



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА У
НОВОМ САДУ



Снежана Сандо

**РАЗВОЈ МОДЕЛА КВАНТИФИКОВАЊА
РИЗИКА У ИНЖЕЊЕРСКОМ
ОДЛУЧИВАЊУ**

ДОКТОРСКА ДИСЕРТАЦИЈА

Нови Сад, 2016



КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР:		
Идентификациони број, ИБР:		
Тип документације, ТД:	Монографска публикација	
Тип записа, ТЗ:	Текстуални штампани материјал	
Врста рада, ВР:	Докторска дисертација	
Аутор, АУ:	Снежана Сандо	
Ментор, МН:	Др Душан Добромиров	
Наслов рада, НР:	Развој модела квантификовања ризика у инжењерском одлучивању	
Језик публикације, ЈП:	Српски	
Језик извода, ЈИ:	Српски	
Земља публикавања, ЗП:	Република Србија	
Уже географско подручје, УГП:	Војводина	
Година, ГО:	2016	
Издавач, ИЗ:	Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду	
Место и адреса, МА:	Нови Сад, 21000, Трг Доситеја Обрадовића 6	
Физички опис рада, ФО: (поглавља/страна/ цитата/табела/слика/графика/прилога)	8 / 131 / 137 / 10 / 18 / 8 / 5	
Научна област, НО:	Индустријско инжењерство и инжењерски менаџмент	
Научна дисциплина, НД:	Производни системи, организација и менаџмент	
Предметна одредница/Кључне речи, ПО:	ризик, систематске грешке, самопоуздање, расуђивање	
УДК		
Чува се, ЧУ:	Библиотека Факултета Техничких наука, Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад	
Важна напомена, ВН:	-	
Извод, ИЗ:	Будући да резултати у будућности, зависе од одлука у садашњости, испитивање утицаја систематских грешака у логици одлучивања је од великог значаја. Предмет овог рада је мерење ризика услед утицаја субјективних фактора у процесу процена и доношења одлука у условима неизвесности. У доказивању хипотеза коришћене су методе класичне и фази логике. Резултати истраживања показују да се код већине учесника у процени индекса на финансијским тржиштима земаља у развоју, уочава утицај личних склоности према претераном оптимизму / песимизму и претераном самопоуздању. На основу резултата истраживања предложен је холистички модел и алат за будуће процене, који узима у обзир коефицијент самопоуздања као корективни фактор у поступку доношења одлуке. Примена модела и алата као подршка у одлучивању је могућа код свих врста евалуација пројеката у инжењерском одлучивању.	
Датум прихватања теме, ДП:	16.04.2015.god.	
Датум одбране, ДО:		
Чланови комисије, КО:	Председник: Др Зоран Анишић	Потпис ментора
	Члан: Др Пеђа Милосављевић	
	Члан: Др Бранислав Марић	
	Члан: Др Младен Радишић	
	Члан, ментор: Др Душан Добромиров	



КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monographic publication
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	Doctoral dissertation
Author, AU :	Snezana Sando MSc
Mentor, MN :	Dr Dusan Dobromirov
Title, TI :	Risk quantification model development in engineering decision making
Language of text, LT :	Serbian
Language of abstract, LA :	Serbian
Country of publication, CP :	Serbia
Locality of publication, LP :	Vojvodina
Publication year, PY :	2016
Publisher, PB :	Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad
Publication place, PP :	Novi Sad, 21000, Trg Dositeja Obradovića 6
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	8 / 131 / 137 / 10 / 18 / 8 / 5
Scientific field, SF :	Industrial Engineering and Engineering Management
Scientific discipline, SD :	Production systems, organization and management
Subject/Key words, S/KW :	risk, sistematic errors, overconfidence, reasoning
UC	
Holding data, HD :	The Library of the Faculty of Technical Sciences, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad
Note, N :	-
Abstract, AB :	Results in the future depend on decisions in the present. Therefore examination of sistematic errors in logic decision making has high importance. The main objective of this work is risk quantification due to subjective influence in process of evaluation and decision making under uncertainty. The methods which are used are based on classical and fuzzy logic. The research results show that bias toward over optimism / pessimism and overconfidence in emerging markets stock exchange exist in majority cases. Based on the results of the research are suggested holistic model and tools for future assessment, which take into an account overconfidence coefficient as corective factor in decision making process. The model and tools is possible to use as decision making support for all types of evaluation projects in the engeneering decisions.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	16.04.2015.god.
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	President: Др Зоран Анишић
	Member: Др Пеђа Милосављевић
	Member: Др Бранислав Марић
	Member: Др Младен Радишић
	Member, Mentor: Др Душан Добромиров
	Menthor's sign

*Посвећено мојим драгим Маји и Милану.
За Мајину иницијативу и подршку,
за Миланове загрљаје и охрабрење.*

*Свим драгим људима хвала.
За љубав, с љубављу,
У вечности, за вечност.*

Sadržaj

LISTA PRILOGA	9
INDEKS TABELA.....	9
INDEKS SLIKA	10
INDEKS GRAFIKONA	11
REZIME	13
ABSTRACT.....	13
1. UVOD.....	14
1.1 Opis predmeta (problema) istraživanja	15
1.1.1 <i>Predmet istraživanja</i>	15
1.1.2 <i>Metodologija i oblast istraživanja</i>	16
1.2 Potreba za istraživanjem.....	16
1.3 Ciljevi istraživanja, zadaci i očekivani rezultati (hipoteze)	18
1.3.1 <i>Zadaci istraživanja</i>	20
1.3.2 <i>Hipoteze</i>	22
1.4 Struktura disertacije	23
2. RIZIK I INŽENJERSKO ODLUČIVANJE	24
2.1 Uslovi za donošenje investicionih odluka	24
2.1.1 <i>Izvesnost, rizik i neizvesnost</i>	24
2.2 Definicije rizika	26
2.2.1 <i>Odlučivanje zasnovano na proceni rizika</i>	28
2.3 Modelovanje, procena i upravljanje rizikom	29
2.3.1 <i>Sistemska inženjering</i>	29
2.3.2 <i>Holistički pristup u sistemskom mišljenju</i>	31
2.3.3 <i>Kognitivni sistemski inženjering i upravljanje rizikom</i>	32
2.3.4 <i>Sistematske greške</i>	32
2.3.5 <i>Procena rizika</i>	33
2.4 Analiza odlučivanja	35
2.4.1 <i>Proces odlučivanja</i>	35
2.4.2 <i>Programirane i neprogramirane odluke</i>	38
2.4.3 <i>Optimalne i zadovoljavajuće odluke</i>	39
2.4.4 <i>Stilovi odlučivanja</i>	40

2.5	Moderne teorije finansija	42
2.5.1	<i>Subjektivna teorija verovatnoće i hipoteza racionalnih očekivanja</i>	42
2.5.2	<i>Metode odlučivanja u uslovima neizvesnosti</i>	43
2.6	Značaj izbora modela za donošenje odluka u procesu predviđanja i odlučivanja	45
2.7	Teorija očekivanog izbora.....	48
2.7.1	<i>Karakteristike ličnosti i psihološke pojave.....</i>	48
2.7.2	<i>Sklonosti donosioca odluka</i>	51
2.7.3	<i>Funkcija težinskog koeficijenta – subjektivna verovatnoća.....</i>	55
3.	FUZZY LOGIKA – INŽENJERSKA METODA U ODLUČIVANJU	59
3.1	Podrška u odlučivanju	59
3.2	Operacije u okviru fuzzy skupova, fuzzy aritmetika.....	62
3.2.1	<i>Fuzzy skup i osobine fuzzy skupa</i>	62
3.2.2	<i>Fuzzy broj.....</i>	64
3.2.3	<i>Operacije u okviru fuzzy skupova</i>	64
3.2.4	<i>Karakteristike oblika funkcije pripadnosti.....</i>	66
3.3	Lingvističke promenljive	72
3.4	Lingvističko modelovanje	73
3.5	Fuzzy sistemi odlučivanja	74
4.	EMPIRIJSKA ISTRAŽIVANJA.....	74
4.1	Opis metodologije istraživanja	74
4.2	Način izbora, veličina i konstrukcija uzorka.....	75
4.2.1	<i>Metodologija za proračun BELEXline-a</i>	77
4.2.2	<i>Metodologija za proračun BELEXsentiment-a</i>	82
4.3	Statistička analiza	84
4.4	Opis metoda zasnovanog na klasičnoj logici.....	85
4.5	Opis metoda zasnovanog na fuzzy logici	87
5.	REZULTATI I INTERPRETACIJA REZULTATA	91
5.1	Deskriptivna statistika	92
5.2	Rezultati prema metodu zasnovanom na klasičnoj logici	94
5.3	Rezultati prema metodu zasnovanom na fuzzy logici	97
6.	SITUACIONO – KOGNITIVNI MODEL U ODLUČIVANJU I MOGUĆNOST PRIMENE.....	101
7.	ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	105

7.1 Zaključak, ograničenja i pravci daljeg istraživanja.....	105
8. LITERATURA.....	108

LISTA PRILOGA

Prilog 1. Mesečne vrednosti promene BELEXline indeksa od 01.05.2005.godine do 31.12.2015.godine

Prilog 2. Podaci promene BELEXline i BELEXsentimenta

Prilog 3. Testiranje hipoteze

Prilog 4. Izvod iz MATLAB koda

Prilog 5. Validacija modela

INDEKS TABELA

Tabela 1. Radovi u kojima je predmet istraživanja preterani pesimizam / optimizam, preterano samopouzdanje

Tabela 2. Radovi prema kojima je rađen opis metoda fuzzy logike

Tabela 3. Gradacija sentimenta prema dostignutim vrednostima BELEXsentiment-a

Tabela 4. Deskriptivna statistika BELEXline vrednost i promena na dnevnom nivou u period od 01.05.2005.-31.12.2015.

Tabela 5. Deskriptivna statistika promene BELEXsentiment I BELEXline na mesečnom nivou u periodu od 01.05.2005.-31.12.2015.

Tabela 6. Standardne devijacije po godinama za BELEXline

Tabela 7. Spearman's ρ koeficijent za promenu smera kretanja investor sentimenta i smera BELEXline na celokupnom uzorku

Tabela 8. Spearman's ρ koeficijent za promenu smera kretanja investor sentimenta i smera BELEXline nakon promene trenda

Tabela 9. Rezultati prema primeni ekskluzivne disjunkcije

Tabela 10. Validacija modela

INDEKS SLIKA

Slika 1. Faze realizacije istraživanja

Slika 2. Izvesnost, rizik i neizvesnost

Slika 3. Faze identifikacije i kvantifikacije rizika prema Haimes pristupu (Haimes, 2005)

Slika 4. Multidisciplinarni pristup u procesu donošenja odluka (prema Gamble, 1991)

Slika 5. Funkcija težinskog koeficijenta odluke za dobitke w^+ i gubitke w^-

Slika 6. Osobine fuzzy skupa

Slika 7. Funkcija pripadnosti trougaonog oblika

Slika 8. Funkcija pripadnosti trapezoidnog oblika

Slika 9. Funkcija pripadnosti zvonastog ili Gausovog oblika (Dijagram prema Matlab programu)

Slika 10. Fuzzy aproksimativno zaključivanje – grafički prikaz ulaznih, izlaznih varijabli zasnovanih na pravilima (BIP, BIT, BS – ulazne promenjive, KS – izlazna promenjiva)

Slika 11. Proces modelovanja pri multikriterijumskom odlučivanju ili evaluaciji sa stanovišta inputa, outputa i njihovih odnosa putem lingvističkih formi (Stoklasa et al, 2014)

Slika 12. Ulazne i izlazna varijabla modela prema datim opisima

Slika 13. Ulazna varijabla BELEXindex prethodnog meseca

Slika 14. Ulazna varijabla BELEXsentiment

Slika 15. Izlazna varijabla BELEXsentiment

Slika 16. FIS – prikaz rezultata prema pravilima

Slika 17. Model donošenja odluka zasnovan na proceni rizika sa fokusom na koeficijent samopouzdanja

Slika 18. Algoritam procesa evaluacije projekata

INDEKS GRAFIKONA

Grafik 1. Vrednost BELEXline od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Grafik 2. Promena vrednosti BELEXline-a od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Grafik 3. Ukupni promet BELEXline-a od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Grafik 4. Ukupni promet BELEXline-a / Vrednost indeksa od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Grafik 5. Ukupni promet / Promena indeksa BELEXline-a od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Grafik 6. Vrednost BELEXline / Promena indeksa od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Grafik 7. FIS – trodimenzionalni prikaz rezultata prema pravilima BIP – BS, KS

Grafik 8. FIS – trodimenzionalni prikaz rezultata prema pravilima BIT – BS, KS

REZIME

Budući da rezultati u budućnosti, zavise od odluka u sadašnjosti, ispitivanje uticaja sistematskih grešaka u logici odlučivanja je od velikog značaja. Predmet ovog rada je merenje rizika usled uticaja subjektivnih faktora u procesu procena i donošenja odluka u uslovima neizvesnosti. U dokazivanju hipoteza korišćene su metode klasične i fuzzy logike. Rezultati istraživanja pokazuju da se kod većine učesnika u proceni indeksa, na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, uočava uticaj ličnih sklonosti prema preteranom optimizmu / pesimizmu i preteranom samopouzdanju. Na osnovu rezultata istraživanja predložen je holistički model i alat za buduće procene, koji uzima u obzir koeficijent samopouzdanja, kao korektivni faktor u postupku donošenja odluka. Primena modela i alata kao podrška u odlučivanju je moguća kod svih vrsta evaluacije projekata u inženjerskom odlučivanju.

ABSTRACT

Results in the future depend on decisions in the present. Therefore examination of systematic errors in logic decision making has high importance. The main objective of this work is risk quantification due to subjective influence in process of evaluation and decision making under uncertainty. The methods which are used are based on classical and fuzzy logic. The research results show that bias toward over optimism / pessimism and overconfidence in emerging markets stock exchange exist in majority cases. Based on the results of the research are suggested holistic model and tools for future assessment, which take into an account overconfidence coefficient as corective factor in decision making process. The model and tools is possible to use as decision making support for all types of evaluation projects in the engeneering decisions.

1. UVOD

Rezultati u budućnosti, zavise od odluka u sadašnjosti. Povećanje efikasnosti industrijskih sistema (proizvodnih i uslužnih organizacija) je stalni fokus industrijskih inženjera i menadžera. Donete i buduće odluke se odnose na smanjenje gubitaka vremena, finansijskih sredstava, energije, materijala i drugih resursa. Rezultati i posledice donetih odluka su od velikog značaja za buduće funkcionisanje i razvoj industrijskih sistema.

Multidisciplinarnost u posmatranju u odnosu na predmet istraživanja, način i cilj istraživanja je tendencija u savremenim istraživanjima. Predmet istraživanja se može posmatrati sa više stanovišta i rezultat istraživanja nastaje nova informacija kao proizvod, zasnovana na multidisciplinarnom pristupu. Kombinovanje kvantitativnih i kvalitativnih metoda istraživanja postaje sve češća pojava u istraživačkim radovima.

U ovom radu se izučava i kvantifikuje rizik uzimajući u obzir sklonosti donosioca odluka (subjektivni, psihološki ili bihejvioristički efekti), koristeći inženjerski pristup (kvantifikovanje, razvoj modela i primena) u procesu procene i donošenja odluka u nepredviđenim situacijama u inženjerstvu.

U radu su primenjeni postojeći modeli za proveru uticaja subjektivnog faktora u procesu procene uticaja sistematskih grešaka na buduće akcije. Na osnovu rezultata istraživanja razvijen je nov metod za procenu, kao podrška u odlučivanju. Kombinovani metod u istraživanju je naročito značajan kao nov i primenjiv u proceni rizika i važan za sve nivoe na kojima donosioci odluka učestvuju. Tema je aktuelna i interesantna kako za naučnu, tako i za stručnu javnost.

1.1 Opis predmeta (problema) istraživanja

1.1.1 Predmet istraživanja

Predmet istraživanja je merenje rizika usled uticaja subjektivnih faktora donosioca odluka u procesima procena i donošenja odluka u uslovima neizvesnosti. Pristup u istraživanju je inženjerski (kvantifikovanje, razvoj modela i primena). Istraživanje primarno polazi od teorije očekivanog izbora. Proučavaju se determinisane sklonosti pojedinca da reaguje na očekivan način u uslovima neizvesnosti. Nakon razvoja teorije kumulativnog očekivanog izbora, determinisane su sistematske greške koje utiču na racionalno donošenje odluka koje su predmet istraživanja. Determinisane sklonosti su preterani optimizam / pesimizam, preterano samopouzdanje, samopotvrđivanje i iluzija kontrole. Zbog ovih pristrasnosti dešavaju se finansijski gubici, loše procene uvođenja novih proizvoda na tržište ili druge aktivnosti, kao posledica nerealne procene rizika ulaganja ili pravovremene aktivnosti. U ovom radu su prepoznate i posmatrane sklonosti preterani optimizam / pesimizam i preterano samopouzdanje.

Nakon izvršenog istraživanja, dobijenih rezultata i diskusije, predložen je model za korišćenje, koji će pomoći donosiocima odluka, da pristup u donošenju budućih odluka bude determinisan, kako bi odluke bile optimalne, ali i na što većem zadovoljavajućem nivou.

U radu su teorijski proučeni modeli za odlučivanje u uslovima neizvesnosti koje donosioci odluka najčešće primenjuju, a koji su povezani sa subjektivnom verovatnoćom.

Problem za rešavanje je sadržan u pitanju: kako kvantifikovati uticaj subjektivnih efekata na donosioca odluka u procesu procene i odlučivanja u uslovima neizvesnosti? U kojoj meri donosioci odluka odlučuju racionalno, u kojoj subjektivno?

1.1.2 Metodologija i oblast istraživanja

Prostor istraživanja je predviđanje i odlučivanje u okviru Inženjerskog menadžmenta. Dokazi potvrde ili odbijanja hipoteza su izvedeni u domenu procene i donošenja visokofrekventnih investicionih odluka. U radu su korišćeni javno dostupni podaci vrednosti dva indeksa sa vremenskom odrednicom BELXline i BELEXsentiment. Za dokazivanje hipoteza korišćene su matematičko-statističke metode. Tržišta u razvoju su posebno pogodna za osnovna istraživanja, jer su očekivane pojave uočljivije. Prema teoriji očekivanog izbora i savremenim istraživanjima, potvrda uticaja subjektivnih faktora je dokazana ne samo na odluke u vezi sa finansijskim aktivnostima (u tom domenu su najpredestiranije), već i na odluke u vezi sa izborom strategija na tržištu, uvođenja novih proizvoda, osiguranja, marketinga, motivacije kupaca, motivacije zaposlenih, nepredviđenih situacija u proizvodnji (zastoj u proizvodnji, kvar, izbor toka proizvodnje, uposlenost mašina i radnika), strategija formiranja cena u uslovima većeg ili manjeg broja učesnika na tržištu, itd. Uticaj subjektivnih faktora je prisutan kod svih učesnika nosioca odlučivanja industrijskih inženjera, investitora, menadžera.

1.2 Potreba za istraživanjem

Donosioci odluka u realnim uslovima koriste podatke koji su im potrebni za donošenje odluka, ali se takođe susreću sa brojnim ograničenjima. Tako da doneta odluka nije samo plod objektivno utvrđenog činjeničnog stanja, već i subjektivnih okolnosti.

Donosioci odluka često ne raspolažu adekvatnim informacijama o samoj suštini problema, nemaju vremena i sredstava za dobijanje informacija, u nemogućnosti su da razumeju raspoložive informacije, suočavaju se sa nemogućnosti memorisanja velike količine informacija i ograničene sposobnosti ispoljavanja racionalnosti (Simon, 1976).

Na taj način donosioci odluka donose odluku koja nije najbolja, već koja deluje najviše zadovoljavajuće.

Ukoliko je vreme potrebno za donošenje odluke kratko ili su troškovi za dobijanje potrebnih informacija veliki, ovaj metod primene ograničene racionalnosti dobija na značaju. Donosioci odluka se oslanjaju na princip heuristike, kao opšte sazajnih strategija, koje se zasnivaju na intuiciji ili koje su primenjene na slične situacije. U radu Bernheim (2009) podržava stav da treba da se proučava sreća, dok stepen merenja zadovoljstva, kao osnova za analizu blagostanja, može da se dovede u pitanje. Nedoumice istog autora oko merenja nivoa zadovoljstva su usmerene na pitanje da li izjednačiti dobrobit i samo-zapaženu sreću, utvrditi problem agregacije, izvršiti identifikaciju dobrobiti iz samo-zapažene sreće i identifikaciju dobrobiti iz neurobioloških aktivnosti.

Kao primer potrebe za izučavanjem uticaja subjektivnih faktora u odlučivanju, savremena istraživanja iz oblasti finansija pokazuju sve veći značaj finansijske psihologije i izučavanje bihejviorističkih faktora koji utiču na donošenje odluka. Proučavanje i kvantifikovanje uticaja na donosioce odluka i merenje stepena dobrobiti je osnova za nove modele odlučivanja.

U knjizi (Mora, 1980) nakon definisanja kriterijuma odlučivanja u uslovima neizvesnosti naglašeno je da krajnji izbor strategije za donošenje odluka zavisi od subjektivnog stava donosioca odluka. U istoj knjizi autor navodi pregled modela zasnovanih na kvantitativnim principima odlučivanja.

Donosioci odluka na mnogo faktora ne mogu uticati, ali mogu uticati na izbor modela koji će koristiti u procesu donošenja odluka. Primenjujući savremene moderne teorije finansija uočavamo da je subjektivni faktor neizbežan. Kod procene očekivanog prinosa investicije, investitori polaze od subjektivne ocene o budućem prinosu. U

zavisnosti od odnosa prema riziku, zavisice i subjektivna verovatnoća procene budućeg očekivanog prinosa.

Potreba za istraživanjem u ovoj oblasti ogleda se u sledećem:.

1. Oblast proučavanja ljudskog delovanja je neiscrpna;
2. Postoji mnogo istraživanja na temu odlučivanja, ali je malo istraživanja na temu uticaja subjektivnog faktora u procesu odlučivanja, koji u uslovima neizvesnosti postaje presudan faktor uspešnog rezultata donete odluke;
3. Nemogućnost primene postojećih modela samostalno u procesu procene i donošenja odluka je izvesna;
4. Uspeh primene kombinacije modela je predmet savremenih istraživanja;
5. Kombinacija kvalitativnih i kvantitativnih analiza su osnova proučavanja postojećih modela;
6. Potreba za kvantifikovanjem kvalitativnih opisa uticaja psiholoških efekata na proces procene i odlučivanja je savremena tendencija.

Usavršavanjem postojećih i razvojem novih modela izbora, procene i buduće odluke će biti na većem zadovoljavajućem nivou, što će opravdati ciljeve rada.

1.3 Ciljevi istraživanja, zadaci i očekivani rezultati (hipoteze)

Prema (Neman et al., 2003) postoji devet svrha istraživanja:

1. predviđanje,
2. obogaćivanje raspoloživih znanja,
3. lični, socijalni, institucionalni i /ili organizacioni doprinos,
4. merenje promene,
5. razumevanje složenih fenomena,
6. proveravanje novih zamisli,

7. kreiranje novih zamisli,
8. informisanje korisnika,
9. ispitivanje prošlosti.

Prema (Johnson and Christensen, 2004) ciljevi istraživanja su:

1. eksploracija – ispitivanje konstrukata, fenomena, situacija i razvoj novih pretpostavki ili generalizovanja,
2. deskripcija – identifikovanje i opisivanje antecedentnih uslova, prirode i etiologije fenomena,
3. eksplanacija – razvijanje teorije za svrhu rasvetljavanja odnosa između pojmova, fenomena i razloga za pojavu događaja,
4. predikcija – korišćenje raspoloživog znanja za predviđanje u nekoj kasnijoj vremenskoj tački,
5. uticanje – manipulisanje uslovima ili promenjivim radi proizvođenja željenog ishoda.

Prema svrsi i ciljevima istraživanja, kvantitativna i kvalitativna istraživanja zadržavaju svoje osobenosti, ali i sličnosti, pa se u nekim istraživanjima ne mogu jasno razgraničiti. Kvantitativna istraživanja najčešće su usmerena na merenje promene, predviđanje, proveravanje novih zamisli i dr. Postoje dva pogleda na suštinu predviđanja pojava, procesa, situacija, kao jedne od funkcija naučnog znanja. To su logički i psihološki proces.

Predviđanje je „logički (deduktivni ili induktivni) argument čije premise sadrže iskaze o naučnim generalizacijama i iskaze o naučno utvrđenim početnim uslovima (koji zajedno sačinjavaju osnovu za predviđanje), a čiji je zaključak iskaz o stanju stvari koje je neizvesno u trenutku izricanja tog iskaza, pri čemu je logički nevažno (ali pragmatički važno) da li je reč o prošlom, budućem ili sa davanjem tog iskaza istovremenom stanju stvari“ (Ristić, 2011). Međutim, prema istom autoru, postoje i druga gledišta koja ukazuju

da se na predviđanje kao funkciju naučnog znanja ne može gledati samo kao na logički proces, zasnovan na logičkim pravilima i logičkim činjenicama, već i kao na psihološki proces, koji uzima u obzir i druge epistemološke i pragmatične činjenice.

Opšti cilj ovog istraživanja je kvantifikovanje subjektivnih efekata donosioca odluka. Proučavanje omogućava dostizanje novih nivoa saznanja značajnih za sve relevantne faktore u procesu odlučivanja, pojedince, institucije i društvo u celini. Primenjivost rezultata i predloženog modela je primarni cilj istraživanja.

Prema prirodi istraživanja ovo je empirijsko istraživanje, na osnovu koga će nastati novi trendovi i razviti se novi modeli u oblasti očekivanog izbora i subjektivnog donošenja odluka. Istraživanje je prema funkciji usmereno proveravanju hipoteze.

Naučni cilj je prepoznatljiv u oblasti doprinosa proučavanju psiholoških pojava donosioca odluka i razvoja novog modela odlučivanja u uslovima neizvesnosti.

Društveni cilj rada je predlog modela koji se može primeniti u više oblasti, kako bi se proces predviđanja i odlučivanja sveo na što manji utrošak vremena, rada i sredstava, čime bi pojedinačne donete odluke bile efikasnije, efektivnije i profitabilnije, a široka primena modela doprinela razvoju društvene zajednice u celini.

Interdisciplinarnost istraživanja omogućava sublimaciju proučavanja psiholoških efekata (sklonosti, karakteristika) pojedinca (primarno proučava psihologija), pomoću matematičkih i statističkih metoda u inženjerstvu. Razvoj modela i primena u raznim oblastima odlučivanja ovo istraživanje čini primenjenim, naučno i društveno korisnim.

1.3.1 Zadaci istraživanja

Zadaci istraživanja su sledeći:

- Ispitati pogodnost proučavanja osnovnih zakonitosti na tržištima u razvoju sublimacijom rezultata ispitivanja hipoteza;
- Ispitati uticaj ličnih sklonosti na proces predviđanja i donošenja odluka;
 - Ispitati korelaciju promene kretanja BELEXline-a i smera promene BELEXsentiment-a u mesecima kada dolazi do greške u predviđanju:
 - Ispitati ponašanje: kada vrednost indeksa na berzi raste/pada, uspešni u prognozi su “rođeni optimisti”/”rođeni pesimisti” ne zato što dobro predviđaju, već zato što prirodno preferiraju rast / pad vrednosti;
 - Ispitati ponašanje: kada dođe do promene trenda, rast pa pad ili pad pa rast, dolazi do greške u predviđanju. “Uspešni” iz prethodnog meseca treba da predvide trend koji je u suprotnosti sa njihovim ličnim sklonostima;
 - Ispitati uticaj preteranog samopouzdanja u procesu predviđanja BELEXsentiment-a, prevodeći lingvističke promenjive u lingvističke ocene, i na kraju prevođenje uticaja u realan broj;
- Sublimirati uticaj heurističkih i ograničavajućih efekata na osnovu determinisanih promenjivih.

Očekivani rezultati i naučni doprinos ovog rada sadržani su u zadacima kao odgovorima na pitanja:

1. U kojoj meri se uticaj subjektivnog faktora u odlučivanju mora uzeti u obzir u procesu procene i odlučivanja?

2. Da li su kognitivne sklonosti pojedinca predispozicija za uspešnost / neuspešnost procene?
3. Koliko se proučavanjem uticaja sklonosti individue može predestinirati ponašanje?

1.3.2 Hipoteze

Na osnovu predmeta i ciljeva istraživanja, izdvojene su sledeće hipoteze:

H₁: Moguće je kvantifikovati ispoljavanje lične sklonosti donosioca odluka prema preteranom optimizmu ili preteranom pesimizmu u uslovima neizvesnosti.

H₂: Moguće je kvantifikovati ispoljavanje lične sklonosti preterano samopouzdanje donosioca odluka u uslovima neizvesnosti.

