



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

VYUŽITÍ UMĚLÉ INTELIGENCE NA KAPITÁLOVÝCH TRZÍCH

THE USE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON STOCK MARKET

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. STANISLAV KUDELÁS

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

prof. Ing. PETR DOSTÁL, CSc.

BRNO 2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Stanislav Kudelás

Informační management (6209T015)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských, magisterských a doktorských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

Využití umělé inteligence na kapitálových trzích

v anglickém jazyce:

The Use of Artificial Intelligence on Stock Market

Pokyny pro vypracování:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Podle § 60 zákona č. 121/2000 Sb. (autorský zákon) v platném znění, je tato práce "Školním dílem". Využití této práce se řídí právním režimem autorského zákona. Citace povoluje Fakulta podnikatelská Vysokého učení technického v Brně. Podmínkou externího využití této práce je uzavření "Licenční smlouvy" dle autorského zákona.

Seznam odborné literatury:

DOSTÁL, P. Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. 718 s. ISBN 978-80-7204-798-7. e-ISBN 978-80-7204-799-4.

DOSTÁL, P. Advanced Decision Making in Business and Public Services. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. 168 s. ISBN 978-80-7204-747-5.

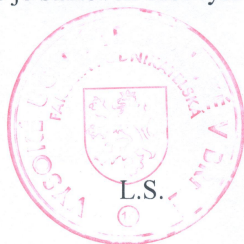
HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. Mastering MATLAB7. Pearson Education International Ltd., 2005. 852 s. ISBN 0-13-185714-2.

MAŘÍK, V., O. ŠTĚPÁNKOVÁ a J. LAŽANSKÝ. Umělá inteligence. ACADEMIA, 2003. 1440 s. ISBN 80-200-0502-1.

REJNUŠ, O. Finanční trhy. Ostrava: Key Publishing, 2008. 559 s. ISBN 978-80-87071-87-8.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2012/13.



B. Půža

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
Ředitel ústavu

Stanislav Škapa

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

V Brně, dne 28.2.2013

Abstrakt

Diplomová práca sa zameriava na špecifikáciu modelu pre podporu obchodovania. Poukazuje na možné využitie nástrojov umelej inteligencie. Obsahuje návrh modelu pre podporu obchodovania s využitím umelej inteligencie.

Kľúčové slová

fuzzy model, neurónová sieť, MATLAB, systém, portfólio, obchodovanie

Abstract

The diploma thesis focuses on specification of model for trading support. It points to the possible use of artificial intelligence tools. It contains suggestion of model for trading support using artificial intelligence.

Key words

fuzzy model, neural network, MATLAB, system, portfolio, trading

Bibliografická citácia práce

KUDELÁS, S. Využití umělé inteligence na kapitálových trzích. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2013. 86 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že priložená diplomová práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne. Prehlasujem, že citácia použitých prameňov je úplná, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom a o právach súvisiacich s právom autorským).

V Brne dňa 21. 5. 2013

Pod'akovanie

Na tomto mieste by som veľmi rád pod'akoval prof. Ing. Petrovi Dostálovi, CSc. za cenné rady a pripomienky počas spracovávania mojej diplomovej práce. Ďalej ďakujem za podporu rodine a priateľke.

Obsah

Úvod	11
1 Ciele práce, metódy a postupy spracovania	12
1.1 Systémové vymedzenie práce	12
1.2 Metódy a postupy spracovania práce	12
2 Teoretické východiská práce	14
2.1 Systém	14
2.1.1 Vstupy systému	14
2.1.2 Výstupy systému	15
2.1.3 Vnútorné procesy a spojenia (white box)	15
2.1.4 PDCA	15
2.1.5 Optimalizácia systému, modelovanie a simulácia	15
2.2 MATLAB	16
2.3 Umelá inteligencia	17
2.3.1 Neurónové siete	18
2.3.2 Genetické algoritmy	20
2.3.3 Teória chaosu	21
2.3.4 Fuzzy logika	22
2.4 Časové rady	24
2.5 Kapitálový trh	25
2.5.1 Fundamentálna analýza	26
2.5.2 Technická analýza	27
2.5.3 Psychologická analýza	30
2.6 Burza	31
2.6.1 Portfólio	31
2.7 Money management	32
2.8 PEST analýza	33
2.9 Porterov model konkurenčných síl	34
2.10 SWOT analýza	35
3 Analýza súčasného stavu	36
3.1 Popis spoločnosti	36
3.2 Súčasná možnosti obchodovania na burze	36

3.3	Model riadenia portfólia	37
3.3.1	Konceptuálny model	37
3.3.2	Logický model.....	38
3.3.3	Fyzický model	43
3.3.4	Optimalizácia modelu riadenia portfólia.....	44
3.4	PEST analýza modelu riadenia portfólia.....	44
3.4.1	Politické vplyvy ČR a SR.....	45
3.4.2	Ekonomické vplyvy	45
3.4.3	Sociálne vplyvy	47
3.4.4	Technologické vplyvy	48
4	Vlastný návrh riešenia	51
4.1	Vytvorenie predpovedného modelu NS.....	51
4.1.1	Konštanty dokumentu <i>fitnes</i>	51
4.1.2	Telo dokumentu <i>fitnes</i>	53
4.1.3	Cieľ dokumentu <i>fitnes</i>	56
4.1.4	Optimalizácia NS	56
4.2	Nastavenie Obchodného modelu	57
4.3	Telo Obchodného modelu.....	58
4.3.1	Vstupy funkcie obchod.....	58
4.3.2	Telo funkcie obchod	58
4.3.3	Výstupy funkcie obchod	59
4.3.4	Výsledok obchodovania Obchodného modelu	66
4.3.5	Optimalizácia Obchodného modelu.....	66
4.4	Simulovanie činnosti Obchodného modelu	67
4.4.1	Obchodovanie 1	67
4.4.2	Obchodovanie 2	67
4.4.3	Obchodovanie 3	68
4.5	Analýza vlastného riešenia Porterovým modelom	71
4.5.1	Konkurencia.....	71
4.5.2	Dodávatelia	72
4.5.3	Zákazníci	72
4.5.4	Substitúty	72
4.6	SWOT analýza Obchodného modelu	72

4.6.1	Silné stránky	73
4.6.2	Slabé stránky	74
4.6.3	Príležitosti.....	74
4.6.4	Hrozby	74
4.6.5	Závery SWOT analýzy	75
4.7	Prínos práce pre reálne využitie.....	75
4.7.1	Porovnanie vybraných nákladov a výnosov pri zavedení a počas životného cyklu modelu portfólia.	76
Záver.....		78
Zoznam použitej literatúry.....		79
Zoznam použitých obrázkov, grafov, tabuliek		80
Zoznam príloh		81
4.8	Obchodnýmodel.....	82
4.9	obchod	82
4.10	fitnesFCN	83
4.11	fitnes.....	84
4.12	CoSOchodom.....	84
4.13	OtváranieObchodu.....	85

Úvod

Obchodovanie na burze je v súčasnej dobe dostupné širokému spektru ľudí. Tí sa rozhodujú na základe rôznych kritérií vychádzajúcich z analýz. Medzi takto využívané analýzy zaraďujeme aj technickú analýzu. Technický analytici veria, že samotný kurz (cena) burzového nástroja obsahuje všetky relevantné a dostupné informácie. Tie sa do kurzu dostávajú prostredníctvom množstva obchodníkov obchodujúcich a rozhodujúcich sa na základe vlastného úsudku.

Práve preto dostačuje analyzovať samotný vývoj kurzu. Na analýzu kurzu ako časovej rady možno použiť metódy umelej inteligencie. Čo dokážeme v tejto práci.

1 Ciele práce, metódy a postupy spracovania

Hlavným cieľom práce je vytvorenie modelu v prostredí MATLAB, ktorý bude využívať neurónovú sieť na predpovedanie vývoja kurzu.

1.1 Systémové vymedzenie práce

Práca je venovaná vytvoreniu modelu v prostredí MATLAB hlavne pri práci s príkazovým riadkom využitím editora pre vytváranie modelov neurónových sietí a vytvorenie fuzzy modelu ako podpory pre rozhodovanie sa pri automatizovanom simulovanom obchodovaní. Následne ukážeme možné ekonomické využitie modelov neurónových sietí pre predpovedanie kurzu.

Detailná optimalizácia ani dokonalá funkčnosť modelov nie je cieľom tejto práce, ako ani zhodnotenie a analýza všetkých možných aspektov, ktoré vplývajú na činnosť modelu alebo ktorými model vplýva na svoje okolie.

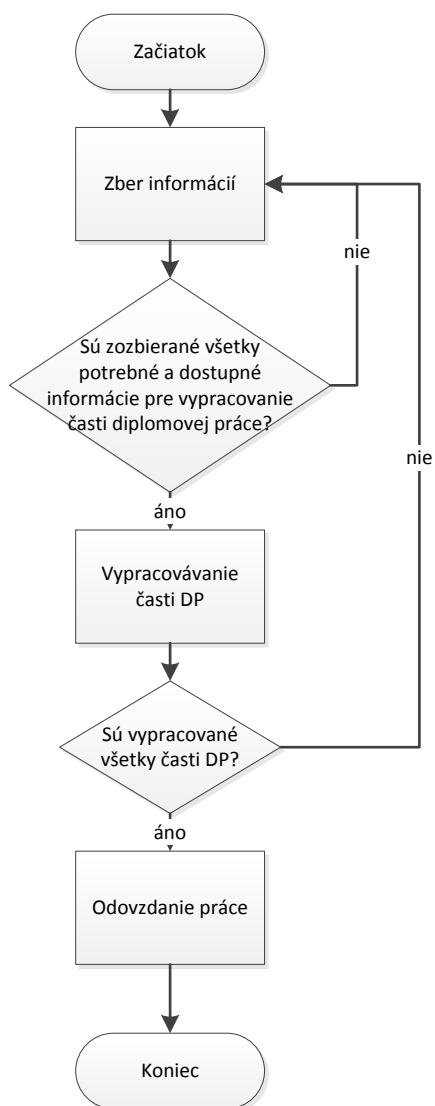
1.2 Metódy a postupy spracovania práce

Pri vypracovávaní práce sme postupovali podľa nasledovných logických krokov:

- Zhromaždenie dostupných relevantných informácií
- Analýza problému, vďaka ktorej získame všetky informácie pre lepšie pochopenie všetkých častí tvoriacich jeden celok
- Následne bude potrebné zhromažďovanie relevantných informácií.
- Syntézou dospejeme k vytvoreniu modelu riadenia portfólia a jeho časti Obchodného modelu pri vytvorení niekoľkých tisícov naučených modelov neurónovej siete.
- Komparatívnou analýzou vyberieme najlepšie modely.
- Na základe indukcie následne zvolíme dva typy modelov, ktoré použijeme pri vypracovávaní tejto práce.
- Dedukciou hypotézy, že stroj je rýchlejší ako človek dospejeme k vytvoreniu fuzzy modelov pre automatizované obchodovanie, ktoré sú modulárnou súčasťou Obchodného modelu.

- Syntézou všetkých častí modelu a následným simulovaným pokusom využitia Obchodného modelu v praxi sa získame relevantné dáta.
- Syntézou vybraných dostupných informácií a dát naplníme cel' tejto práce.

Postup práce je zhrnutý na obrázku



Obrázok 1 – Postup vypracovania diplomovej práce (Zdroj: Vlastné spracovanie)

2 Teoretické východiská práce

Kapitálové trhy tvoria lákavé prostredie pre ľudí, ktorí majú dostatok kapitálu na vstup a ich cieľom je zvýšiť množstvo svojich zdrojov. Pri správnom odhade vývoja trhu a cien na ňom je možné byť úspešným. V prípade, že obchodník obchoduje bez akýchkoľvek informácií o trhu, vystavuje sa vysokému vplyvu náhody, čím rastie riziko neúspešných obchodov. Použitím umelej inteligencie pri obchodovaní na kapitálových trhoch je možné znížiť vplyv náhody pri zvýšení úspešnosti obchodovania, a tým obmedziť dopad rizík na vlastný kapitál obchodníka. Je preto vhodné riadiť svoje obchodovanie na základe znalostí získaných analýzou dostupných informácií prostredníctvom vlastného systému.

2.1 Systém

Systém je účelovo definovaná množina prvkov a množina väzieb medzi nimi, ktorá sa javí ako celok a vykazuje určitú funkciu (správanie).¹ Hlavnú úlohu systému tvorí premieňanie vstupov na výstupy podľa definovaných pravidiel. Systém môžeme rozdeliť do troch hlavných častí:

1. Vstupy systému
2. Výstupy systému
3. Vnútorne procesy a spojenia (white box)

2.1.1 Vstupy systému

Vstupy slúžia systému ako body prísunu dát. Ich počet môže kolísať od 1^2 až do nekonečna³. Vstupujúce dáta majú byť vo vhodnom tvare, ktorý musí byť vopred definovaný, inak môže nastať neštandardné správanie systému. V dobrom prípade zapríčini toto neštandardné správanie pád systému a v tom horšom dôjde ku skresleniu fungovania systému tak, že systém generuje chybné výstupy.

¹ (DOSTÁL 2012)

² Systém s nulovým počtom vstupov a nulovým počtom výstupov by nemal zmysel fungovania. Systém s nulovým počtom vstupov a aspoň jedným výstupom by z ničoho negeneroval niečo, čo sú filozofické otázky.

³ Technicky je však potrebné mať konečnú množinu vstupov.

2.1.2 Výstupy systému

Samotný systém má mať nenulový a nezáporný počet výstupov. Výstupy sú napojené na vnútornú štruktúru systému podľa potreby.

2.1.3 Vnútorné procesy a spojenia (white box)

Systém môže mať vo svojom vnútri jeden⁴ až nekonečno procesov. Jeden vnútorný proces môže mať rôzny, no nenulový počet vstupov alebo výstupov. Vnútorné procesy môžu byť na sebe naviazané rôznym počtom spojení. Správnym spojením vstupov, vnútornej štruktúry systému a výstupov vytvoríme funkčný systém. Pokiaľ je systém funkčný, je vhodné ho analyzovať a upravovať tak, aby dosahoval lepšiu účinnosť. Optimalizácia systému predstavuje neustály proces hlavne v oblasti kapitálových trhov. Požitie Deming-Shewahartovho modelu PDCA umožňuje uchovať systém funkčný a zároveň zvyšovať aj jeho kvalitu.

2.1.4 PDCA

PDCA model bol vytvorený pri povojnovej obnove Japonska. Názov PDCA označuje skratky jednotlivých fáz cyklu:

- P (planning) plánovacia fáza – určenie zámeru: analýza situácie, zber dát a zdrojov, určenie cieľov a postupov vykonávania zvolených cieľov
- D (doing) vykonávacia fáza – vykonávanie určeného zámeru: realizácia zámeru
- C (checking) kontrolná/inšpekčná fáza – kontrola vykonávania určeného zámeru: porovnanie dosahovaných parametrov s definovanými cieľmi
- A (acting) fáza akcie/reakcie na fázu C – reakcia na základe vykonanej kontroly: v prípade úspechu sa vykoná štandardizácia, v prípade neúspechu sa cyklus PDCA opakuje celý.⁵

2.1.5 Optimalizácia systému, modelovanie a simulácia

Optimalizáciou rozumieme proces, pri ktorom sa hľadá extrém (maximum alebo minimum) dosahovaných vlastností optimalizovaného deja alebo procesu. Proces alebo dej ohraničujú charakteristické podmienky, ktoré je nutné brať do úvahy pri vytváraní

⁴ V prípade nulového počtu vnútorných procesov by systém nemal vlastnú funkcionálnu a nepremieňal by vstupy na výstupy.

⁵ (BOLEDOVIČ 2007)

optimalizovaného riešenia. Postupným procesom optimalizácie možno dospieť k optimálnemu riešeniu, ktoré je charakteristické dosiahnutím hľadaných extrémov. Optimalizácia prebieha v reálnom svete, ktorý svojou komplexnosťou znemožňuje vytvorenie komplexného optimálneho riešenia. Treba preto potrebné zabezpečiť vytvorenie modelu optimalizovaného systému.

Modelovanie je základným princípom metód konceptuálneho návrhu systému. Metodické postupy a vlastnosti ich nástrojov a techník vychádzajú z myšlienky, že systém je modelom reálneho systému (reálneho sveta). Informácia v systéme nevzniká, ale je ním iba sprostredkovaná s pridanou hodnotou. Princíp modelovania má spojiť dátový a funkčný pohľad tak, aby bola popísaná celá skúmaná realita jedným modelom. V rámci štruktúrovaného modelu myslenia je jedinou možnosťou iba formulácia integritných pravidiel, ktoré popisujú rôzne prejavy toho istého javu z rôznych uhlov pohľadu.⁶ Pred nasadením modelu do reálneho sveta je vhodné simulovať správanie vytvoreného modelu.

Simulovanie správania systému pozostáva z:

- prípravy počiatočných simulačných podmienok. Počiatočné podmienky by mali byť pripravené tak, aby bolo možné spätne vyhodnotiť dosiahnuté výsledky simulácie a určiť predikciu správania na základe počiatočných podmienok.
- pozorovania výsledku reakcií modelu na pripravené podmienky.

Analýzou výsledkov simulácie sú odporúčania na úpravu modelu s cieľom dosiahnuť stanovené hranice.

2.2 MATLAB

MATLAB ® je vysokoúrovňový jazyk a interaktívne prostredie určené pre číselné výpočty, vizualizáciu a programovanie. MATLAB možno využiť na analýzu dát, rozvoj algoritmov a vytváranie modelov a aplikácií. Jazyk, nástroje a vstavané funkcie umožňujú mnohoraké prístupy k riešeniu a navyše dosiahnutie riešenia je rýchlejšie ako pri použití tradičných programovacích jazykov ako C/C++.

⁶ (ŘEPA 2007)

MATLAB sa využíva rôznym spôsobom v závislosti od dostupných toolboxov. Pre potreby tejto práce sú najviac využité toolboxy: Neural Network Toolbox™, Fuzzy Logic Toolbox™. V ďalšom vývoji bude vhodný Parallel Computing Toolbox.

Neural Network Toolbox™ poskytuje funkcie a aplikácie pre modelovanie komplexných nelineárnych systémov, ktoré nie sú jednoducho modelovateľné pomocou uzavretého tvaru rovnice. Neural Network Toolbox podporuje učenie pod dohľadom so spätnou väzbou, dynamické siete a iné. Taktiež podporuje učenie so samoorganizujúcimi sa mapami a konkurenčnými vrstvami. Neural Network Toolbox sa používa pri aplikáciách ako rozpoznávanie vzorov, zhlukovanie, predikcie časových rád, modelovanie dynamických systémov a ich kontrola a iné. Na zrýchlenie tréningu a zvládanie veľkých množstiev dát možno distribuovať výpočty a dáta naprieč viacjadrovým procesorom, GPU, a počítačovými klastrami za použitia Parallel Computing Toolbox™.

Fuzzy Logic Toolbox™ poskytuje funkcie, aplikácie a Simulink® bloky pre analýzu, návrh a simuláciu systémov založených na fuzzy logike. Funkcie sú k dispozícii pre mnoho bežných metód, vrátane fuzzy zhlukovania a adaptívneho neurofuzzy učenia.⁷

2.3 Umelá inteligencia

„Umelá inteligencia je snaha napodobniť sofistikované využívanie vedomostí v neživých organizmoch, predovšetkým v počítačových systémoch.“⁸ Hlavnou výhodou a zároveň nevýhodou umelej inteligencie tvorí spracovanie definovaných algoritmov pomocou strojov. Nevýhodou tvorí najmä nutnosť definovania algoritmov, absencia intuície a nízka schopnosť paralelného spracovania informácií⁹. Medzi výhody zaraďujeme predovšetkým relatívnu výdrž (nízka potreba regenerácie), spoľahlivosť a dostupnú pamäť a žiadne ľudské práva.

„Expertné systémy sú počítačové programy, ktoré simulujú rozhodovacie činnosti expertov pri riešení problémovo úzko zameraných úloh. Sú to systémy založené na myšlienke prevzatia znalostí od experta a následné využitie týchto znalostí

⁷ (INC 2013)

⁸ (KURIC 1999)

⁹ Stroj, ktorý by simuloval zapojenie a rýchlosť práce ľudského mozgu je v súčasnosti ekonomicky nedostupný.

aj užívateľmi, ktorí nedisponujú týmito znalosťami.“¹⁰ Tieto systémy sa skladajú z rôznych postupov a metód, medzi ktoré patria:

- neurónové siete,
- evolučné algoritmy,
- teória chaosu a ďalšie.

2.3.1 Neurónové siete

Neurónové siete tvoria napodobeninu myslenia ľudského mozgu. Skladajú sa z umelých neurónov, ktoré sú zjednodušené oproti svojim vzorom medzi biologickými neurónmi. Hlavnou oblasťou podobnosti umelých a biologických neurónov predstavuje spôsob distribúcie vzruchu, resp. informácie. V umelom neuróne je každá vstupná informácia vážená váhami (weights). Odčíta sa prahová hodnota (threshold) a aktivačnou funkciou sa signál transformuje na výstupný signál, ktorý je predaný nasledujúcim neurónom v skrytej vrstve.

Neurónové siete bývajú často označované termínom „čierna skrinka“ (black box), pretože nemožno detailne spoznať vnútornú štruktúru systému. Na vnútornú štruktúru systému modelovaného typom black box kladieme iba niekoľko predpokladov, ktoré umožnia popísať správanie systému funkciami vykonávajúcich transformáciu vstup - výstup.

Neurónové siete možno efektívne využiť v prípade, keď značnú úlohu v modelovacom procese hrá náhoda a kde deterministické závislosti sú natoľko zložité a previazané, že ich nedokážeme oddeliť a analyticky identifikovať. Sú teda vhodné pre modelovanie zložitých, často nevratných, strategických rozhodnutí¹¹.

Neurónová sieť možno charakterizovať:

- Počtom vstupov
- Váhami
- Prahovými hodnotami
- Počtom viditeľných vrstiev
- Počtom skrytých vrstiev
- Počtom neurónov vo vrstvách

¹⁰ (KURIC 1999)

¹¹ (DOSTÁL 2012)

- Spôsobom prepojenia jednotlivých vstupov, neurónov a výstupov
- Počtom výstupov

Topológia neurónovej siete je určená počtom vrstiev a počtom neurónov na jednotlivých vrstvách.

2.3.1.1 Spracovanie dát pomocou neurónovej siete

Neurónová sieť musí mať pre svoju činnosť vhodne upravené vstupné dáta, na ktoré chceme neurónovú sieť nasadiť. Následne je potrebné nadefinovať vhodnú neurónovú sieť (stanoviť jej vlastnosti, funkcie a parametre). Po tom, ako dôjde k pripojeniu vstupných dát, vyberieme vzorku dát na učenie neurónovej siete. Po ukončení procesu učenia sprístupníme zvyšné dáta naučenej neurónovej sieti v procese simulácie. Výsledkom simulácie by v ideálnom prípade mali byť nami požadované hodnoty. Tento stav možno ťažko dosiahnuť, keďže výsledky neurónovej siete závisia od:

- preddefinovaných parametrov, ktoré možno optimalizovať použitím vhodnejších parametrov. Procesom optimalizácie však meníme neurónovú sieť tak, aby presnejšie fungovala na vybranom skúmanom intervale. Veľmi pravdepodobne sa však potom zmení presnosť modelu pre dáta mimo optimalizovaného intervalu.
- vzťahov medzi dátami v intervale určenom pre učenie. Pokiaľ sú vzťahy v intervale pre učenie podobné vzťahom vo zvyšku vstupných dát, presnosť simulovaných výstupov neurónovej siete je vysoká. Pokiaľ sa však závislosti mimo intervalu pre učenie rýchlo menia, znižuje sa aj presnosť simulovaných dát voči realite. Vysoký vplyv náhody tiež znižuje presnosť simulovaných dát.

Tradične sa neurónové siete používajú pri:

- Návrhu logických obvodov
- Odstraňovaní šumu
- Analýze reči a výslovnosti
- Kompresii
- Dolovaní dát (data mining)

Optickom rozpoznávaní znakov¹²

¹² (KUKAL 2005)

2.3.2 Genetické algoritmy

Genetické algoritmy sa používajú tam, kde presné riešenie úloh z praxe by systematickým preskúvaním trvalo skoro nekonečne dlho. Umožňujú tak riešiť zložité problémy veľmi elegantne. Počítačová realizácia genetických algoritmov sa začala objavovať v sedemdesiatych rokoch dvadsiateho storočia.

