannell (2002) představuje výsledky výzkumu fungování Elliotových vln. V korekcích pětivlnového patternu nachází propojení mezi Elliotovými vlnami a Fibonacciho čísly (nejčastější korekce zkoumaných vlnových patternů jsou v řádech 38 %, 50 % a 62 %).

Identifikace grafických obrazců technické analýzy

Konstrukcí trendových linií je možné identifikovat opakující se obrazce v cenovém grafu technické analýzy. Grafické obrazce jsou specifické svým

tvarem a predikční silou, která dává indikaci pro pokračování či obrat probíhajícího trendu.

Elder (1993) charakterizuje obrazce technické analýzy jako výsledek opakujících se psychologických vzorců chování účastníků kapitálového trhu. Právě rekurence vzorců lidského chování umožňuje fungování pravidel obchodních systémů dle technické analýzy.

Grafické formace dělíme na dvě základní skupiny:

- **Pokračující (konsolidující)** – objevují se jako důsledek zakolísání nabídky či poptávky v probíhajícím směru ceny, čímž získávají podobu korekce hlavního trendu. Mezi základní pokračující obrazce lze zařadit vlajky, praporky, obdélníky a některé druhy trojúhelníků a klínů.
- **Reverzní** – napomáhají k signalizaci cenových obratů. Objevují se poblíž vrcholu či dna probíhajícího trendu. Základními reverzními cenovými formacemi jsou rameno-hlava-rameno, dvojitý vrchol/dno a některé druhy trojúhelníků.

Grafické obrazce jsou poměrně populárním nástrojem technické analýzy, zejména při diskrétním obchodování. Lo, Mamaysky a Wang (2000) se zabývají definováním grafických formací prostřednictvím geometrických pravidel (lokálních minim a maxim). Jádrovými odhady regresní funkce identifikují a vyčíslují umístění extrémů na cenových grafech a poskytují empirický důkaz o informativnosti technické analýzy.

1.4.4 Indikátory technické analýzy

Ukazatele technické analýzy jsou sérií základních technicko-analytických dat transformovaných do určitého vzorce. Pro jejich výpočet jsou v různých formách a kombinacích použity otevírací, uzavírací, high a low ceny, případně objem a počet kontraktů. Tato data jsou do indikátoru obvykle zapracována za vymezený časový interval (periodu indikátoru). Indikátory technické analýzy mohou být v rámci obchodního systému použity pro různé účely:

- **Signalizace obratu trendu** – některé druhy indikátorů jsou sestaveny pro lokalizaci oblastí na cenovém grafu, kde existuje pravděpodobnost obratu ceny z důvodu excesivní poptávky nebo nabídky.
- **Identifikace síly trendu** – při nastaveném trendu ceny jsou používány indikátory pro identifikaci síly tržních pohybů a pravděpodobné délky trvání probíhajících trendů.
- **Indikace rozkolísanosti trhu** – ukazatele volatility znázorňují rychlost, jakou se daný kapitálový trh pohybuje. Rozkolísanost trhu je korelována s intenzitou obchodování, likviditou trhu a frekvencí vlivu neočekávaných fundamentálních zpráv na daný trh.

- **Indikace intenzity obchodování na trhu** – prostřednictvím analýzy vývoje objemu a počtu kontraktů lze měřit aktivitu účastníků obchodovaného kapitálového trhu. Tyto indikátory často slouží jako doplňující signály pro vstup, řízení a výstup z obchodní pozice.

Server Stockcharts.com (2010) poskytuje klasifikaci technických indikátorů:

- **Zpožděné indikátory** – jedná se o indikátory, které s různou mírou účinnosti zachycují tvorbu silných trendů. Mezi nejznámější zpožděné indikátory lze zařadit pohyblivé průměry. Výhodou těchto ukazatelů je, že umožňují obchodníkovi benefitovat z graduálních tržních pohybů. Nevýhoda naopak spočívá v jejich zaostávání za cenou, což v důsledku znamená zpožděné vstupování na trh a vystupování z něj.
- **Vedoucí indikátory** – zachycují zpravidla faktor hybnosti trhu. Hybnost reprezentuje míru změny cenové hladiny v definovaném časovém intervalu. Výhodou vedoucích indikátorů je vyšší funkčnost v beztrendových obdobích. Naopak v obdobích silných trendů vedoucí indikátory zpravidla poskytují řadu falešných signálů pro otevření nové pozice, případně pro uzavření pozice probíhající.

Murphy (1999) a Stevens (2002) uvádějí rozdělení indikátorů na *pohyblivé průměry a oscilátory*, přičemž Pring (2002) místo oscilátorů uplatňuje pojem *indikátory momenta (hybnosti)*. Do první kategorie jsou zařazovány, kromě samotných pohyblivých průměrů na různé bázi vyhlazení také Bollingerova pásma, Envelopes, a další indikátory, které jsou vyhodnocovány v přímé interakci s grafem ceny.

Co se týká druhé kategorie, Stevens (2002) uvádí: *„Oscilátory měří hybnost trhu nebo míru změny cenové hladiny. Napomáhají identifikaci silného trendu, který se projevuje právě vysokou mírou změny cenové hladiny. Oproti tomu oscilátory s nízkou mírou změny cenové hladiny indikují slabý trend.“*

Oscilátory mají uzavřenou nebo otevřenou škálu v indexových či procentních jednotkách, přičemž bývají v drtivé většině umístěny do odděleného okna. Obchodní systémy založené na technických indikátorech prošly velmi dynamickým vývojem. Patterny, které představili autoři jednotlivých ukazatelů, byly doplněny o velké množství kombinací a úprav. Mnoho indikátorů tak bylo upraveno z hlediska účelu použití, vizualizace i komplexnosti výpočtu.

Techniky obchodování na bázi indikátorů

Mezi nejrozšířenější techniky obchodování s indikátory patří proražení pomalejšího indikátoru (s vyšší periodou) rychlejším indikátorem, případně proražení cenového grafu indikátorem a naopak. Tyto techniky využívají zejména obchodní systémy založené na pohyblivých průměrech a dvojkřivkových oscilátorech (MACD, DMI, Stochastický oscilátor apod.).

V oblasti oscilátorů lze jmenovat obchodování na základě proražení extrémů, které reprezentují tzv. oblasti překoupenosti a předprodanosti v určitém časovém intervalu. Často se také používají strategie založené na protnutí úsečky, která půlí uzavřenou škálu oscilátoru (úroveň 50 u RSI) či poskytuje nulovou hladinu v otevřené škále indikátoru (nulová úroveň u CCI).

Pring (2002) aplikuje při analyzování oscilátorů trendovou analýzu, která slouží k identifikaci support a resistence úrovní. Obchodní strategie jsou poté konstruovány na základě odrazu či proražení trendových linií v okně indikátoru.

Le Beau a Lucas (1999) popisují obchodování na základě divergencí mezi cenou a oscilačními indikátory (RSI, Stochastický oscilátor).

Strategie založené na indikátorech technické analýzy lze tvořit prakticky na jakékoliv aritmetické bázi (úhel či velikost růstu/poklesu indikátoru, identifikace specifických tvarů, protnutí křivek indikátorů různého typu, dosažení specifické hodnoty na škále oscilátoru apod.).

Techniky práce s technicko-analytickými indikátory se v literárních i webových zdrojích velmi různí. Ve velké míře chybí komplexní metodika pro tvorbu vlastních vstupních, řídících a výstupních podmínek, na kterých je založen obchodní systém.

1.5 Komponenty technicko-analytického obchodního systému

Univerzální koncept pro tvorbu pravidel vstupu a výstupu dle nástrojů technické analýzy není téměř v žádném dostupném zdroji dostatečně popsán.

První vymezení obchodního systému založeného na technické analýze poskytuje ve svém známém díle, **New concepts in technical trading systems (1978)**, Welles Wilder pod pojmem obchodní plán:

„Většina technických obchodních plánů má dvě části: technický obchodní systém a metodu řízení kapitálu.“

Obchodní systém je v uvedené definici podřazen obchodnímu plánu. Mezi nejdůležitější komponenty technického systému Wilder považuje určení síly trendu a volatility na trhu.

Murphy (1999) používá jako nadřazený pojem obchodní program, do kterého zahrnuje předpověď cenového vývoje, volbu metody obchodování a money management. Předpověď cenového vývoje určuje směr obchodu, který má daný subjekt podstoupit. Metody obchodování určují body vstupu a výstupu z trhu. Money management poté zastřešuje proces obchodování alokací kapitálu v rámci diverzifikace portfolia, použití stop-loss úrovní, určení množství obchodovaného aktiva atd.

Nesnídal (2005) charakterizuje obchodní systém jako soubor následujících komponent:

- **Vstupní strategie** – otevření pozice na trhu je prováděno na základě různých metod a nástrojů. Je možno využít vizuálních formací ceny, klouzavých průměrů a dalších indikátorů.
- **Metoda umísťování a posouvání stop-lossu** – metod pro zabezpečení obchodu před excesivním rizikem existuje velké množství. Mezi nejčastější patří umísťování stop-lossu na základě úrovní podpory a odporu, na základě volatility trhu, či umísťování stop-lossu dle polohy určitého indikátoru.
- **Strategie výstupu z obchodu** – výstupy z otevřené pozice lze v rámci technické analýzy provádět na základě pevně určené úrovně (dle profit-targetu), technických indikátorů, posouvání úrovně stop-lossu či úrovní podpory/odporu.
- **Řízení peněžních toků (Money management)** – v naprostém základu je money management definován jako sledování příjmů a výdajů. Podle peněžního toku jsou poté kalibrovány parametry výnosu a rizika, které výrazně ovlivňují výkonnost obchodního systému.

Existují výrazné disproporce ve vymezení součástí technicko-analytického obchodního systému. Obchodní systém však lze považovat za soubor obchodních strategií založených na technické analýze. Jádro obchodní strategie tvoří vstupní, průběhové a výstupní podmínky pro obchodované trhy. Doplňující a neoddělitelnou část strategií reprezentují pravidla řízení rizika (risk managementu) a řízení peněžních toků (money managementu).

1.6 Optimalizace obchodních systémů na bázi technické analýzy

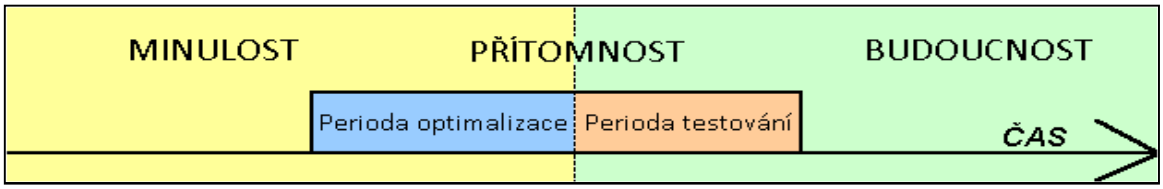
V kontextu technické analýzy jsou optimalizace procesem úpravy parametrů obchodního systému pro zvýšení jeho výkonnosti (zisku před zdaněním, drawdownu, úspěšnosti apod.).

Katz a McCormick (2000) tvrdí: *„Ideální by bylo vytvářet obchodní systémy bez rozmýšlení nad optimalizacemi. V realitě se však vyvíjení profitabilní obchodní strategie neobejde bez metody pokus-omyl, ve které jsou optimalizace vždy určitým způsobem zahrnuty.“*

Shashev (2007) uvádí rozdělení na optimalizaci prvního typu a optimalizaci druhého typu. Optimalizace prvního typu vychází ze zvolení samotné obchodní strategie definované na základě různých podmínek vstupu/výstupu z trhu. Optimalizaci druhého typu lze vymezit jako hledání parametrů u vybraných obchodních strategií zajišťujících vyšší výkonnost obchodního systému jako celku.

1.7 Implementace optimalizací a testování výsledků

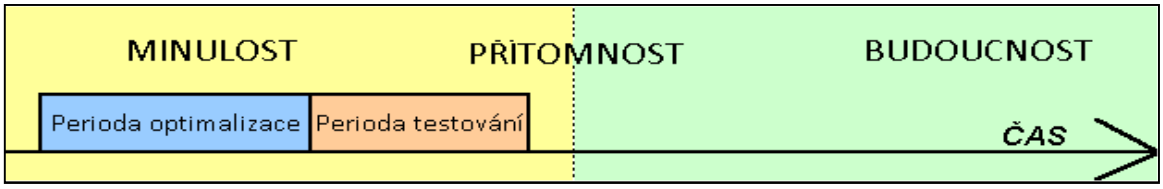
Kositsin (2007) zkoumá optimalizaci z časového hlediska. Zdůrazňuje rizika spojená s optimalizováním technicko-analytického obchodního systému v reálném čase. Uvádí vysokou časovou náročnost a neefektivitu této metody (viz. Obr. 1.4).



Obr. 1.4: *Schéma optimalizace obchodního systému v reálném čase*

Zdroj: Kositsin, 2007

Jako vhodnější způsob optimalizace uvádí hledání parametrů obchodních systémů na základě historické metody.



Obr. 1.5: *Optimalizace na základě out-of-sample analýzy*

Zdroj: Kositsin, 2007

Tento druh optimalizace implikuje použití out-of-sample analýzy jako nástroje pro zkoumání udržitelnosti výkonného obchodního systému. Této problematice se blíže věnuje kapitola 1.8 Hodnocení výkonnosti obchodních strategií).

Pro udržitelnost výkonnosti obchodního systému musí být zabráněno tzv. přeučení optimalizovaného vzorku dat. Přeučení spočívá ve vysoké granularitě optimalizovaných parametrů, která často ústí v jejich nízkou kompatibilitu s budoucím, tedy out-of-sample vzorkem dat.

1.7.1 Ambivalence filtrací

Filtrace svým charakterem mohou na první pohled patřit do oblasti optimalizací. Článek The Magic of Filtration (2010) charakterizuje filtrování v nejjednodušší formě – jako limitující podmínku, která je definována logickými operátory (např. obchod se uskuteční pouze, pokud A ≥ B). Filtr je tedy podmínka, která snižuje likviditu obchodního systému za účelem zvýšení dalších parametrů jeho výkonnosti (výnosnost, bezpečnost, stabilita apod.).

Filtrování spadá do procesu modelování obchodních systémů. Optimalizace totiž zahrnuje hledání nejefektivnější kombinace parametrů v jejich úplné interakci. Filtry jsou však uplatňovány prostřednictvím apriorního snížení

jednoho parametru - likvidity - pro transformaci ostatních měřítek výkonnosti obchodního systému.

Samotné filtry lze klasifikovat do dvou základních skupin:

- **Pásmové (P-filtry)** – mezi pásmové filtry autor zařazuje porovnání cen v různých časových periodách. Bližší popis zkoumání tohoto typu parametrické kalibrace obchodního systému však není poskytnut.
- **Diskrétní (D-filtry)** – tento typ filtrování zahrnuje například vymezení period obchodování v daném timeframe. Mezi diskrétní filtry lze zařadit např. obchodování pouze v hodinách 6,7,8,14,15,16, kde se dle testování objevuje nejvíce ziskových obchodů.

McDowell (2008) představuje filtry v podobě timeframu, trendových linií a oscilátorů. Upozorňuje na nutnost využití filtrů pouze jako potvrzovacích kritérií ke stávajícím obchodním podmínkám.

1.8 Hodnocení výkonnosti obchodních strategií

Jelikož je technická analýza postavena na principu opakujících se vzorců chování trhu, probíhá hodnocení obchodních systémů na základě testování vzorku historických dat. Proces zajišťující extrakci měřítek hodnocení z nadefinovaného vzorku dat se v rámci technické analýzy nazývá backtesting.

Jones (1999) upozorňuje na důležitost statistických dat při technicko-analytickém obchodování. Na jednoduchém obchodním systému demonstruje užití ukazatelů výkonnosti. Zároveň prezentuje efekt optimalizace systému a její vliv na výkonnostní měřítka. Autor však opomíjí podstatný faktor ovlivňující statistickou významnost při hodnocení obchodních systémů, a to je počet obchodů; těch je ve vzorku méně než 100, což neposkytuje vysokou míru relevance pro měření výkonnosti.

Výše výnosu často mezi obchodníky představuje nejdůležitější parametr při posuzování výkonnosti obchodních systémů. Mezi nejpoužívanější absolutní ukazatele, které jsou nabízeny téměř všemi obchodními platformami s možností automatického backtestingu lze zařadit:

- **Hrubý zisk (Gross profit)** – reprezentuje sumu všech ziskových obchodů ze zkoumaného vzorku. Hrubý zisk nebývá samostatně příliš často využíván, jelikož nedává výnosnost do kontextu s jinými parametry.
- **Čistý zisk (Net profit)** – představuje rozdíl mezi hrubým ziskem a hrubou ztrátou. Jde tedy o peněžní vyjádření zisku, které vyplývá z backtestu. Čistý zisk však ve většině případů není očištěný o poplatky za obchod a daně. Je-li prováděn ruční backtesting, je od čistého zisku nutno odečíst aktuální spread s případnými komisemi za zprostředkování obchodu. Automatický backtesting v platformách zpravidla započítává spread, který v době testování zprostředkovatel nabízí. Nejde však

o přesný parametr, jelikož rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou na kapitálových trzích kolísá (vlivem likvidity, volatility a umělých zásahů brokerských společností apod.). Inkasuje-li obchodník s cennými papíry čistý zisk, jak je vyjádřen ve výsledku backtestingu, jedná se o nezdaněnou částku.

- **Předpokládaný zisk (Expected Payoff)** – je veličina reprezentující čistý zisk, který je podělený počtem otestovaných transakcí. Předpokládaný zisk je tedy průměrným čistým ziskem na jeden obchod.
- **Průměrný zisk (Average Profit)** – představuje průměrný hrubý zisk na jednu transakci. Tato metrika je používána pro výpočet poměru RRR, který je základním ukazatelem při porovnávání získaného a riskovaného kapitálu.

Backtesting bývá doplněn ukazateli nejvyššího dosaženého zisku, nejvyššího návazného zisku a počtu návazných ziskových obchodů. Jedná se o přidružené informace, které obchodníkovi dávají pohled na maximální limity výnosnosti obchodního systému.

Poměrové ukazatele výnosnosti jsou vyjádřeny v indexových či procentních jednotkách. Mezi nejznámější ukazatele patří:

- **Profit factor** – měřítko profit factoru je velmi často využívanou metrikou představující podíl celkového hrubého zisku a celkové hrubé ztráty. Dosahuje-li tento ukazatel hodnot vyšších než 1, je testovaný obchodní systém ziskový.
- **RRR** – ukazatel Risk-Reward-Ratio je patrně nejznámější poměrový ukazatel z pohledu hodnocení obchodních systémů. RRR je poměrem průměrného zisku na obchod a průměrné ztráty na obchod a bývá ve většině případů vyjádřen ve formě X:1 (X je průměrný zisk podělený průměrnou ztrátou). Je-li hodnota ukazatele RRR nižší než 1, je v rámci obchodního systému průměrně riskována vyšší proporce kapitálu než představuje výše zisku.

1.8.1 Střední hodnota výnosů a jejich rozptyl

Střední hodnota výnosů a jejich rozptyl patří mezi fundamentální hodnotící parametry obchodního systému. Lze je poměrně snadno zjistit z testovaného výběru obchodů příslušnými formulemi. Střední hodnota určuje očekávanou výnosnost na jeden obchod, přičemž rozptyl popisuje podstupované riziko prostřednictvím volatility výnosů v portfoliu testovaných obchodů. Cílem obchodníka je maximalizace střední hodnoty výnosů při minimalizaci jejich rozptylu.

Van Tharp (2008) poskytuje vlastní koncept pro hodnocení obchodních systémů. Ten je založený na výpočtu čísla představujícího kvalitu obchodního systému (System quality number). Daný přístup kalkuluje se střední hodnotou

výnosnosti, rozptylem výnosnosti a likviditou obchodů. Vzorec pro výpočet SQN je následující:

$$SQN = \frac{E(\pi)}{\sigma(\pi)} n^2 \quad , \tag{1.1}$$

kde: $E(\pi)$ = střední hodnota výnosnosti u testovaného vzorku obchodů,

$\sigma(\pi)$ = rozptyl výnosnosti u testovaného vzorku obchodů,

n = velikost testovaného vzorku obchodů.

Van Tharpův hodnotící přístup pojímá výnosnost systému, jeho stabilitu i likviditu. Autor sám uvádí, že při vyšším počtu hodnocených obchodů je číslo SQN zkresleno. Proto, například u skalpovacích technicko-analytických obchodních systémů je potřeba toto číslo manuálně upravovat, aby nabylo dostatečné relevance.

Umarov (2007) popisuje základní matematicko-statistické techniky hodnocení obchodních systémů založených na technické analýze (střední hodnotu výnosů, z-skóre a index determinace).

1.8.2 Z-skóre

Z-skóre je hodnotícím parametrem, který měří náhodnou složku ve výnosnosti obchodů. Umarov (2007) uvádí: *„Myšlenka, že soubor provedených obchodů přinesl výnos pouze na základě náhody, zní pro většinu traderů přímo sardonicky. Spousta vykonaného úsilí, které je přeměněno během určitého omezeného časového období na reálné výnosy, totiž traderovi naznačuje, že našel správný přístup k obchodování.“*

Základní myšlenka z-skóre vychází z vyhodnocení pravidelnosti sérií ziskových či ztrátových obchodů, což implikuje míru předpověditelnosti změny ziskových obchodů na ztrátové a naopak. Čím vyšší je míra oscilace mezi pozitivními a negativními výsledky testovaného vzorku obchodů, tím nižší je z-skóre. Vzorec pro jeho výpočet je následující:

$$Z - skóre = \frac{\left(N(R - 0{,}5) - P\right)}{\sqrt{\frac{\left(P(P - N)\right)}{(N - 1)}}} \quad , \tag{1.2}$$

kde: N = celkový počet obchodů ve vzorku,

R = celkový počet sérií ziskových a ztrátových obchodů,

P = 2.W.L,

W = počet ziskových obchodů,

L = počet ztrátových obchodů.

Hodnota z-skóre se zpravidla pohybuje v intervalu -3 až +3. Čím dále je jeho hodnota od nuly, tím vyšší přímá (v případě záporného z-skóre) či nepřímá (v případě kladného z-skóre) závislost existuje mezi po sobě jdoucími obchody. Je-li z-skóre blízké nulové hodnotě, potom se rozdělení vzorku obchodů blíží normálnímu rozdělení.

1.8.3 Shrapův poměr (Sharpe ratio)

Do hodnocení výkonnosti technicko-analytických obchodních systémů je třeba započítávat faktory rizika. Riziko je obecně v technické analýze spjato jednak s rekurentní (znovu se vyskytující) hrozbou ztráty kapitálu a nerekurentní (jednorázovou) ztrátou kapitálu, která může vyústit v bankrot obchodního účtu.

Mezi ukazatele hodnotící riziko můžeme zařadit hrubou ztrátu, průměrnou ztrátu na obchod, nejvyšší návaznou ztrátu a počet návazných ztrát. Tato měřítka představují přímé protipóly k měřítkům výnosnosti, proto zde nebudou blíže rozebírány.

Investoři a spekulanti využívají různé skupiny poměrových ukazatelů, kterými vyhodnocují výkonnost investičních, hedgeových fondů a obchodních systémů obecně. Tyto indikátory jsou ve velké většině založeny na zkoumání výnosů upravených o vliv rizika. Pravděpodobně nejznámější a nejdiskutovanější metrikou je Sharpeho poměr (Sharpe, 1966).

Sharpeho poměr byl představen poprvé v roce 1966 Williamem Sharpem. Jedná se o velmi využívaný poměrový ukazatel, který hodnotí výnosnost obchodovaného aktiva, upravenou o bezrizikovou úrokovou míru vzhledem k volatilitě výnosů. Sharpův koeficient tedy dává do poměru očekávaný výnos z investice (snížený o bezrizikovou úrokovou míru) a směrodatnou odchylku výnosu.

$$E = \frac{R - R_f}{\sigma}, \tag{1.3}$$

kde: R = střední hodnota výnosu,

R_f = bezriziková výnosnost,

σ = směrodatná odchylka výnosu.

Čím vyšší je Sharpe ratio, tím vyšší je výnosnost obchodního portfolia vzhledem k jeho rizikovosti. Sharpeho poměr má několik nevýhod, které uvádí např. Eling a Schumacher (2007):

- **Záporné hodnocení pozitivní volatility** – rozkolísanost křivky výnosů pozitivním směrem je Sharpeho poměrem hodnocena záporně, přestože pro investora představuje žádoucí jev.
- **Nedostatečné podchycení ostrých výkyvů** – série nízkých výnosů následovaná vysokou ztrátou není v rámci Sharpeho poměru výrazně

penalizována. Tímto jsou skalpovací obchodní systémy a obchodní systémy bez stop-lossu nadhodnocovány.

Farinelli et al (2008) prostřednictvím testů robustnosti dokazuje, že Sharpeho poměr nikdy nepřekonal tzv. asymetrické metriky hodnocení výkonnosti. Důvodem je nedostatečné podchycení výkonnosti portfolií obchodních systémů, které vykazují tzv. tlusté konce, tj. nemají normální rozdělení.

1.8.4 Pokročilé výkonnostní metriky na bázi Sharpeho poměru

Velmi oblíbené poměrové ukazatele jsou vystaveny na základě Sharpeho poměru. Jednoznačným příkladem modifikovaného Sharpeho poměru je tzv. Sortinův poměr. Sortinův poměr může být vnímán jako Sharpeho poměr, který posuzuje pouze negativní směrodatné odchylky od bezrizikové úrokové míry. Nejsou tak započítávány kladné odchylky při zhodnocení kapitálu, které jsou pro investora žádoucí.

Eling a Schumacher (2007) definují negativní odchylky jako tzv. „Lower partial moments“ neboli LPM. LPM jsou používány jako součásti Sortinova poměru, Omega indexu a Stutzerova indexu. Pro kapitálové aktivum i v pořadí n jsou LPM rovnicí vymezeny takto:

$$LPM_{ni}(\tau) = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} \max\,[t - r_{it}, 0]^n \qquad (1.4)$$

Průměrný výnos kapitálového aktiva i je označen jako r_{it} a minimální požadovaný výnos je označen jako T.

Bacmann a Scholz (2003) uvádí, že Omega a Stutzer indexy jsou nejvhodnější pro hodnocení investičních fondů, zatímco Chaudhry a Johnson (2008) prezentují výsledky benchmarkingové výkonnostní analýzy se závěrem, že Sortinův poměr je nejvhodnější metrika u asymetrických rozdělení.

Lipinsky a Korczak (2004) používají poměrové ukazatele k měření výkonnosti evolučních obchodních systémů pro podporu rozhodování. Přestože nebyl dokázán přímý vztah mezi hodnotou ukazatelů a budoucími výnosy, výzkum prokázal, že poměrové ukazatele mohou být efektivně využity jako kritéria pro výběr obchodních systémů.

Eling (2008) zkoumá efekt výběru výkonnostní metriky na pozici v žebříčku hodnocení podílových fondů. Dochází k závěru, že výběr výkonnostního ukazatele neovlivňuje celkový formát žebříčků.

1.8.5 Pokročilé výkonnostní metriky na bázi drawdownu

V backtestech je standardně měřen nejvyšší propad kapitálu prostřednictvím tzv. „maximálního drawdownu“. Ten představuje absolutní či relativní hodnotu poklesu equity křivky v určitém časovém rozmezí. Ulcer index hodnotí hloubku drawdownů a délku jejich trvání.

$$Ulcer = \sqrt{(R_1^2 + R_2^2 + \cdots R_N^2)/N}, \quad (1.5)$$

kde N je počet drawdownů a R je procento poklesu uzavíracích cen kalkulované jako:

$$R = 100x\left(Close - Highest_{High}\right)/Highest_{High} \quad (1.6)$$

Vysoká hodnota Ulcer indexu představuje nadměrné riziko pro investora, jelikož poklesy kapitálu jsou vyrovnávány příliš pomalu.

Sterlingův a Calmarův poměr jsou založeny na drawdownu a často se užívají k hodnocení investičních fondů. Tyto metriky zkoumají Magdon-Ismail a Atiya (2004), kteří zdůrazňují důležitost korelace portfolií, a tím i příležitost k optimalizaci výkonnostních ukazatelů pro různé množiny kapitálových aktiv.

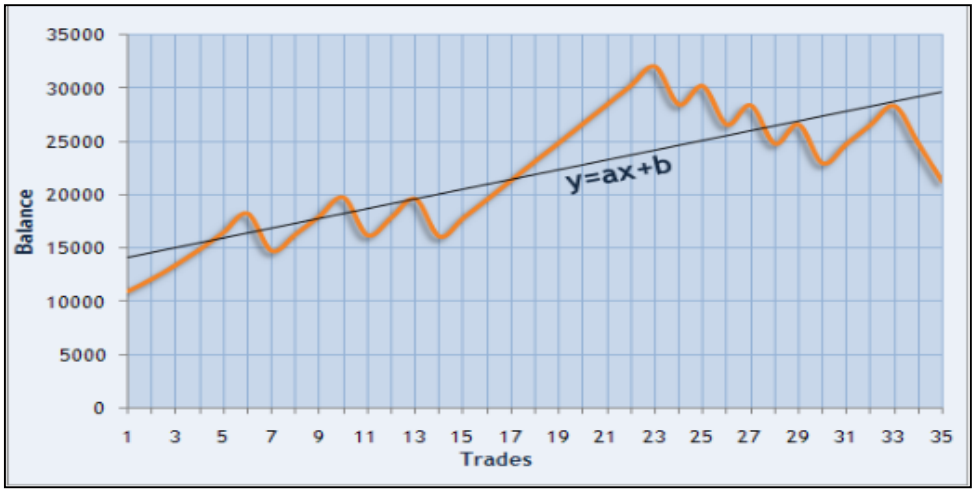
Calmarův poměr je kalkulován následovně:

$$Calmar\ Ratio = \frac{Akumulovaný\ zisk\ za\ období}{Maximální\ drawdown\ za\ období} \quad (1.7)$$

1.8.6 Lineární regrese a index determinace

Stabilita obchodního systému je jedním z nejdůležitějších parametrů jeho výkonnosti. V dlouhodobém horizontu vysoká stabilita charakterizuje schopnost absorbovat abnormality ve vývoji ceny kapitálových aktiv. Důvodem těchto abnormalit může být zvýšená volatilita během fundamentálních zpráv, intenzivních kapitálových zásahů market makerů apod.

Lineární regrese měří stupeň hladkosti křivky obchodního kapitálu prostřednictvím nalezení aproximačních koeficientů regresní přímky metodou nejmenších čtverců.



Obr. 1.6: *Proložení křivky vlastního kapitálu regresní přímkou*

Zdroj: Umarov, 2007

Index determinace mezi křivkou obchodního kapitálu a regresní přímkou hodnotí stabilitu systému v indexovém vyjádření. Čím blíže je jeho hodnota číslu 1, tím menší jsou oscilace reálné výnosové křivky okolo aproximované

přímky. Blíží-li se tato hodnota nule, jedná se o velmi volatilní equity křivku, což znamená, že daný obchodní systém má nestabilní výsledky.

1.8.7 Další hodnotící metriky

Mezi ostatní výkonnostní ukazatele lze zařadit souhrn metrik na bázi value-at-risk, kde je zahrnuto zkoumání pravděpodobnosti obchodních výsledků na určité hladině spolehlivosti. Dále existují metriky, které využívají Beta koeficient. Mezi tyto patří například Jensens alpha a Treynorův poměr.

Mezi další měřítka hodnocení výkonnosti obchodních systémů lze zařadit koncept HPR (Holding period returns) od Ralpha Vince (1992), analýzu hodnot MAE (maximum positive excursion) a MFE (maximum favourable excursion), normalizaci obchodních výsledků a analýzu citlivosti obchodního systému.

Měřítka pro hodnocení výkonnosti jsou využívána pro posouzení rozličných aspektů obchodních systémů. Nejčastěji je hodnocena pravidelnost rozdělení zvolených atributů, hladkost obchodních výsledků a vztah výnosu a rizika. Komplexní pohled poskytuje pouze celistvé posouzení vybrané skupiny měřítek výkonnosti. Analýza výkonnosti přitom představuje životně důležitou součást technicko-analytického obchodování, bez které nelze zabezpečit dlouhodobou výkonnost portfolia obchodních systémů.

1.9 Druhy obchodovacích systémů dle míry automatizace

Existují dva základní přístupy k uskutečňování obchodů na kapitálových trzích. První ze způsobů je tzv. diskrétní obchodování, kdy obchodník zadává příkazy k nákupu/prodeji aktiva dle indikace zvolených analytických nástrojů – tedy ručně. Druhým způsobem je provádění obchodů na základě algoritmu vytvořeného v programovacím jazyce.

1.9.1 Diskrétní obchodování

Silvani (2008) tvrdí: *„Čistě diskrétní obchodníci při svém rozhodování o vstupu na trh a výstupu z něj spoléhají na svoji intuici, zkušenost a znalost cenových pohybů.“*

Diskrétní využití technické analýzy umožňuje obchodníkům realizovat konkurenční výhodu s pomocí tržních signálů, jež jsou zachytitelné pouze tacitními znalostmi. Toto obchodování je doporučováno pro začínající obchodníky s cílem získání zkušeností a znalosti reálného tradingu. Diskrétní obchodování vyžaduje dodržování určeného obchodního plánu a pravidel obchodního systému, který je otestován v předinvestiční fázi a optimalizován pro dosažení žádoucí výkonnosti při řízení portfolia.

1.9.2 Algoritmické obchodní systémy

Pro algoritmické obchodní systémy se užívá také název automatické či mechanické systémy. Jedná se o soubor softwarově naprogramovaných pravidel, která vymezují fungování obchodního systému na kapitálovém trhu. Tato

pravidla (Kovalyov, 2008) jsou ve velké většině programovacích jazyků umísťována do modulů zahrnujících následující funkcionality:

- **Definování podmínek pro vstup, řízení a výstup z pozice** – využitím logických operátorů jsou nastavena kritéria, na která posléze navazují operace s obchodními příkazy (otevření tržního příkazu, nastavení čekajícího příkazu, smazání čekajícího příkazu apod.), jež se spustí při splnění nastavených kritérií.
- **Řízení tržních událostí** – tento modul slouží pro zachycení událostí na trhu, které nemá obchodník možnost explicitně zaznamenat (např. rozšíření spreadu brokerskou společností). Algoritmus je tak schopen reagovat na nestandardní faktory, které se objeví na obchodovaném kapitálovém trhu.
- **Kalkulace obchodovaného množství** – výpočet množství obchodovaného aktiva, které lze přiřadit na obchod, je problematikou, kterou se zabývá řízení rizika a money management. Řízení rizika představuje principy a metody ochrany kapitálu. V technické analýze je risk management bezprostředně spojován s umísťováním stop-lossu. Money management souvisí s optimalizací parametrů výnosu, rizika a stability obchodního systému prostřednictvím dimenzování kapitálu (množství obchodovaného aktiva).
- **Informační podpora** – události algoritmického obchodního systému by měly být zaznamenávány do deníku, který bývá obvykle integrován v obchodní platformě. Všechny aktivity tak může obchodník přehledně monitorovat a analyzovat.
- **Řízení obchodních pozic** – jedná se o modul navazující na kriteriální funkci algoritmu. Zabezpečuje korektní provádění obchodních operací (otevření, uzavření, modifikace či zrušení obchodních příkazů).
- **Řízení chyb** – modul řízení chyb představuje velmi důležitý bezpečnostní prvek pro každý algoritmus. Pro správné fungování této funkcionality je nutné nadefinovat navazující aktivity po identifikování chyby. Mezi nejčastější způsoby reakce automatického obchodního systému patří opakování akce (např. při neúspěšném otevření pozice), informování uživatele či přerušení chodu programu.

Murphy (1999) vyzdvihuje výhody algoritmických obchodních systémů v eliminaci lidských chyb, minimalizaci ztrát, možnosti dosažení vyšší stability obchodních výsledků apod. Nevýhody naopak spatřuje v závislosti většiny automatických obchodních systémů na průběhu trendu. V beztrendových obdobích považuje algoritmické obchodování za neúčinné.

Diskrétní a automatické obchodování lze zkombinovat do tzv. semi-automatického obchodního systému. Ten je založen na programových pravidlech, které vizuálním či zvukovým signálem obchodníka upozorňují na

výskyt patternů na daném trhu. Obchodník si tak zachovává prostor pro rozhodnutí, zda provést obchodní operaci či nikoliv.

Rychlý vývoj v oblasti automatizování obchodních systémů s sebou přináší stále častější užívání komplexních matematicko-statistických metod sloužících pro predikci tržního vývoje.

1.10 Další koncepty vstupující do technické analýzy

Nástroje technické analýzy jsou při obchodování na kapitálových trzích často kombinovány s jinými přístupy, založenými na sofistikovaných matematických a statistických metodách. Mohou tak dopomoci k tvorbě adaptivního, autooptimalizačního obchodního systému, ke kontinuální výstavbě výkonnějších obchodních systému na základě definovaného rámce parametrů či k predikci vývoje datových řad dle statistických metod.

1.10.1 Fuzzy logika

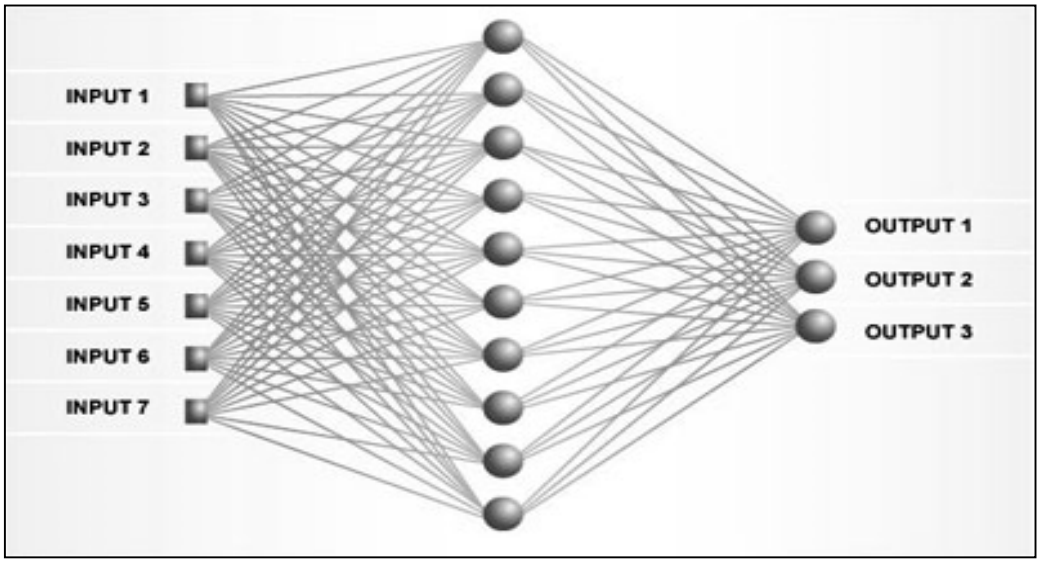
Využití pravidel fuzzy logiky v technicko-analytickém systému představuje příležitost k propojení kvantitativních a kvalitativních datových vstupů. Dle Liu (2008) je fuzzy logika prostředkem, který má potenciál k nalezení technicko-analytických patternů ze zdánlivě náhodných výskytů dat v časové řadě.

Dourra a Syi (2002) transformují použití technických indikátorů (Rate of Change, Stochastický oscilátor a další) do fuzzy množin. Tímto procesem je vytvořen fuzzy oscilátor, který poskytuje signály pro nákup, držení či prodej akcií. Studie je provedena na akciích 4 amerických firem, přičemž prokazuje vysoké výnosy. Hodnocený časový interval je však poměrně krátký – jedná se o období cca jednoho roku.

Největší nevýhoda fuzzy množin je spatřována v rigiditě nastavených obchodních pravidel. Při pokusech o nastavení určitého stupně adaptability fuzzy obchodních systémů bývají často použity neuronové sítě. Neuron-fuzzy systémy se zabývá Liu (2008), Ang a Quek (2006) a Angrawal, Jindal a Pillai (2010).

1.10.2 Neuronové sítě

Neuronové sítě představují komplexní přístup k predikci a modelování nelineárních struktur. Mendelsohn (2000) definuje umělé neuronové systémy: *„Umělé neuronové sítě jsou složeny z jednotlivých nervových buněk (neuronů), které jsou organizovány do vrstev a propojeny síťovou architekturou s proměnlivými matematickými vahami, jež jsou přiřazeny ke každému uzlu.“*



Obr. 1.7: *Schéma práce neuronové sítě*

Zdroj: Predictionboy, 2010

Neuronové sítě jsou tvořeny třemi vrstvami:

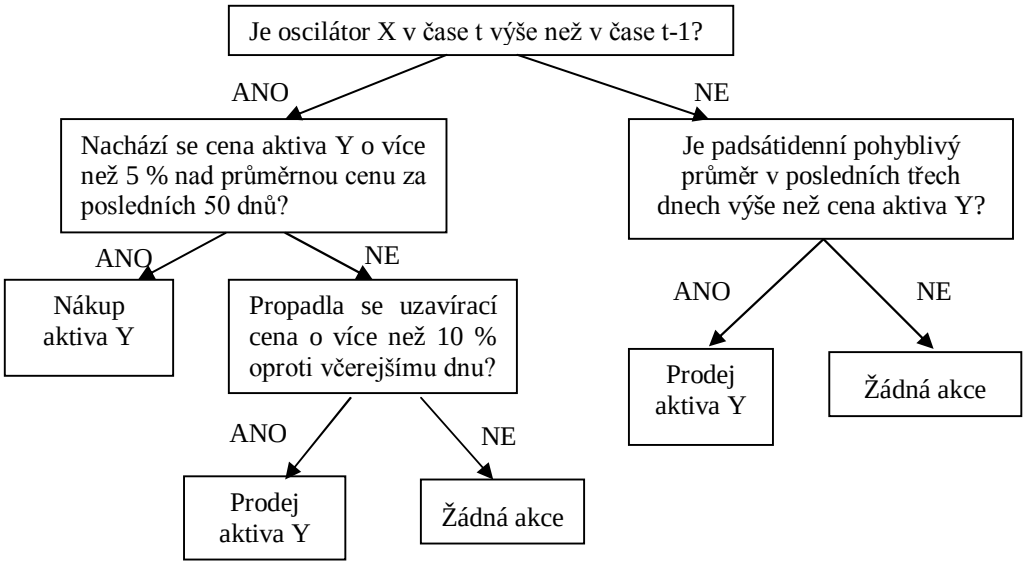
- **Vrstva vstupů** – zahrnuje multidimenzionální prostor, který je naplněný daty (hodnotami indikátorů technické analýzy). Vstupní data nejsou limitována pouze na jedno kapitálové aktivum. Vrstva vstupů může být naplněna technicko-analytickými údaji z více trhů, případně fundamentálními daty. Jednotlivým vstupům jsou přiřazeny váhy a poté jsou data předána ke zpracování do skryté vrstvy.
- **Skrytá vrstva** – obsahuje uzly pro zpracování vstupních dat (neurony). V této vrstvě probíhá samoučící proces, kterým jsou rozklíčovány skryté vzorce a vztahy mezi daty.
- **Vrstva výstupů** – ve vrstvě výstupů je prostřednictvím jednoho či více neuronů provedena predikce. Predikce může být aplikována přes některou z technicko-analytických či fundamentálních proměnných.

Neuronové sítě, zapojené do technické analýzy, představují velmi mocný samoučící nástroj pro predikci vývoje cen kapitálových aktiv. Dlouhodobě profitabilní technicko-analytický obchodní systém lze však prostřednictvím nich vytvořit až při porozumění základním konceptům obchodování na kapitálových trzích.

1.10.3 Genetické algoritmy

Genetické algoritmy jsou počítačově řízené vyhledávací procesy na principech Darwinovy teorie přírodního výběru. Teorie genetických algoritmů byla představena Hollandem (1975) a významně rozšířena Kozou (1992). V současnosti se používá v mnoha oblastech, a to zejména k řešení nestandardních úloh s dynamickou, nelineární strukturou.

Princip genetického programování spočívá v tvorbě skupiny algoritmů (populace), která je testována na tzv. zdatnost (fitness). Z nejzdatnějších „jedinců“, jež se nazývají rodiče, jsou prostřednictvím „mutace“ a „křížení“ generovány nejvýkonnější obchodní systémy – potomci. V technické analýze je soubor obchodních pravidel vyjádřený genetickým stromem. (viz Obr. 1.8).



Obr. 1.8: *Ukázka genetického stromu technicko-analytických podmínek*

Zdroj: Li, Tsang, 1999

Li a Tsang (1999) aplikovali genetické algoritmy, jejichž vstupem je 6 technicko-analytických obchodních pravidel pro predikci vývoje DJIA indexu. Obchodní systém na bázi vyselektovaných patternů přinesl velmi vysokou výnosnost. Neely, Weller a Dittmar (1997) použili genetické programování pro predikci vývoje měnových kurzů, přičemž také uspěli v důkazu o výnosnosti obchodního systému na trzích šesti měnových párů.

1.11 Technická analýza a teorie efektivních trhů

Reitz (2006) uvádí, že technická analýza je v akademických sférách pojímána přinejmenším rezervovaně. Jedním z důvodů je existence teorie efektivních trhů, ze které plyne tvrzení, že informační přínos technické analýzy je nulový. K tomuto tvrzení se již dříve připojily akademické práce zabývající se studiem vývoje akciových trhů (Allen a Karjalainen, 1999; Ratner a Leal, 1999 a další).

Teorie efektivních trhů však byla odmítnuta množstvím empirických výzkumů. Některé dokazují oprávněnost využití technické analýzy v modelech finančních trhů skrze zkoumání mikrodat (Taylor a Allen, 1992), jež vykazují budoucí výnosy.

Jiní autoři na základě technické analýzy úspěšně predikovali vývoj cen na akciových trzích (Blume, Easley a O’Hara, 1994; Lo, Mamaysky a Wang, 2000 a další).

Schopnost technické analýzy odhadovat budoucí cenové pohyby je odvislá od řady faktorů, které nemohou být od sebe v reálném prostředí izolovány. Nelze opomenout závislost na finančním instrumentu, jehož cenový vývoj je predikován. Vysoce likvidní, necentralizované trhy s velkým počtem účastníků zeslabují účinnost technické analýzy z důvodu značného podílu residuální složky (šumu) v nelineárním průběhu časových řad. Mezi další faktory ovlivňující účinnost technické analýzy lze zařadit počet institucionálních obchodníků, množství a velikost bariér vstupu a výstupu z trhu apod.

1.12 Shrnutí dosavadních poznatků

S globalizací a liberalizací trhů, kdy dochází ke snižování transakčních nákladů a bariér vstupu, je stále obtížnější nalézt na finančních, potažmo kapitálových trzích dlouhodobou konkurenční výhodu.

Technická analýza je v současnosti nejvyužívanějším přístupem pro odhad cen kapitálových aktiv. Přesto nebo právě proto je v akademické sféře i podnikové praxi diskutována míra jejího přínosu ať už z hlediska informační kontribuce či z hlediska kvality predikce budoucích tržních pohybů. Spousta odborných článků na poli technické analýzy aspiruje k poskytnutí empirických důkazů o nadstandarních výnosech při použití různých obchodních pravidel. V současnosti se odborné práce zabývají především jednorázovou aplikací komplexních a sofistikovaných přístupů, které mají různý stupeň přínosu pro akademickou i podnikovou sféru. Zpravidla jim však chybí praktické a nesložité aplikační hledisko, stejně jako průkaznost výstupů na statisticky významném časovém intervalu.

Monografické publikace mají z velké části formu praktických příruček, které tvoří soubor znalostí a zkušeností autora v oblasti kapitálových trhů. Vědecký formát, zejména ve smyslu metodického, přitom lze nalézt pouze ve zlomku těchto publikací. Webové zdroje obsahují obrovské množství technicko-analytických obchodních systémů, které jsou zde publikovány převážně za účelem jejich společného využití a vylepšení.

Jako výstup procesu zkoumání současné problematiky v oblasti technické analýzy se tak jeví možnost vytvoření jednolité metodiky pro vybudování pravidel vstupu, řízení a výstupu z obchodní pozice na základě technické analýzy. Jedním z důvodů je jednak nesvázanost vědecké oblasti s pevnou metodickou strukturou a jednak přílišná soustředěnost literárních a webových zdrojů na poskytování již vytvořených obchodních systémů. Specifická povaha kapitálových trhů tak způsobuje, že distribucí potenciální konkurenční (znalostní) výhody mezi více účastníků je tato výhoda absorbována a zaniká. Poskytnutí univerzálního a uceleného přístupu k tvorbě pravidel vstupu, řízení a výstupu z pozice a metodiky pro komplexní hodnocení výkonnosti obchodních systémů tak může být významným přínosem v oblasti výzkumu kapitálových trhů.

2 CÍLE A HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavním cílem disertační práce je výstavba metodiky pro tvorbu obchodních systémů na základě technické analýzy s podporou nového výkonnostního modelu. Souhrnný výkonnostní model bude tvořit první pilíř disertační práce. Model bude vstupovat do druhého pilíře, pokud nebude hypotézou zamítnuta jeho relevantnost. Jestliže nebude verifikována kvalita modelu pro hodnocení, bude místo něj v druhém pilíři využit některý ze stávajících ukazatelů výkonnosti pro obchodní systémy.