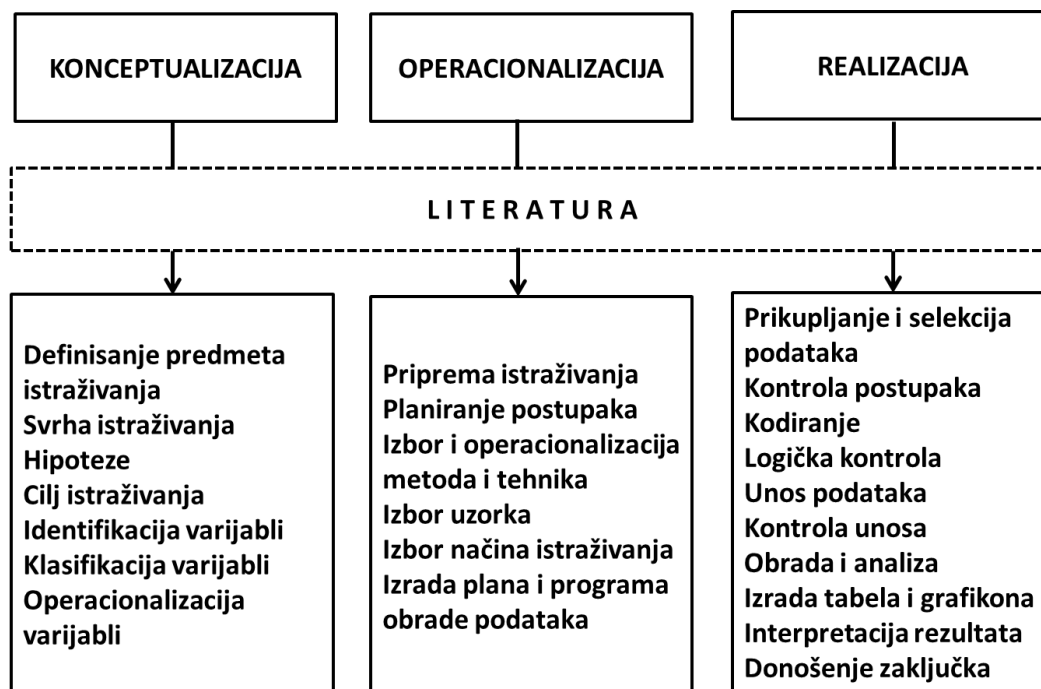
H₃: Primenom fuzzy logike moguće je razviti model i definisati pravila za merenje subjektivnih faktora u odlučivanju, što povećava profitabilnost kompanije, projekta i investicije.

Cilj istraživanja je potvrda hipoteza i na osnovu toga predlog novog modela odlučivanja u uslovima neizvesnosti (nepredviđene situacije), koji bi uzimao u obzir subjektivnost donosioca odluka. Predloženi model će se moći primenjivati samostalno ili u kombinaciji sa kvantitativnim modelima odlučivanja, u zavisnosti od situacije. Tržišta u razvoju su pogodna za osnovna istraživanja u oblasti proučavanja psiholoških sklonosti pojedinca u procesima procena i donošenja odluka, čijim determinisanjem i primenom predloženog modela se donose odluke koje povećavaju uspeh u procenjivanju i odlučivanju.

1.4 Struktura disertacije

Proces istraživanja je sproveden u tri faze: konceptualizacija, operacionalizacija i realizacija istraživanja (Slika 1).

Izrada konceptualnog okvira istraživanja obuhvata postupak određivanja predmeta i svrhe istraživanja. Ova faza obuhvata prikupljanje teorijskih podataka o samoj temi, kako bi se mogla utvrditi naučna opravdanost budućeg istraživanja. Osim izbora, definisanja predmeta i svrhe istraživanja, u ovu fazu spadaju aktivnosti pregleda literature, formulisanje hipoteza, definisanje ciljeva istraživanja, identifikacija, klasifikacija i operacionalizacija promenljivih.



Slika 1. Faze realizacije istraživanja

Aktivnosti koje su preduzete u fazi operacionalizacije su planiranje i priprema samog istraživanja, kao i određivanje optimalnog načina za istraživanje. Ova faza obuhvata planiranje postupaka realizacije, izbor i operacionalizaciju metoda i tehnika

istraživanja. Na kraju je izvršen izbor uzorka, načina istraživanja, izrada plana i programa obrade podataka.

Fazom realizacije istraživanja je obuhvaćen proces prikupljanja i selektovanja podataka, kontrola postupka podataka, kodiranje, logička kontrola, unos podataka i kontrola unosa, obrada i analiza podataka, izrada tabela i grafikona, interpretacija rezultata i donošenje zaključaka.

Osnovne celine i orijentacioni sadržaj doktorske disertacije prema planu rada i fazama istraživanja obuhvata uvodni deo, teorijski deo, istraživački deo i zaključak.

U uvodnom delu su date osnovne smernice, cilj, zadaci i struktura disertacije. U teorijskom delu rada je dat pregled literature iz predmetne oblasti, kao i teorijski pregled opisa primenjenih inženjerskih metoda.

Istraživački deo obuhvata dva poglavlja. U prvom delu je dat opis metodologije i urađenog istraživanja, dok su u drugom prikazani rezultati istraživanja. U zaključnim razmatranjima je iznet stav o povezanosti teorijski utemeljenih istraživačkih pitanja i empirijskih rezultata do kojih se došlo.

2. RIZIK I INŽENJERSKO ODLUČIVANJE

2.1 Uslovi za donošenje investicionih odluka

2.1.1 Izvesnost, rizik i neizvesnost

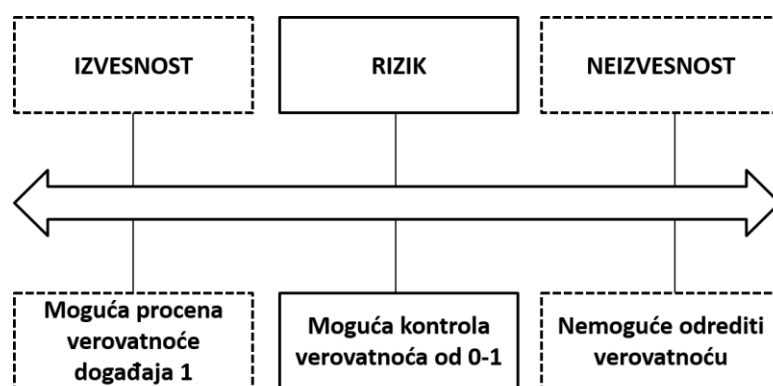
U procesu odlučivanja bitno je odrediti stanje i uslove u kojima se donosi odluka. Uslovi u kojima se sprovodi proces odlučivanja su: izvesnost (određenost), rizik i neizvesnost (Slika 2). U širem shvatanju uslova u kojima se donose odluke, može se

pomenuti i odlučivanje u uslovima ignorisanja, kada se ne reaguje na određene signale koji upućuju na pojavu posledica.

Uslovi izvesnosti (određenosti) podrazumevaju verovatnoću ostvarenja događaja 1, što podrazumeva apsolutnu sigurnost u predviđanju ishoda svake alternative.

Neizvesnost podrazumeva uslove u kojima se donosioci odluka često nalaze, gde se mogu odrediti ishodi alternativa, ali se ne može odrediti verovatnoća nastajanja. Neizvesnost se dešava kada su donosioci odluka suočeni sa spoljnim faktorima na koje ne mogu uticati i kada ne poseduju ključne podatke neophodne za donošenje odluka.

Rizik je situacija donošenja odluka u uslovima merljive neizvesnosti. Rizik je situacija kada donosilac odluke ne može sa sigurnošću predvideti ishod neke alternative, ali ima dovoljno podataka koje može iskoristiti da bi predvideo verovatnoću budućeg događaja. Verovatnoća se može izraziti na subjektivan i objektivni način. Subjektivna verovatnoća je stav svake osobe pojedinačno o nekom ishodu, dok je objektivna verovatnoća zasnovana na činjenicama iz prošlosti ili već proteklim situacijama koje su se desile. U praksi se odluke donose najčešće kombinacijom subjektivne i objektivne verovatnoće.



Slika 2. Izvesnost, rizik i neizvesnost

Kada je u pitanju određeni investicioni projekat, zadatak nosioca projekta je da na što bolji način upravlja rizikom, donoseći odluke sa što boljim predviđanjem ishoda. Upravljanje rizikom je moguće primenom određenih mera rizika. Najčešće mere rizika su merenje očekivanog prinosa, računanje varijanse, standardne devijacije i volatilnosti rizika. Rizik može da bude poseban i zajednički. Poseban rizik je specifičan za svaku organizaciju i može biti rizik likvidnosti, kreditni, operativni i rizik izloženosti. Zajedničkom ili sistemskom riziku su izložene sve organizacije i to su kursni, kamatni i politički rizik. Da bi se umanjio, odnosno diverzifikovao rizik, investitori vrše ulaganja u različite investicione projekte. Investicioni portfolio predstavlja skup različitih investicija formiranih da bi se umanjio ukupni rizik. Cilj investitora je da ostvari efikasan portfolio. Stvaranjem efikasnog seta portfolija određuje se granica efikasnosti u odnosu na rizik i povraćaj koji se želi ostvariti.

2.2 Definicije rizika

Proučavajući termin „rizik“ u literaturi se pojavljuje mnogo definicija. U ovom delu rada su izvojene i pojašnjene određene definicije. Rizik u osnovi može da se posmatra sa pozitivnog i negativnog aspekta. Većina definicija rizik tretira kao negativan aspekt dešavanja i lošu posledicu kojom se rizik ispoljava. Sa druge strane, proučavajući pojave koje se mogu dogoditi, pojam rizika se može posmatrati sa pozitivnog aspekta.

Rizici kao poremećaji sistema ili neočekivane (nepredviđene) promene određenih ulaznih veličina, koje utiču na promene izlaznih veličina sistema, u osnovi izazivaju trenutno negativan doživljaj, ali promenom pristupa prema riziku, rešava se i posledica koju rizik izaziva. Takođe, procena rizika obuhvata u većini slučajeva, negativne aspekte pojava. Posledice mogu biti i pozitivne i negativne. Prepoznavanjem rizičnih situacija i

stalnim praćenjem pojava, takođe dolazimo do shvatanja da termin rizik može da bude povezan sa pozitivnim posledicama.

Prema Kerzneru (2013) rizik predstavlja funkciju verovatnoće pojave rizičnog događaja i njegove posledice (faktori rizika):

$$\text{Rizik} = f(\text{verovatnoća, posledica}) \quad (1)$$

Pri čemu je deterministički model za procenu rizika predstavljen putem matematičke funkcije:

$$\text{Faktor rizika} = P_f + C_f - P_f \times C_f \quad (2)$$

gde su:

P_f – verovatnoća neuspeha,

C_f – posledica neuspeha.

Kaplanova (1997) definicija rizika sadrži tri elementa:

$$R = \{<S_i, L_i, X_i >\} \quad (3)$$

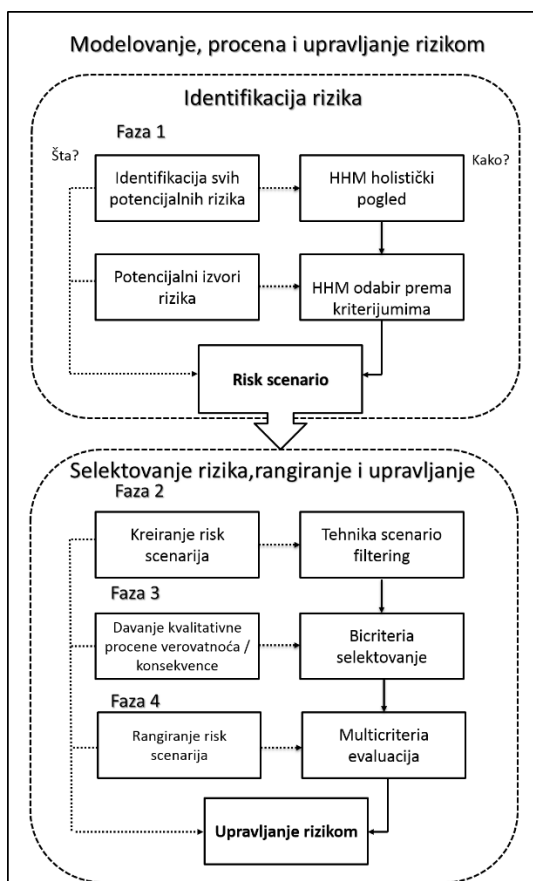
gde je S_i i-ti risk scenario, L_i označava verovatnoću scenarija i X_i označava rezultat posledice. Prethodno pomenutoj definiciji istog autora dodat je subskript "c" da označi set scenarija koji se mogu desiti, pa tako nova formula glasi

$$R = \{<S_i, L_i, X_i >\}_c \quad (4)$$

U Australijskim standardima iz 1999 – e godine stoji da je upravljanje rizikom mnogo više povezano sa identifikacijom prilika, nego sa izbegavanjem ili smanjenjem gubitaka (Standards Australia, 1999). Proučavanje rizika omogućava kreiranje modela odlučivanja zasnovanih na pravovremenoj proceni rizika.

2.2.1 Odlučivanje zasnovano na proceni rizika

Donošenje odluka zasnovano na proceni rizika i pristup odlučivanju zasnovan na proceni rizika su često korišćeni termini koji upućuju na određene sistemske procese koji se suočavaju sa neizvesnošću i korišćeni su da se formulišu pravila i procene njihova različita dejstva i posledice (Haimes, 2009). Marvin (2013) je prilagodio definiciju odlučivanja zasnovanog na riziku date od strane Američkog odeljenja za energetiku DOE, US (1999) i naglasio da je odlučivanje zasnovano na proceni rizika „proces u kome se kvantifikuju rizik, troškovi i koristi da bi se procenile i uporedile kompetitivne opcije odluka uz ograničene resurse”.



Slika 3. Faze identifikacije i kvantifikacije rizika prema Haimes pristupu (Haimes, 2005)

Macesker i ostali autori (2002) ističu da je odlučivanje zasnovano na riziku proces koji selektuje informacije u vezi sa verovatnoćom jednog ili više neželjenih ishoda koji

moгу da se pojave u široj, uređenoj strukturi, koja pruža donosiocima odluka više informacija kao osnove za donošenje upravljačkih odluka. Na Slici 3. su prikazane faze identifikacije i kvantifikacije rizika prema Haimes modelu, u kome su postavljene faze donošenja odluka. Identifikacija rizika je prva faza u procesu modelovanja, procene i upravljanja rizikom. Sledeća faza obuhvata tehnike procene rizika putem selektovanja, rangiranja i upravljanja rizikom, koja uključuje niz iteracija i kvantifikovanja kvalitativnih opisa.

Odlučivanje zasnovano na proceni rizika je jedna od metoda koja se sve više primenjuje u savremenim uslovima. Metoda je posebno značajna, jer kvalitativne opise prevodi u kvantitativne vrednosti posmatranih faktora rizika.

2.3 Modelovanje, procena i upravljanje rizikom

2.3.1 Sistemski inženjering

Razvoj efektivnog sistema je cilj kako naučnika, tako i inženjera. Sistem kao skup međusobno povezanih komponenti sastoji se od složene kombinacije resursa (ljudi, materijala, opreme, hardvera, softvera, postrojenja, podataka, informacija, usluga, itd.), povezanih tako da ispunjavaju specifične funkcionalne zahteve (Blanchard and Blyler, 2016). Karakteristike sistema su: predmet, struktura, povezanost, hitnost i interdisciplinarnost.

Klasifikacija sistema prema (Fabrycky, 2014) je izvršena prema poreklu na prirodne i dizajnirane od strane ljudi, na osnovu forme na fizičke i konceptualne sisteme, tipa na statičke i dinamičke, interakciji prema okruženju na zatvorene i otvorene. Definisanje potreba, zadataka, zahteva i funkcija su osnovni koraci za formiranje arhitekture sistema. Sistemski pristup je u službi pretvaranja potreba i zahteva korisnika sa ciljem kreiranja sistema.

Šest osnovnih faza systemske analize kao pristupa u analizi odlučivanja obuhvata:

1. Determinisanje ciljeva sistema;
2. Uspostavljanje kriterijuma za rangiranje alternativa;
3. Razvoj alternativnih rešenja;
4. Ponavljanja;
5. Akcije (Gibson at all, 2007).

Systemski inženjering je interdisciplinaran, sveobuhvatan pristup rešavanja kompleksnih problema i zadovoljavanja potreba korisnika. Takođe, systemski inženjering koristi skup metoda i alata (strategija, procedura i tehnika) koje pomažu u primeni systemskog inženjeringa na projektu ili proizvodu. To je proces koji transformiše potrebe kupaca u jasno definisan sistem parametara, sa ciljem pokušaja optimizacije efektivnosti i dostupnosti sistema (Martin, 1996).

Prema Martin (1996) systemski inženjering se sastoji od:

1. Menadžmenta systemskog inženjeringa, koji obuhvata planiranje, organizaciju, kontrolu i smernice usmerene na tehnički razvoj sistema ili proizvoda;
2. Zahteva ili definicije arhitekture, koje obuhvataju tehničke zahteve zasnovane na potrebama učesnika, definicijama struktura ili arhitektura komponenti sistema i usmeravanja datih zahteva prema komponentama sistema;
3. Integraciju i verifikaciju sistema, koje uključuju komponente arhitekture na svim nivoima i proveru da su zahtevi u skladu sa komponentama.

Pincipi systemskog inženjeringa ukazuju na značaj uticaja između performansi, rizika, troškova i vremena (Enclosure 12 on Systems Engineering in DOD Instruction 5000.02, 2008). Prema istom izvoru systemski inženjering integriše tehničke procese u

funkciji definisanja i balansiranja performansi sistema, troškova, vremena i rizika sa srodnim sistemima i u okviru sistema.

2.3.2 Holistički pristup u sistemskom mišljenju

Holistički pristup u proučavanju i proceni rizika podrazumeva sveobuhvatan i sistemski pristup u proučavanju svih aspekata, učesnika i mogućih procesa koji mogu imati uticaj na proces odlučivanja. Holistička teorija tvrdi da nijedan deo sistema ne može da funkcioniše nezavisno od celog sistema čiji je deo. Holistički pristup je široko primenjen u mnogim oblastima, kao što su: filozofija, religija, socijalne ili naučne doktrine (Public Broadcasting Systems, prema Gibson at all, 2007).

Sistematski metodološki pristup u razvoju mišljenja polazi od pogleda na metodologiju – proces, razvoja modele, uspostavlja standarde, predstavlja formalizam u pristupu i koristi levu stranu mozga. Sa druge strane sistemski način mišljenja i pristupa polazi od razmišljanja i pogleda situacije na drugačiji način, sa težnjom da se postave ciljevi odozgo prema dole. Ovakav način predstavlja poseban filozofski pristup i koristi desnu stranu mozga (Gibson at all, 2007). Sistematske greške nastaju usled prirodnih sklonosti donosioca odluka da prate prirodu svog ponašanja, bez obzira na valjanost donete odluke.

Holistički pristup ispituje sveukupne izvore, kao mesta gde je moguće pojavljivanje rizika i razvoj scenarija rizika u odnosu na predmet i uslove istraživanja. Sistemski pristup može takođe biti definisan kao logički i disciplinovan proces rešavanja problema (Kerzner, 2013). Jedan od najtežih delova u ovom pristupu jeste princip sveobuhvatnosti i praktičnosti (operativnosti) (Haimes, 1992).

2.3.3 Kognitivni sistemski inženjering i upravljanje rizikom

Sistemski inženjering je višestruko povezan sa drugim inženjerskim oblastima. Za razvoj sistemskog inženjeringa posebno su značajne oblasti: kognitivni sistemski inženjering, industrijski inženjering, menadžment projekata i upravljanje rizikom.

Suština kognitivnog sistemskog inženjeringa je u značaju uticaja između praktične primene sistemskog inženjeringa širenjem koncepta sistemskog inženjeringa sa isključivo tehničkog aspekta na pridruživanje kognitivnog sistema (Hollnagel & Woods, 2005).

Takođe, jedan od interdisciplinarnih delova sistemskog inženjeringa je i upravljanje rizikom, koji uključuje prepoznavanje rizika u operativnim aktivnostima i upravljanje u različitim oblastima posmatranja.

Primenom sistemskog inženjeringa moguće je izgraditi jasan sistem, prikazati interakciju između sistema i okoline, ostvariti uštedu u troškovima, vremenu i uz dobro dizajniranu strukturu procesa odlučivanja smanjiti rizik.

2.3.4 Sistematske greške

Subjektivna komponenta u procesu odlučivanja je uvek podložna proceni. Pouzdanost modela za odlučivanje ispituje se testiranjem senzitivnosti modela na procenu težinskih koeficijenata koje donosioci odluka definišu, procenu verovatnoće i ostale subjektivne elemente u procesu odlučivanja. Uticaj psiholoških efekata predrasude (sklonosti), heuristički i ograničavajući efekti i emotivnost u grupi su otkrivene kao uticajne u procesu odlučivanja i njihovo kvantifikovanje i dokazivanje je predmet istraživanja u mnogim radovima.

Poteškoće u uspešnoj proceni budućih događaja, pa samim tim i donošenju zadovoljavajućih odluka, povezane su sa dobrom sposobnošću prepoznavanja neizvesnosti i uslova u kojima odluke moraju biti donete. Sa jedne strane se proučava

prirodna logika svakog pojedinca zasnovana na metafizičkim pretpostavkama, dok sa druge strane, mogućnost proučavanja kognitivne neuronauke daje mogućnost merenja uticaja ponašanja, reakcije i drugog delovanja pojedinca. Rasuđivanje na osnovu slučaja je jedno od efikasnih načina primene iskustva (Kraslawski, 2003). Biti sposoban za procenu određenih situacija znači znati dobro rasuđivati.

Greške u logici samog rasuđivanja, koje su otkrivene su selektovane na sledeći način:

1. Dvosmislene ili nejasne reči ili fraze;
2. Navođenje nepouzdatih izvora;
3. Diskreditovanje načina argumentovanja;
4. Lažna dilema;
5. Odvlačenje pažnje sa glavne teme;
6. Klizav teren (pretpostavka da ako je jedna činjenica istinita da je i sve ostalo što sledi istinito) ;
7. Pozivanje na popularnost (velike grupe imaju isto mišljenje) ;
8. Savršeno rešenje (pretpostavka da ukoliko deo problema nije adekvatan onda i celo rešenje treba napustiti) ;
9. Pogrešne, nepotpune ili zbunjujuće činjenice ili izjave;
10. Uzročna uprošćavanja;
11. Princip generalizacije (Bassham et al, 2002).

2.3.5 Procena rizika

„Proces procene rizika je skup logičkih, sistemskih i dobro definisanih aktivnosti koje pružaju donosiocu odluka mogućnost identifikacije, merenja, kvantifikacije i evaluacije rizika povezanog sa određenim prirodnim fenomenima ili ljudskim aktivnostima“ (Haimes, 2009). Isti autor navodi da se ukupno upravljanje rizikom može

definisati kao sistematski, statistički zasnovan, holistički proces izgrađen na osnovama kvantitativne procene rizika i upravljanja rizikom.

Proces procene rizika obuhvata sledeće faze:

1. Identifikacija rizika (Identifikacija porekla, prirode rizika i neizvesnosti povezane sa aktivnostima ili pojavama koje se analiziraju). Uzroci mogu obuhvatati demografske, ekonomske, hidrološke, tehnološke, meteorološke, ekološke, institucionalne i političke elemente. Pitanje: Šta može da krene loše?
2. Modelovanje rizika, kvantifikacija i merenje (Procena verovatnoće davanjem subjektivne i objektivne ocene i modelovanje uzročnih veza uzimajući u obzir izvore rizika i njihove uticaje. Kvantifikovanje input-output veza uzimajući u obzir slučajne promenjive, egzogene i odlučujuće varijable, kao i njihove veze i relacije sa stalnim varijablama, određivanje funkcija i konstanti). Pitanje: Kolika je verovatnoća onoga što može da se pojavi kao loše?
3. Evaluacija rizika (Ovaj korak predstavlja most između procene rizika i upravljanja rizikom. Različita pravila se koriste, uključujući Pareto – optimum princip. Balans se generiše kroz pojmove troškova, koristi i rizika. Multikriterijumska analiza je najzastupljenija kao metod u okviru evaluacije rizika). Pitanje: Koje su posledice loše pojave?
4. Prihvatanje i izbegavanje rizika (Korak odlučivanja, gde svi troškovi, koristi i rizici su u istoj ravni kako bi se odredio nivo prihvatljivosti rizika). Pitanje: Šta može da bude urađeno i koje su opcije dostupne? Koje su veze između troškova, koristi i rizika u ravnotežnoj situaciji?
5. Upravljanje rizikom (Ovaj korak je povezan sa svim prethodnim koracima u smislu implementacije odluka sa ciljem detektovanja, prevencije, kontrole i upravljanja

rizikom). Pitanje: Koliki je uticaj trenutnih odluka na buduće poslovanje? (Haimes, 2009; Kaplan, 1997).

Pre procesa identifikacije rizika neophodno je utvrditi ko su učesnici i kakva je njihova uloga u procesu odlučivanja. Značaj svakog učesnika je od velikog značaj za dalji tok analize rizika. Zatim se vrši prikupljanje podataka i informacija koje mogu biti od koristi za merenje svih potrebnih elemenata. Nakon toga pristupa se procesu modelovanja i analize rizika. Ovaj proces uključuje primenu tehnika, kao što su Pareto – optimum dijagram, multikriterijumsku analizu i analizu osetljivosti.

U procesu donošenja odluka ključnu ulogu ima subjektivni faktor. Koristeći raspoložive tehnike i analize u odabiru rizika donosilac odluka daje subjektivnu ocenu prilikom izbora kriterijuma, ali i odabira ishoda.

U postupku procesa identifikacije rizika kao prvog koraka u proceni rizika, moguća je primena hijerarhijsko holografskog modelovanja kao okvira za identifikaciju izvora rizika u datim oblastima posmatranja. Holografsko značenje upućuje na pogled na sistem sa mnogo aspekata, dok hijerarhijsko upućuje na razumevanje i detektovanje različitih nivoa sistema.

2.4 Analiza odlučivanja

2.4.1 Proces odlučivanja

S obzirom na kriterijume i učesnike, odlučivanje može biti višekriterijumsko i višekspersko. Sa matematičkog stanovišta proces odlučivanja se može predstaviti kao skup sa osnovnim elementima koji uključuje donosiocce odluka (bilo da su racionalni ili iracionalni), skup alternativa ili strategija koje primenjuju donosioci odluka, rezultate

procesa odlučivanja, kriterijume, težinske koeficijente za kriterijume, funkciju cilja donosioca odluka ili određene skale (Stoklasa, 2014). Multi-kriterijumska analiza primenjena u radu (White, 1990) pokazuje da je neophodno više proučavanja u ovoj oblasti i zahteva razvoj pomoćnih matematičkih alata.

Zavisno od toga koji metod će investitori primeniti u procesu donošenja odluka zavisi i izbor alternative. Pristup koji investitori imaju je primena metoda odlučivanja i izbor alternative koja je najbolja u većini slučajeva ili pristup analize samih metoda i ispitivanje konzistentnosti njihovih rešenja i donošenje odluke primenom najboljeg metoda (Pavličić, 2004). Iako investitori nemaju uticaj na mnogo faktora koji utiču na proces odlučivanja, zadržavaju uticaj na proces kojim donose odluke. Izbor modela za donošenje odluka je još jedan subjektivni elemenat u procesu donošenja odluke. Racionalan proces donošenja odluka je sistem koji se sastoji od sledećih podсистema:

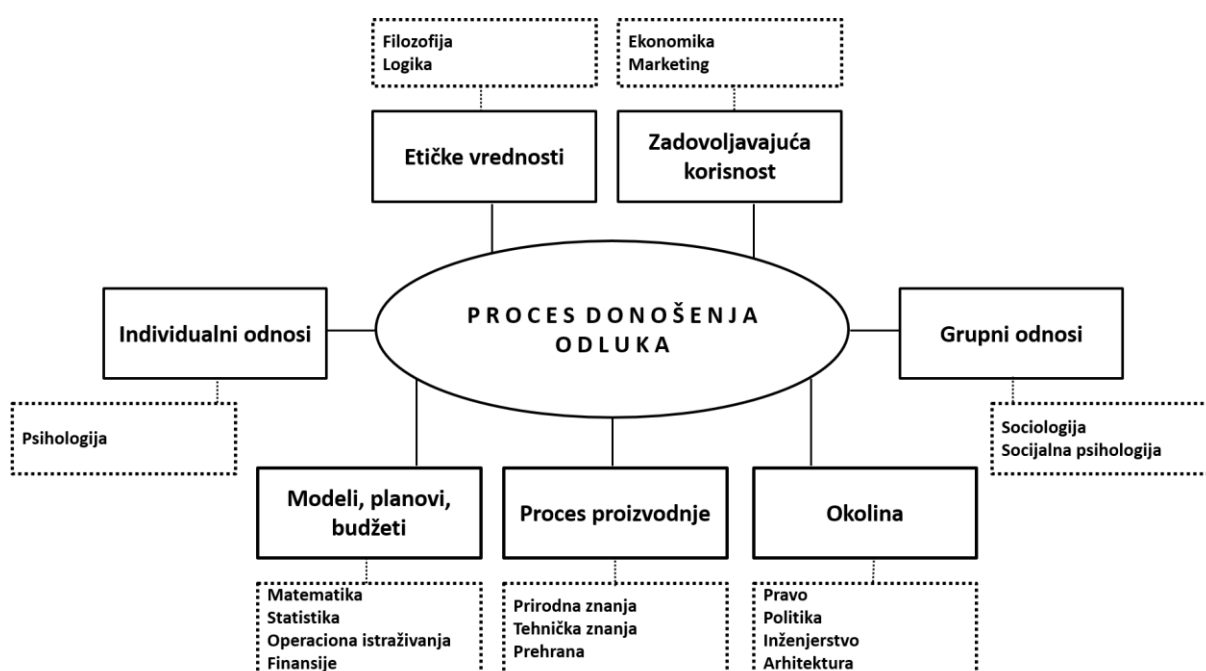
1. Identifikacija problema;
2. Identifikacija kriterijuma odlučivanja;
3. Dodeljivanje težine kriterijumima;
4. Razvoj alternativa;
5. Analiza alternativa;
6. Izbor alternativa;
7. Primena alternativa;
8. Ocena efikasnosti odluke.