Z genetiky sa do práce s genetickými algoritmi preniesli pojmy ako:

- Chromozóm – je tvorený sekvenčne usporiadanými génmi
- Gén – predstavuje reťazec dedičných znakov
- Lokus – určuje pozíciu znaku v chromozóme

Pre manipuláciu s chromozómami bolo navrhnutých niekoľko genetických operátorov. Najčastejšie používanými operátormi sú:

- Selekcia
- Kríženie
- Mutácia

Proces reprodukcie, ktorý sa opakuje, sa nazýva epochou evolúcie populácie (jedna generácia) a predstavuje uvedené tri kroky:

1. selekcia,
2. kríženie
3. mutácia.¹³

2.3.2.1 Proces genetického algoritmu

Proces reprodukcie sa začína náhodným vytvorením počiatočnej populácie m chromozómov. Následne dôjde k oceneniu kvality všetkých jedincov (chromozómov) danej populácie pomocou fitness funkcie. V ďalšom kroku procesu sa vytvoria nové chromozómy (jedinci) aplikáciou operátorov selekcia, mutácia a kríženie (proces reprodukcie, rekombinácie). Odstránia sa starí jedinci a vytvoria miesto pre nových jedincov. Kvality nových jedincov sa ocenia a stávajú sa súčasťou novej populácie. Pokiaľ je splnená ukončujúca podmienka, označí sa najlepší chromozóm (jedinec) ako riešenie problému, inak sa opakuje činnosť tvorby nových chromozómov.¹⁴

¹³ (DOSTÁL 2012)

¹⁴ (DOSTÁL 2012)

2.3.3 Teória chaosu

Teória chaosu vznikla v technických vedách, v ktorých popisuje správanie nelineárnych systémov, ktoré majú istý skrytý poriadok, ale aj napriek tomu sa javia ako systémy riadené náhodnými javmi. Pokiaľ je v systéme prítomná nelineárna dynamika, môže deterministický systém generovať náhodne vyzerajúce výsledky, ktoré ale môžu obsahovať trvalejšie trendy a cykly. Takýmto systémom môžu byť aj procesy v ekonomike (na finančných trhoch). Ekonomika sa môže nachádzať v stave s rôznou mierou usporiadania, chaosu a náhody.¹⁵ Napr. usporiadanie môže symbolizovať obdobie žatiev a dostatku obilia (trhová cena obilia je nízka), ktoré sa strieda s obdobím pred žatvou, kedy je obilia nedostatok (trhová cena obilia je vysoká). Taktiež môže zapôsobiť zložka chaosu, napr. sezóna tornád v severnej Amerike, ktorá v prípade vysokých škôd mení cenu obilia na trhu. Alebo môže nastať vplyv náhody kedy sa technickou poruchou zobrazovania zmenia ceny pred očami obchodníkov na burze, ktorí následne omylom nesprávne nakupujú/predávajú a vytvoria šok na burze. Usporiadanie má väčšiu pravdepodobnosť očakávaného výsledku ako chaos a chaos má väčšiu pravdepodobnosť očakávaného výsledku ako náhoda.

Atraktor je stavová veličina ktorá definuje rovnováhu systému, ktorý nie je nehybný vo svojej rovnováhe. Typy atraktoru:

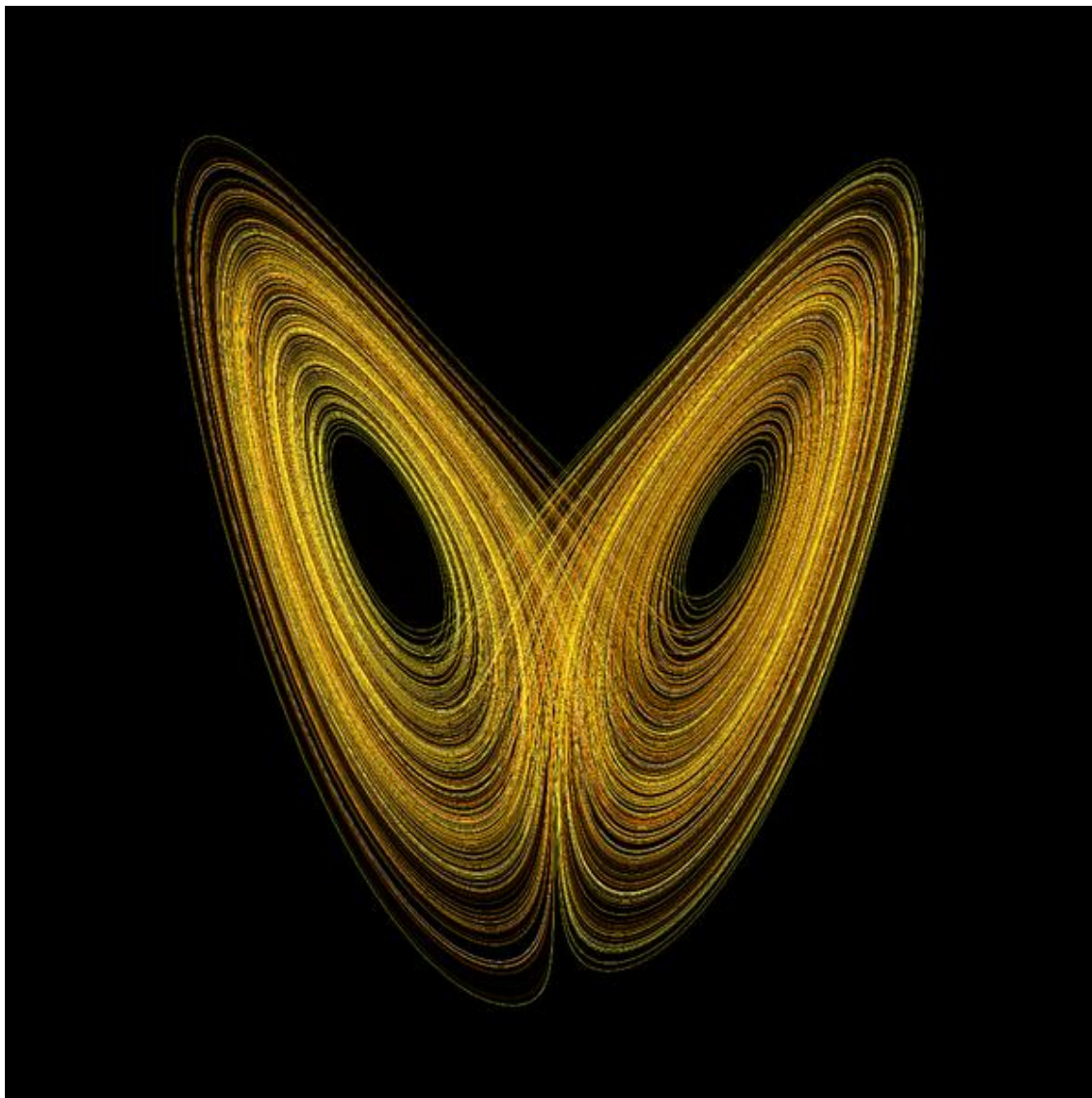
- Bodový – rovnováha je predstavovaná bodom
- Cyklický – rovnováha je predstavovaná limitným cyklom
- Chaotický – dynamická rovnováha nie je ani bodom ani cyklom, ale oblasťou, v ktorej je dosahovaná dynamická rovnováha. Pri malej zmene stavu dôjde k malej zmene trajektórie, ktorá sa však vracia k atraktoru, čím sa udržiava rovnovážny dynamický stav ekonomického systému. Pri významnom vychýlení systému z dynamickej rovnováhy môže dôjsť ku kolapsu systému (zrútenie ekonomiky štátu a pod.). Trh je teda definovaný chaotickým, teda fraktálnym¹⁶ atraktorom.¹⁷

¹⁵ (DOSTÁL 2012)

¹⁶ Vlastnosťou fraktálu je opakovanie motívu, kedy hovoríme o tzv. podobnosti (podobnosť stromu, vetiev v korune, malých vetvičiek...). Pokiaľ by sme zväčšili alebo zmenšili ľubovoľnú časť fraktálneho útvaru, bude sa výrez podobáť pôvodnému útvaru.

¹⁷ (DOSTÁL 2012)

Príkladom atraktoru môže byť Lorenzov atraktor (Obrázok 2 Lorenzov atraktor (Zdroj: WIKIMOL)).



Obrázok 2 Lorenzov atraktor (Zdroj: WIKIMOL)¹⁸

Na obrázku Lorenzovho atraktoru môžeme vidieť zobrazené dráhy bodu v priestore. Tieto dráhy sa pohybujú okolo dvoch rovnovážnych bodov, avšak nikdy sa nepretnú a bod neskončí ani v jednom bode rovnováhy.

2.3.4 Fuzzy logika

L. Zadeh vytvoril teóriu fuzzy množín a fuzzy logiky, v ktorej sa určuje, „ako veľmi“ prvok do danej množiny patrí alebo nepatrí. Použitím miery členstva zodpovedá v rade situácií lepšie než použitie konvenčných spôsobov zaradovania členov do

¹⁸ (WIKIMOL 2005)

množiny podľa prítomnosti či neprítomnosti. Fuzzy logika teda meria istotu alebo neistotu príslušnosti prvku k množine. Obdobne sa rozhoduje človek pri činnosti v oblasti duševnej a fyzickej pri nie úplne algoritmizovateľných činnostiach. Pomocou fuzzy logiky sa dá nájsť riešenie pre daný prípad z pravidiel, ktoré boli definované systémami, napr. neurónové siete tzv. neurofuzzy aplikácie a pod.

Fuzzy množina je zovšeobecnením množiny v tom zmysle, že ide o zobrazenie na celom intervale $\langle 0,1 \rangle$. Fuzzy množina sa popisuje funkciou nazývanou funkcia členstva

Rovnica 1 Funkcia členstva

$$\mu_A: x \rightarrow \langle 0,1 \rangle$$

Už sa nedá povedať, že nejaký objekt je, alebo nie je prvkom množiny μ_A . Hodnota $\mu_A(x)$, ktorú nazývame mierou členstva prvku x , udáva spojitú mieru, ako veľmi k nej patrí, čo sa nedá zjednodušiť odpoveďou áno – nie.¹⁹

2.3.4.1 Proces fuzzy spracovania

Tvorba systému s fuzzy logikou obsahuje tri základné kroky:

1. fuzzifikácia,
2. fuzzy inferencia
3. defuzzifikácia.

Prvý krok – fuzzifikácia - znamená prevod reálnych premenných na jazykové premenné. Definovaním jazykových premenných vychádza z lingvistickej premennej napr. nízke, stredné a vysoké riziko. Obvykle sa používa tri až sedem atribútov premennej. Stupeň členstva atribútov premennej v množine je vyjadrovaný matematickou funkciou. Existuje mnoho tvarov členských funkcií. Typy, ktoré našli v praxi najväčšie uplatnenie, sa nazývajú štandardnými funkciami členstva a patria k nim typy:

- Λ ,
- π ,
- Z
- S

¹⁹ (DOSTÁL 2012)

Druhý krok (fuzzy inferencia) definuje správanie systému pomocou pravidiel typu $\langle Ak \rangle$, $\langle Potom \rangle$, $\langle S \text{ váhou} \rangle$ na jazykovej úrovni. V týchto algoritmoch sa objavujú podmienkové vety, ktoré vyhodnocujú stavu príslušnej premennej. Tieto podmienkové vety majú známu formu z programovacích jazykov:

$$\langle Ak \rangle Vstup_1 \langle A \rangle Vstup_2 \dots Vstup_n \langle Potom \rangle Výstup_1 \langle S \text{ váhou} \rangle z$$

Pravidlá fuzzy logiky predstavujú expertný systém. Každá kombinácia atribútov premenných vstupujúcich do systému a vyskytujúcich sa v podmienke $\langle Ak \rangle$, $\langle Potom \rangle$, predstavuje jedno pravidlo. Pre každé pravidlo je treba určiť stupeň podpory, tj. váhu pravidla v systéme z . Výsledok systému s fuzzy logikou závisí do značnej miery na správnom určení významu definovaných pravidiel. Váhu týchto pravidiel možno v rámci priebehu optimalizácie systému meniť. Podobne ako pre časť pravidla umiestneného za $\langle Ak \rangle$, je treba vybrať odpovedajúci atribút časti $\langle Potom \rangle$. Tieto pravidlá si tvorí používateľ sám.

Výsledkom fuzzy inferencie je jazyková premenná, čo môže viesť k výstupom napr. investíciu prijať, investíciu neprijať.

Tretí krok, čiže defuzzifikácia, prevedie výsledok predchádzajúcej operácie fuzzy inferencie na reálne hodnoty. Reálnou akciou môže byť stanovenie výšky rizika. Cieľom defuzzifikácie je prevod fuzzy hodnoty výstupnej premennej tak, aby slovne čo najpresnejšie reprezentovala výsledok fuzzy výpočtu²⁰.

2.4 Časové rady

Časovou radou rozumieme postupnosť skúmaných hodnôt ukazovateľov, meraných v určitých časových intervaloch. Tieto intervaly sú spravidla rovnomerné. Časové rady môžeme deliť na rôzne druhy:

- Okamihové – hodnota ukazovateľa k určitému okamihu (stav evidencie uchádzačov v čase t),
- Intervalové – veľkosť sledovaného ukazovateľa závisí od dĺžky intervalu, v ktorom je sledovaný (mesačné náklady rekvalifikácie)²¹.

²⁰ (DOSTÁL 2012)

²¹ (HANČLOVÁ 2006)

Na burze sa často stretávame s intervalovými časovými radami (hodinový, denný, minútový kurz), ktoré majú začiatok intervalu označený ako Open a koniec intervalu označený ako Close. Pre potreby analýz sa ešte uvádzajú hodnoty maxima a minima v danom intervale a veľkosť obchodovaného množstva (volume). Ak by sme chceli dospieť k okamihovej časovej rade, mohli by sme túto vlastnosť priradiť tickovým dátam. Tickové dáta zobrazujú cenu a množstvo každej ponuky či dopytu na trhu.

Príčinou analýz časových rádov na burze je snaha lepšie porozumieť základným princípom vzťahov okolitých informácií k trhovej cene (kurzu) a následné predpovedanie budúceho vývoja kurzu za účelom zvýšenia pravdepodobnosti zisku z obchodu.

2.5 Kapitálový trh

Kapitálový trh predstavuje trh určený pre obchodovanie tých finančných inštrumentov, ktoré majú povahu dlhodobých finančných investícií.²²

Kapitálový trh je prostredím, ktoré s nízkymi transakčnými nákladmi dokáže prispieť k tomu, že sa zladia požiadavky strany ponuky a dopytu. Kapitálový trh umožňuje oddeliť rozhodovanie o spotrebe a investíciách a trhovú úrokovú mieru slúži ako rozhodovacie kritérium.²³

Medzi dlhodobé finančné investície patria dlhodobé úvery a dlhodobé cenné papiere. Za najvýznamnejšie druhy cenných papierov sa považujú predovšetkým akcie a dlhodobé dlhopisy (obligácie). Kapitálový trh je často nazývaný „trhom cenných papierov“. Na rozdiel od dlhodobých úverov tvorí významnú prednosť cenných papierov predovšetkým to, že bývajú prenositeľné, resp. obchodovateľné. To znamená výhodu pre investorov, ktorí ich nemusia držať po celú dobu životnosti a môžu ich kedykoľvek predať, čím spätne získajú likvidné peňažné prostriedky. Týmto spôsobom sú krátkodobé peňažné zdroje jednotlivých investorov prevádzané na zdroje dlhodobé, ktoré umožňujú realizáciu rozsiahlych reálnych investícií.

Skutočnosť, že operácie s dlhodobými cennými papiermi mnohonásobne preyšujú objem dlhodobých úverových operácií, je vyvolaná tiež tým, že investičné

²² (REJNUŠ 2010)

²³ (KRABEC 2009)

požiadavky neustále všeobecne rastú a ich zabezpečovanie jedným subjektom (zvyčajne bankou) býva od určitej miery neúnosne riskantné. Cenné papiere tým, že sú nakupované veľkým množstvom rôznych investorov, umožňujú riziko rozložiť, pričom súčasná držba viacerých druhov cenných papierov znižuje mieru podstupovaného rizika. Jednotliví držitelia cenných papierov môžu podľa svojho vlastného uváženia priebežne upravovať štruktúru držaného portfólia a obchodovaním cenných papierov zároveň napomáhajú zvyšovať aj ich likviditu.²⁴ Miestom, kde je možné obchodovať s cennými papiermi je aj burzový trh.

Burzy tvoria vo vyspelých krajinách neoddeliteľnú súčasť trhového prostredia. Činnosť búrz prispieva k tvorbe trhových cien a zároveň k vytváraniu cenového systému finančných alebo reálnych investičných inštrumentov, ktoré sa na nich obchodujú. Burzy cenných predstavujú vysoko organizované sekundárne trhy, na ktorých sa obchodujú vopred vydané verejne obchodovateľné cenné papiere. Ich nezastupiteľnou funkciou je predovšetkým to, že kurzami, ktoré sa na nich vytvárajú, sa riadia nielen všetky ostatné rovnako zamerané sekundárne trhy, ale aj trhy primárne.

Čím sú jednotlivé burzy významnejšie, tým sa na nich obchodujú kvalitnejšie a všeobecne uznávanejšie emisie cenných papierov, čomu zodpovedá aj veľkosť objemov uzatváraných obchodov (volume). Z medzinárodného pohľadu medzi najvýznamnejšie burzy sveta zaradujeme New York Stock Exchange (NYSE), London Stock Exchange a Tokyo Stock Exchange.²⁵

Kľúčovou úlohou účastníkov burzy, ktorí sa snažia zveľadiť svoj kapitál prostredníctvom obchodovania na burze, je analýza diania na burze a následné predpovedanie jej vývoja a aj ceny jednotlivých akcií. Na túto činnosť slúžia rôzne typy analýz, ktoré majú za úlohu znížiť mieru neistoty v rozhodovaní a znižovať tak vplyv náhody.

2.5.1 Fundamentálna analýza

Fundamentálnu analýzu možno považovať za najkomplexnejší druh akciovej analýzy. Je založená na predpoklade, že vnútorná hodnota akcie sa líši od jej aktuálnych trhových cien. Pokiaľ je vnútorná hodnota akcie vyššia ako jej kurz, je akcia považovaná za podhodnotenú. Akcia s vnútornou hodnotou nižšou ako je jej kurz je

²⁴ (REJNUŠ 2010)

²⁵ (REJNUŠ 2010)

považovaná za nadhodnotenú. Vnútnú hodnotu akcie pritom tvorí individuálny názor ktoréhokoľvek účastníka akciového trhu na to, aký by mal byť „spravodlivý kurz“, ktorého hodnotu možno vo veľmi krátkom období považovať za nemennú a je teda možné porovnať ju s aktuálnym akciovým kurzom. Za účelom správneho určenia vnútornej hodnoty akcie vykonávajú analytici rôzne výpočty. Tie sa navzájom líšia jednak použitými metódami, jednak individuálne dosadzovanými hodnotami vybraných veličín, čo je spôsobené rôznorodosťou informácií a dát, ktorými disponujú. Preto sú výsledky ich výpočtov spravidla rozdielne. Z toho vyplýva, že v rovnakom okamihu existuje niekoľko vnútorných hodnôt jednej akcie. Tým, že investori svoje individuálne analýzy zapracovávajú do parametrov svojich obchodných príkazov, stávajú sa ich individuálne analýzy súčasťou akciových kurzov. Pokiaľ sa bude meniť očakávanie investorov, budú sa zároveň meniť aj vnútorné hodnoty akcií a v dôsledku toho aj parametre nimi podávaných burzových príkazov, v dôsledku čoho sa budú meniť aj kurzy akcií. Fundamentálna analýza teda predstavuje hľadanie a analyzovanie faktorov, ktoré ovplyvňujú vnútornú hodnotu akcie. Cieľom je zachytiť všetky rozhodujúce faktory pomocou rôznych analytických metód, ktoré sa dajú vhodne kombinovať, a tak je cena akcie zostavená na základe širokého spektra analyzovaných informácií.²⁶

2.5.2 Technická analýza

Technická analýza sa používa k analýze jednotlivých akciových titulov za účelom predpovede budúceho vývoja ich kurzov. Vychádza z publikovaných trhových údajov: kurzy, objemy realizovaných obchodov a iné druhy verejne dostupných informácií. Technickí analytici vychádzajú z predpokladu, že ľudské správanie zostáva v podstate stále rovnaké a správanie investorov sa vyznačuje opakujúcimi sa reakciami. Keďže sa história kurzových zmien v priebehu času opakuje, snažia sa pomocou analýzy časových rád identifikovať jednotlivé vývojové trendy. Z analyzovaného trendu potom predpovedajú budúci vývoj kurzu. Za rozhodujúce faktory považujú trhovú ponuku a trhovú dopyt a nimi stanovený kurz zmeny, v ktorom sú obsiahnuté všetky dostupné informácie fundamentálnej analýzy a aj prípadný pesimizmus/optimizmus jednotlivých účastníkov obchodovania. Cieľom technických analytikov je analyzovať vývoj kurzu akcie a následne predpovedať smer vývoja kurzu v budúcnosti tak, aby

²⁶ (REJNUŠ 2010)

bolo možné odhadnúť najvhodnejší okamih na vykonanie obchodu. Z toho vychádza aj Dowova teória, ktorá hovorí o takom vývoji akcií na akciovom trhu, aký má celý trh. Pokiaľ trh rastie, rastú aj kurzy väčšiny akcií. Pokiaľ trh klesá, klesajú aj kurzy väčšiny akcií. Je možné pozorovať celkové trendy premietajúce sa do jednotlivých kurzov akcií. Problémy Dowovej teórie sú predovšetkým:

- Signály k nákupu a k predaju sú indikované príliš neskoro
- Signály nie sú jednoznačné
- Teória sa zaoberá akciovým trhom ako celkom a neumožňuje dobre posudzovať jednotlivé akciové tituly

Dowova teória využívala tri trendy, ktoré charakterizovali pohyby trendov kurzu akcie. Elliottove vlny využívajú osem vln (trendov).²⁷

2.5.2.1 Elliottove vlny

Teória Elliottových vln vychádza z predpokladu, že v prírodných javoch existujú určité periódy, ktoré sa dajú nájsť aj v ekonomike. Z toho vyvodzujeme (podobne ako v Dowovej teórii), že zmeny akciových burzových indexov resp. akcií vychádzajú z prirodzenosti vo vlnách, ktoré majú vnútornú štruktúru a je možné kategorizovať tieto vlny do rôznych hierarchických úrovní. Pritom sa snaží jednak definovať pravidlá vzťahu medzi postupnosťami vln, a jednak graficky, resp. numericky určovať vzdialenosti medzi nimi a následne odhadovať budúce pohyby akciového trhu resp. akcií. Elliottova teória pracuje so stále sa opakujúcimi vlnovými formáciami, ktoré sú zložené zo základného fraktálu popisujúceho charakter akciového trhu ako celku. Po rastúcej alebo klesajúcej vlne nastáva vlna korekčná.²⁸ Korekčná vlna sa snaží vrátiť trh do rovnovážneho stavu. V tomto bode je možné pozorovať spojitost' s teóriou chaosu a dynamickým atraktorom.