Druhý pilíř disertační práce se bude zabývat vývojem metodiky pro tvorbu obchodních systémů založených na technické analýze. Zde se očekává synergie ve využití nového výkonnostního modelu. V rámci tzv. fragmentární metodiky bude kladen důraz na důkladné popsání všech jejích kroků prostřednictvím procesní analýzy.

Třetí pilíř disertační práce bude demonstrovat užití výkonnostního modelu a fragmentární metodiky prostřednictvím případové studie.

Splnění hlavních cílů – vytvoření fragmentární metodiky a výkonnostního modelu – je podpořeno dílčími cíli disertační práce, jimiž jsou:

- Analýza a výběr hodnotících metrik, které budou sloužit k naplnění souhrnného modelu pro měření výkonnosti;
- vytvoření variant výkonnostního modelu pro zhodnocení robustnosti technicko-analytických obchodních systémů[1];
- popsání strategického vymezení perspektiv pro práci s technickou analýzou;
- představení základních charakteristik týkajících se fragmentární metodiky;
- sestavení procesních kroků, které vedou ke tvorbě technicko-analytického systému prostřednictvím využití fragmentární metodiky;
- sestavení obchodního systému prostřednictvím fragmentární metodiky s využitím výkonnostního modelu.

Poslední dílčí cíl bude naplněn případovou studií, která bude na reálných podmínkách kapitálových trhů aplikovat vyzkoumané poznatky z prvního a druhého pilíře disertační práce.

2.1 Vědecké hypotézy a vědecké otázky disertační práce

První vědecká hypotéza a vědecká otázka byly sestaveny dle metodiky falsifikace rakouského filosofa Karla Raimunda Poppera. Princip této metodiky

[1] Robustností je zde myšlena odolnost proti měnícím se podmínkám kapitálových trhů, která vede k dlouhodobé výkonnosti obchodních systémů.

spočívá v heslu, že konečná pravda ve vědě neexistuje. Pouze hlídáním vyvratitelných prvků v určité teorii ji lze hlouběji zkoumat.

Druhá vědecká hypotéza je postavena na zhodnocení výnosnosti obchodního systému ve vztahu s nejvýnosnějším podílovým fondem v ČR. Obchodní systém přitom bude výstupem třetího pilíře synergicky podpořeného výsledky z prvních dvou pilířů disertační práce.

Vědecké hypotézy a vědecké otázky byly vytvořeny v souměrnosti s jednotlivými pilíři disertační práce:

- H_1: **„Alespoň jedna z vybraných metrik je vždy úspěšnějším filtrovacím kritériem pro výběr ziskového obchodního systému než vytvořený výkonnostní model.“**

První hypotéza verifikuje výstupy prvního pilíře disertační práce. Vytvořený výkonnostní model bude podroben komparativní analýze společně s vybranými, existujícími ukazateli kapitálového trhu. Nástroj pro verifikaci této hypotézy bude zvolen ve výzkumné části práce.

- V_1: **„Obsahuje fragmentární metodika procesní kroky k výstavbě všech obecných komponent technicko-analytického obchodního systému?“**

Vědecká otázka V_1 má za cíl zodpovědět zda fragmentární metodika pojímá všechny podstatné části obchodního systému založeného na technické analýze. Pro její verifikaci bude využita literární rešerše společně s výstupy druhého pilíře disertační práce.

- H_2: **„Zhodnocení kapitálu u nejvýnosnějšího podílového fondu v ČR za léta 2010 a 2011 bylo vyšší než simulované zhodnocení kapitálu obchodním systémem vytvořeným fragmentární metodikou v případové studii.“**

Hypotéza H_2 byla sestavena s cílem maximalizace objektivity v rámci srovnání a zároveň s možností jednoznačné zamítnutelnosti. Objektivitu dodává hypotéze srovnání s podílovými fondy v ČR, jejichž data o výnosnosti jsou veřejně dostupná. Nejvýnosnější fond za hodnocený interval je verifikovatelný z veřejných zdrojů. Pokud by byly vybrány pro srovnání automatické obchodní systémy ze soukromých účtů, nebylo by možné verifikovat, zda existuje některé soukromé portfolio, které má vyšší výnosnost než nejvýnosnější portfolio nalezené z veřejně dostupných zdrojů.

Hypotéza H_2 porovná obchodní systém vytvořený na základě výstupů z prvního a druhého pilíře práce s nejvýnosnějším podílovým fondem v České republice pro srovnávané roky 2010 a 2011.

3 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

Jedním z nejdůležitějších aspektů ovlivňujících kvalitu výstupů vědecké práce je volba nástrojů zkoumání a synergie při jejich využívání. Předpokladem korektní aplikace vědeckých metod je pak kvalita extrahovaných informací a dat, ze kterých bude disertační práce vycházet. Fundament disertační práce je vystavěn na důkladném průzkumu zdrojů souvisejících se zpracovávaným tématem. Výstupem průzkumu by mělo být zhodnocení současného stavu řešené problematiky a konkretizace zaměření výzkumné části disertační práce.

Sestavení samotné metodiky pro tvorbu pravidel vstupu, modifikace otevřené pozice a výstupu z trhu na základě technické analýzy vyžaduje podrobné zkoumání historických dat a kvalitní syntézu společných znaků, využívaných technicko-analytickými nástroji. Pro měření výstupů disertační práce bude vytvořen hodnotící model, jež bude abstrahovat z důležitých parametrů reálného prostředí trhů a poskytovat kritéria evaluace výkonnosti nastavených obchodních pravidel. Hodnotící proces bude poté doplněn statistickými metodami, jež dodají evaluaci dynamický charakter a potřebnou celistvost.

Historická metoda

Základní premisou technické analýzy je zkoumání opakujících se cenových pohybů. Historická metoda vychází ze zkoumání vývoje sledovaného jevu či procesu při zachycení zákonitostí změn v datech. Historická metoda tedy zaštiťuje všechny ostatní metody využité v disertační práci. Datový vzorek bude extrahován z měnových trhů. Poslouží k demonstraci vyzkoumané metodiky a testování vytvořených obchodních pravidel.

Metoda konkretizace

Specifické přístupy a koncepty ke stanovování technicko-analytických pravidel obchodních systémů a měření jejich výkonnosti budou studovány téměř výhradně ze zahraničních zdrojů. Konkretizací využívaných a popsaných nástrojů a konceptů je možno blíže definovat oblasti dalšího možného výzkumu.

Metoda abstrakce

V prvním pilíři disertační práce bude vytvořen model, který je abstrakcí vybraných faktorů definujících predikční relevanci a výkonnost obchodních systémů. Cílem je výběr takových hodnotících kritérií, které co nejkomplexněji popisují faktory vlivu na celkovou výkonnost obchodního systému. Metoda abstrakce bude v disertační práci promítat působnost těchto faktorů na definovaný model.

Pozorování

Metoda pozorování je s modelováním obchodních pravidel technické analýzy neodmyslitelně spjata, nemluvíme-li o algoritmizovaném vyhledávání patternů technické analýzy. Pro identifikaci patternů technické analýzy je tedy třeba ze

vzorku historických dat, na základě pozorování, definovat relace mezi jednotlivými nástroji. Tyto relace poslouží k budování obchodního systému, který by měl zajistit dlouhodobou konkurenční výhodu na kapitálových trzích.

Analýza a syntéza

Tvorba univerzální metodiky pro konstrukci obchodních pravidel technické analýzy vyžaduje metodu syntézy. Ta je založena na spojování dvou nebo více částí do jednoho celku. Popis architektury technické analýzy na bázi vymezování částí kartézského prostoru syntetizuje společné aspekty fungování obchodních pravidel. Syntéza tedy bude zaštiťovat tvorbu druhého, metodického pilíře disertační práce.

Regresní analýza

Regresní analýza je statistická metoda, která slouží k odhadu náhodné veličiny (závisle proměnné) na základě znalosti hodnot jiných veličin (nezávisle proměnných). Regresní analýza společně s metodou nejmenších čtverců bude použita pro hodnocení stability obchodního systému v prvním, výkonnostním pilíři disertační práce.

Regrese bude využita k posouzení schopnosti výkonnostního modelu pro výběr výnosných obchodních systémů. Bude tedy hodnotit filtrační kvalitu souhrnného výkonnostního měřítka v prvním pilíří disertační práce.

Out-of-sample analýza

V současnosti vyplouvá na povrch pravděpodobně největší slabina technické analýzy, kterou je závislost na historických datech. S výrazně se měnícím charakterem průběhu cenových pohybů na kapitálových trzích se význam historických dat stále snižuje. Při tvorbě obchodního systému je tedy důležité zhodnotit jeho robustnost.

Robustnost lze definovat jako míru udržitelnosti (robustnost v čase) a šíři využitelnosti obchodního systému (robustnost mezi trhy). Pro hodnocení robustnosti obchodních se využívá out-of-sample analýza. Out-of-sample analýza je založená na definování datového vzorku trénovací a testovací množiny. Na trénovací množině je aplikován proces učení, přičemž jsou jí přiřazeny určité parametry. Trénovací množina v technické analýze představuje např. omezený časový interval na určeném trhu. Testovací množina je soubor dat, na kterých jsou aplikovány namodelované či optimalizované parametry. Cílem je, aby výsledná hodnotící kritéria byla srovnatelná s hodnocením trénovací množiny. Testovací množina může být dopředným časovým intervalem dat ze stejného trhu nebo časovým intervalem dat z jiného trhu (např. trénovací množina EUR/USD, testovací množina USD/JPY).

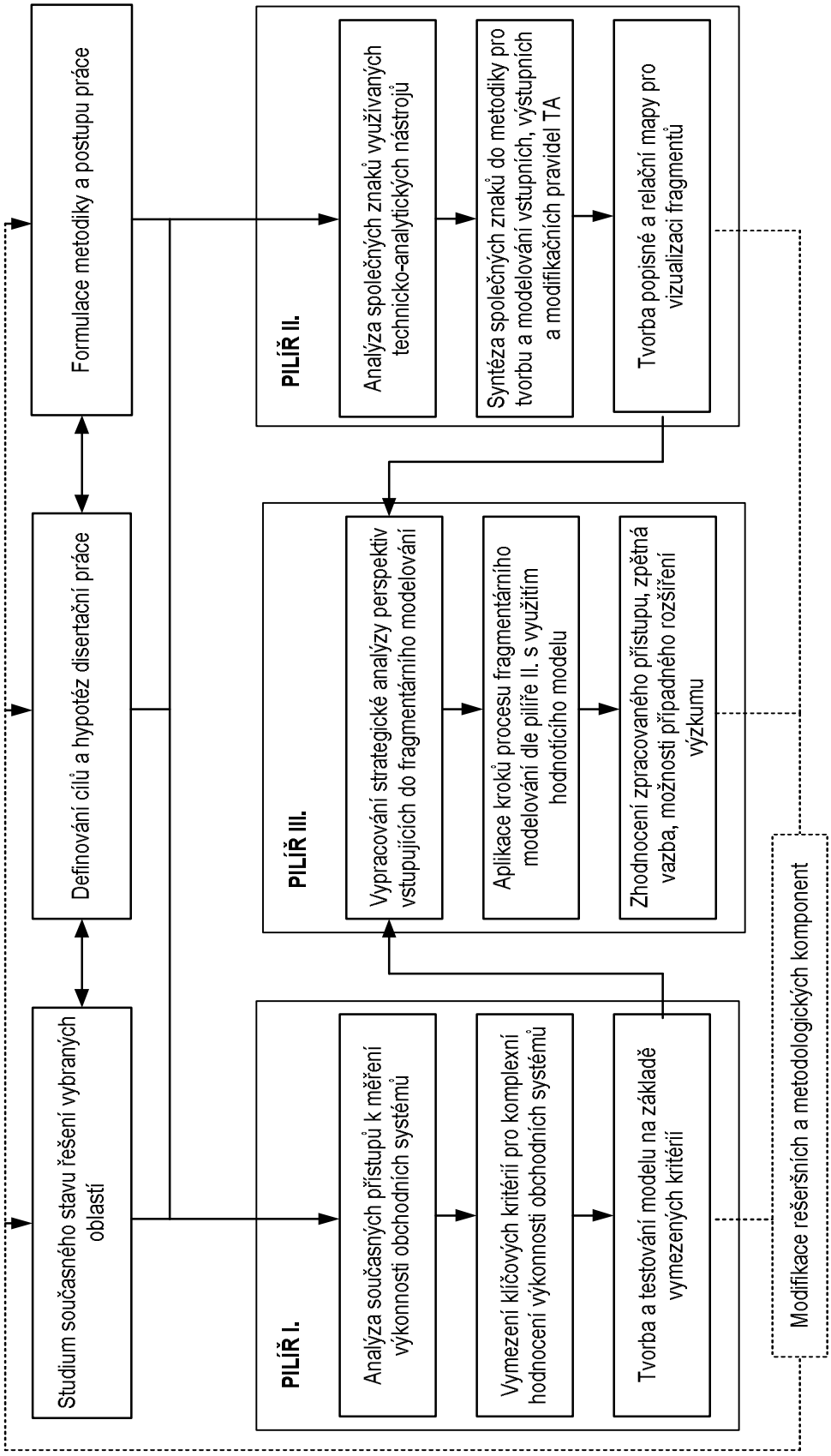
4 POSTUP PŘI ZPRACOVÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE

Kvalitní disertační práce staví na důkladném prozkoumání současného stavu řešené problematiky. Výstupy rešerše disertační práce vymezují prostor pro vědecký přínos v konkrétních oblastech technické analýzy. Zacílení zvolené problematiky musí být doprovázeno volbou příslušných metod a zavedením postupu, který usnadní orientaci tvůrci disertační práce a zabezpečí systematičnost v průběhu tvorby výzkumu. Kroky při procesu zpracování disertační práce jsou následující:

- **Studium současného stavu řešené problematiky** – průzkum musí být zaměřený na dvojici oblastí, které budou v disertační práci řešeny – celá rešerše bude zastřešena problematikou technické analýzy a vyhodnocováním výkonnosti obchodních systémů pomocí různých přístupů.
- **Definice cílů a hypotéz** – cíle disertační práce jsou přímo navázány na oblasti, u kterých byl v rešerši objeven potenciál pro další výzkum. Důraz je kladen na vzájemnou provázanost jednotlivých dílčích cílů, přičemž v souhrnu musí přispívat ke splnění cílů hlavních. Definování hypotéz a vědeckých otázek vyplývá z předpokládaných výsledků získaných naplněním cílů disertační práce.
- **Formulace metod a postupu práce** – zvolené metody zpracování usnadňují implementaci vědeckých myšlenek do disertační práce. Systematický postup prostřednictvím procesního schématu potom zefektivňuje sled činností, které vedou ke kompletaci vědeckého textu.
- **Analýza současných přístupů k měření výkonnosti technicko-analytických obchodních systémů** – pro zajištění potřebné robustnosti výzkumu je v disertační práci proveden rozbor jednotlivých faktorů hodnocení výkonnosti obchodních systému založených na technické analýze. Tato analýza je součástí původní literární rešerše i prvního pilíře disertační práce.
- **Vymezení klíčových kritérií pro komplexní hodnocení výkonnosti obchodních systémů** – na základě rozboru přístupů k hodnocení výkonnosti obchodních systémů bude vybrán soubor kritérií, které mají zajišťovat vysokou míru komplexnosti při hodnocení výkonnosti obchodních systémů.
- **Tvorba multikriteriálního modelu výkonnosti obchodních systémů** – vymezený soubor kritérií dopomůže ke zkomponování vícefaktorového modelu, jež bude zachycovat důležité oblasti pro dlouhodobou výkonnost obchodního systému. Tento model se neobejde bez suplementárních hodnotících elementů v podobě statistických přístupů (např. out-of-sample analýza), které dotvářejí robustnost při hodnocení obchodních systémů. Vytvořený model zakončí první pilíř a v případě pozitivních

výsledků hodnocení relevance bude později vstupovat do druhého pilíře a třetího pilíře, které se zabývají fragmentární metodikou a navazující případovou studií.

- **Analýza společných znaků technicko-analytických nástrojů** – zkoumáním roviny grafů technické analýzy s přidruženými indikátory lze syntetizovat poznatky týkající se tvorby vstupních, modifikačních a výstupních pravidel do ucelené metodické podoby. Analýza společných znaků technicko-analytických nástrojů bude obsažena v druhém pilíři disertační práce.
- **Syntéza společných znaků pravidel TA do ucelené metodiky** – pomocí nově zavedeného termínu fragmentů bude v tomto kroku terminologicky a metodicky popsán koncept fragmentárního definování technicko-analytických pravidel.
- **Tvorba mapy popisných piktogramů pro zobrazení fragmentů TA** – pro nabytí srozumitelného a dostatečně deskriptivního charakteru bude vytvořen přístup pro zpracování mapy řízení obchodní pozice, do které budou zaváděna jednotlivá pravidla technické analýzy (prostřednictvím fragmentů).
- **Zpracování obecné procesní mapy pro fragmentární modelování** – efektivní tvorba obchodního systému na základě technicko-analytických pravidel vyžaduje systematický přístup. Systematičnost bude dodána jednoznačně vymezenou sousledností procesních kroků, kterými je aplikována fragmentární metodika.
- **Demonstrace procesních kroků s využitím hodnotícího modelu** – sled kroků procesní mapy bude aplikován na reálné podmínky měnových trhů s využitím fragmentárního modelování. Bude-li prokázána relevance hodnotícího modelu, bude sloužit jako verifikační komponenta pro aplikaci a zhodnocení obchodního systému prostřednictvím případové studie. Nebude-li prokázána relevance vytvořeného modelu, budou výsledky případové studie měřeny výběrem současných přístupů k hodnocení výkonnosti obchodních systémů na kapitálových trzích.
- **Hodnocení výzkumu, zpětná vazba a možnosti dalšího uplatnění** – očekává se, že disertační práce bude mít potenciál pro rozšíření či doplnění vyzkoumané problematiky. Bude tedy třeba dodat zpětnou vazbu k poskytnutým řešením a nastínit prostor pro další vědeckou činnost.
- **Modifikace rešeršních a metodických komponent** – v průběhu zpracování disertační práce se mohou objevit témata a oblasti, které budou vyžadovat modifikaci záběru kritické literární rešerše a změnu v používaných metodách. Proto bude třeba mít všechny tři pilíře navázané na zpětnou vazbu, která bude v případě potřeby kontinuálně revidovat a optimalizovat předchozí kroky při zpracování disertační práce.



Obr. 4.1: *Schéma postupu při zpracování disertační práce*

Zdroj: Vlastní zpracování

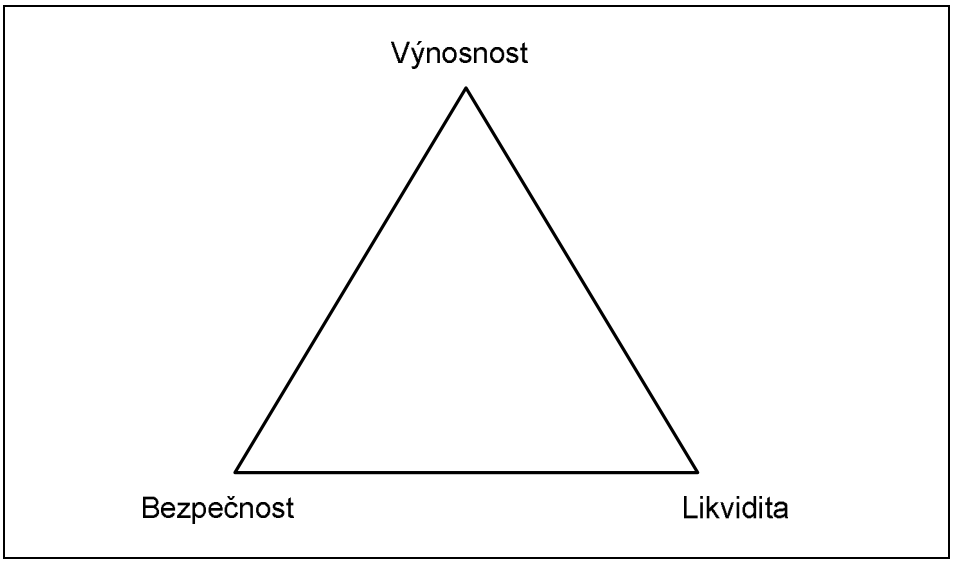
5 VÝKONNOST OBCHODNÍCH SYSTÉMŮ

Hodnocení výkonnosti obchodních systémů založených na technické analýze vychází z analýz testovaného vzorku historických dat. Podmínkou pro jakékoliv relevantní rozbory je přitom konzistence a kvalita těchto dat. Ta jsou poskytována prostřednictvím placených služeb nebo zdarma (zejména měnové páry) brokerskými společnostmi.

Výkonnostní parametry odrážejí jednak prostor pro optimalizaci prvků obchodního systému a jednak také potenciál pro budoucí implementaci daného obchodního systému v reálných podmínkách kapitálových trhů.

Stejně jako například v řízení a měření podnikové výkonnosti nelze pohlížet na výkonnost obchodních systémů jednostranně. To, že má obchodní systém vysokou výnosnost, nemusí nutně znamenat, že tyto výnosy přináší stabilně a pravidelně. Vysoká výnosnost s sebou také přináší vysoké riziko.

Existuje intuitivní nástroj s názvem investiční trojúhelník, který zjednodušeně zobrazuje vztah mezi třemi základními metrikami hodnocení výkonnosti investic (viz Obr. 5.1).



Obr. 5.1: *Investiční trojúhelník*

Zdroj: Fondmarket.cz, 2012

Výnosnost, bezpečnost a likvidita jsou zásadní parametry, které určují povahu investice. Investiční trojúhelník bývá zpravidla aplikován na obchodování v rámci finančních trhů, nicméně intuitivní korelace lze využít také u hmotného a nehmotného investičního majetku. Nevýhodou investičního trojúhelníku je chybějící kvantifikace měřítek a jejich obecnost. Pro potřeby obchodování na kapitálových trzích, na bázi technické analýzy, je zcela nedostačující.

5.1 Model 5 F

Hlavním cílem při tvorbě modelu 5 F je poskytnout účinný a dostatečně robustní nástroj pro komplexní zhodnocení kvality obchodních systémů na základě testování jeho výkonnosti na historickém vzorku dat.

5.1.1 Cíle a předpoklady pro tvorbu souhrnného ukazatele

Inspirace pro tvorbu výkonnostního modelu vychází z logiky souhrnných ukazatelů ve finanční analýze podniku. Podniková praxe často trpí indispozicí dostatečného vzorku dat. Na rozdíl od podnikových dat je v technické analýze možné pracovat s velmi bohatým vzorkem údajů (u minutového časového rámce až miliony datových položek), které lze využít nejen při hodnocení výkonnosti, ale také při výstavbě obchodního systému (modelování, optimalizace). Model pro hodnocení výkonnosti by měl splňovat určité parametry, které jsou projektovány prostřednictvím určených dílčích cílů. Mezi dílčí cíle při tvorbě výkonnostního modelu jsou zařazeny:

- **Nenáročná aplikace a vyhodnocení** – dílčím cílem vytvářeného modelu je jeho srozumitelnost, snadná interpretace a aplikovatelnost.
- **Poskytnutí variability ve výkonnostním modelu** – tradeři a risk manažeři se liší averzí k riziku, averzí k nízké likviditě, požadavky na stabilitu obchodního systému apod. Dílčím cílem je proto poskytnout flexibilitu při využití modelu tak, aby bylo možno jednotlivá kritéria hodnotit samostatně a případně jim přiřazovat různou váhu.
- **Propojení s metodou hodnocení robustnosti obchodních systémů** – nejdůležitějším faktorem při hodnocení výkonnosti je co nejpřesnější prognóza udržitelnosti výkonu obchodního systému v budoucnosti. Povědomí o budoucí výkonnosti obchodního systému přestavuje vodítko pro jeho nasazení na reálném účtu. Propojení výkonnostního modelu s další metodou hodnocení robustnosti obchodního systému představuje potenciál k poskytnutí kvalitní prognózy o jeho budoucích výsledcích.

Model pro měření a hodnocení výkonnosti má určitá omezení, která musí být splněna pro zajištění patřičné vypovídací schopnosti jednotlivých hodnotících kritérií, a tedy i výsledné hodnoty indexu. Důležitými předpoklady pro tvorbu výkonnostního indexu jsou:

- **Existence stop-loss úrovně** – obchodní systémy, které nejsou chráněny stop-lossem, mohou při vysoké míře optimalizací vykazovat excelentní hodnoty parametrů indexu 5 F. Datový vzorek zpravidla neobsahuje explicitně informaci o existenci stop-lossu. Proto je třeba ji zavést do předpokladů tvořeného modelu.
- **Dostatečná velikost datového vzorku** – je-li obchodní systém testován na velmi krátkém období, mohou být některé ukazatele výkonnosti výrazně nadhodnocovány či naopak podhodnocovány. Je-li např. testován

vzorek 2 obchodů na období 2 hodin, přičemž oba obchody jsou velmi výnosné, ukazatele výnosnosti, stability, úspěšnosti i rizika budou extrémně vysoké. Je proto potřeba volit dostatečně reprezentativní vzorek obchodů a dostatečně dlouhé období pro testování výkonnosti obchodních systémů.

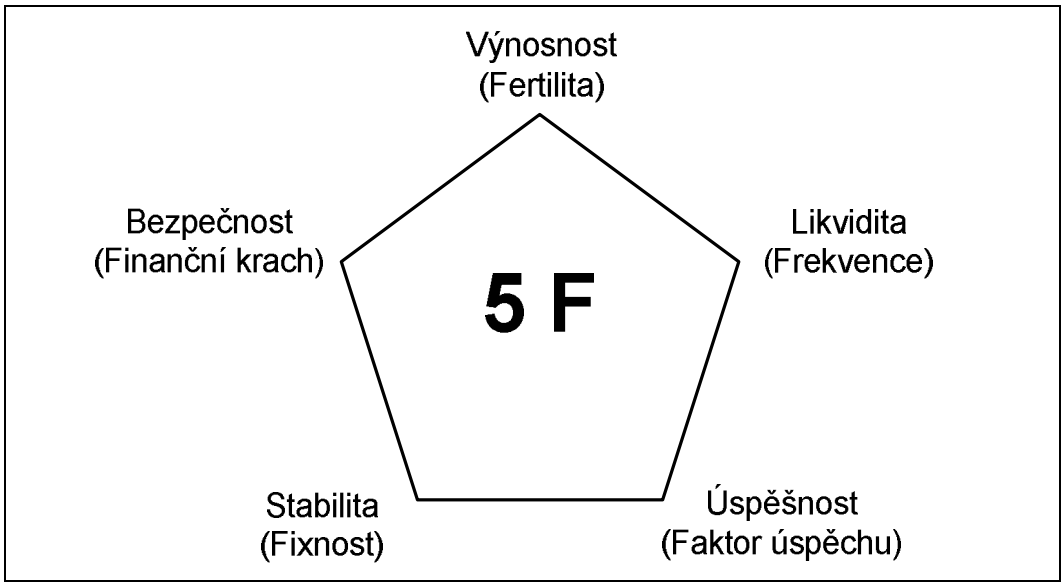
5.1.2 Komponenty hodnotícího modelu

Investiční trojúhelník opomíjí některé důležité znaky investic. Existuje-li investice, která je opakovaná na základě určitého vzorce, stává se velmi důležitou metrikou její úspěšnost. Řada investic totiž končí ztrátou kapitálu. Pravděpodobnost úspěšné realizace investice je tedy další dimenzí, kterou je potřeba v rámci hodnocení výkonnosti obchodních systémů posuzovat.

Výnosnost obchodního systému lze dosáhnout různým průběhem křivky obchodovaného kapitálu. Může se např. jednat o stagnující křivku, která na konci hodnoceného období prudce vzroste, nebo může být stejný výnos dosažen stabilním, postupným růstem kapitálu. V podnikové praxi je žádoucí, aby volné cash flow nabylo určité stability a míry predikovatelnosti pro další, plánované období. Pro psychologii obchodníka je také žádoucí, aby křivka vývoje kapitálu byla stabilní. Důvody pro preferenci stability jsou např. i v aplikovatelnosti různých technik money managementu.

Výnosnost, bezpečnost a likvidita budou v rámci výkonnostního modelu rozšířeny o dimenzi stability a úspěšnosti obchodního systému. Vzniká tak investiční pětiúhelník znázorněný na Obr. 5.2.

Protichůdné působení bezpečnosti a výnosnosti je v investiční teorii a praxi velmi známé a bez využití diverzifikace je negativní korelace těchto dvou parametrů v rámci jednoho obchodního systému obtížně porušitelná. Jsou-li nalezeny velmi výnosné a přitom velmi bezpečné investice, předpokládá se, že jejich likvidita bude nízká. Úspěšnost investice ve smyslu dosažení požadovaného výnosu jde na úkor parametrů výnosnosti a bezpečnosti. Na kapitálových trzích lze dosáhnout i 99 % úspěšnosti, ovšem při extrémně nízkém poměru výnosu k riziku. Stabilita investice je dosažena synergií ostatních faktorů společně s resiliencí obchodního systému vůči měnící se dynamice trhu.



Obr. 5.2: *Investiční pětiúhelník*

Zdroj: Vlastní zpracování

Hlavní cíl disertační práce obsahuje tvorbu výkonnostního modelu. Dle investičního pětiúhelníku bude agregovaný index vytvořen kvantifikací jednotlivých jeho vrcholů (dimenzí). Dimenze pětiúhelníku tak budou převedeny na subindexy, které budou agregovány v souhrnném indexu.

Celková kompozice souhrnného indexu bude tedy založena na součtu pěti poměrových ukazatelů, jejichž hodnoty lze výstavbou výkonného obchodního systému agregovaně zvýšit jen po určitou hranici (v případě jednoho OS).

Souhrnný index je v disertační práci pojmenován zkratkou 5 F. Všech pět parametrů lze totiž pojmenovat v českém i anglickém jazyce názvem s počátečním písmenem F:

- **F**ertilita (**f**ertility) neboli výnosnost,
- **f**rekvence (**f**requency) neboli likvidita,
- **f**aktor úspěchu (**f**avourability) neboli úspěšnost,
- **f**ixnost (**f**ixity) neboli stabilita,
- **f**inanční krach (**f**inancial default) neboli celkové riziko.

Index 5 F ve svém základním vyjádření představuje statickou hodnotící metriku, která všechny své subindexy sčítá ve výslednou hodnotu souhrnného ukazatele:

$$I_{5F} = I_v + I_l + I_u + I_s + I_f \qquad (5.1)$$

Rovnice 5.1 je složena z pěti subindexů v pořadí výnosnost, likvidita, úspěšnost, stabilita a finanční krach. Podmínkou je, aby všechny subindexy byly počítány za stejný časový interval a měly stejnou, indexově či procentně

vyjádřitelnou jednotku. Pro vyčíslení jednotlivých indexů je potřeba analyzovat oblasti, kterých se týkají.

5.1.3 Dynamizovaný index 5 F

Dynamické tržní podmínky kladou stále větší důraz na robustnost obchodního systému. Robustnost lze definovat jako dlouhodobou udržitelnost výkonnosti obchodního systému napříč časem a/nebo trhy. Pro měření výkonnosti a robustnosti zároveň se využívá tzv. out-of-sample (dále OOS) analýza, kdy je obchodní systém vytvářen na datovém vzorku dále v historii (např. 2000-2008) a jeho parametry jsou poté aplikovány na bližší datový vzorek v historii např. (2008-2010). Bližších datových out-of-sample vzorků (testovaných množin) může být více. Jsou-li obchodní systémy testovány tímto způsobem na robustnost, je třeba přizpůsobit kalkulci výkonnostní metriky. Ta může být jednak srovnávána mezi obdobími a jednak agregována do souhrnné hodnoty, sloužící jako benchmark mezi ostatními obchodními systémy.

Dynamizovaný index 5 F tedy využívá dvou a více out-of-sample vzorků pro stanovení agregované hodnoty výkonnosti pro daný obchodní systém. Jeho výpočet je vyjádřen následovně:

$$I_{5F} = \left(I_{v,IS} + I_{l,IS} + I_{u,IS} + I_{s,IS} + I_{f,IS}\right) + \\ + \sum_{i=1}^{n} \left(I_{v,OOS} + I_{l,OOS} + I_{u,OOS} + I_{s,OOS} + I_{f,OOS}\right)_i \qquad (5.2)$$

Hodnota celkového, dynamizovaného indexu 5 F je tvořena součtem indexu 5 F z in-sample vzorku a n indexů 5 F z n out-of-sample vzorků. Jednotlivé out-of-sample vzorky přitom nemusí mít stejnou délku časového období. Porovnávány by však měly hodnoty indexu 5 F pro obchodní systémy na intervalově koherentních out-of-sample vzorcích.

Uvedená rovnice může být zkrácena na výpočet agregovaného indexu 5 F pouze z out-of-sample vzorků. Tím je eliminováno riziko přetrénování in-sample množiny, na které byl tvořen obchodní system.

Synergie vysoké výkonnosti na OOS vzorcích dopomůže k identifikování obchodních systémů, které mají vysoký potenciál profitability v dlouhodobém horizontu. Konkrétní filtrovací možnosti indexu 5 F jsou blíže zkoumány a vyhodnoceny v kapitole 6.

Dynamizovaný index 5 F bude testován v rámci logistické regrese. Výsledky testování potvrdí, zda bude index 5 F využit v dalších pilířích disertační práce nebo zda bude pro hodnocení výstupů fragmentární metodiky využita některá z již existujících výkonnostních metrik.

Doposud nebyly žádné složce indexu 5 F přiřazeny konkrétní metriky. Touto problematikou se zabývají následující subkapitoly, kde jsou jednotlivé subindexy podrobněji rozebrány.

5.2 Dimenze výnosnosti (rentabilita)

Jsou-li blíže charakterizovány poměrové metriky výnosnosti, jedná se až na několik výjimek o ukazatele, které pracují určitým způsobem s rizikem. Toto riziko může být určeno poměrem průměrného výnosu a ztráty, zakomponováním směrodatných odchylek, výpočtem s min. požadovaným zhodnocením, případně analyzováním pravděpodobnosti ztráty na určité hladině spolehlivosti.

Pravděpodobně nejznámnější metrikou, z níž byla derivována spousta dalších výkonnostních ukazatelů, je Sharpeho poměr. Z rešeršního výzkumu však vyplývá, že tento poměrový ukazatel není příliš vhodný pro hodnocení obchodních výsledků s asymetrickým rozdělením. Některé srovnávací ukazatele (Omega a Stutzer index) nejsou vhodné pro hodnocení obchodních systémů v disertační práci, jelikož využívají benchmarkingové techniky vhodnější spíše pro investiční fondy.

Treynorův poměr a Jensens alpha nejsou využity pro další zkoumání z důvodu zahrnutí beta koeficientu do výpočtu výnosnosti. Beta koeficient fluktuuje se změnou portfolia obchodních systémů, přičemž je (bez výrazné aproximace) obtížně kvantifikovatelný.

Metody hodnocení výkonnosti na bázi value-at-risk také nebudou uvažovány z důvodů překážky pravděpodobnostního vyjádření, které by nebylo koherentní s ostatními subindexy souhrnného výkonnostního modelu.

Jako subindex pro měření výnosnosti byl zvolen Sortinův poměr, který nepenalizuje pozitivní volatilitu výnosů nad bezrizikovou výnosnost a je vhodnější pro asymetrické rozdělení výnosů, které je typické pro obchodní systémy kapitálových trhů.

$$\text{Ukazatel výnosnosti} = S = \frac{R - R_f}{\sigma_D}, \tag{5.3}$$

kde: R = střední hodnota výnosu,

R_f = bezriziková výnosnost,

σ_D = záporná směrodatná odchylka výnosu od bezrizikové výnosnosti.

Sortino poměr reprezentuje první dimenzi hodnocení výkonnosti obchodních systémů v indexu 5 F. Jedná se o neuzavřený ukazatel, který může dosahovat záporných hodnot.

5.3 Dimenze likvidity

Index 5 F obsahuje dimenzi likvidity, která podobně jako v podnikové praxi reprezentuje důležitou komponentu pro zachování chodu obchodních aktivit. Na rozdíl od hodnocení výkonnosti podniků reprezentuje likvidita v pojetí kapitálových trhů odlišné faktory (četnost obchodních signálů, délka otevřených obchodních pozic).

Prostředí kapitálových trhů je nesmírně dynamické a hledání dlouhodobé konkurenční výhody vyžaduje systematickou analýzu a důkladné zkoumání atributů výkonnosti úspěšných obchodních systémů. Stávající metriky, které hodnotí výkonnost obchodních systémů a fondů jsou soustředěny v drtivé většině na posuzování výnosnosti kapitálových aktiv ve vztahu k riziku. Riziko je v ukazatelích obvykle zakomponováno jako volatilita výnosů, případně nebo jako statická metrika historického drawdownu.

Tyto ukazatele mohou být značně deformovány velikostí datového vzorku a délkou hodnoceného období. Obsahuje-li historický vzorek 15 obchodů za deset let, nelze mluvit o dostatečně relevantním souboru dat. Podobně, je-li vzorek obchodů hodnocen za období půl roku, s intencí obchodovat systém v období příštích pěti let, nebude zpravidla analýza výkonnosti dostatečně zachycovat měnící se dynamiku tržního prostředí. Lze tedy konstatovat, že čím větší bude počet realizovaných hypotetických transferů v historickém vzorku, tím průkaznější bude analýza hodnocení výkonnosti.

Četnost výskytu obchodů zároveň hodnotí robustnost technicko-analytického obchodního systému vzhledem ke změnám tržních podmínek. Vlivem fundamentálních faktorů, ale také interních faktorů samotného trhu s kapitálovým aktivem (poměr využívaných automatických obchodních systémů, příchod nového market makera apod.) dochází ke změnám dynamiky i charakteru vývoje cen. Pokrývají-li testované obchody delší část intervalu, který je vystaven početnějším vlivům fundamentálních faktorů a mohou tedy vykazovat vyšší míru odolnosti vůči změnám na trhu.

Třetím faktorem, který je třeba při hodnocení likvidity brát v úvahu, je samotná délka testovacího období. Vliv velikosti vzorku pro testování bude demonstrován na následujícím příkladu.

Jednoduchý obchodní systém založený na ukazateli WPR (Williams Percent Range) a exponenciálním klouzavém průměru měl na minutovém timeframe měnového páru EUR/GBP za období 30. 06. 2009 až 30. 06. 2010 následující charakteristiky:

Počáteční depozit	10000.00				
Celkový čistý zisk	447.72	Hrubý zisk	1890.24	Hrubá ztráta	-1442.51
Ziskový faktor	1.31	Předpokládaný zisk	4.48		
Absolutní pokles	161.47	Maximalní pokles (%)	654.12 (6.23%)	Relativní pokles	6.23% (654.12)
Transakce celkem	100	Krátké pozice (výhra %)	55 (56.36%)	Dlouhé pozice (výhra %)	45 (55.56%)
		Ziskové obchody (% z celkové výše)	56 (56.00%)	Ztrátové obchody (% z celkové výše)	44 (44.00%)
	Největší	ziskový obchod	188.73	ztrátový obchod	-81.33
	Průměr	ziskový obchod	33.75	ztrátový obchod	-32.78
	Maximum	návazné výhry (finanční zisk)	7 (123.03)	návazné prohry (finanční ztráta)	7 (-76.70)
	Maximální	návazný zisk (count of wins)	343.17 (5)	návazná ztráta (počet ztrát)	-192.74 (5)
	Průměrný	návazné výhry	2	návazné prohry	2

Obr. 5.3: *Výsledky backtestu na EUR/GBP v délce 1 roku*

Zdroj: MetaTrader4

Obchodní systém byl nastaven na obchodování fixního množství 0,1 lotu, což znamená průměrnou riskovanou částku na transakci ve výši 0,3 % základního kapitálu. Za testovaný rok dosáhla výše čistého výnosu 4,47 %. Testovaný vzorek 100 obchodů představuje uspokojivou likviditu signálů.

Obr. 5.4: *Equity křivka EUR/GBP za období 30. 06. 2009-30. 06. 2010*

Zdroj: MetaTrader4

Křivka vývoje vlastního kapitálu má jedno období souvislého poklesu, kde zaznamenala drawdown ve výši 654 Kč neboli 6,23 %. Nelze tedy říci, že by se jednalo o stabilní vývoj kapitálu, který je možné proložit jednoduchou regresní přímkou při pravidelných oscilacích výše kapitálu kolem ní.

Uvažujme hypotetický příklad implementace obchodního systému se stejnými parametry na reálném účtu pro období 30. 06. 2010 až 30. 06. 2011. Výsledky byly následující:

Počáteční depozit	10000.00				
Celkový čistý zisk	-305.88	Hrubý zisk	863.15	Hrubá ztráta	-1169.04
Ziskový faktor	0.74	Předpokládaný zisk	-2.55		
Absolutní pokles	442.46	Maximalní pokles (%)	527.71 (5.23%)	Relativní pokles	5.23% (527.71)
Transakce celkem	120	Krátké pozice (výhra %)	57 (50.88%)	Dlouhé pozice (výhra %)	63 (61.90%)
		Ziskové obchody (% z celkové výše)	68 (56.67%)	Ztrátové obchody (% z celkové výše)	52 (43.33%)
	Největší	ziskový obchod	70.56	ztrátový obchod	-80.56
	Průměr	ziskový obchod	12.69	ztrátový obchod	-22.48
	Maximum	návazné výhry (finanční zisk)	7 (121.71)	návazné prohry (finanční ztráta)	5 (-114.54)
	Maximální	návazný zisk (count of wins)	121.71 (7)	návazná ztráta (počet ztrát)	-114.83 (3)
	Průměrný	návazné výhry	2	návazné prohry	2

Obr. 5.5: *Výsledky backtestu na EUR/GBP v délce 1 roku*

Zdroj: MetaTrader4

Testovaný vzorek obchodů z období 30. 06. 2010 až 30. 06. 2011 měl ztrátu ve výši -305,88 Kč.

Obr. 5.6: *Equity křivka EUR/GBP, 1 min. za jeden rok*

Zdroj: MetaTrader4

Jak je vidět na Obr. 5.6, equity křivka je jednoznačně klesající. Tržní podmínky nebyly pro výkonnost obchodního systému na měnovém páru EUR/GBP příznivé. Lze tedy konstatovat, že testovací období nebylo dostatečně dlouhé pro zachycení velkého množství různých tržních situací, které mohly v budoucnu nastat.

Vytvořený ukazatel likvidity v rámci disertační práce pojímá dva zásadní parametry – **délku hodnoceného časového intervalu** a **míru pokrytí hodnoceného časového intervalu obchodními pozicemi**.

Čím vyšší je délka hodnoceného časového intervalu, tím vyšší robustnost lze od úspěšného obchodního systému očekávat. Od roku 2000 do současnosti proběhly velmi důležité fundamentální události, které výrazně ovlivnily charakter kapitálových trhů (případ Enron, hypoteční krize, světová finanční krize, válka v Libyi, zemětřesení v Japonsku apod.). Dokáže-li obchodní systém efektivně působit v těchto časových periodách, dá se očekávat, že má vyšší potenciál pro budoucí výnosy.

Čím vyšší je součet časových intervalů, které pokrývají hodnocené období, tím vyšší míru expozice vůči dynamičnosti kapitálového trhu lze očekávat. Existuje-li vysoce exponovaný obchodní systém, který dosahuje vysoké výkonnosti, jedná se o pozitivní jev v rámci hodnocení obchodních systémů.

Komponenty subindexu likvidity

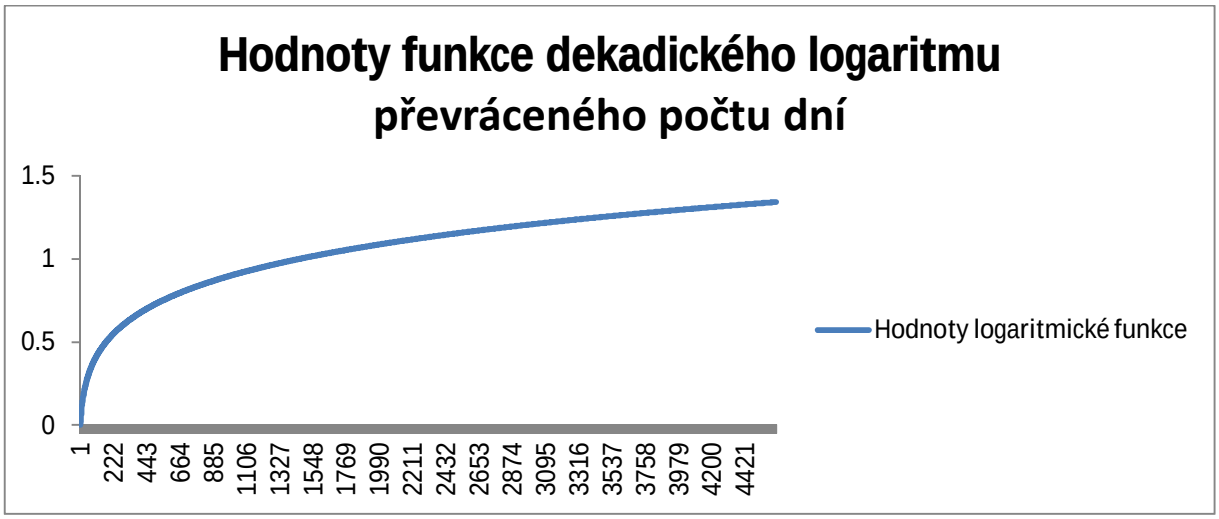
Posuzování délky hodnoceného období s sebou nese některé překážky, které vyžadují určitou formu aproximace. Zpravidla neexistují veřejně přístupná data, která by byla delší než 20 let (např. na měnových trzích). Délka období je navíc neuzavřeným intervalem, který se kontinuálně prodlužuje. Neexistuje tak jednoznačná hodnota maxima sloužícího jako jmenovatel pro uzavřené vyčíslení indexu v mezích škály 0 až 1. Proto je potřeba využít matematickou funkci, která supluje narůstající relevanci hodnoceného období se vzrůstající délkou časového období.

Výraz 5.4 přestavuje funkci dekadického logaritmu převráceného počtu dnů reprezentujících délku testovaného období. Důvodem volby dekadického logaritmu je tvar funkce, který nemá prudký počáteční růst jako přirozený

logaritmus. Tím se neobjevují tak vysoké počáteční nárůsty hodnoty výrazu 5.4 při zvýšení počtu dnů.

$$0{,}1.\left(log\frac{1}{N}\right)^2, \qquad (5.4)$$

kde N = celkový počet dnů, které trvá testovací období.

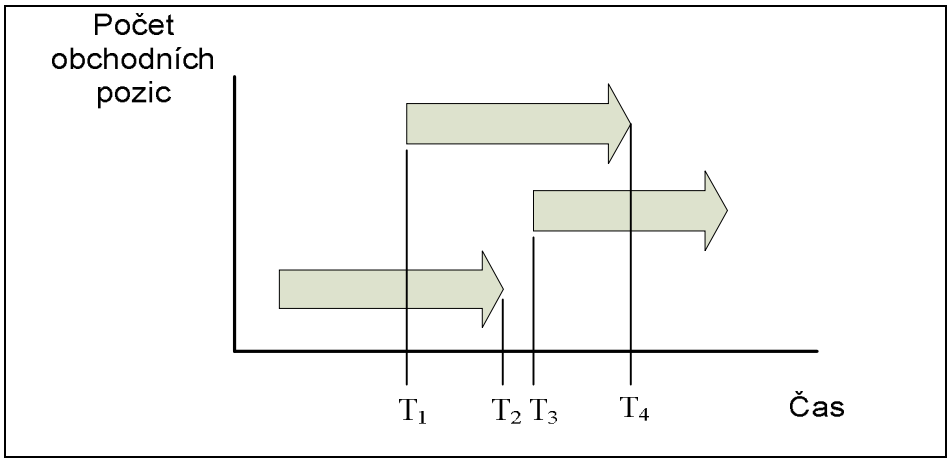


Obr. 5.7: *Hodnoty výrazu 5.4 ve vztahu k počtu dnů hodnoceného období*

Zdroj: Vlastní zpracování

Na Obr. 5.7 lze vidět, že průběh logaritmické funkce převráceného počtu dnů respektuje narůstající vypovídající schopnost hodnoceného období. Přírůstky jsou degresivní a marginalizují tak nízkou míru rozdílnosti mezi příliš dlouhými časovými intervaly. Degrese započítává klesající míru dopadu událostí dále v historii a tím redukuje rozmělňování potenciálních krátkodobých konkurenčních výhod při hodnocení příliš dlouhých období.

Druhý výraz subindexu likvidity hodnotí míru pokrytí hodnoceného časového intervalu obchodními pozicemi testovaného systému. Čitatel míry pokrytí je vypočítán jako rozdíl sumy času, který pokrývají všechny testované obchodní pozice a sumy času, po který běží současně více než jeden kontrakt. Na Obr. 5.8 je uveden příklad tří překrývajících se obchodních pozic. Čitatel míry pokrytí je vypočten jako celková délka všech tří šipek očištěná o překrývající se intervaly (T_2 - T_1) a (T_4 - T_3).