Ocnom efikasnosti odluke dolazimo do saznanja da li je odluka donela očekivani efekat ili ne. Na taj način proces donošenja odluka je sistem koji ima svoje podsysteme,

koji se nalaze u uzajamnom dejstvu i koji jedan na drugi utiču (Radosavljević, 2006). Multidisciplinarni pristup u procesu donošenja odluka prikazan je na Slici 4.

Postupak odlučivanja i donošenje odluke prolazi kroz nekoliko faza:

1. Prikupljanje i analiza potrebnih informacija;
2. Definisane ciljeva poslovnog sistema;
3. Razrada očekivanih rezultata;
4. Odlučivanje o potrebnim resursima;
5. Razrada alternativnih odluka;
6. Izbor i donošenje odluke;
7. Kontrola sprovođenja odluka (Leković, 2002).



Slika 4. Multidisciplinarni pristup u procesu donošenja odluka (prema Gamble, 1991)

Glavni cilj primene faza donošenja odluka jeste donošenje optimalne i primenjive odluke u utvrđenim okolnostima. Na temelju takvih odluka poslovni subjekat ostvaruje uspešnu poslovnu aktivnost, čime ispunjava misiju i viziju osnivanja.

2.4.2 Programirane i neprogramirane odluke

Proces odlučivanja se može posmatrati sa aspekta bihejviorističkog odlučivanja (najviše uticaja ostvaruju filozofija, psihologija, sociologija, antropologija i političke nauke) i klasičnog odlučivanja (uticaj ekonomije, statistike i matematike).

Prema Simonu (1959), donosioci odluka donose zadovoljavajuće odluke u uslovima ograničene racionalnosti (engl. bounded rationality). Prema istom autoru odluke mogu biti programirane i neprogramirane. Osnovna karakteristika programiranih odluka je rutinsko obavljanje aktivnosti, unapred definisani postupci po kojima se donosi odluka, iskustvo po kome se postupa u donošenju odluka. Neprogramirane odluke su vezane za nove situacije, bez unapred pripremljenih algoritama, sa povećanom neizvesnošću. Za neprogramirane odluke je značajna bihejvioristička teorija, koja polazi od stanovišta da je odlučivanje sekvencijalni, ponavljajući proces eliminacije alternativa. Posmatraju se posebno problemi u odlučivanju, a racionalnost se primenjuje u izboru jednog od mogućih izbora koji od raspoloživih izbora zadovoljava zacrtane kriterijume odlučivanja. Programirane odluke se baziraju na pravilima, proceduri ili uobičajenoj praksi. Za lakše i brže donošenje programiranih odluka mogu da se izrade pisane procedure, pravila ili politika. Alternativna rešenja kod ovih vrsta odluka su ograničena ili uopšte ne postoje. Karakteristika programiranih odluka je rutinsko ponavljanje jednostavnih ili složenih situacija na koje donosioci odluka treba da reaguju. Da bi se procedure, pravila ili politika postavili, ponavljajuća situacija se raščlanjuje na elemente koji se mogu definisati, predvideti i analizirati.

Neprogramiranu odluku iziskuje specifična situacija, koja ne može da se unapred predvidi, analizira ili definiše. Ove vrste odluka se primenjuju na nestandardne situacije.

U biheviorističkom modelu odlučivanja emocije imaju veliku ulogu, dok se racionalnost u odlučivanju primenjuje i u klasičnom i u biheviorističkom modelu odlučivanja. Naglašen uticaj emocija na donošenje odluka, prisutan je kod svih učesnika na finansijskim tržištima, bez obzira na njihovo znanje i iskustvo u investiranju (Dobromirov, 2010). Osnovni kriterijum za racionalno odlučivanje je efikasnost. Odlučivanje je racionalno, ako donosilac odluke veruje da su odabrana sredstva najefikasnija, ako se odabranom akcijom najbrže postižu zacrtani ciljevi i ako su ciljevi donosioca odluka zaista pravi ciljevi koje donosilac odluke treba da postavi. Uticaj psihologije u finansijskom odlučivanju intenzivnije se izučava kada postaju dostupni podaci berzanske trgovine. Početak izučavanja uticaja psiholoških faktora na donošenje odluka prezentuju Daniel Kahneman i Amos Tversky 1979. u radu „*Prospect Theory: An Analysis of Decision Under Risk*“, koji je u narednom poglavlju detaljnije obrađen (Kahneman and Tversky, 1979).

2.4.3 Optimalne i zadovoljavajuće odluke

Odluka koju donosilac odluke donese primenjujući klasičnu teoriju odlučivanja je optimalna. Primenom biheviorističke teorije odlučivanja donesene odluke su zadovoljavajuće. Razlike između optimalnih i zadovoljavajućih odluka je u zahtevima koji se postavljaju pred odlučivanje, u broju definisanih kriterijuma odlučivanja, razlika u pristupu provere adekvatnosti kriterijuma odluke.

Polazni kriterijum očekivanja za ulaganje je od izuzetnog značaja. Prema istraživanju (Sando, 2011) uočeno je da preduzeća očekuju visok efekat ulaganja u buduće investicije, što ukazuje na veći značaj izučavanja biheviorističkih faktora na očekivanja investitora.

Prema prethodno navedenim teorijama, donosioci odluka svih profila podložni su uticaju klasičnih i bihejviorističkih faktora pri donošenju odluka. Klasične faktore je moguće algoritamski predstaviti i prepoznati, dok je proučavanje bihejviorističkih faktora savremena tendencija. Doneti odluku korišćenjem klasične teorije odlučivanja, znači bazirati se na rezultate, modele, metode i tehnike iz oblasti matematike, statistike i ekonomije. Bihejvioristički pristup podrazumeva donošenje odluka pod uticajem filozofije, psihologije, sociologije, antropologije i političkih nauka.

U novijim radovima na temu ispitivanja bihejviorističkog uticaja na donošenje odluka, posebno se obraća pažnja i pokušava pronaći rešenje za merenje stepena zadovoljstva. Merenje stepena zadovoljstva donetim odlukama je od izuzetne važnosti za buduće procene.

2.4.4 Stilovi odlučivanja

Jedan od stilova odlučivanja koji zauzima značajno mesto u istraživanju u poslednje vreme, jeste bihejvioristički stil odlučivanja. Bihejviorizam (poreklo eng. "behavior" – ponašanje) podrazumeva način ponašanja, način rada, aktivnost pojedinca na psihološkom nivou, kognitivne (svesne) slike, fantazije i emocije koje se mogu pratiti, posmatrati i meriti. Začetnici bihejviorizma su Watson (1913), Pavlov (1932) i Skinner (1938).

Bihejviorizam je filozofija psihologije, koja ukazuje na pojavu da čovek sve što učini, bilo da je delovanje, mišljenje ili osećanje predstavlja ponašanje. U procesu odlučivanja donosioci odluka su suočeni sa klasičnim i bihejviorističkim načinom odlučivanja. Uticaj jednog ili drugog načina odlučivanja zavisi od afiniteta samog

učesnika, kao i odnos u kome će se ostvariti uticaj jednog ili drugog načina u donetoj odluci.

Bihejviorizam u upravljanju je koncept zasnovan na prepoznavanju različitih potreba i njihovom zadovoljavanju, na ograničenoj racionalnosti i preferenciji ponašanja. Ponašanje zasnovano na zadovoljavanju potreba (u literaturi često se koristi naziv motivacioni pristup), je zasnovano na pretpostavci da svaki pojedinac ima određene potrebe koje nastoji da ispuni. Stimulus iz okoline može izazvati želju za ispunjenjem potreba koja prouzrokuje promene u ponašanju ili akciji (Hicks and Goronzy, 1967).

Bihejvioristički efekti su determinisane sklonosti pojedinca da reaguje na očekivan način u uslovima neizvesnosti. Stoga, bihejvioristički stil odlučivanja je usmeren na ljude i podsticanje što veće interakcije između učesnika u procesu odlučivanja, kako bi se dobio što bolji uvid na motivacionu funkciju svakog učesnika ponaosob i zajedno, čijim ispunjenjem se ostvaruje povećanje aktivnosti i uspešnosti u odlučivanju.

Iz koncepta bihejviorizma razvila se bihejvioristička teorija odlučivanja. Ova teorija je zasnovana na ograničenoj racionalnosti, a nastala je sa ciljem odgovora na pitanje kako ljudi odlučuju u stvarnom životu (Simon, 1959). Klasična teorija odlučivanja polazi od činjenice da je čovek racionalno biće i da ima determinisano okruženje. Na osnovu toga donosi optimalne odluke, koje mu donose maksimalan profit. Međutim, kako ljudi vrlo često ne razumeju koja je strategija koja maksimizira njihovu korisnost, to i klasična teorija odlučivanja ima određena ograničenja. Bihejvioristička teorija bira ponašanje koje je dovoljno dobro i efikasno, u odnosu na optimalno ponašanje. Ljudska racionalnost je ograničena, zavisi od situacije i sposobnosti donosioca odluka.

Nasuprot bihejvioristima u psihologiji je nastao kognitivistički pravac, kao pokretač „kognitivne revolucije” u istraživanju. Osnovna pretpostavke ove teorije jeste tvrdnja da je moguće merenje mentalnih procesa, misli, emocija, ciljeva i sećanja.

Predstavljanje prirodnog jezika putem matematičkih sistema i kompjutacionih sistema razvio je Čomski u tzv. hijerarhiji Čomskog u matematičkoj lingvistici (Čomski, 1975). U istom delu autor zaključuje da, ako se prirodni jezik može prikazati kroz kompjutacioni sistem, onda je i mišljenje, kao srodno strukturi prirodnog jezika, moguće prikazati kroz kompjutacioni sistem.

Suprotno od polarizovanih bihejvorista i kognitivista, Bandura (1963) u teoriji o socijalnom učenju i razvoju ličnosti kombinuje kognitivne i bihejvioralne pristupe.

Donosioci odluka u realnim uslovima koriste podatke koji su im potrebni za donošenje odluka, ali se takođe susreću da brojnim ograničenjima. Tako da doneta odluka nije samo plod objektivno utvrđenog činjeničnog stanja, već i subjektivnih okolnosti. Donosioci odluka često ne raspolažu adekvatnim informacijama o samoj suštini problema, nemaju vremena i sredstava za dobijanje informacija, za razumevanje raspoloživih informacija, suočavaju se sa nemogućnosti memorisanja velike količine informacija i ograničene sposobnosti računanja (Simon, 1976). Na taj način donosioci odluka donose odluku koja nije najbolja, već koja deluje najviše zadovoljavajuće. Ukoliko je vreme potrebno za donošenje odluke kratko ili su troškovi za dobijanje potrebnih informacija veliki, ovaj metod primene ograničene racionalnosti dobija na značaju. Donosioci odluke se oslanjaju na princip heuristike, kao opšte sazajnih strategija, koje se zasnivaju na intuiciji ili koje su primenjene na slične situacije (Kahneman i Tversky, 1996).

2.5 Moderne teorije finansija

2.5.1 Subjektivna teorija verovatnoće i hipoteza racionalnih očekivanja

Moderne teorije finansija su teorije sa hipotezom racionalnih očekivanja i teorijom subjektivne verovatnoće. Subjektivnu teoriju verovatnoće su postavili Sevidž i Milton

Fridman (Friedman i Savage, 1952). Njima su se priklonili začetnici finansija Franko Modigliani i Merton Miler (Modigliani and Miller, 1958), zajedno sa Hari Markovicem i Vilijamom Šarpom (Markowitz, 1952; Šarp, 1963). Hipotezi racionalnih očekivanja priklonio se Judžin Fama, tvorac hipoteze efikasnog tržišta. Subjektivna teorija verovatnoće i hipoteza racionalnih očekivanja nepoznatu budućnost, pomoću normalnog rasporeda verovatnoće svode na skoro sigurnu budućnost (Davidson, 2002). Cilj ovih teorija jeste da se ustanovi model ponašanja i donošenja odluka investitora. Pretpostavka je da su investitori racionalni i da deluju u ergodičnim uslovima, tj. da se struktura procesa ne menja pod uticajem ljudskih odluka.

Sa druge strane prema Keynes-u (1952), budućnost je neizvesna i neergodična, tj. na osnovu prethodnih iskustava i podataka nije moguće odrediti pravac budućeg delovanja i ljudske odluke menjaju budućnost, pa tako ne postoji unapred utvrđena ravnoteža na finansijskom tržištu. S obzirom na to da je budućnost neizvesna i neergodična, osnovu uspeha na tržištu čine uspešno predviđene situacije na tržištu, procene investitora o budućem kretanju na tržištu, na osnovu koji se donose investicione odluke.

2.5.2 Metode odlučivanja u uslovima neizvesnosti

Prema selekciji Mora (1980) metode odlučivanja na osnovu određenih kriterijuma u uslovima neizvesnosti su:

- Optimistički (maximax) metod – izražava se pomoću jednačine

$$c = f(e_{ij}) = \max e_{ij} \rightarrow \max \quad (5)$$

gde je c – kriterijum, $f(e_{ij})$ funkcija matrice efikasnosti. Ovaj metod polazi od pretpostavke da se bira strategija za odlučivanje koja bira maksimalni efekat najpovoljnijeg slučaja.

- Pesimistički (maximin) metod (prema Waldu) – Primenjujući kriterijum pesimizma, donosilac odluke je uvek oprezan i uvek bira najmanje loš efekat. Maximin kriterijum donošenja odluke u uslovima neizvesnosti može se izraziti pomoću jednačine:

$$c = f(e_{ij}) = \min e_{ij} \rightarrow \max \quad (6)$$

- Kriterijum optimizma – pesimizma (prema Hurzwich) – polazi od pretpostavke da se donosilac odluke ponaša razumno i ekstremna stanja optimizma i pesimizma zamenjuje sa koeficijentom optimizma (w) na osnovu koga određuje očekivani efekat.

$$c = f(e_{ij}) = w * \max e_{ij} + (1 - w) * \min e_{ij} \rightarrow \max \quad (7)$$

- Metod minimax kajanja (žaljenja) (prema Savage) – bira se ona opcija kod koje je mera žaljenja najmanja. Ovaj kriterijum donošenja odluke može se izraziti pomoću jednačine:

$$c = f(e_{ij}) = \max (\max e_{ij} - e_{ij}) \rightarrow \min \quad (8)$$

- Laplasov model – model racionalnosti (prema Bayes i Laplace). Ovaj model pokušava da prevaziđe stanje neizvesnosti, tako što polazi od pretpostavke da događaji nastupaju sa istom verovatnoćom. Ukoliko su poznate vrednosti verovatnoća, ponderišu se sa očekivanim efektima aktivnosti.

U novijim naučnim radovima prisutna je tendencija kombinacije modela odlučivanja.

Analitičko hijerarhijski proces (AHP) se definiše kao kvantitativna tehnika koja omogućava strukturiranje kompleksnog problema odlučivanja sa više kriterijuma i pruža objektivnu metodologiju koja se primenjuje na širok spektar odluka i proces ljudskog

rasuđivanja (Lee et al, 2001). Saaty (1980) je prvi uveo ovu metodu kao vid matematičkog načina odlučivanja. U radu (Bogdanović et al, 2011) koriste kombinovanu AHP metodu i višekriterijumsku metodu odlučivanja u uslovima neizvesnosti, na primeru primene u rudarskom sektoru. Integrisana AHP verzija podrazumeva primenu AHP metode uz matematičko programiranje, funkcija kvaliteta (QFD), meta-heuristiku, SWOT analizu i metod analize podataka (DEA), koja se pokazala efektivnija u odnosu na samostalnu primenu AHP metode (Ho, 2008). Kombinacija metoda zasnovanih na analitičko-hijerarhijskom modelu, težinskim koeficijentima i TOPSIS metodi pokazuje lakše korišćenje u proceni više fuzzy multikriterijumskih metoda procesa odlučivanja (Triantaphyllou i Lin, 1996). Comes et al. (2011) razvili su mapu odlučivanja, kao alat za podršku u odlučivanju zasnovanog na multikriterijumskoj analizi i determinisanju različitih vidova principa rasuđivanja (deterministički, verovatnosni, fuzzy i tehniku odlučivanja u uslovima ignorisanja).

Amor i ostali (2007) tvrde da multikriterijumsko odlučivanje uključuje više vrsta informacionih nesavršenosti uključujući stohastičke i fuzzy (nejasne, neodređene) metode kao primere. Hijerarhijski modeli su najčešće primenjivani modeli za modeliranje neodređenosti (De Cooman, 2002). De Cooman razvija novi hijerarhijski model koji je ekvivalentan sa matematičkim prethodnim modelima, verovatnosnim modelima u koji uvodi jednostavne interpretacije ponašanja, da li ili ne donosioci odluka odlučuju da prodaju ili kupe rizične investicije po specijalnoj ceni.

2.6 Značaj izbora modela za donošenje odluka u procesu predviđanja i odlučivanja

Pri razvoju novih modela odlučivanja prilikom izbora pod uslovima neizvesnosti, teorija korisnosti se dopunjuje uz praćenje standardnih ekonomskih okvira maksimizacije

i praćenje svojstva ponašanja, preferencije, averzije prema riziku, uporedne averzije prema riziku, i drugim parametrima (Chew, 1979; prema Luce et al, 1990).

Donošenje odluka, izbora ili suda o određenom pitanju u uslovima neizvesnosti zavisi od "okvira" (framing effect), kako se postavlja pitanje, koji su uslovi, na koji način se definiše pitanje ili problem i slično (Slovic, 1969; Kahneman i Tversky, 1981; Slovic et al, 1982). Ispitivanje u vezi sa percepcijom rizika i efektom okvira pitanja su bili predmet rada u istraživanju Tipurić i Prester (2004). U radu (Wang, 1996) ispituje mehanizme i dinamiku efekata okvira pri izborima pod uslovom rizika.

Loomes i Sugden (1982) su predložili alternativnu teoriju žaljenja u odnosu na teoriju očekivanog izbora zasnovanu na intuiciji. Teorija žaljenja polazi od pretpostavki da ljudi uvek doživljavaju senzacije kao žaljenje i radovanje, zatim da u uslovima neizvesnosti pokušavaju da uzmu u obzir ove senzacije. Machina (1982) istražuje nezavisne aksiome ponašanja i ukazuje na značaj izgradnje modela preferencija u odnosu na posmatranje sveukupnog odnosa prema riziku donosioca odluka.

Milićević i ostali (2007) su došli do rezultata da sklonost i averzija prema riziku zavisi od stepena verovatnoće ishoda, kao i okvira u kome se postavljaju određeni ishodi. Sklonost i odbojnost prema riziku autori su kvantitativno definisali i ispitali na osnovu teorije korisnosti i teorije očekivanog izbora. Takođe, rezultati u radu (Pablo, 1997) delimično potvrđuju da modeli ponašanja i sklonosti donosioca odluka pod uslovima rizika uz oblikovanje i prilagođavanje situacije u kojoj se donosi odluka utiču na rezultate u procesu predviđanja.

Teorije preferencija donosioca odluka pod rizikom ne koriste tranzitivnost i nezavisne aksiome Neumann i Morgenster-ove teorije linearne korisnosti (Neumann i Morgenstern, 2007: Fishburn, 1982). Obrt preferencija donosioca odluka u poređenju sa tradicionalnom ekonomskom teorijom dokazali su u eksperimentima takođe i autori

Grather i Plott (1979). Eksperiment u vezi sa preuzimanjem rizika u području gubitaka uzimajući u obzir normativne i deskriptivne implikacije i potvrdu teorije dokazuju Hershey i Schoemaker (1980). Pitanje adekvatnog opisa idealnog modela procena u procesu odlučivanja jeste takođe i ponuda kognitivne alternative koja objašnjava ljudske greške bez pozivanja na motivisanu iracionalnost (Gilovich et al, 2002).

Postoje određene kognitivne i psihološke determinisanosti u kontekstu izbora odnosa prema rizičnim i ne rizičnim izborima, kao i određene razlike u relacijama između vrednosti odluka i vrednosti iskustva (Kahneman i Tversky, 1984). Teorija korisnosti treba da se dopuni deskriptivnom teorijom odlučivanja pod uslovima rizika koja bi proučavala moguće anomalije u ponašanju (Starmer, 2000). Teorija normi i normalnosti ispoljava se kod nekih pojava pri emocionalnim reakcijama, socijalnim procenama ili pojavi nejasnoća u uobičajenoj konverzaciji, kao i u načinu formulisanja pitanja (Kahneman i Miller, 1986).

Pristup prema riziku potiče od sklonosti za greškom da se precene efekti statističke agregacije u relativiziranju smanjenja rizika (Kahneman i Lovallo, 1993). Autori u istom radu navode da previše optimistične prognoze potiču od usvajanja unutrašnjeg pogleda problema, koji je utemeljen na predviđanju planova i scenarija.

Uopšteno posmatrano, najveće uspehe u odlučivanju ostvaruju industrijski inženjeri i menadžeri sa širokim opštim znanjima, koja prelaze uske okvire poslovanja, kao i oni koji umeju da vešto iskoriste znanja ostalih članova tima ili drugih učesnika u realizaciji posla, u čemu prepoznavanje psiholoških sklonosti ima veliki značaj.

2.7 Teorija očekivanog izbora

2.7.1 Karakteristike ličnosti i psihološke pojave

Proučavanje ponašanja ličnosti donosioca odluka je značajno, jer ukazuje na to koji bi potencijalni izbor donosilac odluke odabrao. Individualne razlike koje su psiholozi prepoznali kao međusobno povezane i značajne za proces donošenja odluka su:

- Vrednost – smernice koje individua koristi kada se suoči sa situacijom da treba da donese odluku;
- Personalnost (ličnost) – uticaj svesti i podsvesti na donosioca odluka;
- Sklonost ka riziku – osobe mogu da se plaše rizika rizikoaverzibilne osobe, osobe sa neutralnim stavom prema riziku – rizikoneutralne, i rizikosklone osobe sa velikom naklonošću prema riziku;
- Potencijal nesigurnosti – samouverenost i povodljivost ličnosti karakterišu odnos prema donetim odlukama, kao i saznanje i prihvatanje uspeha ili neuspeha već donete odluke (Donnelly, 1992).

Na proces donošenja investicionih odluka pojedinca utiče niz drugih psiholoških faktora. Determinisane su određene kategorije psiholoških pojava koje utiču na racionalno donošenje odluka:

- **Predrasude:**
 - preterani optimizam / pesimizam investitora,
 - preterano samopouzdanje,
 - predrasuda samopotvrđivanja,
 - iluzija kontrole.
- **Heuristički efekti** - pokazuju uticaj intuicije na donošenje odluka:

- reprezentativnost,
- dostupnost,
- sidrenje,
- emotivnost;
- **Ograničavajući efekti** - podrazumevaju uticaj unapred utvrđenih preduslova prilikom donošenja odluke:
 - Izbegavanje gubitka,
 - Izbegavanje sigurnog gubitka;
- **Teorija krda** - Emotivnost – uticaj grupe na donosioca odluke.

Nakon razvoja teorije kumulativnog očekivanog izbora, determinisane su psihološke pojave koje utiču na racionalno donošenje odluka i koje su predmet istraživanja.

Predrasude su predispozicije donosioca odluke da napravi grešku. Mogu da budu pozitivne i negativne. Preterani optimizam ili pesimizam, kao i preterano samopouzdanje donosioca odluka bili su predmet proučavanja u radovima prema Tabeli 1. Optimističke predrasude se definišu kao manja procena sopstvenog rizika u odnosu na druge (Larsen i Shepperd, 2001) .

Tabela 1. Radovi u kojima je predmet istraživanja preterani pesimizam / optimizam, preterano samopouzdanje

Autori

Kyle i Wang (1997); Odean (1998); Brettel, Kasch i Mueller (2008) Camerer i Lovallo (1999); Malmendier i Tate (2005).

Preterani optimizam investitora povećava verovatnoću pozitivnog ishoda akcije i umanjuje verovatnoću negativnog ishoda. Donosioci odluka se fokusiraju na one faktore koji uvećavaju verovatnoću uspeha, a zanemaruju faktore koji umanjuju verovatnoću

uspeha. **Preterani pesimizam investitora** – povećava verovatnoću negativnog ishoda akcije i umanjuje verovatnoću pozitivnog ishoda. Zbog ovih predrasuda se dešavaju finansijski gubici, loše procene uvođenja novih proizvoda na tržište ili druge akcije, jer se nerealno proceni rizik ulaganja ili pravovremena aktivnosti.

Predrasuda preterano samopouzdanje je posledica nerealnog sagledavanja mogućnosti i znanja, precenjivanje sopstvenih stvarnih vrednosti, preteranog vrednovanja svojih dostignuća u odnosu na druge, prevelikog ubeđenje u svoje vrednosne stavove (Kahneman i Tversky, 1982). Preterano samopouzdanje može biti ispoljeno u preteranom samopouzdanju prema optimizmu ili preteranom samopouzdanju u pesimizmu.

Samopouzdanje je povezano sa potvrđivanjem iskustvenih slučajeva (Bazerman i Moore, 2012). Autori naglašavaju da čovečiji mozak u pretraživanju memorije i iskustva kroz koje je prošao radije bira konfirmatorni stav i prihvata ono što je već prošao, nego što bira novi način za stizanje do cilja.

Reprezentativnost je sklonost prema kojoj se verovatnoća nekog događaja ili uzorka određuje prema stepenu u kojem je slična u bitnim obeležjima sa matičnom populacijom i koja ispoljava značajne osobenosti procesa iz koga proizilazi (Kahneman i Tversky, 1972).

Dostupnost je kognitivna predrasuda koja se oslanja na lako dostupno znanje, umesto ispitivanja drugih alternativa i procedura (Sewell, 2011).

Predrasuda samopotvrđivanja pokazuje traženje dokaza na takav način da se potvrđuju postojeća verovanja, očekivanja ili pretpostavke (Nickerson, 1998).

2.7.2 Sklonosti donosioca odluka

Uticaj determinisanih psiholoških (subjektivnih) faktora najjednostavnije se može prikazati na primeru posmatranja dešavanja i procena na finansijskim tržištima gde je vreme za donošenje odluka često vrlo ograničeno.

Sistematske greške investitora i njihova povezanost sa karakteristikama ličnosti su sa značajnim nivoom korelacije između ekstraverzije i otvorenosti sa jedne strane i unutrašnjim predrasudama i preteranim samopouzdanjem sa druge strane, kao i između neuroticizma i slučajnih predrasuda, i eskalacije obaveza i predrasude dostupnosti (Sadi et al, 2011). Takođe, prema istom izvoru, postoji obrnuta korelacija između savesnosti i slučajnih predrasuda, kao i između otvorenosti i predrasuda dostupnosti.

Emocije imaju važnu ulogu kao spona između donosioca odluka koji ih poseduje i okruženja. Potreba da se pojedinac prilagodi okruženju zavisi od stepena uticaja emocija na proces donošenja odluka, kao i od intenziteta samih emocija. Maldonato et al. (2015) navode da emocije ispunjavaju i komunikativnu i motivacionu funkciju. Komunikativna funkcija se ogleda u sredstvu za ispoljavanje namera, želja i očekivanja, pa time i u inicijalnoj sferi za donošenje odluka. Motivaciona funkcija je od izuzetne važnosti, jer posmatranjem i proučavanjem motivacije pojedinca postoji veća mogućnost predikcije buduće akcije, ponašanja i konačne odluke.

U radu (Masud et al, 2011) dolaze do rezultata istraživanja da 4 od 5 menadžera priznaju uticaj biheviorističkih faktora na donošenje odluke. Kao posledica tog istraživanja navodi se značaj proučavanja psihološkog profila investitora, u odnosu na izučavanje klasičnih numeričkih analiza, koje zagovaraju klasični ekonomisti. (Sadi et al, 2011) ukazuje na snažnu korelaciju između ličnosti investitora i opažajnih grešaka na berzi. Oni takođe ukazuju na potrebu organizovanja obuke kako bi se smanjili negativni uticaji predrasuda.

Raspoloženje koje donosilac odluka može da ispolji, može biti pod uticajem pozitivnih (Bonum futurum), ili negativnih očekivanja (malum futurum) (Chang, 2009). Razlozi zašto se ljudi opredeljuju za optimizam ili pesimizam je tema proučavanja psihologa i može dobro da koristi u istraživanju pravila na finansijskim tržištima. Psiholozi su mišljenja da optimizam i pesimizam imaju veliki uticaj na donošenje odluka, preuzimanje rizika i fizičko i mentalno zdravlje (Chang, 2001).