2.5.2.2 Ekonomické cykly

Ekonomický cyklus je sám o sebe komplexným javom, lebo je výsledkom pôsobenia množstva najrôznejších faktorov, z ktorých niektoré ani nemusia byť ekonómom známe. Ekonomické cykly sú javy premenlivé a líšia sa medzi jednotlivými

²⁷ (REJNUŠ 2010)

²⁸ (REJNUŠ 2010)

štátmi v rôznych historických obdobiach z hľadiska periódy a amplitúdy. V histórii boli popísané „typizované“ ekonomické cykly:

- Kitchinové cykly – sú ekonomické cykly s udávanou priemernou periódou cca 40 mesiacov. Tento krátky cyklus je tradične stotožňovaný s opakujúcimi sa zmenami v zásobách rozpracovanej výroby.
- Juglarové cykly – majú udávanú priemernú dĺžku periódy 9-10 rokov. Tento strednodobý typ cyklu je pripisovaný periodickým výkyvom v investíciách do kapitálových statkov
- Kondratevovové cykly – taktiež nazývané „dlhé vlny“ majú udávanú priemernú periodicitu približne 50 rokov. Tieto cykly sú spojované s technologickým pokrokom, vojnami, revolúciami a obdobnými udalosťami.²⁹

Z hore uvedených zistení je zrejmá priama spojitosť medzi každodenným dianím vo svete, ktorá je závislá na historických rozhodnutiach. Historické rozhodnutia sa opakujú, s určitou podobnosťou, a riešia problémy minulosti s jemnou odchýlkou tak, že sa nám zdá, ako keby sme existovali v cykloch. Tento stav sa však skôr podobá pohybu po Lorenzovom atraktore. Preto exaktný popis ekonomického cyklu bude fungovať iba pre určitý čas a miesto. Použitím fuzzy logiky by sme mohli presnejšie určiť polohu v cykle³⁰, a tak určiť následné smerovanie s väčšou pravdepodobnosťou v dlhšom časovom horizonte od času pozorovania a popísania dráhy (svetový vývoj) na Lorenzovom atraktore. Pokiaľ by jeden ľudský život³¹ (alebo dej v prírode) symbolizoval jeden Lorenzov atraktor a tieto atraktory by sa mohli sčasti v priestore a čase prekrývať, tak následným pospájaním príbuzných atraktorov by sme vytvorili väčšie atraktory, ktorých jednotlivé prvky by mohli existovať aj v iných väčších atraktoroch podľa pravidiel fuzzy logiky. Vytváraním stále väčších a väčších celkov by sme tak dostali atraktor podobný s tým najmenším, ktorý by napr. mohol zobrazovať cenu akcie podobne ako vývoj ceny vybraných akcií môžu kombinovane zobrazovať dráhu letu vtáka počas celého jeho života. Tým by sme odhalili fraktálny systém a pokiaľ by sme analýzou dostupných informácií dospeli od jedného zobrazeného

²⁹ (JUREČKA 2010)

³⁰ Nejedná sa o cyklus keďže sa nevraciamy do počiatočného bodu, ale iba do bodu podobného bodu počiatočnému

³¹ Ľudia rovnakého veku riešia podobné problémy. Každý život je jedinečný no problémy sa opakujú.

fraktálu k časti, ktorá je k pôvodnému vzoru totožná, mohli by sme presne predpovedať vývoj skúmaného vzoru tj. analýzou všetkých dostupných informácií viažucich sa k danému kurzu akcie na určitej úrovni by sme mali dostať presnú hodnotu ceny akcie na trhu v okamihu času. Výber týchto akcií je však premenlivý s plynúcim časom a aj vplyv jednej informácie na celok sa v čase mení. Je preto dôležité, aby cena akcie bola zostavovaná prostredníctvom aktualizovanej fundamentálnej analýzy v spojení s technickou analýzou. Fundamentálna analýza by odhalila približnú polohu na atraktore a technická analýza má za úlohu určiť vektor pohybu (predpoveď budúceho výskytu na atraktore). Súčasné technické a technologické zázemie nie je dostatočné rozvinuté na takúto komplexnú úlohu, a preto je stále potrebné používať intuíciu, ktorá môže doplniť oba typy analýz pri dosiahnutí hľadaného výsledku. Systematickým zaznamenávaním všetkých informácií okolo nás by sme mohli byť v budúcnosti schopní predpovedať vývoj s väčšou pravdepodobnosťou.

2.5.3 Psychologická analýza

Psychologická analýza vychádza z predpokladu, že akciové trhy sú pod silným vplyvom masovej psychológie burzového publika, ktoré pôsobením na účastníkov trhu mení úroveň kurzov. Budúci vývoj kurzu záleží na impulzoch, ktorými je dav vedený k predaju alebo nákupu. Keynes považuje špekulatívne³² správanie investičného publika za jeden z najvýznamnejších faktorov s vplyvom na kurz akcie. Podľa Keynesa je problémom zvyšujúci sa podiel akcií držaných osobami s nedostatočnými skúsenosťami na správne ohodnotenie a kvalifikované spravovanie týchto akcií. S postupne sa zvyšujúcim počtom málo informovaných a nie príliš kvalifikovaných investorov rastie vplyv davovej psychológie na akciových trhoch, čo má vplyv na extrémne výkyvy kurzov zapríčinených informáciami s nízkym významom. Keynes označil psychologickú analýzu ako analýzu krátkodobú. Podľa Kostolanyho potom kurzy v strednodobom a dlhodobom období ovplyvňujú hlavne fundamentálne ukazovatele.³³

³² Investičné rozhodovanie založené na predpovedaní kolektívnej psychológie. (Keynes)

³³ (REJNUŠ 2010)

2.6 Burza

Medzi najvýznamnejšie a najznámejšie svetové burzy patrí New York Stock Exchange (NYSE). Je to akciová spoločnosť organizovaná na členskom princípe, pričom členmi môžu byť výhradne fyzické osoby. Na burze pôsobí niekoľko typov brokerov, ktorí môžu obchodovať na vlastný alebo cudzí účet. Obchoduje sa tradičným spôsobom na tzv. burzovom parkete. Na NYSE pripadá viac než 80% obratu obchodov s akciami a dlhopismi všetkých amerických búrz. Osobitné postavenie na kapitálovom trhu má burza Euronext. Združuje regionálne burzy v Amsterdame, Bruseli, Paríži a Lisabone. Čo do objemu denne zobchodovaných transakcií je najväčšou európskou burzou (nie podľa objemu trhovej kapitalizácie).

V obchode s cennými papiermi má veľký význam aj mimoburzový trh. Okrem iného je to dané tým, že je pre obchodníkov lacnejšou alternatívou ako predstavujú samotné burzy cenných papierov. Označuje sa ako OTC trh (over the counter market). Je postavený na obchodovaní s rozsiahlym kapitálovým trhom ako napríklad v USA, Japonsku a Nemecku. Ochrana investorov nie je v systéme mimoburzového trhu zabezpečená, nakoľko obchodovanie prebieha bilaterálne bez účasti tretej strany. Je preto závislá hlavne na výbere sprostredkovateľskej inštitúcie.

Najznámejšou mimoburzovou inštitúciou je americký NASDAQ, kde sa obchoduje s viac než 5000 emisiami cenných papierov prostredníctvom niekoľko sto svetových maklérskeho firiem. Ide o najväčší elektronický mimoburzový trh akcií na svete. NASDAQ poskytuje len technologickú podporu účastníkom, nemá burzový parket a nezamestnáva špecialistov.

Aj v prostredí ČR a SR existuje rad firiem, prostredníctvom ktorých môžu fyzické a právnické osoby obchodovať s akciami, dlhopismi a derivátmi na mimoburzových internetových trhoch.³⁴

2.6.1 Portfólio

„Je súhrn všetkých investičných inštrumentov, ktoré sú v zmysle zákonných obmedzení a investičnej stratégie nadobúdané do majetku podielového fondu. Zmyslom

³⁴ (PAULÍK 2012)

rozdelenia zdrojov v podobe portfólia je predovšetkým rozdelenie investičných rizík do rôznych na sebe nezávislých oblastí.“³⁵

V rámci portfólia je nutné rozlišovať medzi trhovým a špecifickým rizikom. Trhové riziko závisí od faktorov ako napr.:

- Daňová politika štátu
- Miera inflácie
- Úrokové sadzby

Vo finančnom riadení toto riziko pôsobí rovnako na všetky investičné aktivity v danej ekonomike. Znižovanie vplyvu tohto rizika spočíva vo vytvorení portfólia s medzinárodným pôsobením.

Špecifické riziko, ktoré je možné diverzifikovať aj v jednej ekonomike, sa odvíja od špecifik konkrétnej investičnej príležitosti.

Základným nástrojom minimalizácie rizika pri investovaní do súboru aktív je diverzifikácia. Diverzifikácia je nákup súboru aktív s cieľom vhodného rozvrhnutia prípadných ziskov a strát z jednotlivých druhov aktív tak, aby dochádzalo k minimálnej strate a maximalizácii efektu držby takeého portfólia.

Na základe pozorovania resp. odhadu dokážeme určiť očakávaný výnos a pravdepodobnosť výskytu každého konkrétneho výnosu.³⁶

Očakávaný výnos a pravdepodobnosť výskytu výnosu môže byť určený aj pomocou metód technickej analýzy ako bude uvedené v kapitole 5 pomocou analýzy výstupov predpovedného modelu. Predpovedný model určí budúcu hodnotu a zároveň bude spätne zistená presná odchýlka predpovede, čím sa sleduje pravdepodobnosť chyby modelu.

2.7 Money management

Money management (správa peňazí) je správa vlastných finančných zdrojov za účelom dosiahnutia finančného cieľa.³⁷ Systém na správu peňazí by mal byť schopný udržať príjmy a výdavky prehľadné tak, aby bolo možné mať presný prehľad o finančných možnostiach. Zároveň je potrebné vedieť kde sú peniaze investované, na

³⁵ (WWW.EUROEKONOM.SK 2013)

³⁶ (NÝVLTOVÁ 2010)

³⁷ (SCOTT 2006)

ako dlho a aké náklady (časové, finančné a i.) budú potrebné na to, aby sme mohli peniaze dostať opäť do potrebnej formy likvidity. Prvý cieľ money managementu predstavuje zaistenie prežitia. Je potrebné sa vyhnúť riziku, ktoré by zneprístupnilo ďalšie možné investície. Druhý cieľ tvorí získanie stabilnej miery výnosov. Tretím cieľom sú vysoké výnosy pri neustálom pôsobení prvého pravidla. Je potrebné vyhnúť sa finančnej priepasti postupnými malými krokmi ako riskovať veľkú časť vlastných zdrojov a zrútiť sa do nej. Rozsiahle testy ukázali, že maximálna výška, ktorú môže trader stratiť na jednom obchode, sú 2% z jeho aktív. Toto percento je stanovené nízko z dôvodu malého vplyvu na celkové ohrozenie všetkých aktív. Je dôležité stanovovať riziko a výšku investície na každú investičnú príležitosť zvlášť s cieľom správneho výberu investícií.³⁸

Pre vlastnú kontrolu je vždy vhodné zisťovať, čo spôsobuje momentálny neúspech, ale aj to, čo spôsobuje momentálny úspech. Je výsledkom činnosti je náhoda alebo rozhodnutie postavené na získaných informáciách. Z tohto dôvodu treba sledovať stanovené ciele a proces ich napĺňania. Výrazné odchýlenie od stanoveného postupu môže viesť k problémom, či už pozitívnym alebo k negatívnym.

2.8 PEST analýza

Je analýza zameraná na hodnotenie makroprostredia daného subjektu. Podľa počiatkových písmen:

- P (Political) – politické vplyvy ako sú platné zákony a normy, prípadne očakávané prijatie zákonov a noriem.
- E (Economic) – ekonomické vplyvy ako napr. vládne výdavky, vývoj menového kurzu, monetárna politika, HDP, zdanenie a iné.
- S (Social) –sociálne vplyvy medzi ktoré zaraďujeme rozdelenie príjmov, pracovnú mobilitu, demografické faktory, vzdelanie, regionálne rozdiely a iné.
- T (Technological) – technologické vplyvy zmien v informačných technológiách, nové objavy a patenty, internet a ďalšie.

³⁸ (ELDER 2006)

Zmyslom analýzy je zisťovať statické dáta a trendy, ku ktorým dochádza a podľa ktorých je možné odhadnúť budúci vývoj. V rámci analýzy vplyvov ide najmä o:

- identifikáciu všetkých vplyvov pôsobiacich na daný objekt na špecifikovanom trhu,
- zhodnotenie vplyvov a výber významných vplyvov,
- odhad trendov a intenzity pôsobenia vplyvov,
- posúdenie časového horizontu,

Z týchto dôvodov treba vo väčšine prípadov začať analýzou globálneho makroprostredia. Sem patria vplyvy základných geopolitických, vedecko-technologických, hospodárskych a kultúrnych dohôd vo svete, vplyv rôznych regionálnych zoskupení a národných organizácií, korporácií, firiem a medzinárodných združení.³⁹

2.9 Porterov model konkurenčných síl

Porterov model určuje konkurenčné tlaky a rivalitu na trhu. Rivalita na trhu závisí na pôsobení a interakcii základných síl:

- Konkurencia:
 - Riziko vstupu potenciálnych konkurentov určuje ako jednoduché alebo zložité je pre nového konkurenta vstúpiť na trh. Aké existujú bariéry vstupu na trh.
 - Rivalita medzi existujúcimi konkurentmi. Existuje medzi konkurentmi silný konkurenčný boj? Existuje na trhu dominantný konkurent?
- Dodávatelia:
 - Zmluvná sila dodávateľov je odhadom počtu a pozícií dodávateľov na vybranom trhu.
- Zákazníci:

³⁹ (KOZEL 2011)

- Vyjednávací sila odberateľov. Sila zákazníkov sa zvyšuje so schopnosťou organizovania sa a vystupovania ako jeden celok. Extrémnym prípadom je potom existencia jediného zákazníka.
- Substitúty:
 - Hrozba substitučných výrobkov určuje, ako jednoducho môžu byť nahradené naše produkty a služby inými.

Výsledkom spoločného pôsobenia týchto základných síl je ziskový potenciál odvetvia. Niekedy sa používa aj šiesta sila, za ktorú je považovaná vláda.⁴⁰

2.10 SWOT analýza

SWOT analýza tvorí jednoduchý nástroj, koncepčný rámec pre systematickú analýzu zameranú na charakteristiku kľúčových faktorov. Pomocou SWOT analýzy je možné identifikovať hlavné silné a slabé stránky ako vnútorné vlastnosti skúmaného objektu. Príležitosti a hrozby tvoria vonkajšie prostredie skúmaného objektu.

Uplatnenie SWOT analýzy je sprevádzané sledovaním základného cieľa, a to rozvíjaním silných stránok, utlmovaním vplyvu slabých stránok a súčasne pripravenosťou na príležitosti a hrozby.⁴¹

⁴⁰ (STŘELEČ 2013)

⁴¹ (SEDLÁČKOVÁ 2006)

3 Analýza súčasného stavu

3.1 Popis spoločnosti

Názov spoločnosti: Tower Hill Trading.

Adresa: 175W. Jackson, Suite 1450, Chicago, IL 60604.

THT je súkromná spoločnosť s vlastným kapitálom, ktorý poskytuje svojim traderom. Špecializuje sa na obchodovanie akcií na trhu NASDAQ.

Počet zamestnancov kolíše od 50 do 100, v závislosti od výkonnosti jednotlivých traderov. Spoločnosť je ochotná zamestnávať ľudí prostredníctvom video pohovorov a virtuálneho príchodu do práce. Ponúka svojim zamestnancom prístup do firemnej aplikácie, prostredníctvom ktorej môžu pracovať z ktoréhokoľvek miesta na svete s pripojením do siete internet. Zároveň ponúka online školenia a vedenie, kedy má každý trader nováčik nad sebou senior tradera s bohatým množstvom skúseností.

Úspešný predpovedný model vývoja kurzu akcie by bol vhodným nástrojom pre podporu tvorby zisku, pričom by sa využil súčasný kapitál spoločnosti.

3.2 Súčasná možnosti obchodovania na burze

V súčasnej dobe je na svetovom trhu množstvo spoločností, ktoré ponúkajú možnosť obchodovať prostredníctvom online aplikácie. Mnohé ponúkajú možnosť vyskúšať si obchodovanie prostredníctvom fiktívneho účtu. Fiktívny účet poskytuje budúcemu zákazníkovi možnosť mnohonásobného skrachovania pri nulovej strate svojich prostriedkov, čo môže slúžiť na zoznámenie sa s online obchodovaním na burze. V prípade záujmu je možné zaregistrovať sa a vytvoriť si účet (typ a presná špecifikácia účtu a podmienok otvorenia záleží na danej spoločnosti) s reálnymi prostriedkami, ktoré je nutné uložiť na účet zvolenej spoločnosti.

Tieto online aplikácie zobrazujú aktuálne kurzy vybraných finančných nástrojov ako napr. akcie, forex, komodity, ETF. Základnou funkciou týchto aplikácií je možnosť otvoriť a zavrieť obchod pričom sa upravuje konto používateľa.

Ďalším rysom, ktorý odlišuje online aplikácie, je množstvo a kvalita spracovaných nástrojov slúžiacich prevažne na technickú analýzu. Niektoré aplikácie podporujú vytváranie vlastných nástrojov pre analýzu dát alebo automatické obchodovanie. Dostupné dáta sa dajú prostredníctvom týchto aplikácií sťahovať

a v prípade nedostupnosti pripojenia k sieti internet, môže zákazník tieto dáta analyzovať offline. Čo je výhoda hlavne pri analýzach pri presúvaní sa z miesta na miesto bez prístupu pripojenia k sieti.

Online pripojenie a možnosť vytvárania vlastných funkcií pre automatické obchodovanie vytvára podmienky na vytvorenie modelu mimo online aplikáciu, ktorá by bola schopná automaticky zasielať príkazy na otvorenie a zatvorenie pozícií, kde by dostupnú online aplikáciu využívala len ako komunikačný kanál.

3.3 Model riadenia portfólia

Model riadenia portfólia je vypracovaný ako možné spravovanie činnosti Obchodného modelu v súčasných podmienkach. Jeho cieľom je zníženie rizika spojeného s prevádzkovaním Obchodného modelu a využitím jeho výsledkov.

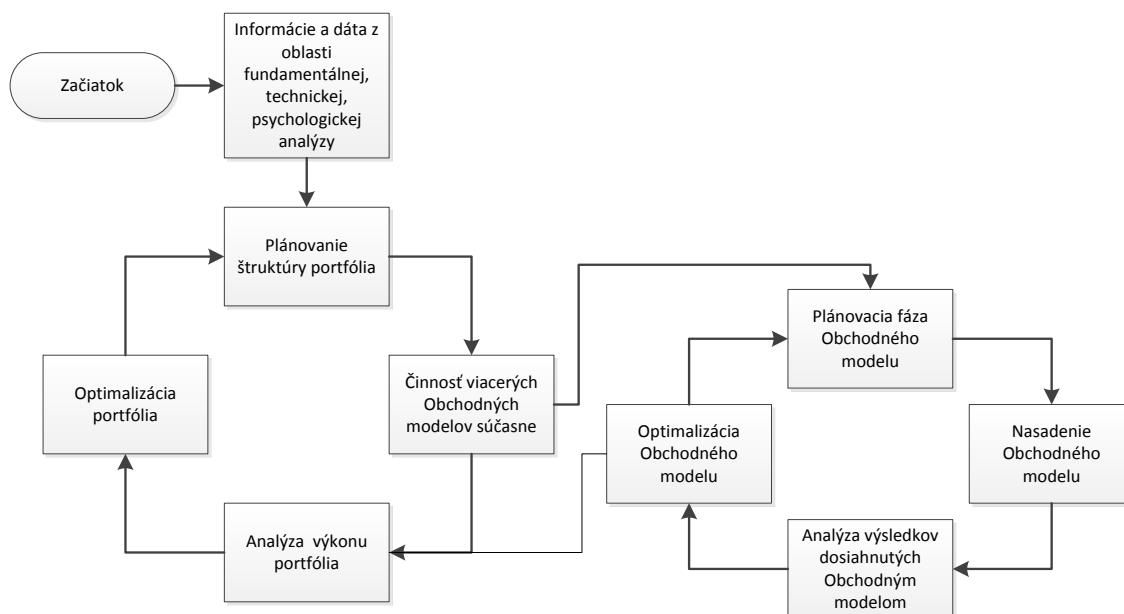
3.3.1 Konceptuálny model

V súčasnej dobe je dostupných mnoho dát a informácií, podľa ktorých je možné sa rozhodovať pri:

- výbere obchodovaného titulu
- čase vytvorenia a uzavretia obchodu
- výške investovanej sumy.

Všetky tieto problémy možno riešiť s využitím uvedených typov analýz, no každá má svoje nevýhody - rozsah potrebných dát pri fundamentálnej analýze alebo presnosť predpovede pri technickej analýze. Zároveň ešte existujú emocionálne vplyvy, ktoré môžu pomôcť k správne rozhodnutiu, využitím poznávacích (kognitívnych) funkcií a to pamäte, myslenia, imaginácie a učenia.

Vybráním kladných vlastností jednotlivých analýz v spojení s riadeným rozhodovaním obchodníka rešpektujúceho pravidlá a stanovené ciele, sa vytvorí expertný systém zahrňujúci moderné poznatky z oblasti umelej inteligencie a obchodovania na burze za účelom dosiahnuť stabilnú mieru výnosov. Celý expertný systém je riadený v PDCA cykle s cieľom dosiahnutia tretieho pravidla money managementu a kontinuálneho zlepšovania.



Obrázok 3 - Schéma konceptu riadenia portfólia (Zdroj: Vlastné vypracovanie)

3.3.2 Logický model

Logický model presnejšie popisuje jednotlivé časti konceptuálneho modelu nasledovne.

3.3.2.1 Informácie a dáta z oblasti fundamentálnej, technickej a psychologickéj analýzy

Základom správneho fungovania systému je dostatok vhodných a včasných informácií. Tie je možné čerpať z elektronických zdrojov prostredníctvom siete internet. Takto zamerané a významné zdroje sú servery a stránky spoločnosti YAHOO!, ktoré poskytujú rôzne typy informácií z mnohých oblastí. Pre účely Obchodného modelu bude jedným z najvýznamnejších zdrojov informácií server finance.yahoo.com, odkiaľ možno bezplatne získať dáta o vývoji na NYSE alebo vývoji NASDAQ. Mnoho súčasných online obchodných systémov získava informácie o aktuálnom pohybe práve zo serverov finance.yahoo.com. Servery poskytujú aj možnosť získania historických dát (ceny akcií, hodnoty kurzu a i.). Pre potreby analýz je možné získať historické dáta aj z oanda.com, fxhistoricaldata.com a iných.

Pre potreby fundamentálnej analýzy je vhodné sledovať aj aktuálne a očakávané správy jednotlivých významných korporácií, hlavne pokiaľ majú na burze umiestnené

svoje obchodovateľné akcie. Tieto správy podľa svojej závažnosti spôsobujú pohyb kurzu akcie. Pohyb akcie je často ovplyvňovaný ratingovými agentúrami akou je napr. Standard & Poor's Financial Services LLC, Moody's Investors Service Inc., Fitch Ratings Ltd. Závery analýz týchto spoločností sú považované za objektívne hľadiská a mnoho investorov im prikladá značnú váhu pri svojom rozhodovaní. Z tohto dôvodu je hlavne pri psychologickkej analýze významný fakt, že všetky tri spoločnosti znížia rating v priebehu krátkeho obdobia. Takto je vytvorená negatívna správa, ktorá je však založená na dátach získaných počas procesu analýz (historický vývoj) ovplyvní budúci ekonomický vývoj analyzovaného subjektu.

Správnym včlenením a ohodnotením jednotlivých správ možno optimalizovať výsledok obchodovania.

3.3.2.2 Plánovanie štruktúry portfólia

V rámci dlhodobého udržania ekonomicky kladného fungovania obchodovania je potrebné vytváranie portfólií za účelom diverzifikácie rizika a zvyšovania zisku.

Plánovanie štruktúry portfólia dokáže určiť časový rámec pre dosiahnutie cieľa spolu s plánom zmeny formy kapitálu. Každá forma kapitálu (pozemky, akcie, peniaze v hotovosti (aj elektronické)) má inú časovú náročnosť pri zmene stupňa jeho likvidity. Plán investícií by mal zamedziť stavu, keď sa naskytne investičná príležitosť no nie je možné ju vlastnými zdrojmi realizovať z dôvodu časovej náročnosti zmeny likvidity. Plánovanie štruktúry by preto malo byť založené na krátkych malých obchodoch produkujúcich ustálené percento zisku a následné využívanie strednodobých a dlhodobých investícií s vyššou odhadovanou mierou ziskovosti. Podľa plánu by tak mali vznikať špecifické portfóliá, ktoré zahrnujú obdobný typ aktíva. Aktíva podobného typu by mali patriť do viacerých ekonomických celkov s nízkym stupňom previazanosti za účelom znižovania rizika dopadu jednej hrozby na celé špecifické portfólio. Skupiny portfólií by následne mali byť rozdelené na základe doby obratu kapitálu v nich.

Pre dostatočne rýchly vývoj portfólií je potrebný kapitál z vlastných zdrojov alebo z cudzích zdrojov. V tuzemských podmienkach, pri získavaní cudzieho kapitálu je potrebné stanoviť úrokovú mieru, za ktorú je daný kapitál zapožičiavaný, vo vopred dohodnutom zmluvnom vzťahu. Tieto pravidlá nie sú však vhodné pre obchodovanie, keďže výška zisku nie je vopred známa, a to znamená, že investorovi je ponúknutá iba znížená výška úroku často kopírujúca stabilnú výšku príjmu obchodníka (niekedy

nazývaná ako garantovaný výnos). Pokiaľ sú zabezpečené zdroje na rast portfólií je potrebné vykonávať inovačný plán.