Obr. 5.8: *Ukázka překrytí obchodních pozic*

Zdroj: Vlastní zpracování

Rovnice míry pokrytí 5.5 má ve jmenovateli celkový čas testovaného období. Zlomek dosahuje hodnot v intervalu <0;1>.

$$\frac{\sum_{i=1}^{n} D_u - \sum_{j=1}^{m} D_d}{N}, \tag{5.5}$$

kde D_u = délka časového období, kterou pokrývá testovaná obchodní pozice *i*,

i = pořadí testované obchodní pozice,

n = pořadí poslední testované obchodní pozice,

D_d = délka časového období testované pozice *j*, která je překrytá jinou obchodní pozicí,

j = pořadí testované obchodní pozice s vyšším počtem obchodních kontraktů než 1,

m = pořadí poslední testované obchodní pozice s vyšším počtem kontraktů než 1.

$$\text{Ukazatel likvidity} = I_l = \frac{0{,}1.\left(\log\frac{1}{N}\right)^2 + \frac{\sum_{i=1}^{n} D_u - \sum_{j=1}^{m} D_d}{N}}{2} \tag{5.6}$$

Celková rovnice likvidity je průměrnou hodnotou logaritmické funkce pro délku testovaného období a míry pokrytí testovaného období obchodními pozicemi. Poměrový ukazatel zajišťuje respektování reprezentativnosti vzorku i počtu tržních situací, vůči nimž by měl být výkonný obchodní systém resilientní.

5.4 Dimenze úspěšnosti

Podnikové investice do hmotných a nehmotných aktiv se vyznačují značnou mírou variability v různých faktorech (investiční horizont, náklady, výnosy, druh aktiva apod.). Investice na kapitálových trzích, na základě technické

analýzy. mají naopak vysokou míru standardizace (obchodovaný objem, stálost vstupního a výstupního patternu, reprezentativnost vzorku obchodů apod.). To umožňuje zavést do hodnocení výkonnosti přidružený parametr úspěšnosti investice, který je měřen jednoduchým poměrem ziskových obchodů a celkového počtu obchodů. Přitom obchody, které jsou na první pohled indiferentní – tj. zisk je roven 0, jsou považovány taktéž za ziskové. Toto tvrzení není modelové zjednodušení, jelikož má racionální základ. Aby byl zisk roven nule, musí být pokrytý spread u příslušného kapitálového aktiva. To znamená, že obchodní pozice musí být výnosná alespoň pro pokrytí transakčních nákladů. Ukazatel úspěšnosti investice je, kromě kvality vstupního signálu, velmi citlivý na nastavení parametrů stop-lossu a výstupní strategie.

Jednoduchý obchodní systém založený na průrazu ceny exponenciálním pohyblivým průměrem, doplněný RSI signálem, má fixní stop-loss a fixní profit-target. Při nastavení profit-targetu ku stop-lossu ve výši 2:1, měl v desetiletém období úspěšnost 50 % s maximálním poklesem kapitálu o jednu třetinu. Celkový výnos byl cca 16 000 dolarů při 100 000 dolarovém základním kapitálu. Při nastavení profit-targetu ku stop-lossu ve výši 0,2:1 vzrostla při stejných podmínkách úspěšnost obchodního systému na 89 %, s maximálním poklesem kapitálu o 7 %.

Celkový výnos v tomto případě činil 2 670 USD. Snížením profit-targetu tedy došlo ke zvýšení úspěšnosti obchodního systému a snížení celkového rizika. Tyto dva parametry byly však zlepšeny na úkor celkového nezdaněného zisku, který byl cca šestkrát nižší. Ukazatel úspěšnosti působí ve výrazné korelaci s jinými faktory výkonnosti obchodních systémů.

Subindex úspěšnosti je vypočten následovně:

$$\text{Ukazatel úspěšnosti} = I_u = \frac{n_z}{n}, \qquad (5.7)$$

kde n_z = počet obchodů jejichž výnos je vyšší nebo roven 0,

n = celkový počet obchodů.

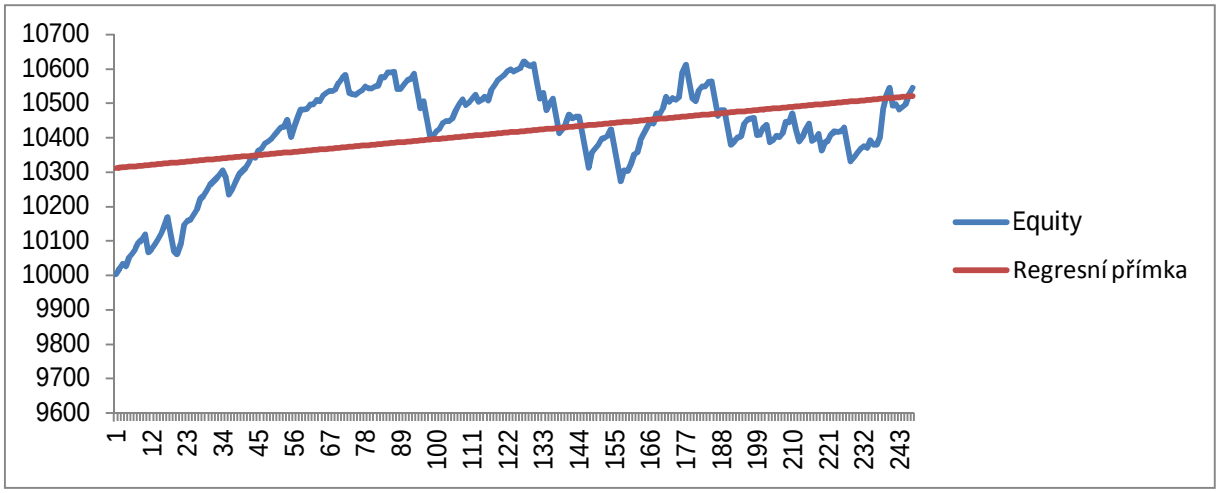
Ukazatel úspěšnosti dosahuje hodnot <0,100> v percentuelním vyjádření.

5.5 Dimenze stability

Stabilita reflektuje odolnost obchodního systému vůči měnícím se podmínkám na kapitálových trzích. Vysoká stabilita je výsledkem efektivně vybudovaného technicko-analytického obchodního systému, jehož benefity se projevují i v jiných oblastech. Jednou z těchto oblastí je money management, který lze při stabilních výsledcích obchodního systému aplikovat s vyšší predikovatelností ziskových obchodů. Další oblastí je psychika obchodníka, který má jistotu ve stabilních výsledcích zaručujících vyšší, statisticky podloženou pravidelnost výnosů.

Teoreticky nejžádanější výsledek pro stabilitu je stoprocentně úspěšný obchodní systém s fixní částkou zisku na obchod. Tento výsledek by v grafickém vyjádření znamenal lineárně rostoucí přímku kapitálu. V reálných podmínkách kapitálových trhů je však tento případ prakticky nedosažitelný.

Stabilitu obchodního systému je možno poměřovat k přímce, která reprezentuje ideální vývoj kapitálu obchodníka (equity přímce). Pro získání této přímky lze využít kalkulaci z oblasti regresní analýzy – index determinace.



Obr. 5.9: *Ukázka proložení equity křivky regresní přímkou*

Zdroj: Vlastní zpracování

Index determinace udává kvalitu regresního modelu. Přesněji vyjádřeno udává, kolik procent rozptylu vysvětlované proměnné (equity křivky) je vysvětleno modelem (proloženou regresní přímkou).

Index determinace nabývá hodnot od nuly do jedné (teoreticky i včetně těchto krajních mezí). Hodnota blízká nule reprezentuje značné rozptýlení equity křivky kolem regresní přímky – obchodní systém má tedy velmi nestabilní výsledky. Naopak hodnoty blízké 1 značí velmi stabilní obchodní systém s vysokou fixností vývoje obchodních výsledků.

Výpočet subindexu stability je shodný jako výpočet indexu determinace:

$$\text{Ukazatel stability} = I_S = R^2 = 1 - \frac{SS_{err}}{SS_{tot}}, \qquad (5.8)$$

kde SS_{err} = Součet rozptylů residuí,

SS_{tot} = součet rozptylů residuí a modelu.

Kalkulace indexu determinace je tedy dána procentním podílem vysvětlené variability a celkovým součtem modelových a chybových čtverců.

5.6 Dimenze bezpečnosti (finanční krach)

Dimenze finančního krachu představuje jednu z nejdůležitějších oblastí hodnocení výkonnosti obchodních systémů. Týká se problematiky ochrany

kapitálu, která je pro mnohé obchodníky na předním místě. Měření možnosti, že nastane nejhorší scénář, lze provádět několika způsoby. Jednou z nich je metrika „Risk of Ruin“, která měří na hladině spolehlivosti pravděpodobnost utrpění určité výše ztráty. Nejedná se však o uzavřený ukazatel, který by mohl být vhodně zakomponován do indexu 5 F, právě z důvodu využívání pravděpodobnostních hladin.

Další metrika, kterou lze využít, je drawdown. Procentní hodnota drawdownu je měřena podílem maximálního poklesu kapitálu a hodnoty kapitálu v nejvyšším bodě, od kterého tento pokles nastal. Riziko možnosti nejhorších výsledků výkonnosti obchodního systému je možné měřit pomocí Monte Carlo simulace. Ta prostřednictvím náhodné změny pořadí obchodních výsledků v mnoha opakováních na určitém intervalu spolehlivosti měří nejhorší možné scénáře, které mohou v rámci daného obchodního systému nastat.

Monte Carlo simulace patří hojně využívané nástroje pro hodnocení výkonnosti obchodních systémů. Právě z hlediska drawdownu umožňuje simulace odhalit pesimistický scénář, který může do budoucna nastat. Tento nasimulovaný drawdown slouží jako hranice pro pozastavení či úplné zrušení obchodního systému.

Drawdown je tedy metrika, která představuje nejhorší možný sled výsledků v řadě testovaných obchodů. Vzhledem k tomu, že Monte Carlo analýza posuzuje jiný sled výsledků než v historickém vzorku, byl by drawdown jako výstup z této simulace nekonzistentní se zbytkem subindexů modelu 5 F. Proto bude v indexu 5 F využit historický drawdown.

$$\text{Ukazatel finančního krachu} = I_f = 100\% - DD(\%) \qquad (5.9)$$

Procentní drawdown (DD) představuje negativní metriku (čím je vyšší, tím je hodnocen v rámci výkonnosti jako horší). Proto je ukazatel třeba upravit jako odečet od sta procent. Subindex finančního krachu může dosahovat procentních hodnot <0,100>.

5.7 Další možné modifikace indexu 5 F

Disertační práce nepředkládá index 5 F jako veličinu, která má sloužit k jednostrannému využití. Potenciál pro aplikaci souhrnného indexu výkonnosti je podstatně vyšší. Jedná se o nástroj, který může být pro každého uživatele přínosný v jiném smyslu. Některý obchodník jej může užívat jako filtrovací kritérium pro volbu obchodních systémů do svého portfolia. Jiný subjekt jej může využívat jako soubor informativních metrik hodnotících obchodní systém z různých perspektiv.

Souhrnný index lze modifikovat například prostřednictvím implementace váhových faktorů nebo rozšířením hodnoceného záběru na více trhů a časových rámců.

Interformní index 5 F

Interformní index 5 F představuje použití měřítka výkonnosti na více trzích a na více časových úrovních. Čím vyšší je počet perspektiv, na kterých je obchodní systém výkonný a výnosný, tím vyšší a stabilnější výkonnost od něj lze zpravidla očekávat v budoucnosti. Modelované a optimalizované obchodní systémy lze porovnávat agregovaným indexem 5 F. Podmínkou je, aby skupina trhů a časových rámců byla pro srovnávané obchodní systémy stejná. Interformní index 5 F může poskytnout významnou benchmarkingovou platformu pro vývoj účinnějších a robustnějších obchodních systémů. Jelikož je perspektiva časového rámce zasazená do perspektivy tržní, je třeba pro zápis interformního indexu 5 F využít maticového zobrazení.

Obecný zápis interformního indexu I pro trh *i=1…n* a časový rámec *j=1…m* je dán následovně:

$$\mathrm{I} = (i_{i,j}), \tag{5.10}$$

Další zkoumání interformního indexu 5 F může odhalit jeho význam pro hodnocení dlouhodobé výkonnosti obchodních systémů.

Váhový index 5 F

Upřednostňuje-li obchodník např. vysoký výnos před likviditou či stabilní křivku vývoje kapitálu před vysokým výnosem, je možné index 5 F upravit o váhové faktory, které budou přiřazeny jednotlivým proměnným (rovnice 5.11).

$$I_{5F} = X_v . I_v + X_u . I_u + X_s . I_s + X_l . I_l + X_f . I_{f,} \tag{5.11}$$

I_{5F} = index 5 F,

I_v = index výnosnosti,

I_u = index úspěšnosti,

I_s = index stability,

I_l = index likvidity,

I_f = index finančního krachu,

$X_{v\ldots f}$ = váhové faktory.

Součet váhových faktorů by měl standardně představovat 100 %. Diskriminanční analýza nebyla na hodnoceném vzorku dat provedena. Důvodem je omezený rozsah disertační práce a tím i záměrné poskytnutí obecného modelu výkonnosti. Jeho další rozšíření je v práci navrhováno společně s náčrtem směrů dalšího, navazujícího výzkumu.

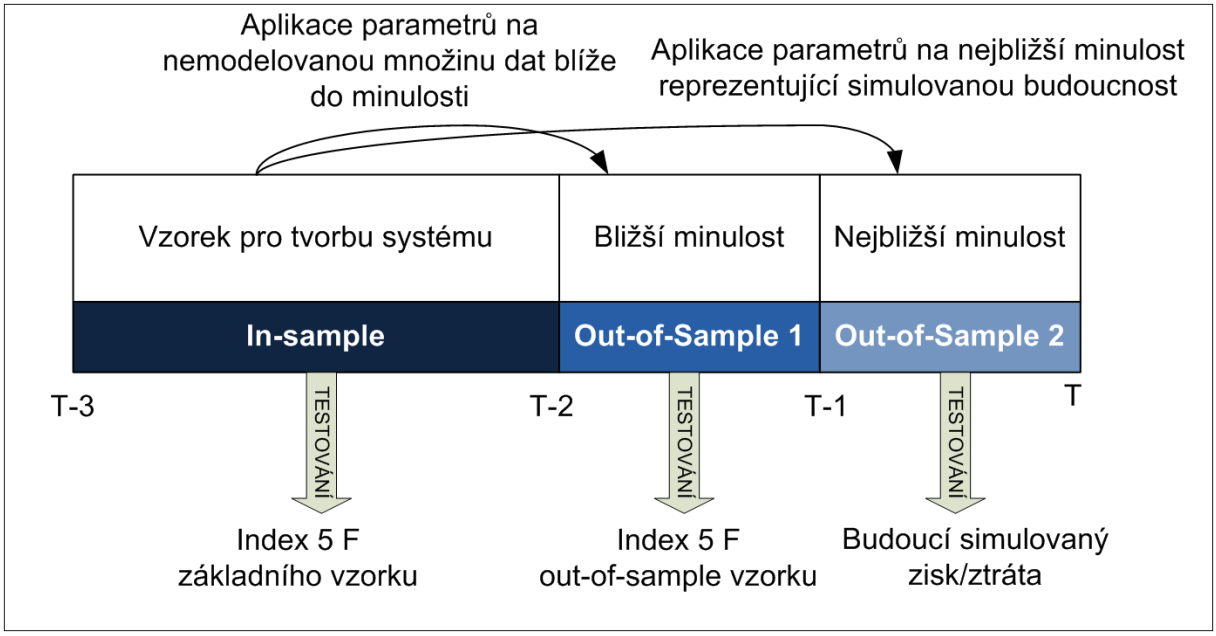
6 VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ INDEXU 5 F

V této kapitole jsou shrnuty výsledky testování relevantnosti souhrnného indexu 5 F pro hodnocení výkonnosti obchodních systémů. Po stanovení podmínek testování je uveden postup kroků vedoucích k vygenerování výsledků, jež jsou podkladem pro zpracování analýz.

Testování vyhodnocuje filtrovací schopnost indexu 5 F ve srovnání s vybranými výkonnostními metrikami. Je tedy hodnoceno, zda má index 5 F vyšší rozlišovací schopnost pro výběr obchodních systémů s budoucími výnosy než jiné výkonnostní ukazatele.

6.1 Determinace podmínek pro testování indexu 5 F

Průvodním znakem testování indexu 5 F byla simulace budoucího období pomocí trojfázového časového vzorku. Vše je názorně vysvětleno prostřednictvím Obr. 6.1.



Obr. 6.1: *Schéma testování dle rozdělení na testovací a trénovací množiny*

Zdroj: Vlastní zpracování

Obchodní systémy byly vytvořeny, modelovány a testovány na podmínkách jednoho in-sample vzorku a dvou out-of-sample vzorků. In-sample vzorek reprezentoval časový interval <T-3;T-2>, tedy například období 2001 až 2007. První OOS vzorek představoval období <T-2;T-1>, například 2007 až 2009. **Na IS a prvním OOS potom byla počítána dynamizovaná varianta indexu 5 F.**

K simulování budoucího období sloužil druhý OOS vzorek reprezentující nebližší minulost <T-1;T>, tedy např. 2009 až 2011. Na druhém OOS vzorku byla zjištěna výše zisku/ztráty a srovnávána s hodnotami souhrnného indexu 5 F a dalších ukazatelů.

Pro testování vytvořeného indexu 5 F byly stanoveny rámcové podmínky. Tyto podmínky měly zajistit konzistentní proces sběru, evidence a vyhodnocení dat z kapitálových trhů:

- **Instrument pro testování** – jako kapitálové aktivum pro testování byly určeny výhradně měnové trhy. Základním důvodem byla dostupnost širokého vzorku dat, která jsou volně stažitelná u mnoha brokerských společností. Data z měnových trhů byla poskytnuta zprostředkovatelem Alpari. Cílem testování přitom bylo ustanovit náhodný výběr z hlavních měnových párů (majors). Výčet instrumentů je znázorněn v Tab. 6.1 i s hodnotami typických transakčních nákladů[2]. Spread byl nastaven fixně na tyto hodnoty.

Tab. 6.1: *Testované měnové páry s typickým spreadem*

Zdroj: Alpari.co.uk

Měnový pár	Typický spread (v pipech)	Měnový pár	Typický spread (v pipech)
EUR/USD	1,6	EUR/JPY	3,2
AUD/USD	2,8	GBP/JPY	5,6
GBP/USD	2,8	CHF/JPY	6,0
NZD/USD	6,0	AUD/JPY	5,0
USD/CHF	2,7	USD/JPY	2,0
EUR/GBP	2,1	USD/CAD	3,7
EUR/CHF	2,8		

- **Časový rámec testovaných trhů** – pro testování měnových trhů byly vybírány timeframy od 5 minut až po jednodenní časový rámec. Opět byl proveden náhodný výběr, přičemž důraz byl kladen na dostatečnou velikost datového vzorku a možnost relevantního vyhodnocení vývoje kapitálu. Minimální hranice zpracovatelných obchodů byla autorem subjektivně určena na 50 záznamů.
- **Časový rozsah out-of-sample množin** – pro hodnocení bylo potřeba určit časové intervaly pro dvě fáze out-of-sample množin. Velikost vzorku byla stanovována s ohledem na množství položek, které byly zpracovávány v excelovském spreadsheetu. Velikost vzorku vyššího než 3 000 testovaných obchodů nadměrně zatěžoval hodnotící platformu. Proto byla určena trojí velikost množin: 6-2-2, 4-1-1 a 2-0,5-0,5. Trojice čísel představuje počet let, přičemž dohromady celý časový interval končí datem 01. 09. 2011. První číslo je období reprezentované in-sample

[2] Typickým spreadem je myšlena výše transakčních nákladů při standardních podmínkách likvidity a volatility obchodovaného trhu.

vzorkem. Druhá dvě čísla jsou identická a patří zbývajícím dvěma out-of-sample vzorkům dat. Po přepsání na konkrétní data má trojice tvar:
1. 9. 2001 - 1. 9. 2007, 1. 9. 2007 - 1. 9. 2009, 1. 9. 2009 - 1. 9. 2011;
1. 9. 2005 - 1. 9. 2009, 1. 9. 2009 - 1. 9. 2010, 1. 9. 2010 - 1. 9. 2011;
1. 9. 2008 - 1. 9. 2010, 1. 9. 2010 - 1. 3. 2011, 1. 3. 2011 - 1. 9. 2011.

- **Velikost vzorku** – celkově proběhlo 600 testů rozdělených do 200 řádků záznamu. Testy, transformované z platformy Metatrader excelovským automatizovaném sešitem, vygenerovaly celkově 3 400 datových položek. 20 obchodních systémů bylo testováno napříč 13 měnovými páry a 6 časovými rámci. Na IS a první OOS množině byl vypočítán index 5 F a srovnávané výkonnostní metriky. Na druhém out-of-sample vzorku byla zjištěna výše nezdaněných zisků. Tyto nezdaněné zisky/ztráty tvořily jednotnou kriteriální veličinu pro zhodnocení relevantnosti indexu 5 F.
- **Základní kapitál a obchodovaný objem** – základní kapitál byl určen na 10 000 USD, přičemž obchodované množství činilo 0,25 lotu. Průměrně riskovaný kapitál tak činil dle strategie umísťování a modifikovaní stop-loss úrovně 1 až 3 % základního kapitálu.
- **Margin call** – při vyhodnocování OOS zisků/ztrát nebyla zohledněna možnost spuštění margin callu.[3]
- **Bezriziková úroková míra** – bezriziková úroková míra byla pro výpočet Sortinova poměru určena dle výnosnosti desetiletých státních dluhopisů České republiky. V roce 2010 činila úroková sazba 3,71 % p.a. a v roce 2011 3,79 % p. a.
- **Další podmínky** – z důvodu obrovské časové náročnosti probíhalo testování pouze na otevíracích cenách, které poskytují nižší přesnost než při metodách založených na nižších časových intervalech. Jelikož testování na minutových a pětiminutových intervalech citlivých na přesnost metody zobrazování cen probíhalo velmi zřídka, nebyly očekávány výraznější odchylky.

Postup při testování byl následující:

- Byl vytvořen automatizovaný sešit v Excelu obsahující ukazatele i vizuální prvky využívané při hodnocení obchodních systémů. Mezi výkonovými ukazateli byly komponenty indexu 5 F a spider graf, který srovnal subindexy s ideálními hodnotami. Excelovský spreadsheet je kompatibilní s formátem backtestovaných dat v obchodní platformě Metatrader4 a je přiložen na CD k disertační práci;
- pomocí programovacího jazyka MQL4 byla vytvořena sada 20 obchodních systémů na bázi unikátní kombinace vstupních a výstupních

[3] Uzavření pozice z důvodu nedostatku kapitálu, který klesnul na/pod hodnotu zástavy (marginu) u brokerské společnosti.

kritérií. Sada obchodních systémů využívá patterny na základě cenových pohybů (price action), logických úrovní (support/resistence, cenové kanály) i technických indikátorů (pohyblivé průměry, Williams % R, RSI, CCI, Bollingerova pásma, Stochastický oscilátor apod.);

- prostřednictvím modulu „Tester strategií“ v obchodní platformě Metatrader byly vytvořené obchodní systémy otestovány na období 3, 6 a 10 let. Testování proběhlo na měnových párech, jejichž databáze poskytovala dostatečně široký vzorek. Jednalo se zejména o následující instrumenty: EUR/USD, EUR/JPY, NZD/USD, AUD/JPY, AUD/USD, GBP/USD, USD/JPY a USD/CHF;
- výsledky backtestingu byly z platformy Metatrader importovány do Excelovského spreadsheetu, který pomocí vytvořených maker transformoval data do zpracovatelné podoby. Následovně byla vygenerována hodnota indexu 5 F a srovnávaných ukazatelů na out-of-sample datech;
- výsledky jednotlivých obchodních systémů byly převáděny do samostatného sešitu, který sloužil jako databáze položek pro zhodnocení indexu 5 F.

Testována byla dynamizovaná varianta indexu 5 F, která využívá rozdělení časového vzorku na více množin. Filtrovací schopnosti indexu 5 F byly srovnány s filtrovacími schopnostmi vybraných výkonnostních veličin.

Jako vysvětlující proměnná na druhém out-of-sample vzorku sloužil nezdaněný zisk.

6.2 Základní výstupy testování

Nejvíce testovaným měnovým párem byl EUR/USD, který na stranu long vykazoval také nejvíce budoucích zisků v out-of-sample vzorcích. Důvodem byly především převládající dlouhodobé býčí trendy, jež napomáhaly obchodům na růst aktiva.

Nejvyšším dosaženým součtovým indexem 5 F byla hodnota 7,82 na obchodním systému využívajícím indikátor s názvem Oscilátor pohyblivého průměru (Oscillator Moving Average). Na trhu AUD/USD s denním grafem činil nezdaněný zisk na in-sample vzorku vysokých 8 440 USD za dva roky. Simulovaný budoucí výnos před zdaněním za dva roky představoval 1 432 USD, tedy 14,3 % ze základního kapitálu 10 000 USD.

Minimální hodnota součtového indexu 5 F činila 2,65. Na simulovaném budoucím období by obchodní systém s tímto indexem utrpěl výraznou ztrátu -6 815 USD – tedy 68 % kapitálu.

Tab. 6.2: *Hodnocení minimálních a maximálních hodnot indexů*

Zdroj: Vlastní zpracování

Kritérium	**MAX**	**MIN**
Výnosnost IS	0,61	-0,25
Likvidita IS	0,79	0,37
Úspěšnost IS	0,78	0,28
Finanční krach IS	0,95	0,00
Stabilita IS	0,99	0,01
Index 5 F (IS)	3,60	1,34
Výnosnost OOS_1	1,21	-0,44
Likvidita OOS_1	0,58	0,27
Úspěšnost OOS_1	0,93	0,21
Finanční krach OOS_1	0,97	0,01
Stabilita OOS_1	0,99	0,00
Index 5 F (OOS_1)	4,22	1,21
Součet indexu 5 F na IS a OOS_1 vzorku	**7,82**	**2,65**

Ve srovnání s OOS_1 měl IS vyšší maximální i minimální hodnotu ukazatele likvidity, jelikož byl testován na širším časovém intervalu. Nejvyšší bezpečnost v průběhu testovaného období byla dosažena indexem finančního krachu ve výši 0,95, což představuje maximální drawdown 5 %. Stabilita měla poměrně široké rozpětí u IS i prvního OOS.

Na ukazateli výnosnosti lze pozorovat minusové minimální hodnoty. Jedná se o jediný ukazatel indexu 5 F, který může dosahovat záporných hodnot. Zároveň Sortinův poměr jako jediný ukazatel nabýval hodnot vyšších než 1. U OOS_1 vzorku činila maximální hodnota ukazatele výnosnosti 1,21, což je důkazem nejvyššího variačního rozpětí ze všech subindexů.

6.3 Zhodnocení schopnosti filtrování pomocí indexu 5 F

Pro zhodnocení filtračních schopností indexu 5 F byla použita logistická regrese. Logistická regrese je matematicko-statistickou metodou, která na základě známých veličin odhaduje pravděpodobnost výskytu určitého jevu. Modelování probíhá prostřednictvím charakteristické funkce, která náhodnou veličinu označuje číslem 0, pokud jev nenastal nebo číslem 1, pokud jev nastal. Daný jev je v tomto případě definován budoucím simulovaným ziskem v nejbližším out-of-sample vzorku – tj. OOS_2. Pozitivní výnos je označen číslem 1 a negativní výnos číslem 0. Obecný tvar regresní křivky je následující:

$$y = \frac{1}{1 + e^{-(a_0 + a_1 x)}} \tag{6.1}$$

Hodnota y poté spadá do intervalu $(0,1)$. Jako hranice přiřazení do skupiny 0 je $y \leq 0{,}5$, jinak 1.

V prvním případě byla zjišťována schopnost ukazatele index 5 F určit kapitálový zisk (zisk OOS_2 > 0). Model byl odhadnut metodou maximálně věrohodnostní funkce (MLE):

$$y = \frac{1}{1 + e^{-(-4{,}0150 + 0{,}8543\, x)}} \tag{6.2}$$

Tento model správně zařadil 129 z 200 pozorování (64,5%).

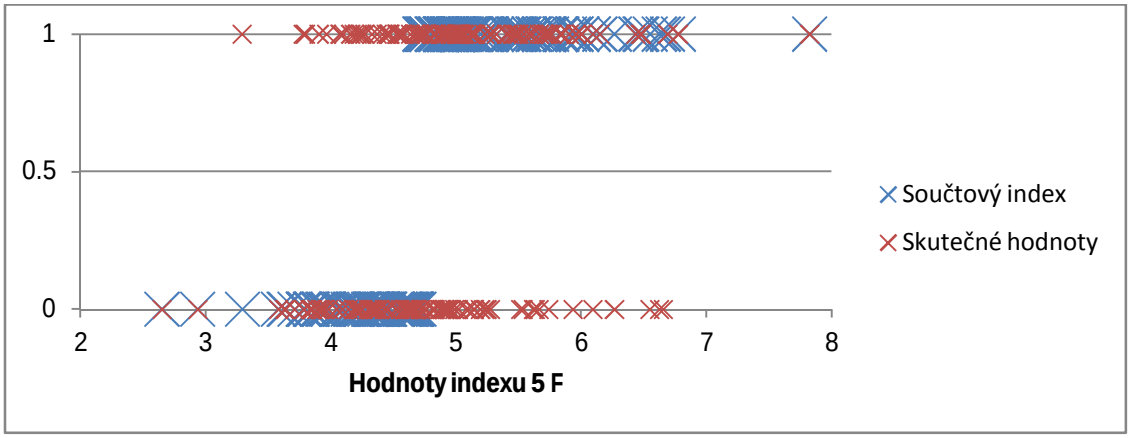
Oproti modelu 5 F byly srovnávané výkonnostní metriky méně úspěšné. Calmar ratio správně zařadil 121 z 200 pozorování, tedy 61 %. Sortino ratio byl méně úspěšný se 120 správnými odhady. Úspěšnost Ulcer indexu se dokonce pohybovala pod šedesátiprocentní hranici, na cca 58 %.

Tab. 6.3: *Zhodnocení úspěšnosti ukazatelů při predikování výnosů*

Zdroj: Vlastní zpracování

5 F	Sortino	Calmar	Ulcer
64.14%	60.61%	61.11%	57.58%

Výsledky v tabulce jednoznačně ukazují, že souhrnný index 5 F na vzorku výsledků 200 obchodních systémů prokázal nejlepší filtrovací schopnost.

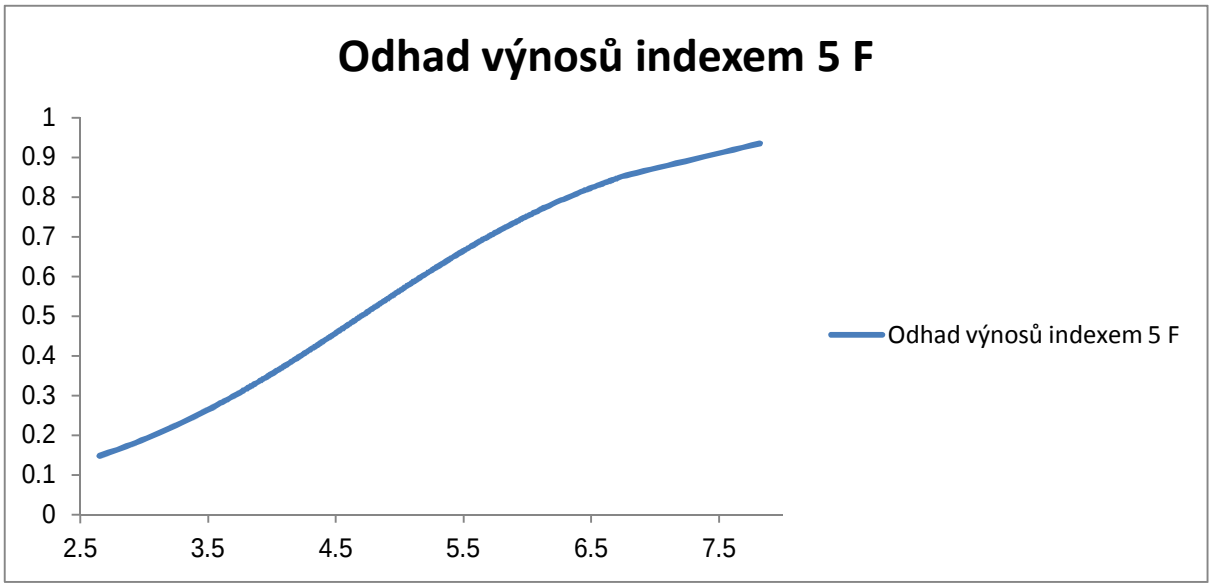


Obr. 6.2: *Graf binomických odhadů výnosů dle součtového indexu 5 F*

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 6.2 znázorňuje graf, kde jsou na ose x hodnoty součtového indexu 5 F a na ose y binární hodnoty zisku či ztráty. Body znázorněné modře představují binární odhady zisků a ztrát jednotlivých obchodních systémů prostřednictvím součtového indexu 5 F. Červeně označené body reprezentují skutečné rozdělení zisků a ztrát.

Čím více se kryjí skutečné hodnoty zisku/ztráty (červené body) s binárními odhady (modré body), tím lepší je schopnost modelu separovat ziskové a ztrátové systémy. Na pravé straně osy x v Obr. 6.2 je několik pozorování s vysokými hodnotami indexu 5 F, které jsou chybně zařazeny na ziskovou stranu, přičemž byly ve skutečnosti ztrátové.

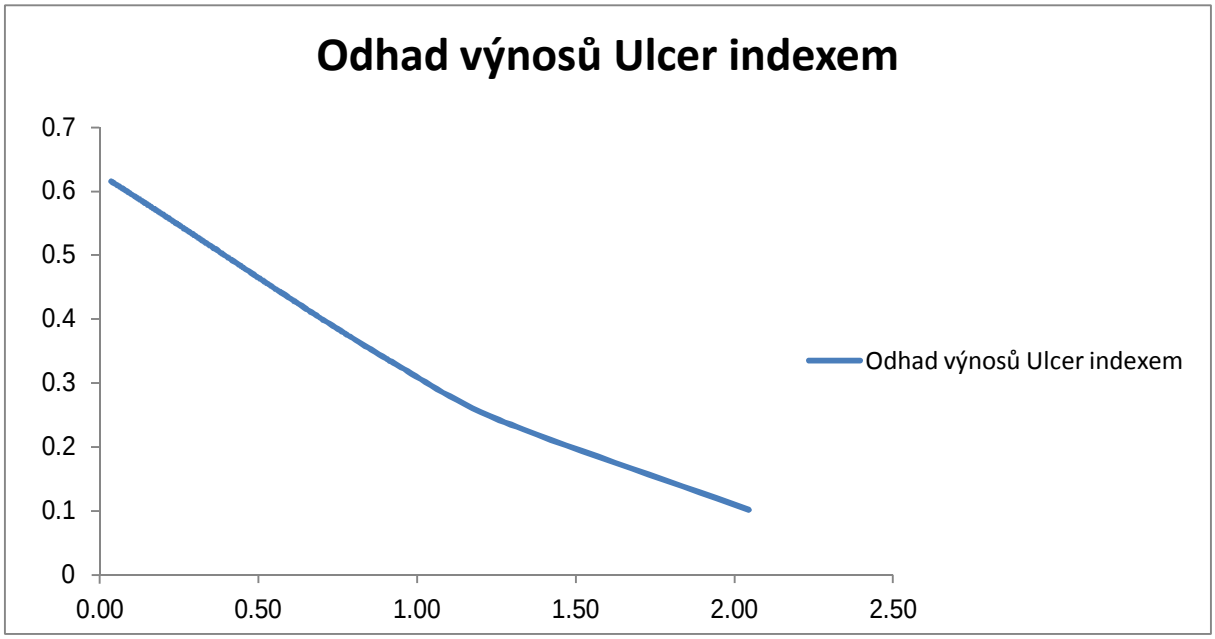


Obr. 6.3: *Spojitý odhad výnosů dle součtového indexu 5 F*

Zdroj: Vlastní zpracování

Graf na Obr. 6.3 přeneseně znázorňuje kvalitu odhadování zisků/ztrát pomocí součtového indexu 5 F. Na ose x se nacházejí hodnoty indexu 5 F a na ose y hodnoty modelu odhadnutého metodou maximálně věrohodnostní funkce. Podstatou grafického zhodnocení filtrovací schopnosti v tomto zobrazení je posouzení míry zalomení křivky směrem od nuly k jedné na ose y. Čím ostřejší je přechod křivky při pokračování k vyšším hodnotám indexu 5 F, tím úspěšnější model je při oddělování ziskových a ztrátových systémů v budoucnosti.

Přestože v tomto případě není vývoj křivky extrémně zalomený, je model úspěšnější než v případech srovnávaných výkonnostních metrik.



Obr. 6.4: *Spojitý odhad výnosů dle Ulcer indexu*

Zdroj: Vlastní zpracování

Ulcer index je metrika hodnotící výši rizika vzhledem k periodám drawdownů. Čím vyšší je úroveň Ulcer indexu, tím vyšší je míra podstupovaného rizika. Při pohledu na Obr. 6.4 je tato nepřímá úměra zřejmá. Při přechodu ke střední hodnotě Ulcer indexu na ose x, tedy zhruba 1,00, je zalomení mírnější než u indexu 5 F. Tím i je i filtrovací schopnost Ulcer indexu nižší, což dokládá úspěšnost odhadnutých výnosů cca 58 %.

Výsledkem testování schopnosti indexu 5 F predikovat budoucí výnosnost obchodních systémů je jeho využití v druhém pilíři disertační práce. Index 5 F tedy bude sloužit jako ukazatel výkonnosti při modelování obchodních systémů dle fragmentní metodiky.

6.4 Diskrétní volba filtrovací veličiny

Pro doplňující informaci byla v této subkapitole diskrétně zvolena filtrovací kritéria, která dodávají nadstandardní výsledky v oblasti výnosnosti obchodních systémů.

Tab. 6.4: *Filtrované systémy dle indexu 5 F a subindexu výnosnosti in-sample vzorku*

Zdroj: Vlastní zpracování

No.	Systém	Měn. pár	TF	Výnos	Index IS	Index OOS_1	Zisk OOS_1	Zisk OOS_2	Součet indexů
1	0xCross	EUR/USD	1 H	0,56	3,57	3,21	3 311	1 356	6,77
2	0xCross	EUR/JPY	1 H	0,49	3,47	2,22	-645	5 767	5,70
3	Systém 6	EUR/USD	1 H	0,46	3,54	2,89	1 956	2 140	6,43
4	Systém 6	NZD/USD	1 H	0,25	3,33	2,82	1 087	1 415	6,15
5	Systém 4	NZD/USD	1 H	0,34	3,44	3,24	4 397	3 734	6,69
6	Systém 5	EUR/USD	30 M	0,24	3,02	3,46	9 412	3 474	6,48
7	RSIsignal	AUD/JPY	4 H	0,22	2,96	2,94	3 821	2 441	5,90
8	Primitive S/R	AUD/JPY	4 H	0,22	3,14	3,32	8 375	2 393	6,47
9	ExtremCross	NZD/USD	1 H	0,23	3,17	2,52	366	702	5,69
10	ExtremCross	EUR/USD	1 H	0,45	3,55	2,28	-845	2 140	5,83
11	Moving Momentum	EUR/USD	30 M	0,33	3,38	2,62	1 717	3 086	6,00
12	Moving Momentum	EUR/JPY	1 H	0,23	2,96	2,65	4 423	256	5,61
13	OsMa	NZD/USD	4 H	0,21	3,10	2,44	10 463	7 517	5,54
14	OsMa	AUD/USD	1 D	0,36	3,60	4,22	8 440	1 432	7,82
15	Triple S/R Break	AUD/USD	4 H	0,50	3,47	2,62	2719	2 940	6,09
16	Triple S/R Break	NZD/USD	4 H	0,61	3,53	2,19	747	1 469	5,72
17	Triple S/R Break	AUD/JPY	4 H	0,59	3,55	3,10	5 817	-904	6,65
18	Triple S/R Break	AUD/USD	1 H	0,45	3,52	2,31	6 967	3 947	5,83
Celk.							72 528	45 305	

Zajímavý výsledek výzkumu dodalo filtrování obchodních systémů dle součtového indexu 5 F (viz. Tab. 6.4) a zároveň subindexu výnosnosti (Sortinova poměru) na in-sample vzorku dat. Ukázalo se, že dodáním kritéria minimálního poměru výnosnosti k negativní volatilitě výnosů jsou filtrovány systémy, které vykazují v budoucnu téměř všechny výnos.

Kritérium pro filtrování v tabulce reprezentoval součet indexů 5 F na IS a OOS_1 vyšší nebo roven 5,5 a index výnosnosti vyšší nebo roven 0,2. Výsledkem je celkový budoucí zisk portfolia všech využitých obchodních systémů 453 % za dvouleté období. Nutno dodat, že tento zisk je nezdaněný.

Z 18 obchodních systémů splňujících obě kritéria byl zaznamenán pokles kapitálu za obchodované období pouze u jednoho z nich, a to zhruba 9 % prostředků z počátečního účtu.

Do filtrovaných trhů spadají měnové páry EUR/USD, EUR/JPY, NZD/USD, AUD/USD a AUD/JPY. Nejčastěji se objevující timeframe je hodinový a čtyřhodinový. Nejúspěšnějším systémem je „Triple S/R Break“, který je postavený na proražení úrovní podpory a odporu. Agregovaný zisk tohoto systému za dvouleté simulované období činil cca 75 % zhodnocení vloženého kapitálu.

Index 5 F poskytuje filtrovací platformu na základě níž lze zkoumat vlastnosti výnosných obchodních systémů. Pro relevantní posouzení budoucích výnosů lze využít právě analýzy výkonnosti na out-of-sample vzorcích. Out-of-sample analýzu je možné provádět na více než dvou dopředných množinách. Může tak být účinněji simulována robustnost obchodních systémů vůči změně tržních podmínek.

Nepřímým důkazem vlivu změny tržních podmínek na výnosnost obchodních systémů bylo srovnání výnosů v prvním a druhém OOS vzorku. Na prvním OOS byl dosažen agregovaný výnos 18 filtrovaných obchodních systémů 72 528 USD. Na druhé OOS množině agregovaný výnos portfolia činil 45 305 USD, což znamenalo pokles o 37 %.

Přestože se jedná o výzkumem nepodložené tvrzení, lze usuzovat, že tržní podmínky působí na out-of-sample výnosy blíže současnosti spíše negativně. Proto je nutné, aby obchodní systémy byly opětovně analyzovány a optimalizovány tak, aby se přizpůsobily dynamice vývoje kapitálových trhů.

6.5 Shrnutí výkonnostního indexu 5 F

Souhrnný index 5 F byl sestrojen tak, aby jeho subpoložky byly jednotkově na stejné bázi. Výnosnost může jako jediná veličina dosahovat záporných hodnot (pokud procentní zhodnocení nedosahuje bezrizikové úrokové míry). Subindexy výnosnosti a likvidity jako jediné mohou dosahovat hodnot vyšších než 1. Likvidita ovšem přesahuje hodnotu 1 pouze ve výjimečných případech, kdy je např. testováno období padesáti let s vysokou mírou pokrytí intervalu obchodními pozicemi.

Výkonnostní index byl tvořen s cílem univerzálnosti využití a komplexnosti záběru jeho subindexů. Základní podoba indexu 5 F byla rozšířena o dynamizovanou variantu, váhovou variantu a interformní variantu.

Výkonnostní index 5 F poskytuje několik možností pro jeho využití:

- **Statická filtrovací veličina** – výsledný index 5 F může obchodující subjekt využít při výběru obchodních systémů do svého portfolia. V disertační práci bylo zjištěno, že dynamizovaný index 5 F má vyšší filtrovací schopnost než Sortino ratio, Calmar ratio i Ulcer index.
- **Benchmarkingová metrika** – při vytváření a optimalizacích obchodních systémů může být index 5 F využit pro poměřování jejich výkonnosti v různých stádiích a formách.

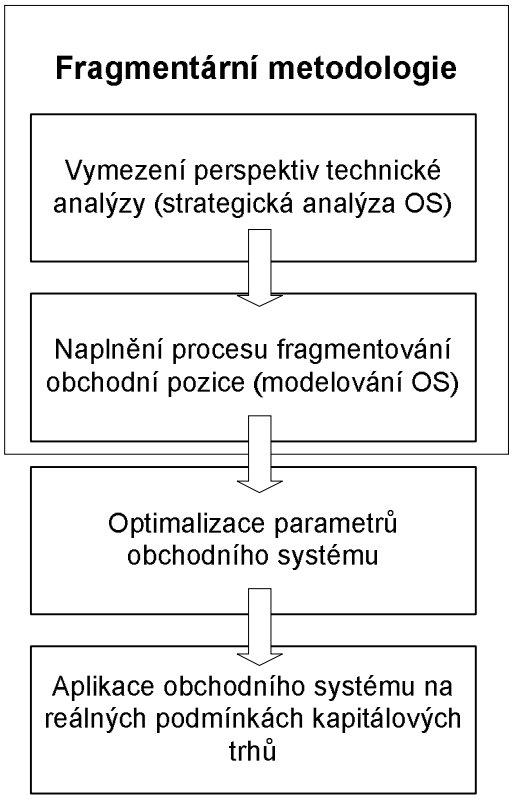
- **Ukazatel hodnotící odlišné atributy obchodních systémů** – index 5 F lze využít pro zkoumání odlišných výkonnostních parametrů obchodních systémů. Na stejné jednotkové bázi jsou prostřednictvím subindexů poskytovány informace o výnosnosti, likviditě, úspěšnosti, stabilitě a rizikovosti posuzovaného obchodního systému.
- **Komponenta pro měření robustnosti obchodních systémů** – index 5 F může být využitý pro hodnocení obchodních systémů napříč trhy i časovými rámci. Tím lze poměřovat využitelnost obchodního systému v různých tržních podmínkách.

7 VYMEZENÍ KOMPONENT FRAGMENTÁRNÍ METODIKY

Převážná část současného výzkumu v oblasti technické analýzy je věnována snahám o přesný popis nelineární funkce časových řad, provádění data miningu a predikování vývoje tržních cen na základě fuzzy množin, genetických algoritmů a neuronových sítí. Tvorba metodiky pro fragmentování trhů je reakcí na nedostatečně popsané postupy při samotné výstavbě technicko-analytických obchodních systémů.

Definice technické analýzy se v akademické sféře různí. Metodika fragmentování pracuje s technicko-analytickými nástroji jako s vizuálními prvky založenými na ceně, objemu nebo počtu otevřených kontraktů. Nástroje technické analýzy jsou v rámci metodiky využívány pro vyhledávání vzorců chování trhu na základě historických dat.

Aby mohlo být přistoupeno k vyhledávání vzorců, na základě nichž bude realizována konkurenční výhoda na kapitálových trzích, je třeba vymezit trojici perspektiv, na kterých je postavena fragmentární metodika. Po určení obchodovaného trhu, časového rámce pro obchodování a nástrojů sloužících k fragmentování může být přistoupeno k naplnění procesů fragmentování obchodních pozic.



Obr. 7.1: *Vymezení fází tvorby obchodního systému*

Zdroj: Vlastní zpracování

Fragmentární metodika je sestavena ze dvou etap. První etapu tvoří definování trojice perspektiv, na kterých je postavena technická analýza. Tuto etapu je možno charakterizovat jako strategickou analýzu obchodního systému. **Druhou etapu představuje naplnění procesu fragmentování obchodní pozice.** Jedná se o operativní část fragmentární metodiky, kdy jsou zvolené technicko-analytické nástroje prostřednictvím procesní mapy využity pro tvorbu pravidel fungování obchodního systému.

Obr. 7.2: *Perspektivy technické analýzy ve fragmentárním modelování*

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 7.2 představuje obrácenou pyramidu sloužící k postupnému vymezování prostoru pro technickou analýzu. Všechny tři perspektivy vcházejí do procesu řízení obchodní pozice. Každá obchodní pozice je realizována nejprve vstupem na trh, dále řízením probíhající (otevřené) pozice a nakonec výstupem z trhu. Naplnění procesů řízení obchodní pozice podléhá určením patternů (vzorců), dle kterých budou obchodní pozice realizovány. **Proces řízení obchodní pozice bude v disertační práci zkoumán prostřednictvím jeho podmnožiny – procesu fragmentování obchodní pozice**.

Proces fragmentování obchodní pozice zkoumá pouze vybrané subprocesy vstupu, modifikace a výstupu z obchodní pozice. Bude tak vynechán např. risk management a money management. Proces fragmentování obchodní pozice slouží k vyjádření nejmenších kriteriálních jednotek technické analýzy (fragmentů), kterými je podmíněna realizace obchodních pokynů na kapitálových trzích. Pojmy fragmentování a fragmenty jsou blíže popsány v kapitole 7.2.

7.1 Perspektivy vstupující do technické analýzy

Objektem zkoumání technické analýzy je kontinuálně probíhající časová řada údajů o ceně, objemu či počtu kontraktů. Od těchto tří parametrů jsou odvozeny (derivovány) indikátory technické analýzy.

Charakter probíhající časové řady je určen technicko-analytickým prostorem, na nějž se lze dívat nekonečně mnoho perspektivami. Perspektiva pohledu na obchodovaný prostor je v základu vymezena typem kapitálového aktiva. Každé kapitálové aktivum má specifické parametry, které formují probíhající nelineární křivku ceny (likvidita, volatilita, kapitálová účast participantů trhu, sentiment účastníků, apod.).