Optimisti su aktivniji i fokusirani su na metode borbe protiv problema. Takođe, optimisti su uporniji u savladavanju teških zadataka, u odnosu na pesimiste, što donosi dugoročno bolje efekte (Nes and Segerstrom, 2005). Pojam nerealni optimizam su koristili u radu Weinstein i Klein, (1996), a o pojmu nerealnog pesimizma u specifičnim uslovima su pisali (Dolinski et al., 1987). U radu Heifetz and Spiegel (2001) navode da optimistički ili pesimistički agenti precenjuju ili podcenjuju uticaj svojih aktivnosti. Nerealni optimisti uobičajeno donose češće rizične finansijske odluke. U situacijama ograničenih mogućnosti da primeni znanje zbog vremenskog pritiska ili nedostatka informacija, procene se zasnivaju na sklonostima (Lench and Ditto, 2008), ali dolaze do zaključka da prihvatanje stava optimizma se ne zasniva na prethodnom iskustvu, motivaciji ili kognitivnim sklonostima, već se pojavljuje kao rezultat oslanjanja na napore i afektivne procese. Istraživanje Nofsingera (2005) ukazuje da visok nivo optimizma u društvu implicira više optimistički nastrojenih investitora. Na tržištima u razvoju je izražena pozitivna korelacija između preteranog samopouzdanja i obima trgovine. Prema radu (Statman et al. 2006) obim trgovine je povezan sa predrasudama u ponašanju investitora. Takođe, značajan je pozitivana korelacija između obima trgovanja i volatilnosti, kao što navode Zaiane i Abaoub (2009). Oni zaključuju da je najznačajnije objašnjenje za veći obim trgovine predrasuda preterano samopouzdanje.

Bernheim (2009) daje jedan od predloga za merenje dobrobiti utvrđivanjem problema identifikacije stepena zadovoljstva kojim definiše okruženje, koje se sastoji od spoljnih procesa i svih preduslova neophodnih za blagostanje.

Takođe, u savremenim uslovima, Thaler i Sunstein (2003) smatraju da na izbor odluke utiču uslovi, na primer način prezentovanja informacije od strane onoga ko prezentuje izbor za odluku, bez obzira da li ta strana želi da utiče, da li je aktivna u tome ili ne. Liberalni paternalizam, kao predlog koncepta ovih autora, ukazuje na minimalna ograničenja kada su u pitanju diskrecije pojedinca, ali i na neizbežan uticaj planera na uslove izbora pojedinca, tako da onaj ko postavlja uslove treba da postavi takve uslove koji će proizvoditi dobre odluke.

Pitanje maksimiziranja profita se postavlja sa aspekta maksimalnog očekivanja, ali i maksimalno mogućeg zadovoljstva. Moderna portfolio teorija pretpostavlja da su investitori racionalni i averzibilni i deluju na efikasnom tržištu. Način na koji utiču na maksimiziranje profita je diverzifikacija portfolija. Barberis i Thaler (2003) su objavili istraživanje u vezi sa proučavanjem ponašanja kao značajnog za donošenje odluka vezanim za finansije. Njihovi zaključci su da je potrebno više empirijskih istraživanja kako bi se utvrdile anomalije, ograničenja arbitraže, razumevanje ograničene racionalnosti, razvoj teorije bihejviorističkih finansija i proučavanja ponašanja investitora.

Black (1986) navodi da je šum na finansijskim tržištima glavni razlog za primenu pravila odlučivanja koja su različita od pravila u primeni teorije korisnosti i da donosioci odluka primenjuju pravilo procenjivanja (rules of thumb). Prema Kyle (1985), postoje tri vrste trgovanja na berzi: riziko neutralni trgovci, povremeni "bučni trgovci" (noise traders) i tržišno orijentisani riziko-neutralni trgovci. Šum u trgovini obično predstavlja aktivnosti iracionalnih učesnika na tržištu (De Long et al., 1990). Na tržištima u nastajanju, kao što je Beogradska berza nema mnogo šuma i promene su prepoznatljivog karaktera.

Ograničena racionalnost povećava averziju prema riziku na nivou referentnih dobitaka (Brunnermeier, 1997). Colin (2004) u svom radu upućuje na pronalaženje i razvoj novih modela ponašanja koji bi zamenili striktne modele racionalnog pristupa, te se na taj način smanjile anomalije u donošenju odluka nastale pod dejstvom osobenosti ponašanja donosioca odluka.

Kahneman (1973) razvija dva modela selektivne pažnje i naglašava da usko grlo gde se pojavljuju razlike između dva modela su locirane na različim nivoima posmatranja. Prvi model pretpostavlja dva stimulusa, od kojih samo jedan može da se perceptualno analizira, dok kod drugog modela oba stimulusa u isto vreme mogu da se dalje perceptualno analiziraju, ali samo jedan može da bude odabran za odgovor. Proučavanje sklonosti je kompatibilno sa pogledom o intuitivnom mišljenju i donošenju odluka kao sveobuhvatnost veštine i uspeha (Kahneman, 2003).

Donosioci odluka u procesu odlučivanja mogu ispoljiti racionalnu i iracionalnu stranu ličnosti. Međutim, potrebno je istaći da poдела na racionalne i iracionalne donosiocе odluka ne može biti jasno definisana, jer ukoliko donosioci odluka koji se svrstavaju u racionalne primenjuju uz matematičke metode i metode koji su usmereni na bolje donošenje odluka i na svesno izbegavanje psiholoških efekata, opet možemo reći da su to unapred definisani obrasci izbegavanja bilo pozitivnih ili negativnih efekata. Uopšteno rečeno iracionalno donošenje odluka može biti svrstano pod pojmom prirodno ili stohastično, ili slučajno, na koje ljudski faktor nema uticaja.

Ukoliko postoji svesnost subjektivne komponente, tada se može govoriti o novom modelu koji donosiocе odluka svrstava u racionalne, iako posmatraju i uzimaju u obzir i komponentu subjektivnosti. Svesnost postojanja i uzimanja u obzir intuitivnosti i ostalih kategorija subjektivnosti, takođe proizilazi iz adekvatnog rasuđivanja koje dovodi do racionalnog donošenja odluka.

2.7.3 Funkcija težinskog koeficijenta – subjektivna verovatnoća

Uticaj psiholoških faktora na donošenje odluka prezentuju Daniel Kahneman i Amos Tversky (1979). Ovaj rad je osnova za razvoj teorije očekivanog izbora (Prospect theory).

Teorija očekivanog izbora je situaciona teorija, koja svaku odluku tretira kao nezavisan događaj. Funkcija korisnosti (vrednosti) odluke nije funkcija ukupne vrednosti donetih odluka, već funkcija promene vrednosti (korisnosti) donosioca odluke svake odluke posebno. Teorija očekivanog izbora se odnosi na uslove neizvesnosti, ne na ponavljajuće odluke ili odluke nastale nakon dugog menadžerskog pregovaranja.

Prema ovoj teoriji, reakcija na gubitak je 2.25 puta veća od reakcije na dobitak u istoj vrednosti. Formulacijom, odnosno označavanjem problema ili situacije je moguće predvideti ponašanje. Zadovoljstvo pri kupovini je manje od odricanja od kupovine. Na taj način se može objasniti ostanak u stabilnosti u odnosu na promene.

Prema radu Kahneman i Tversky (1979), teorija očekivanog izbora predstavlja način kombinovanja težinskog koeficijenta odluke i subjektivne verovatnoće. U nastavku su date osnovne formule i definicije prositekle iz ove teorije:

π – težinski koeficijent (težina, značaj) odluke $\pi(p)$ koja predstavlja uticaj verovatnoće pojedinačne odluke na ukupnu vrednost alternative;

v – subjektivna vrednost ishoda $v(x)$. Rezultati su definisani u odnosu na tačku posmatranja kao nultu tačku skale vrednosti, pa v meri vrednost odstupanja od referentne tačke (od dobitka ili gubitka).

Ako je $(x, p; y, q)$ regularna alternativa (ili je $p + q < 1$, ili je $x \leq 0 \leq y$, ili je $x \geq 0 \geq y$), važi formula

$$V(x, p; y, q) = \pi(p) \nu(x) + \pi(q) \nu(y) \quad (9)$$

gde je $\nu(0) = 0$; $\pi(0) = 0$; $\pi(1) = 1$.

V je definisano u odnosu na alternative, ν u odnosu na rezultat. Izrazi π i ν se podudaraju sa sigurnom alternativom kada je $V(x, 1.0) = V(x) = \nu(x)$.

Karakteristike funkcije vrednosti su : funkcija vrednosti je definisana promenama ukupne vrednosti, promena ukupne vrednosti je načelno konkavna za dobitke, a konveksna za gubitke, funkcija je strmija za gubitke u odnosu na dobitke. Odnosno, kada posmatramo sferu dobitaka, funkcija vrednosti je konkavna (postoji averzija prema riziku, tj. veće vrednovanje manjih, ali sigurnih dobitaka u odnosu na veće i rizičnije dobitke). U sferi gubitaka kriva funkcije vrednosti je konveksna (iznad referentne tačke postoji sklonost ka riziku, u želji da se izbegne siguran gubitak).

Kahneman i Tversky su 1992. godine u radu „*Advances in Prospect Theory: Cumulative Representation of Uncertainty*“ unapredili teoriju očekivanog izbora u kumulativnu teoriju očekivanog izbora. U naprednoj teoriji očekivanog izbora su postavili četiri obrasca ponašanja : sklonost riziku u području dobitaka i izbegavanje rizika u području rizika za male verovatnoće i izbegavanje rizika u području dobitaka i rizik u području gubitaka za velike verovatnoće.

Funkcija težinskog koeficijenta odluke definiše se kao verovatnoća povezana sa dobitcima (w^+) i verovatnoća povezana sa gubicima (w^-). Prema radu Fennema i Wakker (1997), radi jednostavnosti prikaza, pretpostavljeno je da je $x_1 \leq \dots \leq x_k \leq 0 \leq x_{k+1} \leq \dots \leq x_n$, pa se vrednost alternative prema kumulativnoj teoriji očekivanog izbora ($x_1, p_1; \dots; x_n, p_n$) može dobiti prema zbiru :

$$\sum_{i=1}^k \pi_i^- \nu(x_i) + \sum_{i=k+1}^n \pi_i^+ \nu(x_i) \quad (10)$$

gde su vrednosti π_i^+ i π_i^- , kao težinski koeficijenti odluka definisani na sledeći način

$$\begin{aligned}\pi_i^- &= w^-(p_1), \quad \pi_i^- = w^-(p_1 + \dots + p_i) - w^-(p_1 + \dots + p_{i-1}) \quad 2 \leq i \leq k \\ \pi_i^+ &= w^+(p_1), \quad \pi_i^+ = w^+(p_1 + \dots + p_n) - w^+(p_{i+1} + \dots + p_n) \quad k+1 \leq i \leq n-1\end{aligned} \quad (11)$$

U ranim radovima je korišćena oznaka $\pi(p)$, dok se naknadno uvodi oznaka $w(p)$.

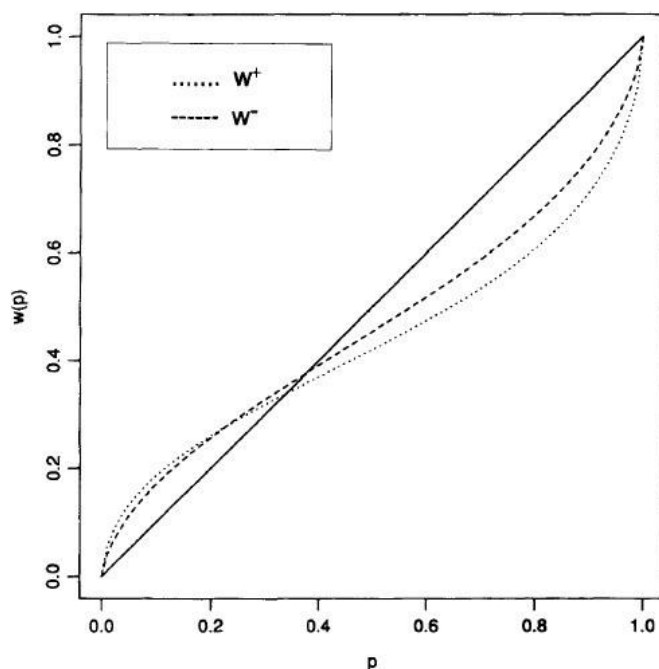
Za slučaj kada je $w(p) = p$, za sve p , tada je težinski koeficijent odluke π_i jednaka p_i i funkcija se vraća na primenu u teoriji očekivane korisnosti.

Uopšteno, težinski koeficijenti odluka za dobitke se dobijaju kao razlika transformisanih vrednosti zbirnih verovatnoća, dok se težinski koeficijenti odluka za gubitke dobijaju kao razlika transformisanih vrednosti uzastopnih verovatnoća koje se odnose na događaje određenog ishoda ili nekog lošijeg ishoda.

Na Slici 5. objektivna verovatnoća je prikazana pravom linijom, dok su subjektivne verovatnoće koje percipiraju dobitke i gubitke obeležena isprekidanim krivim linijama. Uočljivo je da je kriva za dobitke konkavna, dok je za gubitke konveksna.

Za neverovatne događaje funkcija za težinski koeficijent je 0, za sigurne događaje funkcija je 1. Za situacije oko $p=1$ i $p=0$ funkcija nije dobro definisana, pa će se kod malih verovatnoća desiti promena preferencija donosioca odluka, što znači prihvatanje rizika u području dobitaka i izbegavanje rizika u području gubitaka.

Obe krive su iznad prave objektivne verovatnoće do nivoa $p=0.4$. Do tog nivoa se subjektivne verovatnoće precenjaju. Ukoliko je nivo verovatnoće iznad 0.4 subjektivne verovatnoće se podcenjuju. Razmatranje precenjivanja malih verovatnoća i podcenjivanja većih verovatnoća u odnosu na klasičnu linearnu verovatnoću, je bio osnov za dalji razvoj teorije.



Slika 5. Funkcija težinskog koeficijenta odluke za dobitke w^+ i gubitke w^-
(Kahneman i Tversky, 1992)

Kritike na teoriju očekivanog izbora su najviše usmerene na vezu sa teorijom korisnosti i mogućnost merenja odstupanja od očekivanog ponašanja. Poslednje tri decenije teorija očekivanog izbora je zauzela značajno mesto teoriji korisnosti kao dominantnoj opisnoj teoriji u donošenju odluka zasnovanih na riziku (Birnbbaum, 2008). Autor navodi 11 novih paradoksa koji teoriju očekivanog izbora čini manje primenjivom u kontekstu odlučivanja. Harrison and Rutstrom (2009) predlažu usklađivanje teorije očekivane koristi i probabilističke teorije i primenu mešanog modela. Donosioci odluka koji su zadovoljni sa manjim prinosom od investicije u zamenu za smanjeno kajanje ili žaljenje ispoljavaju neke od paradoksalnih ponašanja procesa odlučivanja (Bell, 1982). Matematički oblik kumulativne teorije očekivanog izbora je pogodan za modeliranje smanjenja fenomena psihološke osetljivosti (Fennema i Wakker, 1997).

Osnovna dostignuća do kojih su došli Kahneman i Tverski su dve karakteristike ljudi koje nisu objašnjive pod uslovima racionalnog donošenja odluka: 1. Uticaj emocija kao faktor poremećaja na samokontrolu pri racionalnom donošenju odluka, 2. Ljudi su

pod uticajem kognitivnih teškoća i ne mogu uvek razumeti potpunu težinu problema sa kojim se suočavaju.

Razlike između ljudskog odnosa prema dobicima i gubicima je fokus prvog rada, dok se u sledećim radovima bave detaljnije preferencijama donosioca odluka.

3. FUZZY LOGIKA – INŽENJERSKA METODA U ODLUČIVANJU

3.1 Podrška u odlučivanju

Neuronske mreže, algoritmi klasifikacionih stabala, fuzzy logika, grubi skupovi, genetički algoritmi, bejzijanske mreže i dr. su neke od tehnika i algoritama koji se koriste primenom data mininga kao alata za analizu podataka. Jedan od načina za Analizu podataka u kvantitativnim istraživanjima je data mining, kao „automatizovani analitički proces oblikovan za efektivnu i efikasnu eksploraciju u velikim zbirkama podataka s ciljem otkrivanja i crpljenja vrednih, „skrivenih“ informacija koje se tiču novih, dotle neznanih, složajeva, činjenica i relacija“ (Ristić, 2011). Istraživanja na polju veštačke inteligencije razvijaju se uporedo sa istraživanjem u psihologiji (Simon et al, 1987). Fuzzy i neuronski pristup u inženjeringu predstavljaju osnove njihove povezanosti, kombinacije i modelovanja mreža (Tsoukalas i Uhrig, 1996).

Rasplinuto odlučivanje je zasnovano na primeni nerazgovetne, rasplinite logike, nastale na temeljima fuzzy (rasplinitih) skupova (Tabela 2).

Osnovna razlika između klasične matematičke logike i fuzzy logike je u određenosti. Klasična logika je usmerena na dve vrednosti – tačno i ne tačno, pripada i ne pripada, i sl. Dok je rasplinita logika utemeljena na teoriji rasplinitih skupova, koji kao elemente imaju objekte ne sasvim razgraničene, nejasne, rasplinite i koji mogu

međusobno da se preklapaju. Iz tih razloga je primena fuzzy logike i sledstveno tome fuzzy inference sistema pogodno za korišćenje u proučavanju neodređenosti vezane za ponašanje ljudi, izjave, mišljenja, osećanja, namere.

Tabela 2. Radovi prema kojima je rađen opis metoda fuzzy logike

Autor	Predmet
Zadeh (1975)	Lingvistička verovatnoća, fuzzy skupovi
Zadeh (1997)	Osnove koncepta lingvističkih varijabli, fuzzy if-then pravila, fuzzy grafikoni
Ross (2009)	Klasična logika i fuzzy logika
Mamdani (1974)	Implementacija fuzzy algoritama u procesu kontrole
Constantin (1995)	Prednosti fuzzy logike u odnosu na klasičnu logiku
Kaehler (1998)	Priručnik za primenu fuzzy logike

Takođe, fuzzy logika zasnovana na fuzzy skupovima se razlikuje od odlučivanja zasnovanog na verovatnoći (Probability theory).

Primena fuzzy logike kao revolucionarne kompjuterske tehnologije pruža sveobuhvatno uzimanje u obzir ljudskih osobenosti i definicija (McNeill i Freiburger, 1994). U cilju smanjenja neizvesnosti u berzanskom trgovanju i odabiru strategije trgovanja Gradojevic i Gençay (2013) koriste fuzzy logiku kao alat za prepoznavanje ne tipičnih signala trgovine, koji se generišu pod pretpostavkom tehničkog modela trgovanja. Autori koriste vreme trgovanja i broj naloga kao tehničke parametre čije promene prate. Onieva et al, (2012) su razvili tri hijerarhijska nivoa fuzzy pravila sa ciljem da se primene u fuzzy sistemu za donošenje odluka, kao i za optimizaciju genetskih algoritama. U radu Bugarski et al. (2013) primenjuju fuzzy pravila zasnovana na subjektivnoj oceni donosioca odluka u brodarstvu, na osnovu čega je agregacijom fuzzy pravila razvijen metod kao podrška u odlučivanju u kontroli procesa.

Primena ekspertskog sistema kod merenja preferencija i odnosa prema riziku investitora pokazala se veoma uspešnom naročito kod analize profila investitora koji su visoko skloni riziku (Yunusoglu i Selim, 2013) . Ocene eksperata podložne subjektivnoj proceni kao stepen neizvesnosti koji se pojavljuje kao problem u oceni eksperata i kako problem postaviti sa aspekta grube funkcije pripadnosti i fuzzy skupova obrađivali su Voloshyn et al. (2003). Fuzzy ranking procedure kao rešenje za matematičko ili linearno programiranje primenjuju u radovima (Tapkan i Baykasoğlu, 2013; Jimenes et al, 2007; Nakahara, 1998; Baykasoğlu i Göçken, 2007).

Fuzzy sličnost je metod koji računa sličnosti fuzzy brojeva kroz njihovu udaljenost, oblik, težište, presek i slično. Postoji mnogo metoda fuzzy sličnosti koje se mogu primeniti za lingvističke aproksimacije. Postupak rada je sledeći: Istražiti fuzzy sličnosne metode i opisati njihove mogućnosti, utvrditi koji je model najpodesniji za lingvističku aproksimaciju, predložiti moguće buduće rešenje kao novi fuzzy sličnosni model.

Fuzzy multikriterijumsko odlučivanje se primenjuje sa ciljem odabira najbolje alternative. Alternative se prethodno procenjuju kao fuzzy broj s obzirom na postavljene kriterijume. Kada se izvrši procena alternativa u odnosu na postavljene kriterijume, može se konstatovati koja je najbolja alternativa u datom slučaju. Problem prostora definisanja alternativa rešava se lingvističkom aproksimacijom, gde se na intervalu definisanog fuzzy skupa dodeljuje adekvatan lingvistički pojam koji prirodnim jezikom opisuje pojavu. Lingvističke skale definisanih pojmova sadrže pet ili sedam pojmova.

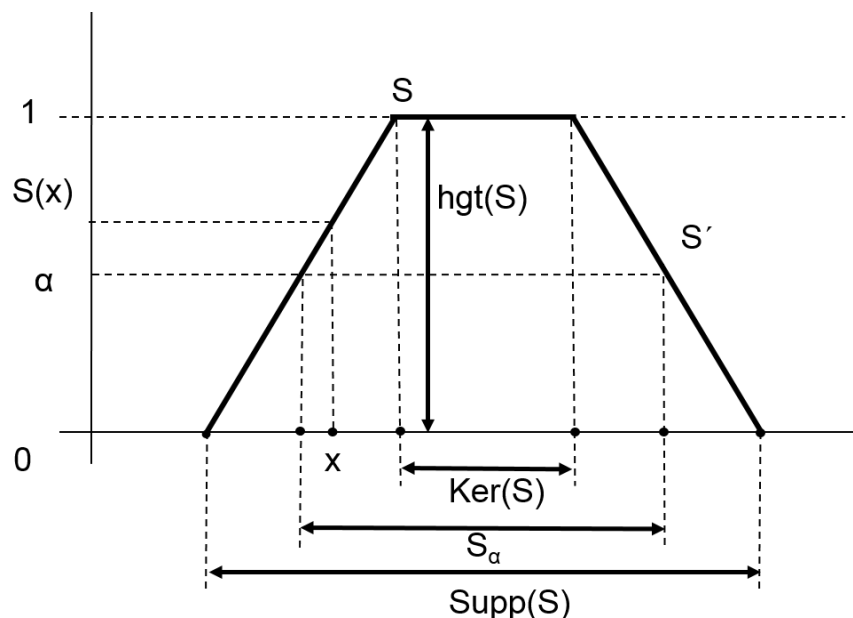
U narednom poglavlju su navedene osnovne karakteristike fuzzy skupova.

3.2 Operacije u okviru fuzzy skupova, fuzzy aritmetika

3.2.1 Fuzzy skup i osobine fuzzy skupa

Fuzzy skupovi su matematički formalizovan način predstave i modeliranja neodređenosti u lingvistici (Zadeh, 1965). Fuzzy logika se koristi u postupku dokazivanja uticaja načina ljudskog razmišljanja, osećanja, jezika na pravila koja su data formalnim teorijama. Primena fuzzy logike i heuristike u sintezi i kontroli sistema omogućila je olakšan proces upravljanja i usmeravanje ponašanja sistema (Mamdani, 1976). Razvoj opšte teorije odlučivanja u fuzzy okruženju predstavlja obiman i složen proces (Bellman i Zadeh, 1970).

Wang (1997) pojašnjava koncept fuzzy skupova, operacije u okviru fuzzy skupova, kao što su unija, presek i komplement, fuzzy relacije, aproksimativno rezonovanje, fuzzy pravila, fuzzy inference sistem i sve veći značaj i ulogu korišćenja fuzzy logike u kontroli sistema.



Slika 6. Osobine fuzzy skupa

Ako sa U označimo ne prazan skup ili univerzum, fuzzy skup je skup S preslikan u U definisan tako da $S:U \rightarrow [0,1]$. Za svako $x \in U$, vrednost $S(x)$ se zove stepen pripadnosti elementa x u fuzzy skupu S , dok S' predstavlja funkciju pripadnosti fuzzy skupa A . Za klasičan, jasan skup važi da je opseg pripadanja $U = \{0,1\}$. Za fuzzy skup vazi da je $U = [0,1]$ – opseg pripadanja je podskup nenegativnih prirodnih brojeva čiji je supremum konačan.

Fuzzy skup možemo definisati kao skup uređenih parova (Bojadziev, 1997):

$$S' = \{ (x, S(x)) \mid x \in U, S(x) \in [0,1] \} \quad (12)$$

Veća vrednost funkcije pripadnosti $S(x)$ ukazuje na veću istinitost tvrdnje da element x pripada skupu S .

Osobine fuzzy skupova su (Slika 6.):

1. Visina fuzzy skupa – najveća vrednost funkcije pripadnosti gde $x \in U$:

$$\text{hgt}(S) = \sup_{x \in U} \{ S(x) \} \quad (13)$$

Za fuzzy skup kažemo da je normalan ako je bar jedan element sa svojim stepenom pripadnosti jednak 1.

2. Kernel skupa S :

$$\text{ker}(S) = \{ x \in U \mid S(x) = 1 \} \quad (14)$$

3. Support skupa S :

$$\text{supp}(S) = \{ x \in U \mid S(x) > 0 \} \quad (15)$$

4. Alfa presek skupa S :

$$S_\alpha = \{ x \in U \mid S(x) \geq \alpha \}, \text{ tako da važi } \alpha \in (0,1] \quad (16)$$

3.2.2 Fuzzy broj

Fuzzy broj S se definiše na prostoru univerzuma U kao konveksan i normalan fuzzy skup. Mora da ispunjava tri karakteristike:

1. $\text{Ker}(S) \neq \emptyset$,
2. S_α je blizu intervalima za sve $\alpha \in (0,1]$,
3. $\text{Supp}(S)$ je ograničen.

Fuzzi brojevi se označavaju velikim slovima **A**, **B**, **C**, dok njihove funkcije pripadnosti mogu da se označavaju takođe sa $\mu_A(x)$, $\mu_B(x)$,... (Bojadziev, 1997).

3.2.3 Operacije u okviru fuzzy skupova

Ako sa A i B označimo dva skupa na prostoru univerzuma U , a funkcije pripadnosti sa $\mu_A(x)$ i $\mu_B(x)$:

$$A = \{ (x, \mu_A(x)) \}, \mu_A(x) \in [0,1] \quad (17)$$

$$B = \{ (x, \mu_B(x)) \}, \mu_B(x) \in [0,1] \quad (18)$$

Operacije u okviru fuzzy skupova su operacije:

1. Jednakosti – Fuzzy skupovi A i B su jednaki $A=B$, ako i samo ako za svako $x \in U$ važi da su im jednake funkcije pripadanja

$$\mu_A(x) = \mu_B(x) \quad (19)$$

2. Inkluzija – Fuzzy skup A je uključen u fuzzy skup B , $A \subseteq B$ za svako $x \in U$ tako da važi $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$. Tada je skup A podskup skupa B .

3. Podskup – Fuzzy skup A je pravi podskup skupa B , $A \subset B$ gde je A podskup skupa B i $A \neq B$, tako da je

$$\left. \begin{array}{l} \mu_A(x) \leq \mu_B(x) \text{ za svako } x \in U, \\ \mu_A(x) < \mu_B(x) \text{ za najmanje jedno } x \in U. \end{array} \right\} \quad (20)$$

4. Komplementarnost - Fuzzy skupovi A i \bar{A} su komplementarni ako je $\mu_{\bar{A}}(x) = 1 - \mu_A(x)$ ili $\mu_A(x) + \mu_{\bar{A}}(x) = 1$.

Funkcija pripadnosti $\mu_{\bar{A}}(x)$ je simetrična u odnosu na $\mu_A(x)$ kada je vrednost $\mu = 0.5$.

5. Presek fuzzy skupova A i B

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x), x \in U \quad (21)$$

- logički operator „i“ je označen sa \wedge

6. Unija skupova A i B se označava kao

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) = \mu_A(x) \vee \mu_B(x), x \in U \quad (22)$$

- logički operator „ili“ je označen sa \vee .

Osnovne operacije sabiranja, oduzimanja, množenja, deljenja (+, -, *, /) su takođe definisane nad fuzzy brojevima.

Presek skupova A i B je fuzzy skup $A \cap B$ na prostoru univerzuma U sa funkcijom pripadnosti $(A \cap B)(x) = \min\{A(x), B(x)\}$, za sve $x \in U$, naziva se t-norma.

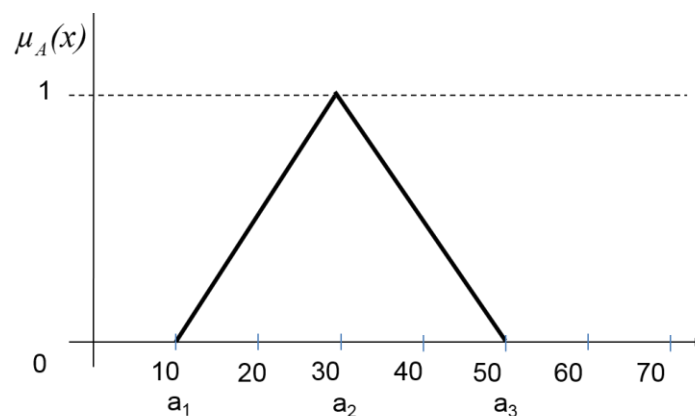
Unija skupova A i B je fuzzy skup $A \cup B$ na prostoru univerzuma U sa funkcijom pripadnosti $(A \cup B)(x) = \max\{A(x), B(x)\}$, za sve $x \in U$, naziva se t-konorma.