Vykonávanie inovačného plánu je cesta, ktorou sa subjekt snaží „držať krok s dobou“ a byť konkurencieschopný. V prípade navrhovaného modelu je najväčšia konkurencia vo forme zamestnania ponúkaného inou spoločnosťou, ktorá by si kúpila čas potrebný pre spravovanie modelu ľudským faktorom. Jedná sa teda o preťahovanie ľudí. Fungovanie konkurenčnej spoločnosti, ktorá obchoduje na kapitálovom trhu (burza cenných papierov), nemá za účel znížiť počet obchodujúcich spoločností na trhu a vytvoriť monopol. To by spôsobilo iba zrušenie trhu a následné problémy monopolnej spoločnosti s existenciou na takom trhu.

3.3.2.3 Súbežná činnosť Obchodných modelov

Prostriedkom pre vytvorenie rozmanitých portfólií môže byť, paralelný beh Obchodného modelu. Každý takto fungujúci model je špecializovaný na riadenie operácií s práve jedným burzovým nástrojom. Plán štruktúry portfólia by následne určil, ktorý Obchodný model sa bude využívať a ako dlho za účelom znižovania rizika a stabilizácie zisku.

3.3.2.3.1 Plánovacia fáza Obchodného modelu

Plánovacia fáza Obchodného modelu je zameraná na výber vhodných vstupných dát a úpravu ich formátu tak, aby bolo možné nasadiť model neurónovej siete (NS). Výber vstupov je potrebný vytvoriť za účelom skvalitnenia budúcich výsledkov modelu NS a vylúčenia dát, ktoré nemajú prínos pre pozitívne vlastnosti predpovedného modelu NS. Je vhodné vytvoriť NS s čo možno najväčšou predpovednou dĺžkou pri udržaní požadovanej presnosti. Predpovedané hodnoty určujú body počiatku a konca obchodu pri riziku, ktoré symbolizuje práve presnosť predpovedného modelu a skutočná odchýlka modelu NS voči reálnym hodnotám. Následne je možné ohodnotiť každú obchodnú príležitosť stupňom atraktivity.

Podľa pravidiel money managementu sa priradí výška obchodovaných prostriedkov (vklad), pričom sa určujú podmienky pre začiatok obchodu a koniec obchodu. Tieto podmienky obsahujú náklady spojené s otvorením obchodu a udržaním obchodnej pozície „cez noc“. Je nežiaduce, aby sa otvoril obchod, ktorý po odčítaní poplatkov tvoril stratu. V skutočnosti však možno aj z takéhoto obchodu vytvoriť

ziskový obchod, no v tom prípade ide len o náhodu pokiaľ má predpovedný model NS vysokú presnosť predpovedí. Zároveň je potrebné uviesť pravidlá, ktoré zavrú obchod a uvoľnia prostriedky pokiaľ sa vyskytuje príležitosť s vyšším stupňom atraktivity.

3.3.2.3.2 Nasadenie Obchodného modelu

Po nastavení podmienok je Obchodný model spustený do reálnej prevádzky (testovacej), kedy sám otvára a uzatvára obchody podľa stanovených pravidiel. V prípade nejednoznačnosti obchodnej príležitosti je možné vytvoriť správu, ktorou sa vyžiada asistencia ľudského obchodníka. Ľudský obchodník následne rozhodne a umožní ďalšie fungovanie Obchodného modelu. Okrem vývoja konta sa preto musia sledovať aj predpovedané hodnoty a hlavne ich odchýlka od skutočnosti. Zároveň sa sleduje počet a príčina zásahu obchodníka a dopad obchodníkovho rozhodnutia.

Počas doby nasadenia Obchodného modelu je potrebné zabezpečiť fungovanie spojenia s miestom výkonu obchodného príkazu a dostupnosť vstupných dát pre potreby modelu NS. V prípade nedostupnosti dát, by mal Obchodný systém prestať posielat príkazy a v prípade nedostupnosti miesta výkonu obchodného príkazu okamžite po zistení informovať obchodníka/správca, aby čo možno najskôr skontroloval (zavrel)otvorené obchodné pozície a vyriešil problém so spojením. Obdobným rizikám je možné predísť, pokiaľ sú eliminované pomocou aplikácie vhodných opatrení alebo znížiť dopad, pokiaľ je stanovený scenár práce pri výskyte daného incidentu.

3.3.2.3.3 Analýza výsledkov dosiahnutých Obchodným modelom

Po skončení činnosti Obchodného modelu je potrebné analyzovať získané informácie. Analyzuje sa najmä:

- Čas potrebný na vytvorenie predpovedi:
 - V prípravnej fáze – vytvorenie NS
 - Počas nasadenia – možnosť prechodu najkratší cyklus
- Presnosť predpovedaných hodnôt
- Množstvo zásahov obchodníka alebo správcu modelu
- Príčiny zásahov obchodníka alebo správcu modelu
- Dopady zásahov z ľudskej strany
- Dĺžka nasadenia Obchodného modelu a príčiny ukončenia práce Obchodného modelu

- Príčiny úspechu

Vykonaním analýzy úspechu je možné identifikovať kľúčové aktíva, spôsobujúce úspech. Na základe identifikovaných kľúčových aktív je potom vytvorený zoznam rizík a dopadov. Tento zoznam slúži ako východiskový bod pre proces znižovania a riadenia rizika.

3.3.2.3.4 Optimalizácia Obchodného modelu

Cieľom optimalizácie Obchodného modelu je navrhnuť optimalizačné kroky, ktoré zlepšujú požadované vlastnosti celého cyklu. Pokiaľ už nie je možné navrhnuť optimalizačný krok, je vhodné prejsť k štandardizácii. Po zavedení štandardizácie je potrebné sledovať podmienky, na základe ktorých bola štandardizácia vykonaná. V prípade zmeny týchto podmienok alebo objavením nových, ktoré majú vplyv na štandard, je potrebné zrušiť používanie štandardu a znova optimalizovať dotknuté procesy. Je možné, že k úplnej štandardizácii nikdy nedôjde. Vytvorený štandard ponúka miesto pre vytvorenie inovácie. Inovácia má za úlohu skokové zlepšenie dotknutých procesov.

Táto fáza je vhodná pre zavedenie opatrení ktoré znižujú riziko Obchodného modelu. Pri zavádzaní opatrení je potrebné určiť počiatočné podmienky, ciele a zodpovednú osobu pre následnú spätnú analýzu zavádzania opatrenia. Spolu s uvedeným je potrebné určiť opatrenie a časový harmonogram jeho zavedenia tak, aby bolo jasné kedy sa môže daný typ obchodného modelu znova použiť. V tomto bode sa rozchádzajú ciele ziskovosti. Existujú aspoň dve možnosti riešenia:

1. Nasadenie modelu s neúplnou sériou opatrení, čo zvyšuje možný zisk v krátkom období, ale zároveň ponecháva (mierne zvyšuje pokiaľ sa implementuje len časť balíka) úroveň rizika.
2. Nasadenie modelu s úplnou sériou opatrení, čo znižuje zisk v krátkom období, ale znižuje riziko v dlhom období.

3.3.2.4 Analýza výkonu portfólia

Uskutočnenie analýzy výkonu portfólia je potrebné najmä z dôvodu zistenia:

- Výkonnostných parametrov:

- Vývoj ziskových obchodov v portfóliu. Cieľom je analyzovať trend vývoja kvality ziskových obchodov na základe vykonaných optimalizácií a zistiť ich vzájomnú koreláciu.
- Vývoj stratových obchodov v portfóliu. Cieľom je analyzovať trend vývoja výšky stratových obchodov na základe vykonaných optimalizácií a zistiť ich vzájomnú koreláciu.
- Priemerná doba obchodu a počet obchodov určí charakteristiku portfólia a vývoj jeho častí.
- Naplnenie stanoveného cieľa, ako napr. stabilná ziskovosť na určitej úrovni za dané obdobie. Pokiaľ portfólio daný cieľ naplní je potrebné analyzovať postup naplnenia a stanoviť nový cieľ.
- Počtu a typoch optimalizácií v portfóliu. Výstup by mal odhaliť sekvenciu krokov veľmi podobnú s krokmi v minulosti. Pokiaľ sa takáto sekvencia objaví, je možné s prihliadnutím na počiatočné podmienky oboch sekvencií vykonať historicky overené kroky, alebo ich opak. Sledovaním typu a výskytu optimalizácií je možné vytvoriť atraktor a určiť jeho rovnovážny stav a pozíciu na ňom. Tieto zistenia následne pomôžu pri predpovedaní budúceho vývoja.
- Vývoja rizika portfólia a metodiky jeho hodnotenia. V prípade prekročenia hranice rizika je potrebné analyzovať príčinu, stanoviť nové pravidlá alebo posunúť hranicu rizika.

3.3.2.5 Optimalizácia portfólia

Na základe komplexnej analýzy portfólia je možné vytvoriť optimalizačné kroky poprípade podmienky pre inováciu. Následne je potrebné spracovať inovačný plán, s ktorým budú oboznámené dotknuté osoby.

3.3.3 Fyzický model

Fyzický model vytvorený v prostredí MATLAB zahŕňa funkcie určené na nájdenie vhodnej konfigurácie neurónovej siete, fuzzy modely pre riadenie obchodovania a Obchodný model, ktorý spája jednotlivé časti a vytvára podmienky pre možné obchodovanie.

3.3.4 Optimalizácia modelu riadenia portfólia

Model riadenia portfólia je v reálnom nasadení potrebné neustále upravovať podľa stanovených cieľov. Optimalizácia kľúčového prvku, ktorým je vytváranie správa portfólií, je potrebná na prispôsobenie sa súčasným a budúcim trendom. Viacsmerovou diverzifikáciou :

- Horizontálnou:
 - Využívanie všetkých dostupných nástrojov burzy, ako je obchodovanie s akciami, komoditami, indexmi alebo ETF.
 - Investovanie do hnutel'ných a nehnuteľných (neobchodovaných na burze). Hlavnou oblasťou by boli investície do pozemkov a umeleckých predmetov.
 - Vytvorenie „Business angel“ a následná diverzifikácia podľa oblastí spolupracujúcich spoločností.
- Vertikálnou:
 - Ponuka investovania prostredníctvom investičných portfólií a fondov
 - Predaj systémov podporujúcich rozhodovanie investorov
 - Vývoj a výskum systémov využívajúcich umelú inteligenciu

Využitím týchto diverzifikácií v rámci geografických možností súčasného sveta by bolo možné postupne znižovať riziko až do bodu, kedy by ďalšia investícia prepojila dovtedy relatívne nezávislé investície. Po skúsenostiach z poslednej hospodárskej krízy je vďaka historickému prepojeniu a rýchlej dostupnosti informácií problém efektívne diverzifikovať tak, aby nová investícia nebola prepojená s inou investíciou vykonanou daným subjektom v histórii. Jediným východiskom na zníženie rizika je mať prostriedky na vytváranie vln na trhu tak, aby takto umelo vytvorená vlna bola presne načasovaná a určené jej dopady a výnosy.

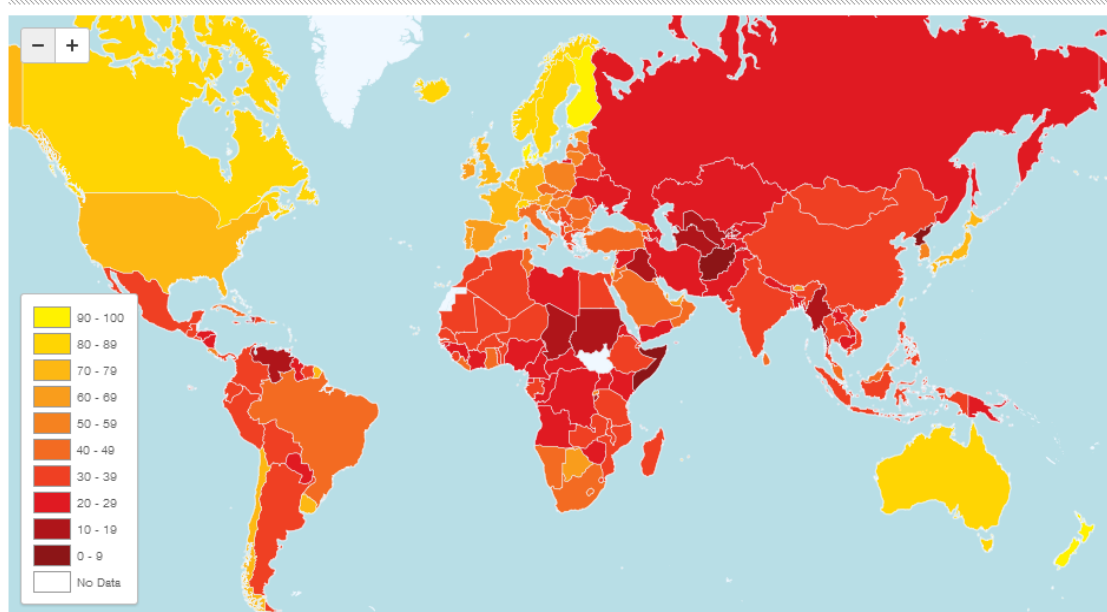
3.4 PEST analýza modelu riadenia portfólia

PEST analýza je vypracovaná spojením podmienok na trhu v ČR a SR, ktoré majú vplyv na možný vývoj a nasadenie vytvoreného modelu riadenia portfólia.

3.4.1 Politické vplyvy ČR a SR

Podľa analýz vykonaných spoločnosťou Transparency International jemne klesá vnímanie korupcie v ČR aj SR. V súčasnej dobe má index CPI (Corruption Perceptions Index) hodnotu CPI(ČR)=49 a CPI(SR)=46 v svetovom meradle tak obe krajiny dosahujú skôr priemerné hodnoty.

CORRUPTION PERCEPTIONS INDEX 2012



Obrázok 4 - CPI index 2012 (zdroj: Transparency International)⁴²

Oblasti s najnižšou úrovňou vnímanej korupcie sa nachádzajú v severnej Amerike (Kanada), severnej Európe (škandinávske krajiny) a Austrália spolu s Novým Zélandom.

3.4.2 Ekonomické vplyvy

Jedným z aspektov, ktoré majú vplyv na podnikanie, je výška dosahovaného príjmu a v závislosti na ekonomických podmienkach krajiny aj výška dane z príjmu. Výška dane z príjmu právnických osôb od roku 2003 až do roku 2013 pre vybrané krajiny je uvedená v tabuľke Capital income taxes:

Tabuľka 1 - Capital income taxes (zdroj: OECD)⁴³

	2013	2012	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003
Switzerland	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Ireland	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
Slovenia	17,0	20,0	20,0	20,0	21,0	22,0	23,0	25,0	25,0	25,0	25,0

⁴² (INTERNATIONAL 2013)

⁴³ (OECD 2013)

Czech Republic	19,0	19,0	19,0	19,0	20,0	21,0	24,0	24,0	26,0	28,0	31,0
Poland	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	27,0
Sweden	22,0	26,3	26,3	26,3	26,3	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Slovak Republic	23,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	25,0
Finland	24,5	24,5	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0	29,0	29,0
Austria	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	34,0	34,0
Denmark	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	28,0	28,0	30,0	30,0
Netherlands	25,0	25,0	25,0	25,5	25,5	25,5	25,5	29,6	31,5	34,5	34,5
Greece	26,0	20,0	20,0	24,0	25,0	25,0	25,0	29,0	32,0	35,0	35,0
Norway	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	23,75	28,0	28,0
Spain	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	32,5	35,0	35,0	35,0	35,0
United States	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
Germany	15,8	15,8	15,8	15,83	15,83	15,825	26,375	26,375	26,375	26,375	27,96

Z tabuľky môžeme vidieť medziročný (2013/2012) nárast dane z príjmu o 4% na Slovensku a o 6% v Grécku. Naproti tomu v poslednom období znížili dane z príjmu právnických osôb Švédsko a Slovinsko. Česká republika si už 4 roky drží hranicu 19%. Nárast dane na Slovensku bol spôsobený pôsobením ľavicovo orientovanej vlády, ako reakcia na dopady globálnej ekonomickej krízy 5 rokov od jej vypuknutia. Zníženie daní zatiaľ ohlásené nie je. Pre začínajúcu firmu, ktorá svoje podnikanie prevádzkuje prostredníctvom internetu a nie je tak viazaná na suroviny danej krajiny, môže byť výška a trend jej vývoja motivujúca k príchodu či odchodu.

Odhady Eurostatu predpokladajú kladný rast reálneho hrubého produktu SR pre roky 2013 a 2014. Reálny HDP pre ČR má rastúci trend a mal nadobudnúť kladné hodnoty v roku 2014. Obe tieto správy naznačujú prekonanie globálnej ekonomickej krízy do roku 2014 s čím je spojený zisk spoločností, ktoré produkujú investície. S rastúcimi investíciami spoločností je možné očakávať pokles nezamestnanosti. Pokles nezamestnanosti následne povedie k zvýšeniu príjmovej stránky domácností. Domácnosti a firmy sa následne budú rozhodovať ako zhodnotiť svoje prostriedky voči inflácii. Na výber budú mať rôzne možnosti.

Ďalším rozdielnym faktorom je mena v ČR a SR. Česká republika využíva českú korunu (CZK), čo tvorí možné riziko kurzového rozdielu, pokiaľ sa na svetovom trhu obchoduje hlavne v USD alebo EUR. Tento rozdiel môže mať negatívny vplyv na vývoj vkladu hlavne pri posilňovaní kurzu CZK.

Medzi ekonomické vplyvy patrí ja optimalizácia daňového základu spoločnosti. V tejto súvislosti sa často spomínajú „daňové raje“. Týmto označením sa charakterizujú krajiny alebo územia, ktoré ponúkajú minimálne zdanenie príjmov spoločnosti alebo jednotlivcov. Založenie spoločnosti v daňovom raji je možné vyriešiť využitím služieb na to špecializovaných spoločností. Pričom založenie offshore spoločnosti je jednoduchý a rýchly proces, pred ktorým je však potrebné zanalyzovať výhody a nevýhody jednotlivých krajín. Samotné založenie IBC (medzinárodná obchodná spoločnosť) sa v jednotlivých krajinách líši minimálne, pričom celý vytváranie spoločnosti môže byť ukončený do troch týždňov. Tento spôsob riadenia spoločnosti ponúka možnosti pre optimalizáciu daňového základu. ⁴⁴

Spoločnosť Company Solutions INC. sa zaoberá vytváraním takýchto spoločností. Na základe jej skúseností, medzi hlavné výhody prevádzkovania spoločností v jednotlivých destináciách patrí:

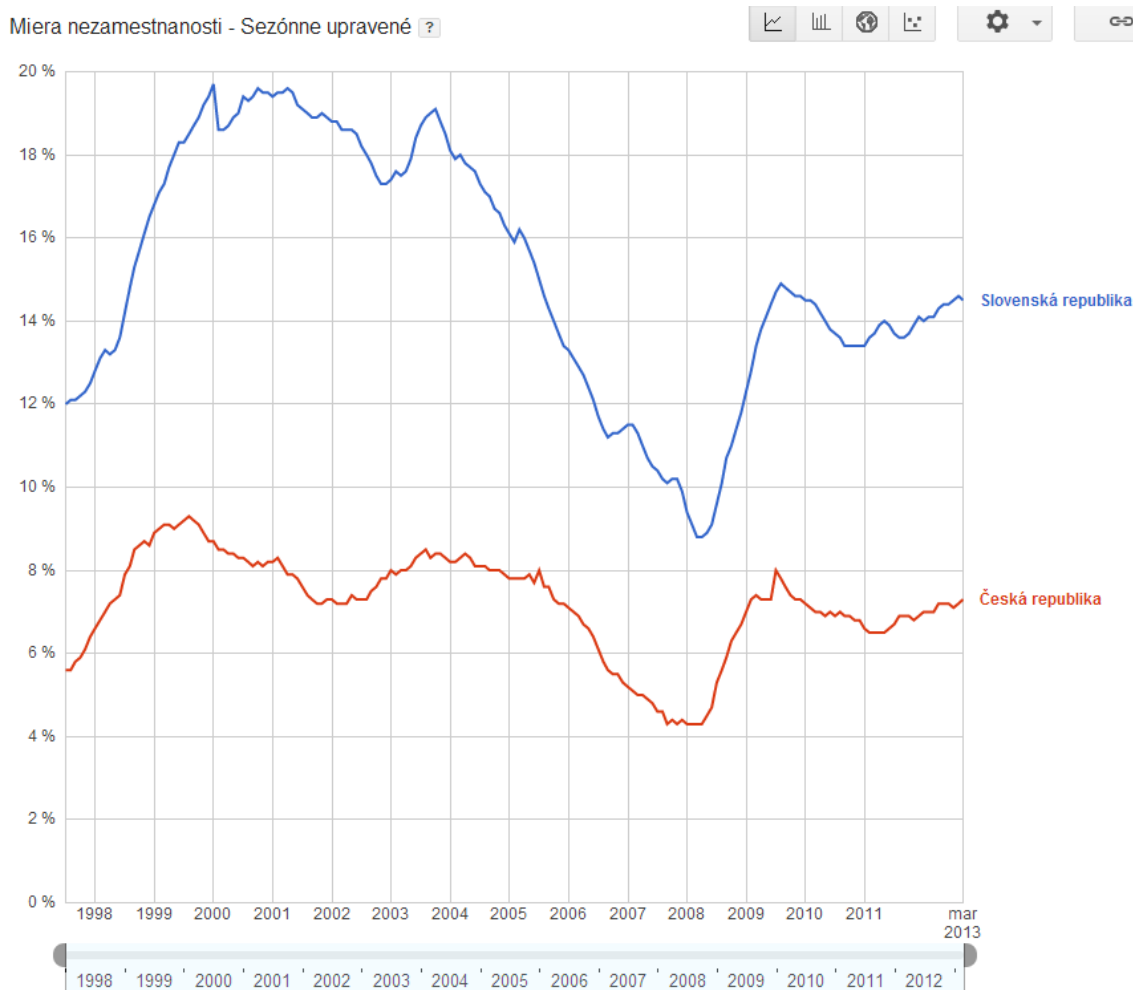
- Seychely - nulová daň z príjmu pre spoločnosti IBC, pričom všetky údaje o spoločnosti sú uchovávané v diskretnosti a register firiem je verejnosti neprístupný. V rámci podpory takéhoto typu spoločností sú všetky výnimky zo zdaňovania garantované na 20 rokov od dátumu založenia spoločnosti. Spoločnosti IBC zo Seychel sa využívajú najmä na online podnikanie a sprostredkovanie nákupu a predaja tovarov najmä pri dovoze z tretích krajín do EÚ.
- Sv. Vincent a Grenadíny – nulová daň z príjmu pre spoločnosti IBC, pričom obchodovanie na finančných trhoch ako napríklad forex nepatrí medzi zakázané činnosti pre IBC. Z toho dôvodu sa spoločnosti využívajú najmä na obchodovanie na forex a ďalej na online podnikanie.

V prípade využitia navrhovaného Obchodného modelu na komerčné využitie, by uvedené destinácia tvorili kandidátske krajiny na zasídlenie spoločností.

3.4.3 Sociálne vplyvy

Medzi hlavné sociálne vplyvy patrí nezamestnanosť. Vývoj nezamestnanosti ČR a SR je zobrazený na grafe Miera nezamestnanosti

⁴⁴ (COMPANY SOLUTIONS 2013)



Obrázok 5 -Miera nezamestnanosti (Zdroj dát Eurostat s aktualizáciou 2.5.2013)⁴⁵

Z grafu je zrejмый rast nezamestnanosti v oboch krajinách, no nedosahuje miery z obdobia rokov 2008 až 2009. V ČR sa jedná skôr o pozvoľný nárast, aký možno pozorovať v období rokov 2002-2004. S rastom HDP teda možno očakávať zastavenie rastu nezamestnanosti, prípadne pokles nezamestnanosti.

3.4.4 Technologické vplyvy

Navrhovaný obchodný model je možné zostrojiť na počítačovej zostave dostupnej do 1 000 EUR,⁴⁶ hlavný problém tvorí SW časť riešenia. MATLAB so všetkými potrebnými súčasťami stojí na základe cenníka spoločnosti Humsoft približne 250 000 CZK v závislosti na presnej konfigurácii. Alternatívou je použiť dostupný

⁴⁵ (GOOGLE 2013)

⁴⁶ Skúsenosť autora

software pod licenciou freeware (JustNN), alebo naprogramovanie potrebných algoritmov svojpomocne.

Následným problémom bude prepojenie danej aplikácie s miestom obchodovania a zabezpečenie záložného spojenia. Svojpomocné programovanie bude časovo a finančne náročné. Preto sa javí ako najlepšou možnosťou zakúpenie licencií MATLAB.

Tieto podmienky by mohli byť jednoducho splnené pri aplikácii modelu v existujúcej spoločnosti pôsobiacej v danej oblasti ako je napr. aj THT, ktorá by prispela vytvorením podmienok pre vývoj modelu v prostredí MATLAB.