Na tržní prostor lze dále nahlížet libovolnou perspektivou časových rámců, které jsou zpravidla umístěny na horizontální ose grafů technické analýzy. Volba časové jednotky je v tomto případě omezena pouze nastavením obchodní platformy. Algoritmickým vyjádřením lze tržní prostor rozdělit na téměř nekonečně mnoho variant časových fragmentů. Oproti tomu, počet tržních prostorů, na kterých lze obchodovat je omezený (dle burzovních a mimoburzovních nabídek kapitálových aktiv).

Poslední perspektivou je samotná vizualizace dat časové řady a přidružených nástrojů technické analýzy, které jsou odvozené od základních dat. Uživateli zprostředkovatel obchodů poskytuje technické vybavení, které umožňuje využití předdefinovaných, tvorbu vlastních a stažení již vytvořených nástrojů technické analýzy. Perspektiva datové vizualizace je odvislá od vnitřních (endogenních) a vnějších (exogenních) faktorů technicko-analytických nástrojů. Mezi vnitřní faktory se řadí matematické a statistické výpočty ukazatelů (nastavení period, typů vyhlazení apod.). Vnější faktory poté vymezují samotné rozložení indikátorů v obchodní platformě (tedy pozice, barva, škála, přiblížení apod.).

Postupné vymezení všech tří perspektiv umožňuje zajištění výstupů technické analýzy, tedy určení vzorců pro vstup a výstup z trhu na základě historických dat o ceně, objemu a počtu kontraktů.

Propojenost jednotlivých perspektiv s procesem řízení obchodní pozice z jiného pohledu než Obr. 7.2, poskytuje Obr. 7.3.

Obr. 7.3: *Obecné schéma fragmentárního modelování*

Zdroj: Vlastní zpracování

7.1.1 Perspektiva tržního prostoru

Tržní prostor lze definovat jako prostředí, v němž jsou realizovány obchodní příkazy na základě pravidel technické analýzy. Tržní prostor tvoří charakteristiku fragmentu s nejnižší mírou granularity. Perspektivu tržního prostoru lze přirovnat ke strategickému řízení při obchodování s kapitálovými aktivy.

Rozhodování o výběru obchodovaného trhu ovlivňuje mnoho faktorů, které mají u různých obchodníků odlišnou váhu. Faktory, které hrají největší roli při výběru tržního prostoru pro obchodování lze, v rámci technické analýzy, rozdělit na kvantifikovatelné a nekvantifikovatelné. Mezi kvantifikovatelné faktory lze zařadit následující:

- **Likvidita trhu** – globalizace a liberalizace trhů, kapitálová propojenost a technický pokrok způsobily, že kapitálové trhy ve vyspělých zemích vykazují poměrně vysokou likviditu. Některé trhy však mohou mít dlouhodobě nízkou likviditu, která s sebou nese riziko neotevření pozice, slippage (zpoždění při realizaci příkazu) a výskyt gapů ve vývoji cen. Technická analýza umožňuje prostřednictvím ukazatelů měřit dlouhodobé hodnoty obchodovaného objemu. Tím poskytuje strategické měřítko při výběru trhu. Trader může použít jednoduchý Volume, ukazatel OBV (On Balance Volume) nebo jiné indikátory.
- **Volatilita trhu** – dalším významným faktorem, který vymezuje tržní prostor je volatilita. Volatilitu je možné definovat jako intenzitu cenových pohybů v určeném časovém intervalu. V rámci technické analýzy je možné měřit volatilitu na libovolně širokém intervalu časové řady, a to například ukazateli Average True Range, Chaikin's Volatility apod.

Volatilitu tedy lze transformovat v technické indikátory, které slouží ke stanovování stop-loss, profit-target úrovní, čekajících příkazů, a jsou na ní často založeny signály pro vstup a výstup z trhu. Zejména v dlouhodobém horizontu slouží k nastavení strategických cílů tradera v oblasti risk managementu.

- **Transakční náklady** – transakční náklady souvisí s poplatky za vstup a výstup z pozice. Jejich jednotková výše je korelována s likviditou trhu, absolutní výše poté koresponduje s likviditou obchodního systému a výší obchodovaného účtu. Vysoce likvidní trhy (např. hlavní měnové páry) se vyznačují nízkým spreadem a okamžitým plněním. U nízce likvidních trhů (např. některé druhy akcií) hrozí zpoždění při realizaci obchodních příkazů (slippage). Při velmi nízké hladině likvidity se nemusí vyskytnout protistrana. Matice hodnotící likviditu trhů a obchodních systémů je v Tab. 7.1.

Tab. 7.1: Matice likvidity trhu a obchodních systémů.

Zdroj: Vlastní zpracování

	Nízká likvidita	**Vysoká likvidita**
Trhy	Nebezpečí slippage nebo nevypořádání obchodu	Nízké transakční náklady, rychlé vypořádání obchodních příkazů, vysoká dynamika trhu
Obchodní systémy	Nízká absoultní hodnota transakčních nákladů, nedostatečný vzorek pro robustní měření výkonnosti OS	Vysoká absolutní hodnota transakčních nákladů, vysoká relevance vzorku při měření výkonnosti OS

Mezi nekvantifikovatelné faktory při vymezování tržního prostoru patří:

- **Konzistence a dostupnost dat** – při výstavbě a testování obchodních systémů založených na technické analýze hraje důležitou roli kvalita historického vzorku dat. Úzký vzorek dat přispívá ke snížené reprezentativnosti vytvořeného obchodního systému i pozdější analýzy jeho výkonnosti. Vzorek obsahující diskrepance v hodnotách, formátu a struktuře dat zvyšuje riziko chybných výsledků měření a následných optimalizací. Riziko spojené s nekvalitními daty lze řídit srovnáváním datových položek mezi různými brokerskými společnostmi.
- **Zázemí a reputace zprostředkovatele obchodů** – strategický risk management v oblasti obchodování na kapitálových trzích zahrnuje volbu brokerské společnosti. Ty by měla být zajištěna dostatečně silnou finanční

institucí a poskytovat ochranu kapitálu v případě defaultu[4] (oddělené účty klientů od účtů společnosti). Je tedy nutné posoudit kvality a také reputaci zprostředkovatele obchodů před volbou určitého tržního prostoru.

- **Technické zázemí zprostředkovatele obchodů** – kvalita technických prostředků přímo ovlivňuje perspektivu datové vizualizace. Technická analýza, ve svém užším vymezení (hledání patternů na graficky vyjádřených objektech časové řady), vychází z definovaného layoutu cenových grafů a technických indikátorů, které lze dle možností kalibrovat a kombinovat. Brokerská společnost s kvalitní obchodní platformou umožňuje efektivněji vyhledávat potenciálně účinná pravidla pro složení výkonného obchodního systému.

Při konstrukci obchodního systému dle fragmentární metodiky je třeba odlišovat obchodované trhy a modelované trhy. Jsou-li technicko-analytická pravidla aplikovaná na trh, kde jsou realizovány obchodní příkazy, je obchodovaný a modelovaný trh tentýž. Existuje však množství obchodních systémů, které využívají korelaci kapitálových trhů. Obchodní signály mohou být vyhledávány např. na trhu s měnovým párem EUR/USD (modelovaný trh), přičemž obchodní pozice jsou otevírány na trhu s měnovým párem EUR/GBP (obchodovaný trh).

7.1.2 Perspektiva časového rámce

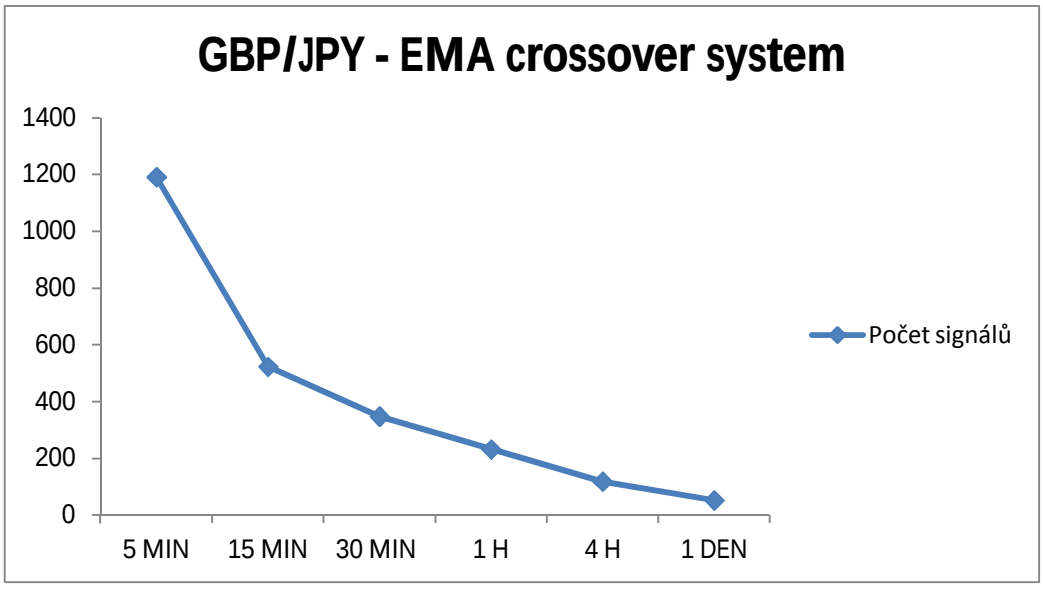
Časový rámec neboli timeframe vyjadřuje v technické analýze jednotku cenových grafů (ve velké většině případů na ose x) obsahujících časový prvek. Perspektiva časového rámce rozděluje vertikálně tržní prostor na jednotky sekund až měsíců. Nepřímo tak vymezuje některé faktory vcházející do obchodního systému:

- **Likvidita obchodních signálů** – četnost výskytu signálů a potažmo velikost vzorku historických dat je nepřímo určována velikostí časového rámce. Mezi likviditou obchodního signálu a voleným timeframem však neexistuje vždy lineární závislost. Obsahuje-li obchodní systém podmínku pro vstup do pozice na základě absolutního omezení cenové úrovně (např. high vstupní japonské svíce je alespoň o 100 pipů vyšší než high předchozí japonské svíce), četnost signálů bude vyšší na denním timeframu než na pětiminutovém timeframu. Je-li obchodní systém založen na prostém křížení pohyblivých průměrů nebo jiných indikátorů, bývají parametry velikosti časového rámce a četnosti obchodních signálů nepřímo úměrné (viz Obr. 7.4).
- **Nákladovost kapitálového instrumentu** – vysoké transakční náklady znevýhodňují nižší timeframy, a to zejména u exotičtějších instrumentů.

[4] Default v tomto případě znamená bankrot.

Často opakované vstupy a výstupy z trhu ve větším množství mohou znamenat velké náklady, které snižují nezdaněný zisk řádově o desítky procent. Příkladem může být měnový pár USD/HUF, který má standardní spread 20 pipů[5]. Při 1 000 realizovaných obchodech v objemu 1 lot činí transakční náklady okolo 20 000 USD. Vysokofrekvenční obchodní systémy jsou tedy soustředěny zejména na instrumenty typu „majors" – hlavní měnové páry, kde se standardní výše spreadů pohybuje okolo 1-5 pipů.

- **Komplexnost obchodního systému** – volba časového rámce může již dopředu určovat hranici pro komplexnost tvořeného obchodního systému. Vyšší timeframy vyžadují nižší míru granularity při modelování, jelikož příliš komplexní obchodní systém na 4 hodinovém, 1 denním a vyšším timeframu zpravidla nepřináší dostatečně vysokou likviditu.



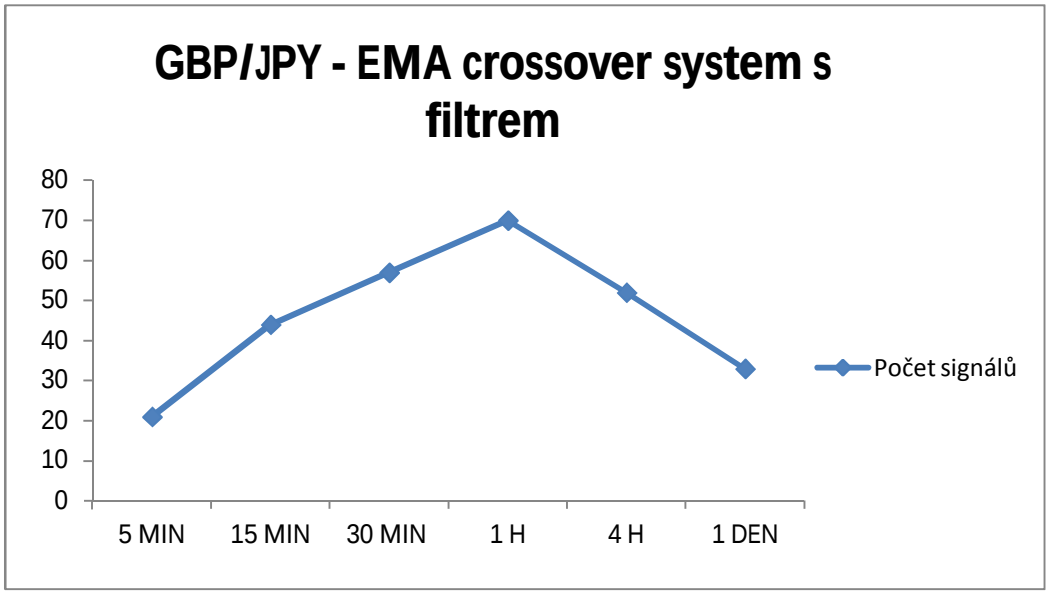
Obr. 7.4: *Likvidita obchodního systému založeného na překřížení EMA*

Zdroj: Vlastní zpracování

Na Obr. 7.4 je počet signálů dle dvanáctiletého backtestu (1999-2011) na měnovém páru GBP/JPY. Podmínka pro vstup do pozice byla určena na základě překřížení pomalejšího exponenciálního pohyblivého průměru (perioda 204) rychlejším EMA (perioda 34). Výstup z pozice byl stanoven na základě opačného protnutí pohyblivých průměrů.

Počet signálů byl nepřímo úměrný délce časové jednotky grafu. Nejednalo se však o lineární závislost. Při přechodu z 15 minutového timeframu na 30minutový poklesl počet signálů z 523 na 348.

[5] U společnosti Alpari ze dne 01. 03. 2012



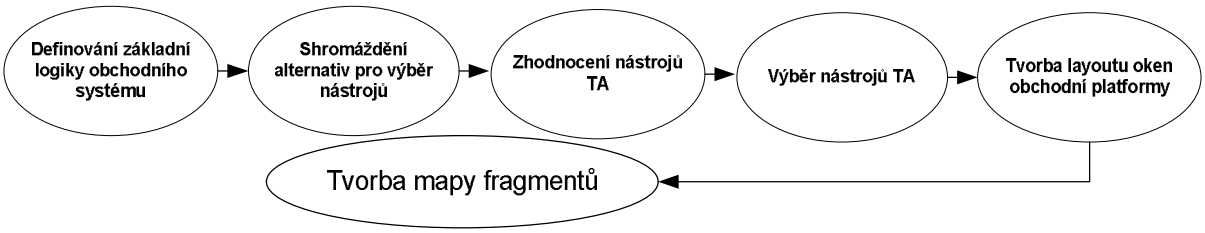
Obr. 7.5: *Likvidita upraveného OS s filtrem*

Zdroj: Vlastní zpracování

Přidáním další podmínky, která stanovuje minimální vzdálenost EMA34 od EMA204 na vstupní svíčce, byla porušena nepřímá úměra v délce časového rámce a výši likvidity obchodního signálu. Absolutní hodnota tohoto překřížení byla lépe dosažitelná na vyšších timeframech, kdy hodinový graf vykazoval nejvyšší četnost historických signálů.

7.1.3 Perspektiva vizualizace dat

Tvorba obchodního systému na základě technicko-analytických pravidel vyžaduje podrobné zkoumání trhů a pochopení podstaty práce s technickými indikátory a vzorci vývoje ceny. Samotná podstata perspektivy datové vizualizace vychází z pochopení logiky technické analýzy a uvědomění si možností při práci s obchodními pozicemi.



Obr. 7.6: *Postup při vymezení perspektivy vizualizace dat*

Zdroj: Vlastní zpracování

Definování základní logiky obchodního systému reprezentuje obecnou definici, která popisuje podstatu jeho fungování. Logika obchodního systému přitom nespecifikuje konkrétní nástroje technické analýzy. Ty jsou shromážděny v dalším kroku, ze souboru nástrojů, který poskytuje obchodní platforma, případně z nástrojů získaných z externích zdrojů. Zhodnocení nástrojů technické analýzy vyplývá z pozorování průběhu jejich vývoje v interakci s vývojem ceny

kapitálového aktiva. Výběr nástrojů technické analýzy je následným krokem vycházejícím z výsledků pozorování. Předposlední etapou vymezení perspektivy datové vizualizace je tvorba layoutu oken obchodní platformy. Výsledné uspořádání obchodovacích oken obsahujících zvolené nástroje je přímým vstupem do procesního kroku tvorby mapy fragmentů.

Mapa fragmentů představuje průběžný vstup, který obchodovací subjekt využívá při naplňování procesu fragmentování obchodní pozice. Mapa je shrnutím možností při práci s vybranými nástroji technické analýzy. Jejich podrobnost a rozdělení podléhá rozhodnutí konkrétního subjektu.

Definování základní logiky obchodního systému

První fází při vymezení perspektivy vizualizace dat je definování základní logiky vstupních, modifikačních a výstupních signálů. Základní logika je formulací jednoho či více faktorů, které představují obecný princip fungování budoucího obchodního systému.

Příkladem základní logiky obchodního systému může být:

- Identifikace změny volatility při protitrendových pohybech se zachycením zvratu co nejblíže vrcholům/dnům;
- zachycení tvorby dlouhých trendových pohybů prostřednictvím momenta trhu, s potvrzujícími, sekundárními signály;
- zachycení cenových pohybů v kanálech s potřebou co nejnižších stop-lossů;
- zachycení korekcí při silných primárních trendech;
- využití průrazů logických úrovní apod.

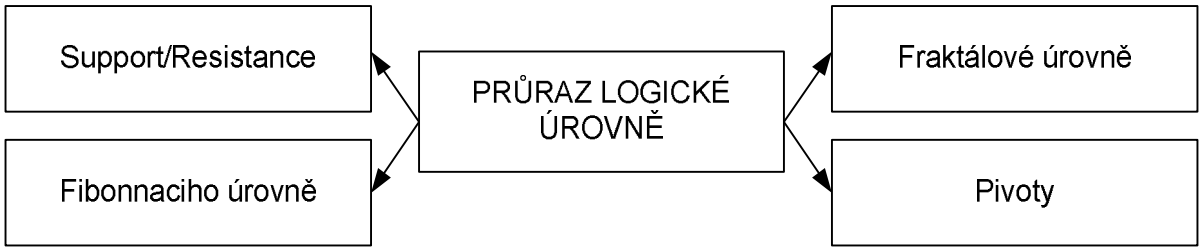
Základní logika obchodního systému by neměla zachycovat konkrétně použité technicko-analytické nástroje (např. identifikace signálu překoupenosti aktiva prostřednictvím indikátoru RSI). Tvorba základní logiky obchodního systému by měla být podobná tvorbě podnikové strategie a představovat tak obecnou podstatu fungování nastavených pravidel pro realizaci konkurenční výhody.

V některých případech může být formulace základní logiky problematická. Komplexní obchodní systémy mohou využívat vícero přístupů ke spuštění obchodních pokynů. V těchto případech je třeba uvést celkovou definici základní logiky, jsou-li všechny prvky považovány za nosné.

Shromáždění alternativ pro výběr nástrojů

Na formulovanou základní logiku navazuje shromáždění prostředků, kterými je možné ji naplnit. Výběr nástrojů technické analýzy určuje podobu dalšího zkoumání. Nejprve je třeba vymezit primární nástroje využitelné pro specifikování strategické podstaty obchodního systému.

Postup od tvoření obecných skupin nástrojů k jejich konkrétnímu vyjádření je v této fázi tvorby obchodního systému velmi vhodný a autorem disertační práce doporučovaný. Staví-li obchodní systém na průrazech logických úrovní, je vhodné seskupit možnosti pro výběr nástrojů např. dle Obr. 7.7.



Obr. 7.7: *Selektování nástrojů dle primární logiky obchodního systému*

Zdroj: Vlastní zpracování

Další konkretizace může probíhat formou rozdělení technicko-analytických nástrojů na podskupiny. Kupříkladu oscilátory mohou rozděleny následovně:

- oscilátory s obsaženou složkou volatility,
- dvoukřivkové oscilátory,
- jednoduché oscilátory s uzavřenou škálou apod.

Poslední fáze konkretizace přechází ke specifikaci podskupin technicko-analytických nástrojů na jejich jednotlivé, přesné názvy. Mezi dvoukřivkové oscilátory lze zařadit:

- MACD,
- Stochastický oscilátor,
- Aroon.

Hloubka výsledného sběru využitelných nástrojů a jejich dělení na skupiny a podskupiny je v režii obchodujícího subjektu. Důsledným provedením tohoto kroku si lze zajistit přehledné a dlouhodobě využitelné seznamy nástrojů pro tvorbu obchodních systémů.

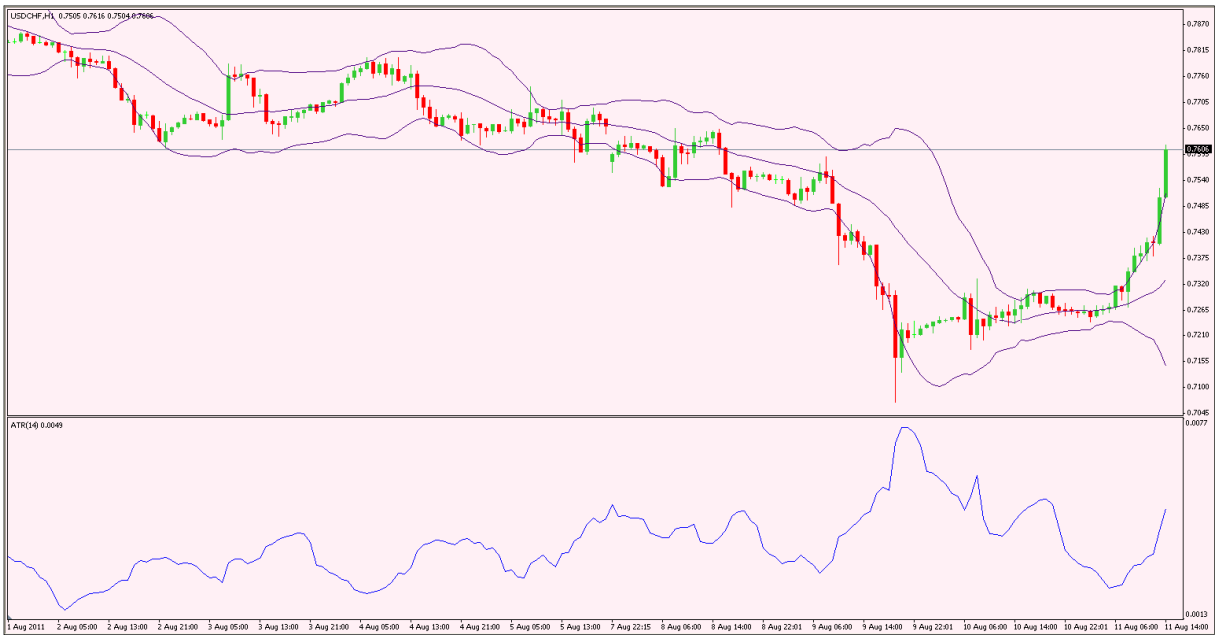
Zhodnocení a výběr nástrojů TA

Hodnocení a výběr konkrétního nástroje se řídí subjektivním rozhodnutím obchodníka. Částečně lze výběr nástroje postavit na tržní a časové perspektivě. Předem však nelze spekulovat nad kvalitou toho či onoho ukazatele. Až samotné pozorování odhalí vhodnost nástroje pro daný trh a účinek s jakým zachycuje cenové pohyby. Nelze tedy konstatovat, že CCI je lepší než RSI, dokud nebude ukazatel vhodně otestován na konkrétním trhu s konkrétním timeframem.

Při tvorbě layoutu nelze opomenout interní nastavení nástrojů (nastavení period ukazatele, metodu vyhlazení apod). Tento konkrétní problém není v disertační práci zkoumán[6].

Tvorba layoutu oken obchodní platformy

Layout cenového grafu musí respektovat základní logiku obchodního systému a nástrojů vybraných pro jeho sestavení. Rozmístění musí vyhovovat potřebám obchodujícího subjektu. Obchodující subjekt, kromě nástrojů technické analýzy, volí i různé detaily zobrazení oken v obchodní platformě (barevné nastavení plochy, grafu i ukazatelů apod.).



Obr. 7.8*: Layout obchodní platformy*

Zdroj: Vlastní zpracování

Graf na Obr. 7.8 je layoutem hodinového timeframu měnového páru USD/CHF se zobrazením ceny japonskými svícemi. Do okna cenového grafu jsou zakomponována Bollingerova pásma, která slouží k identifikaci anomálních pohybů mimo určený interval spolehlivosti. Jsou univerzálním nástrojem technické analýzy. Mohou sloužit k identifikaci obratu trendu i k potvrzení probíhajících pohybů směrem do nastaveného trendu.

Samostatné okno tvoří ukazatel ATR, který je nejvyužívanějším technickým indikátorem volatility. Počítá průměrný rozdíl mezi high a low za nastavený počet period.

[6] Autorův názor je ten, že důležitá je samotná logika obchodního systému, která by měla fungovat bez extrémních změn i při různých vnitřních nastaveních indikátorů.

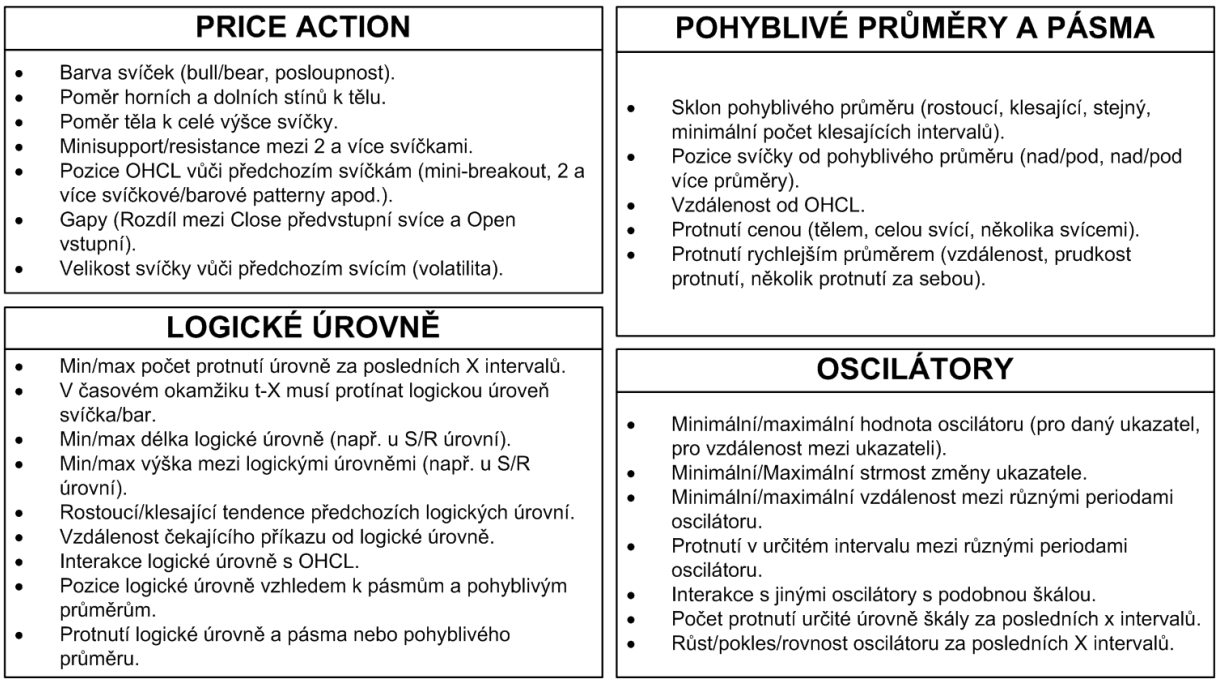
Základní logiku obchodního systému vztahující se na uvedený graf lze definovat jako identifikaci změny volatility pro zachycení obratu trendu. Volatilita je zde indikována oběma ukazateli, jelikož rozpětí horního a dolního Bollingerova pásma taktéž zprostředkovaně zobrazuje aktuální rozkolísanost trhu.

Tvorba mapy fragmentů

Posledním krokem při vymezení perspektivy vizualizace dat je tvorba mapy fragmentů. Mapa fragmentů představuje výčet využitelných pravidel a podmínek technické analýzy na základě zvolených nástrojů. Mapu fragmentů lze nazvat jako seznam, který dává obchodujícímu subjektu představu o různých způsobech vytváření obchodního systému, přičemž je v něm respektován sestavený layout všech indikátorů.

Na Obr. 7.9 je vytvořená obecná mapa fragmentů shrnující možnosti práce se čtyřmi kategoriemi nástrojů technické analýzy. Okno s názvem „Price Action" se týká práce s cenovými hladinami. Logické úrovně jsou přímkami, které vyznačují hladiny podpory a odporu v nejrůznějším vyjádření (Fibonacciho úrovně, fraktály, pivoty apod.) Pohyblivé průměry a pásma reprezentují skupinu ukazatelů, které jsou zakomponovány do okna cenového grafu a mají podobu průměrujících křivek. Oscilátory jsou ukazatele v odděleném okně s vlastní škálou a matematickým výpočtem vyjadřujícím poměrnou sílu poptávky/nabídky na kapitálovém trhu.

Vytvoření mapy fragmentů vyžaduje určitý self-brainstorming obchodníka a uvědomění si, jakými způsoby lze vytvářet obchodní systém v technické analýze. Mapa napomáhá vytváření vlastních logických podmínek a stává se tak zdrojem modelování potenciální konkurenční výhody.



Obr. 7.9: *Obecný výčet fragmentů dle druhu nástroje technické analýzy*

Zdroj: Vlastní zpracování

Ve vytvářených buňkách jsou specifikovány různé podmínky, které mohou být zakomponovány do tvořeného obchodního systému. Zvolené nástroje odpovídají vymezené logice obchodní systému. Fragmentární mapa pro ukazatele Bollingerových pásem a ATR je znázorněna na Obr. 7.10.

Obr. 7.10: *Fragmentární mapa pro obchodní systém Bollinger/ATR*

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 7.10 představuje konkretizovanou fragmentární mapu pro obchodní systém založený na dvou nástrojích. Fragmentováním byl získán obecný výčet podmínek, jež je možné využít k sestavení kriteriální funkce. **Podstatné přitom je, aby umístění nástrojů ve fragmentární mapě odpovídalo umístění nástrojů v oknech obchodní platformy.** Souměrné zobrazení fragmentární mapy pomáhá ke snazší identifikaci patternů na sledovaném trhu. Na obrázku lze vidět, že Bollingerova pásma nabízejí bohatší možnosti při práci s technickou analýzou. Je tomu tak z důvodu přímé interakce indikátoru s cenovým grafem. Navíc se Bollingerova pásma skládají ze tří křivek, které poskytují širší možnosti fragmentování. Při fragmentování se často pracuje s poměřováním různých ukazatelů, maximálními a minimálními hodnotami při pohybu o X period v historii, podmínkami divergence, překříženími různých úrovní extrémů apod. Blíže je fragmentování popsáno v kapitole 7.2.

Kvalita, rozsah a podrobnost fragmentární mapy závisí na konkrétním subjektu, který ji sestavuje. Technická analýza nabízí neomezené možnosti zkoumání relací mezi indikátory, cenou, objemem a počtem kontraktů. K odhalení originálních a účinných fragmentů je třeba provádět neustálá pozorování a také „vizuální brainstorming“. Prvky, které napomáhají efektivnější tvorbě fragmentární mapy, jsou uvedeny v kapitole o pozorování trhů (8.2.4).

7.2 Charakteristiky fragmentu

Pojem fragment je v obecné mluvě definován jako ulomená, odebraná nebo neúplná část určitého celku. **Fragmenty**[7] **v disertační práci jsou podmínkami pro vykonání pokynů v obchodní platformě.** Fragmenty jsou složeny alespoň ze dvou operandů a z alespoň jednoho operátoru. Operandy jsou reprezentovány technicko-analytickými proměnnými, případně konstantami, které jsou vztaženy ke škále technicko-analytického nástroje. Operátory jsou v rámci fragmentární metodiky děleny na interní (matematická znaménka rovnosti a nerovnosti) a externí (logická znaménka).

Činnost fragmentování je možné definovat jako exogenní formování obchodních systémů, které vychází z grafického vyjádření prvků technické analýzy. Exogenní formování představuje výstavbu či úpravu obchodních systémů prostřednictvím zásahu do obchodních pravidel.

[7] V technické analýze se často objevuje pojem filtrování, který může být zaměněn s fragmentováním. Filtrování je považováno za omezení likvidity obchodního systému přidáváním dodatečných podmínek (např. obchodování jen za vysoké úrovně volatility) v kriteriální funkci pro vstup do obchodní pozice. Fragmentování je širší pojem reprezentující každý soubor podmínek, které slouží k identifikaci vstupních, modifikačních a výstupních pravidel pro realizování obchodních pokynů.

Výstavba obchodních systémů prostřednictvím fragmentární metodiky je tedy modelováním technicko-analytického prostoru, nikoliv jeho optimalizací. [8] Je využitelná pro tvorbu diskrétních obchodních systémů (tzv. obchodování „vlastní rukou“) i mechanických obchodních systémů.

Fragment musí mít určené následující atributy:

- **Tržní perspektiva** – tržní perspektiva reprezentuje kapitálový trh, jehož cenový vývoj je analyzován prostřednictvím fragmentů (modelovaný trh) a kapitálový trh, na němž jsou prováděny obchody (obchodovaný trh).
- **Perspektiva časového rámce** – perspektiva časového rámce je vázána na časové intervaly, které jsou fragmentem analyzovány a časový interval, na němž jsou prováděny obchody. Obchodní systém může být postaven na tzv. multi-timeframe analýze, kdy jsou technicko-analytická pravidla aplikována na více časových rámců pro potvrzení vstupních, modifikačních či výstupních signálů.
- **Technicko-analytické veličiny** – fragment je spojen s technicko-analytickými veličinami (operandy) využívanými pro výstavbu obchodního systému. Může se jednat např. o OHCL ceny nebo velké množství indikátorů, které jsou v obchodních platformách k dispozici. Tyto indikátory mají interní parametry (perioda, vyhlazení průměrem, směrodatná odchylka apod.), se kterými lze dále pracovat.
- **Horizontální ukotvení** – v kontinuálně probíhající časové řadě je třeba určit moment, kdy bude tržní operace spuštěna. Nástroje technické analýzy, a tím i fragmenty, jsou posuzovány na aktuálně probíhajícím časovém intervalu *t* či v intervalech o *x* časových jednotek do historie. Signál pro obchodní pokyn je tak realizován dle aktuálního, otevřeného časového intervalu nebo dle uzavřených intervalů v minulosti.
- **Interní vazba mezi veličinami uvnitř fragmentu** – fragment obsahuje podmínku, která vymezuje vztah mezi nástroji technické analýzy či vztah nástroje technické analýzy a definované hodnoty (konstanty). Interními vazbami lze modelovat pozici či překřížení různých indikátorů, formovat maximální, minimální přípustné hodnoty indikátorů apod. Interní vazby uvnitř fragmentu jsou tvořeny matematickými znaménky rovnosti a nerovnosti.
- **Externí vazba mezi fragmenty** – fragmenty jsou mezi sebou propojovány prostřednictvím logických operátorů a znamének. Nejčastějšími používanými operátory jsou AND a OR. Diskrétní

[8] V rámci automatických obchodních systémů je fragmentování předstupněm optimalizačního procesu, který po krocích kombinuje parametry (např. periody technických indikátorů, velikost stop-loss úrovně apod.) pro dosažení nejlepšího výsledku.

obchodníci mají tato pravidla sepsána a používají je pro ruční obchodování na kapitálových trzích. Mechanické obchodní systémy obsahují kriteriální funkci, která automaticky vykonává obchodní pokyny dle splnění nastavených podmínek.

Fragmenty[9] jsou tedy trhem, časovým intervalem a technicko-analytickými nástroji vymezená pravidla, která podmiňují vstup do obchodní pozice, výstup z obchodní pozice a modifikaci dynamických úrovní při práci s obchodní pozicí.

7.2.1 Prostředky pro vymezení fragmentů

Fragmentování staví na kriteriální funkci, dle níž se spouští obchodní příkazy v platformě. Kriteriální funkce je logická funkce IF, přičemž fragmenty představují její složky. Fragmenty lze zobrazovat kromě kriteriální funkce také umístěním do piktogramů. Piktogramy se zabývá samostatná kapitola Obr. 8.2.

Kriteriální funkce

Kriteriální funkce je ekvivalentem funkce IF, která podmiňuje realizaci okamžitého nebo čekajícího obchodního příkazu. Při sestavování mechanického obchodního systému podléhá formát kriteriální funkce konkrétnímu programovacímu jazyku. V zásadě je však kriteriální funkce zapisována dle stejných pravidel.

Tržní vstupní příkaz long na TF 1 H a trhu GBP/USD, IF:

RSI(14,Typical)_GBP/USD_1H _2 < RSI(50,Typical)_1H_2 ***AND***

RSI(14,Typical)_GBP/USD_1H _1 > RSI(50,Typical)_1H_1.

Uvedená kriteriální funkce stanovuje okamžitý vstupní příkaz otevření obchodní pozice do strany long, pokud jsou splněny podmínky definované technickým ukazatelem RSI.

Kriteriální funkce obsahuje dvojici fragmentů oddělených řádky, přičemž každý z těchto dvou fragmentů obsahuje dva operandy (ukazatel RSI s periodou 14 a ukazatel RSI s periodou 50). Interní parametry RSI ukazatelů jsou uvedeny v závorkách. U složitějších kriteriálních funkcí nemusí být interní parametry uváděny. Měly by však být popsány v poznámkách pod kriteriální funkcí.

Podtržítko odděluje označení trhu (GBP/USD) a timeframu (1H), na kterém je veličina kalkulována. Shoduje-li se obchodovaný trh a timeframe s fragmentovaným trhem a timeframem, nemusí být tyto údaje v kriteriální

[9] Fragmenty nesmí být zaměňovány se vztahovou veličinou, na základě které probíhá implicitní umístění dynamických úrovní (stop-loss, profit-target, čekající úrovně) při vstupu do obchodní pozice. Vztahová veličina je v podstatě fragment, jehož podmínky jsou splněny vždy po vstupu do obchodní pozice. Blíže je vztahová veličina popsána v kapitole 8.2.

funkci uvedeny. Tučně zvýrazněný logický operátor **AND** představuje externí vazbu mezi fragmenty. Posledním údajem u každé veličiny musí být její pozice (horizontální ukotvení). Horizontální ukotvení fragmentu představuje identifikaci veličiny v čase vzhledem ke vstupnímu časovému intervalu (viz. kapitola 7.2.3).

Obr. 7.11: *Obchodní systém na bázi překřížení RSI 14 přes RSI 50*

Zdroj: MetaTrader4

Na Obr. 7.11 je graficky znázorněna exekuce uvedené kriteriální funkce. V horním okně je svícnový graf. V dolním okně je dvojice RSI indikátorů. Rychlejší RSI s periodou 14 je znázorněn růžovou křivkou. Pomalejší indikátor RSI s periodou 50 má zelenou křivku. Dle sestaveného výňatku z kriteriální funkce je vstupováno do long pozice pokud RSI14 protne RSI50 zespoda. Na předvstupní svíci musí tedy být RSI14 níže než RSI50 a na vstupní svíci právě naopak.

Fragmenty lze propojovat mezi více tržními prostory a časovými rámci. Dle hlediska těchto dvou perspektiv autor v disertační práci fragmenty rozdělil na následující kategorie:

- **Uniformní fragmenty** – vychází-li fragment z trhu a časového rámce, na kterém je zároveň otevírána, modifikována a uzavírána pozice, nazývá se uniformní fragment.
- **Intertimeframe fragment** – pokud je v obchodním systému fragment, který využívá jiný timeframe než ten, na kterém je obchodováno, nazývá se intertimeframe fragmentem. Intertimeframe fragmenty mají shodný modelovaný a obchodovaný trh.
- **Intermarket fragment** – je-li obchodováno na jiném trhu než je ten, který využívá fragment v obchodním systému, jedná se o intermarket fragment. Intermarket fragmenty mají shodný modelovaný a obchodovaný timeframe.
- **Interformní fragment** – interformní fragment je kombinací intertimeframe fragmentu a intermarket fragmentu. Z hlediska tržní a časové perspektivy se jedná o nejsložitější formu propojení fragmentů v obchodním systému.

7.2.2 Vizualizace fragmentu

Vizualizace fragmentu je znázorněna na Obr. 7.12. Fragment je popsán obchodovaným instrumentem, na kterém je identifikována technicko-analytická podmínka (levý horní roh). Neshoduje-li se s trhem uvedeným v piktogramu vstupu do pozice, je obchodní systém založen na korelaci vývoje cen nebo hodnot nástrojů kapitálových aktiv.

Pravá horní část fragmentu je reprezentována časovým rámcem, na kterém je fragment identifikován.

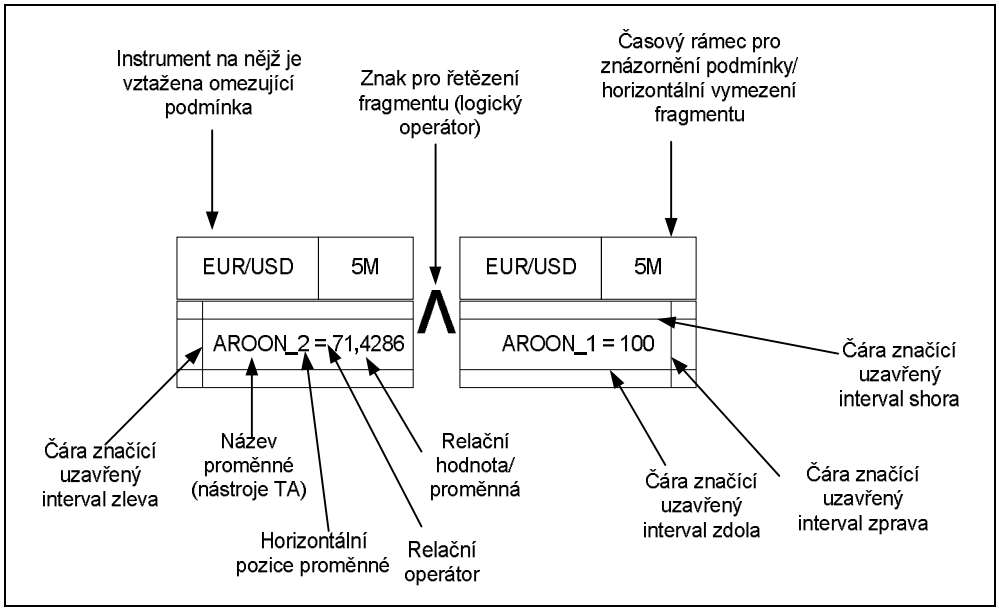
Číselná hodnota, uvedená na konci názvu technicko-analytického nástroje uvádí horizontální pozici, kterou zaujímá vůči vstupnímu časovému intervalu. Je-li vstupováno na uzavírací ceně časového intervalu, je poslední uzavřený bar, tick, japonská svíce apod. označen číslem 1. Ke každému vzdálenějšímu časovému intervalu je načtena hodnota 1.

Ve spodní části fragmentu je názvem identifikován nástroj, na který je fragment napojen. Tento nástroj může být v závorce zpřesněn jeho periodou, vyhlazením, odchylkou, případně dalšími parametry. Detailnost popisu je odvislá od potřeby konkrétního obchodovacího subjektu. Není-li technicko-analytický nástroj zpřesněný v samotném fragmentu, je třeba tak učinit v doplňujících poznámkách v mapě piktogramů.

Jako doplňující prvek piktogramu lze nakreslit čáry znázorňující vertikální a horizontální omezení fragmentů. Fragment horizontálně ukotvený nejblíže vstupnímu časovému intervalu představuje omezení zprava. Fragment, jež má podmínku (horizontální ukotvení) nejdále v minulosti, je omezený zleva.

Vertikální omezení se týká definovaných maximálních a/nebo minimálních hodnot pro škály technicko-analytických nástrojů. Je-li podmínka obchodního

pokynu podmíněna rovností nástroje k určené konstantě, jedná se o souběžné omezení shora i zdola.



Obr. 7.12: *Popis komponent fragmentů*

Zdroj: Vlastní zpracování

Na Obr. 7.12 je uvedená dvojice fragmentů, které jsou identifikovány na trhu EUR/USD a časovém rámci 5 minut. První fragment je uzavřený zleva a omezený zhora i zdola – využívá konstantní hodnotu, kterou musí splňovat indikátor Aroon. Druhý fragment je s prvním fragmentem propojený operátorem AND – konjunktivní podmínkou, která musí být splněna pro vstup do pozice. Druhý fragment je uzavřený zprava – týká se tedy vstupního časového intervalu. Podmínka je opět omezena shora i zdola – tvoří ji konstantní hodnota 100, kterou musí splňovat indikátor Aroon.

7.2.3 Horizontální ukotvení fragmentu

Jelikož technicko-analytické nástroje usuzují z historicky vypozorovaných rekurentních vzorců, je třeba fragment umístit dle časového rámce (případně jiné horizontální jednotky), a to vzhledem k momentu vstupu, modifikace či výstupu z trhu. Je-li uvažován obchodní pokyn na grafu japonských svící, lze usuzovat o aktuálně vykreslované (probíhající) svíci jako o časovém intervalu s označením 0. Každá další svíce do minulosti má narůstající označení 1 až n. První uzavřená japonská svíce má tedy označení 1. Princip popisu horizontálního ukotvení vychází z principu tvorby algoritmů pro automatické obchodní systémy.

Obr. 7.13: *Horizontální ukotvení fragmentu signálu RSI*

Zdroj: MetaTrader4

Na Obr. 7.13 je ukázka vstupního signálu na bázi indikátoru RSI. Podstata signálu spočívá v poklesu indikátoru RSI pod hranici extrému a jeho následném, okamžitém růstu nad tuto hranici. Extrémem je v tomto případě myšlen uzavřený interval 0 až 30.

Pro horizontální ukotvení signálu jsou použity 3 časové intervaly označené v barevných sloupcích. Využitím logických znamének větší než a menší než je vymezena vertikální pozice indikátoru na jednotlivých svících. Fragmenty jsou zřetězeny prostřednictvím relačního operátoru AND (rovnice je znázorněna přímo v Obr. 7.13).

Využité ukotvení představuje 1. až 3. časový interval, vertikální limitace je na třech svících vyjádřena indexovou škálou RSI. Třetí svíce zaujímá hodnotu v intervalu (30;100), druhá svíce hodnotu v intervalu (0;30) a první neboli vstupní svíce potom opět hodnotu v intervalu (30;100).

7.2.4 Vertikální ukotvení fragmentu (práce se škálami)

Vertikální ukotvení fragmentu je odvislé od škály okna grafu či okna technického indikátoru. Na základě vypozorovaných signálů lze nastavit intervaly, které mají zaujímat hodnoty nástrojů TA v obchodním systému. Intervalové omezení může sloužit např. k zajištění minimální výše volatility

nebo momenta při vstupu na trh. Existují tři základní typy škál, se kterými lze v rámci technické analýzy pracovat:

- **Cenová hladina v grafu technické analýzy** – oblast grafu ceny, objemu či počtu kontraktů nemá uzavřený interval ani shora ani zdola. Např. u měnových párů může teoreticky kurz dosáhnout jakéhokoliv čísla limitně k nule či k nekonečnu. Proto zde neexistuje jednoznačně uzavřený interval ani pro indikátory přidružené k cenovému grafu (pohyblivé průměry, fibonacciho úrovně apod.). Podmínky přímo v oblasti cenového grafu lze efektivně vymezit např. prostřednictvím relačních fragmentů (viz kapitola 7.2.7).
- **Škála uzavřených technických ukazatelů** – uzavřené technické indikátory jako RSI, Stochastický oscilátor či Demarker lze jednoznačně vertikálně vymezit ve vztahu k celé jejich škále. Pokud je uvažován obchodní systém, který staví na překročení RSI přes hranici 30 včetně, je jednoznačné, že signál se spustí, pokud křivka bude dosahovat hodnot <30;100>.
- **Škála otevřených technických ukazatelů –** otevřené škály technických indikátorů (ATR, CCI, Momentum apod.) se vyznačují tím, že nelze jednoznačně stanovit maximální/minimální hodnoty indikátoru. Indikátory s otevřenou škálou v sobě často zahrnují kalkulaci volatility.