3.2.4 Karakteristike oblika funkcije pripadnosti

Korišćenjem fuzzy skupova omogućava se predstavljanje delimične tačnosti iskaza. Funkcija pripadnosti može biti trougaonog, trapezoidnog, zvonastog (Gausova), sigmoidalnog, polinomnog i drugih oblika. Gausov ili zvonasti oblik funkcije pripadnosti omogućava pojednostavljeno prikazivanje ulazno-izlaznih varijabli.

Trougaona funkcija pripadnosti je prikazana na Slici 7. Funkcija pripadnosti μ_A definisana na prostoru univerzuma U se definiše uz pomoć parametara $A = (a_1, a_2 \text{ i } a_3)$. Na Slici 6 parametri su sa vrednostima $a_1 = 10, a_2 = 30, a_3 = 50$.

$$\mu_{(A)}(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ 0, & x > a_3 \end{cases} \quad (23)$$



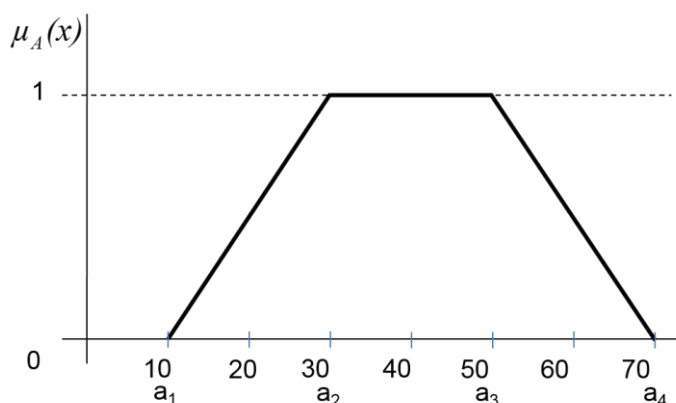
Slika 7. Funkcija pripadnosti trougaonog oblika

Trapezoidna funkcija pripadnosti se definiše kao fuzzy broj A sa sledećim parametrima

$$A = (a_1, a_2, a_3 \text{ i } a_4).$$

Na Slici 8. parametri su sa vrednostima $a_1 = 10$, $a_2 = 30$, $a_3 = 50$ i $a_4 = 70$

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 0, & x < a_1 \\ \frac{x - a_1}{a_2 - a_1}, & a_1 \leq x \leq a_2 \\ 1, & a_2 \leq x \leq a_3 \\ \frac{a_4 - x}{a_4 - a_3}, & a_3 \leq x \leq a_4 \\ 0, & x > a_4 \end{cases} \quad (24)$$

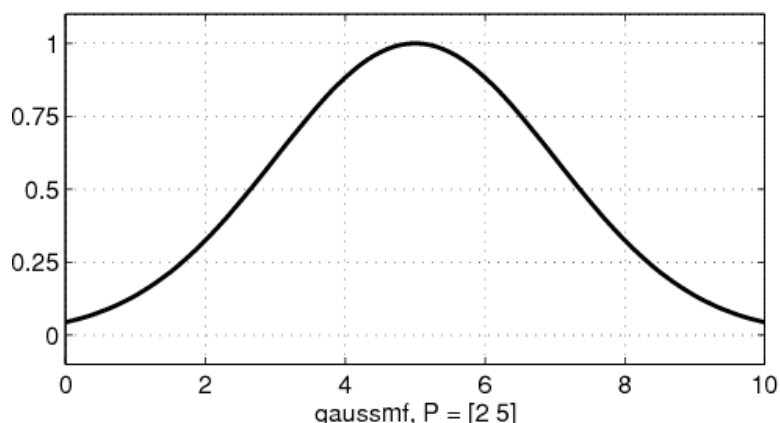


Slika 8. Funkcija pripadnosti trapezoidnog oblika

Simetrična Gausova funkcija (Slika 9.), zavisi od dva parametra σ (nagib funkcije) i c (položaj vrha) prikazano po formuli:

$$\mu_A(x) = e^{-\frac{(x-c)^2}{2\sigma^2}} \quad (25)$$

Prvi korak u korišćenju fuzzy inference sistema jeste definisanje ulaznih i izlaznih promenljivih. Za svaku od varijabli se definiše opseg funkcije pripadnosti, zatim se vrši proces fazifikacije ili kodiranja, kao proces u kome se daju ocene u lingvističkoj formi, i prirodni jezik se prevodi u lingvističke ocene. Određivanju lingvističkih ocena i definisanju opsega funkcije pripadnosti, sledi unos vrednosti parametara funkcije pripadnosti. Ovde je neophodno napomenuti specifičnost pri unosu vrednosti kod različitih oblika funkcije, zavisno od vrste podataka koji se determinišu.



Slika 9. Funkcija pripadnosti zvonastog ili Gausovog oblika (Dijagram prema Matlab programu)

Dva metoda koja se najčešće koriste u postupku prilagođavanja funkcije pripadnosti su Sugeno i Mamdani metod.

Prednosti Sugeno metoda su:

1. veoma računarski efikasan,
2. dobra primena sa linearnim tehnikama, sa optimizacijom i adaptivnim tehnikama,
3. pogodan je za matematičke analize,
4. obezbeđuje kontinuitet izlazne površine.

Prednosti Mamdani metoda su:

1. intuitivan način prikazivanja neodređenosti,
2. široko je prihvaćen,
3. dobro je prilagodljiv za ulazne veličine kojima se opisuju ljudske karakteristike.

U ovom istraživanju primenjen je Mamdani metod, kao metod koji ukazuje na vrlo izražen intuitivan način modeliranja stvarnosti, ali i zbog jednostavnog prevođenja lingvističkih vrednosti na jezik fuzzy logike, i obrnuto.

Karakteristike fuzzy inference sistema kod Mamdani metoda su najčešće primenjene „And“ metod „min“ (presek), „Or“ metod „max“ (unija), implikacija se vrši po „min“ sistemu, agregacija „max“ i proces defazifikacije po „centroid“ sistemu (centar površi gravitacije, metoda težišta). „Centroid“ sistem, centar površi gravitacije ili metoda težišta je najčešće korišćen metod defazifikacije. Tačna vrednost zaključivanja je vrednost težišta površine ograničene funkcijom pripadnosti koja je dobijena fuzzy zaključivanjem. Za izlaznu promenjivu sa diskretnim prostorom, primenjuje se sledeća formula:

$$z_{COG} = \frac{\sum_{j=1}^n \mu_A(x_j) x_j}{\sum_{j=1}^n \mu_A(x_j)} \quad (26)$$

gde je:

- z_{COG} izlazna promenjiva,
- $\mu_A(x_j)$ agregacioni izlaz funkcije pripadnosti,
- n – broj nivoa kvantizacije.

Za kontinulanu promenjivu važi:

$$z_{COG} = \frac{\int_a^b \mu_A(x) \cdot x dx}{\int_a^b \mu_A(x) \cdot dx} \quad (27)$$

Ulaz za proces defazifikacije je izlaz agregacije, dok je izlaz broj.

Sledeći korak u postupku kreiranja modela jeste formiranje pravila, tzv. "if-then" ili produkcionih pravila, koji sadrže listu pravila koja opisuju ponašanje sistema. Pravila se formiraju tako da redosled nije bitan, a izvršavanje se vrši paralelno. Broj pravila zavisi od broja ulaznih parametara i broja lingvističkih vrednosti. Na primer, ukoliko postoje dve ulazne varijable, svaka opisana sa po tri lingvističke vrednosti, tada je maksimalan broj pravila devet.

If-then ili produkciona pravila opisuju vezu između ulaznih i izlaznih varijabli. Pravila se lingvistički mogu prikazati na sledeći način:

$$\text{IF } \langle x \text{ je } A \rangle \text{ THEN } \langle y \text{ je } B \rangle$$

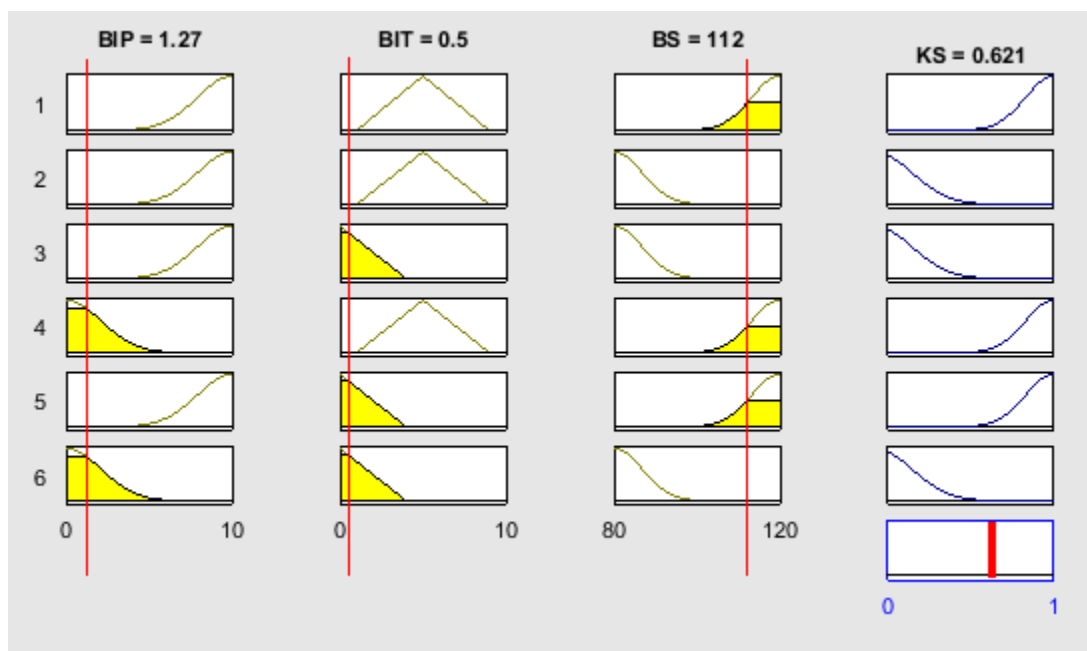
pri čemu su x i y skalari promenljivih, dok je A premisa, a B posledica pravila.

Lingvistička pravila mogu se graditi na osnovu AND ili OR veze (logički unija ili presek).

$$\text{IF } \langle x \text{ je } A_1 \rangle \text{ AND } \langle z \text{ je } A_2 \rangle \text{ THEN } \langle y \text{ je } B \rangle$$
$$\text{IF } \langle x \text{ je } A_1 \rangle \text{ OR } \langle z \text{ je } A_2 \rangle \text{ THEN } \langle y \text{ je } B \rangle$$

Skup formiranih pravila čini bazu pravila.

Sledeći korak jeste projektovanje sistema koji koristi pravila. Nakon fuzzifikacije ulaznih promenljivih i uvođenja fuzzy operatora, prema definisanim pravilima, dolazi se do određenih zaključaka. Kombinovanje pravila se naziva agregacija i time se dobija potpun matematički model postojeće i definisane baze znanja. Agregacija se u odnosu na tip implikacije svodi na određenu osnovnu logičku operaciju (konjunkciju, disjunkciju ili T ili S normu).



Slika 10. Fuzzy aproksimativno zaključivanje – grafički prikaz primera ulaznih, izlaznih varijabli zasnovanih na pravilima (BIP, BIT, BS – ulazne promenjive, KS – izlazna promenjiva)

Poslednji korak jeste proces defazifikacije, odnosno dekodiranje. Dekodiranje je inverzan proces u odnosu na proces fazifikacije. Metode defazifikacije koje su najčešće korišćene su centar površi (gravitacija), centar suma, centar najveće površi, prvog maksimuma, sredine maksimuma i visinska defazifikacija. Defazifikacija pretvara rezultat agregacije, kao presek površi u signal koji proces može da usvoji. Izlaz iz sistema je jedinstvena vrednost koja može biti predstavljena realnim brojem (Slika 10).

Algoritam kreiranja, validacije i primera primene modela može biti iskazan kroz sledeće zadatke:

1. Kreirati algoritam za pomoć u odlučivanju zasnovanom na kvantifikaciji subjektivnog faktora u odlučivanju:
 - a. definisati neodređenost ulaznih varijabli i pridružiti im vrednost,
 - b. identifikovati stanje varijabli i prepoznati njihova ograničenja,

- c. identifikovati moguće kombinacije definisanih varijabli.
2. Postupak fuzzy lingvističkog modelovanja:
 - a. definisanje matematičkih objekata i metoda,
 - b. definisanje seta lingvističkih pojmova za date promenljive,
 - c. definisanje očekivanih lingvističkih outputa za svaku kombinaciju ulaznih promenljivih i formiranje lingvističkih pravila,
 - d. prevođenje lingvističkih varijabli na matematički nivo,
 3. Validacija modela:
 - a. testirati valjanost modela kroz unos postojećih podataka berzanskog indeksa i berzanskog sentimenta.

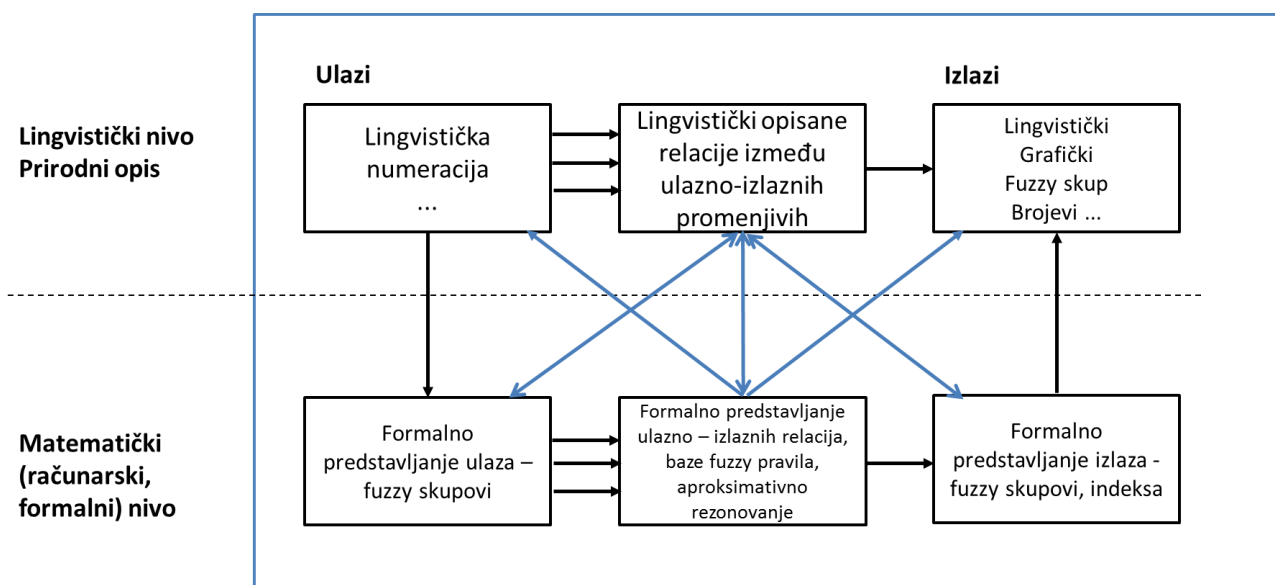
3.3 Lingvističke promenljive

Promenljive koje sadrže vrednosti kao reči prirodnog jezika nazivaju se lingvističke promenljive. Promenljiva "samopouzdanje" može se predstaviti pomoću vrednosti veoma visoko, visoko, nisko, veoma nisko. U tom slučaju je izraz "samopouzdanje" promenljiva, dok se vrednosti veoma visoko, visoko, nisko, veoma nisko nazivaju vrednostima lingvističke promenljive ili lingvističke vrednosti. Izrazi veoma, malo, i sl. se nazivaju lingvističkim modifikatorima.

Vrednost lingvističke promenljive obuhvata osnovnu lingvističku vrednost (visoko, nisko), lingvistički modifikator (veoma, manje..) i veznik (i, ili).

3.4 Lingvističko modelovanje

Lingvističko modelovanje je alat koji se koristi kao sredstvo u podršci odlučivanju. Lingvističko modelovanje kao nova grana matematike, usko je povezana sa fuzzy set teorijom i fuzzy logikom, namenjena za povezivanje matematičkog pristupa i ljudske komunikacije. Prevođenje prirodnog ljudskog jezika na jezik matematike omogućava stvaranje novih modela procesa odlučivanja. Faktori od kojih zavisi uspešno modelovanje sistema su pre svega uticaj i mogućnost prepoznavanja iskustva donosioca odluka, percepcije i emocija. Lingvističko modelovanje u poslednje vreme se sve više primenjuje sa ciljem primene i kreiranju alata kao podrška u odlučivanju u svakidašnjim odlukama (Stoklasa, 2014). Lingvističke forme se koriste za označavanje odnosa između ulaznih i izlaznih elemenata kao koncept ili okvir za vezu između računski (formalno) i jezički (prirodno opisanih) nivoa (Slika 11.).



Slika 11. Proces modelovanja pri multikriterijumskom odlučivanju ili evaluaciji sa stanovišta inputa, outputa i njihovih odnosa putem lingvističkih formi (Stoklasa et al, 2014)

Istraživanje fuzzy preferencije programiranja (FPP) i dvostepeno logaritmičko ciljano programiranje (TLGP) zasnovano na fuzzy prioritnim metodama pokazuje prednost FPP nad TLGP metodom, kada je u pitanju primena u novim proizvodnim tehnologijama (NMT) (Jaganathan et al, 2007).

3.5 Fuzzy sistemi odlučivanja

Fuzzy sistemi odlučivanja se zasnivaju na fuzzy skupovima, fuzzy pravilima AKO-ONDA i fuzzy zaključivanju. Fuzzy sistemi odlučivanja se sastoje od:

1. Baze pravila koja sadrži definisana fuzzy pravila (fuzzy skupovi), koja objašnjavaju kako najbolje kontrolisati sistem;
2. Baze podataka u kojim se definišu funkcije pripadnosti korištene u okviru fuzzy pravila;
3. Mehanizam zaključivanja u kome se izvršava procedura izvođenja zaključaka.

U narednom delu rada prikazane su konkretne metode koje su korišćene u radu i rezultati istraživanja uz diskusiju.

4. EMPIRIJSKA ISTRAŽIVANJA

4.1 Opis metodologije istraživanja

U ovom radu su primenjene metode zasnovane na klasičnoj logici i fuzzy logici, uz osnovne statističke metode koje služe za opis uzorka. Primenom obe metode i niza postupaka moguće je dati zaključak u vezi sa prednostima i nedostacima jednog i drugog metoda. Takođe, moguće je porediti dobijene rezultate i utvrditi koji metod je pouzdaniji u dokazivanju i potvrđivanju zakonitosti utemeljenih u naučnoj teoriji.

Predmet merenja su preferencije učesnika u procesu kreiranja BELEXSentimenta. Opšte poznato shvatanje podrazumeva da se merenje sastoji iz matematičkog modela kroz pripisivanje brojeva i pravila između predmeta merenja i brojeva veza između

objekta merenja, matematičkih relacija i drugih operacija koje se odvijaju u procesu merenja.

U prikazivanju i utvrđivanju objektivnih naučnih zakonitosti u radu su primenjene sledeće opštenaučne metode:

- Analitičko-deduktivna metoda (formulisanje principa, utvrđivanje empirijskih činjenica, višestepene apstrakcije i povezivanje empirijskih činjenica, determinisanje apstraktnih zakona, konkretizacija i primena u praksi);
- Statistička metoda;
- Metoda modelovanja;
- Komparativna metoda (korelaciona analiza).

S obzirom na postavljene ciljeve istraživanja, primenjene su sledeće metode i tehnike za obradu i analizu podataka: statističke metode, komparativni metod - korelacioni metod (Spearman's ρ koeficijent), fuzzy matematičko i linearno programiranje (za dokaz hipoteza kod kojih postoje lingvističke forme za vrednovanje varijable se iskazuju kao lingvističke promenjive tj. diskretne vrednosti ulaznog skupa su prevedene u lingvističke vrednosti fuzzy skupa, koje se defazifikuju i prevode u realan broj).

Za interpretaciju rezultata istraživanja je korišćena deskriptivna metoda, grafički dijagrami i tabele.

Za razvoj modela je primenjena metoda analize i sinteze, modelovanja i deskriptivna metoda.

4.2 Način izbora, veličina i konstrukcija uzorka

U dokazivanju hipoteza su korišćeni javno dostupni podaci vrednosti indeksa BELEXline i BELEXsentiment Beogradske berze (Sajt Beogradske berze, 2016).

Vremenski uzorak za istraživanje je od maja 2005. - decembar 2015. Korišćene su mesečne vrednosti promene indeksa BELEXline i vrednost BELEXsentimenta (Prilog 1 i 2). Broj posmatranih meseci 128. BELEXline ima racio vrednost, dok BELEXsentiment ima intervalnu vrednost 0 - 200, 100 – bazna vrednost. Kategorije za izjašnjavanje očekivanog kretanja indeksa: snažan pad, umeren pad, blagi pad, stagnacija, blagi rast, umeren rast i snažan rast.

Konstrukcija uzorka BELEXline je izvršena na osnovu zvanično objavljenih podataka i obuhvata postupak izdvajanja vrednosti indeksa na početku i na kraju meseca, zatim proračuna procenta promene. Takav podatak postaje osnova za proračun vrednosti nezavisne varijable BELEXline.

Konstrukcija uzorka BELEXsentiment je obuhvatila preuzimanje podataka sa sajta, formiranje tabele i unos vrednosti odstupanja od bazne vrednosti 100. Za ovu svrhu korišćen je Microsoft Excell programski paket, kao alat za unos i selekciju podataka. Nakon selekcije podataka u Excell formatu, urađen je export podataka u SPSS statistički program da bi se analizirao uzorak.

Zavisna varijabla je psihološka sklonost. Klasifikacija (određenje da li je varijabla zavisna ili nezavisna) i operacionalizacija varijabli (određivanje indikatora) je definisano za svaku hipotezu. U prvoj hipotezi zavisne varijable se izvode i predstavljaju preterani optimizam i preterani pesimizam.

U hipotezama se ispituju sklonosti preterani optimizam – preterani pesimizam i preterano samopouzdanje donosioca odluka, s obzirom na Investor sentiment BELEX-a - predviđanja portfolio menadžera i investitora kretanja indeksa za naredni mesec i index BELEXline.

Faktori koji utiču na formiranje BELEXline indeksa su aktivnost samo najuspešnijih preduzeća (prema metodologiji za proračun indeksa samo 100 najlikvidnijih akcija ulaze u indeksnu korpu). Faktori koji utiču na Investor sentiment BELEX-a su najuspešniji portfolio menadžeri, investitori, analitičari, javnost, kao i značajno učešće u prometu, značajna frekventnost obima trgovanja akcijama. Detaljan prikaz proračuna indeksa je objašnjen u narednom poglavlju.

Tržišta u razvoju su zbog manjeg oscilovanja i manjeg broja turbulentnih promena pogodna za izučavanje osnovnih zakonitosti, pa tako i za proučavanje subjektivnog udela u procesu predviđanja i donošenja odluka.

U nastavku je objašnjena metodologija proračuna za indekse BELEX line i BELEXsentiment, kao osnova za dobijanje vrednosti.

4.2.1 Metodologija za proračun BELEXline-a

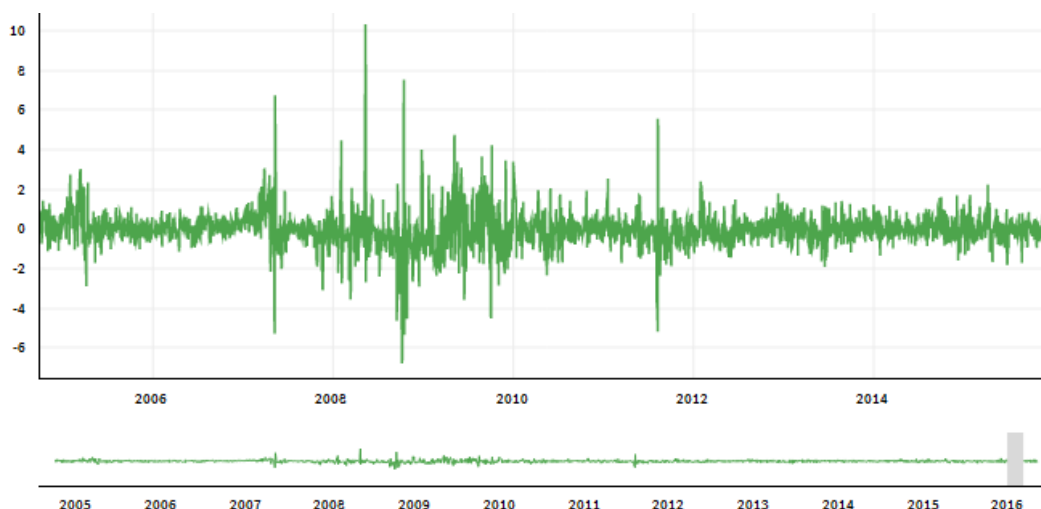
Opšti indeks akcija Beogradske berze BELEXline je ponderisana vrednost tržišne kapitalizacije koja se nalazi u slobodnom prometu (free float) i nije prilagodljiv isplatama dividendi. Indeks nije zaštićen od diletacionog efekta koji se javlja zbog isplate dividendi.

Težina komponenti indeksa je ograničena na maksimum 10 % težinskog koeficijenta, s obzirom na slobodno fluktuirajuću tržišnu kapitalizaciju indeksa (Beogradska berza, 2016). Indeks meri promene cena akcija kojima se trgovalo na berzi. Imajući u vidu da BELEXline u indeksnoj korpi obuhvata samo sto najlikvidnijih akcija, smatra se da najpreciznije moguće predstavlja stanje srpske berze. Na osnovu BELEXline meri se kretanje cena na domaćem tržištu kapitala. Za sve koji se bavi proučavanjem kretanja cena na tržištu kapitala (portfolio menadžeri, investitori, analitičari, javnost i druge), BELEXline služi kao alat koji omogućava polaznu osnovu za dalju procenu i donošenje investicione odluke.



Grafik 1. Vrednost BELEXline od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Vrednost kretanja BELEXline-a u vremenskom periodu od 01.05.2005. – 31.12.2015. pokazuje izrazito negativan trend pada vrednosti (Grafik 1 i 2).



Grafik 2. Promena vrednosti BELEXline-a od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Indeks Beogradske berze je počeo da se obračunava od 30.09.2004.godine. To je bazni period za obračun indeksa. Početna vrednost je bila 1000.00 indeksnih poena, dok je sveukupna početna vrednost indeksa tržišne kapitalizacije 121.509.581.652,00 dinara

(tržišna kapitalizacija na dnevnoj bazi nakon zatvaranja tržišta). Broj učesnika čije akcije su u indeksnoj korpi je 100. BELEXline se izračunava svaki dan trgovanja kao apsolutna i relativna vrednost indeksa (%).