Najnovšia dostupná verzia 2013a vyžaduje pre svoj chod pod operačným systémom:

- Windows tieto požiadavky:
 - Operačný systém: Windows 8,7 SP1, Vista SP2, XP SP3, alebo serverové riešenia Windows server 2012, 2008 R2 SP1, 2008 SP2, 2003 R2 SP2
 - Procesor – Intel alebo AMD x 86 podporujúci SSE2 set inštrukcií
 - Úložný priestor na disku – typicky vo veľkosti 4GB pre inštaláciu
 - RAM – odporúčaných 2048MB
- Mac tieto požiadavky:
 - Operačný systém – Mac OS X 10.8 (Mountain Lion), Mac OS X 10.7.4+ (Lion)
 - Procesor – konfigurácie postavené na Intel Core 2, ale novšej verzii
 - Úložný priestor na disku - typicky vo veľkosti 4GB pre inštaláciu
 - RAM - odporúčaných 2048MB
- Linux tieto požiadavky:
 - Operačný systém: Ubuntu 12.04 LTS a 12.10, Red Hat Enterprise Linux 5.x a 6.x, SUSE Linux Enterprise Desktop 11.1+, Debian 6.x
 - Procesor - Intel alebo AMD x 86 podporujúci SSE2 set inštrukcií
 - Úložný priestor na disku - typicky vo veľkosti 4GB pre inštaláciu

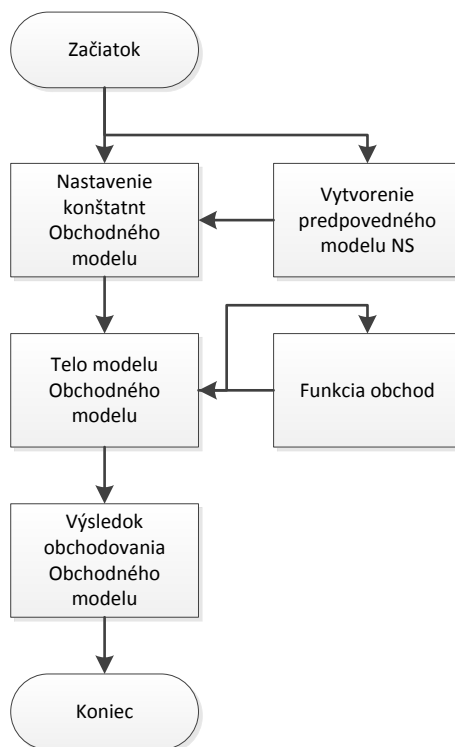
- RAM - odporúčaných 2048MB⁴⁷

Na základe uvedených parametrov možno v súčasnej dobe znížiť náklady na operačný systém výberom napríklad Ubuntu. Set inštrukcií SSE2 je obsiahnutý v procesoroch bežne dostupnej rodiny Intel Core. Počítač, ktorý dosahuje uvedené parametre je možné v súčasnej dobe prostredníctvom spoločnosti alza.cz kúpiť od 8 000 Kč. Vďaka nízkym požiadavkám na oblasť HW je bremeno používania prostredia MATLAB na stránke SW.

⁴⁷ (MATHWORKS 2013)

4 Vlastný návrh riešenia

Vlastný návrh riešenia je zostavený podľa uvedenej schémy na obrázku Obchodný model. Jednotlivé časti sú vytvárané s ohľadom na budúce využitie pomocou volania funkcií.



Obrázok 6- schéma Obchodný model (Zdroj: Vlastné spracovanie)

Pred začiatkom používania Obchodného modelu je vhodné zoznámiť sa s jeho vnútornou štruktúrou a významom jednotlivých použitých premenných a konštánt. V ďalšej časti budeme postupne približovať štruktúru a funkcie jednotlivých častí podľa schémy Obchodný model.

4.1 Vytvorenie predpovedného modelu NS

Predpovedný model sa skladá z natrénovanej neurónovej siete, ktorá má nastavené meno a je určená jej presnosť.

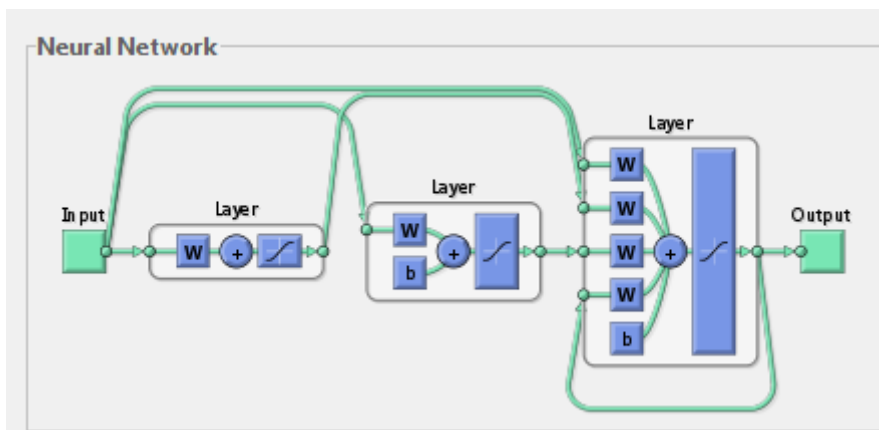
4.1.1 Konštanty dokumentu *fitnes*

Pre nájdenie vhodnej konfigurácie NS je potrebné nastaviť konštanty v dvoch skupinách:

- Input skupina, ktorá sa skladá z nasledovných prvkov:
 - Vektor W , ktorý obsahuje tri riadky a dvesto stĺpcov reprezentujúcich hodnoty Open, Low a High pre skúmaný burzový nástroj. Tieto hodnoty obsahujú nedávny vývoj daného burzového nástroja. Primárnym cieľom je využitie tohto vektora pri učení NS, pričom za cieľový sa považuje vektor V .
 - Vektor V , ktorý obsahuje jeden riadok a dvesto stĺpcov reprezentujúcich hodnotu Close. Vektory W a V v neposunutej forme tvoria rozdelený záznam jedného cyklu (dňa, hodiny a pod.) pre daný burzový nástroj.
 - *posun*, táto hodnota slúži na posunutie dát vo vektore W . Posunutie dát zapríčiniť, že NS pri svojom tréňovaní hľadá závislosť vstupu a cieľa, ktoré sú však posunuté o zvolenú hodnotu.
- Konfiguračná skupina, ktorá sa skladá z vektorov:
 - a - určuje počet vstupov. Zvolený model využíva jeden vstupný vektor, teda jeden vstup.
 - b - určuje počet vrstiev. Zvolený model využíva tri vrstvy, z ktorých sú dve skryté a pri hľadaní správnej konfigurácie sa na nich mení počet neurónov.
 - c - stanoví pripojenie prahových hodnôt k jednotlivým vrstvám. V tomto prípade je prahová hodnota pripojená k druhej a tretej vrstve.
 - d - stanoví pripojenie vstupu k jednotlivým vrstvám, čo pri tomto nastavení znamená, že vstupné hodnoty sa dostávajú ku všetkým trom vrstvám, a preto sú nastavené hodnoty omeškania (delay).
 - e - stanoví prepojenie vrstiev medzi sebou. V modelovej konfigurácii sú prepojené všetky vrstvy s treťou vrstvou, čo znamená, že je prepojená sama na seba.
 - f - určuje vrstvu, z ktorej vychádza výstup NS. V tomto prípade ide o poslednú tretiu vrstvu.

- g - je zostavený z troch hodnôt, ktoré reprezentujú počty neurónov na jednotlivých vrstvách.
- *name* - slúži ako identifikátor NS pri vytvorení viacerých NS v prostredí MATLAB súčasne.

V nasledujúcom postupe je využitý model neurónovej siete s konfiguráciou podľa obrázku Neural Network.



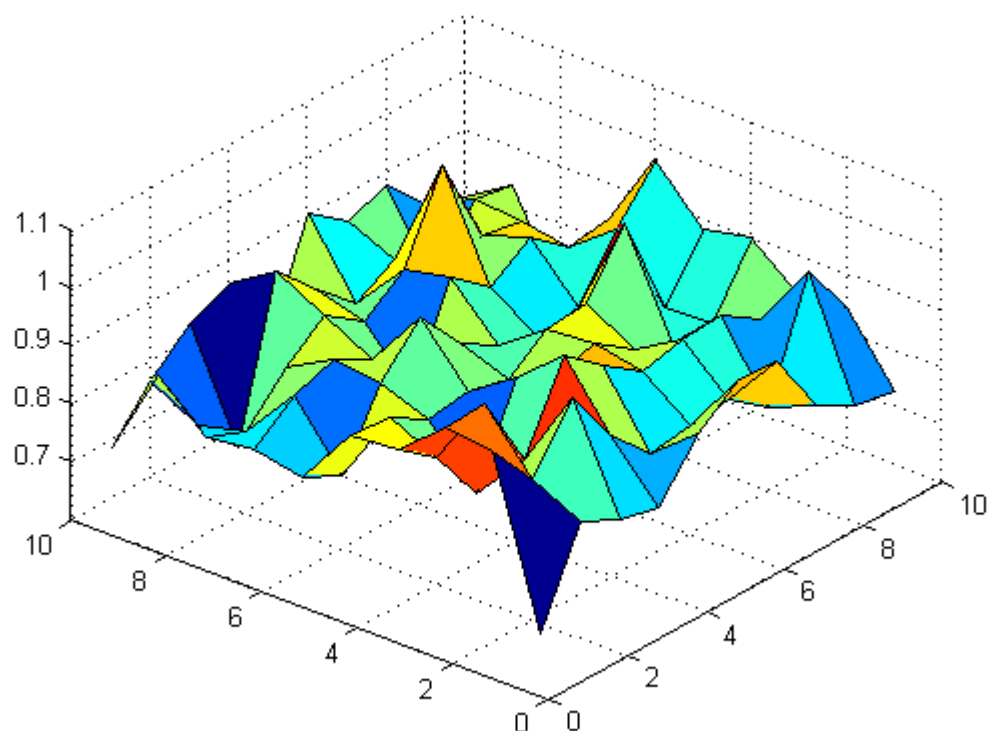
Obrázok 7 - Neural Network (zdroj: vlastný, vyhotovenie MATLAB)

Na obrázku Neural Network je zobrazený model neurónovej siete s jedným vstupom, ktorý je pripojený na dve skryté vrstvy a na výstupnú vrstvu. Každá vrstva obsahuje pripojené váhy podľa počtu prepojení. Druhá skrytá vrstva a posledná viditeľná vrstva má pripojené aj prahové hodnoty. Výstupnými funkciami sú funkcie tansig. Riešenie je následne poskytované jedným výstupom.

4.1.2 Telo dokumentu *fitnes*

Telo dokumentu *fitnes* je tvorené cyklom, ktorý má za úlohu pomocou zmeny vektora g nájsť najnižšiu hodnotu premennej *presnost* a zaznamenať model NS, ktorý ju dosiahol. Tento cyklus prehľadáva zvolený stavový priestor a zároveň vytvorí jeho mapu. Použitá metóda je označovaná ako „brute force“ (hrubá sila) a má za následok pomalé, ale presné určenie globálneho extrému daného priestoru. Prehľadanie priestoru 10x10 trvalo približne 12 minút⁴⁸, pričom prehľadávaný priestor výsledkov je znázornený na obrázku č. 2.

⁴⁸ Hodnota závisí na HW a SW konfigurácii počítača (serveru).



Obrázok 8 - Priestor 10x10 hodnoteného kritéria *presnot* (Zdroj: *vlastné spracovanie*)

Nájdene maximálne hodnotenie bolo približne 1,01 a minimálne hodnotenie bolo približne 0,644. Získané hodnoty nemajú zjavný trend, a preto nie je isté, či s rastúcim počtom neurónov bude presnosť modelu klesať alebo stúpať. Preto sme použili aj väčší priestor - 50x50. Jeho prehľadávanie trvalo približne 8 hodín, pričom získaná presnosť bola o 25% vyššia a dosiahla hodnotu 0,4809.

4.1.2.1 Vstupné hodnoty funkcie *fitnesFCN*

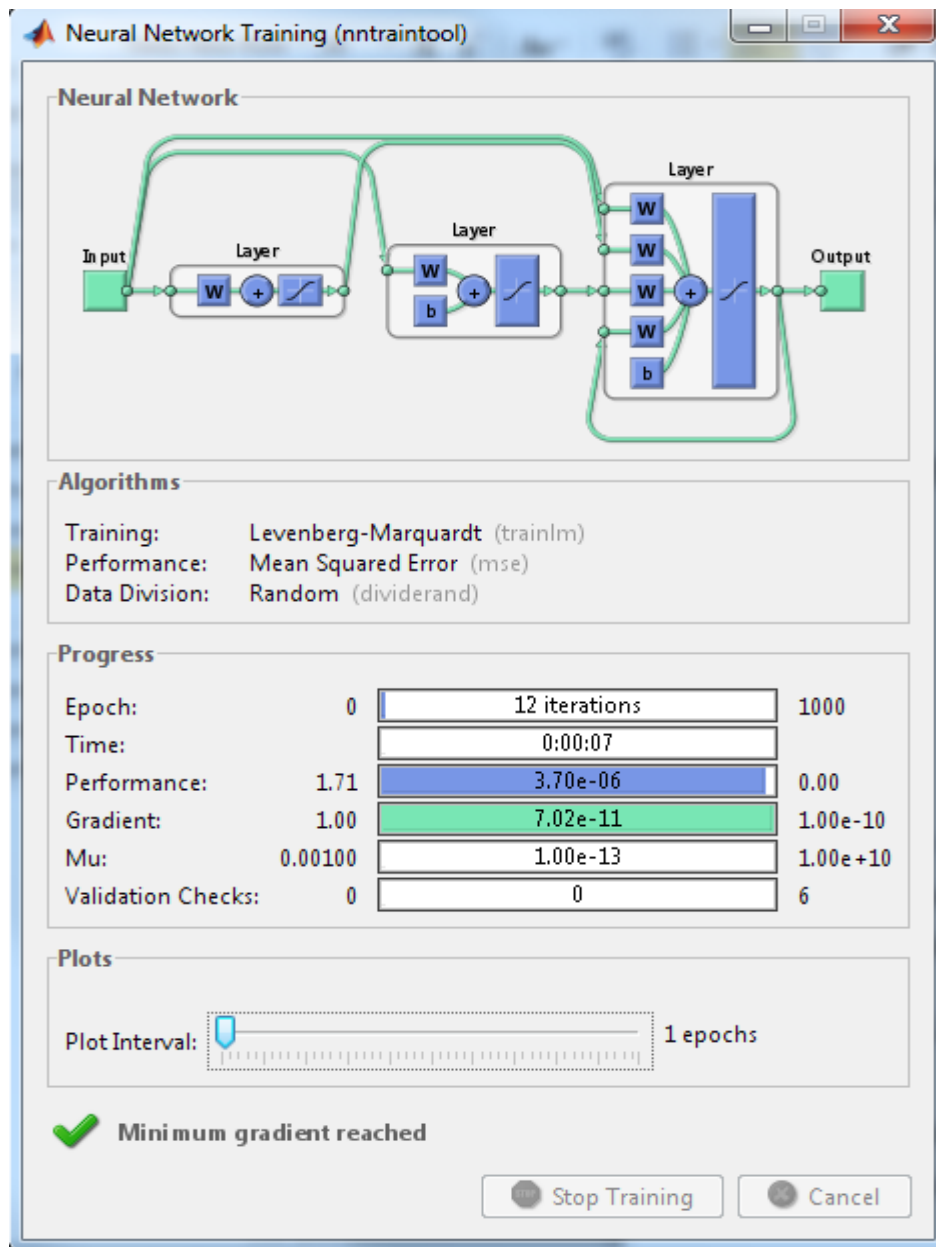
Funkcia *fitnesFCN* zodpovedá za nastavenie neurónovej siete podľa vstupných parametrov Input skupiny a Konfiguračnej skupiny, ktoré sú predávané pomocou parametrov. Tento spôsob má výhodu oproti ručnému zadávaniu parametrov v rýchlosti a nízkej chybovosti.

4.1.2.2 Telo funkcie *fitnesFCN*

Funkcia *fitnesFCN* vo svojom tele upraví nastavenie omeškaní pre jednotlivé vrstvy podľa zadaného prepojenia vrstiev. Nastaví vrstvám transformačnú funkciu *tansig*. Pre zabezpečenie fungovania učiaceho algoritmu sú nastavené nasledovné funkcie:

- Trénovanie – *trainlm*
- Výkon – *mse*, ktorá počíta stredné odchýlky od zadaného cieľa.
Dostatočne malý prírastok zmeny potom zastaví proces učenia NS.

Po vložení všetkých potrebných parametrov je možné spustiť trénovanie zvoleného modelu. Pri trénovaní sa automaticky zobrazuje priebeh trénovania ako je možné vidieť na Obrázok 9 - Priebeh trénovania neurónovej siete (zdroj: MATLAB).



Obrázok 9 - Priebeh trénovania neurónovej siete (zdroj: MATLAB)

K natrénovaniu bolo v tomto prípade potrebných dvanásť iterácií. Počas testovania bol počet iterácií, pre obdobný typ modelu neurónovej siete s meniacim sa

počtom neurónov na vrstvách, rôzny. Čo malo za následok nepresný odhad doby trvania prehľadania celého nadefinovaného priestoru.

Hodnota *performance* určuje dosiahnutú odchýlku naučeného modelu neurónovej siete a gradient stanovuje veľkosť prírastku tejto zmeny. Proces učenia sa automaticky zastaví pri nízkom gradiente, čo má za následok zachovanie určitej odchýlky neurónovej siete avšak šetrí čas, ktorý by bol inak spotrebovaný na hľadanie nulovej odchýlky.

Po natrénovaní NS dochádza k jej simulácii na vstupnom vektore, čím sa vytvorí predpovedný vektor *Y*, tvorený hodnotami predpovedí na základe vstupu. Následne sa vytvorí hodnota *presnosť* charakterizujúca daný natrénovaný model NS. Je určená pomocou sčítania absolútnych hodnôt odchýlok hodnoty vektoru *Y* a príslušnej hodnoty vektoru *V*. Vzájomná poloha jednotlivých hodnôt musí byť upravená o charakteristickú konštantu *posun*, aby bolo možné určovať odchýlku reálnej hodnoty a k nej prislúchajúcej predpovedanej hodnoty.

4.1.2.3 Výstupy funkcie *fitnesFCN*

Výstupmi funkcie *fitnesFCN* je charakteristická hodnota *presnosť*, samotný model naučenej NS a identifikátor *name*. Po predaní výstupných parametrov funkcia uvoľní alokovanú pamäť a ukončí svoju činnosť.

4.1.3 Cieľ dokumentu *fitnes*

Cieľom dokumentu je vytvoriť naučený model neurónovej siete s minimálnou celkovou odchýlkou zo zadaného priestoru. Cieľové hodnoty reprezentujú naučenú NS, ktorú je možné uložiť a následne použiť v Obchodnom modeli na predpovedanie hodnôt. Pri testovaní bolo vytvorených približne 9 typov modelov neurónových sietí. Vyhodnotených bolo vyše 9000 natrénovaných sietí, z ktorých sa pre potrebu simulácie obchodovania vybrali dve.

4.1.4 Optimalizácia NS

Optimalizácia v oblasti dokumentu *fitnes* môže byť rozdelená do viacerých oblastí:

- Presnosť naučenej NS:
 - Voľba vstupov. Optimalizácia v tejto oblasti zahŕňa:
 - Rozsah vstupných dát pre učenie (použitý vektor *W*),

- Počet vstupov a vstupných dát (1 vstup, dáta OLH),
- a iné.
- Konfigurácia NS. Optimalizácia v tejto oblasti zahŕňa:
 - Zmenu každého parametru v Konfiguračnej skupine (okrem *name*)
 - Zmenu priradených funkcií (inicializačné a transformačné, funkcie výkonu a iné.)
- Časová/výpočtová náročnosť
 - Použitie genetických algoritmov na prehľadávanie stavových priestorov pri hľadaní minima môže viesť k rýchlejšiemu nájdeniu lokálneho minima, no nezaručí nájdenie globálneho minima daného priestoru.
 - Paralelné spracovávanie dát podporované prostredím MATLAB je možné využiť pri dostupnosti HW zdrojov.

4.2 Nastavenie Obchodného modelu

V Obchodnom modeli je potrebné nastaviť :

- poplatok, ktorý slúži ako rozhodovacie kritérium v modeli. Poplatok určuje vstupné náklady, ktoré sú spojené s otvorením obchodu. Väčšinou ho tvorí percentuálna časť vkladu pri otváraní nového obchodu. V Obchodnom modeli je táto hodnota nastavená na 0,0185, čo zodpovedá hodnote 0,0185% ážiového nákupu (Spreadu) v aplikácii Plus500.
- Y2D, vektor obsahujúci nasimulované hodnoty pri použití modelu NS, ktorý predpovedá hodnoty na 2 cykly dopredu a vektor vstupných hodnôt OpenLowHigh príslušne posunutého.
- Y12D, vektor obsahujúci nasimulované hodnoty pri použití modelu NS siete predpovedajúcej dvanásť hodnôt dopredu a vektoru W príslušne posunutého.
- V, vektor 200 historických hodnôt Close.

4.3 Telo Obchodného modelu

V tele Obchodného modelu sa v cykle vyhodnocujú predpovedané hodnoty oboch modelov NS a aktuálnych⁴⁹ hodnôt sledovaného finančného nástroja. Na základe vyhodnotenia ukazovateľov x a $x1$, ktoré predstavujú výstupy funkcie *obchod*, sa zapíše záznam do vektoru denník o otvorení alebo zatvorení spolu s aktuálnym kurzom a identifikátorom času. Po ukončení cyklu je možné preskúmanie vektoru hodnôt vo vektore *dennik*.

4.3.1 Vstupy funkcie obchod

Funkcia *obchod* pre svoje fungovanie potrebuje parametre: V , $Y2D$, $Y12D$, poplatok. Tie sú vytvorené na základe vyššie uvedeného spôsobu.

4.3.2 Telo funkcie obchod

V tele funkcie *obchod* sú umiestnené nasledujúce významné premenné:

- $Opt12MP$, ktorá určuje podiel optimistickej hodnoty predpovedaného kurzu podľa $Y12D$ voči reálnej hodnote aktuálneho kurzu. Celá hodnota je znížená o veľkosť poplatku. Táto premenná určuje optimistickú zmenu kurzu.
- $Neg12MP$, ktorá je obdobou $Opt12MP$, avšak vyjadruje možnú negatívnu zmenu kurzu.
- $Stred12MP$ určuje predpovedaný nárast resp. pokles, podľa predpovedaných hodnôt $Y12D$, znížený o poplatky.
- *ExtremPokles*, určuje existenciu minima v predpovedanom intervale dvanástich cyklov, ktoré by malo za následok pokles kurzu o viac ako 70%, čo by mohlo mať neblahé účinky na stav účtu v prípade výkyvov v presnosti predpovedného modelu. Nadobúda hodnoty v intervale od 0 do 1.
- *zlom*, je ukazovateľ, ktorý hľadá prítomnosť maxima v predpovedi $Y2D$ a súčasnej hodnoty. Táto hodnota upozorní obchodný systém, že sa blíži vrchol a otvorený obchod by sa mal zavrieť za účelom maximalizácie zisku.

⁴⁹ Podľa použitých vstupných vektorov.

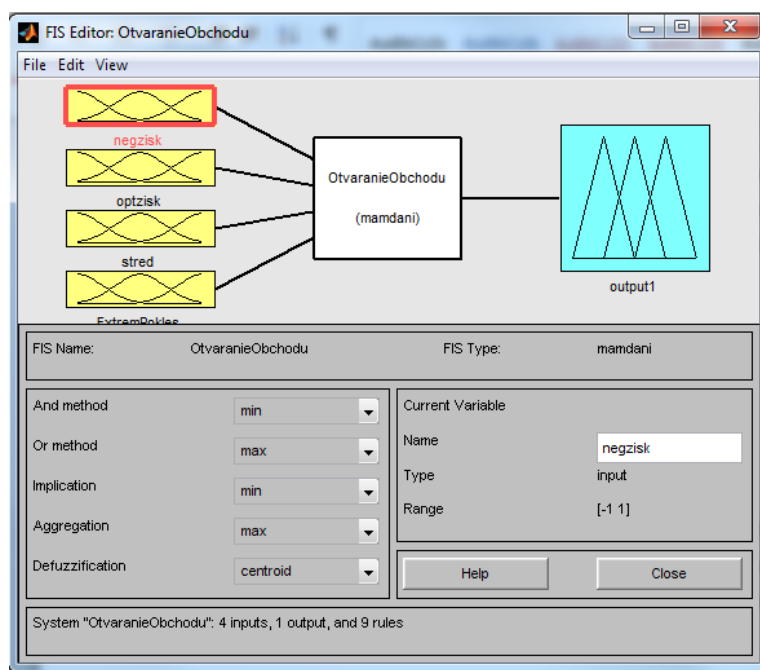
4.3.3 Výstupy funkcie obchod

Výstupom funkcie obchod sú dve hodnoty:

- x, ktorá predstavuje výstup fuzzy modelu OtvaranieObchodu
- x1, ktorá predstavuje výstup fuzzy modelu CoSOchodom

4.3.3.1 Fuzzy modul OtvaranieObchodu

Na podporu bez-zásahového obchodovania som vytvoril model OtvaranieObchodu založený na fuzzy logike. Vyhodnocovanie jasných obchodných príležitostí strojom na základe stanovených pravidiel môže byť rýchlejšie ako ľudské viackriteriálne vyhodnocovanie. Model pozostáva zo štyroch vstupov, deviatich pravidiel a jedného výstupu (Obrázok 10 - Fuzzy model OtvaranieObchodu celok).