Zachycení škály v kriteriální funkci lze provést několika základními způsoby. Použitím znamének nerovnosti lze definovat otevřené/uzavřené intervaly, které může technický nástroj zaujímat v okamžiku realizace obchodního příkazu. Fragment může být z intervalového hlediska definován:

- **Vertikálním maximem** – vertikální strop je podmínkou určující maximální hodnotu, kterou může nástroj technické analýzy dosahovat. Při obchodu na pokles aktiva (tedy short pozice) lze nastavit maximální hodnotu, kterou může dosahovat indikátor CCI (např. na -100). Vertikální maximum je v kriteriální funkci definováno relačním znaménkem menší než určitá konstanta.
- **Vertikálním minimem –** vertikální minimum určuje nejmenší možnou hodnotu nástroje technické analýzy v rámci určené škály. Příkladem vertikálního minima je podmínka, že ukazatel RSI musí být při vstupu do short pozice vyšší než 70. Vertikální minimum je v kriteriální funkci definováno relačním znaménkem větší než určitá konstanta.
- **Vertikálním pásmem –** vertikální pásmo představuje kombinaci maxima a minima pro determinaci intervalu hodnot, které musí pro spuštění obchodního pokynu nástroj TA dosahovat. Vertikální pásmo je používáno některými tradery v obchodním systému FinWin (od autorů webu Finančník) – konkrétně v patternu 0v. Zde je určeno pásmo, ve kterém se může nacházet ukazatel CCI o periodě 50 na konci časového intervalu t-1

(t je čas vstupu do pozice). Vertikální pásmo je v kriteriální funkci definováno kombinací relačních znamének větší než a menší než.

- **Rovností k určené hodnotě –** některé nástroje technické analýzy (např. Williams %R, Aroon) umožňují nastavení konkrétní hodnoty, které má na určeném počtu časových intervalů ukazatel dosahovat. U nástrojů typu CCI, RSI nebo Stochastický oscilátor je nastavení konkrétní hodnoty problematické. Důvodem je fakt, že téměř nikdy nedosahují okrajových hodnot na škále. Oproti tomu Williams %R, přestože je počítán na desetinná místa, umožňuje určit rovnost k hodnotám 0 a -100 bez podstatného narušení likvidity konstruovaného signálu.

7.2.5 Pole fragmentů

Při sestavování pravidel obchodního systému lze využít práci s poli, které poskytují kriteriální funkci vyšší flexibilitu. Příkladem podmínky, která využívá pole svíček 4 až 10 je negování pozice indikátoru RSI vzhledem k extrému. Jsou tak odfiltrovány potenciální série falešných výstupů RSI z pásma extrému. Kriteriální funkci, která využívá pole lze zapsat následujícím způsobem:

RSI(14,Typical)_GBP/USD_1H _2 < RSI(50,Typical)_1H_2 ***AND***

RSI(14,Typical)_GBP/USD_1H _1 > RSI(50,Typical)_1H_1 ***AND***

RSI(50,Typical)_GBP/USD_1H _4-10 > 30.

Pomocí polí lze zjednodušovat zápis kriteriální funkce. Místo šesti fragmentů byl zapsán pouze jeden. Na intervalech 4-10 reprezentuje fragment podmínku, kdy RSI50 se musí nacházet nad hodnotou 30. Kriteriální funkce je přepisem obchodního signálu z Obr. 7.11 s přidaným fragmentem pro vertikální omezení.

7.2.6 Agregované fragmenty

Agregované fragmenty představují podmínky obsahující souhrnný prvek. Tento prvek je označený libovolným názvem označeným tučným písmem. Agregované fragmenty zjednodušují operace s více veličinami, které jsou v základním vyjádření příliš komplikované pro srozumitelný a jednoznačný zápis.

(Open_2-Close_2)/(High_2-Low_2) > 0.8 ***AND***

(Close_1-Open_1)/(High_1-Low_1) > 0.8.

Prvek *(Open_X – Close_X)/(High_X-Low_X)* lze označit zkráceně např. jako ***PomerSvice_1***. Souhrnná veličina musí být důkladně popsána a vysvětlena v poznámkách.

Kriteriální funkce po zavedení agregovaného fragmentu vypadá následovně:

PomerSvice_2 > 0.8 ***AND***

PomerSvice_1 > 0.8.

7.2.7 Relační ukotvení fragmentu (práce s relačními fragmenty)

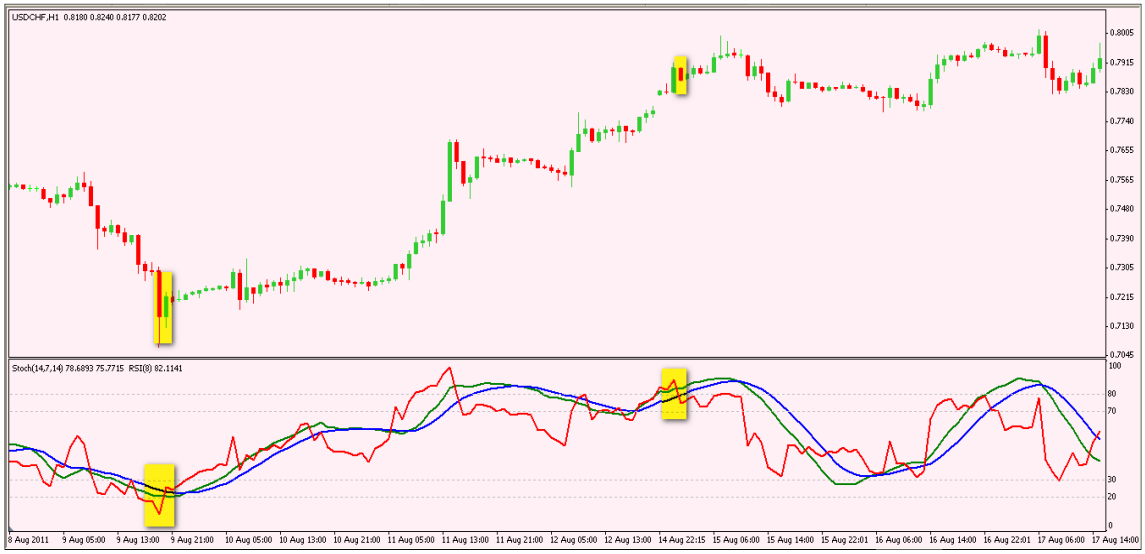
Relační fragment je technicko-analytickou podmínkou, jež je vztažena k jinému nástroji technické analýzy, případně ke stejnému nástroji s jinými interními parametry. Relační fragmenty mohou tedy vyjadřovat překřížení křivek o různých periodách, pozici křivek různých indikátorů apod.

V okně cenového grafu bývá často užíván relační fragment, ve kterém cena překříží např. pohyblivý průměr, rychlejší průměr překříží průměr pomalejší apod. Podmínky v relačních fragmentech využívají zejména matematické operátory:

- **Znaménko větší než** – pomocí relačních znamének lze nadefinovat formace mezi různými ukazateli technické analýzy. Může se jednat o vztahy mezi indikátorem a cenovou úrovní, mezi indikátory navzájem apod. Znaménko větší než je používáno pro omezení hodnot jednoho nástroje vzhledem k jinému nástroji TA směrem zdola. Typickým příkladem využití relace mezi indikátory je podmínka vyšší hodnoty krátkodobého ATR s periodou 14 vzhledem k hodnotě ATR s periodou 100.
- **Znaménko menší než** – pomocí znaménka menší než je hodnota jednoho indikátoru omezována vzhledem k hodnotě druhého indikátoru směrem zdola. Kombinací znamének větší než a menší než na dvou po sobě jdoucích časových intervalech je možno vytvořit tzv. „crossover podmínku“, kdy jeden indikátor překračuje hodnotu jiného indikátoru nebo zvolenou úroveň na škále.

Pomocí fragmentární metodiky lze konstruovat obchodní signály, které nejsou v dostupných zdrojích o technické analýze zmíněny. Lze například spojovat odlišné typy indikátorů se stejnými škálami a objevovat tak nové možnosti technické analýzy. Příkladem je RSI a Stochastický oscilátor. Škály obou indikátorů jsou v rozmezí 0 až 100. Je tedy možné přímo pozorovat interakci indikátorů a případně na nich vystavět část obchodního systému. Na Obr. 7.*14* je interakce znázorněna. Křivka RSI s periodou 8 má červenou barvu a nachází se v okně spolu s vlnovitě tvarovaným Stochastickým oscilátorem. Po delším pozorování lze vyčíst, že pokud křivka RSI protne obě křivky Stochastického oscilátoru a zároveň i hladinu extrému v hodnotě 20 či 80, může dojít k poměrně silnému obratu v trendu. Pro ukázku jsou signály žlutě obarveny. První dva žluté rámečky označují místo, kde signál vystihl tvorbu rostoucího trendu přímo na jeho dnu. Druhé dva rámečky jsou shortovým signálem, který byl neúspěšný, jelikož zasáhl do stále rozjetého býčího trendu potvrzeného prvním signálem.

S úspěchem lze kombinovat zpravidla jen ty ukazatele, které mají podobnou stupnici či škálu. Poměřováním oscilátorů, které mají rozdílnou škálu, je problematické, jelikož jsou srovnávány zcela jiné jednotky.



Obr. 7.14: *Vstup dle překřížení RSI přes křivky Stochastického oscilátoru*

Zdroj: MetaTrader4

Zásadními faktory, které zefektivňují fragmentování, jsou důsledné testování obchodních systémů a samotné porozumění technické analýze, včetně všech jejích perspektiv. Fragmentování zároveň slouží jako metodika, která přímo vede obchodníka k výukovým procesům prohlubujícím jeho znalosti a schopnosti pro vyhledávání konkurenčních výhod na kapitálových trzích.

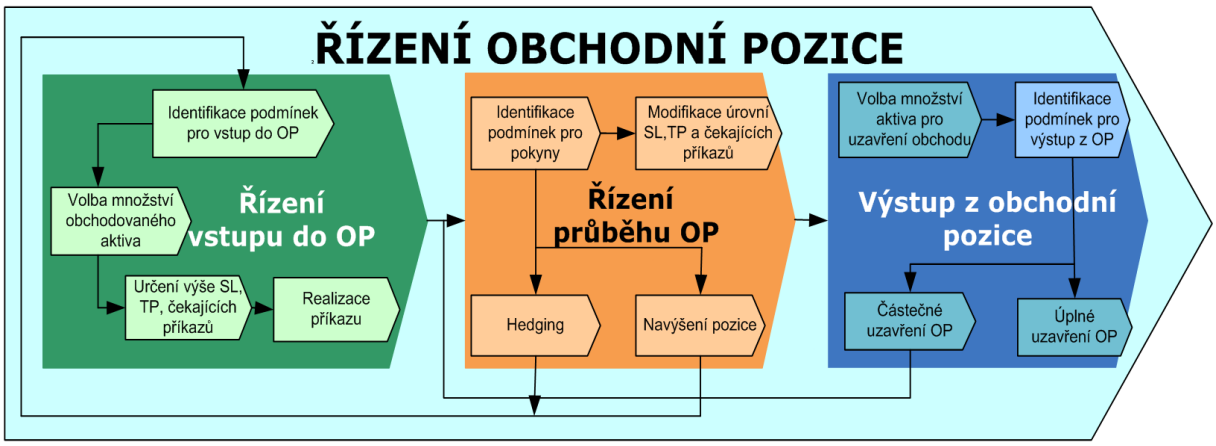
8 PROCES FRAGMENTOVÁNÍ OBCHODNÍ POZICE

Jak již bylo uvedeno, fragmentární metodika je sestavena ze dvou etap. První etapu tvoří definování trojice perspektiv, na kterých je postavena technická analýza. Druhou etapu představuje naplnění procesu fragmentování obchodní pozice. Pro popis **procesu fragmentování obchodní pozice** je třeba nejprve charakterizovat **proces řízení obchodní pozice**.

8.1 Proces řízení obchodní pozice

Proces řízení obchodní pozice lze chápat jako horizontální řetězec procesních kroků na časové ose od otevření obchodní pozice po její úplné uzavření. Tyto procesní kroky jsou spojeny s volbou parametrů vstupu do obchodní pozice, modifikace probíhající obchodní pozice a volbou parametrů pro výstup z obchodní pozice.

Proces řízení obchodní pozice je umístěn do prostoru trhu kapitálového aktiva, na který je pohlíženo konkrétním časovým rámcem a pro analýzu je využíván specifický layout nástrojů technické analýzy. Obr. 8.1 je podmnožinou perspektiv přehledně znázorněných na Obr. 7.3 (na straně 73).



Obr. 8.1: *Procesní schéma při řízení průběhu obchodní pozice*

Zdroj: Vlastní zpracování

Řízení vstupu do obchodní pozice je vázáno na identifikaci podmínek pro její otevření. Tyto podmínky mohou mít technicko-analytický či fundamentální charakter. V této disertační práci budou uvažovány pouze technicko-analytické podmínky.[10] Realizace obchodního příkazu je spojena s určením obchodovaného množství, zadáním stop-lossu a jiných čekajících úrovní.

[10] Autor si uvědomuje synergické efekty při simultánním využití technické a fundamentální analýzy. Disertační práce je však z hlediska rozsahu zaměřena pouze na využití nástrojů technické analýzy.

Subprocesy pro řízení vstupu do obchodní pozice a výstupu z obchodní pozice mohou být v rámci řízení stejné OP znovu inicializovány, a to navýšením pozice (opětovným vstupem do trhu) nebo částečným uzavřením obchodní pozice (neúplným výstupem z trhu). Na Obr. 8.1 jsou tyto cesty označeny šipkami vystupujícími zpět ze tří barevných subprocesů.

Řízení průběhu obchodní pozice je spojitým intervalem, který je doprovázen reakcí tradera/automatického systému na předdefinované události (signály vycházející z nástrojů technické analýzy). Na předdefinované události je vázána např. manipulace s úrovněmi stop-loss, profit-target apod.

Proces řízení obchodní pozice je operativní činností, která staví na kvalitách tvorby, optimalizace a exekuce stanovených pravidel technické analýzy.

8.2 Průběžné aktivity v procesu fragmentování obchodní pozice

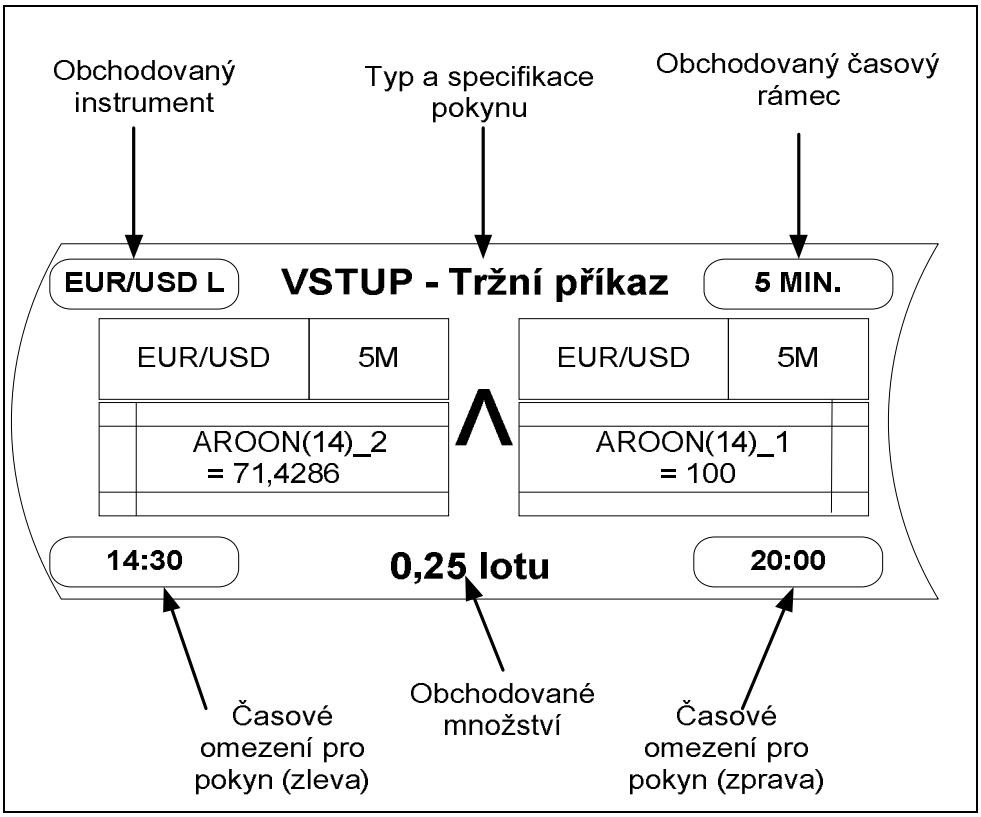
V procesu fragmentování se objevují aktivity, které je potřeba průběžně vykonávat pro jeho efektivní naplnění. Jedná se o pozorování a backtesting, tvorbu map fragmentů a map piktogramů pro řízení pozice. Určité procesní kroky v procesu fragmentování obchodní pozice mohou být tedy vázány na vykonání těchto aktivit (např. obecný popis fragmentů, tvorba kriteriální funkce pro vstup/modifikaci/výstup, apod.). V následujících subkapitolách budou průběžné aktivity blíže rozebrány.

8.2.1 Piktogramy vstupních fragmentů

Vizualizace vytvořených fragmentů je aktivitou prostupující celým procesem fragmentování obchodní pozice. Cílem zobrazení fragmentů je poskytnutí přehledného schématu popisujícího fungování celého obchodního systému. Obchodník tak má možnost využívat mapu k postupné tvorbě technicko-analytických pravidel dle fragmentární metodiky. Schéma navíc napomáhá k identifikaci nových patternů, které by bez vizualizace bylo obtížnější vytvářet.

Jednotlivá pravidla jsou v pořadí vstup-modifikace-výstup umísťována do specifických piktogramů. Pořadí piktogramových zobrazení je určeno pořadím průběhu jednotlivých kriteriálních funkcí v procesu „Fragmentování obchodní pozice“.

Piktogramy obsahují prvky, které jednoznačně identifikují pozici, rozsah (šířku) a komplexnost (hloubku) fragmentování.



Obr. 8.2: *Znázornění a popis fragmentovaného prostoru*

Zdroj: Vlastní zpracování

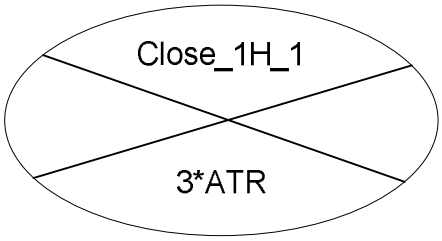
Na Obr. 8.2 je ilustrace vstupního fragmentu. Levý horní roh piktogramu reprezentuje obchodovaný trh s písmenem L nebo S, charakterizujícím směr obchodu. Nahoře uprostřed je specifikován typ příkazu, kterým je vstupováno na trh. Pravý horní roh popisuje obchodovaný časový rámec. Spodní rohy piktogramu jsou určeny případnému časovému omezení pro vstup do obchodní pozice. Kromě hodinového omezení může být ustanoveno omezení dle dnů v týdnu, měsíců v roce apod. Dole uprostřed je uvedeno množství obchodovaného kapitálového aktiva.

Obr. 8.2 tedy představuje vstup do long pozice měnového trhu EUR/USD tržním příkazem na pětiminutovém grafu. Obchodní systém vstupuje do pozice pouze mezi dobou 14:30 a 20:00. Obchodované množství je 0,25 lotu.

Piktogram vstupního subprocesu vyplňují fragmenty, jimiž je podmíněn vstup do trhu. Detailní popis komponent fragmentu je uveden na Obr. 7.12.

8.2.2 Piktogramy modifikačních fragmentů

Piktogramy modifikačních fragmentů jsou rozděleny na čtyři základní kategorie: stop-loss na vstupu, modifikace stop-lossu, profit-target na vstupu a modifikace čekajících příkazů. Pro zjednodušení nebude uvažováno o čekajících vstupních příkazech a money managementu. V následujících odstavcích budou popsány ostatní modifikační piktogramy.



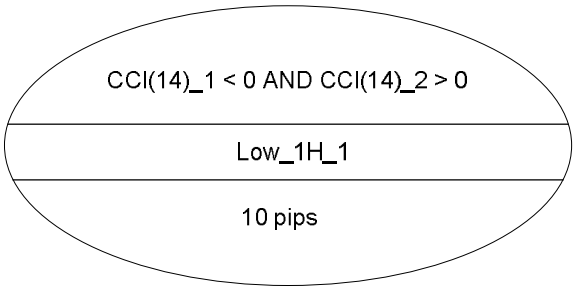
Obr. 8.3: *Piktogram zobrazující logiku umísťování stop-loss úrovně*

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 8.3 ilustruje podmínku umístění stop-lossu ve vzdálenosti trojnásobku ATR od uzavírací ceny hodinového grafu. Stop-loss na vstupu je označován dvakrát přeškrtnutou elipsou, přičemž v horní části je zachycena vztahová veličina a v dolní části metrika, která určuje vzdálenost stop-lossu od vztahové veličiny.

Vztahová veličina musí být určena pozicí ceny či indikátoru, který je s cenovým grafem kompatibilní. Odpovídá-li vzdálenost umístění stop-lossu konkrétnímu indikátoru (např. pohyblivému průměru), zůstává metrika pro vzdálenost nevyplněná. Vzdálenost stop-lossu od vstupu (v dolním poli) je brána reverzně k ziskové straně aktiva.

Je-li v kolonce např. 10 pips při long pozici, je stop-loss umístěn deset pipů pod zvolenou vztahovou veličinu. Musí však být zajištěno, že stop-loss splňuje podmínky minimální vzdálenosti od otevírací ceny určené brokerem.



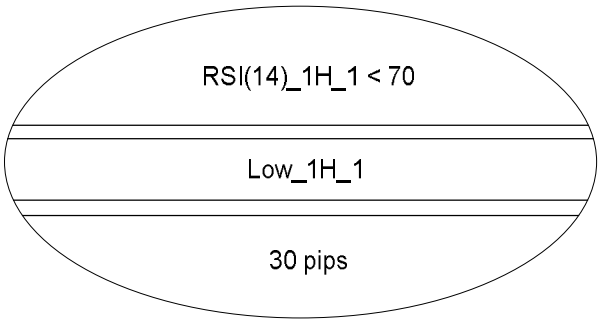
Obr. 8.4: *Piktogram zobrazující logiku modifikace stop-loss úrovně*

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 8.4 představuje piktogram pro zobrazení podmínek posunu stop-loss úrovně. Piktogram je rozdělen na tři části jednoduchými čarami. První část reprezentuje podmínku, která spouští modifikační proces. Jedná se o dvojici fragmentů, které nejsou podrobně rozepsány z důvodu zjednodušení vizualizace.[11]

[11] Pokud by byla podmínka pro spuštění posunu SL identifikována na jiných trzích nebo časových rámcích než jsou obchodované, je třeba uvést v piktogramu odpovídající detaily.

Prostřední část piktogramu obsahuje vztahovou veličinu pro úroveň stop-lossu. Poslední část určuje vzdálenost od vztahové veličiny. Na tuto vzdálenost je stop-loss umístěn. Na Obr. 8.4 je tedy znázorněno posunutí stop-lossu na úroveň 10 pipů pod low svíčky (u long pozice) na hodinovém grafu, pokud ukazatel CCI s periodou 14 protne nulovou úroveň zdola.

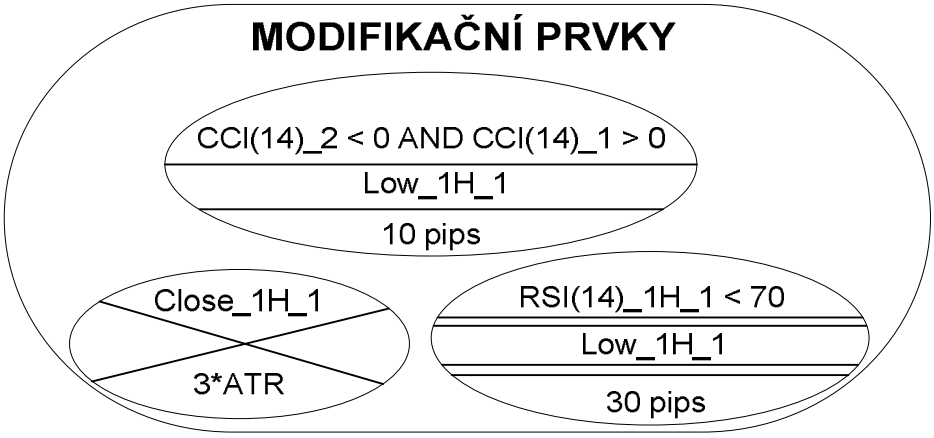


Obr. 8.5: *Piktogram zobrazující logiku modifikace profit-target úrovně*

Zdroj: Vlastní zpracování

Umístění profit-targetu neboli limitní úrovně, která uzavírá ziskový obchod, je ilustrováno piktogramem elipsy (Obr. 8.5) rozpůlené dvěma dvojicemi rovnoběžných čar. Horní kritérium podmiňuje umístění profit-targetu konkrétní podmínkou. Prostřední proměnná je vztahovou veličinou pro umístění profit-targetu a spodní proměnná reprezentuje vzdálenost profit-targetu od vztahové veličiny. Kladná hodnota vzdálenostní metriky reprezentuje u profit-targetu jeho umístění do ziskového směru vzhledem k aktuálně obchodované pozici.

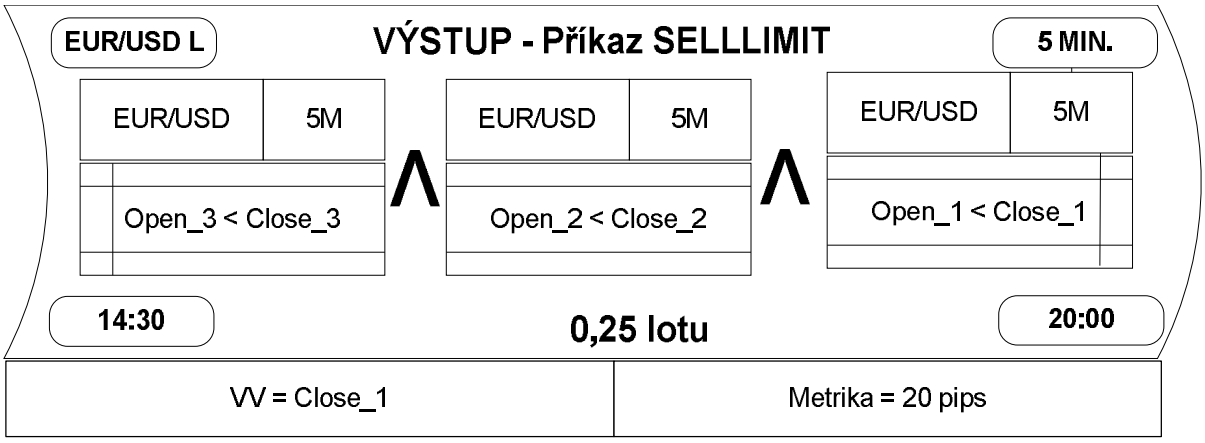
Je-li horní kritérium nevyplněno, probíhá umístění profit-targetu při otevření obchodní pozice. Stejně jako u stop-lossu, není-li určena vzdálenost umístění profit-targetu, je tato vzdálenost určena pozicí technicko-analytického nástroje – tedy vztahovou veličinou. Piktogram znázorňuje zadání profit-targetu, jakmile RSI protne shora úroveň extrému (tedy hodnotu 70). Profit-target je umístěn 30 pips nad low poslední uzavřené svíčky (u long pozice) na hodinovém intervalu.



Obr. 8.6: *Piktogram zobrazující modifikační procesy*

Zdroj: Vlastní zpracování

Souhrn modifikačních prvků je vyobrazen na schématu v Obr. 8.6. Pořadí zde nehraje roli. Jednotlivé prvky jsou totiž identifikovatelné podle vnitřních úseček elipsy. U piktogramů definujícího kritéria pro posun stop-loss úrovně a nastavení profit-target úrovně je kriteriální funkce zapsána v „nefragmentární“ verzi. Znamená to, že fragmenty nejsou zavedeny do zvláštních buněk, které mají zobrazené detailnější informace (fragmentovaný trh, vertikální a horizontální hranice apod.). V případě potřeby je nutné tyto detaily do piktogramů doplnit.



Obr. 8.7: *Piktogram výstupního fragmentu s čekajícím příkazem*

Zdroj: Vlastní zpracování

8.2.3 Piktogramy výstupních fragmentů

Piktogramy pro fragmenty výstupu z obchodní pozice mají téměř stejný charakter jako vstupní fragmenty.

Obr. 8.7 reprezentuje soubor výstupních fragmentů, které zavírají pozici na EUR/USD, pětiminutovém timeframu, mezi 14:30 a 20:00, v objemu 0,25 lotu. Typ výstupního příkazu je SELLLIMIT. Jelikož se jedná o čekající příkaz, musí být připojena deklarace vztahové veličiny (vlevo dole) se zkratkou VV.

Vztahovou veličinou je v tomto případě uzavírací cena poslední uzavřené svíčky. Metrika (vpravo dole) představuje vzdálenost do příslušného směru, na které bude umístěn daný čekající příkaz. V piktogramu na

Obr. 8.7 je příkaz SELLLIMIT umístěn 20 pipů od poslední uzavírací ceny.

8.2.4 Pozorování a testování fragmentů

Nedílnou součástí tvorby obchodního systému, nejsou-li brány v úvahu sofistikovanější matematicko-statistické přístupy (genetické algoritmy, neuronové sítě apod.), je pozorování trhů. Pozorování je nejdůležitější a zpravidla také nejdéle trvající aktivitou tvorby pravidel pro vstup, modifikaci a výstup z obchodních pozic. Jedná se zároveň o aktivitu, která je nejvíce závislá na percepčních, kreativních a volních schopnostech obchodníka. Výstupy z pozorování přímo ovlivňují dílčí výstupy fragmentování a tvarují tak výkonnost obchodního systému.

Při pozorování platí zásady, které podstatně usnadňují vyhledávání relevantních patternů technické analýzy:

- **Sdružování indikátorů do společných oken** – jsou-li technické ukazatele se stejnými, nebo silně koherentními škálami[12] umístěny do samostatného okna (především oscilátory), je vhodné sdružit je do společného okna.
- **Nastavení kontrastních barev** – barevné odlišení nástrojů technické analýzy, stejně jako například specifická tloušťka či typ čar, kterými jsou indikátory tvořeny, napomáhá snadnější percepci opakujících se patternů.
- **Postupné přidávání indikátorů** – spousta obchodních systémů profituje z vhodné kombinace technických indikátorů. Lidské kognitivní dispozice však umožňují intenzivnější percepci, pokud je na platformě zobrazen pouze jeden indikátor. Zkoumání indikátorů samostatně a následně v interakci může být prvkem zefektivňujícím proces pozorování.

8.2.5 Revize map fragmentů

Důležitým výstupem z pozorování jsou mapy fragmentů. Tvorba map fragmentů je obsažena v perspektivě vizualizace dat (viz. kapitola 7.1.3). Mapy fragmentů obsahují soubor možností práce s fragmenty. Jinými slovy se jedná o obecné seznamy dílčích podmínek, které lze s danými nástroji do obchodního systému zakomponovat. Mapy fragmentů podléhají častým revizím, přičemž dle potřeby bývají v průběhu procesu fragmentování vytvářeny mapy nové.

---

[12] Například ukazatel RSI má škálu od 0 do 100 a ukazatel ADX má škálu otevřenou. ADX s periodou 20 zřídka dosahuje hodnot vyšších než 60. RSI s periodou 20 potom dosahuje zřídka hodnot vyšších než 80. Tyto škály jsou proto koherentní a mohou odhalit zajímavé fragmenty, na kterých lze vystavit pravidla obchodního systému.

8.2.6 Backtesting

Nutným vstupem do procesu fragmentování je sběr a vyhodnocení dat pro měření výkonnosti. Prostředkem provádějícím tyto činnosti je backtestingová platforma (ruční či automatizovaná).[13] Backtestingová platforma obvykle poskytuje také vizualizaci vstupů a výstupů z historie obchodů, jež modelovaný OS v minulosti provedl. Sledování bodů vstupu a výstupu z obchodních pozic napomáhá ke zvyšování výkonnosti fragmentů. Obchodující subjekt totiž může pozorovat různé pohyby technický nástrojů okolo zobrazených úrovní a tím zjišťovat možnosti pro vylepšování výsledků modelovaného obchodního systému. V rámci fragmentární metodiky je tedy backtesting nedílně propojen s pozorováním.

Pro sběr dat byl v disertační práci využit backtestingový modul v obchodní platformě MetaTrader4. Data byla analyzována zprostředkovaně pomocí excelovského spreadsheetu.

8.3 Komponenty procesu fragmentování obchodní pozice

Jak již bylo uvedeno, proces fragmentování obchodní pozice je podmnožinou procesu řízení obchodní pozice (na Obr. 8.1), jelikož neobsahuje všechny jeho subprocesy. Při pohledu na Obr. 8.8 lze pozorovat, které subprocesy proces fragmentování obchodní pozice zaujímá:

- Identifikace podmínek pro vstup do obchodní pozice,
- identifikace podmínek pro spuštění modifikačních pokynů,
- identifikace podmínek pro výstup z obchodní pozice.

Subproces, který navazuje na vytvořený vstupní signál, se nazývá „Výstavba modifikačních komponent“. Modifikačními komponentami jsou v této disertační práci nazývány úrovně, kterými lze po vstupu na trh manipulovat bez zavření probíhající (otevřené) obchodní pozice. Mezi nejznámější z nich patří:

- Úroveň stop-lossu,
- úroveň profit-targetu (limitního příkazu),
- úroveň buy-stop,
- úroveň buy-limit,
- úroveň sell-stop,
- úroveň sell-limit,
- další čekající příkazy.

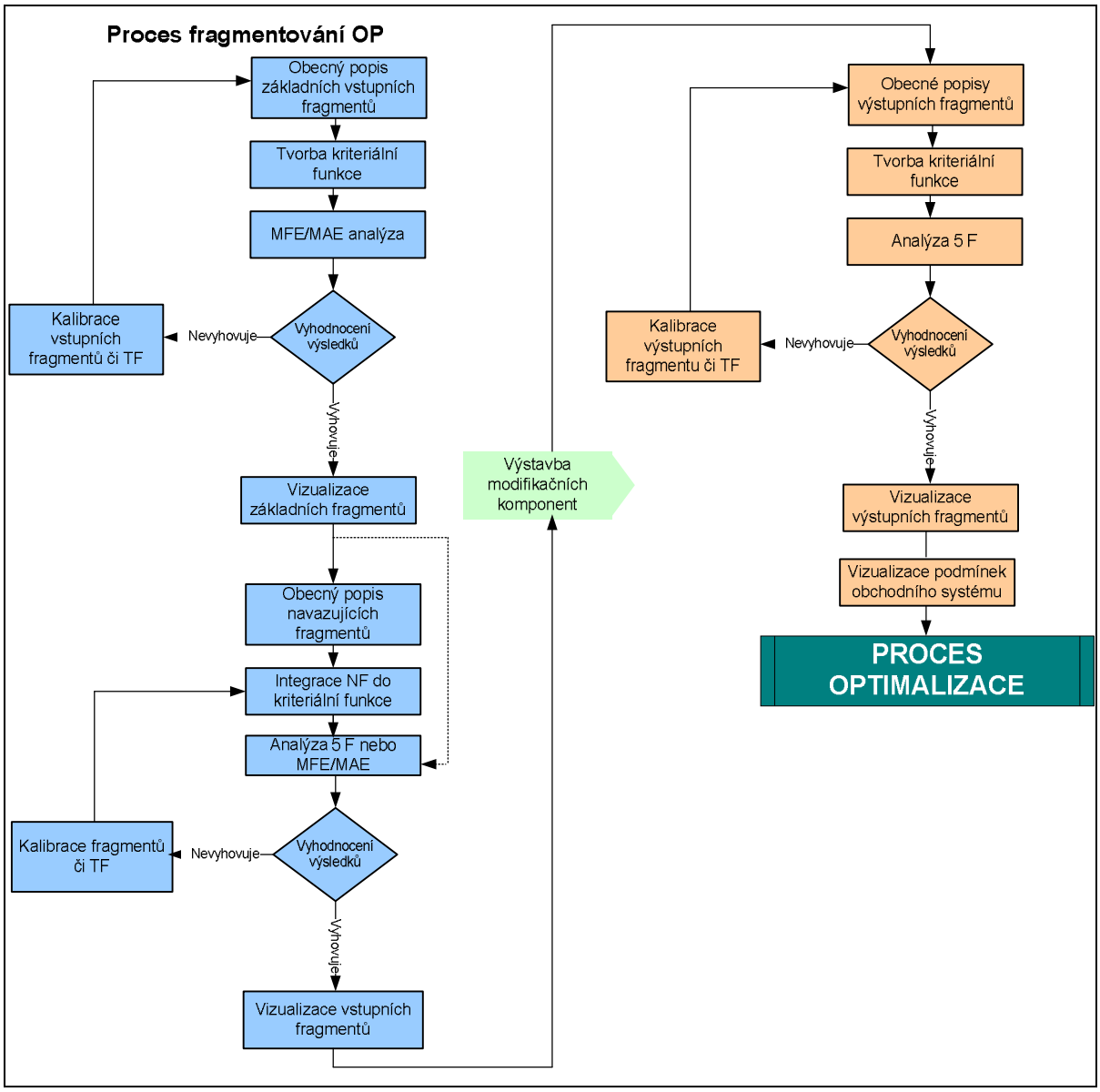
[13] Vzhledem k vysokým nárokům fragmentárního modelování na opakované měření výkonnosti různých tvarů obchodního systému doporučuje autor testovat fragmenty automaticky.

Posledním subprocesem je tvorba výstupního signálu. Zde je myšlen pattern, který za pomocí nástrojů technické analýzy identifikuje moment (diskrétní časový okamžik) pro částečné nebo úplné uzavření obchodní pozice.

Metodika fragmentování obsahuje určitá specifika, která doprovázejí celý proces:

1. Nejsou uvažovány různé typy čekajících příkazů při vstupu a výstupu z obchodní pozice. Obchodní pozice je otevírána tržním příkazem a uzavírána prostřednictvím tržního příkazu, profit-targetu či protnutím stop-loss úrovně.
2. Obchodované množství aktiva je ve fixní hodnotě 0,25 lotu. Nejsou tedy aplikovány žádné pokročilejší techniky money managementu. Počáteční kapitál je v disertační práci uvažován ve výši 10 000 USD.
3. Pro tvorbu obchodních pravidel je používána technická analýza. Statistická ani fundamentální analýza nejsou při sestavování obchodních pravidel brány v potaz.
4. Realizace příkazů je uvažována při standardních podmínkách. Transakční náklady jsou ve standardní výši uváděné brokerskou společností Alpari, možnost neplnění příkazu není uvažována a příkazy jsou realizovány bez jakéhokoliv zpoždění.
5. Zkoumání dle technické analýzy je prováděno na standardních grafech. Standardními jsou myšleny grafy uzavíracích cen, sloupkové a svícnové grafy.
6. Příklady výpočtu indexu 5 F jsou prováděny na in-sample množině a dvojici out-of-sample množin – tedy shodně s prvním pilířem disertační práce.

Na základě trojice subprocesů na Obr. 8.8 probíhá druhá část fragmentární metodiky. **Nejprve jsou vymezeny tři perspektivy TA a poté je naplněn proces fragmentování obchodní pozice. V průběhu procesu fragmentování mohou být perspektivy revidovány a následně upravovány.**



Obr. 8.8: *Proces fragmentování obchodní pozice dle technické analýzy*

Zdroj: Vlastní zpracování

V následujících odstavcích budou popsány jednotlivé kroky fragmentování tak, aby čtenář byl schopen celý proces reprodukovat.

8.4 Identifikace podmínek pro vstup do pozice

Obecný popis základních vstupních fragmentů

Počáteční procesní krok fragmentování představuje sestavení obecného slovního popisu základních fragmentů, které budou tvořit jádro vstupní kriteriální funkce. Jedná se v podstatě o ekvivalent základní logiky obchodního systému, který je redukován pouze na několik fragmentů.

Pro sestavení obecného popisu základních fragmentů jsou použity průběžné vstupy do procesních kroků – tedy pozorování v kombinaci s mapami fragmentů

a testováním. Bude-li využit vzorový příklad obchodního systému na základě Bolingerových pásem a ukazatele ATR, mohou být sestaveny následující popisy základního fragmentu:

1. Extrémní pohyb ceny mimo oblast Bollingerových pásem.
2. Obrat směru vývoje křivek Bollingerových pásem.
3. Proražení denní volatility.

Popis by měl být strohým, obecným vyjádřením pravidla technické analýzy v infinitivu. Na rozdíl od základní logiky OS je obecný popis základních fragmentů vázán již na konkrétní, vybrané nástroje technické analýzy.

Tvorba kriteriální funkce pro základní fragmenty

Za pomocí vytvořené mapy fragmentů je sestavena kriteriální funkce. V případě diskrétního obchodování tato funkce slouží jako objektivní soupis pravidel pro vstup do obchodní pozice. U automatického obchodování může kriteriální funkce zároveň sloužit jako algoritmus pro spuštění obchodního pokynu.

Příklady funkcí budou sestaveny dle popisu základních fragmentů v předchozím kroku:

1. *Low_2 > Bollinger_Spodni_2* ***AND*** *Low_1 < Bollinger_Spodni_1.*
2. *(Bollinger_Horni_3 > Bollinger_Horni_2* ***AND*** *Bollinger_Horni_2 < Bollinger_Horni _1)* ***AND*** *(Bollinger_Spodni_3 > Bollinger_Spodni_2* ***AND*** *Bollinger_ Spodni _2 < Bollinger_ Spodni _1).*
3. *ATR_1H_2 < ATR_1DEN_2* ***AND*** *ATR_1H_1 > ATR_1DEN_1.*

Všechny tři výše uvedené body odpovídají příkladům popisu základních fragmentů v předchozím procesním kroku. Dvojice fragmentů nemusí být nutně odděleny závorkami, jelikož operátor AND má přednost před znaménky nerovnosti. V tomto případě jsou závorky použity pouze pro zpřehlednění kriteriální funkce.

MAE/MFE analýza

MAE (Maximum adverse excursion) a MFE (Maximum favourable excursion) analýzy slouží ke zkoumání úspěšnosti vytvořených fragmentů. Jejich podstata spočívá v měření maximálních cenových pohybů, které jsou po otevření pozice vykonány do ziskové a ztrátové strany obchodovaného aktiva za určitý interval. MAE/MFE analýza slouží jako rychlý a účinný prostředek k filtrování efektivních a neefektivních vstupních fragmentů.

Při ručním testování je MAE/MFE analýza prováděna na pevně zvoleném časovém intervalu zapisováním cenových pohybů např. do tabulkového procesoru. Její vyhodnocení spočívá v analýze součtů maximálních pohybů do ziskové a ztrátové strany.

Při automatickém backtestingu lze suplovat MAE/MFE analýzu použitím jednoduchého kódu, který využívá fixní stop-loss a fixní profit-target se shodnou vzdáleností od uzavírací vstupní ceny. Tím je zajištěn poměr výnosu k riskovanému kapitálu 1:1. MAE/MFE analýza je poté vyhodnocena pomocí měření procentní úspěšnosti ziskových signálů. Při využití příkladů 1 až 3 z předchozích kroků jsou výsledky analýz úspěšnosti v Tab. 8.1.

Tab. 8.1: *MFE/MAE analýza základního fragmentu*

Zdroj: Vlastní zpracování

GBP/USD 1 H	**50**	**100**	**150**	**200**	**250**	**300**	**Průměr**
Fragment 1	40,14%	45,26%	49,58%	49,83%	50,51%	51,81%	47,86%
Fragment 2	58,17%	59,31%	60,74%	60,52%	60,76%	59,41%	59,82%
Fragment 3	52,79%	52,72%	53,30%	52,96%	53,63%	53,61%	53,17%

Vyhodnocení výsledků

V Tab. 8.1 jsou uvedeny úspěšnosti souboru fragmentů 1 až 3 při různých hodnotách stop-loss a profit-target úrovní (v hlavičce tabulky) na období 10 let. Nejvyšší průměrnou úspěšnost měl přitom fragment 2, tedy pokles a následný růst dolní a horní hranice Bollingerových pásem. Úspěšnost 60 % při riziku k výnosům 1:1 je velmi dobrý výsledek.

Takto lze vytvořit seznam sad základních fragmentů a poté zvolit sadu s nejvyšší úspěšností. Roli však hraje i likvidita signálu a také celkový nezdaněný zisk. Proto se doporučuje do MFE/MAE analýzy zařadit vícero kritérií, které budou hodnotit vytvořené fragmenty.

Kalibrace základních fragmentů či TF

Nedostačují-li vytvořené základní fragmenty kritériím MAE/MFE analýzy, je třeba je kalibrovat. Kalibrace v tomto případě znamená úpravu či nahrazení

podmínek kriteriální funkce výkonnějšími pravidly. Nedostačuje-li likvidita vytvořeného fragmentu, lze přistoupit také ke změně timeframe.

Pro úpravu základních fragmentů je třeba využít pozorování, kde obchodník kontroluje body vstupu a snaží se odhalit diskrepance, které by mohly znamenat efektivnější konkurenční výhodu. U třetího, ukázkového fragmentu se může jednat např. o přidání podmínky proražení týdenní volatility.

Tab. 8.2: *MFE/MAE analýza po kalibraci základních fragmentů ATR*

Zdroj: Vlastní zpracování

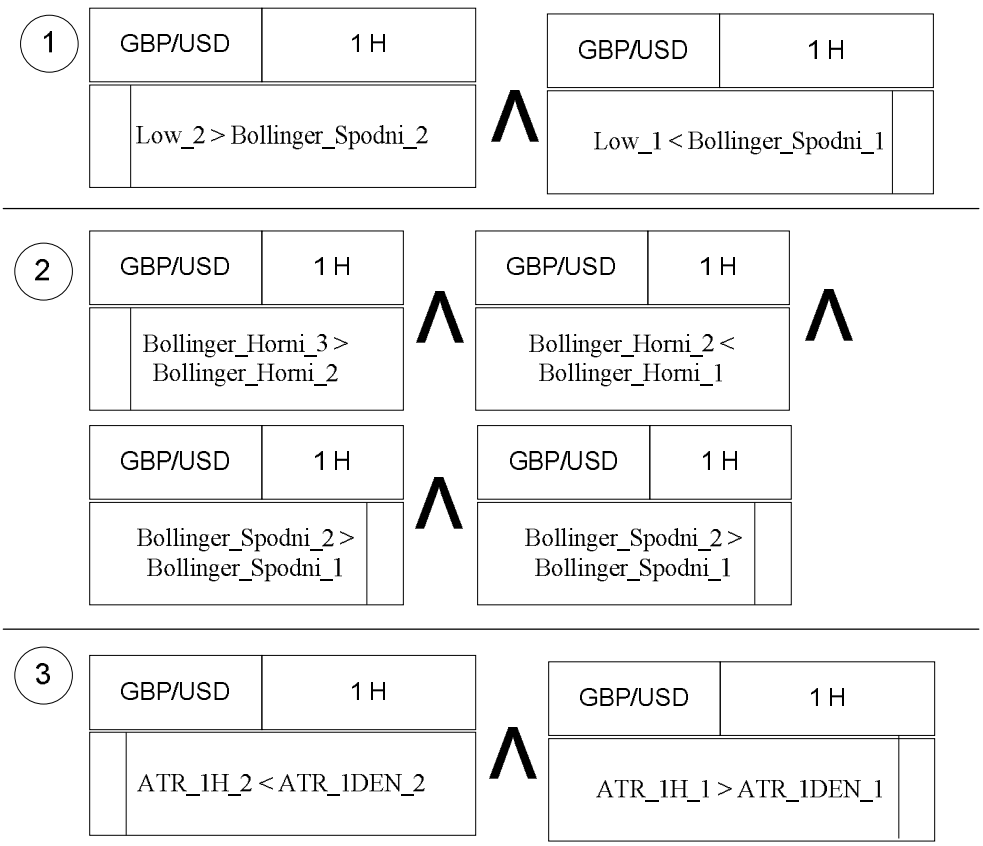
GBP/USD 1 H	**50**	**100**	**150**	**200**	**250**	**300**	**Průměr**
Fragment 3	53,17%	49,88%	52,75%	53,67%	57,97%	61,39%	**54,81%**

V Tab. 8.2 lze vidět, že průměrná hodnota úspěšnosti v MFE/MAE analýze se zvýšila cca o 1,6 %. Přidaná podmínka tak měla pozitivní efekt na úspěšnost signálu při stejných hladinách stop-lossu a profit-targetu. Je však třeba zanalyzovat i vliv na likviditu, která u původního fragmentu činila 1701 vstupních signálů při maximálním počtu 10 simultánně otevřených pozic a časovém rozpětí 10 let. Po přidání nové podmínky se likvidita výrazně snížila na 378 obchodů. Tento pokles je třeba brát v úvahu a rozhodnout, zda pozitivní vliv na úspěšnost převážil nad negativním vlivem na likviditu. Snížený počet signálů totiž znesnadňuje další formování vstupního patternu dle fragmentární metodiky.

Kalibrace základních fragmentů bývá zpravidla dosti zdlouhavým procesem. Autor disertační práce jej však nedoporučuje podcenit, protože nekvalitní jádro obchodního systému se negativně projevuje v dalších krocích modelování.

Vizualizace základních fragmentů

V rámci procesního kroku „vizualizace základních fragmentů“ jsou sestavené podmínky převedeny do grafické podoby, která poskytuje přehlednou platformu pro orientaci v pravidlech obchodního systému.



Obr. 8.9: *Ukázka vizualizace tří základních fragmentů*

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 8.9 představuje trojici vizualizovaných fragmentů, které ještě nejsou zasazeny do celkového procesu fragmentování obchodní pozice. Nejkomplexnější je na první pohled varianta číslo 2, která se skládá ze čtyř fragmentů využívajících horní a dolní hranici Bollingerových pásem.