Koristeći Lasprejerove formulu računa se vrednost indeksa:

$$BELEXline(t) = \frac{\sum_{i=1}^n C(i, t) \times K(i, t) \times FFC \times A_i}{d(t)} \quad (28)$$

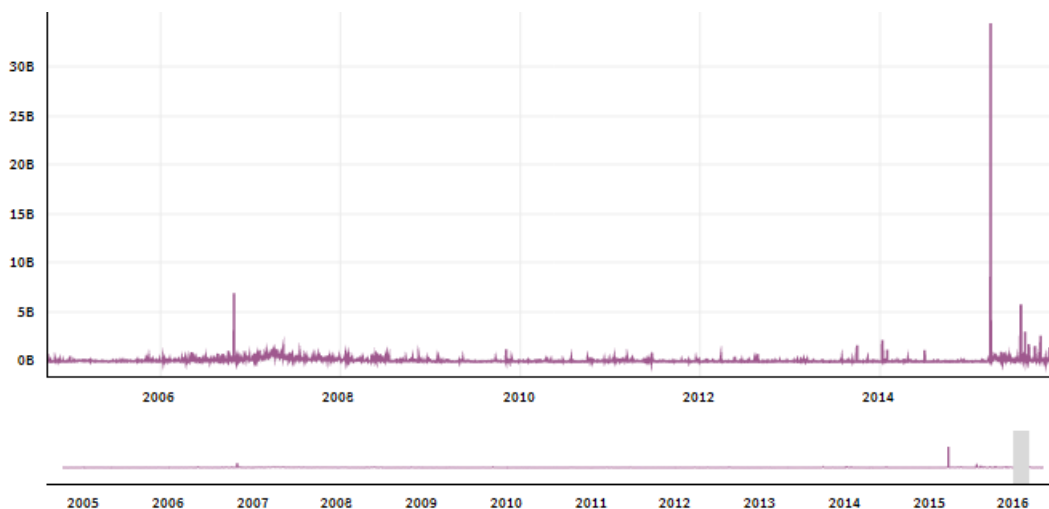
Delilac predstavlja količnik između ukupne tržišne kapitalizacije akcija izdavaoca, koje su uključene u indeksnu korpu i prethodno definisane bazne vrednosti indeksa.

$$d(t) = \frac{\sum_{i=1}^n C_p(i, t) \times K_p(i, t) \times FFC(t) \times A_i(t)}{\sum_{i=1}^n C(i, t-1) \times K(i, t-1) \times FFC(t-1) \times A_i(t-1)} \times d(t-1) = \frac{Nova_indeksna_korpa}{Stara_indeksna_korpa} \times d(t-1) \quad (29)$$

Simboli označavaju:

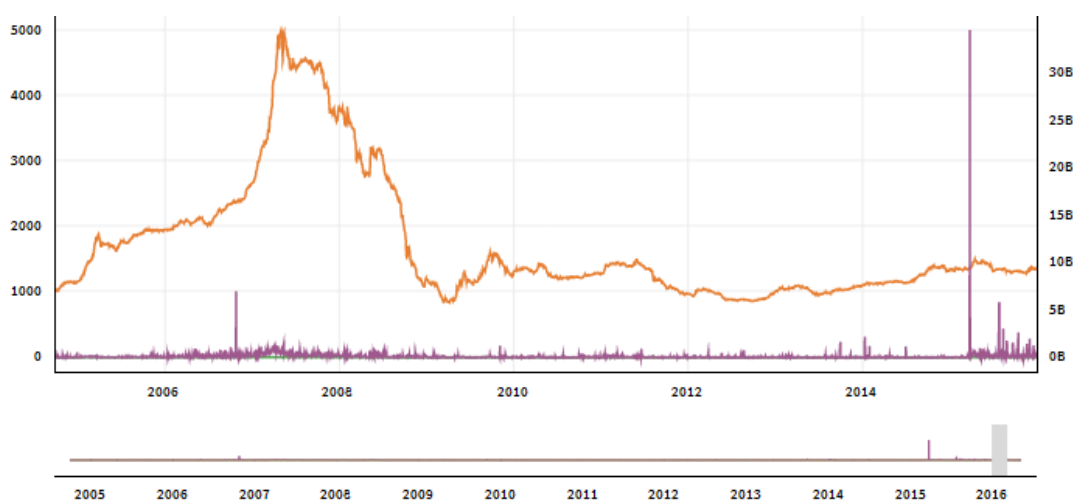
- $BELEXline(t)$ - vrednost indeksa u trenutku, zaokružen na dve decimale;
- n – Broj izdavalaca akcija u indeksnoj korpi;
- i – vrednosti od 1 do n određenog izdavaoca čije su akcije u indeksnoj korpi;
- $C(i, t)$ – cena akcija izdavaoca i , u trenutku t ; $K(i, t)$ – količina akcija izdavaoca i , u trenutku t ;
- $d(t)$ – vrednost delioca u trenutku t ;
- $FFC(i, t)$ – free float faktor izdavaoca i , u trenutku t ;
- $A(i)$ – prilagođavajući faktor izdavaoca i .

Revizija indeksne korpe se vrši dva puta godišnje, 15.marta i 15.septembra (Beogradska berza, 2016). BELEXline se izračunava svakog dana trgovanja kao vrednost indeksa i kao relativna i apsolutna vrednost indeksa (u %).



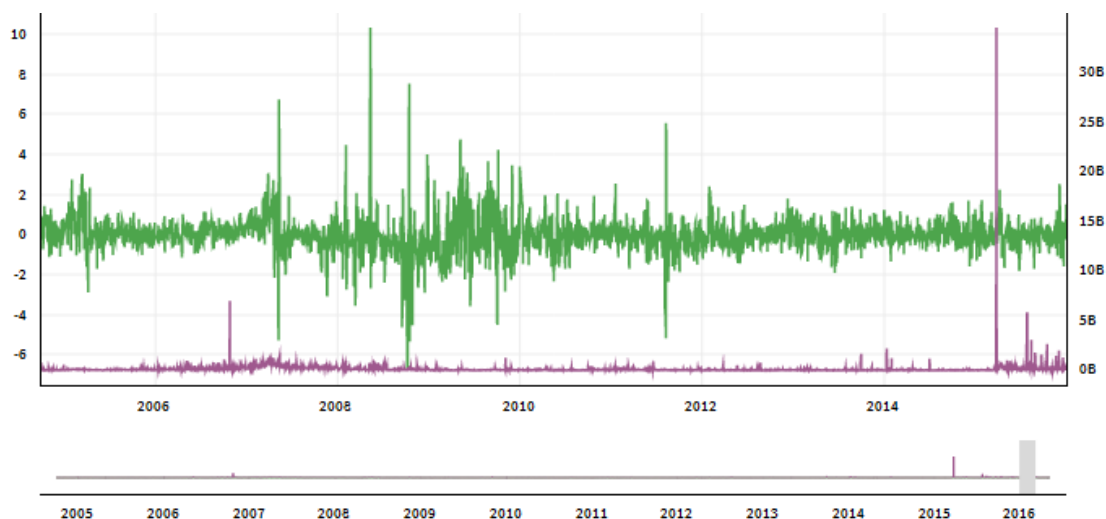
Grafik 3. Ukupni promet od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Podaci BELEXline-a koji su korišćeni u analizi od 01.05.2005.godine do 31.12.2015.godine. Na Grafiku 3 je prikazan ukupan promet na Beogradskoj berzi u periodu od 01.05.2005. – 31.12.2015., gde se vidi da nema mnogo transakcija, nema mnogo šumova i procene mogu biti predestiranije.



Grafik 4. Ukupni promet / Vrednost indeksa BELEXline-a od 01.05.2005. – 31.12.2015.

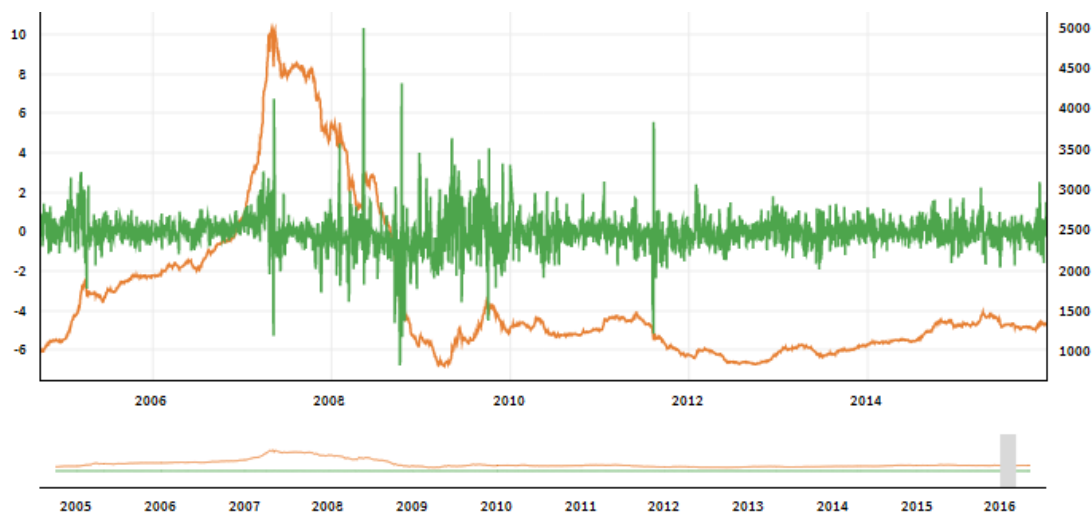
(Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)



Grafik 5. Ukupni promet / Promena indeksa BELEXline-a od 01.05.2005. – 31.12.2015.

(Dizajn grafika prema Quandl sajt, 2016)

Odnos između ukupnog prometa i vrednosti indeksa, u datom periodu prikazan je na Grafiku 4, gde se vidi da je najveća vrednost prometa i vrednost indeksa bila u godinama od 2006.-e do kraja 2009-e godine.



Grafik 6. Vrednost BELEXline / Promena indeksa od 01.05.2005. – 31.12.2015. (Dizajn

grafika prema Quandl sajt, 2016)

Na Grafikonima 5 i 6 su prikazani uporedo odnos između ukupnog prometa i promene indeksa, kao i odnos između vrednosti indeksa i promene indeksa.

4.2.2 Metodologija za proračun BELEXsentiment-a

Beogradska berza od 2005 godine uvela je indikator BELEXsentiment, kao pokazatelj budućeg kretanja indeksa BELEXline. Cilj indikatora BELEXsentiment je identifikacija očekivanja relevantnih učesnika na tržištu s obzirom na trend kretanja na Beogradskoj berzi u narednom mesecu (Beogradska berza, 2016). BELEXsentiment je aktivan pokazatelj tržišnih očekivanja zasnovan na anketiranju učesnika na berzi, dok su pasivni pokazatelji zasnovani na analizi prema istorijskim podacima. Nakon sprovođenja ankete članova berze, portfolio menadžera, investitora, učesnika i predstavnika penzionih fondova, javnosti, dobija se ponderisana vrednost BELEXsentiment-a. Članovi Beogradske berze i članovi fonda učestvuju u formiranju indeksa sa po 45%, dok javnost uzima učešće sa 10 % u ukupnom anketiranju. Aktivni učesnici procenjuju smer budućeg kretanja vrednosti indeksa prema kategorijama: snažan pad, umeren pad, blagi pad, stagnacija, blagi rast, umeren rast i snažan rast. Nakon obračuna BELEXsentiment-a vrši se javno objavljivanje vrednosti.

S obzirom na to da od učesnika na berzi samo prvih dvadeset učestvuje u kreiranju anketnog rezultata, postoji metodologija redosleda berzanskih učesnika. Faktori koji utiču na redosled učesnika su značajno učešće u prometu i frekventnost u prethodnom periodu od četiri nedelje pre glasanja. Nakon generisanja izveštaja o vrednostima trgovanja akcijama za svakog člana i generisanja dana trgovanja člana, i ukupnog broja dana trgovanja t-1, pristupa se izračunavanju ponderisane vrednosti trgovanja za svakog člana prema formuli:

$$PV_i = V_i \times \left(\frac{d_i}{D} \right) \quad (30)$$

Simboli označavaju:

- PV_i – Ponderisana vrednost trgovanja svakog člana,
- V_i – vrednost trgovanja svakog člana,
- d_i – broj dana trgovanja svakog člana u toku meseca,
- D – ukupan broj trgovačkih dana u toku meseca.

Zatim se izračunava učešće svakog člana u ukupnoj vrednosti prometa prema sledećoj formuli:

$$U_i = \frac{PV_i}{\sum_n V_i} \quad (31)$$

- U_i – predstavlja učešće člana u ukupnom prometu.

BELEXsentiment ima intervalnu vrednost od 0-200, pri čemu je 100 bazna vrednost. Ukoliko BELEXsentiment ima vrednost niže od 100 to ukazuje na negativna očekivanja od strane učesnika na tržištu, dok vrednost indikatora veća od 100 ukazuje na pozitivna očekivanja na finansijskom tržištu. Intenzitet promena nije kvantifikovan, ali odstupanja koja postoje u očekivanjima kretanja u istom smeru su predmet opisa najaktivnijih učesnika iz prethodnog perioda. Uz određene ekonomske faktore koji utiču na analizu i procene na tržištu, takođe uticaj subjektivnog faktora učesnika u proceni potrebno je da se uzmu u obzir, što je predmet ovog rada. Nakon proračuna BELEXsentimenta vrši se javno objavljivanje.

4.3 Statistička analiza

Za dobijanje stepena korelisanosti između dva pokazatelja, računamo statističku vrednost Spearman's koeficijenta. Alat koji je korišćen u ovom slučaju je SPSS statistički program. Bivarijantna analiza Spearman koeficijenta se koristi kada je najmanje jedna varijabla ordinarnog tipa, a druga ordinalnog ili intervalnog tipa (Greener, 2008).

Spearman's koeficijent korelacije rangova(ρ) je prikazan formulom:

$$\rho = 1 - \frac{6 \cdot \sum_{i=1}^n d_i^2}{n^3 - n} \quad (32)$$

gde je:

ρ - Spearman's koeficijent,

n – broj parova,

$d_i = r(x_i) - r(y_i)$ - razlika u rankovima parova x i y ,

i = upareni par.

Spearman's ρ koeficijent računamo koristeći dva seta podataka: smer vrednosti BELEXline i smer promene vrednosti BELEXsentiment-a ($<>100$). Na taj način, u mogućnosti smo da predstavimo kvantitativne vrednosti jednakosti ili ne jednakosti između dva tipa rankova. Spearmanov koeficijent može imati vrednost $-1 \leq \rho \leq 1$. Ako je $\rho=0$ ne postoji korelacija dve veličine. Ako je $\rho > 0$ postoji pozitivna korelacija, i ako je $\rho < 0$, varijable su negativno korelisane.

Uopšteno, koeficijent korelacije može uzeti bilo koju vrednost na skali između -1 do +1, uključujući i -1 i +1, što opisuje jačinu veze između dva seta intervala razmere ili odnosa razmere varijabli (Lind et al., 2006). Koeficijent korelacije bliže -1 ili bliže +1

upućuje na visoku korelisanost. Koeficijent korelacije bliže -0.5 ili +0.5 upućuje na srednju korelisanost, dok koeficijent korelacije bliže 0 pokazuje slabu korelaciju. U određenim programima se vrednost koeficijenta uzima u rasponu od $0 \leq \rho \leq 1$.

4.4 Opis metoda zasnovanog na klasičnoj logici

U postupku dokazivanja i proveravanja hipoteze postavljen je nov način zasnovan na klasičnoj logici i principu ekskluzivne disjunkcije. Ekskluzivna disjunkcija podrazumeva da je iskaz „p ili q“ tačan, ako je tačan iskaz ili p ili q, samo jedan od njih. U nastavku sledi objašnjenje korišćenog metoda za konkretan slučaj ispitivanja uslova.

Ako sa R označimo funkciju kao:

$$R = \frac{\text{Broj_podudarnih_uzoraka}}{\text{Broj_ne_podudarnih_uzoraka}} \quad 33)$$

gde je,

Broj_podudarnih_uzoraka - za dokazivanje hipoteze,

Broj_ne_podudarnih_uzoraka - za odbacivanje hipoteze.

Uvodimo sledeću šemu:

Jako podudaranje, ako je $R \geq 2,5$,

Srednje podudaranje, ako je $1,5 \leq R < 2,5$,

Slabo podudaranje, ako je $0 \leq R < 1,5$.

Ako označimo vrednost koeficijenta sa $V_n = 1$, kada promena vrednosti indeksa BELEXline raste i $V_n = -1$, kada vrednost promene indeksa BELEXline pada.

Ako je promena BELEXline pozitivna, označavamo sa $V_n = 1$, pretpostavljamo optimizam investitora. Ako je BELEXline negativna promena, označavamo sa $V_n = -1$, pretpostavljamo pesimizam investitora.

Takođe, ako je smer BELEXsentiment bio pozitivan, označavamo sa $S_n = 1$, pretpostavljamo optimizam investitora. Ako je Belexsentiment bio negativan, označavamo sa $S_n = -1$, pretpostavljamo pesimizam investitora.

Zatim, ako označimo vrednost koeficijenta sa $S_n = 1$, kada je promena smera indeksa BELEXsentiment u rastu i $S_n = -1$, kada je promena smera BELEXsentiment u padu. Matematički, posmatramo dva skupa V_n i S_n , veličine n , gde je $n = 1, 2, \dots, 128$.

Ako posmatramo niz V_n , tj. vrednost promene BELEXline na kraju meseca i vrednost promene BELEXline za sledeći mesec, uočavamo one mesece u kojima je znak (smer) različit. Uslov koji se postavlja je promena trenda, odnosno promena znaka u posmatranom i narednom mesecu. Ako je znak posmatranog meseca V_n različit od znaka narednog meseca, tj. $V_n \neq V_{n+1}$, tada uvodimo novo obeležje V_m i S_m , i dobijamo nova dva skupa sa vrednostima $V_{n+1} = V_m$ i $S_{n+1} = S_m$.

Primenom prethodno utvrđenih kriterijuma, proveravamo vrednosti i dobijamo novu seriju od 53 uzoraka ($m = 1, 2, \dots, 53$).

Koristeći principe matematičke logike, ekskluzivnu ili isključivu disjunkciju, možemo pretpostaviti:

Ako je u mesecu m promena indexa BELEXline bila sa negativnim znakom i ako je za taj mesec BELEXsentiment bio sa negativnim znakom, onda je zaključak da se postavljena hipoteza odbacuje, jer su učesnici na berzi manje trgovali i pratili su pokazatelj Belexsentiment.

Ako je u mesecu m promena indexa BELEXline bila sa negativnim znakom i ako je za taj mesec BELEXsentiment bio sa pozitivnim znakom, onda je zaključak da se postavljena hipoteza prihvata, jer su učesnici na berzi reagovali nezavisno od pokazatelja BELEXsentimenta.

Ako je u mesecu m promena indexa BELEXline bila sa pozitivnim znakom i ako je za taj mesec BELEXsentiment bio sa negativnim znakom, onda je zaključak da se postavljena hipoteza prihvata, jer su učesnici na berzi više trgovali, bez obzira na to što je BELEXsentiment ukazivao na slabiju trgovinu.

Ako je u mesecu m promena indexa BELEXline bila sa pozitivnim znakom i ako je za taj mesec BELEXsentiment bio sa pozitivnim znakom, onda je zaključak da se postavljena hipoteza odbacuje, jer se pokazalo da su učesnici na berzi više trgovali, kao što je i BELEXsentiment ukazivao.

Dobijamo nove vrednosti $V_m \oplus S_m = -1$ i $V_m \oplus S_m = 1$.

Hipoteza je potvrđena ako je $V_m \oplus S_m = -1$, odnosno T.

Hipoteza se odbacuje ako je $V_m \oplus S_m = 1$, odnosno \perp .

Konačno, dobijamo odnos broja tačnih i netačnih slučajeva, koji poredimo sa prvobitno postavljenim kriterijumom.

4.5 Opis metoda zasnovanog na fuzzy logici

U postupku provere hipoteze i modelovanja neodređenosti korišćen je računarski program Matlab, verzija (<http://www.mathworks.com, Fuzzy logic toolbox>). Prateći algoritam i postupke rada prethodno objašnjene u poglavlju tri, prvobitno su definisane veličine

ulaznih i izlaznih promenljivih, zatim je izvršeno testiranje rada programa i ocena primenjivosti predložene metode.

Prvi korak u izradi alata za korisnike u cilju efikasnijeg donošenja odluka jeste funkcija lingvističkog fuzzy modelovanja. U tu svrhu se definišu matematički objekti i metode.

Ulazne promenjive su: vrednost promene BELEXline indeksa prethodnog meseca, vrednost promene BELEXline indeksa tekućeg meseca, smer promene BELEXsentiment-a. Izlazna promenjiva je lična sklonost, koju definišemo kao koeficijent optimizma.

1. Definisane seta lingvističkih pojmova za sledeće promenljive je u nastavku:
 - a. Belexline prethodnog meseca BIP (input 1): $P'(BIP) = \{Pad, Nema\}$ promene, Rast}
 - b. Belexline posmatranog meseca BIT (input 2): $P'(BIT) = \{Pad, Nema\}$ promene, Rast}
 - c. Belex sentiment posmatranog meseca BS (input 3): $P'(BS) = \{VSP, VNP, BNP, S, BNO, VNO, VSO\}$
 - d. Koeficijent optimizma - Lična sklonost KS (output): $P'(KS) = \{KS-VSP, KS-VNP, KS-BNP, KS-S, KS-BNO, KS-VNO, KS-VSO\}$

Podela na sledeće nivoe je izvršena na osnovu ponuđenih odgovora za ocenu BELEXsentimenta. U Tabeli 3. je prikazan opseg vrednosti, sa isključenim ekstremnim vrednostima. Diskretne vrednosti ulaznog skupa prevodimo u lingvističke vrednosti fuzzy skupa.

- veoma visok nivo samopouzdanja u pesimizmu (VSP) – snažan pad,

- visok nivo samopouzdanja u pesimizmu (VNP) – umeren pad,
- blagi nivo samopouzdanja u pesimizmu (BNP) – blagi pad,
- stagnacija (S),
- blagi nivo samopouzdanja u optimizmu (BNO) – blagi rast,
- visok nivo samopouzdanja u optimizmu (VNO) – umeren rast,
- veoma visok nivo samopouzdanja u optimizmu (VSO) – snažan rast.

Tabela 3. Gradacija sentimenta prema dostignutim vrednostima BELEXsentiment-a

<i>Gradacija sentimenta od 80 – 160</i>	<i>Srednja vrednost</i>	<i>Oznaka</i>	<i>Ponuđeni odgovori</i>
80- 91,4	85.7	VSP	snažan pad
91,4-102,8	97.1	VNP	umeren pad
102,8-114,2	108.5	BNP	blagi pad
114,2-125,6	119.9	S	stagnacija
125,6-137	131.3	BNO	blagi rast
137-148,4	142.7	VNO	umeren rast
148,4~159,8 - 160	154.2	VSO	snažan rast

2. U sledećem koraku se definiše očekivani lingvistički output za svaku kombinaciju ulaznih promenljivih i formiraju lingvistička pravila. Kombinacijom ulaznih promenljivih može se formirati maksimalan broj pravila, od kojih će u konkretnom slučaju biti primenjeno 15.

1. If (BIP is Pad) and (BIT is Pad) and (BS is VSP) then (KS is KS-VSP)
2. If (BIP is Pad) and (BIT is Pad) and (BS is BNP) then (KS is KS-BNP)
3. If (BIP is Rast) and (BIT is Rast) and (BS is VSO) then (KS is KS-VSO)
4. If (BIP is Rast) and (BIT is Rast) and (BS is VNO) then (KS is KS-VNO)

5. If (BIP is Pad) and (BIT is Rast) and (BS is VSP) then (KS is KS-VSP)
 6. If (BIP is Pad) and (BIT is Rast) and (BS is VNP) then (KS is KS-VNP)
 7. If (BIP is Pad) and (BIT is Rast) and (BS is S) then (KS is KS-S)
 8. If (BIP is Pad) and (BIT is Rast) and (BS is BNO) then (KS is KS-BNO)
 9. If (BIP is Pad) and (BIT is Rast) and (BS is VNO) then (KS is KS-VNO)
 10. If (BIP is Pad) and (BIT is Rast) and (BS is VSO) then (KS is KS-VSO)
 11. If (BIP is Rast) and (BIT is Pad) and (BS is VSP) then (KS is KS-VSO)
 12. If (BIP is Rast) and (BIT is Pad) and (BS is VNP) then (KS is KS-VNO)
 13. If (BIP is Rast) and (BIT is Pad) and (BS is BNP) then (KS is KS-BNP)
 14. If (BIP is Rast) and (BIT is Pad) and (BS is S) then (KS is KS-S)
 15. If (BIP is Rast) and (BIT is Pad) and (BS is VSO) then (KS is KS-VSP).
3. Korak tri obuhvata prevod lingvističkih varijabli na matematički nivo. Primjenjena je vrednost standardne devijacije i srednje vrednosti za vrednovanje lingvističkih pojmova.

Rangovi ulaznih promenljivih:

- a) BIP = [-7 12]
- b) BIT = [-7 12]
- c) BS = [60 120]

Izlazna promenjiva:

Za izlaznu varijablu potrebno je definisati prostor univerzuma posmatranja [0,2]. Fuzzy klasifikacija se vrši putem označavanja lingvističkih termina izlaznih varijabli i dodeljivanjem vrednosti prema ordinalnoj skali ili prema konkretnom slučaju:

4. KS [0 1], gde vrednost 0 i bliže 0 pretpostavlja uticaj niskog nivoa samopouzdanja, dok vrednost 1 i bliže 1 pretpostavlja uticaj visokog nivoa samopouzdanja. Vrednosti 0.5 i bliže 0.5 ukazuje na ne postojanje uticaja prirodnih sklonosti.

5. Validacija.

U konkretnom slučaju primena fuzzy inference sistema omogućava prvobitno testiranje i pruža pomoć u odlučivanju zasnovano na istorijskim podacima od 01.05.2005.godine do 31.12.2015.godine.

5. REZULTATI I INTERPRETACIJA REZULTATA

U prvim rezultatima istraživanja, objavljenim u radu (Sando et al, 2012), dokazano je da su donosioci odluka u procesu predviđanja skloni predrasudama preteranog optimizma ili pesimizma. Postavljeni su unapred utvrđeni kriterijumi za određivanje podudaranja rezultata: Jako podudaranje, ako je $R \geq 2,5$, Srednje podudaranje, ako je $1,5 \leq R < 2,5$, Slabo podudaranje, ako je $0 \leq R < 1,5$. Rezultat istraživanja je jako srednje podudaranje. Dok je u nastavku istraživanja, sa većim uzorkom i testiranjem na nivou značajnosti od 99%, podudaranje bilo jako izraženo. Prema postavljenom problemu u datom radu, koeficijent korelacije između smera kretanja vrednosti BELEXline-a i smera promene vrednosti BELEXsentiment-a ($\neq 100$) je negativno korelisan. Spearman's (ρ) koeficijent korelacije rankova je $\rho = -0,346$, na većem uzorku $\rho = -0,478$ (opseg korelacije od -1 do 1). Tumačenje rezultata istraživanja pokazuje da efekat predrasude kod većine investitora prema preteranom optimizmu ili preteranom pesimizmu, na finansijskim tržištima zemalja u razvoju funkcioniše.

U analizi su poređena dva indikatora sa vremenskom odrednicom: BELEXline i BELEXsentiment. Posmatrano je tržište u razvoju kao pogodno za proučavanje osnovnih zakonitosti na finansijskim tržištima. Osnovni razlozi za to su nedostatak šuma, tj. manji broj transakcija, pa su i promene prepoznatljivog karaktera.

5.1 Deskriptivna statistika

U ovom delu rada prikazani su rezultati primenjenih deskriptivnih statističkih metoda kao što su: standardna devijacija prikazane u Tabelama 4, 5 i 6 (uzorak na dnevnom nivou za BELEXline, uzorak na mesečnom nivou za BELEXline i BELEXsentiment-a, srednja vrednost i frekvencija).

Tabela 4. Deskriptivna statistika BELEXline vrednost i promena na dnevnom nivou u period od 01.05.2005.-31.12.2015.

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic	Statistic
BELEXline	2692	4165,35	841,99	5007,34	1724,7247	18,65706	968,01183	937046,901
Promena BELEXline	2692	17,10	-6,73	10,37	-,0041	,01768	,91707	,841
Broj uzoraka	2692							

Tabela 5. Deskriptivna statistika promene BELEXsentiment i BELEXline na mesečnom nivou u periodu od 01.05.2005.-31.12.2015.

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std.Deviation	Variance
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std.Error	Statistic	Statistic
Promena smera BELEXsentiment	127	106,71	-52,71	54,00	9,3068	1,88252	21,21495	450,074
Promena BELEXline na mesečnom nivou	128	56,03	-27,75	28,28	,1041	,66073	7,47533	55,881
Broj uzoraka	127							

Tabela 6. Standardne devijacije po godinama za BELEXline

	N	Range	Minimum	Maximum	Mean		Std. Deviation
	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Statistic	Std. Error	Statistic
BELEXline_2015	252	213,96	1285,30	1499,26	1358,1849	3,19767	50,76144
BELEXline_2014	252	300,25	1104,64	1404,89	1217,1641	6,28308	99,74084
BELEXline_2013	252	156,80	948,12	1104,92	1034,3923	2,52752	40,12321
BELEXline_2012	251	194,34	857,00	1051,34	930,2937	3,75357	59,46768
BELEXline_2011	253	534,28	961,55	1495,83	1265,4554	10,76628	171,24818
BELEXline_2010	251	242,86	1189,82	1432,68	1280,2077	3,95376	62,63926
BELEXline_2009	254	765,86	841,99	1607,85	1202,1578	13,35664	212,86986
BELEXline_2008	254	2756,69	1078,47	3835,16	2579,0080	51,67730	823,60071
BELEXline_2007	251	2324,90	2682,44	5007,34	4117,5186	37,12300	588,13900
BELEXline_2006	249	717,83	1940,33	2658,16	2194,1643	11,59484	182,96357
BELEXline_2005	250	786,19	1170,98	1957,17	1751,5177	12,38840	195,87785
Valid N (listwise)	249						

Na ukupnom uzorku od 128 meseci Spearman's (ρ) koeficijent korelacije rankova je $\rho = 0,255$ sa statističkom značajnošću na nivou od $p < 0.01$ (Sig. (2-tailed; Tabela 7)). Postoji pozitivna korelacija između varijabli. Broj uzoraka sa promenom trenda je 53/128, odnosno 41.41%. Koristeći podatke gde je došlo do promene trenda, očekivano bi bilo da se uoči isti trend. Međutim, rezultat pokazuje da je Spearman's (ρ) koeficijent korelacije rankova $\rho = -0,286$ sa statističkom značajnošću na nivou od $p < 0.05$ (Sig. (2-tailed)). Ovo ukazuje na pojavu da smer promene BELEXsentiment-a je srednje negativno korelisan sa smerom promene kretanja BELEXline-a (Tabela 8.). Uprkos tome da je vrednost BELEXline bila u padu ili rastu tokom poslednjeg meseca, učesnici u proceni BELEXsentiment-a za sledeći mesec zadržavaju preferenciju istog smera kretanja vrednosti BELEXline-a.