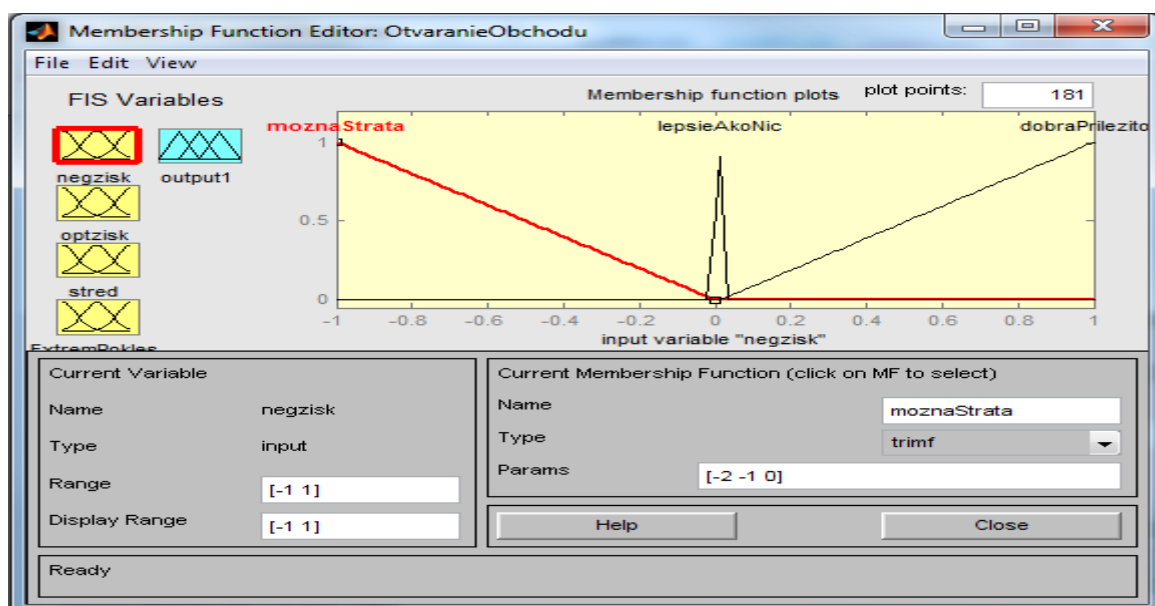


Obrázok 10 - Fuzzy model OtvaranieObchodu celok (Zdroj: vlastné spracovanie)

4.3.3.1.1 Vstupy modelu OtvaranieObchodu

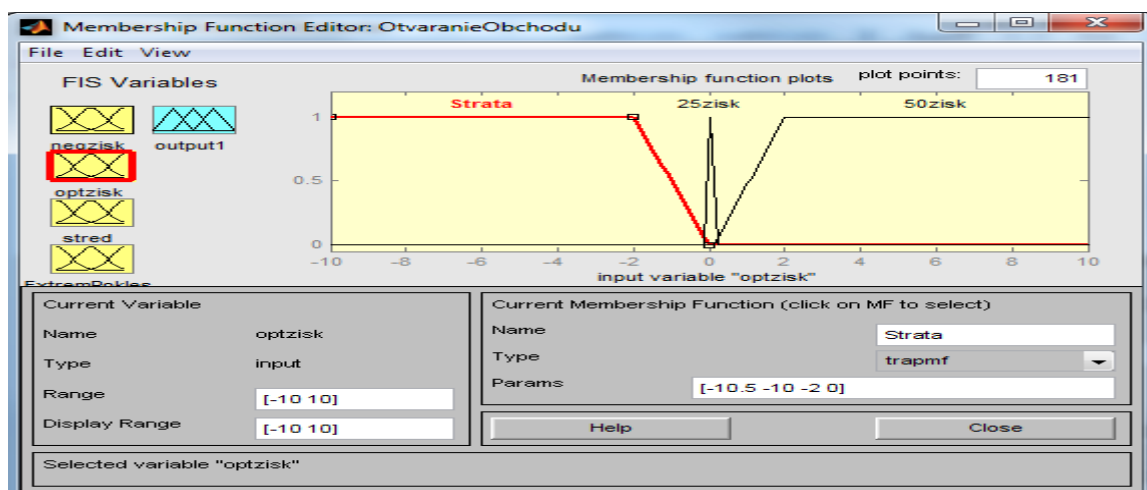
Medzi štyri vstupy modelu patrí negzisk, optzisk, stred a ExtremPokles, ktoré sú určené nasledovne:

- negzisk, ktorý vyhodnocuje vstupný parameter Neg12MP podľa zadanej schémy negzisk Obrázok 11 - schéma negzisk



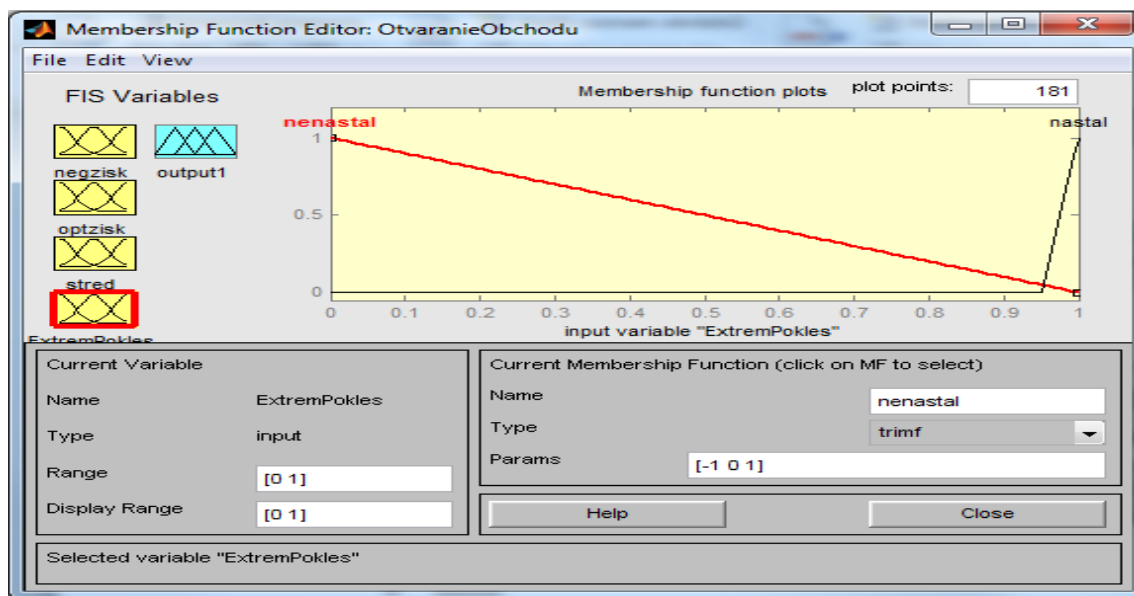
Obrázok 11 - schéma negzisk (Zdroj: vlastné spracovanie)

- optzisk, ktorý vyhodnocuje podľa schémy optzisk (viď Obrázok 12 - schéma optzisk),



Obrázok 12 - schéma optzisk (Zdroj: vlastné spracovanie)

- stred, je vyhodnotený obdobnou schémou ako v prípade optzisk.
- ExtremPokles je vyhodnocovaný pomocou dvoch funkcií podľa schémy extrepokles (viď Obrázok 13 - schéma extrepokles):



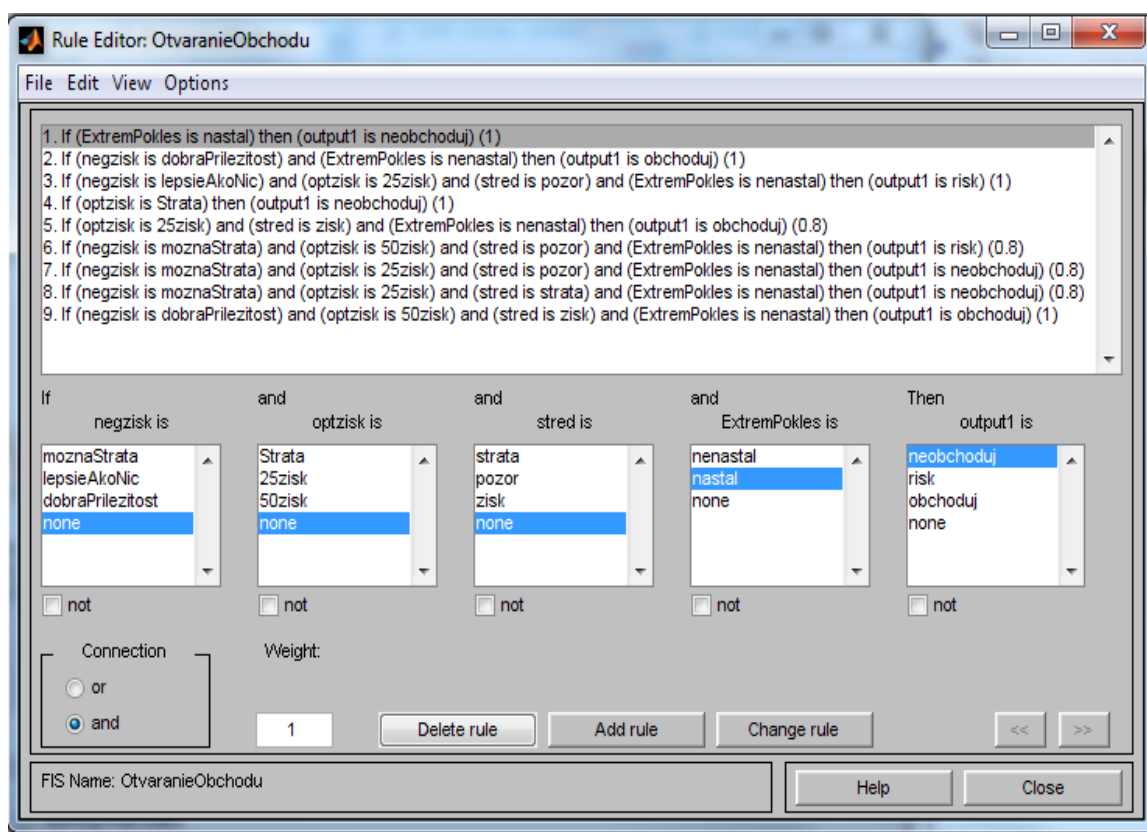
Obrázok 13 - schéma extrepokles (Zdroj: vlastné spracovanie)

Názvy vstupov korešpondujú s vopred vytvorenými vektormi Neg12MP, Opt12MP, Stred12MP, ExtremPokles, ktoré slúžia ako parametre pri vyhodnocovaní pomocou daného modelu.

Pri vytvorení vstupov boli použité funkcie trimf a trapmf podľa vlastného uváženia spolu s ich parametrami.

4.3.3.1.2 Telo modelu OtvaranieObchodu

Telo modelu je tvorené deviatimi pravidlami podľa špecifikácie na Obrázok 14 – OO pravidlá:

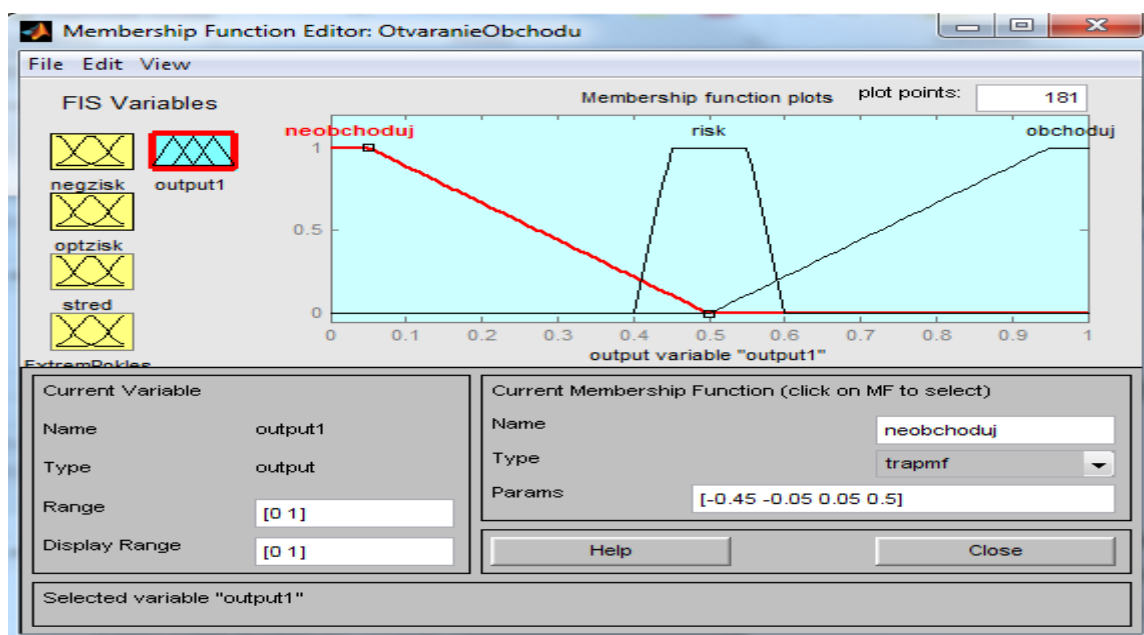


Obrázok 14 – OO pravidlá (Zdroj: vlastné spracovanie)

Pravidlá je možné vytvárať, upravovať a mazať pomocou zobrazeného editoru na obrázku OO pravidlá alebo je možné tieto pravidlá zadávať pomocou vektora hodnôt. Na obrázku OO pravidlá je zvýraznené pravidlo 1, ktoré v prípade výskytu extrémneho poklesu prideli na výstup hodnotu odpovedajúcu príkazu neobchoduj. V prípade iných kombinácií vstupov sa využijú iné pravidla, ktoré môžu byť ako pri pravidle 5 až 8 upravené ešte váhou.

4.3.3.1.3 Výstupy modelu OtvaranieObchodu

Po vyhodnotení vstupov pomocou pravidiel je vytvorená hodnota priradená do jednej z troch kategórií pre výstup. Nastavenie výstupu je zrejmé z obrázku OO výstup (viď Obrázok 15 – OO výstup).



Obrázok 15 – OO výstup (Zdroj: vlastné spracovanie)

Model vracia hodnoty od nuly do jednej. Na otvorenie obchodu je teda potrebná výstupná hodnota uložená v x vo výške aspoň 0,74. Hodnoty v rozmedzí 0,4 až 0,5 sú klasifikované ako rizikový obchod a hodnoty výstupnej funkcie pod hranicou 0,4 nie sú doporučené k zobchodovaniu.

4.3.3.2 Fuzzy model CoSOBchodom

Fuzzy model CoSOBchodom slúži na vyhodnotenie vstupných troch parametrov, pričom vráti hodnotu v rozmedzí nula až jedna.

4.3.3.2.1 Vstupy modelu CoSOBchodom

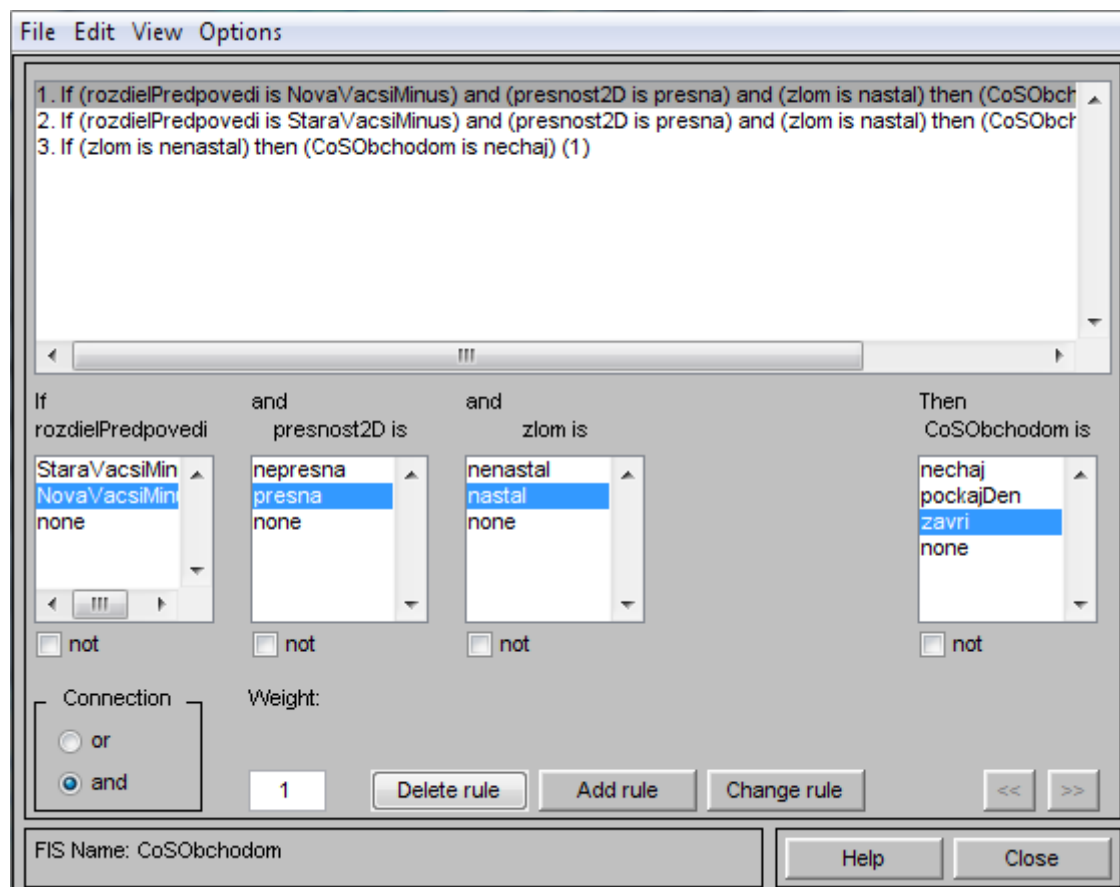
Model obsahuje 3 vstupy:

- *rozdielPredpovedi*, ktorý je vyhodnocovaný dvoma funkciami typu trimf na definičnom obore nula až dva. Prvá funkcia s názvom *StaraVacsMinus* má definičný obor $\langle 0; 0,96 \rangle$. Druhá funkcia má definičný obor $\langle 0,96; 2 \rangle$. Obor hodnôt oboch funkcií je $\langle 0; 1 \rangle$.
- *presnost2D*, ktorý je vyhodnocovaný dvoma funkciami typu trimf na definičnom obore nula až jedna. Prvá funkcia s názvom *nepresna* má definičný obor $\langle 0; 0,75 \rangle$. Druhá funkcia má definičný obor $\langle 0,55; 1 \rangle$. Obor hodnôt oboch funkcií je $\langle 0; 1 \rangle$.

- zlom, ktorý je vyhodnocovaný dvoma funkciami typu trimf na definičnom obore nula až jedna. Prvá funkcia s názvom *nenastal* má definičný obor $\langle 0; 0,85 \rangle$. Druhá funkcia má definičný obor $\langle 0,8; 1 \rangle$. Obor hodnôt oboch funkcií je $\langle 0; 1 \rangle$.

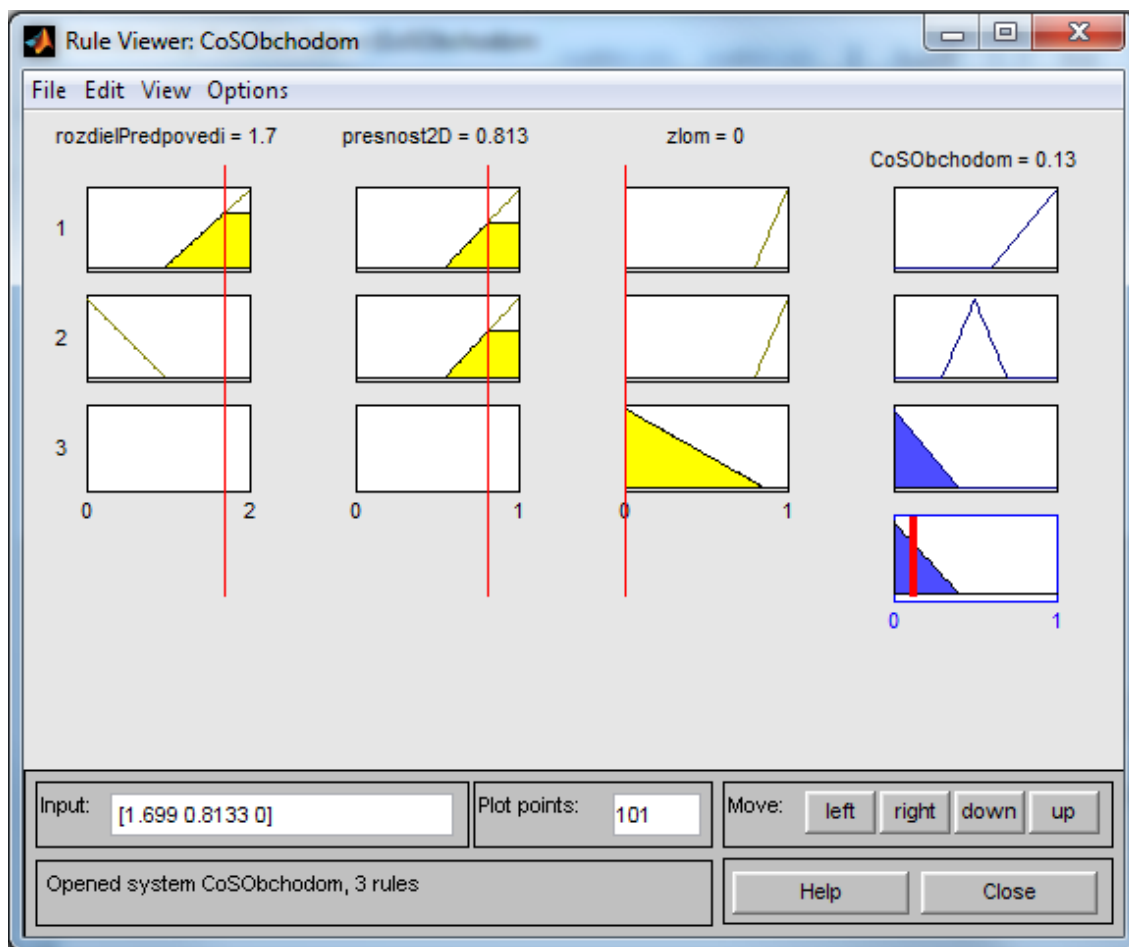
4.3.3.2.2 Telo modelu CoSOchodom

Telo modelu pozostáva z troch pravidiel podľa obrázka CSO pravidiel (vid'. Obrázok 16 - CSO pravidiel ()).



Obrázok 16 - CSO pravidiel ((Zdroj: vlastné spracovanie)

Vyhodnocovanie jednotlivých pravidiel na základe vstupu zobrazuje Obrázok 17 - Vyhodnocovanie fuzzy modelom



Obrázok 17 - Vyhodnocovanie fuzzy modelom (Zdroj: vlastné spracovanie)

Na základe troch vstupov 1,699, 0,8133, 0 a aplikácií troch dostupných pravidiel je určená výstupná hodnota 0,13.

4.3.3.2.3 Výstupy modelu CoSObchodom

Výstupom modelu tvorí hodnota z intervalu $<0; 1>$, ktorá pre hodnoty väčšie ako 0,8 odporúča okamžité zatvorenie pozície. Pri hodnotách modelovanej výstupnej hodnote 0,13 umožňuje pokračovať v obchodovaní. Na základe presnejšieho krátkodobého modelu nebol zaznamenaný zlom, ktorý by ukazoval na blížiac sa minimum. Preto je tretí vstup fuzzy modelu nastavený na hodnotu 0 a celkový výsledok hovorí o pokračovaní v obchodovaní otvorenej pozície.