Vizualizovaná kriteriální funkce poskytuje snadnější představu o principu fungování pravidel zpracovávaného obchodního systému. Zároveň jsou snadněji viditelné prvky, které lze modelovat např. změnou perspektivy trhu nebo časového rámce.

Obecné popisy navazujících fragmentů

Navazující vstupní fragmenty představují soubor podmínek, které jsou operátory AND, OR[14], či dalšími integrovány se základními vstupními fragmenty. Navazující fragmenty jsou založené na jiné logice nebo na jiném nástroji technické analýzy než fragmenty základní.

Je-li kriteriální funkce dále rozpracovávána pro zvýšení celkové výkonnosti obchodního systému, je třeba sestavit obecný popis doplňujících fragmentů.

[14] Operátor OR se v kriteriální funkci často využívá pro definování svíčkových formací. Např. formace. „kladivo“ může být na svíčce býčí **nebo** na svíčce medvědí.

Logika navazujících fragmentů vychází z technicko-analytických nástrojů, jež byly určeny v perspektivě datové vizualizace, případně z nástrojů, které byly v rámci revizí do datové perspektivy doplněny. Jako příklady popisu navazujících fragmentů na základní fragmenty ve třetí variantě (základních fragmentů s ukazatelem ATR) lze uvést:

1. Vstup pouze pokud je ukazatel denního ATR na předchozích dvou svících klesající.
2. Vstup do pozice pouze na rostoucí svíci.

Probíhající trendy jsou přerušovány korekcemi, které se zpravidla vyznačují poklesem volatility. První navazující fragment má za cíl zvýšit výkonnost pomocí modelování ukazatele ATR na třech časových intervalech.

Druhý navazující fragment představuje vstup pouze na býčí svíci. Jedná se o zpřesnění podmínky pro long pozici a odfiltrování vstupů, které jsou realizovány na klesajících svících.

Agregace navazujících fragmentů do kriteriální funkce

Navazující fragmenty představují podmínky integrované do stávající kriteriální funkce. Soupis navazujících fragmentů v kriteriální funkci probíhá obvyklým způsobem:

1. *ATR_1H _2 < ATR_1DEN_2* ***AND*** *ATR_1H _1 > ATR_1DEN_1* ***AND*** *ATR_1H_3 > ATR_1H_2* ***AND*** *ATR_1H_2 > ATR_1H_1.*
2. *ATR_1H_2 < ATR_1DEN_2* ***AND*** *ATR_1H_1 > ATR_1DEN_1* ***AND*** *Open_1 < Close_1.*

MFE/MAE analýza integrovaných navazujících fragmentů

MFE/MAE analýza integrovaných kriteriální funkce pro vstup do obchodní pozice probíhá prostřednictvím srovnání výsledků úspěšnosti při fixní úrovni stop-lossu i hladiny výstupu. K MFE/MAE analýze lze připojit další nenáročný rozbor výkonnosti, který je např. obsažen přímo v platformě MetaTrader4 prostřednictvím ukazatelů profit-targetu, relativního drawdownu a dalších (subjektivní posouzení stability equity křivky, likvidity obchodních signálů, apod.). Vyhovuje-li obchodní systém nastaveným kvantitativním i kvalitativním kritériím tradera, lze přistoupit k vizualizaci vstupních pravidel a zhodnocení indexem 5 F.

Tab. 8.3: *MFE/MAE analýza po integraci navazujících fragmentů pro ATR vstup*

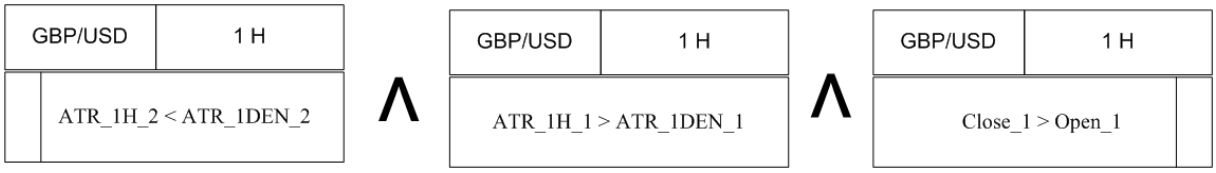
Zdroj: Vlastní zpracování

GBP/USD	50	100	150	200	250	300	Průměr
NF 1	48,73%	53,19%	53,55%	56,38%	62,06%	63,39%	56,22%
NF 2	61,27%	60,64%	58,41%	57,91%	57,91%	57,07%	58,87%

V Tab. 8.3 se nacházejí výsledky MFE/MAE analýzy po integrování jednotlivých navazujících fragmentů. Původní průměrná úspěšnost základních fragmentů ATR obchodního systému byla 53,17 %. Po kalibraci měl fragment průměrnou úspěšnost v analýze 54,81 %. Další modelování původních základních fragmentů, na stejném časovém intervalu, přineslo ještě uspokojivější výsledky – konkrétně u podmínky vstupu pouze na býčí japonské svíci dokonce úspěšnost blížící se 59 %. Negativním jevem byl opět pokles počtu signálů, a to cca o 40 %. Stále lze však obtížně posoudit, zda byl pohyb jednotlivých metrik (úspěšnost, likvidita, výnosnost) celkově pozitivní. Po zformování základní podoby vstupního signálu je tedy třeba nastavit podrobnější výkonnostní měřítka.

Kalibrace navazujících fragmentů či TF

Procesní krok, při kterém dochází ke kalibraci navazujících vstupních fragmentů, je jedním z nejzdlouhavějších a také nejobtížnějších. Možností pro modelování vstupních pravidel je nekonečná řada. Obchodník tak obvykle stráví velké množství času úpravou a mazáním fragmentů, upravováním perspektivy časového rámce apod. Lze také volit intermarket a intertimeframe varianty, které umožňují modelovat obchodní systém do obrovské šíře.



Obr. 8.10: *Piktogram kalibrovaných vstupních fragmentů*

Zdroj: Vlastní zpracování

Analýza integrovaných fragmentů indexem 5 F

Analýza indexem 5 F je časově náročnější než MFE/MAE analýza, ovšem poskytuje také více informací. Zachycením změny výnosnosti, úspěšnosti, likvidity, stability a hranice finančního krachu je možné účinně hodnotit pozitivní či negativní vlivy po přidání dalších (modifikačních, výstupních) fragmentů.

Tab. 8.4: *Výsledky analýzy 5 F pro obchodní systém využívající ATR*

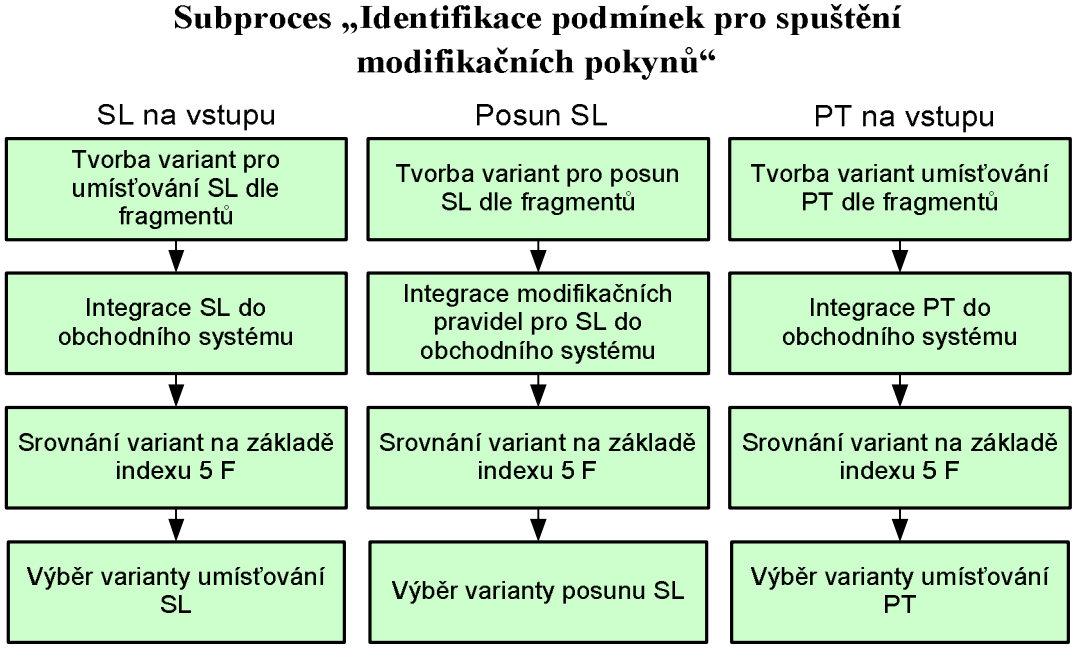
Zdroj: Vlastní zpracování

	Výnos	**Likvidita**	**Úspěšnost**	**Finanční krach**	**Stabilita**	**Celkový index**
In-sample	0,09	0,60	0,53	0,68	0,88	2,78
Out-of-sample 1	0,13	0,43	0,55	0,89	0,88	2,87
Celkem	0,24	1,03	1,08	1,57	1,76	5,66

Index 5 F má na in-sample i out-of-sample vzorku velmi dobré výsledky (Tab. 8.4). Indexy v hodnotách 2,78 a 2,87 jsou ve fázi modelovaného vstupu poměrně vysoké. Subindexy úspěšnosti a stability jsou téměř neměnné. Poměrně negativním výsledkem je nízký subindex finančního krachu v prvním OOS vzorku. Pro implementaci obchodního systému do reálných podmínek by bylo třeba subindexy finančního krachu a výnosnosti při dalším modelování zvýšit.

8.5 Identifikace podmínek pro spuštění modifikačních pokynů

Subproces pro výstavbu modifikačních komponent se týká stanovování, posouvání a odstraňování obchodovacích úrovní, které mají v rámci procesu řízení obchodní pozice dynamickou povahu. Dynamická povaha představuje možnost manipulace s úrovněmi během otevřené obchodní pozice. Mezi nejznámější dynamické úrovně patří stop-loss úroveň a profit-target úroveň[15].



Obr. 8.11: *Proces pro výstavbu modifikačních komponent*

Zdroj: Vlastní zpracování

Tři sledy procesních kroků v Obr. 8.11 začínají tvorbou variant pro umísťování SL úrovně. Výši stop-lossu lze vztáhnout na různé technicko-analytické proměnné. Může se jednat např. o fixní vzdálenost SL od OHCL cen, výši SL dle pozice různých indikátorů (S/R úrovně, pohyblivé průměry, fraktály), případně SL vypočtený na základě hodnot technických ukazatelů (násobky ATR, ADX, Chaikin volatility indikátoru apod.).

[15] Mezi dynamické úrovně jsou zahrnuty také tzv. čekající pokyny (buy limit, sell limit, buy stop, sell stop). Ty však nejsou předmětem zkoumání této disertační práce.

Pro zhodnocení vytvořených variant je využitý index 5 F, který by měl být kalkulován na dostatečně objemném vzorku dat. Pozměněná výkonová měřítka uvnitř indexu je nutné posoudit i samostatně.

Druhý sloupec procesních kroků patří posunu stop-loss úrovně dle indikací trhu. Manipulace se stop-lossem patří mezi účinné nástroje řízení rizika v rámci obchodní pozice. Efektivně dynamizovaný stop-loss může redukovat ztráty a uzamykat pozice na úrovních s vyšším ziskem.

Třetí sloupec náleží stanovení profit-target úrovně, která je analogií stop-lossu do ziskového směru kapitálového aktiva. Stanovení výše profit-targetu probíhá obdobně jako u stop-lossu, přičemž nejčastěji využívanými technikami jsou stanovení fixní úrovně, úrovně dle volatility trhu, úrovně dle high/low cen za určitou časovou periodu apod.

Průběh všech tří sloupců procesních kroků není dán obligatorně. Je určen vlastním rozhodnutím obchodníka a může být výrazně zredukován. Nejjednodušší obchodní systém (je-li bráno v úvahu umísťování úrovně pro zastavení ztrát) tak může být složen z jednoho fragmentu pro vstup do pozice a fixně stanovených úrovní stop-lossu a profit-targetu od uzavíracích cen.

Modifikační úrovně mají svá specifika v poměrně odlišné charakteristice tvorby fragmentů. Fragmenty jsou totiž podmiňující kritéria, přičemž stop-loss a profit-target mohou být umísťovány přímo při vstupu do obchodní pozice, tedy implicitně.

Pro umísťování dynamických úrovní implicitně, na vstupu do obchodní pozice, **není využíván termín fragment, nýbrž vztahová veličina** (blíže vysvětleno v kapitole 8.2.2). Vztahová veličina vymezuje cenovou hladinu, od které se počítá vzdálenost, determinovaná příslušnou metrikou (pip, násobek hodnoty indikátoru apod.). Dle interakce vztahové veličiny a vzdálenostní metriky je potom určena hladina, pro umístění modifikační úrovně.

8.5.1 Větev „Stop-loss na vstupu“

Tvorba variant umísťování stop-lossu

Při vstupu do pozice je třeba stanovit podmínky pro definování vzdálenosti umístění stop-lossu od vztahové veličiny. Počáteční procesní krok v subprocesu představuje shromáždění relevantních vztahových veličin pro umístění stop-lossu. Tyto vztahové veličiny mohou reprezentovat technicko-analytické nástroje, které mají škálu koherentní s cenovým grafem – tedy logické úrovně (OHCL ceny, pohyblivé průměry, supporty a resistence, pivoty, Fibonacciho úrovně, fraktály apod.).

Varianty pro umístění stop-lossu by měly odpovídat charakteru vstupních fragmentů. Je-li obchodní systém obchodující long pozice protitrendový,

s podmínkou vstupu na close pod pohyblivým průměrem, je nelogické umístění stop-lossu na úrovni pohyblivého průměru[16].

Jako varianty pro stop-loss obchodního systému ATR bull mohou být například určeny:

1. *Fixní vzdálenost 100 pipů od close vstupní svíčky.*
2. *Vzdálenost 1xATR od low vstupní svíčky.*
3. *Stop-loss na úrovni supportu.*

Tyto druhy stop-lossu jsou porovnány na měnovém páru EUR/USD s původním, vymodelovaným vstupem (nastavení 0,25 lotu, testovací období 8 let).

Integrace SL do obchodního systému

Sestavení podmínky pro vstupní stop-loss a jeho integrace probíhá dle formátu obchodního systému. Je-li obchodní systém obchodován ručně, je stop-loss určen kritérii v piktogramovém zobrazení. U automatického obchodního systému je třeba pro stop-loss sestavit rovnici a integrovat proměnnou do funkce Ordersend[17].

Srovnání variant na základě hodnocení indexem 5 F

Vyhodnocení obchodních systému s různými variantami stop-lossu probíhá na základě indexu 5 F. V Tab. 8.5 je zhodnocení tří variant SL na in-sample a out-of-sample množinách.

[16] Stop-loss úroveň lze umísťovat pouze do směru ztráty od aktuální obchodní pozice. Brokerské společnosti mají navíc nastavenou tzv. „freeze vzdálenost“, která určuje minimální odstup limitního nebo čekajícího příkazu od aktuální tržní ceny. S vyšší volatilitou trhu zprostředkovatel tuto minimální vzdálenost obvykle zvyšuje.

[17] Tato funkce se týká programovacího jazyka Mql4. Ostatní programovací jazyky mohou mít tuto funkci nazvanou jiným způsobem.

Tab. 8.5: *Srovnání variant umísťování SL*

Zdroj: Vlastní zpracování

Typ SL	Množina	Výnos	Likvidita	Úspěšnost	F. Krach	Stabilita	Index 5 F	Součet indexů
SL fixní od close	IS	0,18	0,62	0,57	0,80	0,95	3,13	5,42
	OOS_1	0,20	0,43	0,56	0,78	0,32	2,29	
SL dle ATR od low	IS	0,07	0,59	0,35	0,69	0,48	2,19	4,41
	OOS_1	0,13	0,43	0,46	0,80	0,41	2,22	
SL na supportu	IS	0,05	0,59	0,30	0,75	0,55	2,24	5,24
	OOS_1	0,30	0,42	0,46	0,89	0,93	3,00	

Nejlepší výsledky vykazuje metoda stop-lossu umísťovaného fixní vzdáleností 100 pipů od close vstupní svíčky. Agregovaný index 5 F zde dosahuje hodnoty 5,42. Kromě subindexu stability, kde jsou velké rozdíly, jsou subindexy na IS i OOS_1 množinách poměrně koherentní.

Na druhém místě je stop-loss, umísťovaný na support úrovni generované automaticky indikátorem. Zejména na OOS_1 má obchodní systém velmi dobré výsledky, kdy subindex výnosnosti dosahuje vysokého čísla 0,3.

Stop-loss dle ATR snížil výkonnost systému až na číslo 4,41, přičemž došlo zejména k poklesu úspěšnosti, výnosnosti a finanční bezpečnosti obchodního systému.

Výběr varianty stop-loss úrovně

Výběr metody pro umísťování stop-loss nemusí probíhat jen dle výše absolutní hodnoty součtového indexu. Je třeba zkoumat také subindexy, které mohou odhalit některé závažné skutečnosti. Vysoká výnosnost může být vykoupena neúnosným rizikem finančního krachu, které odradí subjekt od zvolení celkově výše ohodnocené varianty.

Vizualizace stop-loss úrovně

Zobrazení zvolené techniky pro umísťování stop-lossu je třeba zavést do mapy piktogramů, která slouží pro popis fungování obchodního systému. Postup pro vizualizaci stop-loss úrovně je uveden v kapitole 8.2.2. Konkrétní vizualizace technicko-analytických podmínek bude uvedena z důvodu úspory místa až v případové studii.

8.5.2 Větev „Posun stop-lossu“

Tvorba variant pro posun SL

Počáteční procesní krok v procesní větvi „Posun SL“ spočívá v opětovném využití fragmentů jako podmínek, které spustí posun stop-loss úrovně. Varianty

je vhodné vytvořit dle rozdílné logiky tak, aby bylo možné využít co nejširší prostor pro „zesílení“ konkurenční výhody.

Pro tvorbu nových variant posunu SL je nutné využít pozorování, mapy fragmentů a doposud sestavené piktogramy. Tyto varianty je pak možné opětovně testovat na různých, vytvořených vstupech, případně celých obchodních systémech.

Pro ukázku jsou nadefinovány následující podmínky pro posun stop-lossu u otevřené long pozice:

1. *Posun SL na Low mínus 3xATR při vytvoření nového High.*
2. *Posun SL na Low mínus 3xATR po překřížení CCI14 přes CCI50.*
3. *Posun SL na Low mínus 2xATR po překřížení ceny přes exponenciální pohyblivý průměr o periodě 40.*

První varianta posunu je založena na „Price action“, přičemž každá nová nejvyšší cena (u long pozice) posunuje SL výše. Druhá varianta je založená na kombinaci indikátorové podmínky a určení vzdálenosti posunu SL dle aktuální volatility trhu. Poslední varianta zajišťuje obchodní pozici proti beztrendovým obdobím, která se vyznačují častou interakcí ceny s úrovní pohyblivých průměrů.

Integrace SL do obchodního systému

Integrace technik pro posun SL probíhá u automatických obchodních systémů programovaných v jazyce Mql4 přes funkci Ordermodify. Je třeba zadat relevantní podmínku pro spuštění příkazu a vzdálenost, na kterou bude stop-loss posunut.

U diskrétního testování je daný procesní krok spjatý pouze se sepsáním kriteriální funkce a jejím ručním/automatickém zhodnocení na historických datech. U zvolených variant posunu SL mají kriteriální funkce tento tvar:

1. *High_1 > High_2.*
2. *CCI(14)_2 > CCI(50)_2* ***AND*** *CCI(14)_1 < CCI(50)_1.*
3. *Close_2 > EMA(40)_2* ***AND*** *Close_1 < EMA(40)_1.*

Srovnání variant pro posun SL na základě hodnocení indexem 5 F

Index 5 F opět slouží jako srovnávací kritérium, které indikuje zvýšení/snížení výkonnosti obchodního systémů po integraci prvků do obchodního systému.

Tab. 8.6: *Srovnání technik pro posun SL*

Zdroj: Vlastní zpracování

Typ posunu SL	Množina	Výnos	Likvidita	Úspěšnost	Krach	Stabilita	Index 5 F	Součet indexů
Bez modifikace	IS	0,18	0,62	0,57	0,80	0,95	3,13	**5,42**
	OOS_1	0,20	0,43	0,56	0,78	0,32	2,29	
Nové high	IS	0,03	0,59	0,39	0,76	0,76	2,53	**5,08**
	OOS_1	0,18	0,43	0,48	0,83	0,65	2,56	
CCI crossover	IS	0,12	0,59	0,42	0,78	0,94	2,85	**5,32**
	OOS_1	0,20	0,43	0,47	0,80	0,58	2,47	
EMA korekce	IS	0,10	0,60	0,43	0,73	0,90	2,76	**5,14**
	OOS_1	0,20	0,43	0,51	0,77	0,47	2,38	

Tab. 8.6 shrnuje výsledky testů po přidání modifikačních kritérií pro posun stop-lossu. Nejlepších výsledků dosahuje obchodní systém bez modifikace, nicméně velmi dobré výsledky vykazuje varianta posunu SL při vzájemném překřížení dvojice křivek ukazatele CCI. Varianta „CCI crossover“ byla hodnocena součtovým indexem o 0,1 indexový bod níže než varianta „Bez modifikace“. Modifikace SL úrovně tedy nepřináší žádný pozitivní efekt, kromě zvýšení koherence (souměrnosti) indexů na IS a OOS_1 vzorku.

Tab. 8.7: *Srovnání technik pro posun SL bez použití profit-targetu*

Zdroj: Vlastní zpracování

Typ posunu SL	Množina	Výnos	Likvidita	Úspěšnost	F. krach	Stabilita	Index 5 F	Součet indexů
CCI crossover	IS	0,13	0,62	0,39	0,75	0,69	2,57	**5,39**
	OOS_1	0,52	0,45	0,39	0,60	0,86	2,81	
EMA korekce	IS	0,08	0,64	0,38	0,65	0,56	2,31	**5,28**
	OOS_1	0,47	0,47	0,37	0,75	0,91	2,98	

Zajímavé je srovnání obchodních systémů se zabudovaným posunem stop-lossu, ale bez použití profit-targetu. Zde jsou výsledky agregovaného indexu u varianty CCI crossover téměř srovnatelné s variantou bez modifikace.

Množství řídících prvků v průběhu obchodní pozice není vždy přímo úměrné s výkonností obchodního systému. Spousta výstupních strategií, profit-targetů a technik posun SL může naopak předčasně uzavírat pozice a omezovat tak výsledné zisky obchodního systému.

Výběr varianty pro posun stop-loss úrovně

Výběr konkrétní varianty pro posun SL představuje předposlední procesní krok příslušné větve. Výběr je určen velikostí indexu 5 F, ale také jednotlivými

hodnotami subindexů, dle averze obchodníka k riziku, nestabilitě, finančnímu krachu, nízké výnosnosti či nízké likviditě.

Vizualizace varianty po posun SL

Byla-li zvolena konkrétní technika pro posun stop-loss úrovně, je třeba ji zavést do mapy piktogramů. Obecný popis průběhu vizualizace je uveden v kapitole Obr. 8.2.

8.5.3 Větev „Profit-target na vstupu“

Tvorba variant pro nastavení velikost profit-targetu

Spuštění pokynu pro stanovení profit-targetu v obchodní platformě lze, stejně jako u posunu SL, podmínit fragmentárními pravidly. Mezi nejčastější formy dynamizace profit-targetu patří nastavení jeho výše dle aktuální volatility trhu či logických úrovní (pivoty, high/low dne, fibonacciho úrovně apod.)

Pro ukázku byly zhodnoceny tři varianty umísťování PT pro trh EUR/USD na období šesti (IS) a dvou (OOS_1) let s obchodovaným množstvím 0,25 lotu:

1. *Fixní výše PT 200 pipů od uzavírací ceny vstupní svíčky.*
2. *Dynamický PT ve výši trojnásobku ATR od uzavírací ceny vstupní svíčky.*
3. *Úroveň PT dle rozpětí ukazatele Bollinger Bands.*

Pro testování byla využita vymodelovaná vstupní pravidla s nástrojem ATR a fixní výší stop-lossu 100 pipů od uzavírací ceny vstupní svíce.

Integrace profit-targetu do obchodního systému

Zavedení pravidel pro stanovení PT úrovně v obchodním systému je spjato s funkcí Ordertakeprofit (u programovacího jazyka Mql4). Profit-target může být spuštěn dle stanoveného kritéria. V tomto případě však bylo uvažováno o integraci profit-targetu ihned při vstupu do obchodní pozice.

Srovnání variant na základě indexu 5 F

Varianty nastavení profit-targetu jsou opět hodnoceny dle indexu 5 F při testování na stávajících podmínkách měnového páru EUR/USD.

Tab. 8.8: *Srovnání technik použití profit-targetu*

Zdroj: Vlastní zpracování

Typ PT	Vzorek	Výnos	Likvidita	Úspěšnost	F. Krach	Stab.	Index 5 F	Součet indexů
Fixní 200 pips	IS	0,26	0,69	0,43	0,40	0,93	2,72	**5,74**
	OOS_1	0,49	0,46	0,43	0,83	0,81	3,03	
3xATR	IS	0,11	0,60	0,65	0,77	0,94	3,06	**6,01**
	OOS_1	0,20	0,43	0,60	0,83	0,89	2,95	
Dle rozpětí Bollinger Bands	IS	0,11	0,61	0,58	0,72	0,94	2,97	**5,98**
	OOS_1	0,42	0,46	0,46	0,72	0,95	3,01	

V Tab. 8.8 jsou shrnuty testované techniky pro nastavování profit-targetu při vstupu do pozice. Všechny tři techniky součtovým indexem převýšily hodnotu 5,42, kterou bylo hodnoceno dosavadní modelování obchodního systému.

Při nastavení fixního PT ve dvojnásobné výši vůči stop-loss úrovni, tedy 200 pipů od close, byla zvýšena hodnota indexu 5 F o 0,3. Bylo tak ovšem učiněno za cenu nízké hodnoty subindexu finančního krachu. 60 % drawdown na prvním OOS vzorku představuje vysoké nebezpečí pro reálný běh obchodního systému.

Profit-target umístěný dle aktuální volatility měřené ukazatelem ATR dokonce převýšil hranici 6,01. Uspokojivé výsledky byly přitom dosaženy na IS i OOS_1 vzorku. Úspěšnost obchodního systému byla poměrně vysoká. Na IS činila až 65 %. Stabilita obchodního systému nabyla vysokých hodnot, stejně jako subindex finančního krachu. Všech pět subindexů na IS a OOS_1 množině bylo poměrně dosti koherentních, což subjektivně zvýšilo význam obchodního systému pro budoucí implementaci.

Nastavení profit-targetu dle rozpětí ukazatele Bollinger Bands se standardním nastavením (perioda 20, odchylka 2) vykázalo také velmi dobré výsledky. Součtový index byl téměř srovnatelný s variantou PT dle volatility.

Modelování dle Bollingerových pásem dosáhovalo vysoké stability a výnosnosti na in-sample a prvním out-of-sample vzorku. Subindex finančního krachu na obou množinách nabýval hodnoty 0,72.

Výběr varianty umísťování PT

Dle výsledků testování a hodnocení indexem 5 F dosahuje nejvyšších výsledků varianta umístění PT dle aktuální volatility trhu se součtovým indexem 6,01.

Vizualizace varianty pro umísťování PT

Byla-li zvolena konkrétní varianta pro stanovení profit-targetu při vstupu do obchodní pozice, je třeba ji vizualizovat pomocí určeného piktogramu.

8.6 Identifikace podmínek pro výstup z obchodní pozice

Modelování výstupních patternů je posledním ze tří subprocesů v procesu fragmentování obchodní pozice. Je třeba zdůraznit, že výstupní pattern je zde myšlen jako soubor technicko-analytických pravidel pro částečné, či úplné uzavření obchodní pozice.

Soubor procesních kroků je u subprocesu modelování výstupních fragmentů podobný jako u subprocesu pro modelování vstupních fragmentů. Rozdíly spočívají v akumulaci vícera variant, které jsou u výstupů testovány s již vytvořenými prvky.

Prostředkem pro hodnocení výkonnosti je index 5 F. Důvodem je potřeba srovnání výkonnosti s výsledky v předchozích rozborech. MFE/MAE analýza v tomto případě nedostačuje. Průběh modelování výstupních fragmentů se tak stává náročnějším suprocesem, a to zejména z časového hlediska.

Pro příklad jsou uvedeny následující varianty výstupních podmínek:

1. *Výstup na opačném průrazu volatility.*
2. *Výstup na protnutí dlouhodobého EMA krátkodobým EMA.*
3. *Výstup na třetí opačné svíci s rostoucí volatilitou.*

Tab. 8.9: *Exit strategie pro obchodní systém ATR bull*

Zdroj: Vlastní zpracování

Typ Exit	**Vzorek**	**Výnos**	**Likvidita**	**Úspěšnost**	**Krach**	**Stabilita**	**Index 5 F**	**Součet indexů**
Opačný signál	IS	0,10	0,59	0,55	0,79	0,94	2,97	**5,30**
	OOS_1	0,13	0,43	0,54	0,81	0,42	2,33	
EMA crossover	IS	0,05	0,59	0,52	0,76	0,91	2,83	**5,52**
	OOS_1	0,13	0,43	0,52	0,84	0,77	2,69	
Triple reverse candle	IS	0,04	0,58	0,45	0,79	0,84	2,71	**5,50**
	OOS_1	0,21	0,42	0,50	0,85	0,80	2,79	

V Tab. 8.9 si lze všimnout, že ani jeden druh výstupu neměl pozitivní vliv na výkonnost obchodního systému ATR Bull. Ve všech případech došlo k poklesu indexu minimálně o půl bodu. Lze tedy konstatovat, že nejlepší výsledky v procesu fragmentárního modelování má obchodní systém s následujícím nastavením:

1. Vstupní podmínka průrazu hodinové volatility přes denní volatilitu, přičemž vstupní svíčka musí být rostoucí;
2. stop-loss ve fixní výši 100 pips od uzavírací ceny vstupní svíčky;
3. profit-target ve vzdálenosti trojnásobku ukazatele ATR od uzavírací ceny vstupní svíčky.

Nejlepší dosažený výsledek je po kompletaci procesu fragmentárního modelování ve výši 6,01 hodnoty součtového indexu 5 F na in-sample a out-of-sample vzorcích. Pokud by daný systém běžel dle backtestů v periodě od 01. 09. 2009 do 01. 09. 2011, byla by jeho výkonnost následující:

Tab. 8.10: *Výsledky modelovaného obchodního systému v období 2 let*

Zdroj: Vlastní zpracování

Metrika	**Hodnota**
Zisk před zdaněním	42,16 %
Maximální drawdown	35,39 %
Počet signálů	191
Průměrný zisk	208
Průměrná ztráta	247
Úspěšnost	59,17%

Hodnotící metriky v Tab. 8.10 popisují chování systému v hypoteticky reálném obchodování. Poměrně vysoký drawdown byl vykoupen čistým výnosem na konci období ve výši 42,16 %, přičemž průměrná ztráta o pětinu převyšovala průměrný zisk. Systém však byl úspěšný cca v 60 % případů, což ve výsledku znamenalo poměrně vysoký zisk při 2,5 % riskovaného kapitálu na jeden obchod.

8.7 Procesy navazující na fragmentární modelování

Fragmentární modelování[18]zpravidla nepředstavuje poslední proces před implementací obchodního systému do virtuálního či reálného obchodování na kapitálových trzích. Vymodelovaný obchodní systém je přímým vstupem do procesu optimalizace, kdy zvolené parametry (periody ukazatelů, výše stop-lossu, výše profit-targetu apod.) jsou testovány pro nejvyšší možnou výkonnost.

Při ručním obchodování probíhá optimalizace na bázi výsledků provedeného backtestingu. U automatických obchodních systémů je často využívána zabudovaná optimalizační platforma, která umožňuje testovat obrovské množství kombinací nadefinovaných parametrů.

[18] Autor disertační práce zde uvádí vlastní chápání rozdílů mezi modelováním obchodních systémů a optimalizacemi. Modelování je ruční či strojová tvorba podmínek pro tržní operace. Optimalizace je modifikací parametrů již vytvořených podmínek pro tržní operace za účelem zvýšení výkonnosti obchodních systémů.

9 PŘÍPADOVÁ STUDIE

Celý proces tvorby pravidel technicko-analytického obchodního systému bude v následujících subkapitolách demonstrován na případové studii. Případová studie bude začínat vymezením tří perspektiv: tržního prostoru, časového rámce a datové vizualizace. Dále bude realizována výstavba fragmentů obchodního systému dle procesních kroků fragmentární metodiky s přidruženými hodnoceními výkonnosti indexem 5 F.

Cílem této případové studie je prokázat, že systematickým přístupem fragmentování lze vymodelovat funkční obchodní systém, který přináší budoucí výnosy. Tržní prostředí, časový rámec i datová vizualizace přitom budou mít základní, běžnému uživateli dostupné parametry. Fragmenty tak budou sestaveny ve vazbě na základní nástroje technické analýzy, které jsou implicitně dostupné v platformě Metatrader 4. Veškeré testování a sestavování algoritmů bude taktéž zaštiťovat Metatrader 4.

Pro případovou studii byly určeny omezující podmínky. Mezi nejdůležitější z nich lze uvést:

- **Limitace při výběru trhů** – jelikož jsou relevantní data pro disertační práci k dispozici pouze z měnových trhů, bude jako modelovaný (obchodovaný) trh vybrán jeden z měnových párů. Výčet měnových trhů bude uveden v konkrétní podobě v první subkapitole případové studie.
- **Money management** – určení a řízení velikosti obchodovaného objemu je nedílnou součástí procesu řízení obchodní pozice. Money management je disciplína, která významně ovlivňuje obchodní výsledky. Z důvodu omezeného prostoru pro výzkum bude v rámci této disertační práce uvažován fixní obchodovaný objem 0,25 lotu na jeden obchod.
- **Optimalizace interních parametrů** – obchodní systém v této případové studii bude konstruován pouze na základě externího modelování. Není uvažována automatická optimalizace parametrů (perioda ukazatele, výše stop-lossu apod.).
- **Využití svícnových grafů** – pro zpracování případové studie budou využívány pouze grafy japonských svící.
- **Čekající úrovně** – při tvorbě obchodního systému prostřednictvím fragmentární metodiky bude uvažováno pouze okamžité plnění obchodního příkazu – tedy tržní příkaz (market order).

Případová studie bude doplňována zkušenostmi a postřehy autora tak, aby byla co nejvíce informativní a zároveň dodávala potřebný výzkumný přínos.

9.1 Volba tržní perspektivy

Při zkoumání portfolia měnových trhů byly posuzovány nejdůležitější faktory vystihující tržní prostor pro potenciální obchodování. Pro případovou studii byl

vybrán broker Alpari. Brokerská společnost Alpari patří mezi zprostředkovatele obchodů s kontrakty CFD. Volba vycházela z bohatého vzorku historických dat, která společnost zdarma nabízí. Pro definování tržní perspektivy byly vybrány nejobchodovanější měnové páry.[19]

Tab. 9.1: *Hodnocení tržní perspektivy technicko-analytickými nástroji*

Zdroj: Vlastní zpracování

Měnový pár	ATR	ATR %	Objem	Objem %	Síla trendu	Trend %	Spread	Spread %	Celkem
EUR/USD	0,0591	61%	57,5015	96%	14,6228	80%	2	100%	**84%**
EUR/JPY	0,0691	71%	53,1974	89%	12,4304	68%	4	50%	**70%**
EUR/CHF	0,0373	38%	36,244	60%	10,1369	55%	4	50%	**51%**
EUR/GBP	0,0265	27%	43,5154	72%	11,3904	62%	4	50%	**53%**
EUR/AUD	0,0814	84%	39,4686	66%	10,3783	57%	10	20%	**57%**
USD/JPY	0,0496	51%	38,5451	64%	9,5753	52%	2	100%	**67%**
USD/CHF	0,06	62%	34,1032	57%	12,2157	67%	3	67%	**63%**
AUD/USD	0,0453	47%	60,0384	100%	18,3464	100%	3	67%	**79%**
USD/CAD	0,0514	53%	42,9748	72%	18,1193	99%	4	50%	**69%**
GBP/USD	0,0729	75%	55,588	93%	9,5094	52%	3	67%	**72%**
GBP/JPY	0,0974	100%	45,4409	76%	11,0606	60%	7	29%	**66%**
GBP/CHF	0,0841	86%	42,8711	71%	9,2118	50%	7	29%	**59%**

Tab. 9.1 představuje vícefaktorovou uživatelskou analýzu hlavních měnových trhů, které jsou u brokerské společnosti Alpari k dispozici. V této analýze byly hodnoceny faktory volatility, likvidity, trendovosti a nákladů na obchodování. Percentuelní podíly ukazatelů na maximálních naměřených hodnotách byly zprůměrovány v souhrnné hodnocení. Pro zjednodušení byly váhy všech posuzovaných kritérií stejné.

Prvním posuzovaným faktorem byla volatilita reprezentovaná technickým ukazatelem ATR za 120 měsíců. Vyšší volatilita představuje potenciál vyšších zisků společně s vyšším rizikem ztráty. Nejvyšší volatilitu ze všech měnových párů měl GBP/JPY, který je typický prudkými cenovými pohyby. V některých měsících dokonce zaznamenal pohyby medvědího trendu okolo 4 000 pipů. Dalšími vysoce volatilními páry jsou GBP/CHF a EUR/AUD.

Druhým poměřovaným ukazatelem byl Money Flow index za 120 měsíců, který patří mezi objemové indikátory. Jedná se o oscilátor zohledňující změnu ceny a objemu obchodování. Nejvyšší hodnotu MFI dosáhl měnový pár AUD/USD těsně následovaný EUR/USD a GBP/USD.

[19] Analýza brokerských společností nebyla z důvodu rozsahu v této disertační práci prováděna.

Měnový pár AUD/USD měl také nejvyšší sílu trendu, která byla třetím posuzovaným faktorem v tržní perspektivě. Síla trendu byla měřená technickým ukazatelem ADX (120 měsíců), který bez ohledu na směr cenové vývoje, poměřuje na škále (0-100) s jakou intenzitou se trend tvoří nebo pohybuje.

Čtvrtým kritériem byly transakční náklady tvořící významný faktor rozhodování o volbě obchodovaného trhu. Je třeba podotknout, že transakční náklady nemají statický charakter. Jsou odvislé od výše volatility a likvidity – tedy i významnosti působení fundamentálních faktorů na daném trhu. V tabulce jsou uvedeny maximální denní hodnoty spreadu u Alpari k datu 30. 11. 2011. Nejnižší transakční náklady vykázaly měnové trhy EUR/USD a USD/JPY ve výši 2 pipů.

Nejvyšší celkové hodnocení dosáhl měnový pár EUR/USD s 84 %. Významnou měrou v hodnocení uspěl taktéž měnový pár AUD/USD, který obsadil dvě první místa, a to v oblasti hodnocení síly trendu a obchodovaného objemu. Zajímavá je skutečnost, že EUR/USD nedosáhl nejvyššího hodnocení v oblasti obchodovaného objemu.

Tržní perspektivu je možné rozšířit o další faktory technické analýzy. Lze například zvolit jiný typ ukazatele hodnotící trendovost či likviditu.

Pro další postup v případové studii byl zvolen měnový pár AUD/USD, který vykázal poměrně pravidelný průběh trendů s uspokojivou výší volatility a vysokým hodnocením v oblasti likvidity a síly trendu.

Obchodní systém bude využívat pouze vstup na stranu long, jelikož byl u měnového páru AUD/USD identifikován velmi silný primární, rostoucí trend.[20]

9.2 Volba perspektivy časového rámce

Po zvolení trhu kapitálového aktiva je třeba zvolit také časový rámec, na kterém bude obchodováno. Nižší timeframy obvykle přinášejí obchodnímu systému vyšší likviditu a tím i vyšší obrat kapitálu. Na druhou stranu jsou menší časové rámce často postiženy výraznou přítomností šumu[21], který znesnadňuje tvorbu konzistentní konkurenční výhody (obchodního systému). Volba timeframu závisí také na míře volatility, kterou je schopen obchodník dlouhodobě tolerovat.

V současnosti je možné dimenzovat obchodované množství na tak malé fragmenty, že se lze s malým kapitálem přizpůsobit i denním a vyšším časovým

[20] Součástí vymezení tržní perspektivy může být i určení, zda OS bude obchodovat na růst či pokles aktiva.

[21] Šum je označení pro diskrepance v nelineárním průběhu ceny, která na trhu často amorfně mění parametry svého vývoje.

rámcům. Je-li totiž obchodní systém náročný na výši stop-lossu, dojde upravením množství obchodovaných lotů k regulaci riskovaného kapitálu.

Perspektiva časového rámce převážně podléhá subjektivní analýze ze strany obchodníka, a to z následujících hledisek:

- **Bezpečnost timeframu** – bezpečnost timeframu je spojena zejména s výskytem gapů, které mohou deformovat obchodní signály technické analýzy. Toto nebezpečí hrozí u exotičtějších měnových párů, které se vyznačují nízkou likviditou obchodování. Gapy mohou negativně ovlivňovat obchodní systémy při používání stop-loss, profit-target úrovní a dalších, čekajících příkazů. Negativní hledisko lze spatřovat i v pokřivení technických indikátorů, které vycházejí z časové řady obsahující gapy. Na druhou stranu jsou některé obchodní systémy na výskytech gapů založeny a využívají je pro identifikaci patternů (např. svíčková formace morning star). Proto nelze gapy brát jako jednostranně negativní jev. Na Obr. 9.1 je minutový, svícnový graf měnového páru britská libra/švédská koruna. Jedná se o poměrně nelikvidní instrument, na kterém se často vyskytují gapy.

Obr. 9.1: *1 M timeframe měnového páru GBP/SEK*

Zdroj: MetaTrader4

- **Nákladovost kapitálového instrumentu** – vysoké transakční náklady znevýhodňují nižší timeframy, a to zejména u exotičtějších instrumentů. Často opakované vstupy a výstupy z trhu mohou znamenat velké náklady, které snižují čistý zisk řádově i o desítky procent.
- **Nekonzistence dat při testování** – testování nižších timeframů vyžaduje vyšší přesnost při backtestingu. Časové nároky na testování se taktéž zvyšují. Nízké timeframy proto kladou vyšší nároky na výpočetní techniku i na kvalitu dat.

V rámci obchodovaného trhu AUD/USD byl zvolen časový rámec 4 hodiny, kvůli potenciálu nízké přítomnosti šumu, a tím i čistotě trendování měnového páru. Od této volby se bude odvíjet i komplexnost obchodního systému, která musí umožňovat dostatečně vysokou likviditu obchodů.

9.3 Perspektiva vizualizace dat

Perspektiva vizualizace dat určuje obecnou podobu obchodního systému. Podstata jejího vymezení spočívá ve vytvoření základní logiky obchodního systému, výčtu použitelných nástrojů technické analýzy, layoutu obchodní platformy a nakonec map potenciálních fragmentů.

9.3.1 Tvorba základní logiky obchodního systému

Základní logika obchodního systému by měla být koherentní se zvolenými perspektivami trhu. Je-li zvolen silně trendující trh, je doporučeno volit spíše tzv. trend-following neboli protrendový obchodní systém. Volba typu obchodního systému slouží jako základní premisa pro tvorbu vstupního signálu. Rozhodnutí obchodníka spočívá i ve zvolení rizikového profilu, což se projeví v charakteru ochrany před ztrátou a v mechanice vystupování z trhu.

Jako tržní perspektiva byl v případové studii zvolen měnový pár australského dolaru a amerického dolaru. Zhodnocením tohoto trhu bylo zjištěno, že je silně a poměrně pravidelně trendující s vysokým průměrným objemem obchodování.

Základní logika obchodního systému bude sestavena následovně:

„Obchodní systém bude zachycovat tvorbu silných trendů. Cílem je dosáhnout nízkorizikového profilu, což znamená vstup do pozice co nejblíže vrcholu/dnu cenové korekce.“

AUD/USD v tržní perspektivě prokázal poměrně vysokou sílu trendování (hodnota ADX) a uspokojivou volatilitu (hodnota ATR). Proto bude zvolen protrendový obchodní systém. U trhů s vysokou volatilitou a nízkou silou trendu by zkoumání mělo směřovat spíše k protitrendovým obchodním systémům, které využívají např. oscilátory nebo odrazy od logických úrovní.

9.3.2 Shromáždění alternativ pro volbu nástrojů

Tvorba alternativ technicko-analytických nástrojů vychází z definované logiky obchodního systému. Se sledováním trendu je spojen pravděpodobně nejvyužívanější typ technického ukazatele – pohyblivý průměr.

Pro zachycení pozice, kde se začíná trend tvořit, je vhodné použít také oscilátory. Oscilátory jsou technické ukazatele, umístěné zpravidla v odděleném okně s otevřenou či uzavřenou škálou hodnot. Jejich využití spočívá v zachycení vrcholů/den, kde dochází k odrazu ceny. Pro zachycení síly trendu lze zase aplikovat ukazatel ADX, případně indikátory volatility, které mohou být využity pro tvorbu sekundárních signálů.

Alternativy pro využití fragmentů lze zobrazit ve shrnutí na Obr. 9.2.

PRIMÁRNÍ SIGNÁLY		SEKUNDÁRNÍ SIGNÁLY
OSCILÁTORY	**POHYBLIVÉ PRŮMĚRY**	
STOCHASTICKÝ OSCILÁTOR RSI MOMENTUM CCI MACD RATE OF CHANGE (ROC) LARRY WILLIAMS %R	SIMPLE MOVING AVERAGE SMOOTHED MOVING AVERAGE EXPONENTIAL MOVING AVERAGE TRIANGULAR MOVING AVERAGE KAUFMANN ADAPTIVE MOVING AVERAGE PIVOT POINT MOVING AVERAGE WILDERS MOVING AVERAGE	AVERAGE DIRECTIONAL MOVEMENT INDEX VOLATILITY INDIKÁTORY SVÍČKOVÝ PATTERN

Obr. 9.2: *Výčet využitelných nástrojů pro tvorbu obchodního systému*

Zdroj: Vlastní zpracování

Obr. 9.2 reprezentuje seznam využitelných nástrojů technické analýzy. Jedná se o velmi omezený výčet. Nejsou zde zahrnuty např. „Custom“ indikátory[22]. Pro účely případové studie však toto schéma plně dostačuje.

Na schématu jsou nástroje rámcově rozřazeny na primární a sekundární. Cílem je poskytnout hrubou představu o fragmentárním modelování, které bude mít těžiště v pohyblivých průměrech a/nebo oscilátorech. Sekundární signály reprezentují doprovodné podmínky, které později mohou zvyšovat výkonnost obchodního systému. Tyto podmínky bývají v obecné mluvě o TA označovány jako filtrovací.[23]

9.3.3 Zhodnocení a výběr nástrojů TA

Výběr nástrojů TA vychází z vypracovaného výčtu v předchozí kapitole a probíhá bez využití optimalizačních programových nástrojů. Výběr nástrojů by měl být doprovázen pozorováním, které představuje průřezovou aktivitu fragmentární metodiky (viz kapitola 8.2.4).

Jako základní nástroj pro zkoumání byl zvolen pohyblivý průměr s exponenciálním vyrovnáváním a periodou 100[24]. Ze seznamu oscilátorů byl zvolen Stochastický oscilátor, který (v případě potřeby) doplní obchodní systém o další prvek. Jeho parametry mají následující nastavení: % K s periodou 7, % D s periodou 7, zpomalení s periodou 5, vyhlazení exponenciálním pohyblivým průměrem. Důvodem volby těchto nástrojů je jednoduchost exponenciálního pohyblivého průměru a poměrně široká možnost využití Stochastického

[22] Indikátory, které nejsou implicitně dostupné u obchodních platforem a bývají zpravidla programovány individuálními tradery. Často bývají volně dostupné ke stažení (např. na webové stránce www.mql4.com).

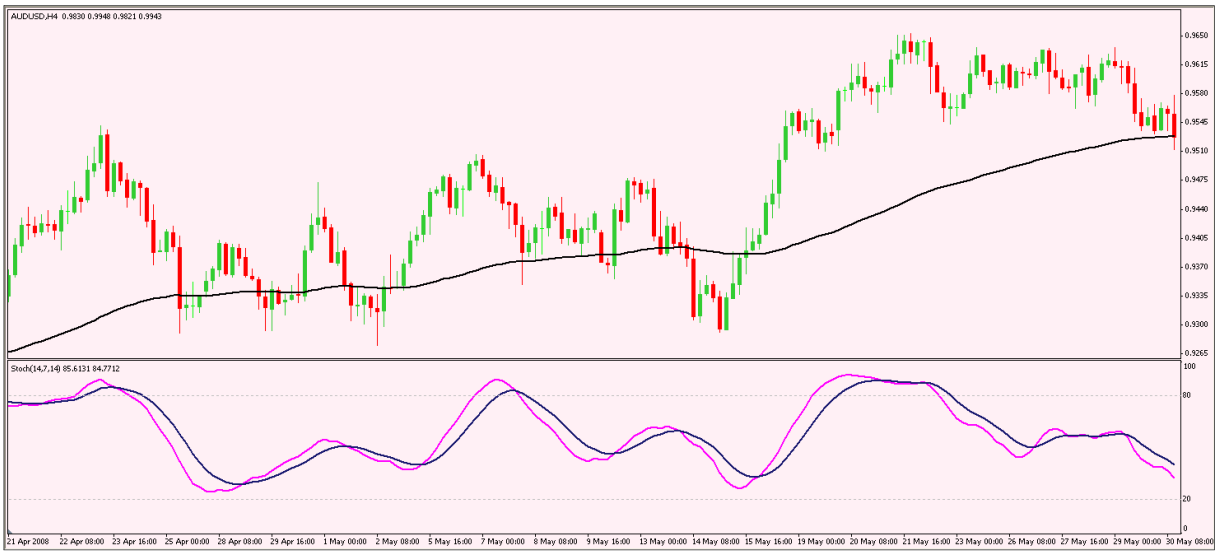
[23] Dle fragmentární metodiky se však stále jedná o fragmenty.