Tabela 7. Spearman's ρ koeficijent za promenu smeru kretanja investor sentimenta i smeru BELEXline na celokupnom uzorku

		V_n	S_n
Spearman's ρ	V_m Correlation Coefficient	1,000	0,255**
	Sig. (2-tailed)	.	0,004
	N – Broj uzoraka	128	127
	S_m Correlation Coefficient	0,255**	1,000
	Sig. (2-tailed)	0,004	.
	N – Broj uzoraka	128	128

*. Korelacija je značajna na nivou od 0.01 (2-tailed).

Tabela 8. Spearman's ρ koeficijent za promenu smeru kretanja investor sentimenta i smeru BELEXline nakon promene trenda

		V_m	S_m
Spearman's ρ	V_m Correlation Coefficient	1,000	-0,286*
	Sig. (2-tailed)	.	0,038
	N – Broj uzoraka	53	53
	S_m Correlation Coefficient	-0,286*	1,000
	Sig. (2-tailed)	0,038	.
	N – Broj uzoraka	53	53

*. Korelacija je značajna na nivou od 0.05 (2-tailed).

5.2 Rezultati prema metodu zasnovanom na klasičnoj logici

Dobijena je serija od 53 uzorka od 128 posmatranja. Rezultati pokazuju vrednost funkcije $R = 1.8$ (Tabela 9.). Taj rezultat ukazuje na srednje podudaranje. Smer promene BELEXsentiment-a je dobro korelisan sa smerom promene BELEXline-a. Rezultati pokazuju da ako je vrednost indeksa u porastu poslednji mesec, investitori i portfolio

menadžeri će nastaviti da prate trend smera. S obzirom na to da postoji srednje podudaranje, zaključujemo da postoji uticaj nerealnih optimista i nerealno usmerenih učesnika, pa stoga postoji mogućnost poboljšanja procene uzimajući u obzir uticaj psiholoških faktora.

Tabela 9. Rezultati prema primeni ekskluzivne disjunkcije

Smer BELEXline Δ	Smer promene BELEXsentiment	Podudarnost	Broj uzoraka
V_m	S_m		
-1	-1	F	8
-1	1	T	18
1	-1	T	16
1	1	F	11
<hr/>			
Ukupno:			
T	34		
⊥	19		
R= 1,8			

Ako izvršimo obračun nivoa promene vrednosti indeksa (odstupanje 1%), u odnosu na prethodnu vrednost, smer kretanja indeksa (pad, bez promene i rast) je slabo negativno korelisan sa smerom stvarnih vrednosti BELEXline. Linearni rast promene smera raspoloženja BELEXsentimenta, odgovara padu promene smera BELEXline. Što ukazuje na to da investitori ostaju dosledni svojim smerovima predviđanja. Preterani optimisti veruju u rast vrednosti indeksa, dok se stvarno ne dešava nužno rast vrednosti indeksa. Preterani pesimisti veruju kada je u prethodnom periodu ostvaren pad, da će se nastaviti pad i u narednom mesecu. Stvarna vrednost indeksa ne bude nužno u padu.

Ukupno, realna promena indexa je bila gotovo uravnotežena, odnosno bio je približan broj negativnih i pozitivnih promena kretanja indexa.

Lične karakteristike ili uticaj psihološkog profila donosioca odluka su značajne na rezultat donete odluke ili procene. Tržišta u nastajanju su bez mogućnosti za obavljanje

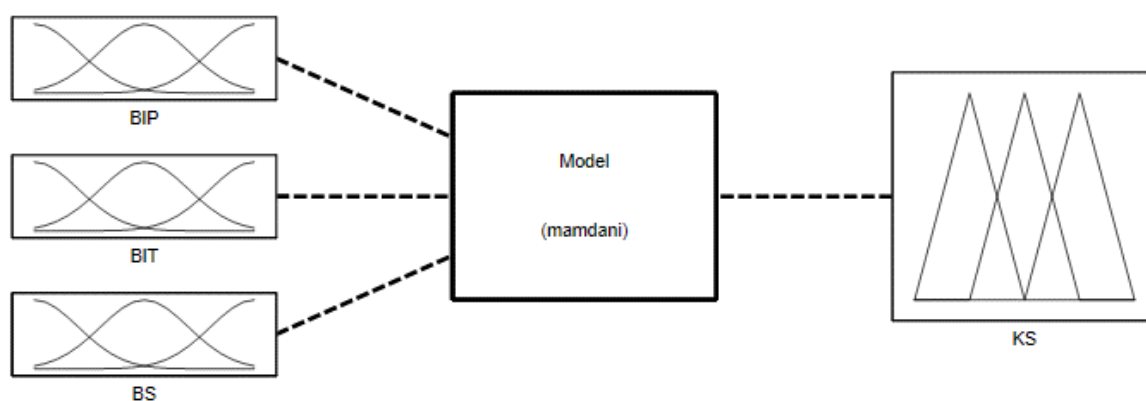
mnogo finansijskih transakcija, pa stoga ne postoji mnogo šuma i promene su prepoznatljivog karaktera. Iz tih razloga su tržišta u nastajanju veoma pogodna za ispitivanje osnovnih zakonitosti na finansijskim tržištima. Uticaj determinisanih sklonosti nerealnog optimizma ili nerealnog pesimizma utiču na procenu kretanja indeksa u narednom mesecu, kada je već poznata vrednost indeksa iz tekućeg meseca, koji se uzima kao odlučujući pokazatelj. Koristeći statističku analizu dokazano je takođe da je smer vrednosti promene BELEXline-a i promena smera BELEXsentimenta pokazuju slabu pozitivnu korelaciju. Dakle, učesnici u proceni u većini slučajeva procenjuju povećanje ili smanjenje vrednosti indeksa promene indeksa zasnovanog na postignutoj vrednosti iz prethodnog meseca. Koristeći metod klasične logike dokazano je da postoji podudaranje između kretanja indeksa što ukazuje da donosioci odluka žele da ostanu u istom smeru, dok je realna promena drugačija. Stvarna vrednost indeksa ne pokazuje neophodno promenu smera. Nerealni optimisti veruju da ako je u prethodnom periodu ostvaren rast indeksa da će sledećeg meseca indeks biti u porastu. Stvarna vrednost indeksa ne pokazuje porast obavezno. Nerealni pesimisti veruju da ako je u prethodnom mesecu indeks bio u porastu, da će sledećeg meseca biti u padu. Stvarna vrednost ne pokazuje nužno pad. Sledstveno tome može se zaključiti da je prva hipoteza potvrđena.

H₁: Moguće je kvantifikovati ispoljavanje lične sklonosti donosioca odluka prema preteranom optimizmu ili preteranom pesimizmu u uslovima neizvesnosti.

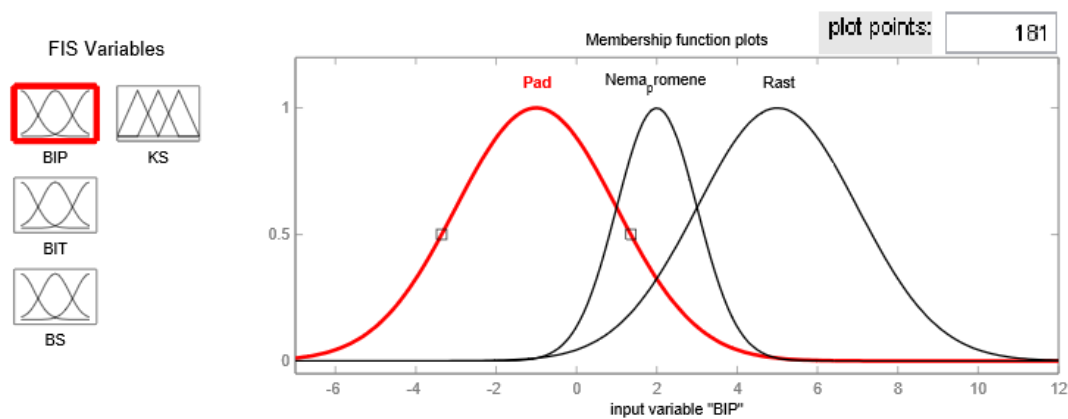
U narednom delu istraživanja je urađeno istraživanje uticaja samopouzdanja na donošenje odluke o proceni vrednosti sentimenta, kao načina da se kreira novi model koji bi uzimao u obzir ponašanje donosioca odluka i pomogao da procene budu preciznije sa većom verovatnoćom.

5.3 Rezultati prema metodu zasnovanom na fuzzy logici

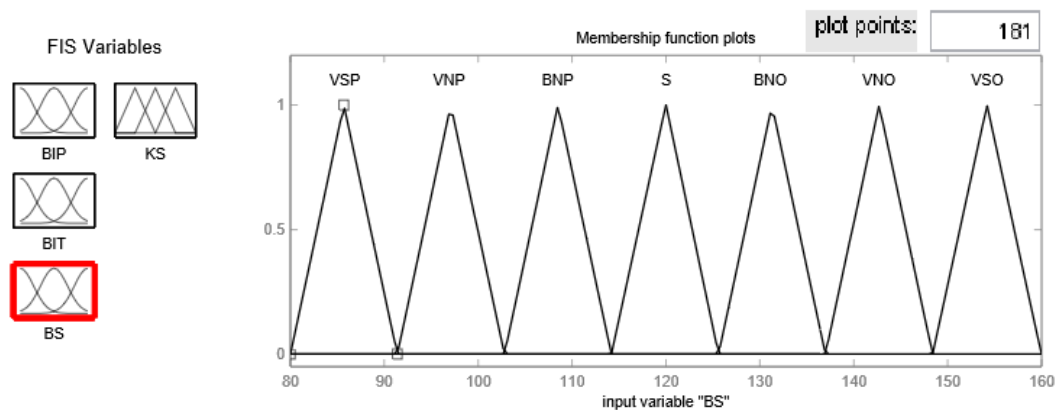
Prema unapred definisanom algoritmu definisane su ulazne i izlazne varijable, određen opseg univerzuma funkcije pripadnosti, dok su parametri varijabli postavljeni prema prethodno proračunatim vrednostima medijane i standardne devijacije (Slika 12, 13, 14 i 15; Prilog 4).



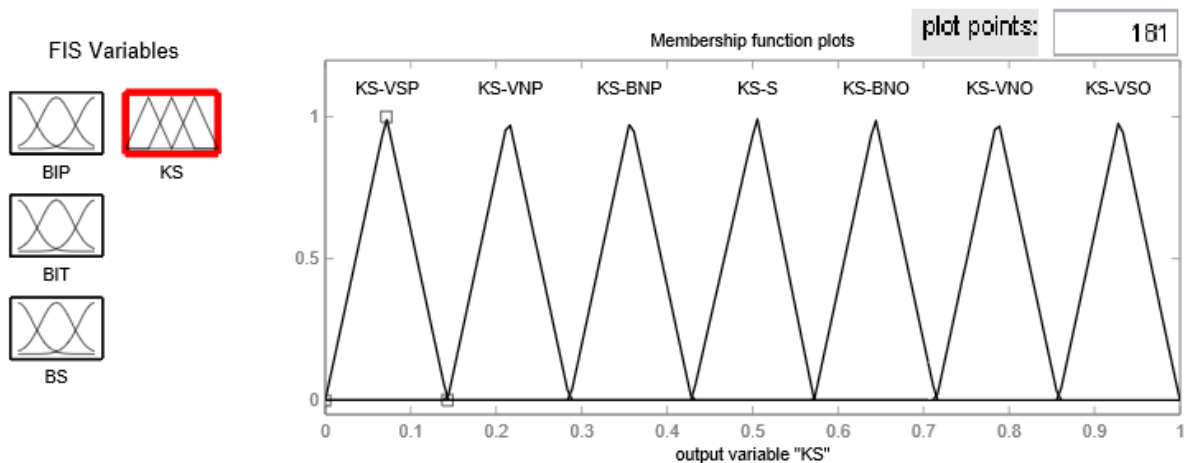
Slika 12. Ulazne i izlazna varijabla modela prema datim opisima



Slika 13. Ulazna varijabla BELEXindex prethodnog meseca



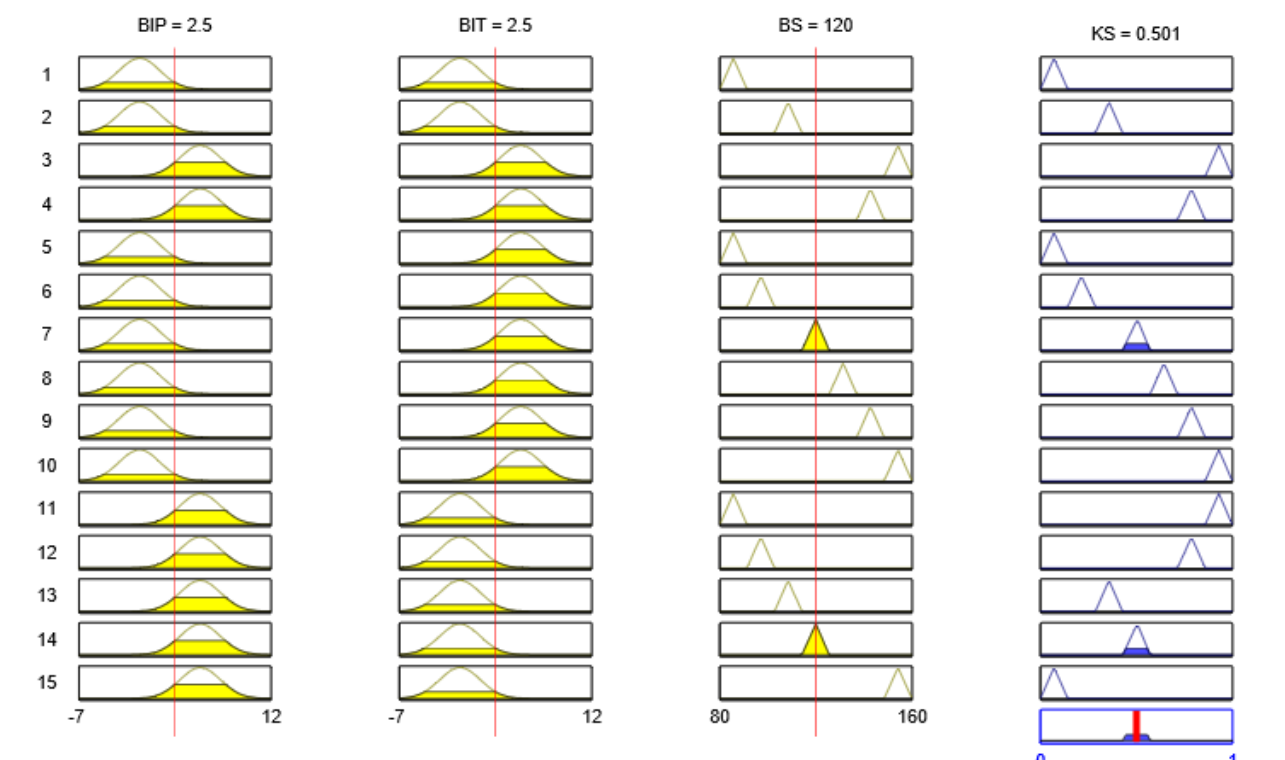
Slika 14. Ulazna varijabla BELEXsentiment



Slika 15. Izlazna varijabla koeficijent samopouzdanja

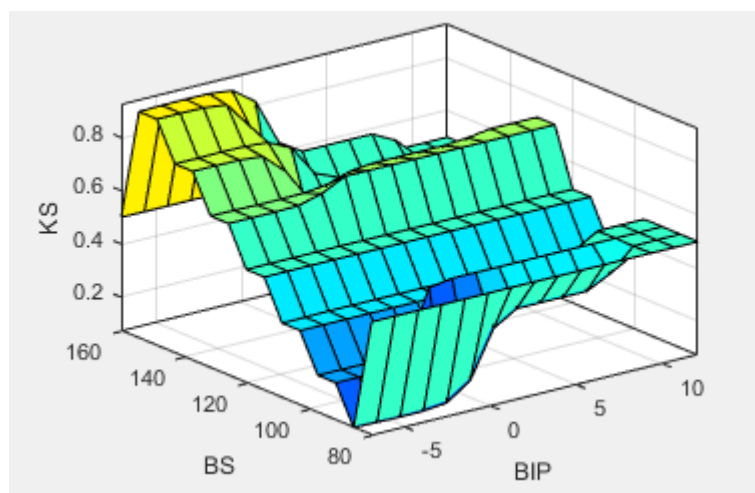
Za simulaciju modela nakon definisanja varijabli, parametara i pravila, pogled na pravila (rule viewer) pokazuje 4 kolone i 15 redova, kao broj pravila koji je u ovom primeru urađen (Slika 16). Kolone sa vrednostima predstavljaju ukupan broj definisanih funkcija pripadnosti, dok redovi predstavljaju broj definisanih pravila. Svaka funkcija pripadnosti je povezana sa definisanim pravilima. Poslednja kolona pokazuje stepen pripadnosti ulaznih varijabli, uz uslove definisanih pravila i uticaj na izlaznu varijablu. Poslednji plot pokazuje kako je izlaz svakog pravila kombinovan i kako je agregatni output definisan kao fuzzy vrednost koeficijenta samopouzdanja. Pomeranjem crvene linije možemo menjati vrednosti ulaznih varijabli i videti kakve se promene dešavaju sa

izlaznom vrednošću. Vrednosti funkcije pripadnosti obeležene su žutom bojom. U Matlab fuzzy logictoolbox-u postoji mogućnost eksplicitnog unosa vrednosti parametara ulaznih varijabli, tako da je i na taj način moguć uvid u smer kretanja i dobijanja vrednosti izlazne varijable.

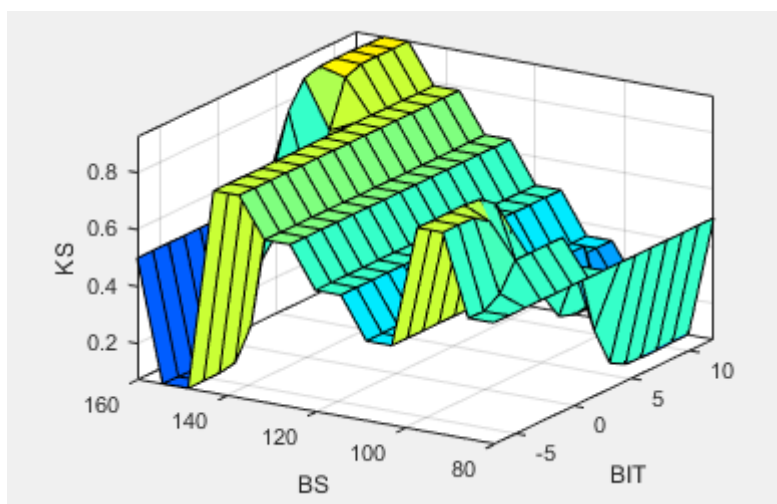


Slika 16. FIS – prikaz rezultata prema pravilima

Takođe, opcija grafičkog prikaza daje pojednostavljen, vizuelno pregledan grafik (Grafik 7 i 8). Sa više ulaznih varijabli, fuzzy inferencije sistem omogućava pregled zavisnosti kombinacije varijabli prikazanih na grafiku, tako da je jasno uočljiva zavisnost varijabli jedne od drugih i uticaj na izlazne parametre. Rotiranjem grafikona može se uočiti jasnije trodimenzionalni prikaz međuzavisnosti promenljivih.



Grafik 7. FIS – trodimenzionalni prikaz rezultata prema pravilima BIP – BS, KS



Grafik 8. FIS – trodimenzionalni prikaz rezultata prema pravilima BIT – BS, KS

Validacija modela je urađena na 53 uzorka, na osnovu prethodno determinisane promene trenda.

Rezultati dobijenog koeficijenta samopouzdanja za prve uzorke su prikazani u Tabeli 10, dok su rezultati za ostale uzorke prikazani u Prilogu 5. Prema podacima iz tabele, vrednost koeficijenta samopouzdanja 0,222 ukazuje na nizak nivo samopouzdanja, dok vrednost 0,785 ukazuje na visok nivo samopouzdanja. Dobijene vrednosti koeficijenata se koriste u narednoj fazi dodeljivanja korektivnog faktora u evaluaciji projekata.

Tabela 10. Primer validacije modela

	BIP	BIT	BS	KS
1.	-1,37	4,27	98,56	0,222
2.	4,27	-1,16	144,33	0,785
3.	-1,16	6,28	126,25	0,643
4.	6,28	2,62	150	0.564

Nakon dobijenih rezultata potrebno je izvršiti poređenje dobijenih rezultata, što u ovom radu nije bio predmet istraživanja. U ovom istraživanju je fokus isključivo na promenu trenda kao uslov za merenje promene, dok će predmet u narednim istraživanjima biti ispitivanje međuzavisnosti podataka na celokupnom setu podataka.

Na osnovu izloženih rezultata može se zaključiti da su hipoteze dva i tri time potvrđene.

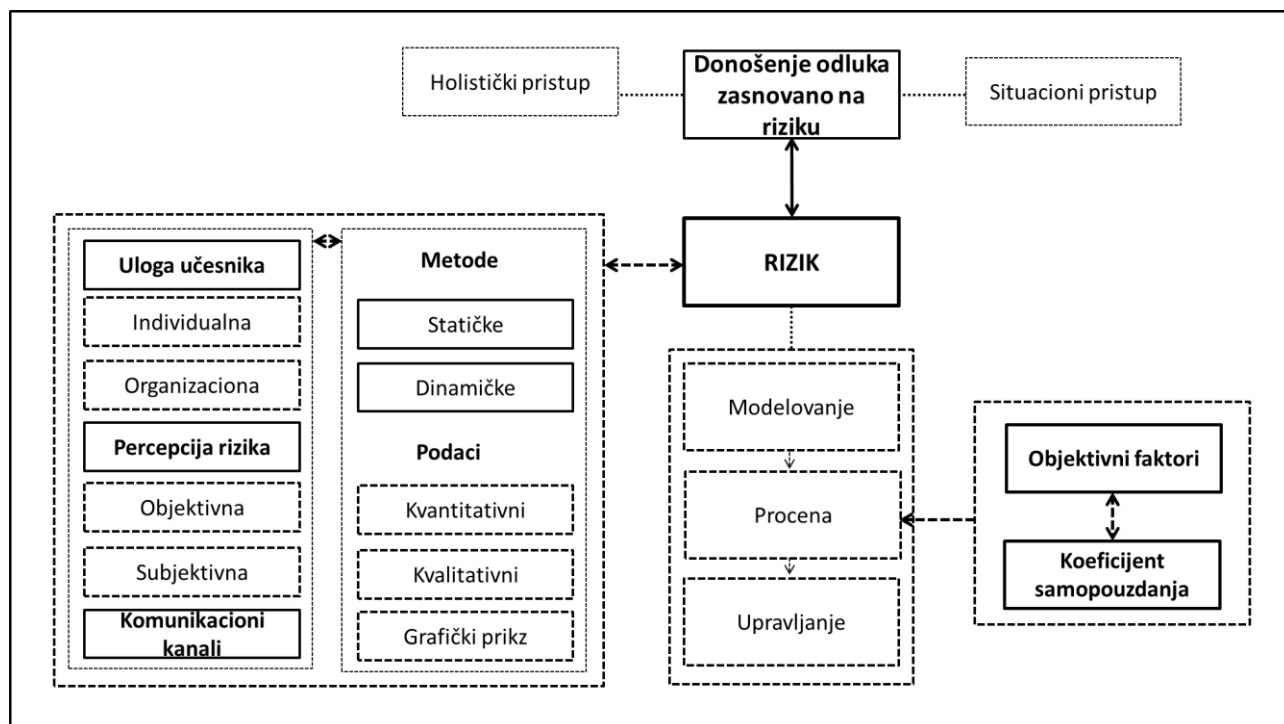
H₂: Moguće je kvantifikovati ispoljavanje lične sklonosti preterano samopouzdanje donosioca odluka u uslovima neizvesnosti.

H₃: Primenom fuzzy logike moguće je razviti model i definisati pravila za merenje subjektivnih faktora u odlučivanju, što povećava profitabilnost kompanije, projekta i investicije.

6. SITUACIONO – KOGNITIVNI MODEL U ODLUČIVANJU I MOGUĆNOST PRIMENE

Na osnovu naučno utemeljenih zakonitosti i ispitanih istraživačkih pitanja, postavljen je model za procenu i donošenje odluka zasnovan na proceni rizika sa fokusom na

koeficijent samopouzdanja (Slika 17). Model je nastao kao podrška u budućem odlučivanju, formiran na osnovu istorijskih podataka, testirajući teoriju očekivanog izbora.



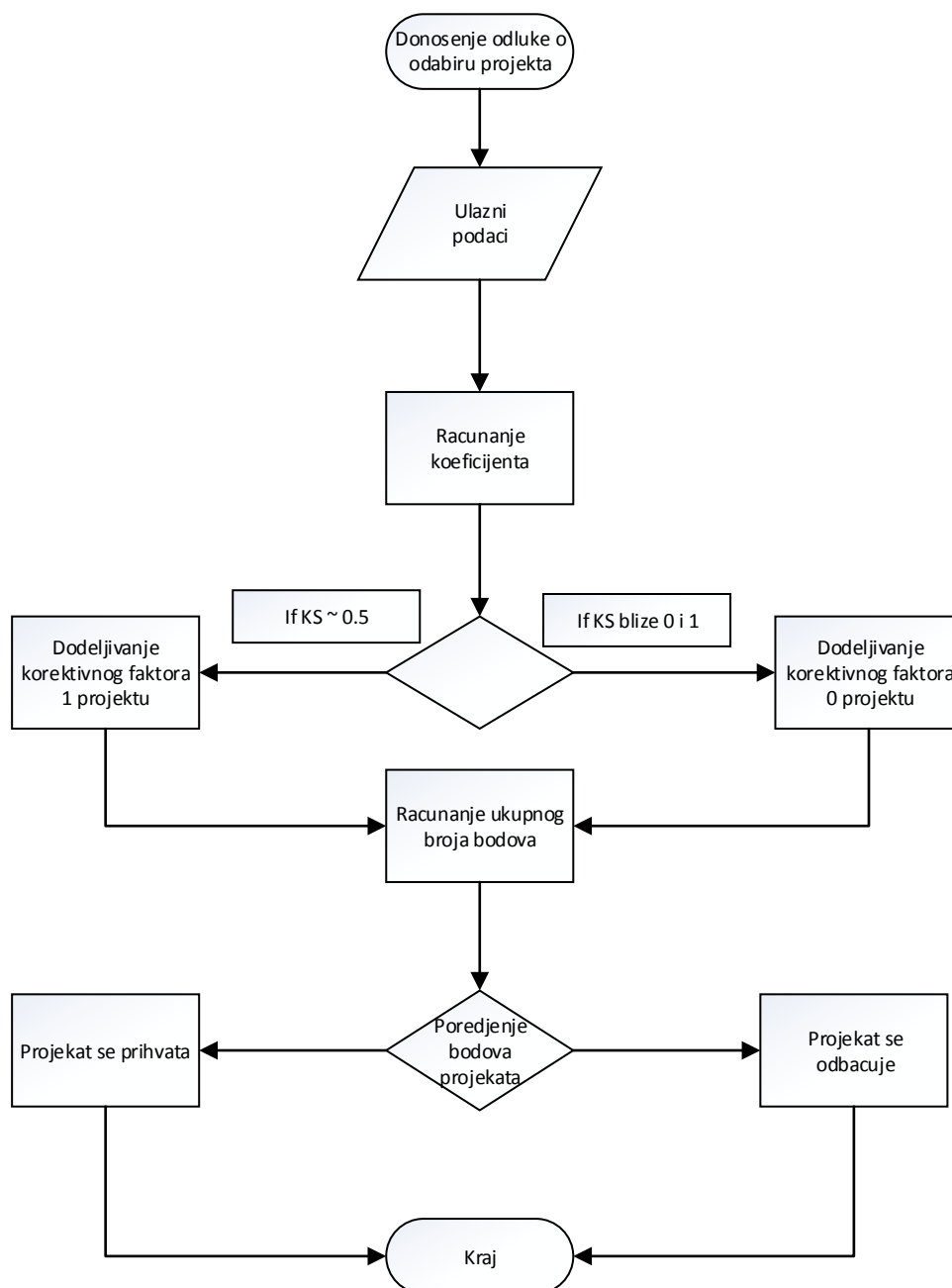
Slika 17. Model donošenja odluka zasnovan na proceni rizika sa fokusom na koeficijent samopouzdanja

Model se bazira na holističkom pristupu, sa akcentom na korišćenje koeficijenta samopouzdanja, kao parametra pri određivanju težinskih koeficijenata odluke. Odlučivanje zasnovano na riziku podrazumeva aktivnosti modelovanja, procene i upravljanja rizikom. Proces donošenja odluka je pod uticajem objektivnih i subjektivnih faktora. Objektivne faktore je moguće kvantifikovati na jednostavan način, dok je kvantifikovanje subjektivnih faktora rizika teže ostvariti. Zbog toga je u okviru modela uključen faktor koeficijenta samopouzdanja, kao korektivni faktor kojeg donosioci odluka mogu da uzmu u obzir, kako bi subjektivne karakteristike sveli na što je moguće više prepoznatljiv nivo i kvantifikovali uticaj subjektivnog faktora. Prepoznavanje sistematskih grešaka u rasuđivanju doprinosi donošenju više zadovoljavajućih odluka. Na taj način se

donošenje odluka u uslovima neizvesnosti približava uslovima rizika, u kome je moguće merenje i upravljanje situacijama.