4.3.4 Výsledok obchodovania Obchodného modelu

Výsledkom obchodovania je vektor v premennej *dennik*, kde sú zaznamenané otvorenia a zatvorenia jednotlivých obchodných pozícií. Rozdielom kurzov následne dosiahneme zisk alebo stratu daného modelu.

4.3.5 Optimalizácia Obchodného modelu

Optimalizácia Obchodného modelu spočíva hlavne v oblasti:

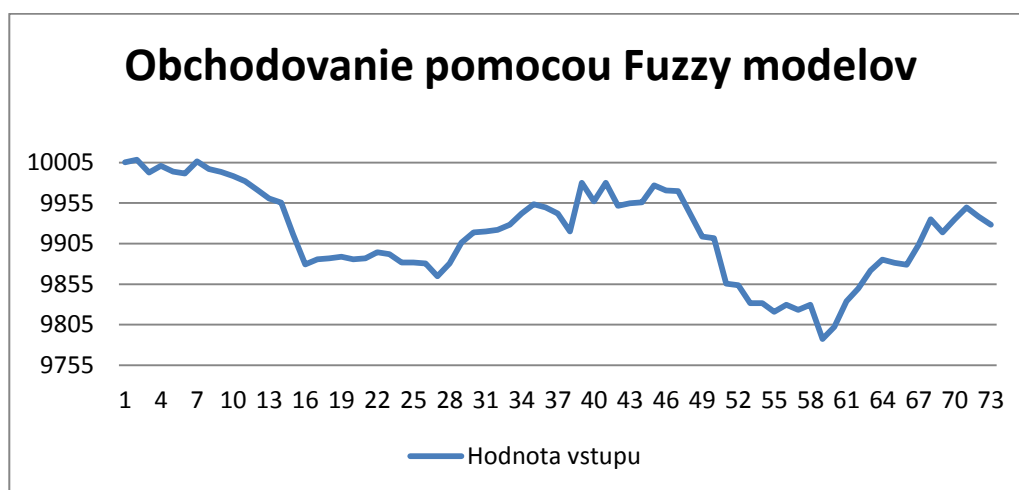
- Výberu vhodných dát na spracovávanie a následné predpovedanie. Tu je možné meniť rozsah a obsah dát pri zachovaní podmienok spracovateľnosti pomocou prostredia MATLAB.
- Miesta vytvárania modelu neurónovej siete. Je možné vytvoriť oba modely priamo v tele obchodného modelu za pomoci konfiguračných hodnôt pre jednotlivé modely neurónových sietí. Jedná sa hlavne o topológiu neurónovej siete. Keďže však učenie neurónovej siete je spojené s generátorom náhodných čísel, je problematické dosahovať pre jednu zvolenú topológiu rovnaké výsledky. Z tohto dôvodu je vhodné vytvoriť potrebné modely externe a následne ich len preniesť do tela Obchodného modelu. Tým sa zachovávajú pôvodné vlastnosti NS. Týmto spôsobom možno postupne vytvoriť skupiny neurónových sietí, a pozorovať ich výsledky na danom inštrumente. S pribúdajúcimi hodnotami sa bude zvyšovať aj nepresnosť predpovede modelu NS, no za predpokladu fungovania trhu ako atraktoru je možné, že sa začne presnosť predpovedí znova zvyšovať. To by naznačovalo existenciu atraktoru a nie existenciu cyklov pri obchodovaní.
- Automatizovaného obchodovania pomocou fuzzy modelov. Tieto modely by pri optimalizácii mali poskytovať rovnaké rozhodovacie výsledky ako skúsený obchodník. Súčasným vyhodnocovaním viacerých druhov informácií by mohli uľahčiť ľudskú prácu a vyžadovať interakciu človeka len v extrémnych prípadoch, resp. iba na počiatku, pri nastavovaní podmienok fungovania.

4.4 Simulovanie činnosti Obchodného modelu

Pre simuláciu obchodného modelu sme zvolili vstupné dáta uložené na pevnom disku, ktoré zodpovedajú historickým hodinovým cenám EUR/USD. Na trénovanie sme určili 200 po sebe idúcich záznamov, ktoré sme rozdelili do vektorov V a W. Poplatok sme pre zjednodušenie nastavili na hodnotu nula. Použili sme dve vopred nájdené NS a nechali sme model obchodovať 150-krát, čo predstavuje 150 nasledujúcich hodín v historickom vývoji kurzu EUR/USD.

4.4.1 Obchodovanie 1

Obchodovanie sa uskutočňovalo podľa popísaného postupu približne 8 sekúnd. Následne boli vyhodnotené vytvorené obchody, z ktorých bol zostrojený graf vývoja investovaných prostriedkov (10 000).

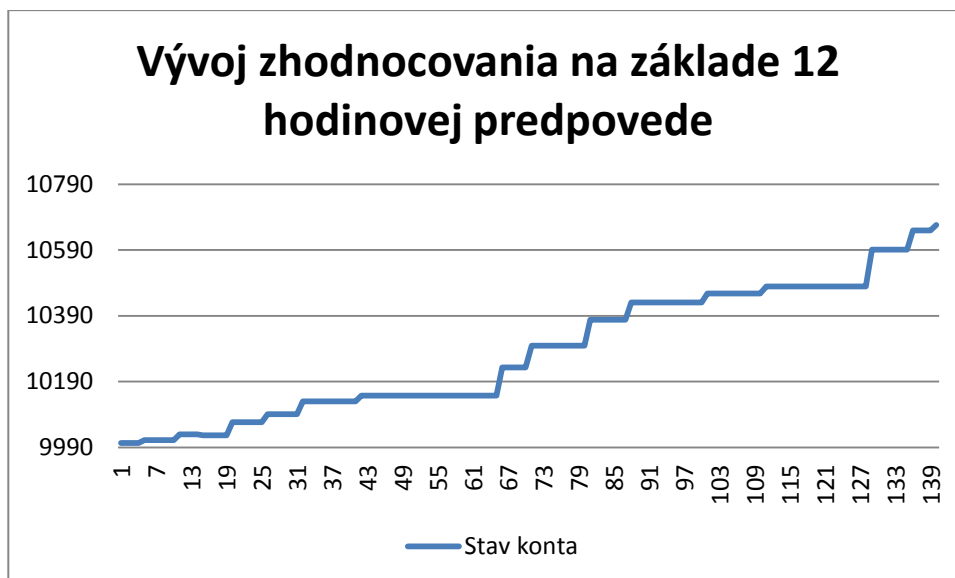


Obrázok 18 - Obchodovanie pomocou Fuzzy modelov (Zdroj: vlastné spracovanie)

Z grafu je jasné, že celý systém nedosiahol zisk. Počiatočný vklad 10 000 EUR sa na konci znehodnotil o 0,72% na hodnotu 9928,46445328164 EUR.

4.4.2 Obchodovanie 2

Pre obchodovanie v druhom prípade sme využili predpovedný model NS na dvanásť dní. Obchody sme otvárali a zatvárali podľa vlastného uváženia a dostupných predpovedných dát. Obchody neboli otvorené dlhšie ako bola predpoveď, tj. obchod mal maximálnu dĺžku 12 hodín. Priebeh vývoja stavu konta je uvedený v grafe Obrázok 19 - vývoj zhodnocovania vkladu na základe 12hod. predpovedi. Počiatočný vklad tvoril 10 000 EUR.



Obrázok 19 - vývoj zhodnocovania vkladu na základe 12hod. predpovedi (Zdroj: vlastné spracovanie)

Z grafu možno vidieť zhodnotenie vkladu. Vklad bol zhodnotený približne 6,67%, pričom zo sedemnástich obchodov bol iba jeden stratový.

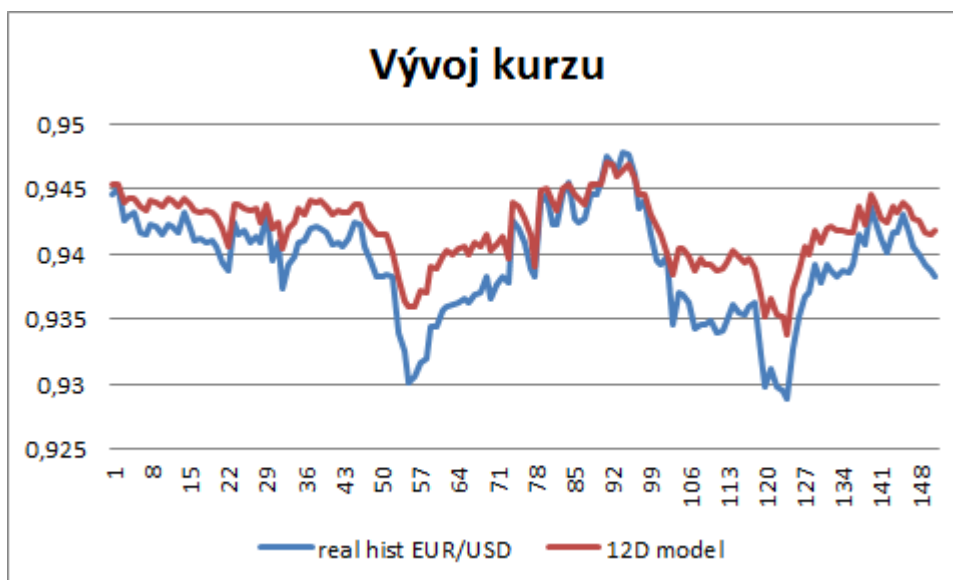
4.4.3 Obchodovanie 3

Pri ideálnom obchodovaní by sa realizovala každá pozitívna kurzová zmena. Tým by sa na danom úseku dosiahlo zhodnotenie až 8,95%. Účet by sa vyvíjal podľa uvedeného grafu:



Obrázok 20 - zhodnocovanie za ideálnych podmienok (Zdroj: vlastné spracovanie)

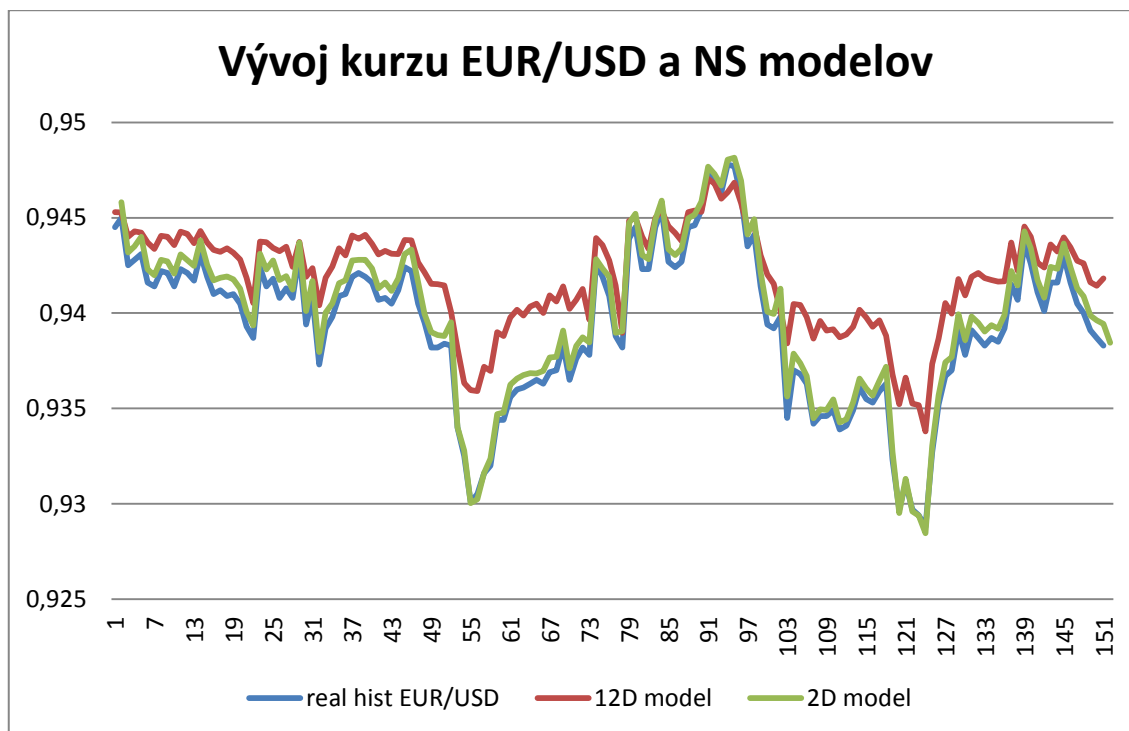
Oproti ideálnym podmienkam bolo obchodovanie na základe 12 hodinovej predpovede nižšie o približne 25,5%, čo dáva priestor na optimalizáciu celého systému predpovedí a obchodovania. Vývoj reálneho historického kurzu a predpovedaných hodnôtach je zobrazený na Obrázok 21 - Vývoj kurzu EUR/USD.



Obrázok 21 - Vývoj kurzu EUR/USD (Zdroj: vlastné spracovanie)

Z obrázku Vývoj kurzu EUR/USD sú hodnoty predpovede 12 cyklového modelu úmyselne posunuté o dvanásť hodnôt. Toto posunutie sprehládní presnosť

predpovedného modelu. Vo väčšine prípadov model NS predpovedal vyššiu hodnotu kurzu ako bola v skutočnosti. Pričom poväčšine zachované extrémny v rovnakom bode predpovedi ako sa nachádzali na grafe reálnych dát. Preto je vhodné rozhodovať sa o zatvorení kurzu práve z predpovedného modelu na kratší úsek, kde model neurónovej siete dosahuje lepšiu presnosť.



Obrázok 22 - Graf vývoja kurzov a dvoch NS modelov (zdroj: vlastné spracovanie)

Z Obrázok 22 - Graf vývoja kurzov a dvoch NS modelov (zdroj: vlastné spracovanie) je viditeľný rozdiel v presnosti predpovede na dva cykly pomocou NS modelu (2D model) a 12 cyklového modelu (12D model). Nevýhodou krátkodobej predpovede je časté otváranie a zatváranie pozícií s čím sú pri reálnom obchodovaní spojené poplatky, ktoré môžu spôsobiť vysoké odčerpanie potenciálneho zisku. Pri predpovedi na väčší počet cyklov vpred je možné sa vyhnúť nákladom spojeným s obchodovaním cez noc a lepšie naplánovať uvoľňovanie a opätovné alokovanie finančných zdrojov.

Naučená sieť by mohla predpovedať hodnoty teoreticky po neobmedzenú dobu. V reálnom prostredí sa zmenia vplyvy jednotlivých zložiek utvárajúce hodnoty kurzu. Táto zmena má za dôsledok zvyšovanie nepresností v predpovedanej hodnote modelu NS. Je preto potrebné vytvorenie nového modelu vždy po vzniku novej hodnoty na trhu alebo sledovať vývoj odchýlky predpovedi a zastaviť Obchodný model pri prekročení

určitých hraníc. Model 12D dosahoval akceptovateľné výsledky aj pre 150 cyklov po ukončení tréningu, ktoré reprezentovali nasledujúcich 150 hodín vývoja kurzu a pri časovej náročnosti 16 hodín na nájdenie vhodnej konfigurácie je možné stratiť len osem hodnôt. Model by v reálnych podmienkach, na danom intervale, mohol obchodovať 142 hodín.

4.5 Analýza vlastného riešenia Porterovým modelom

Porterov model sa často používa na analýzu pozície firmy na trhu a určenie jej budúcej stratégie. V tomto prípade je Porterov model použitý na analýzu vytvoreného Obchodného modelu s cieľom vytvorenia podkladov pre ďalšie strategické kroky pri vývoji a zavádzaní modelu.

Analýza sa bude vykonávať pre model vytvorený v prostredí MATLAB, využívajúci príslušné toolboxy pre NS a fuzzy logiku pre riadenie obchodovania s možným prepojením na online platformu.

4.5.1 Konkurencia

Konkurenčný trh pre vytvorený model je špecifické tým, že má relatívne neobmedzený priestor a vytváraný produkt (predpoveď vývoja kurzu) je umiestňovaný na trh, ktorý ho „vždy“ prijme. Zvýšením počtu firiem na trhu sa zvyšuje objem prostriedkov dostupných na trhu, čo paradoxne môže pôsobiť ako kladný jav. Konkurencia nastáva v oblasti:

- Ľudských zdrojov, „preťahovaním“ analytikov a iných odborníkov na oblasť obchodovania na burze, vývoja a správy aplikácií podporujúcich online obchodovanie. V tejto oblasti majú existujúce firmy výhodu oproti vytvorenému riešeniu.
- Prerozdelenia investičných zdrojov do stany fyzických a právnických osôb. Tieto zdroje napomôžu k zrýchleniu tvorby ďalších prostriedkov pôsobením pákového efektu. Problém však nastáva pri nepriaznivom vývoji a vtedy sú cudzie zdroje značnou záťažou.⁵⁰ V počiatkoch je preto potrebné stabilizovať úroveň príjmu a až následne sa pokúšať, primeraným spôsobom, zvyšovať percento zisku.

⁵⁰ Pri dodržiavaní morálky, etiky a zákonov

4.5.2 Dodávatelia

Vytvorením Obchodného modelu v prostredí MATLAB je určený aj primárny dodávateľ MathWorks Inc. Svojou cenou MATLAB ďaleko prevyšuje hardwarové nároky, ktoré sú kladené na nasadenie Obchodného modelu. Výhodou je licencia, ktorá nemá podmienku obnovovania, a tak nie sú potrebné ďalšie náklady na údržbu licencií. MATLAB predstavuje modulárne riešenie a zakúpením nových toolboxov sa šetrí čas na ich samotný svojpomocný vývoj

Konkurenčným prostredím k MATLABu je Maple od spoločnosti Maplesoft, alebo Mathematica od spoločnosti Wolframe. Vo všetkých troch prostrediach by bolo možné vytvoriť Obchodný model a následne ho použiť pri reálnom nasadení.

4.5.3 Zákazníci

Predpoveď nie je primárne určená na predaj, ale ako nástroj vytvárania zisku. Preto medzi zákazníkov patria hlavne fyzické a právnické osoby, ktoré chcú investovať svoje voľné prostriedky. V prípade, ak by všetci títo zákazníci odstúpili od investovanie prostredníctvom vytvoreného modelu, malo by to vplyv na rýchlosť obratu prostriedkov. Obchodný model nie je závislý na zákazníkoch z prostredia fyzických a právnických osôb. Vyjednávacía sila zákazníkov je veľmi nízka.

4.5.4 Substitúty

Hlavným substitútom Obchodného modelu sú poradenské spoločnosti so zameraním na obchodovanie online aplikácie umožňujúce obchodovanie. Ich prostredníctvom je fyzická a právnická osoba na základe vlastného rozhodnutia schopná obchodovať na burze. Počet substitútov je pomerne široký a ich dostupnosť celkom jednoduchá.

4.6 SWOT analýza Obchodného modelu

Skrátená analýza SWOT je zapísaná v nasledujúcej tabuľke:

Tabuľka 2 - SWOT analýza Obchodného modelu (zdroj: Vlastné spracovanie)

Silné stránky	Slabé stránky
Variabilita dĺžky predpovede.	Stratovosť obchodovania automatizovaného obchodného systému.
Dostatočná presnosť modelu NS pre vytvorenie zisku.	Dlhý čas potrebný na nájdenie vhodnej konfigurácie NS.
Možnosť vytvorenia vhodného obchodného modelu do 16 hodín.	
Príležitosti	Hrozby
Jednoduchá dostupnosť reálnych hodnôt burzy.	Neúspech pri optimalizácii obchodného modelu.
Využitie genetických algoritmov pre optimalizáciu NS.	Problémy s budúcim prístupom a využívaním prostredia MATLAB.
Podpora paralelného spracovávanía v prostredí MATLAB.	Právne prostredie na Slovensku / ČR.
Prepojenie na online aplikáciu s možnosťou automatického obchodovania.	

4.6.1 Silné stránky

Variabilita dĺžky predpovede je užitočná pri vyhľadávaní rôznych modelov a zisťovania ich presnosti. Použitím funkcie a príslušného toolboxu možno súbežne prehľadávať rôzne priestory pre špecifické NS. Vytváranie minimálne dvoch predpovedných modelov súčasne a ich spoločné nasadenie pomáha znižovať riziko spojené s odchýlkou pri predpovedi.

Dostatočná presnosť modelu NS pre vytvorenie zisku - dôkazom je obchodovanie 2, kedy sme stanovovali otváranie a zatváranie obchodu len pomocou menej presného predpovedného modelu 12D. Aj napriek tomu sa podarilo vytvoriť zisk, ktorý dosiahol 74,5% ideálneho zisku a zo 17tich vykonaných obchodov bol jeden stratový (necelých 6% uskutočnených obchodov).

Možnosť vytvorenia vhodného obchodného modelu do 16 hodín je silnou stránkou, keďže obchodovanie bolo optimalizované pre hodinový cyklus vývoja kurzu a obchodné hodiny ponúkajú možnosť víkendu (plných 48 hodín) na vytvorenie natrénovaných modelov. V prípade potreby obchodovať v kratších cykloch, by sa museli využiť nástroje optimalizácia, akým sú genetické algoritmy za súčasného zlepšenia technického zázemia.

4.6.2 Slabé stránky

Stratovosť obchodovania automatizovaného obchodného systému.

Automatizovaný systém zaznamenal stratu, čo je spôsobené nevhodne nastavenými podmienkami fuzzy modelov. Upravením parametrov a prehodnotením funkcionality možno dosiahnuť ziskovosť aj automatickým obchodovaním.

Nízky stupeň optimalizácie spočíva v nevyužití všetkých dostupných prostriedkov pre optimalizáciu.

4.6.3 Príležitosti

Jednoduchá dostupnosť reálnych hodnôt burzy tvorí príležitosť,

ktorú treba využiť pripojením modulu, ktorý bude pre model sťahovať dostupné dáta. Je vhodné porovnávať možné zdroje dát a mať pripravené alternatívne zdroje primárnych dát pre technickú analýzu.

Využitie genetických algoritmov pre optimalizáciu NS.

MATLAB pomocou svojho toolboxu pre optimalizáciu ponúka možnosť ako relatívne jednoducho zlepšiť parametre trénovaných NS. Využitím ďalšieho nástroja od jednej spoločnosti zvyšuje silu MathWorks ako dodávateľa, čo môže pôsobiť negatívne.

Podpora paralelného spracovávania v prostredí MATLAB.

Využitím toolboxu pre paralelné spracovanie možno ešte zrýchliť procesy súvisiace s učením modelu NS, pri zvýšení účinnosti využívania dostupných výpočtových prostriedkov.

Prepojenie na online aplikáciu s možnosťou automatického obchodovania.

Takouto aplikáciou môže byť napr. platforma MetaTrader, ktorá je rozšírená a obsahuje mnoho užitočných nástrojov. Ponúka ju aj spoločnosť XTB, u ktorej je možné vytvorenie účtu a následné obchodovanie.

4.6.4 Hrozby

Neúspech pri optimalizácii obchodného modelu

vyplýva z možných technických problémov. Riziko výskytu tejto hrozby je možné znížiť systematickou prácou pri štúdiu dostupných materiálov a využití konzultácii od odborníkov.

Problémy s budúcim prístupom a využívaním prostredia MATLAB.

Prostredie MATLAB je prístupné prostredníctvom školskej licencie a v prípade nedostupnosti tejto licencie je vysoko pravdepodobné, že nastanú problémy

s presnosťou modelov a efektívnosťou ich vytvárania. Možným prístupom je zakúpenie licencie alebo využívanie softwaru MATLAB prostredníctvom iných firiem.

Právne prostredie na Slovensku / v Českej republike. Vymožiteľnosť práva na Slovensku a v Českej republike je ovplyvnená korupciou. Súdne spory sú dlhotrvajúcim procesom, ktorý nemá jasný výsledok.

4.6.5 Závery SWOT analýzy

Vytvorením SWOT analýzy sa poodhalili možné slabé stránky, ktoré je možné odstrániť s ohľadom na využitie ponúkaných príležitostí. Najväčšou hrozbou pre budúci vývoj obchodného modelu je nedostupnosť softwaru MATLAB ako primárneho prostredia pre vývoj.