[24] Jak již bylo uvedeno, výběr endogenních parametrů technicko-analytických nástrojů není předmětem zkoumání této disertační práce. Budou proto voleny časté a standardní nastavení dle rozhodnutí autora.

oscilátoru, který patří mezi dvojkřivkové indikátory a je tedy možné nalézat více relací mezi křivkami % K a % D. Nebudou-li tyto indikátory tvořit dostatečně kvalitní fragmenty, lze je revidovat a vyměnit za jiné nástroje TA.

9.3.4 Tvorba layoutu cenového grafu a přidružených oken

Do perspektivy datové vizualizace byl v předchozím kroku zařazen exponenciální pohyblivý průměr s periodou 100. V platformě Metatrader4 je ukazatel pod názvem „Moving Average“ ve složce „Trend“. Pohyblivý průměr byl základním nástrojem pro fragmentování vstupu do obchodní pozice. Do layoutu byl zahrnut i Stochastický oscilátor, který lze v Metatraderu 4 nalézt ve složce „Oscilátory“.



Obr. 9.3: *Stanovený layout nástrojů v obchodní platformě*

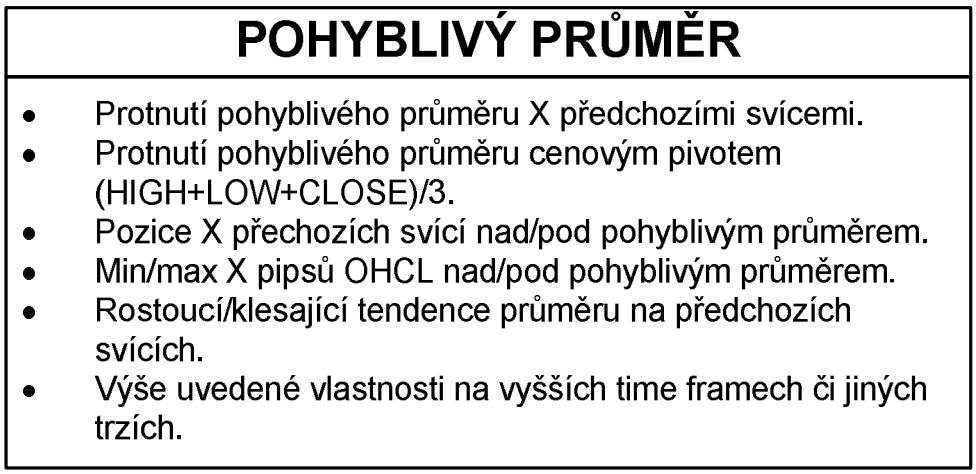
Zdroj: MetaTrader4

Layout obchodní platformy byl tedy tvořen oknem cenového grafu (na Obr. 9.3) se zakomponovaným pohyblivým průměrem (černá křivka). V samostatném okně byl umístěn Stochastický oscilátor s nastavením (7,7,5, EMA). Tvořily jej dvě křivky – rychlejší křivka % K (růžová) a pomalejší křivka % D (tmavě modrá).

Jedná se o poměrně konzervativní layout, který nijak nevybočuje ze standardních podmínek pro zobrazení technicko-analytických nástrojů. Barvy indikátorů byly zvoleny tak, aby byly co nejvíce kontrastní vůči barvám svícnového cenového grafu.

9.3.5 Tvorba mapy fragmentů

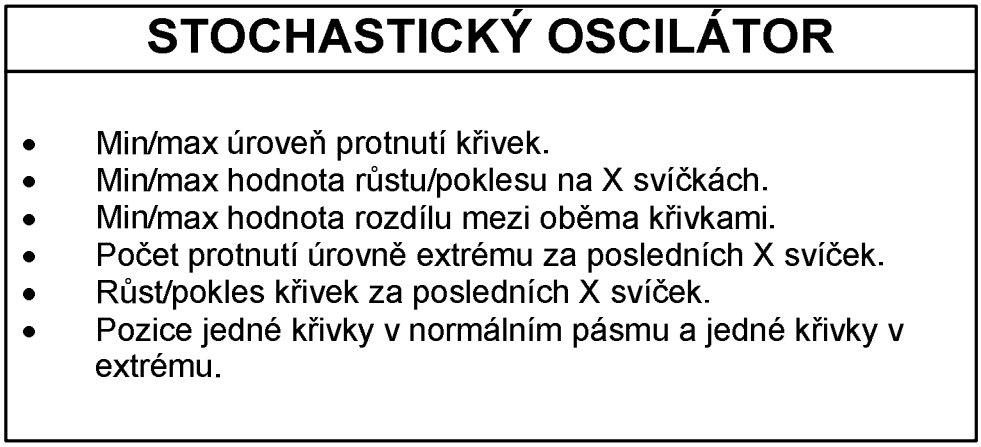
Mapa fragmentů je velmi důležitým výstupem z perspektivy datové vizualizace. Slouží totiž jako přímý vstup do procesu fragmentování obchodní pozice (viz kapitola 8.1). Mapa fragmentů pro pohyblivé průměry byla zpracována v obecném měřítku v šesti kategoriích (viz Obr. 9.4).



Obr. 9.4: *Mapa fragmentů pro pohyblivý průměr*

Zdroj: Vlastní zpracování

Pro případné využití Stochastického oscilátoru byla taktéž připravena mapa fragmentů. Fragmenty se týkaly práce s křivkami % K a % D a standardními pásmy extrémů (20 a 80).



Obr. 9.5: *Mapa fragmentů pro ukazatel Stochastický oscilátor*

Zdroj: Vlastní zpracování

Detailnost mapy fragmentů je odvislá od subjektivního rozhodnutí obchodníka. U mapy fragmentů Stochastického oscilátoru lze naprofilovat jednotlivé kategorie např. dle hodnot extrémů (10 a 90; 20 a 80; 30 a 70) nebo dle prudkosti protnutí mezi křivkou % D a % K (min. o 1 bod, min. o 3 body, min. o 5 bodů apod.). Tím lze zvýšit granularitu fragmentární mapy. Možností při tvorbě výčtu fragmentů je velké množství a je na rozhodnutí obchodníka, jakou míru detailnosti si zvolí.

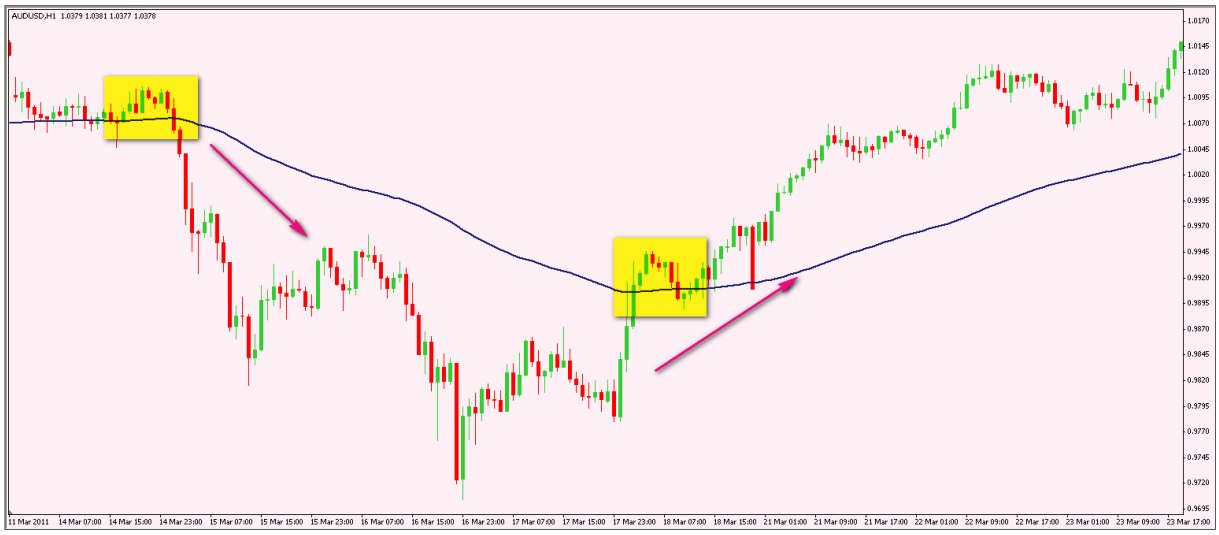
9.4 Proces fragmentování obchodní pozice

Dle schématu na Obr. 8.8 (strana 103) probíhala tvorba obchodního systému, do nějž byly zakomponovány pohyblivé průměry a potenciálně také Stochastický oscilátor. Jako vstupy do procesu fragmentování byly použity:

základní logika OS, vytvořený layout obchodní platformy a dvojice fragmentárních map. Všechny tyto vstupy bylo třeba prostřednictvím průběžných aktivit fragmentování revidovat.

Obecný popis základního vstupního fragmentu

Jako nosný indikátor byl vybrán pohyblivý průměr. Pro vyzkoumání základního vstupního fragmentu bylo třeba provést pozorování trhu AUD/USD. V rámci případové studie proběhlo pozorování na desetiletém časovém intervalu. Výstupem pozorování bylo objevení signálů interakce ceny s pohyblivým průměrem. V místech, kdy cena protínala průměr, byl často tvořen trend s různou silou i délkou.



Obr. 9.6: *Ukázka interakce ceny a pohyblivého průměru (tvorba trendu)*

Zdroj: MetaTrader4

Na Obr. 9.6 jsou žlutě označená místa, kde byla cena v interakci s pohyblivým průměrem. Lze pozorovat, že v těchto místech dochází k tvorbě trendu doprovázeného postupným růstem/poklesem hodnot pohyblivého průměru.

Obecný popis vstupního fragmentu byl zformulován následovně: *„Protnutí pohyblivého průměru japonskou svící.“*

Tvorba kriteriální funkce

Protnutí pohyblivého průměru japonskou svící lze prostřednictvím kriteriální funkce zapsat několika způsoby. Je možno využít nejvyšší cenu, nejnižší cenu, otevírací cenu a uzavírací cenu. Pro MFE/MAE analýzu byly tedy vytvořeny dvě verze základního vstupního fragmentu:

1. *Close_1 > EMA(100)_1* ***AND*** *Open_1 < EMA(100)_1.*
2. *High_1 > EMA(100)_1* ***AND*** *Low_1 < EMA(100)_1* ***AND*** *Close_1 > Open_1.*

První verze kriteriální funkce určuje protnutí těla japonské svíce pohyblivým průměrem, přičemž svíčka musí být rostoucí. Druhá verze reprezentuje fragment protnutí jakékoliv části rostoucí či klesající japonské svíce pohyblivým průměrem.

MFE/MAE analýza a vyhodnocení výsledků

Dvojice potenciálních základních fragmentů se vyznačovala poměrně vysokou úspěšností v testovacím horizontu 01. 09. 2001 až 01. 09. 2009. Lepší výsledky v MFE/MAE analýze vykázala druhá kriteriální funkce – její úspěšnost byla vyšší o necelé jedno procento.

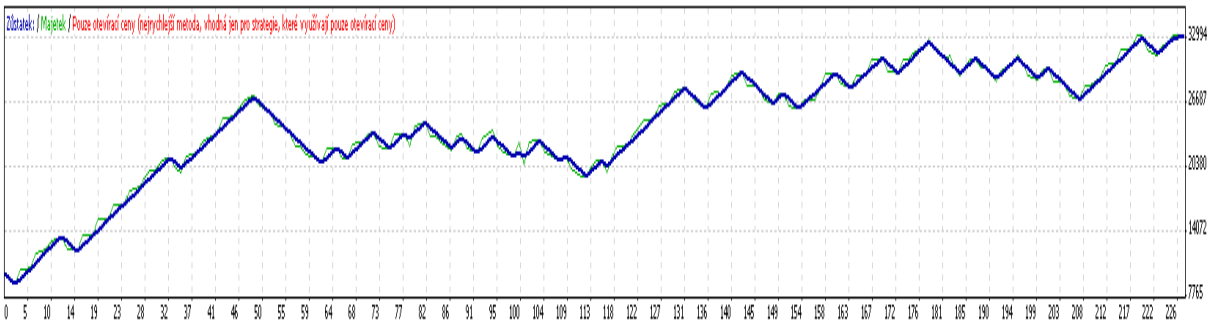
Jako základní fragmenty byla zvolena protnutí jakékoliv části japonské svíce exponenciálním pohyblivým průměrem o periodě 100.

Tab. 9.2: *MFE/MAE analýza variant pro základní fragmenty.*

Zdroj: Vlastní zpracování

AUD/USD	50	100	150	200	250	300	Průměr
Tělo svíčky	56,76%	56,02%	56,45%	57,52%	59,18%	66,23%	58,69%
Celá svíčka	57,76%	57,23%	56,28%	58,84%	61,93%	65,56%	59,60%

„Rychlou“ analýzu základního fragmentu lze provést například i s použitím platformy MetaTrader 4, která v rámci automatického backtestingu poskytuje sadu základních výkonových ukazatelů. Subjektivním hodnocením equity křivky lze srovnat základní ukazatele (profit factor, maximální drawdown, výše nezdaněného zisku apod.).



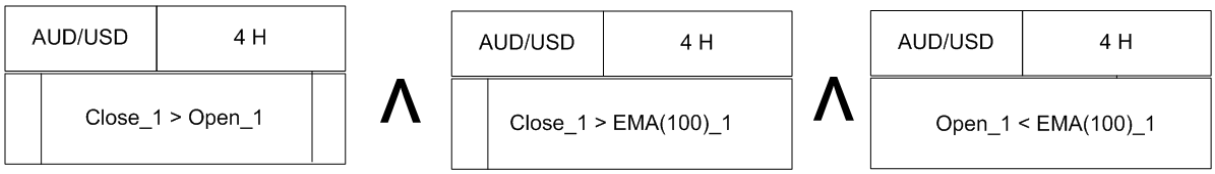
Obr. 9.7: *Equity křivka základního fragmentu pro období 2001-2009*

Zdroj: MetaTrader4

Na Obr. 9.7 si lze na levé straně u středu všimnout poměrně dlouhého období, kdy výše kapitálu stagnovala. Problémem byla také poměrně nízká likvidita signálu (227 obchodů za osm let), která mohla později vést ke k nutnosti zpětně kalibrovat základní fragmenty. Maximální drawdown vybraných základních fragmentů v období 01. 09. 2001 až 01. 09. 2009 dosahoval téměř 30 %, což není příznivé číslo. Cílem dalšího modelování proto bylo zlepšit charakteristiky stability, likvidity a drawdownu.

Vizualizace základních fragmentů

Vybrané fragmenty byly vizualizované v piktogramech dle Obr. 9.8. Jednalo se tedy prozatím o trojici zleva i zprava uzavřených fragmentů bez horního a spodního omezení.



Obr. 9.8: *Piktogram základního fragmentu*

Zdroj: Vlastní zpracování

Sada tří fragmentů byla spojena operátorem AND a vázána pouze na vstupní svíci.

Obecný popis navazujících fragmentů

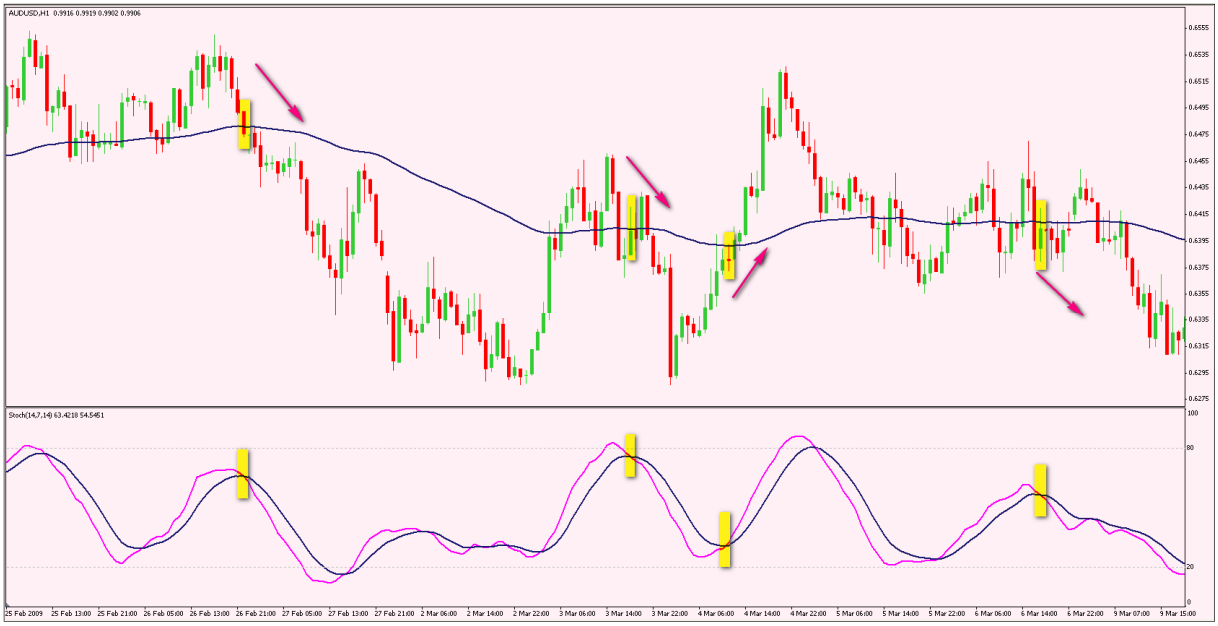
Obr. 9.9 znázorňuje období, kdy cena frekventovaně protínala pohyblivý průměr a oscilovala střídavě na long i short stranu. Jednalo se o beztrendové období. Pro obchodní systém zachycující tvorbu silných trendů, jsou tato období nežádoucí a ve většině případů také ztrátová. Proto bylo třeba využít dalšího nástroje technické analýzy k vyloučení těchto falešných signálů.

Obecný popis navazujících fragmentů tedy zněl: *„Zachycení obratu ceny prostřednictvím oscilátoru.“*

Obr. 9.9: *Ukázka interakce ceny a pohyblivého průměru*

Zdroj: MetaTrader4

Pro další modelování byl zvolen ukazatel Stochastický oscilátor, jehož zapojení do obchodního systému mělo usměrnit některé atributy výkonnosti (stabilita, snížení možnosti finančního krachu apod.) a redukovat nedostatky pohyblivého průměru (viz Obr. 9.10).



Obr. 9.10: *Interakce ceny, EMA, a Stochastického oscilátoru*

Zdroj: MetaTrader4

Graf v Obr. 9.10 zachycuje layout obchodní platformy se žlutě vyznačenými místy, kde pohyblivý průměr protíná svíčku a zároveň rychlejší křivka Stochastického oscilátoru % K protíná pomalejší křivku % D.

Jako navazující fragment se tedy nabízelo otestovat protnutí křivek Stochastického oscilátoru v okamžiku, kdy japonskou svíci protínal exponenciální pohyblivý průměr.

Tvorba kriteriální funkce navazujícího fragmentu

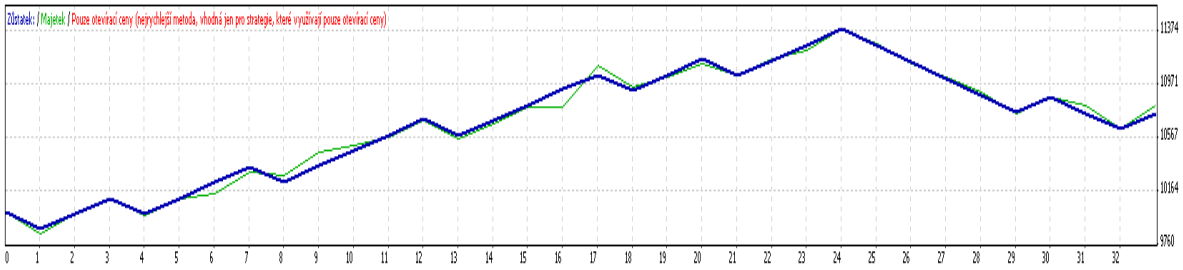
Kriteriální funkce pro protnutí křivek Stochastického oscilátoru vycházela z jednoduchého crossover (kříženého) fragmentu:

KKrivka_2 < DKrivka_2 ***AND*** *KKrivka_1 > DKrivka_1*.

Jak již bylo uvedeno, bližší popisy parametrů nemusí být vždy přímo v kriteriální funkci umístěny, jsou-li zprostředkovány v poznámkách. Kriteriální funkce Stochastického oscilátoru byla agregována s kriteriální funkcí základních fragmentů EMA. Vstupní systém byl dále hodnocen MFE/MAE analýzou.

MFE/MAE analýza

Po přidání podmínek pro Stochastický oscilátor byla zjištěna nedostatečná likvidita signálů. Původní množství 227 obchodů za osmileté období bylo zredukováno na 30-40 obchodů. Takový vzorek neposkytuje dostatečnou statistickou relevanci při analýze výkonnosti a navíc negativně ovlivňuje celkové výsledky hodnocení. Proto muselo být přistoupeno ke kalibraci již vytvořených fragmentů.



Obr. 9.11: *Equity křivka agregované kriteriální funkce pro období 8 let*

Zdroj: Vlastní zpracování

Kalibrace fragmentů či TF

Úprava kriteriální funkce mohla probíhat několika způsoby. Buď mohly být modifikovány základní fragmenty nebo mohlo dojít k odstranění fragmentů navazujících (se Stochastickým oscilátorem), které by byly nahrazeny likvidnějšími substituty. Pokud by i tato opatření byla nedostatečná, mohlo dojít např. k úpravě časové perspektivy (nižší timeframe), úpravě periody ukazatelů (není v disertační práci uvažováno) apod.

Jelikož již původní množství obchodů bylo pro další modifikaci vstupního patternu nedostatečné (227 obchodů), bylo přistoupeno ke kalibraci základních fragmentů.

Tvorba kriteriální funkce výsledného vstupu

Cílem bylo ponechání základní logiky sestavených fragmentů, proto byly stávající podmínky redukovány následujícím způsobem:

High_1 > EMA(100)_1 ***AND*** *Low_1 < EMA(100)_1*.

Podmínka rostoucí vstupní svíce byla odstraněna. V tomto případě se jednalo o relevantní kalibraci i přesto, že obchodní systém obchodoval pouze na stranu long. Důvodem byla indikace směru obchodu Stochastickým oscilátorem, který poskytoval signál na long protnutím křivky % K křivkou % D zespod.

Po kalibraci došlo k navýšení likvidity vstupních fragmentů z 35 na 164 obchodů. Tento vzorek autor stále nepovažoval za dostatečný, vzhledem k dalšímu modelování obchodního systému. Proto bylo přistoupeno ke změně timeframu.[25] V Tab. 9.3 je uvedeno srovnání alternativ pro dva nižší timeframy.

[25] Vysoká výkonnost na více timeframech jednoho kapitálového aktiva je indikací robustnosti obchodního systému na daném trhu.

Tab. 9.3: *Srovnání základních ukazatelů u dvou timeframů*

Zdroj: Vlastní zpracování

Metrika (test 01. 09. 2001 – 01. 09. 2009)	**1 HODINA**	**30 MIN**
Výše nezdaněného zisku	8 762 USD	24 921 USD
Maximální drawdown	27,52 %	10%
Počet signálů	**761**	**1515**
Průměrný zisk	118 USD	118 USD
Průměrná ztráta	124 USD	124 USD
Úspěšnost	55,98%	57,95%

Snížení timeframu dle základních výkonnostních metrik znamenalo výrazné navýšení historické výkonnosti modelovaného obchodního systému. Půlhodinový časový rámec měl v testovaném období podstatně vyšší výnos, téměř trojnásobně nižší drawdown a o dvě procenta vyšší historickou pravděpodobnost ziskového obchodu. 1 515 obchodů tvořilo bohatý vzorek pro další práci ve fragmentárním modelování. Proto došlo k úpravě časového rámce na 30 minutový.

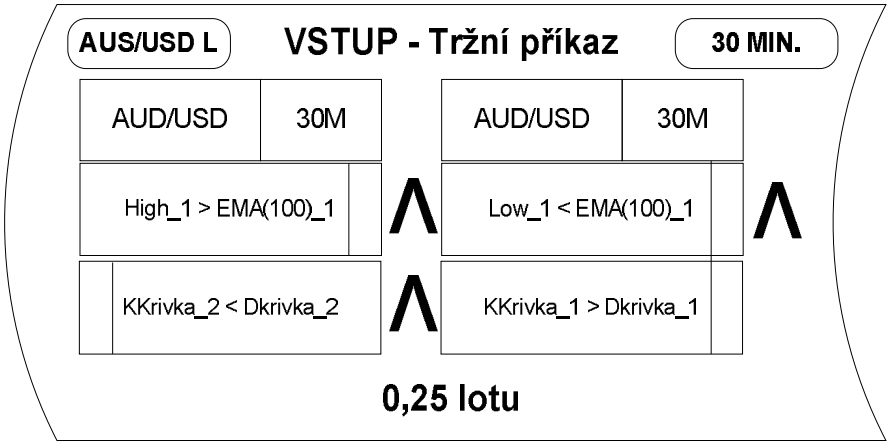
Vstupní fragmenty po kalibraci poskytovaly velmi dobré výsledky z hlediska výnosnosti, likvidity, finančního rizika i úspěšnosti. Pro podrobnější zkoumání výkonnosti byl později využit index 5 F pro IS a OOS_1 data.

Výsledná kriteriální funkce vstupních fragmentů vypadala následovně:

High_30MIN_AUD/USD_1 > EMA(100)_30MIN_AUD/USD_1 ***AND***
Low_30MIN_AUD/USD_1 < EMA(100)_30MIN_AUD/USD_1 ***AND***
KKrivka_30MIN_AUD/USD_2 < DKrivka_30MIN_AUD/USD_2 ***AND***
KKrivka_30MIN_AUD/USD_1 > DKrivka_30MIN_AUD/USD_1.

Vizualizace návazných fragmentů

Výsledný soubor vstupních fragmentů byl zaveden do piktogramu vstupní fáze obchodování následovně:



Obr. 9.12: *Fragmenty vstupního procesu*

Zdroj: Vlastní zpracování

Levý horní roh fragmentu byl určen definovanou tržní perspektivou – tedy měnovým párem AUD/USD, přičemž bylo vstupováno na stranu long. Perspektiva časového rámce byla v průběhu procesu fragmentování změněna na půlhodinovou (pravý horní roh). Vstup byl realizován tržním příkazem. Fragmenty byly vyhledávány na stejném trhu i časovém rámci. Jednalo se tedy o uniformní fragmenty. Vstupní signál byl identifikován čtveřicí fragmentů agregovaných shodně logickým operátorem AND (tučně zvýrazněná stříška). První dvojice fragmentů byla vázána na nástroj exponenciálního pohyblivého průměru, který musel protínat vstupní svíčku. Zároveň muselo dojít k překřížení křivek Stochastického oscilátoru na stejné, vstupní svíci. Křivka % K tedy musela z předvstupní na vstupní svíčku (bar) zespod protnout křivku % D. Vertikální úsečky po stranách fragmentů označují horizontální omezení vstupního signálu. Jelikož byl signál tvořen pouze na dvou svících v čase t = 1 a t = 2, měl každý ze čtyř fragmentů jedno horizontální omezení.

Po vizualizaci následoval procesní krok hodnocení stávajícího vstupu s fixními stop-lossy a profit-targety. Obchodní systém byl podle využitých ukazatelů nazýván **StochEMA**.

Hodnocení indexem 5 F

Hodnocení indexem 5 F kombinuje více množin pro dosažení robustnosti evaluace a podchycení dynamiky trhu. Proto byl osmiletý interval rozdělen na dva – období 01. 09. 2001 až 01. 09. 2007 a období 01. 09. 2007 až 01. 09. 2009. Spuštění systému na reálných podmínkách bylo, stejně jako při statistickém vyhodnocení relevantnosti indexu 5 F, simulováno v období 01. 09. 2009 až 01. 09. 2011. Výsledky hodnocení indexem 5 F jsou shrnuty v Tab. 9.4.

Tab. 9.4: *Hodnocení systému StochEMA indexem 5 F*

Zdroj: Vlastní zpracování

	Výnos	**Likvidita**	**Úspěšnost**	**Krach**	**Stabilita**	**Celkový index 5 F**
In-sample	0,23	0,61	0,59	0,87	0,98	**3,28**
Out-of-sample 1	0,10	0,42	0,55	0,89	0,62	**2,57**
Celkem	0,33	1,04	1,13	1,76	1,60	**5,85**

Hodnocení bylo provedeno při stop-lossu a profit-targetu určených shodně ve výši 50 pipů od close ceny na vstupní svíci. Dle výstupu z testování relevantnosti indexu 5 F obchodní systém dokonce splňoval podmínky filtru, uvedeného v kapitole 6.4. Při použití tohoto filtru bylo 95 % hodnocených obchodních systémů po dvou letech v zisku[26]. V rámci dalších fází procesu fragmentárního modelování bylo cílem při použití modifikačních a výstupních kritérií vybrat obchodní systém nejen s vysokou hodnotou agregovaného indexu 5 F, ale také s vysokou koherencí hodnot jednotlivých subindexů u IS a OOS_1 dat.

9.5 Modifikační procesy

Vstupní signál obchodního systému StochEMA byl v této kapitole hodnocen ve vztahu k metodě určování stop-lossu na vstupu, modifikace stop-lossu v průběhu řízení obchodní pozice, volbě techniky pro umístění profit-targetu a metodě výstupu z trhu.

9.5.1 Determinace metody pro vstupní stop-loss

Tvorba variant pro umísťování SL dle fragmentů

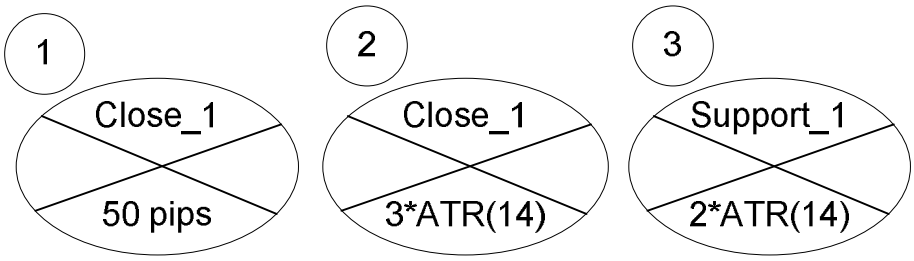
Shromáždění variant pro umísťování SL probíhá na základě pozorování. Obchodník prostřednictvím pozorování identifikuje proměnné, které může stanovit jako vztahovou veličinu. Poté určí determinanty vzdálenosti, které mohou být fixní nebo vztažené k technicko-analytické veličině (kalkulace vzdálenosti na základě hodnoty ATR, Chaikin volatility, ADX apod.). Pro případovou studii byly zvoleny varianty, z nichž každá je založena na jiné logice:

1. Fixní stop-loss od close,
2. flexibilní stop-loss na základě trojnásobku ATR s periodou 14,
3. flexibilní stop-loss na základě ukazatele support úrovně.

[26] Filtr je nastaven tak, že celkový index 5 F musí být vyšší než 5,5 a výnosnost v OOS_1 přesahovat hodnotu 0,2.

Integrace variant stop-loss úrovně do obchodního systému

Jak již bylo uvedeno, u automatických obchodních systémů integrace SL probíhá prostřednictvím programových prostředků ve zvoleném jazyce obchodní platformy. V diskrétním (ručním) obchodování probíhá integrace SL prostřednictvím piktogramu pro jednotlivé varianty (Obr. 9.13).



Obr. 9.13: *Souhrn piktogramů pro stanovení SL úrovně na vstupu*

Zdroj: Vlastní zpracování

Všechny tři varianty stop-lossu byly posuzovány ve vztahu k fixnímu profit-targetu 50 pipů. První varinta reprezentovala fixní stop-loss ve výši 50 pipů, čímž nastavila RRR obchodního systému na hodnotu 1:1. Zbylé dvě varianty byly dynamizovány prostřednictvím indikátoru Average true range – tedy měřítka volatility trhu.

Srovnání variant na základě indexu 5 F

Pro srovnání variant umísťování stop-loss úrovně byl opět využit index 5 F. Hodnocení stále probíhalo v agregaci s již vytvořeným vstupním patternem. Výsledky hodnocení modelovaného StochEMA jsou znázorněny v Tab. 9.5.

Tab. 9.5: *Hodnocení variant SL na vstupu indexem 5 F*

Zdroj: Vlastní zpracování

Typ SL	Vzorek	Výnos	Likvidita	Úspěšnost	Krach	Stabilita	Index 5 F	Součet indexů
Fixní ve výši 50 pips od close	IS	0,23	0,61	0,59	0,87	0,98	3,28	**5,85**
	OOS_1	0,10	0,42	0,55	0,89	0,62	2,57	
3xATR	IS	0,16	0,59	0,37	0,80	0,96	2,89	**5,63**
	OOS_1	0,13	0,42	0,48	0,90	0,81	2,74	
Dle Supportu	IS	0,18	0,60	0,48	0,88	0,96	3,10	**5,85**
	OOS_1	0,10	0,42	0,56	0,88	0,78	2,75	

Všechny tři posuzované metody pro umísťování stop-loss úrovně měly uspokojivé výsledky, které se pohybovaly nad hranicí hodnoty souhrnného indexu 5,5. Fixní stop-loss ve výši 50 pipů od close vstupní svíčky byl použit již v předchozím hodnocení. Zajímavý výsledek poskytoval stop-loss umísťovaný dle pozice support úrovně identifikované naprogramovaným technicko-

analytickým indikátorem. Součet indexů byl totožný jako u první varianty. Bylo tedy nutné se podívat na rozložení jednotlivých subindexů. V součtu měla fixní varianta lepší výsledky ve výnosové oblasti a v úspěšnosti. Oproti variantě dle supportu však výrazně zaostávala v oblasti stability. V tomto případě by mělo dojít k sekundární analýze výkonnosti, a to k posouzení míry koherence mezi jednotlivými subindexy.

Volba varianty pro umísťování SL

V případové studii byla zvolena varianta dle supportu. Bylo tomu tak z důvodu vyšší stability v OOS_1 množině a zároveň vyšší kohezi hodnot subindexů v IS a OOS_1 množinách.

9.5.2 Posun SL na základě určených podmínek

Mluví-li se o výstupech z obchodní pozice, může být posun SL využíván jako tzv. pasivní forma výstupní strategie. Je-li modifikovaný stop-loss vhodně nastaven, může uzamykat zisky na korekcích a zároveň dávat pozici dost prostoru na další vývoj ceny v rámci trendu. Posun ochranné úrovně může být dán spojitě (trailling stop-loss) nebo diskrétně – prostřednictvím splnění podmínek definovaných v kriteriální funkci.

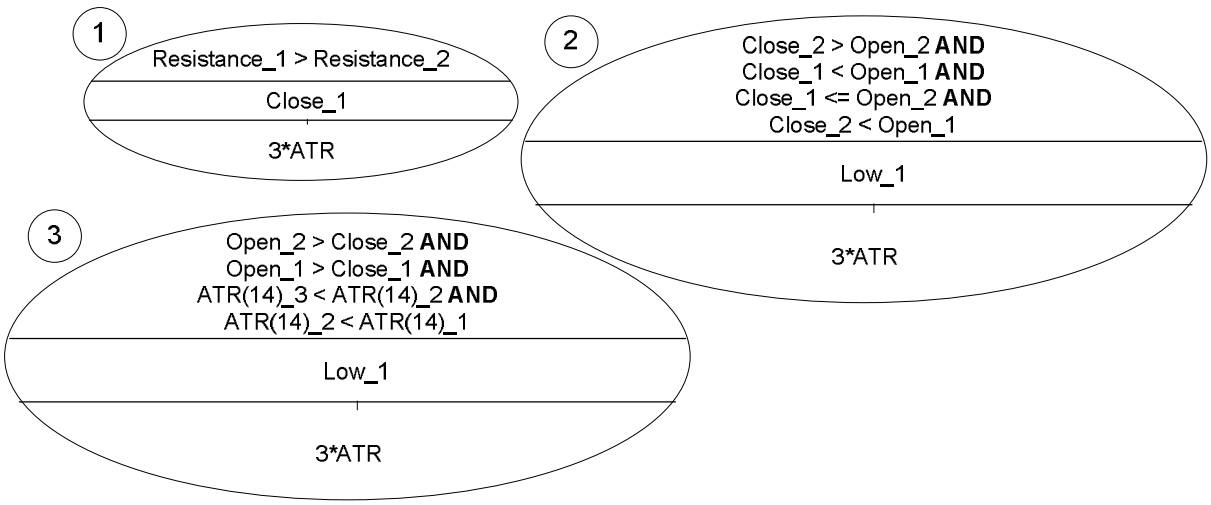
Tvorba variant pro posun SL dle fragmentů

V rámci případové studie byly určeny diskrétní spouštěcí podmínky pro posun SL. Jedna podmínka byla stanovena vytvořením nové, vyšší úrovně resistence. Druhá podmínka byla dána vytvořením svícnového patternu s názvem „Bearish engulfing“[27]. Třetí podmínka spouštěla stop-loss v okamžiku, kdy se objevily dvě opačné svíce, na kterých postupně vzrostla hodnota ATR (volatility).

Integrace variant pro posun SL do obchodního systému

V případové studii již nebyla samostatně uvedena kriteriální funkce, která popisuje fragmenty, na základě nichž dochází k posunu SL úrovně. Tato kriteriální funkce byla zakomponována přímo do piktogramů na Obr. 9.14.

[27] Dvousvíčková reverzní formace býčí a medvědí svíce, přičemž tělo medvědí svíce pohlcuje celé tělo svíce býčí.



Obr. 9.14: *Piktogramy hodnocených technik pro posun SL úrovně*

Zdroj: Vlastní zpracování

Varianty číslo 2 a 3 v sobě měly zakomponovánu čtveřici fragmentů propojených logickým operátorem AND a byly vázány na Low svíce. Jestliže byly spuštěny podmínky zobrazené v piktogramech, posunul se stop-loss o trojnásobek ATR pod low aktuální svíce.

Srovnání variant pro posun SL na základě indexu 5 F

Tab. 9.6 je rozdělena na použití podmínek pro posun stop-lossu se simultánně implementovaným profit-targetem a na použití posunu stop-lossu jako samostatné podmínky pro řízení obchodní pozice.

Tab. 9.6: *Hodnocení variant posunu SL indexem 5 F*

Zdroj: Vlastní zpracování

Typ posunu SL	Množina	Výnos	Likvidita	Úspěšnost	Krach	Stabilita	Index 5 F	Součet indexů
Bez posunu	IS	0,18	0,60	0,48	0,88	0,96	3,10	**5,85**
	OOS_1	0,10	0,42	0,56	0,88	0,78	2,75	
Nová resistance	IS	0,18	0,59	0,45	0,89	0,95	3,07	**5,74**
	OOS_1	0,10	0,42	0,55	0,87	0,73	2,67	
Bearish engulfing	IS	0,17	0,60	0,46	0,83	0,96	3,01	**5,77**
	OOS_1	0,10	0,42	0,55	0,89	0,80	2,76	
ATR Reverse	IS	0,18	0,60	0,47	0,88	0,95	3,07	**5,75**
	OOS_1	0,09	0,42	0,55	0,88	0,73	2,67	
Nová resistance (bez PT)	IS	0,16	0,61	0,38	0,78	0,89	2,83	**4,60**
	OOS_1	0,03	0,43	0,35	0,80	0,17	1,77	
Bearish engulfing (bez PT)	IS	0,26	0,63	0,36	0,74	0,92	2,92	**4,77**
	OOS_1	0,00	0,44	0,32	0,61	0,48	1,85	
ATR Reverse (bez PT)	IS	0,23	0,63	0,38	0,79	0,90	2,93	**4,66**
	OOS_1	0,01	0,44	0,32	0,78	0,19	1,74	

Samostatný posun SL bez profit-targetu ve všech případech vykazoval řádově nižší hodnoty součtového indexu 5 F. Při simultánním využití obou technik modifikace se hodnota součtového indexu 5 F pohybovala okolo 5,75. Výkonnost obchodního systému tak byla snížena cca o 0,1 hodnoty indexu. Jelikož se žádná z nových technik pro posun SL výkonnostně neblížila součtovému indexu ve výši 5,85, bylo ponecháno stávající nastavení obchodního systému.

9.5.3 Stanovení profit-target úrovně

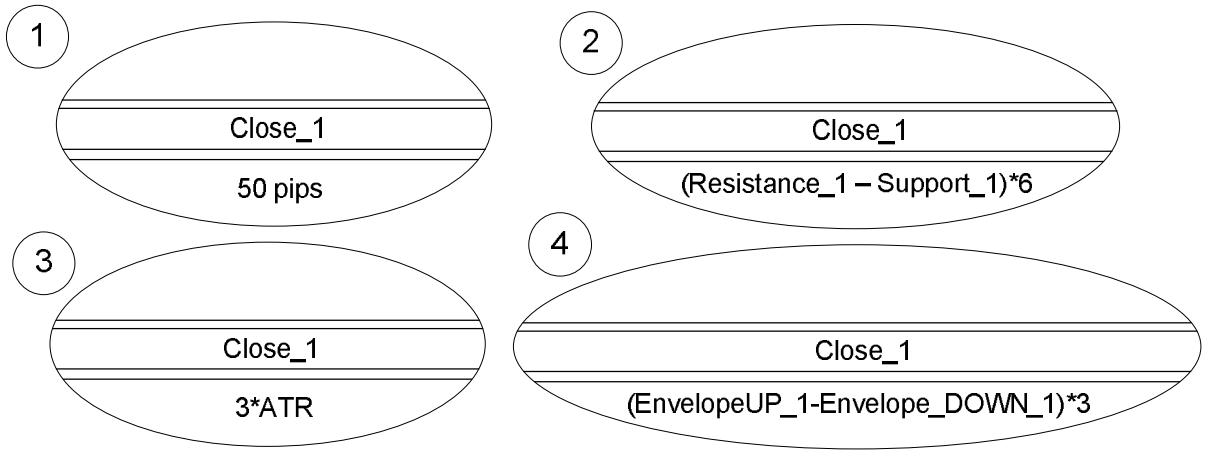
Profit-target, který je využívaný při hodnocení vstupního patternu, je doporučeno využívat nejprve fixní. V subprocesu tvorby modifikačních pravidel je prostor pro pozdější zajištění flexibility úrovně profit-targetu. Flexibilita může dosahovat dokonce takové úrovně, že spuštění profit-targetu, podobně jako u posunu SL, může být vázáno na výskyt patternu.

Tvorba variant pro umístění PT dle fragmentů

V případové studii byly uvažovány techniky zasazení profit-targetu při vstupu do obchodní pozice. Nejprve byl profit-target nastaven jako násobek rozpětí mezi support a resistence úrovní, poté jako trojnásobek hodnoty ATR a nakonec jako násobek rozdílu horní a dolní hranice technického indikátoru Envelopes.

Integrace variant pro umístění PT do obchodního systému

Zkoumané možnosti pro aplikaci úrovně profit-targetu uvedené na Obr. 9.15 byly shodně vztažené k uzavírací ceně poslední svíce. Kriteriální podmínka (horní pole elipsy) nebyla uvedena, což znamená, že profit-targety byly determinovány implicitně při vstupu do obchodní pozice.



Obr. 9.15: *Piktogramy hodnocených technik stanovování profit-targetu*

Zdroj: Vlastní zpracování

Srovnání variant pro umístění PT na základě indexu 5 F

Stejně jako u hodnocení variant pro posun SL vycházel nejlepší výsledek v původním, fixním profit-targetu ve výši 50 pips. Nejblíže tomuto výsledku byla technika umísťování profit-targetu dle rozpětí křivek indikátoru Envelopes. Zejména kvůli výrazně nižšímu subindexu finančního krachu v prvním OOS vzorku nedosahoval výkonnosti obchodního systému s fixním profit-targetem. Proto byla ponechána původní varianta.

Tab. 9.7: *Hodnocení variant nastavení profit-targetu na vstupu*

Zdroj: Vlastní zpracování

Typ PT	Množina	Výnos	Likvidita	Úspěšnost	Krach	Stabilita	Index 5 F	Součet indexů
Fixní PT 50 pips	IS	0,18	0,60	0,48	0,88	0,96	3,10	**5,85**
	OOS_1	0,10	0,42	0,56	0,88	0,78	2,75	
S/R rozdíl	IS	0,18	0,64	0,36	0,73	0,84	2,75	**3,84**
	OOS_1	0,07	0,45	0,35	0,18	0,04	1,09	
3*ATR	IS	0,09	0,59	0,54	0,78	0,91	2,91	**5,33**
	OOS_1	0,04	0,42	0,53	0,83	0,60	2,42	
Envelopes	IS	0,12	0,59	0,51	0,75	0,95	2,93	**5,74**
	OOS_1	0,11	0,42	0,58	0,89	0,83	2,82	

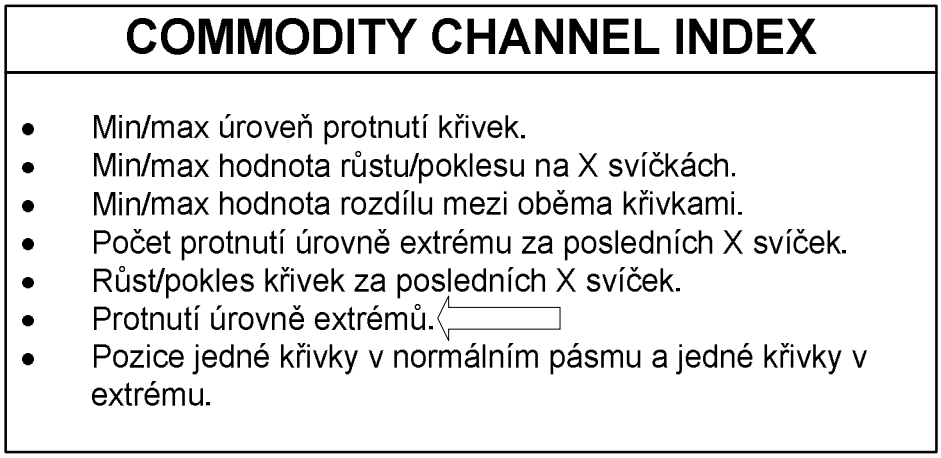
9.5.4 Stanovení výstupního patternu

Pro stanovení výstupního patternu je potřeba absolvovat sérii procesních kroků, které jsou veskrze shodné se subprocesem „Tvorba vstupních fragmentů“. Je-li logika výstupních patternů odlišná od původně nastaveného layoutu a setu fragmentárních map, je nutné provést revizi těchto vstupních prvků. Upravený layout poté slouží k definování variant výstupů, které mohou být posléze univerzálně využitelné pro zkoumání výkonnosti dalších obchodních systémů.

Pro případovou studii byla určena ukázka výstupního systému na odlišné logice, a to na základě interakce dvou křivek oscilátoru CCI. Obecný popis výstupních fragmentů byl následující:

„Identifikace obratu trendu prostřednictvím oscilačního pásma překoupenosti.“

Průběžným pozorováním byly zjištěny zajímavé výsledky kombinace CCI14 a CCI50 indikátoru (dle Woodies systému a Finwin systému ze serveru www.financnik.cz). Pro modelování prvního typu výstupu bylo potřeba sestavit mapu fragmentů.



Obr. 9.16: *Fragmentární mapa pro oscilátor CCI*

Zdroj: Vlastní zpracování

Z pozorování vyplynulo, že souběžné protnutí křivek CCI14 a CCI50 úrovněmi extrémů 100 a -100 do běžné oblasti identifikuje se solidní úspěšností konce trendů. Výstup byl tedy identifikován prostoupením křivek z úrovně extrému do běžné oblasti -100 až 100 na stejném časovém intervalu.

Další možnosti výstupů byly sestaveny na základě tzv. „Price action“, neboli patternů, které jsou tvořeny pouze cenovými veličinami. Výhodou price action

je neopožděnost signálů.[28] První price action pattern reprezentoval následující popis:

„Signalizace obratu trendu jednoduchou svíčkovou formací, která je podpořena indikací volatility.“

Druhým hodnoceným výstupem byl pattern Bearish Engulfing, který byl použit již v subprocesu tvorby technik pro posun stop-loss úrovně. Nyní byl na bázi této svícnové formace otestován diskrétní výstupní pattern v obchodním systému StochEMA.

Třetí výstup využíval taktéž pouze cenové hladiny. Další formace price action byla obecně popsána následovně:

„Signalizace obratu trendu pomocí opačné reakce ceny podpořené indikací volatility.“

Obecný popis výstupní logiky byl veskrze stejný jako v předchozím případě. Jediný rozdíl byl v důrazu kladeném na opačnou reakci ceny. Formace se tedy zabývala vztahem otevíracích a uzavíracích cen. Při výstupu byly identifikovány dvě opačné svíce (medvědí), přičemž byly obě podpořeny vzrůstem volatility.