4.7 Prínos práce pre reálne využitie

Práca teoreticky popisuje základné smery súčasných trendov v oblasti analýzy dostupných informácií a dát, ktoré sa využívajú pri obchodovaní na elektronickej burze. Z týchto poznatkov bol vytvorený model riadenia portfólia. Model riadenia portfólia bol konceptuálne a logicky popísaný čo, ozrejmiло pozíciu samotného Obchodného modelu ako základného pracovného nástroja. Pravidlá definované v modeli riadenia portfólia sú navrhnuté tak, aby zapadali do zlepšovacieho cyklu v tvare PDCA. Filozofia PDCA je využitá aj v samotnom Obchodnom modeli pri navrhovaných optimalizačných možnostiach a riadení vývoja obchodného modelu a jeho častí. Hlavnou časťou Obchodného modelu je systém na vytváranie predpovedí. Predpovede sú vytvárané pomocou generovania a optimalizácie modelov neurónových sietí. Presnosť modelu naučenej siete závisí od mnohých parametrov, ktoré ovplyvňujú jej konečný výkon. Výkon naučenej neurónovej siete určovala veľkosť kumulovanej absolútnej odchýlky voči reálnym hodnotám pre daný cyklus. Kumulovaná odchýlka pri použití dvesto hodnôt tvorila, pri najlepších sieťach, hodnotu 0,2476 pri modeli s predpoveďou na dva cykly a 0,4809 pri predpovedi na dvanásť cyklov vopred. Čo predstavovalo priemernú odchýlku na jednu predpoveď pri 2D modeli voči priemernej reálnej hodnote 0,9506 daného intervalu vo výške približne 0,13%. Predpoveď 12D modelu dosahovala priemernú odchýlku vo výške približne 0,25%. Tieto hodnoty sa môžu zdať nízke, no pri využití pákového efektu ich význam rastie. Z toho dôvodu bol vytvorený modul na

riadenie obchodovania. Modul na riadenie obchodovania pracuje s modelmi fuzzy logiky s cieľom podporiť automatizované obchodovanie. Spoločnosť THT uvítala vytvorené riešenie, pričom ocenila vlastnosti automatizovaného obchodovania, a to hlavne v oblasti predpovedí. Pri ponúkaných možnostiach optimalizácie a ďalšom vývoji chce využívať navrhnutý model riadenia portfólia a jeho častí. V súčasnej dobe sa pracuje na analýze výberu vhodného vývojového prostredia, pričom hlavnú úlohu hrá prostredie MATLAB spolu s jeho nástrojmi. Spoločnosť THT zvažuje vytvorenie priestoru pre vývoj predpovedných modelov ako podpory pre rozhodovanie svojich obchodníkov. Fyzické nasadenie sa predpokladá na začiatok roku 2014, kedy by mali byť vyriešené technické problémy spojené s implementáciou predpovedí a zaškolenie dotknutých pracovníkov s novými podpornými nástrojmi.

4.7.1 Porovnanie vybraných nákladov a výnosov pri zavedení a počas životného cyklu modelu portfólia.

Pre fungovanie a vývoj Obchodného modelu ako podnikateľského zámeru boli zvolené dve fázy. Prvá fáza zahŕňa vytvorenie základných podmienok pre prevádzku. Investície vo fáze 2 sú namierené na zrýchlenie vývoja a práce Obchodného modelu a modelu portfólia. Obsah investícií v jednotlivých fázach nie je presne daný. V nasledujúcej tabuľke sú uvedené vybrané náklady pre fázu 1 a fázu 2.

Tabuľka 3 - Vybrané náklady (Zdroj: <http://www.xtb.cz>, <http://www.humusoft.cz/>, <http://www.alza.cz/>)

Vybrané náklady	Orientačná suma
Fáza1	
Účet BASIC	10 000,00 Kč
HP Pavilion Elite HPE-h9-1100ec Phoenix (alebo obdoba)	31 990,00 Kč
MATLAB 8.1	59 980,00 Kč
Optimization Toolbox 6.3	28 980,00 Kč
Neural Network Toolbox 8.0	28 980,00 Kč
Fuzzy Logic Toolbox 2.2	28 980,00 Kč
Spolu	188 910,00 Kč
Fáza2	
Datafeed Toolbox 4.5	28 980,00 Kč
MATLAB Distributed Computing Server pre 16 procesorov 6.2	157 980,00 Kč
MATLAB Compiler 4.18	157 980,00 Kč
MATLAB Builder NE [for .NET] (vyžaduje MATLAB Compiler) 4.1	118 980,00 Kč
Spolu	463 920,00 Kč

Fáza1+Fáza2	
Spolu celkom	652 830,00 Kč

Fáza 1 obsahuje vybrané náklady spojené s prvotným vývojom a nasadením Obchodného modelu. Fáza 2 je návrhom ďalšieho možného rozvoja. Uvedené náklady by mohli byť hradené z poskytnutého úveru, vlastnými zdrojmi alebo čiastočne dotáciou zo zdrojov EU.

Počiatočný vklad, by za ideálnych podmienok, mohol rásť o 6,5% za každé dva kalendárne týždne. Toto tempo by odhadovalo ročné zhodnotenie na úrovni asi 514%.

Záver

Práca sa venuje využitiu umelej inteligencie na kapitálových trhoch, a to špeciálne na burzách. Budúca cena burzového nástroja je v poslednej dobe svojou popularnosťou prirovnávaná k stredovekému rozmachu alchýmie. Obchodovanie na burze má s alchýmiou obdobnú vidinu rýchleho zbohatnutia. To však nie je možné bez skúmania možností a postupov ako udržať svoje obchodovanie v ziskovej časti možných výsledkov. Pokiaľ kurz na burze bude vytváraný určitým stupňom chaosu a nie len čistou náhodou, bude možné použiť nástroje umelej inteligencie na odhad budúceho vývoja,, napríklad aj tak ako to bolo demonštrované v tejto práci. Vytvorený model naučenej neurónovej siete v prostredí MATLAB bol schopný predpovedať budúci vývoj kurzu s primeranou odchýlkou. Vklad použitý pri počiatku obchodovania sa zhodnotil o viac ako 6,5% bez pôsobenia pákového efektu. Využitím navrhnutého systému je možné zisk opakovať.

Zoznam použitej literatúry

BOLEDOVIČ, Ľ.. 2007. PDCA cyklus. *ipaslovakia.sk* [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: <http://www.ipaslovakia.sk/sk/ipa-slovnik/pdca-cyklus>

COMPANY SOLUTIONS, INC.. 2013. Založenie offshore spoločnosti. <http://www.companysolutions.sk/> [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: <http://www.companysolutions.sk/zalozenie-offshore-spolocnosti>

DOSTÁL, P.. 2012. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM. ISBN 978-80-7204-799-4.

ELDER, A.. 2006. *Tradingem k bohatství*. Tečnice: Impossible. ISBN 80-239-7048-8.

GOOGLE. 2013. Public Data. *www.google.sk* [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: https://www.google.sk/publicdata/explore?ds=z8o7pt6rd5uqa6_&met_y=unemployment_rate&idim=country:sk&fdim_y=seasonality:sa&dl=sk&hl=sk&q=nezamestnanos%C5%A5#!ctype=l&strail=false&bcs=d&nselm=h&met_y=unemployment_rate&fdim_y=seasonality:sa&scale_y=lin&ind_y

HANČLOVÁ, J.,. 2006. Úvod do analýzy. *gis.vsb.cz* [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: http://gis.vsb.cz/pan-old/Skoleni_Texty/TextySkoleni/AnalyzaCasRad.pdf

INC, MATHWORKS. 2013. MATLAB® Product Family. <http://www.mathworks.com/> [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: <http://www.mathworks.com/products/>

INTERNATIONAL, TRANSPARENCY. 2013. CORRUPTION PERCEPTIONS INDEX 2012. <http://www.transparency.org/> [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: <http://www.transparency.org/cpi2012/results>

JUREČKA, V.. 2010. *Makroekonomie*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3258-9.

KOZEL, R.,. 2011. *Moderní metody a techniky marketingového výzkumu*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3527-6.

KRABEC, T.. 2009. *Oceňování podniku a standardy hodnoty*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-247-2865-0.

KUKAL, J.. 2005. Úvod do neuronových sítí. *odbornecasopisy.cz* [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=30255

KURIC, I.. 1999. Umelá inteligencia, expertné systémy *fstroj.utc.sk* [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: <http://fstroj.utc.sk/journal/sk/48/48.htm>

- MATHWORKS, Inc.. 2013. System Requirements - Release 2013a. <http://www.mathworks.com/> [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: http://www.mathworks.com/support/sysreq/current_release/
- NÝVLTOVÁ, R.,. 2010. *Finanční řízení podniku. Moderní metody a trendy*. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-3158-2.
- OECD. 2013. OECD Tax Database. <http://www.oecd.org/> [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: http://www.oecd.org/tax/tax-policy/Table%20II.1_May%202013.xlsx
- PAULÍK, D.. 2012. *Základy financií a meny*. Bratislava: IAM press. ISBN 8089600069.
- REJNUŠ, O.. 2010. *Finanční trhy*. druhé rozšířené vydanie. Ostrava: KEY Publishing. ISBN 978-80-7418-080-4.
- ŘEPA, V.. 2007. *Podnikové procesy. Procesní řízení a modelování*. 2., aktualizované a rozšířené vydanie. Praha: Grada Publishing. ISBN 978-80-247-2252-8.
- SCOTT, R.. 2006. *How to keep what you make- The secrets of money management!*. Lincoln: iUniverse. ISBN-13: 978-0-595-39747-1.
- SEDLÁČKOVÁ, H.,. 2006. *Strategická analýza. 2. přepracované a doplněné vydání*. Praha: C.H.Beck. ISBN 80-7179-367-1.
- STŘELEC, J.. 2013. Porterův model konkurenčních sil. www.vlastnicesta.cz [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: <http://www.vlastnicesta.cz/akademie/marketing/marketing-metody/porteruv-model-konkurencnich-sil/>
- WIKIMOL. 2005. Súbory: Lorenz system r28 s10 b2-6666.png. sk.wikipedia.org [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: http://sk.wikipedia.org/wiki/S%C3%B4bor:Lorenz_system_r28_s10_b2-6666.png
- WWW.EUROEKONOM.SK. 2013. Portfólio. <http://www.euroekonom.sk/> [online]. [cit. 2013]. Dostupné z: <http://www.euroekonom.sk/poradna/ekonomicky-slovník/?q=portfolio>

Zoznam použitých obrázkov, grafov, tabuliek

Obrázok 1 – Postup vypracovania diplomovej práce (Zdroj: Vlastné spracovanie).....	13
Obrázok 2 Lorenzov atraktor	22
Obrázok 3 - Schéma konceptu riadenia portfólia	38
Obrázok 4 - CPI index 2012 (zdroj: Transparency International)	45
Obrázok 5 -Miera nezamestnanosti (Zdroj dát Eurostat s aktualizáciou 2.5.2013).....	48
Obrázok 6- schéma Obchodný model (Zdroj: Vlastné spracovanie).....	51
Obrázok 7 - Neural Network (zdroj: vlastný, vyhotovenie MATLAB)	53

Obrázok 8 - Priestor 10x10 hodnoteného kritéria <i>presnot</i> (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>).....	54
Obrázok 9 - Priebeh tréovania neurónovej siete (zdroj: MATLAB).....	55
Obrázok 10 - Fuzzy model OtvaranieObchodu celok (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>)	59
Obrázok 11 - schéma negzisk (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>)	60
Obrázok 12 - schéma optzisk (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>).....	60
Obrázok 13 - schéma extrepokles (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>)	61
Obrázok 14 – OO pravidlá (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>)	62
Obrázok 15 – OO výstup (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>).....	63
Obrázok 16 - CSO pravidlá ((Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>).....	64
Obrázok 17 - Vyhodnocovanie fuzzy modelom (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>).....	65
Obrázok 18 - Obchodovanie pomocou Fuzzy modelov (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>).....	67
Obrázok 19 - vývoj zhodnocovania vkladu na základe 12hod. predpovedi (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>).....	68
Obrázok 20 - zhodnocovanie za ideálnych podmienok (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>).....	69
Obrázok 21 - Vývoj kurzu EUR/USD (Zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>).....	69
Obrázok 22 - Graf vývoja kurzov a dvoch NS modelov (zdroj: <i>vlastné spracovanie</i>)	70
Tabuľka 1 - Capital income taxes (zdroj: OECD)	45
Tabuľka 2 - SWOT analýza Obchodného modelu (zdroj: <i>Vlastné spracovanie</i>)	73
Tabuľka 3 - Vybrané náklady (Zdroj: http://www.xtb.cz , http://www.humusoft.cz/ , http://www.alza.cz/)	76

Zoznam príloh

- 8.1 Obchodný model
- 8.2 obchod
- 8.3 fitnesFCN
- 8.4 fitnes
- 8.5 CoSObchodom
- 8.6 OtvaranieObchodu

Prílohy

4.8 Obchodnýmodel

```
out1000 = importdata('out1000.csv');%historicke data v danom titule(OLH)
in1000=importdata('int1000.csv');%historicke data v danom titula C
%vstupny vektor OLH s ponunutim tak, aby sa priradili hodnoty C podla posunutia=predpoved na
POSUNUTIE dni
V=(out1000.data(1:200))';%target vektor C
a=1;%nastavenie poctu vstupov, zatiaľ je vyuzity iba jeden vstupny vektor OLH
b=3;%pocet vrstiev
c=[ 0; 1; 1];%pripojenie vah vo vrstvach
d=[ 1; 1; 1];%pripojenie vstupov k vrstvám- generator
e=[0 0 0;0 0 0;1 1 1];%generator prepojenia vrstiev
f=[0 0 1];%vystup-zapojenie a pocet
%obchodovanie
poplatok=0.0185;
posun=12;
W=in1000.data((1+posun):(200+posun),1:3)';
%g=[16 57 1];%rozmiestnenie neuronov na vrstvach(spravne rozmiestnenie zvyšuje presnosť predpovede)
%[presnosť, net12D, názov]=fitnesFCN(W,V,a,b,c,d,e,f,g,'test',posun);%vytvorenie siete na 12D dopredu
Y12D=sim(net12D,W);%simulovanie siete na vstupnom vektore;
posun=2;
W=in1000.data((1+posun):(200+posun),1:3)';
%g=[9 25 1];
%[presnosť, net2D, názov]=fitnesFCN(W,V,a,b,c,d,e,f,g,'test',posun);%vytvorenie siete na 2D dopredu
Y2D=sim(net2D,W);
otvoreny=0;
for i=1:150
    [x,x1]=obchod(V,Y2D,Y12D,poplatok);
    e=size(V);
    AktualnyKurz=V(e(2));
    if (x>0.74)&(otvoreny<0.5)
        dennik(i,1:3)=[AktualnyKurz; 1; i];%1=open
        otvoreny=1;
    elseif (otvoreny>0.5)&(x1>0.8)
        dennik(i,1:3)=[AktualnyKurz; 0; i];%0=close
        otvoreny=0;
    end
    posun=12;
    W=in1000.data((1+posun):(200+posun+i),1:3)';
    Y12D=sim(net12D,W);
    posun=2;
    W=in1000.data((1+posun):(200+posun+i),1:3)';
    Y2D=sim(net2D,W);
    V=(out1000.data(1:(200+i)))';
end
dennik
```

4.9 obchod

```
function [x,x1]=obchod(V,Y2D,Y12D,poplatok)
%% urcenie priemernej plusovej %-tualnej odchylky 12D siete za posledných 24 dni
Plus12D=0;
Minus12D=0;
PD=0;
MD=0;
rozmer12=size(Y12D);
for i=((rozmer12(2))-24):(rozmer12(2))
    z=(Y12D(i))/(V(i-12));%porovnanie predpovedi a skutočnej historickej hodnoty
    if z > 1
        PD=PD+1;%pocet vyskytov
        Plus12D=Plus12D+(z-1);%zaznamenanie %-tualneho rozdielu
    end
    if z < 1
        MD=MD+1;
        Minus12D=Minus12D+(1-z);% zaznamenanie minusoveho rozdielu
    end
end
PriemPlus12D=(Plus12D)/(PD);
PriemMinus12D=(Minus12D)/(MD);
if PD==0
    PriemPlus12D=0;
end
if MD==0
    PriemMinus12D=0;
end
%% urcenie priemernej odchylky 2D za posledne 4 dni
Plus2D=0;
```

```

Minus2D=0;
PD=0;
MD=0;
rozmer2=size(Y2D);
for i=((rozmer2(2))-4):(rozmer2(2))
    z=(Y12D(i))/(V(i-2));%porovnanie predpovedi a skutocnej historickej hodnoty
    if z > 1
        PD=PD+1;%pocet vyskytov
        Plus2D=Plus2D+(z-1);%zaznamenanie %-tualneho rozdielu
    end
    if z < 1
        MD=MD+1;
        Minus2D=Minus2D+(1-z);% zaznamenanie minusoveho rozdielu
    end
end
PriemPlus2D=(Plus2D)/(PD);
PriemMinus2D=(Minus2D)/(MD);
if PD==0
    PriemPlus2D=0;
end
if MD==0
    PriemMinus2D=0;
end

Priem2D=(PriemPlus2D+PriemMinus2D)/(2);
%% Urcenie optimistickej % zmeny hodnoty predpovede 12D (Opt12MP)-poplatok
a=Y12D(rozmer12(2));
b=PriemPlus2D;
d=size(V);
c=V(d(2));
Opt12MP=((a+(a*b))/(c))-poplatok;
%% Urcenie negativistickej % zmeny hodnoty predpovede 12D (Neg12MP)-poplatok
b=PriemMinus2D;
Neg12MP=((a-(a*b))/(c))-poplatok;
%% Urcenie predpovedanej % zmeny hodnoty 12D najvzdialenajsej (Stred12MP)-poplatok
Stred12MP=((a)/(c))-poplatok;
%% Urcenie extremneho poklesu, ak sa najde extrem pokles nastavi sa priznak
ExtremPokles=0;
for i=0:12
    z=(Y12D(rozmer12(2)-i))/(Y12D(rozmer12(2)));
    if z<0.7
        ExtremPokles=1;
    end
end
end
%% Vyhodnotenie noveho obchodu
ModelFuz=readfis('OtvaramieObchodu.fis');
vektor=[Neg12MP Opt12MP Stred12MP ExtremPokles];
x=evalfis(vektor,ModelFuz);
%% Zlom
if c<Y2D(rozmer2(2)-1)>Y2D(rozmer2(2))
    zlom=1;
else
    zlom=0;
end
end
%% Co s obchodom?
vektor=[((Y12D(rozmer12(2)-12))/(Y2D(rozmer2(2)-1)))+(1-Priem2D)*zlom];
ModelFuz1=readfis('CoSObchodom.fis');
x1=evalfis(vektor,ModelFuz1);

```

4.10 fitnessFCN

```

function [ presnost,siet, nazov ] = SieT( vstupnyVektor,TargetVektor,a,b,c,d,e,f,g,prefix,posun)
clear enet;
enet = network;
cislo=g;%je potrebne aby vektor bol raidkovy
enet.name= strcat(prefix, num2str(cislo));
enet.numInputs=a;%1;
enet.numLayers=b;%3;
enet.biasConnect=c;%[ 0; 1; 1];%3x1
enet.inputConnect=d;%[ 1; 1; 1];%input x layers 2x3
enet.layerConnect=e;%[0 0 0;0 0 0;1 1 1];
enet.outputConnect=f;%[0 0 1];
[Yvstup,Xvstup]=size(vstupnyVektor);
[Yciel,Xciel]=size(TargetVektor);
for x=1:a%vytvorenie prislusneho poctu exampleinput
    enet.inputs{x}.exampleinput=vstupnyVektor(1:Yvstup,1:Yvstup);%vytvorenie matice pre exampleinput
    enet.inputs{x}.processFcns = {'removeconstantrows'};
end
for x=1:b
    enet.layers{x}.initfcn='initnw';
    enet.layers{x}.size=g(x);
    enet.layers{x}.transferfcn='tansig';%vsetky vrstvy maju rovnaku FCN zatiaľ

```

```

end
[r,s]=size(e);
for x=1:r
    for y=1:s
        if (r<=s)&&(e(r,s)==1)
            enet.layerWeights{x,y}.delays=1;
        end
    end
end
enet.dividefcn='dividerand';
enet.initfcn='initlay';
enet.performfcn='mse';
enet.trainfcn='trainlm';
enet=init(enet);
enet=train(enet,vstupnyVektor,TargetVektor);
Y=sim(enet,vstupnyVektor);
[stl,riad]=size(Y);
riad=riad-posun;
R(1)=0;
for i=1:riad
    R(i)=abs(Y(i)-TargetVektor(i+posun));
end
R=abs(Y-TargetVektor);
presnost=sum(R)
siet=enet;
nazov=enet.name

```

4.11 fitness

```

posun=2;
out1000 = importdata('out1000.csv');
in1000=importdata('int1000.csv');
W=in1000.data((1+posun):(200+posun),1:3)';%vstupny vektor OLH
V=(out1000.data(1:200))';%target vektor C
a=1;
b=3;
c=[ 0; 1; 1];
d=[ 1; 1; 1];
e=[0 0 0;0 0 0;1 1 1];
f=[0 0 1];
g=[1 1 1];
Presnos=10000;%pociatocna presnost
poc=1;
presnosti(1)=-1;
for y=1:2
    for i=1:2
        g=[i y 1];
        poc=poc+1;
    end
    [presnost, siet, nazov]=fitnessFCN(W,V,a,b,c,d,e,f,g,'test',posun);
    presnosti(poc)=presnost;
    if presnost<Presnos
        Presnos=presnost;
        net=siet;
        KontrolNazov=nazov;
    end
end
end
end
Presnos
KontrolNazov
Y=sim(net,W);
plot(Y,'Color','red');
hold all;
plot(V, 'Color','black');
Y=Y';
figure;
plot(presnosti);

```

4.12 CoSOBchodom

```

[System]
Name='CoSOBchodom'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=3
NumOutputs=1
NumRules=3
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

```

```

[Input1]
Name='rozdielPredpovedi'
Range=[0 2]
NumMFs=2
MF1='StaraVacsiMinus':'trimf',[-0.8 0 0.96]
MF2='NovaVacsiMinus':'trimf',[0.96 2 2.8]
[Input2]
Name='presnost2D'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='nepresna':'trimf',[-0.4 0 0.75]
MF2='presna':'trimf',[0.55 1 1.4]
[Input3]
Name='zlom'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='nenastal':'trimf',[-0.4 0 0.85]
MF2='nastal':'trimf',[0.8 1 1.4]
[Output1]
Name='CoSObchodom'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='nechaj':'trimf',[-0.4 0 0.4]
MF2='pockajDen':'trimf',[0.3 0.5 0.7]
MF3='zavri':'trimf',[0.6 1 1.4]
[Rules]
2 2 2, 3 (1) : 1
1 2 2, 2 (1) : 1
0 0 1, 1 (1) : 1

```

4.13 OtvaranieObchodu

```

[System]
Name='OtvaranieObchodu'
Type='mamdani'
Version=2.0
NumInputs=4
NumOutputs=1
NumRules=9
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'
[Input1]
Name='negzisk'
Range=[-1 1]
NumMFs=3
MF1='moznaStrata':'trimf',[-2 -1 0]
MF2='lepsziaAkoNic':'trimf',[-0.018 0.014 0.028]
MF3='dobraPrilezitost':'trimf',[0.014 1 2]
[Input2]
Name='optzisk'
Range=[-10 10]
NumMFs=3
MF1='Strata':'trapmf',[-10.5 -10 -2 0]
MF2='25zisk':'trimf',[-0.045 0 0.21957671957672]
MF3='50zisk':'trapmf',[0.12 2 10 10.5]
[Input3]
Name='stred'
Range=[-10 10]
NumMFs=3
MF1='strata':'trapmf',[-10.8 -10 -2 -0.2]
MF2='pozor':'trimf',[-0.2 0 0.0503]
MF3='zisk':'trapmf',[0.008 2 10 10.8]
[Input4]
Name='ExtremPokles'
Range=[0 1]
NumMFs=2
MF1='nenastal':'trimf',[-1 0 1]
MF2='nastal':'trimf',[0.95 1 2]
[Output1]
Name='output1'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='neobchoduj':'trapmf',[-0.45 -0.05 0.05 0.5]
MF2='risk':'trapmf',[0.4 0.45 0.55 0.6]
MF3='obchoduj':'trapmf',[0.5 0.95 1.05 1.45]
[Rules]
0 0 0 2, 1 (1) : 1
3 0 0 1, 3 (1) : 1
2 2 2 1, 2 (1) : 1
0 1 0 0, 1 (1) : 1

```

0 2 3 1, 3 (0.8) : 1
1 3 2 1, 2 (0.8) : 1
1 2 2 1, 1 (0.8) : 1
1 2 1 1, 1 (0.8) : 1
3 3 3 1, 3 (1) : 1