Tvorba kriteriálních funkcí

Kriteriální funkce odpovídaly jednotlivým obecným popisům výstupních fragmentů. Dvě kriteriální funkce byly využity ze subprocesu tvorby fragmentů pro techniky posunu SL:

1. *CCI(14)_2 > 100* ***AND*** *CCI(50)_2 > 100* ***AND*** *CCI(14)_1 <100* ***AND*** *CCI(50)_1 < 100;*
2. *Close_2 > Open_2* ***AND*** *Close_1 < Open_1* ***AND*** *Close_1 <= Open_2****AND*** *Close_2 < Open_1* ***AND*** *ATR(14)_2 <ATR(14)_1;*
3. *KKrivka_2 > DKrivka_1* ***AND*** *KKrivka_1 < DKrivka_1* ***AND*** *High_1 > EMA(100)_1* ***AND*** *Low_1 < EMA(100)_1.*

Srovnání variant pro výstup z pozice indexem 5 F

Výstupní signály byly opět hodnoceny dvakrát – se simultánním využitím profit-targetu a bez využití profit-targetu.

[28] Technické indikátory bývají často „postiženy“ opožděnými reakcemi na cenový vývoj.

Tab. 9.8*: Hodnocení variant výstupů pro systém StochEMA*

Zdroj: Vlastní zpracování

Typ Exitu	Množina	Výnos	Likvidita	Úspěšnost	F. krach	Stabilita	Index 5 F	Součet indexů
Bez exitu (fixní PT)	IS	0,18	0,60	0,48	0,88	0,96	3,10	**5,85**
	OOS_1	0,10	0,42	0,56	0,88	0,78	2,75	
CCI 100 cross	IS	0,12	0,58	0,51	0,80	0,91	2,92	**5,85**
	OOS_1	0,15	0,42	0,56	0,91	0,90	2,94	
Bearish Engulfing	IS	0,08	0,58	0,46	0,78	0,81	2,71	**5,66**
	OOS_1	0,16	0,42	0,51	0,93	0,93	2,95	
Opačný exit	IS	0,04	0,59	0,29	0,68	0,33	1,94	**4,40**
	OOS_1	0,11	0,43	0,34	0,81	0,77	2,46	
CCI 100 cross (bez PT)	IS	0,16	0,60	0,47	0,71	0,91	2,85	**5,80**
	OOS_1	0,36	0,43	0,44	0,80	0,91	2,95	
Bearish Engulfing (bez PT)	IS	0,07	0,59	0,44	0,67	0,74	2,51	**4,67**
	OOS_1	0,03	0,42	0,39	0,77	0,54	2,16	
Opačný exit (bez PT)	IS	0,00	0,57	0,31	0,80	0,16	1,85	**4,54**
	OOS_1	0,13	0,42	0,44	0,90	0,80	2,69	

Výkonnost indikátorového výstupu překonala zbylé dva patterny založené pouze na cenových pohybech. Výstup CCI kombinovaný s profit-targetem měl shodnou výši součtového indexu 5 F.

Zajímavý výsledek poskytnul výstupní signál CCI bez profit-targetu. Hodnota součtového indexu byla pouze o 5 tisícin nižší než u varianty bez exitu a s fixním PT.

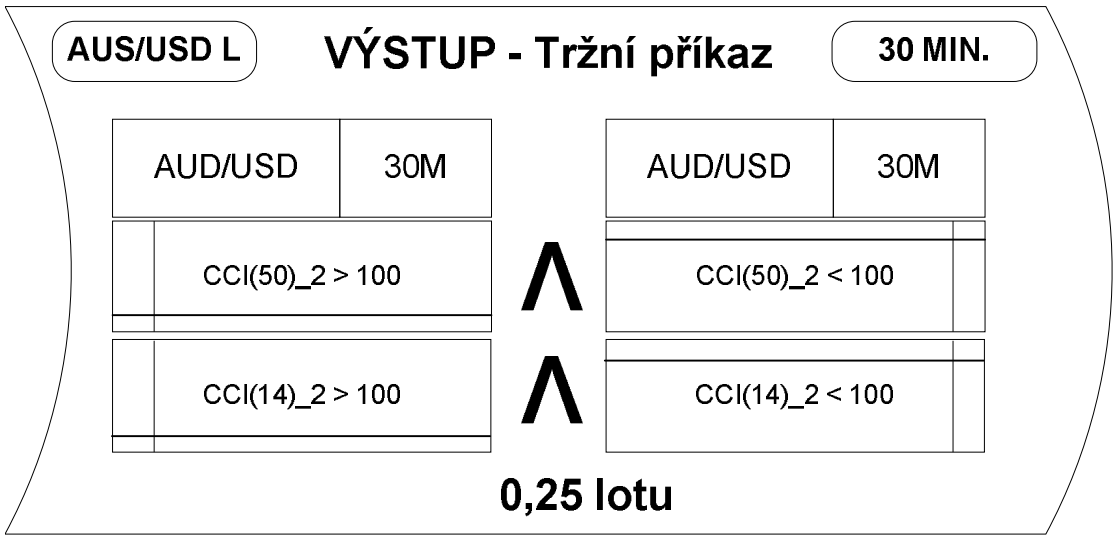
Varianta CCI cross bez PT v první out-of-sample množině vykazovala vysokou hodnotu subindexu výnosnosti, a to 0,36. Vysoká výnosnost však byla kompenzována nížší hodnotou subindexu finančního krachu než u varianty bez výstupu. Subindex stability byl identický v obou OOS vzorcích. Je tedy zřejmé, že vyšší zisk byl vykoupen vyšším rizikem.

Výběr varianty pro výstupní strategii

Přestože vyšly nejvyšší hodnoty součtových indexů u varianty bez exitu a u varianty současného užití výstupu CCI 100 cross a fixního profit-targetu, byl zvolen výstup CCI 100 cross bez profit-targetu. Hodnota souhrnného indexu 5,8 byla přijatelně vysoká a riziko finančního krachu bylo kompenzováno podstatně vyššími hodnotami výnosnosti než u ostatních variant výstupu. Autor disertační práce tak zvolil rizikovější variantu obchodního systému StochEMA.

Vizualizace podmínek pro výstup z obchodní pozice

Výstupní podmínky byly sestaveny s uniformními fragmenty – signál byl identifikován na stejném trhu a časovém rámci, na kterém byly prováděny obchody. Výstup byl čtyřfragmentový s podmínkami překřížení hranice 100 zpět do běžné oblasti dvojicí CCI křivek.



Obr. 9.17: *Piktogram zobrazení podmínek (fragmentů) výstupu z OP*

Zdroj: Vlastní zpracování

Výstup byl posledním naplněným subprocesem, jelikož nebyly prováděny žádné další revize v procesu fragmentování obchodní pozice.

Vizualizace celého obchodního systému

Výběr varianty pro výstupní strategii reprezentoval předposlední krok v procesu „Fragmentování obchodní pozice“. Pro finální vizualizaci, která sloužila jako piktogramový popis fungování obchodního systému StochEMA, bylo nutné jednotlivé vizualizační výstupy všech tří subprocesů integrovat dohromady. Souhrnný piktogram je uveden v příloze A.

Finální produkt fragmentování lze definovat jako jednoduchý obchodní systém se třemi zásadními elementy – vstupní strategií kombinující EMA a Stochastický oscilátor, stop-lossem na vstupu dle nejbližší support úrovně a výstupní strategií na bázi koherence CCI indikátorů o různé periodě. Při fragmentování došlo ke kalibraci základních fragmentů a k úpravě časového rámce ze čtyřhodinového na půlhodinový. Komponenty profit-targetu a posuvného stop-lossu nebyly do obchodního systému integrovány.

V posledních subkapitolách případové studie bylo třeba provést zhodnocení výsledků na simulovaném budoucím období.

9.6 Výsledky případové studie

V Tab. 9.9 jsou uvedeny výkonnostní parametry obchodního systému StochEMA, který byl hypoteticky spuštěn v časovém rozmezí dvou let (1. září 2009 až 1. září 2011).

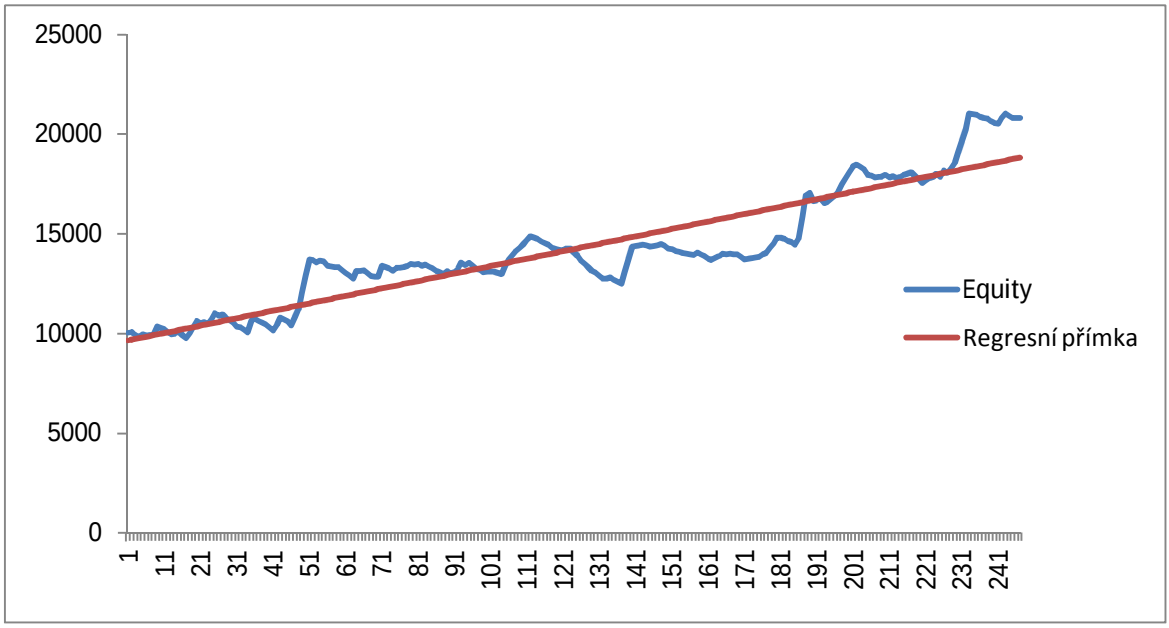
Tab. 9.9: *Hodnocení výkonnosti obchodního systému StochEMA v simulovaném budoucím období*

Zdroj: Vlastní zpracování

Metrika – Hodnocení za období 01. 09. 2009 až 01. 09. 2011	**Hodnota**
Výše nezdaněného zisku	10 817 USD
Maximální drawdown	18,81%
Počet obchodů	247
Průměrný zisk	215,27 USD
Průměrná ztráta	103,18 USD
Úspěšnost	46,15%
Rentabilita investovaného kapitálu za 1. rok	29,99%
Rentabilita investovaného kapitálu za 2. rok	60,01%
Výnosnost	0,46
Likvidita	0,44
Uspěšnost	0,46
Fin. Krach	0,81
Stabilita	0,92
Celkový index 5 F	**3,09**

Zisk před zdaněním tvořil dohromady zhodnocení vloženého kapitálu o 108 %. Postupné zhodnocení bylo ve výši 30 % v prvním roce a ve výši 60,01 % v roce druhém. Dynamický money management v disertační práci posuzován nebyl a obchodované množství představovalo 0,25 lotu na každou pozici. Pokud by byl zvolen money management jako určité procento z kapitálu, mohla by výnosnost dosáhnout i vyšších hodnot.

Zisk k riskovanému kapitálu byl v poměru cca 2:1 při úspěšnosti 46 %. V rámci hodnoceného období se jednalo o velmi příznivý výsledek, který byl navíc podpořen poměrně nízkým drawdownem ve výši 18,81 %.



Obr. 9.18: *Equity křivka systému StochEMA*

Zdroj: Vlastní zpracování

Výkonnost obchodního systému StochEMA byla doprovázena stabilním růstem kapitálu. Vše je přehledně vidět v Obr. 9.18, kde je equity křivka proložena regresní přímkou (index determinace byl ve výši 0,92).

Vysoká výkonnost v reálných podmínkách byla doložena celkovým indexem 5 F druhého (simulovaného) OOS vzorku ve výši 3,09. Lze tedy říci, že ve všech třech obdobích (jeden in-sample vzorek, jeden out-of-sample vzorek a simulované budoucí období OOS_2) souhrnný index 5 F dosahoval vynikajících hodnot vyšších než 2,9. Přestože byl simulován obchodní systém, který reprezentuje „pouze“ vymodelovaný vstup do optimalizačního procesu, vykázal vynikající výsledky, které překonávají dostupné možnosti pro drobného, nezainteresovaného investora.

Je potřeba uvést, že obchodní systém, vytvořený v případové studii, může reprezentovat pouze jeden prvek širokého portfolia. Diverzifikací obchodních systémů lze poté dosáhnout synergického efektu, který přináší zvýšení výnosů při současném snižování celkového rizika pro investora, a to i přes stále vyšší propojenost jednotlivých kapitálových trhů.

9.7 Závěrečné hodnocení případové studie

Případová studie se zabývala několika možnostmi a přístupy pro tvorbu obchodního systému. Uvedená metodika však může být dále doplňována o rozšiřující komponenty. Mezi ty lze zařadit například money management, fundamentální analýzu, bližší zkoumání mezitržních pravidel, použití čekajících obchodních příkazů apod. Lze tedy říci, že fragmentární metodika má široký záběr, a tím i vysoký potenciál pro další rozvíjení uvedené metodiky.

Zároveň případová studie ukázala, že index 5 F nelze brát jako statickou, absolutně vypovídající veličinu, podle které je třeba se dogmaticky řídit. V disertační práci byla připomínána důležitost zkoumání jednotlivých subindexů a vztahů mezi nimi. Důraz by měl být brán na podobnost charakteristik v jednotlivých out-of-sample vzorcích. Koheze jednotlivých subindexů totiž vypovídá o robustnosti obchodního systému, tj. jeho adaptabilitě na změnu tržního prostředí. Proto absolutní výše indexu 5 F není jediný atribut modelu, který je třeba podrobně analyzovat.

10 VERIFIKACE CÍLŮ, VĚDECKÝCH HYPOTÉZ A OTÁZEK

Hlavní cíle disertační práce byly splněny, a to jednak formou vyzkoumané metodiky pro tvorbu obchodních systémů pomocí fragmentů a jednak modelem, který představuje agregovanou veličinu pro hodnocení výkonnosti obchodních systémů. Zde jsou shrnuty výstupy disertační práce v souměrnosti s nastavenými dílčími cíli:

1. Analýza hodnotících metrik a jejich výběr pro souhrnný model výkonnosti vycházely z investičního trojúhelníku, který byl rozšířen o ukazatele úspěšnosti a stability. Jednotlivé subindexy souhrnného modelu byly vybrány s ohledem na souměrnost hodnotících jednotek a škál.
2. Výkonnostní model byl vytvořen v základní variantě, dynamizované variantě s použitím více vzorků, variantě s přiřazovanými vahami a v „robustní“ variantě hodnotící výkonnost napříč časovými rámci a trhy. Verifikaci prostřednictvím vědecké hypotézy H_2 byla podrobena dynamizovaná varianta výkonnostního modelu.
3. Definování strategických perspektiv pro technickou analýzu bylo rozděleno na tři oblasti – tržní perspektivu, časovou perspektivu a perspektivu vizualizace dat.
4. Fragmentární metodika byla vymezena z hlediska základních charakteristik a terminologie. Zároveň byly obecně popsány základní postupy pro práci s fragmenty prostřednictvím kriteriální funkce a piktogramů.
5. Byl popsán proces fragmentování obchodní pozice. Jeho jednotlivé kroky obsahují využití MFE/MEA analýzy a výkonnostní metriky pro hodnocení dílčích výstupů. Výsledkem naplnění procesu fragmentování je vymodelovaný obchodní systém sloužící jako vstup do procesu optimalizace.
6. Fragmentární metodika byla společně s výkonnostním modelem využita k demonstraci tvorby obchodního systému v reálných podmínkách kapitálových trhů. Výkonnost vytvořeného systému byla otestována na simulovaném budoucím období v horizontu dvou let.

Vědecká hypotéza H_1 byla sestavena v následujícím znění:

- **„Alespoň jedna z vybraných metrik je vždy úspěšnějším filtrovacím kritériem pro výběr ziskového obchodního systému než vytvořený výkonnostní model.“**

Verifikačním nástrojem pro ověření vědecké hypotézy H_1 bylo využití logistické regrese s posuzováním binomické závislé proměnné. Touto závislou

proměnnou byl nezdaněný zisk či ztráta v poslední out-of-sample množině, která reprezentovala simulované budoucí období v backtestech.

Logistická regrese hodnotila dynamizovanou variantu indexu 5 F, která vycházela z in-sample vzorku a z prvního out-of-sample vzorku. Součtový index 5 F byl srovnáván se součtovými hodnotami třech ukazatelů: Sortino ratio, Calmar ratio a Ulcer index. Při srovnání úspěšnosti v predikování, zda dle výkonnostní metriky bude systém úspěšný v out-of-sample období, vyšel nejlépe index 5 F. Filtrovací kvalita indexu 5 F byla tedy vyšší než u ostatních ukazatelů. Index 5 F správně zařadil 64,5 % obchodních systémů do ziskové či ztrátové oblasti. Oproti tomu součtové Sortino ratio a Calmar ratio měly úspěšnost okolo 60 % a Ulcer index dokonce pouze 58 %.

Dle těchto výsledků je vědecká hypotéza zamítnuta na hodnoceném vzorku obchodních systémů.

Vědecká otázka V_1 zněla:

„Obsahuje fragmentární metodika procesní kroky k výstavbě všech obecných komponent technicko-analytického obchodního systému?“

Pro verifikaci vědecké otázky V_1 byly využity výstupy z literární rešerše a posléze také kvalitativní výstupy vědecké části disertační práce:

Nesnídal (2005) tvrdí, že se technicko-analytický obchodní systém skládá z určení vstupu a výstupu z obchodní pozice, řízení stop-loss úrovně a řízení peněžních toků. Kovalyov (2008) uvádí moduly AOS, které zahrnují např. řízení tržních událostí, informační podporu, řízení chyb apod.

Jelikož je fragmentární metodika aplikována pouze na subprocesy zabývající se modelováním vstupních, výstupních a modifikačních pravidel technicko-analytického obchodního systému, je vědecká otázka V_1 z pohledu literární rešerše zamítnuta.

Zamítnutí vědecké otázky vyplývá i z výzkumné části disertační práce. Při popisu procesu fragmentárního modelování obchodní pozice byly uvedeny předpoklady fixního money managementu a neuvažování čekajících obchodních pokynů. Money management lze přitom posuzovat jako nedílnou součást technicko-analytického obchodního systému.

Vědecká hypotéza H_2 zněla:

„Zhodnocení kapitálu u nejvýnosnějšího podílového fondu v ČR za léta 2010 a 2011 bylo vyšší než simulované zhodnocení kapitálu obchodním systémem vytvořeným fragmentární metodikou v případové studii.“

Verifikačním nástrojem vědecké hypotézy H_2 byl automatický backtest na otevíracích cenách v platformě MetaTrader4. Výstupem backtestu v období 01. 09. 2009 až 01. 09. 2011 byla křivka kapitálu zhodnoceného celkově o 108,17 %. Při porovnání s nejlepším podílovým fondem v ČR, kterým byl Top

Stocks ISČS, je obchodní systém v případové studii výnosnější. Top Stocks zaznamenal v roce 2010 výnosnost 38,47 %[29] a v roce 2011 výnosnost -10,88 %[30]. Akumulované zhodnocení podílového fondu za léta 2010 a 2011 tak činilo 23,40 %. Obchodní systém v případové studii tedy překonal Top Stocks ISČS o cca 84,77 %. Výstupem je zamítnutá vědecká hypotéza H_2.

[29] Dle zdroje: http://www.penize.cz/podilove-fondy/5808-iscs-top-stocks

[30] Dle zdroje: http://www.penize.cz/podilove-fondy/5808-iscs-top-stocks

11 HLAVNÍ PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE

Hlavní výsledky disertační práce spočívají v poskytnutí nové metodiky pro konstrukci vlastních obchodních pravidel dle TA. Metodika staví na matematicko-logických podmínkách, které mohou být využity v diskrétním i mechanickém obchodování. Přístup tak vědecky přispívá k efektivnějšímu budování systému řízení měnových a komoditních rizik u firem i jednotlivců. Nový pojem – fragmentární metodika – dosud nepopsaným způsobem vymezuje strategickou a operativní část technické analýzy. Metodika navíc poskytuje vlastní terminologii a charakteristiku fragmentů společně s novým způsobem popisu fungování technicko-analytických obchodních systémů – pomocí piktogramů.

Neoddělitelnou součástí disertační práce je nově vytvořený model pro hodnocení výkonnosti obchodních systémů. Ten je primárně určen pro technicko-analytická pravidla obchodování, nicméně také poskytuje náhled na důležité faktory dlouhodobého úspěchu každého obchodního systému bez ohledu na použité analytické instrumenty v případě, že má kvalitativně i kvantitativně vyhovující vzorek historických obchodů.

Vyzkoumaná metodika i hodnotící model jsou prostřednictvím případové studie aplikovány na reálné podmínky měnových trhů v souměrnosti s nastavenou procesní mapou. Případová studie čtenáři z aplikační perspektivy demonstruje vyzkoumaný hodnotící model a prezentuje naplnění kroků v procesu metodiky tvorby technicko-analytických obchodních pravidel.

11.1 Prakticko-aplikační přínos

Výkonnostní index 5 F byl v disertační práci zkomponován tak, aby k jeho výpočtu byla potřeba základní data získatelná z drtivé většiny obchodních platforem. V praxi je možné jej využít z několika perspektiv:

- **Hranice pro výběr portfolia obchodních systémů** – index 5 F může být použitý jako filtrovací kritérium pro tvorbu obchodních systémů nebo jejich výběr do výsledného portfolia. Výzkum prokázal, že má vytvořený model lepší filtrační schopnosti než ukazatele Sortino ratio, Calmar ratio a Ulcer index.
- **Platforma pro komplexní hodnocení obchodních systémů** – subindexy indexu 5 F slouží jako různé typy faktorů pro hodnocení obchodních systémů z historických dat. Hodnotící subjekt proto může posuzovat obchodní systém na základě vícera kritérií, která mají jednoduchou interpretaci, přičemž jejich hodnoty lze dále upravovat váhovými faktory.
- **Hodnocení robustnosti** – index 5 F lze dále modifikovát z hlediska jeho využití na více časových intervalech, kapitálových trzích a časových rámcích. Rozdělení testovaného období na více out-of-sample vzorků

napomáhá k robustnějšímu posouzení výkonnosti obchodního systému při změnách tržních podmínek.

K disertační práci je připojen excelovský spreadsheet na CD, jenž pomocí maker počítá index 5 F a některé další výkonnostní metriky. Data, kterými je třeba spreadsheet naplnit, jsou dostupná prostřednictvím automatických backtestů v současnosti nejpoužívanější obchodní platformě – MetaTrader 4.

Fragmentární metodika přináší ucelený koncept tvorby obchodních systémů, který umožňuje i mírně pokročilému subjektu efektivnější formování konkurenční výhody na kapitálovém trhu. Fragmentární metodiku lze tedy v praktickém hledisku využít k:

- **Řízení měnových rizik** – měnová rizika se výrazně podílejí na volatilitě zisků obchodních, výrobních a jiných firem. Na řízení těchto rizik jsou často vynaloženy nemalé prostředky, přičemž daný subjekt často přichází o možnost aktivní a řízené participace na cenovém vývoji měnových aktiv. Fragmentární metodiku je možno využít jak pro redukci měnového rizika, tak pro jeho aktivní usměrňování ke zvýšení kapitálových výnosů podniku.
- **Řízení komoditních rizik** – komoditní rizika jsou, podobně jako měnová, důležitou položkou exportně orientovaných podniků. Společně s rizikem pohybu měnových kurzů tak představuje významné externí riziko. Redukce, eliminace či aktivní využívání komoditních rizik může být dosaženo prostřednictvím naplnění fragmentární metodiky v praxi.
- **Řízení volného cash flow** – podnikové cash flow často podléhá neefektivitě z důvodů neexistence výhodných příležitostí pro jeho zhodnocení. Stabilní a výkonný obchodní systém může přinést alternativu pro zhodnocování volných peněžních prostředků. Podnik tak může zároveň diverzifikovat své aktivity do oblasti kapitálových trhů.

11.2 Přínos pro teorii

Výkonnostní model na vědecké bázi rozšiřuje dimenze klasického investičního trojúhelníku a poskytuje kvantifikační platformu pro hodnocení výkonnosti obchodních systémů. Dimenze likvidity je navíc obohacena o nový výpočet s průměrovanými složkami hodnocení délky testovaného období a míry pokrytí testovaného období obchodními pozicemi v historii. Výkonnostní model reprezentuje vědecký prvek, který může být v dalších akademických pracech výrazně rozšířen a optimalizován. Prostřednictvím diskriminační analýzy, pokročilé logistické regrese a dalších matematicko-statistických nástrojů lze zvýšit korelační i filtrovací účinnost hodnot výkonnostního indexu vzhledem k budoucím ziskům.

Vymezení perspektiv technické analýzy, zavedení pojmu fragmentování a popis podstaty fragmentů společně s jejich charakteristikami, rozdělením a

principy fungování, přináší nové teoretické poznatky v oblasti kapitálových trhů. Důležitým výstupem disertační práce je vizualizace fragmentů a tím i popis fungování obchodního systému prostřednictvím vytvořených piktogramů. Vizualizace pomáhá nejen ke snadnější orientaci v pravidlech obchodního systému, ale také usnadňuje jejich modelaci a případnou optimalizaci. V disertační práci je tak spojena procesní analýza s technickou analýzou a v rámci průběžné aktivity hodnocení výkonnosti obchodních systémů také určitým způsobem s finanční analýzou. Multidisciplinarita je posílena statistickou analýzou výsledků.

11.3 Edukativní přínos

Přínos má disertační práce zejména v rámci předmětů Peněžní a kapitálové trhy a Fundamentální a technická analýza, které jsou vyučovány na Fakultě managementu a ekonomiky UTB ve Zlíně. Studenti si mohou vyzkoušet tvorbu obchodního systému na základě vlastnoručně konstruovaných technicko-analytických pravidel. Disertační práce je navíc příkladem kombinování oborů, které vhodně doplňují jádro výzkumné práce.

12 MOŽNOSTI NAVAZUJÍCÍHO VÝZKUMU

Fragmentární metodika byla vystavena tak, aby poskytovala dostatečný prostor pro rozšíření jejích komponent. Jelikož k popisu jednotlivých kroků a aktivit využívá procesní analýzu, mohou být procesní kroky optimalizovány z hlediska obsahu, pozice i metrik. Objevuje se tak velké množství možností, které lze využít pro rozšíření výzkumu.

Fragmentární metodika zpracovaná v disertační práci klade důraz na výstavbu pravidel pro vstup, řízení a výstup z obchodní pozice. Představovaný model však nebere v úvahu pravidla řízení rizika a dimenzování obchodovaného objemu dle nastavených podmínek (tzv. money management). Metody money managementu jsou nedílnou součástí obchodního systému, přičemž jsou mnohdy považovány za jeho nejdůležitější složku. Navazující výzkum by mohl být zaměřen i na výstavbu a měření výkonnosti mezitržních fragmentů, které byly v disertační práci popisovány.

Výkonnostní index 5 F taktéž nabízí množství možností pro jeho další zkoumání. Z hlediska statistické analýzy je možné zkoumat interní korelaci mezi jednotlivými subindexy a jejich vliv na výkonnost. Zajímavé výsledky může přinést výzkum modifikovaného indexu 5 F, a to jak z hlediska hodnocení robustnosti ve vztahu k jiným trhům a časovým rámcům, tak z hlediska úpravy vah pro jednotlivé subindexy. Přesnost měření výkonnosti indexem 5 F může být výrazně ovlivněna volbou časového intervalu pro out-of-sample vzorky dat.

Přestože otevřenost disertační práce na návazný výzkum nebyla primárním cílem, dodává fragmentární metodice a výkonnostnímu modelu dostatečně velký prostor pro další zkoumání.

ZÁVĚR

Disertační práce byla zaměřena na zpracování metodiky pro tvorbu obchodních systémů dle pravidel technické analýzy s podporou souhrnného hodnotícího indexu výkonnosti obchodních systémů. Tato metodika byla nazvána jako fragmentární.

Fragment je jednotkou technické analýzy, která vymezuje vstupní, modifikační a výstupní pravidla pro obchodní systém. Fragmenty jsou obsaženy v kriteriální funkci pro spuštění obchodních příkazů v obchodní platformě. Vizualizace fragmentů v disertační práci probíhala prostřednictvím piktogramových map. Metodika byla důkladně popsána z hlediska terminologie, charakteristik a kroků v tvorbě technicko-analytických pravidel.

Kroky fragmentování jsou obsaženy v procesu fragmentování obchodní pozice. Proces fragmentování obchodní pozice vychází z určení tří perspektiv, které jsou jeho přímým vstupem a bez nichž nemůže být naplněn. Tyto perspektivy se nazývají tržní, časového rámce a datové vizualizace. Proces fragmentování obchodní pozice má sestavenou mapu procesních kroků prokládanou měřením výkonnosti modelovaného obchodního systému indexem 5 F. Do procesu zasahují průběžné aktivity, které jsou nedílnou součástí fragmentární metodiky, a sice pozorování, testování, tvorba fragmentárních map a vizualizace fragmentů prostřednictvím piktogramů.

V disertační práci byl představen nový souhrnný ukazatel měření výkonnosti obchodních systémů. Ukazatel byl vytvořen na základě investičního trojúhelníku, přičemž jej rozšířil o dvě nové dimenze a kvantifikoval jednotlivé faktory výkonnosti obchodních systémů. Souhrnný ukazatel byl nazván jako index 5 F, dle počátečních písmen jeho subindexů. Každý subindex hodnotí jinou dimenzi výkonnosti a je reprezentován specifickým poměrovým ukazatelem.

Výkonnostní index byl testován na souboru algoritmizovaných obchodních systémů, které byly pro disertační práci vytvořeny prostřednictvím fragmentární metodiky. Portfolio představovalo 20 obchodních systémů testovaných na různých měnových párech a časových rámcích. Výsledky testování byly statisticky vyhodnoceny binomickou obměnou logistické regresní analýzy. Tato analýza vyhodnotila schopnost dynamizované varianty indexu 5 F filtrovat výnosné obchodní systémy od ztrátových. Dynamizovaná varianta počítá index na více časových vzorcích pro dosažení vyšší robustnosti měření. Proběhla komparace výsledků se třemi zavedenými výkonnostními ukazateli, a sice Sortino poměrem, Calmar poměrem a Ulcer indexem. Vytvořený model prokázal nejlepší filtrační schopnost s přesností zařazení cca 64,5 %. Přesnost separace ostatních ukazatelů se pohybovala okolo hodnot 58 % až 61 %.

Je nutné poukázat na široké možnosti, jak může být daný model modifikován pro ještě přesnější měření. Např. diskriminační analýza by mohla dopomoci k identifikování váhy mezi jednotlivými subindexy tak, aby bylo filtrování ještě přesnější. Taktéž subindex likvidity by mohl být modifikován prostřednictvím kalibrace logaritmické funkce a jejích přírůstků vzhledem k hodnocenému období a expozici obchodních systémů vůči tržním podmínkám.

Případová studie reprezentuje projekci kroků fragmentární metodiky na reálné podmínky měnových trhů. Byl vytvořen ukázkový obchodní systém, kdy jednotlivé procesní kroky byly prokládány komentáři autora. Případová studie vyústila v pozitivní výsledek, kdy v průběhu simulovaného období byl vykázán výnos před zdaněním ve výši 108 % zhodnocení počátečního kapitálu za období 2 let, což představovalo lepší výsledek než v případě nejvýnosnějšího podílového fondu v ČR za léta 2010 a 2011 – ISČS Top Stocks.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Advanced Presentation and Formatting in StyleVision. *Altova Blog* [online]. 2011 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://blog.altova.com

ALLEN, Franklin a Risto KARJALAINEN. Using genetic algorithms to find technical trading rules. *Journal of Financial Economics*. 1999, 51(2).

ANG, Kei Keng a Chai QUEK. Momentum Analysis based Stock Market Prediction using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). In: *IEEE Transactions on Neural Networks*. Čína: IEEE Computational Intelligence Society, 2006.

ANGRAWAL, Samarth, Manoj JINDAL a G. N. PILLAI. Momentum Analysis based Stock Market Prediction using Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). In: *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists*. Hong Kong: IMECS, 2010.

BLUME, Lawrence, David EASLEY a Maureen O'HARA. Market statistics and technical analysis: The role of volume. *Journal of Finance*. 1994, 49(1).

BROOKS, Al. *Reading Price Charts Bar by Bar*: *The Technical Analysis of Price Action for a Serious Trader*. New York: Wiley, 2009. ISBN 0470443952.

Co jsou to svíčky?. *Forex-zone* [online]. 2010 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://www.forex-zone.cz/p/co-to-jsou-svicky

DOURRA, Hussein a Pepe SYI. Investment usingtechnical analysis and fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems*. 2002, 127(2).

ELDER, Alexander. *Trading for a living*. Vyd. 1. New York: John Wiley, 1993, 289 s. ISBN 04-715-9224-2.

ELING, Martin. Performance Measurement in the Investment Industry: Does the Measure Matter? *Financial Analysts Journal*. 2008, 64(3).

ELING, Martin a Frank SCHUMACHER. Does the choice of performance measure influence the evaluation of hedge funds? *Journal of Banking & Finance*. 2007, 31(9).

Elliot Wave Theory. *My10000dollars* [online]. 2009 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://www.my10000dollars.com/elliot-wave-theory/

FARINELLI, Simone, Manuel FERREIRA, Damiano ROSSELLO, Markus THOENY a Luisa TIBILETTI. Beyond Sharpe ratio: Optimal asset allocation using different performance ratios. *Journal of Banking & Finance*. 2008, 32(10).

FOCK, Henning, Christian KLEIN a Bernhard ZWERGHEL. Performance of Candlestick Analysis on Intraday Futures Data. *The Journal of Derivatives*. 2005, 13(1).

GOO, Yeong-Jia a Dar-Hsin CHEN. The application of japanese candlestick trading strategies in Taiwan. *Investment Management and Financial Innovations*. 2007, 4(4).

CHAUDHRY, Ashraf a Helen JOHNSON. Efficacy of the Sortino Ratio and Other Benchmarked Performance Measures under Skewed Return Distributions. *Australian Journal of Management*. 2008, 32(3).

Introduction to Technical Indicators and Oscillators. *Stockcharts* [online]. 2010 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://stockcharts.com/school/doku.php?id=chart_school:technical_indicators:introduction_to_tech

Investiční trojúhelník. In: *Fondmarket.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-06-19]. Dostupné z: http://www.fondmarket.cz/zasady-investovani/.

ISČS TOP STOCKS. *Peníze.cz* [online]. 2012 [cit. 2012-07-29]. Dostupné z: http://www.penize.cz/podilove-fondy/5808-iscs-top-stocks#finrez

JONES, Ryan. *The trading game*: *playing by the numbers to make millions*. New York: Wiley, 1999, 240 s. ISBN 04-713-1698-9.

KATZ, Jeffrey Owen a Donna L MCCORMICK. *The encyclopedia of trading strategies*. New York: McGraw-Hill, c2000, 376 s. ISBN 00-705-8099-5.

KOSITSIN, Nicolai. Expert Advisors Based on Popular Trading Systems and Alchemy of Trading Robot Optimization. *Mql4* [online]. 2007 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://articles.mql4.com/622

KOVALYOV, Sergey. Programming in Algorithmic Language MQL4. *Mql4* [online]. 2008 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://book.mql4.com

LE BEAU, Charles a David LUCAS. *Day trading systems*. Ellicott City, MD: Marketplace Books, 1999. ISBN 18-832-7227-0.

LI, Jin a Edward TSANG. Improving Technical Analysis Predictions: An Application of Genetic Programming. In: *Improving Technical Analysis Predictions*: *An Application of Genetic Programming*. Florida, USA: AAAI Press, 1999.

LIPINSKY, Piotr a Jerzy KORCZAK. Performance Measures in an Evolutionary Stock Trading Expert System. In: *Lecture Notes in Computer Science*. Krakow: Computational Science, 2004.

LIU, Weiping. Forecasting Exchange Rate Change Between USD and JPY by Using Dynamic Adaptive Neuron-Fuzzy Logic System. *Asia Pacific Journal of Finance and Banking Research*. 2008, 2(2).

LO, Andrew, Harry MAMAYSKY a Jiang WANG. Foundations of Technical Analysis: Computational Algorithms, Statistical Inference, and Empirical Implementation. *Journal of Finance*. 2000, 55(4).

MAGDON-ISMAIL, Malik a Amir ATIYA. Maximum Drawdown. *Risk Magazine*. 2004, 17(10).

MARSHALL, Ben, Martin YOUNG a Lawrence ROSE. Candlestick technical trading strategies: Can they create value for investors?. *Journal of Banking & Finance*. 2006, 30(8).

MCDOWELL, Bennett. *A trader's money management system*: *how to ensure profit and avoid the risk of ruin*. Hoboken, N.J: John Wiley, 2008. ISBN 04-701-8771-9.

MCDOWELL, Bennett. *The art of trading*: *combining the science of technical analysis with the art of reality based trading*. Hoboken, N.J.: John Wiley, 2008, 295 s. ISBN 04-701-8772-7.

MENDELSOHN, Louis. *Trend forecasting with technical analysis*: *unleashing the hidden power of intermarket analysis to beat the market*. Ellicott City, MD: Marketplace Books, 2000. ISBN 18-832-7291-2.

MIN SHIU, Yung a Tsun-Hsun LU. Pinpoint and Synergistic Trading Strategies of Candlesticks. *International Journal of Economics and Finance*. 2011, 3(1).

MINER, Robert C. *High probability trading strategies*: *entry to exit tactics for the Forex, futures, and stock markets*. Hoboken, N.J.: John Wiley, 2009, 272 s. ISBN 04-701-8166-4.

MORRIS, Gregory L a Ryan LITCHFIELD. *Candlestick charting explained*: *timeless techniques for trading stocks and futures*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill, 2006, 523 s. Wiley trading series. ISBN 978-007-1461-542.

MURPHY, John J. *Technical analysis of the financial markets*: *a comprehensive guide to trading methods and applications*. 3rd ed. New York: New York Institute of Finance, 1999, 542 s. Wiley trading series. ISBN 07-352-0066-1.

NEELY, Christopher, Paul WELLER a Rob DITTMAR. Is Technical Analysis in the Foreign Exchange Market Profitable?: A Genetic Programming Approach. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*. 1997, 32(4).

NESNÍDAL, Tomáš a Petr PODHAJSKÝ. *Jak se stát intradenním finančníkem*. Praha: Centrum finančního vzdělávání, 2008, 283 s. Finančník. ISBN 978-809-0387-447.

NISON, Steve. *Japanese candlestick charting techniques*: *a contemporary guide to the ancient investment techniques of the Far East*. 2nd ed. New York: New York Institute of Finance, 2001, 299 s. Wiley trading series. ISBN 07-352-0181-1.

Obchodujeme FOREX IX: Technická analýza. *Finančník* [online]. 2009 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://www.financnik.cz/komodity/fin_home/forex-technicka-analyza-1.html?tisk=on

POPPER, Karl Raimund. *Logika vědeckého bádání*. Praha: Oikoymenh, 1997. ISBN 80-86005-45-3.

PRING, Martin J. *Technical analysis explained*: *the successful investor's guide to spotting investment trends and turning points*. 4th ed. New York: McGraw-Hill, 2002, 641 s. Wiley trading series. ISBN 00-713-8193-7.

Product specifications on MT4. *Alpari* [online]. 2012 [cit. 2012-07-25]. Dostupné z: http://www.alpari.co.uk/en/forex-trading/spreads-and-margins.html

RATNER, Mitchell a Ricardo LEAL. Tests of Technical Trading Strategies in the Emerging Equity Markets of Latin America and Asia. *Tests of Technical Trading Strategies in the Emerging Equity Markets of Latin America and Asia*. 1999, 23(12).

REITZ, Stefan. On the predictive content of technical analysis. *North American Journal of Economics and Finance*. 2006, 17(2).

Sharpe Ratio. *Finance-management* [online]. 2010 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://www.finance-management.cz/080vypisPojmu.php?IdPojPass=78

SHARPE, William. Mutual Fund Performance. *Journal of Business*. 1966, 39(1).

SHASHEV, Sergei. How Not to Fall into Optimization Traps?. *Mql4* [online]. 2007 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://articles.mql4.com/479

SHASHEV, Sergei. Price Forecasting Using Neural Networks. *Mql4* [online]. 2007 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://articles.mql4.com/461

SILVANI, Agustin. *Beat the Forex dealer*: *an insider's look into trading today's foreign exchange market*. Hoboken, NJ: Wiley, 2008, 219 s. Wiley trading series. ISBN 04-707-2208-8.

STEVENS, Leigh. *Essential technical analysis*: *tools and techniques to spot market trends*. New York, NY: Wiley, 2002, 383 s. ISBN 04-711-5279-X.

SWANNELL, Richard. Can Elliott waves predict market moves? *AllBusiness* [online]. 2002 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://m.allbusiness.com/specialty-businesses/326506-1.html

THARPE, Van. *Van Tharp's definitive guide to position sizing*: *how to evaluate your system and use position sizing to meet your objectives*. Cary, NC: International Institute of Trading Mastery, Inc, 2008. ISBN 09-352-1909-9.

The Empirical Future: Neural Networks. *Predictionboy* [online]. 2010 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://predictionboy.blogspot.com/2010/10/neural-networks.html

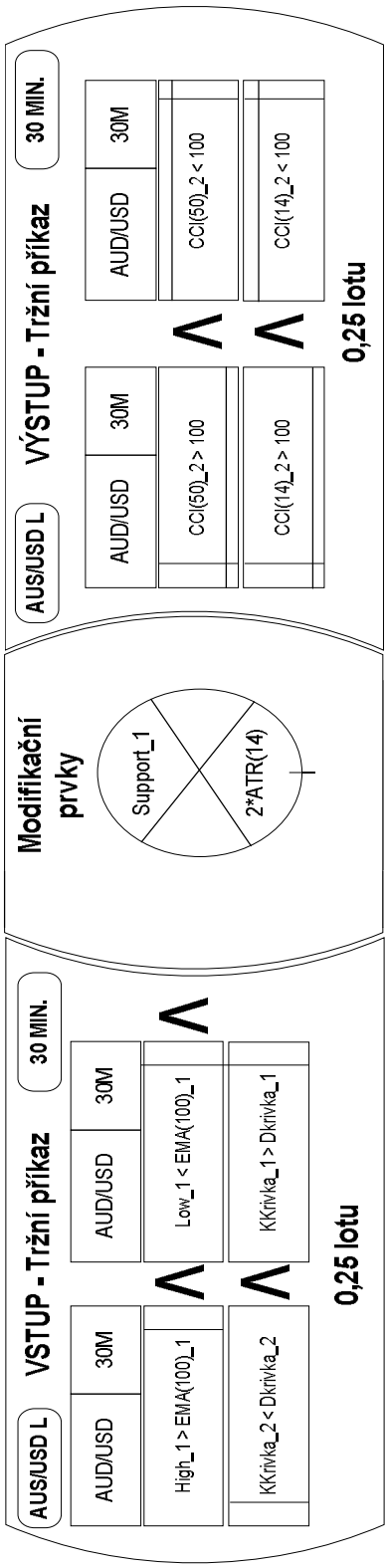
The Magic of Filtration. *Mql4* [online]. 2010 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://articles.mql4.com/914

UMAROV, Rashid. Mathematics in Trading: How to Estimate Trade Results. *Mql4*: *Automated Trading* [online]. 2007 [cit. 2012-01-24]. Dostupné z: http://articles.mql4.com/471

VINCE, Ralph. *The mathematics of money management*: *risk analysis techniques for traders*. New York: Wiley, 1992, 376 s. ISBN 04-715-4738-7.

WILDER, J. *New concepts in technical trading systems*. Greensboro, N.C.: Trend Research, 1978, 141 s. ISBN 08-945-9027-8.

PŘÍLOHA A: Piktogram fragmentování obchodní pozice
Zdroj: Vlastní zpracování



SEZNAM PUBLIKACÍ AUTORA

Neinženýrské práce

SVOBODA, Jiří a Jana PŘÍLUČÍKOVÁ. Technical analýza interakce komoditních, akciových, dluhopisových a měnových trhů USA ve sledovaných letech 2002-2007. *Studentská vědecká a odborná činnost*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. 2007.

Sborníky mezinárodních/tuzemských konferencí

CHODÚR, Miroslav, Přemysl PÁLKA a Jiří SVOBODA. Application of the customer value concept for measurement and value chain processes management. In *European Conference on Management Leadership and Governance*. Wroclaw: The College of Management - Edukacja - and the Professional Development Center, 2010. s. 439-443. ISBN 978-1-906638-81-8.

CHODÚR, Miroslav, Přemysl PÁLKA a Jiří SVOBODA. The Feasibility of Fuzzy Sets Utilization in Quantifying the Results of Company Self-evaluation in Accordance With the EFQM Excellence Model. *Journal of Competitiveness*. 2011, vol. 2011, no. 2, s. 99-109.

HUSPENINOVÁ, Kateřina a Jiří SVOBODA. Management Process of Virtual Enterprise Value Chain. In: *Proceedings of The 18th International Business Information Management Association Conference*. Istanbul, Turkey: International Information Management Association, 2012, s. 2355-2366. ISBN 978-0-9821489-7-6.

SVOBODA, Jiří a Lubor HOMOLKA. Can Aggregate Performance Metric Be Used to Predict Future Returns?. In: *Proceedings of The 18th International Business Information Management Association Conference*. Istanbul, Turkey: International Information Management Association, 2012, s. 73-79. ISBN 978-0-9821489-7-6.

SVOBODA, Jiří. 5 F performance indicator: A robust metric for trading systems evaluation?. *International Conference on Finance, Accounting and Auditing*. 2012. (přijato)

SVOBODA, Jiří. Genesis of currency markets towards perfect competition model. In *Proceedings of the 5th International Scientific Conference Finance and the Performance of Firms in Science, Education, and Practice*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. s. 486-495. ISBN 978-0-9821489-7-6.

SVOBODA, Jiří. Life insurance securitization. In *Knowledge Management and Innovation: A Business Competitive Edge Perspective*. Bonn : International Business Information Management Association, 2010. s. 1887-1891. ISBN 978-0-9821489-4-5.

SVOBODA, Jiří. Project of e-learning modules elaboration with utilization of process management. In *Proceedings of the 5th International Scientific Conference Finance and the Performance of Firms in Science, Education, and Practice*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. s. 496-506. ISBN 978-0-9821489-7-6.

Kapitoly v knize

SVOBODA, Jiří. Mapa sítě vzniku a rozšíření finanční krize v USA: marketingový perfekcionismus. KRÁL', Miloš. *Mezinárodní finance*. Žilina: GEORG, 2010, s. 305-308. ISBN 978-80-89401-08-6.

SVOBODA, Jiří. Aktuální situace kolem mortgage derivátů na finančních trzích. KRÁL', Miloš. *Mezinárodní finance*. Žilina: GEORG, 2010, s. 305-308. ISBN 978-80-89401-08-6.

CURRICULUM VITAE AUTORA

OSOBNÍ ÚDAJE

Jména a příjmení: Ing. Jiří Svoboda

Datum narození: 27. 9. 1984

Bydliště: Dolní konec 130, Zlín-Velíková, 76 314

E-mail: j2svoboda@fame.utb.cz

Stav: svobodný

DOSAŽENÉ VZDĚLÁNÍ

2009-09 – dosud	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, probíhající doktorské studium na ústavu Financí
2007-09 – 2009-05	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, titul Inženýr
2004-09 – 2007-06	Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, titul Bakalář
2000-09 – 2004-05	Gymnázium Zlín, Lesní čtvrť, 1364
1991-09 – 2000-06	Základní škola Zlín-Štípa

STUDIUM V ZAHRANIČÍ

2007-09 – 2008-01	Studium na University of Southern Denmark v dánském Odense, obor Finance.

JAZYKOVÉ DOVEDNOSTI

Anglický jazyk	plynule
Německý jazyk	mírně pokročilý

ZAMĚSTNÁNÍ

2009 – 2011	spolupráce s firmou ATTN Consulting, s.r.o.

PEDAGOGICKÁ ČINNOST

2009-09 – 2012-02	Podnikové finance – cvičení

ODBORNÁ ČINNOST

2009-09 – dosud vedení 8 diplomových a 3 bakalářských prací.

Spolupráce na projektech:

- GA ČR 402/09/1739: „Tvorba modelu pro měření a řízení výkonnosti podniků“ (2009 – 2011) řešitelka: Ing. Adriana Knápková, Ph.D.
- Projekt Finport: OP VK CZ.1.07/2.2.00/07.0358: „Inovace předmětů zaměřených na finanční řízení podniku s důrazem na aplikaci praktických postupů, poznatků a nástrojů.“
- Mezinarodní Višegrádská letní škola spolufinancovaná Mezinarodním Višegrádským Fondem č. 11010013: „Investování na kapitálových trzích.“ (2010-06-13 až 2010-06-18).

Ve Zlíně dne 20. 8. 2012