Jedna od mogućnosti primene koeficijenta samopouzdanja jeste u postupku evaluacije investicionih projekata. Procena tipa nosioca projekta je od izuzetne važnosti za uspeh projekta. U tom smislu uz postojeće metode procene, potrebno je proceniti tip ličnosti nosioca projekta, na osnovu pitanja u anketnoj formi, pregleda stanja reputacije u dosadašnjem odnosu prema bankama, istorijskim promenama bankarskih računa (blokade računa, prekid rada i sl.) i odnosa prema poslovnim partnerima. Koeficijent samopouzdanja se određuje s obzirom na prethodno ispitivanje i determinisanje tipa ličnosti budućih nosioca projekata. Ukoliko je reč o donosiocima odluka sa preteranim samopouzdanjem ili niskim nivoom samopouzdanja, određeni tip ličnosti se svrstava u određenu kategoriju, dok se projektu pripisuje odgovarajući koeficijent, koji može uzeti vrednost od 0 do 1. Takođe, ukoliko se primenjuju napredne metode odlučivanja, koeficijent samopouzdanja pomaže u definisanju vrednosti težinskih koeficijenata verovatnoće svake alternative.

Na Slici 18. je prikazan algoritam procesa evaluacije projekata u kome se primenjuju rezultati dobijeni istraživanjem. Nakon dobijenog koeficijenta samopouzdanja ocenjivači projekata dodeljuju korektivni faktor 0, ukoliko je koeficijent samopouzdanja 0.5 ili blizu 0.5, što ukazuje da nije determinisan uticaj ličnih sklonosti. Ukoliko je koeficijent samopouzdanja bliže 0 ili 1, koji ukazuje na izraženu sklonost ili prema preteranom samopouzdanju ili prema niskom nivou samopouzdanja, ocenjivač projekta dodeljuje korektivni faktor 1. Nakon dobijenih ukupnih vrednosti evaluiranih projekata, vrši se izbor najviše zadovoljavajućih projekata.



Slika 18. Algoritam procesa evaluacije projekata

Rezultati istraživanja i predloženi model su od značaja kako za naučnu tako i za stručnu javnost. Naučna javnost će biti zainteresovana za rezultate istraživanja na polju nedovoljno istraženih psiholoških sklonosti pojedinca – donosioca odluke. Stručna javnost će moći da primeni predloženi model, posebno u oblastima strateškog menadžmenta, puštanja novih proizvoda na tržište, marketinga – motivacije kupaca, osiguranja, berzanskih transakcija, bihejviorističkih finansija i drugim oblastima. Model će

se u kombinaciji sa kvantitativnim metodama moći direktno primeniti u oceni efektivnosti investicionih projekata, odnosno u aktivnostima identifikovanja, procene, izbora i odobravanja investicionih projekata u kapitalnom budžetiranju.

7. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

7.1 Zaključak, ograničenja i pravci daljeg istraživanja

Uticaj subjektivnog faktora kao faktora rizika u procesu odlučivanja je neizbežan. Sistematske greške koje se pojavljuju u logici rasuđivanja utiču na rezultat donete odluke. Prema teoriji očekivanog izbora ove greške su prirodne sklonosti donosioca odluka i moguće ih je kvantifikovati.

U istraživanju je izvršeno merenje rizika nastalog pod uticajem prirodnih sklonosti donosioca odluka u procesu donošenja procene za vrednost BELEXsentiment-a na Beogradskoj berzi, kao aktivnog pokazatelja kretanja berzanskog indeksa za sledeći mesec. Učesnici u proceni sentimenta su pod uticajem realnih, matematičkih pokazatelja, ali i subjektivno doživljenih promena. Donošenje odluka zasnovano na proceni rizika podleže determinisanju objektivne i subjektivne verovatnoće. Objektivna verovatnoća se zasniva na istorijskim podacima, dok je subjektivna verovatnoća kao lični stav donosioca odluka podložna promeni. Odluke u praksi se u većini situacija donose kombinacijom objektivne i subjektivne verovatnoće. U ovom radu su proučavane i potvrđene determinisane sklonosti pojedinca da načini grešku u proceni prateći prirodu svog ponašanja. Istraživanje pokazuje da su tržišta u razvoju pogodna za proučavanje osnovnih naučno utemeljenih zakonitosti.

Primenom metoda istraživanja zasnovanih na klasičnoj logici, statistici i fuzzy logici potvrđene su hipoteze. Rezultati istraživanja su potvrdili da se kod većine učesnika u proceni, ispoljavaju prirodne sklonosti prema preteranom optimizmu / pesimizmu i preteranom samopouzdanju. Greške u odlučivanju su kvantifikovane i rezultati su osnov za buduće odlučivanje. Prema postavljenim kriterijumima za utvrđivanje podudaranja rezultata, dobijen je rezultat istraživanja jako srednje podudaranje, odnosno, približno 2/3 učesnika u proceni ispoljava svoju prirodnu sklonost. Tumačenje rezultata istraživanja pokazuje da efekat sklonosti prema preteranom optimizmu / pesimizmu i preteranom samopouzdanju, na tržištima u razvoju kod većine učesnika u proceni funkcioniše. Takođe, dokazano je da je moguće te uticaje kvantifikovati i na osnovu toga razviti model za buduće procene koristeći fuzzy inference sisteme.

Novina u radu je predloženi novi model za procenu subjektivnog faktora rizika, koji uključuje primenu koeficijenta samopouzdanja u toku procene. Korišćenje modela za odlučivanje omogućava korišćenje koeficijenta samopouzdanja kao korektivnog faktora, koji se uzima u obzir prilikom dodeljivanja težinskih koeficijenata u naprednim modelima odlučivanja. Fuzzy lingvističko modelovanje omogućava kreiranje jednostavnog, jasnog i preglednog alata pogodnog za prilagođavanje konkretnom slučaju. Primena fuzzy inference sistema u postupku kreiranja alata kao podrška u odlučivanju može biti primenjena u svrhu analize ponašanja investitora, merenjem rizika baziranog na subjektivnog pristupu, odnosno preferencijama donosioca odluka.

Primena fuzzy inference okruženja, kao sistema za odlučivanje omogućava kreiranje jednostavnog i praktičnog alata za implemetiranje u naprednim i zahtevnijim modelima za odlučivanje. Osnovne karakteristike novog pomoćnog alata su jednostavno okruženje, brza i laka primena pri situacionim slučajevima. Takođe, moguća je

samostalna primena alata kao podrška u odlučivanju u oblastima gde je neophodno kvantifikovati uticaj neposrednog ljudskog faktora.

Ograničenja vezana za metodologiju se odnose na odabir konkretnog modela. U ovom slučaju je odabran Mamdani metod u fuzzy okruženju, dok bi bilo poželjno da se ispituju rezultati sa drugim metodama i uporede rezultati. Selekcija i odabir podataka kao sekundarni izvor podataka unosi dodatnu potrebu da se model ispita na primarnim podacima i u konkretnim situacionim procenama. Prevođenje podataka na isti nivo je jedan od uslova validnosti datog modela. Istraživanje zakonitosti uticaja drugih subjektivnih faktora koji nisu obuhvaćeni u ovom radu na rezultat odluka, nastao kao rezultat sistematskih grešaka u rasuđivanju, biće premet daljih istraživanja.

Subjektivni faktor nije moguće izbeći. Moguće je ublažiti posledice koje proističu iz prirodne sklonosti donosioca odluka da reaguje na očekivan način primenom determinisanog koeficijenta samopouzdanja, kao elementa za korigovanje procene. Ispitivanje modela na primarnim podacima i u konkretnim situacionim procenama će biti predmet dajih istraživanja. Takođe, predlog efikasnijeg modela za predikciju vrednosti indeksa, koji bi mogao da uskladi psihološke faktore i visoko pozitivno koreliše vrednost BELEXsentimenta i BELEXline, kao i doprinos u razvoju novih kombinovanih modela odlučivanja, biće predmet daljih istraživanja.

8. LITERATURA

1. Amor, S. B., Jabeur, K., & Martel, J. M. (2007). Multiple criteria aggregation procedure for mixed evaluations. *European journal of operational research*, 181(3), 1506-1515.
2. Barberis, N., & Thaler, R. (2003). A survey of behavioral finance. *Handbook of the Economics of Finance*, 1, 1053-1128.
3. Bassham, G., Irwin, W., Nardone, H., & Wallace, J. M. (2002). *Critical thinking*. Boston: McGraw Hill.
4. Baykasoğlu, A., & Göçken, T. (2007). Solution of a fully fuzzy multi-item economic order quantity problem by using fuzzy ranking functions. *Engineering Optimization*, 39(8), 919-939.
5. Bazerman, M., & Moore, D. A. (2012). Judgment in managerial decision making.
6. Bell, D. E.: *Regret in Decision Making Under Uncertainty*, Operations Research, Vol. 30, No. 5, 1982., pp. 961 – 981.
7. Bellman, R. E., & Zadeh, L. A. (1970). Decision-making in a fuzzy environment. *Management science*, 17(4), B-
8. Beogradska berza sajt (2016), <http://www.belex.rs/trgovanje/indeksi/belex15/dnevni>, poslednja poseta 11.05.2016.god.
9. Bernheim, B. D. (2009). Behavioral welfare economics. *Journal of the European Economic Association*, 7(2-3), 267-319.
10. Birnbaum, M. H. (2008). New paradoxes of risky decision making. *Psychological review*, 115(2), 463.
11. Black, F. (1986). Noise. *The journal of finance*, 41(3), 528-543.
12. Blanchard, Benjamin S., & John E. Blyler (2016). *System engineering management*. John Wiley & Sons.
13. Blanchard, F. (2014). *Systems engineering and analysis* (Vol. 5). London: Pearson New International Edition, p.p. 5-8

14. Bogdanović, D., Nikolić, Dj., Stanujkić, D. (26 - 28 Maj 2011), *Kombinovana AHP i višekriterijumska metoda odlučivanja u uslovima neizvesnosti*, Majska konferencija o strategijskom menadžmentu, Zaječar, Srbija
15. Bojadziev, G., & Bojadziev, M. (1997). *Fuzzy logic for business, finance, and management* (Vol. 12). World Scientific.
16. Brettel, M., Kasch, M., & Mueller, A. (2008). CFO overconfidence, optimism and corporate financing. In *2008 FMA Annual Meeting*.
17. Brunnermeier, M. K. (1997). *On bounded rationality and risk aversion*. LSE Financial Markets Group. Dostupno na strani http://www.lse.ac.uk/fmg/workingPapers/discussionPapers/fmg_pdfs/dp255.pdf
18. Bugarski, V., Bačkalić, T., & Kuzmanov, U. (2013). Fuzzy decision support system for ship lock control. *Expert Systems with Applications*, 40(10), 3953-3960.
19. Cadenas, J. M., & Verdegay, J. L. (2000). Using ranking functions in multiobjective fuzzy linear programming. *Fuzzy sets and systems*, 111(1), 47-53.
20. Camerer, C., & Lovo, D. (1999). Overconfidence and excess entry: An experimental approach. *The American Economic Review*, 89(1), 306-318.
21. Chang, E. C., & Sanna, L. J. (2001). Optimism, pessimism, and positive and negative affectivity in middle-aged adults: A test of a cognitive-affective model of psychological adjustment. *Psychology and Aging*, 16, 524–531
22. Chang, E.C., Chang, R., Sanna, L.J., (2009). *Optimism, Pessimism, and Motivation: Relations to Adjustment*, Social and Personality Psychology Compass, Volume 3, Issue 4, pages 494–506
23. Chew, S. H., & MacCrimmon, K. R. (1979). Alpha-nu choice theory: A generalization of expected utility theory. University of British Columbia.
24. Chomsky, N. (1975). The logical structure of linguistic theory.
25. Colin, C., & George, L. (2004). *Behavioral economics: Past, present, future*. Princeton: Princeton University Press.
26. Comes, T., Hiete, M., Wijngaards, N., & Schultmann, F. (2011). Decision maps: A framework for multi-criteria decision support under severe uncertainty. *Decision Support Systems*, 52(1), 108-118.

27. Constantin, V. A. (1995). Fuzzy logic and neuro-fuzzy applications explained. *Englewood Cliffs, 1995, Prentice-Hall.*
28. Davidson, P.(2002), *Financial Markets, Money and the Real World*, Edward Elgar Publishing Limited
29. De Cooman, G., & Walley, P. (2002). A possibilistic hierarchical model for behaviour under uncertainty. *Theory and Decision*, 52(4), 327-374.
30. De Long, J. B., Shleifer, A., Summers, L. H., & Waldmann, R. J. (1990). Noise trader risk in financial markets. *Journal of political Economy*, 703-738.
31. Dobromirov, Dušan (2010), „Razvoj modela za obradu signala u finansijskom inženjeringu”, NoviSad: doktorska disertacija, 16-23 str.
32. DOE, U.S. (1999). Guidance for conducting risk assessments and related risk activities for the DOE_ORO Environmental Management Program. *BJC/OR-271*.
33. Dolinski, D., Gromski, W., & Zawisza, E. (1987). *Unrealistic pessimism*. *Journal of Social Psychology*, 127, 511–516.
34. Donnelly, J.H. (1992). *Fundamentals of Management*, 8th Edition: Irwin, Boston.
35. Enclosure 12 on Systems Engineering in DOD Instruction 5000.02, „Operation of the Defense Acquisition System”, December 8, 2008
36. Fennema, H., & Wakker, P. (1997). Original and cumulative prospect theory: A discussion of empirical differences. *Journal of Behavioral Decision Making*, 10, 53-64.
37. Fishburn, P. C. (1982). Nontransitive measurable utility. *Journal of Mathematical Psychology*, 26(1), 31-67.
38. Friedman, M., & Savage, L. J. (1952). The expected-utility hypothesis and the measurability of utility. *The Journal of Political Economy*, 463-474.
39. Gamble, P. R. (1991). Innovation and innkeeping. *International Journal of Hospitality Management*, 10(1), 3-23.
40. Gibson, J. E., Scherer, W. T., & Gibson, W. F. (2007). How to do systems analysis (Vol. 47).p.p.29
41. Gilovich, T., Griffin, D., & Kahneman, D. (2002). *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment*. Cambridge University Press.

42. Gradojevic, N., & Gençay, R. (2013). Fuzzy logic, trading uncertainty and technical trading. *Journal of Banking & Finance*, 37(2), 578-586.
43. Greener, S. (2008). Business research methods. BookBoon.
44. Grether, D. M., & Plott, C. R. (1979). Economic theory of choice and the preference reversal phenomenon. *The American Economic Review*, 69(4), 623-638.
45. Haimes, Y. Y. (1992). Sustainable development: a holistic approach to natural resource management. *Systems, Man and Cybernetics, IEEE Transactions on*, 22(3), 413-417.
46. Harrison, G. W., & Rutström, E. E. (2009). Expected utility theory and prospect theory: One wedding and a decent funeral. *Experimental Economics*, 12(2), 133-158.
47. Heifetz, A., and Y. Spiegel, (2001), *The Evolution of Biased Perceptions*, Mimeo.
48. Helweg-Larsen, M., & Shepperd, J. A. (2001). Do moderators of the optimistic bias affect personal or target risk estimates? A review of the literature. *Personality and Social Psychology Review*, 5(1), 74-95.
49. Hershey, J. C., & Schoemaker, P. J. (1980). Risk taking and problem context in the domain of losses: An expected utility analysis. *Journal of Risk and Insurance*, 111-132.
50. Hicks, H. G., & Goronzy, F. (1967). On methodology in the study of management and organization. *Academy of Management Journal*, 10(4), 371-384.
51. Ho, W. (2008). Integrated analytic hierarchy process and its applications—A literature review. *European Journal of operational research*, 186(1), 211-228.
52. Jaganathan, S., Erinjeri, J. J., & Ker, J. I. (2007). Fuzzy analytic hierarchy process based group decision support system to select and evaluate new manufacturing technologies. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 32(11), 1253-1262.
53. Jiménez, M., Arenas, M., Bilbao, A., & Rodri, M. V. (2007). Linear programming with fuzzy parameters: an interactive method resolution. *European Journal of Operational Research*, 177(3), 1599-1609.

54. Johnson, B., & Christensen, L. (2004). Educational research: Quantitative, qualitative and mixed approaches: Pearson Education.
55. Kaehler, S. D. (1998). Fuzzy logic tutorial. Seattle Robotics Society, available at. <http://www.seattlerobotics.org/encoder/mar98/fuz/flindex.html>. (Poslednja poseta 29.04.2016.)
56. Kahneman, D. (1973). *Attention and effort* (p. 246). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
57. Kahneman, D. (2003). A perspective on judgment and choice: mapping bounded rationality. *American psychologist*, 58(9), 697.
58. Kahneman, D., & Lovallo, D. (1993). Timid choices and bold forecasts: A cognitive perspective on risk taking. *Management science*, 39(1), 17-31.
59. Kahneman, D., & Miller, D. T. (1986). Norm theory: Comparing reality to its alternatives. *Psychological review*, 93(2), 136.
60. Kahneman, D., & Tversky, A. (1972). Subjective probability: A judgment of representativeness. *Cognitive psychology*, 3(3), 430-454.
61. Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect theory: An analysis of decision under risk. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 263-291.
62. Kahneman, D., & Tversky, A. (1984). Choices, values, and frames. *American psychologist*, 39(4), 341.
63. Kahneman, D., & Tversky, A. (1996). On the reality of cognitive illusions.
64. Kahneman, D., Slovic, P., & Tversky, A. (1982). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases.
65. Kaplan, S. (1997). The words of risk analysis. *Risk analysis*, 17(4), 407-417.
66. Kerzner, H. R. (2013). Project management: a systems approach to planning, scheduling, and controlling. John Wiley & Sons.
67. Keynes, J.M.(1952), *A Treatise on Probability*, Macmillan and Co, Limited, St.Martins's Street, London
68. Kraslawski, A., & Turunen, I. (2003). European Symposium on Computer Aided Process Engineering-13: 36th European Symposium of the Working Party on Computer Aided Process Engineering (Vol. 14). Elsevier.

69. Kyle, A. S. (1985). Continuous auctions and insider trading. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1315-1335.
70. Kyle, A. S., & Wang, F. A. (1997). Speculation duopoly with agreement to disagree: Can overconfidence survive the market test?. *The Journal of Finance*, 52(5), 2073-2090.
71. Lee, W. B., Lau, H., Liu, Z. Z., & Tam, S. (2001). A fuzzy analytic hierarchy process approach in modular product design. *Expert Systems*, 18(1), 32-42.
72. Lench, H. C., & Ditto, P. H. (2008). Automatic optimism: Biased use of base rate information for positive and negative events. *Journal of Experimental Social Psychology*, 44(3), 631-639.
73. Lind, D. A., Marchal, W. G., & Wathen, S. A. (2007). *Statistical Techniques in Business & Economics with Global Data Sets*. McGraw-Hill Irwin.
74. Loomes, G., & Sugden, R. (1982). Regret theory: An alternative theory of rational choice under uncertainty. *The economic journal*, 92(368), 805-824.
75. Luce, R. D., Smelser, N., & Gerstein, D. (Eds.). (1990). *Leading Edges in Social and Behavioral Science*. Russell Sage Foundation.
76. Macesker, B., Myers, J. J., Guthrie, V. H., Walker, D. A., & Schoolcraft, S. G. (2002). Quick-reference Guide to Risk-based Decision Making (RBDM): A Step-by-step Example of the RBDM Process in the Field. *Air University*. <http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/uscg/risk-qrg.pdf> (pristup 14.04.2016).
77. Machina, M. J. (1982). "Expected Utility" Analysis without the Independence Axiom. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 277-323.
78. Maldonato, M., & Dell'Orco, S. (2015). Making Decisions under Uncertainty Emotions, Risk and Biases. In *Advances in Neural Networks: Computational and Theoretical Issues* (pp. 293-302). Springer International Publishing.
79. Maldonato, M., & Dell'Orco, S. (2015). Making Decisions under Uncertainty Emotions, Risk and Biases. In *Advances in Neural Networks: Computational and Theoretical Issues* (pp. 293-302). Springer International Publishing.
80. Malmendier, U., & Tate, G. (2005). CEO overconfidence and corporate investment. *The journal of finance*, 60(6), 2661-2700.

81. Mamdani, E. H. (1974, December). Application of fuzzy algorithms for control of simple dynamic plant. In *Proceedings of the Institution of Electrical Engineers* (Vol. 121, No. 12, pp. 1585-1588). IET Digital Library.
82. Mamdani, E. H. (1976). Advances in the linguistic synthesis of fuzzy controllers. *International Journal of Man-Machine Studies*, 8(6), 669-678.
83. Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
84. Markowitz, H. (1952). The utility of wealth. *The Journal of Political Economy*, 151-158.
85. Martin, J. N. (1996). *Systems Engineering Guidebook: A process for developing systems and products* (Vol. 10). Crc Press.
86. McNeill, D., & Freiberger, P. (1994). *Fuzzy logic: The revolutionary computer technology that is changing our world*. Simon and Schuster.
87. Miličević, A., Pavličić, D., & Kostić, A. (2007). Odlučivanje u uslovima rizika i teorija izgleda. *Psihologija*, 40(1), 147-164.
88. Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *The American economic review*, 48(3), 261-297.
89. Nakahara, Y. (1998). User oriented ranking criteria and its application to fuzzy mathematical programming problems. *Fuzzy Sets and Systems*, 94(3), 275-286.
90. Nes, L. S., Segerstrom, S. C., & Sephton, S. E. (2005). Engagement and arousal: Optimism's effects during a brief stressor. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 31(1), 111-120.
91. Nickerson, R. S. (1998). Confirmation bias: A ubiquitous phenomenon in many guises. *Review of general psychology*, 2(2), 175.
92. Nofsinger, J. R. (2005). Social mood and financial economics. *The Journal of Behavioral Finance*, 6(3), 144-160.
93. Odean, T. (1998). Do investors trade too much?. Available at SSRN 94143.
94. Onieva, E., Milanés, V., Villagra, J., Pérez, J., & Godoy, J. (2012). Genetic optimization of a vehicle fuzzy decision system for intersections. *Expert Systems with Applications*, 39(18), 13148-13157.

95. Pablo, A. L. (1997). Reconciling predictions of decision making under risk: Insights from a reconceptualized model of risk behaviour. *Journal of Managerial Psychology*, 12(1), 4-20.
96. Pavlicic, D. (2004). Teorija odlucivanja. *Ekonomski fakultet, Beograd*.
97. Pavlov, I. P. (1932). The reply of a physiologist to psychologists.
98. Quandl site, (2016). <https://www.quandl.com/data/BELGRADESE/BELEXLINE-Belgrade-stock-Exchange-Index-BELEXLINE>, poslednja poseta 11.05.2016.god.
99. Radosavljević, Života (2006), "Trgovinski menadžment", Beograd: CERK
100. Ross, T. J. (2009). Fuzzy logic with engineering applications. John Wiley & Sons.
101. Saaty, T. L. The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New York, 1980.
102. Sadi, R., Asl, H. G., Rostami, M. R., Gholipour, A., & Gholipour, F. (2011). Behavioral finance: The explanation of investors' personality and perceptual biases effects on financial decisions. *International journal of economics and finance*, 3(5), 234.
103. Sando, S., Radišić, M., & Dobromirov, D. (2012). Emerging markets – Galapagos for behavioral financial research. *Actual Problems of Economics/Aktual'ni Problemi Ekonomiki*, 138(12).
104. Sando, S.,(2011). Uticaj primene e-poslovanja na povećanje prihoda u preduzećima metalskog sektora. XI Međunarodna konferencija o elektronskoj trgovini i elektronskom poslovanju E-trgovina 2011, 06-08 April 2011, Palić, Srbija
105. Sewell, M. (2011). Psychology of Successful Investing. *University of Cambridge February*.
106. Sharpe, W. F. (1963). A simplified model for portfolio analysis. *Management science*, 9(2), 277-293.
107. Simon, H. A. (1959). Theories of decision-making in economics and behavioral science. *The American economic review*, 49(3), 253-283.
108. Simon, H. A. (1976). Administrative Behaviour. New York.
109. Simon, H. A., Dantzig, G. B., Hogarth, R., Plott, C. R., Raiffa, H., Schelling, T. C., ... & Winter, S. (1987). Decision making and problem solving. *Interfaces*, 17(5), 11-31.

110. Skinner, B. F. (1938). The behavior of organisms: an experimental analysis.
111. Slovic, P. (1969). Analyzing the expert judge: A descriptive study of a stockbroker's decision process. *Journal of Applied Psychology*, 53(4), 255.
112. Slovic, P., Fischhoff, B., & Lichtenstein, S. (1982). Why study risk perception?. *Risk analysis*, 2(2), 83-93.
113. Starmer, C. (2000). Developments in non-expected utility theory: The hunt for a descriptive theory of choice under risk. *Journal of economic literature*, 38(2), 332-382.
114. Statman, M., Thorley, S., & Vorkink, K. (2006). Investor overconfidence and trading volume. *Review of Financial Studies*, 19(4), 1531-1565.
115. Stoklasa, J. (2014). Linguistic models for decision support. *Acta Universitatis Lappeenrantaensis*.
116. Stoklasa, J., Talášek, T., & Musilová, J. (2014). Fuzzy approach-a new chapter in the methodology of psychology?. *Human affairs*, 24(2), 189-203.
117. Stoklasa, J., Talašová, J., & Holeček, P. (2011). Academic staff performance evaluation—variants of models. *Acta Polytechnica Hungarica*, 8(3), 91-111.
118. Tapkan, P., Özbakır, L., & Baykasoğlu, A. (2013). Solving fuzzy multiple objective generalized assignment problems directly via bees algorithm and fuzzy ranking. *Expert systems with applications*, 40(3), 892-898.
119. Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2003). Libertarian paternalism. *The American Economic Review*, 93(2), 175-179.
120. Tipurić, D., & Prester, J. (2004). The cumulative prospect theory and managerial decision making. *Zagreb International Review of Economics and Business*, 7(1), 61-80.
121. Triantaphyllou, E., & Lin, C. T. (1996). Development and evaluation of five fuzzy multiattribute decision-making methods. *international Journal of Approximate reasoning*, 14(4), 281-310.
122. Tsoukalas, L. H., & Uhrig, R. E. (1996). *Fuzzy and neural approaches in engineering*. John Wiley & Sons, Inc..

123. Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. *Science*, 211(4481), 453-458.
124. Tversky, A., & Kahneman, D. (1992). Advances in prospect theory: Cumulative representation of uncertainty. *Journal of Risk and uncertainty*, 5(4), 297-323.
125. Wang, L. X. (1999). *A course in fuzzy systems* (pp. 258-265). Prentice-Hall press, USA.
126. Wang, X. T. (1996). Framing effects: Dynamics and task domains. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 68(2), 145-157.
127. Watson, J. B. (1913). Psychology as the behaviorist views it. *Psychological review*, 20(2), 158.
128. Weinstein, N. D. (1989). Optimistic biases about personal risks. *Science (New York, NY)*, 246(4935), 1232-1233.
129. White, D. J. (1990). A bibliography on the applications of mathematical programming multiple-objective methods. *Journal of the Operational Research Society*, 669-691.
130. Voloshyn, A., Gnatienko, G., & Drobot, E. (2003). Fuzzy membership functions in a fuzzy decision making problem.
131. Von Neumann, J., & Morgenstern, O. (2007). *Theory of games and economic behavior*. Princeton university press.
132. Yunusoglu, M. G., & Selim, H. (2013). A fuzzy rule based expert system for stock evaluation and portfolio construction: An application to Istanbul Stock Exchange. *Expert Systems with Applications*, 40(3), 908-920.
133. Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338-353.
134. Zadeh, L. A. (1975). The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning-III. *Information sciences*, 9(1), 43-80.
135. Zadeh, L. A. (1996). *Fuzzy sets, fuzzy logic, and fuzzy systems: selected papers by Lotfi A Zadeh* (Vol. 6). World Scientific.
136. Zadeh, L. A. (1997). Toward a theory of fuzzy information granulation and its centrality in human reasoning and fuzzy logic. *Fuzzy sets and systems*, 90(2), 111-127.

137. Zaiane, S., & Abaoub, E. (2009). Investor overconfidence and trading volume: the case of an emergent market. *International Review of Business Research Papers*, 5(0), 213-222.

Prilog 1. Mesečne vrednosti promene BELEXline indeksa od 01.05.2005.godine do 31.12.2015.godine

30.12.2011	977,19	31.1.2012	970,03	0,732713
31.1.2012	970,03	29.2.2012	1035,28	-6,7266
29.2.2012	1035,28	30.3.2012	1029	0,606599
30.3.2012	1029	30.4.2012	974,12	5,333333
30.4.2012	974,12	31.5.2012	905,19	7,07613
31.5.2012	905,19	29.6.2012	887,78	1,923353
29.6.2012	887,78	31.7.2012	871,48	1,83604
31.7.2012	871,48	31.8.2012	875,88	-0,50489
31.8.2012	875,88	28.9.2012	858,41	1,994565
28.9.2012	858,41	31.10.2012	886,98	-3,32825
31.10.2012	886,98	30.11.2012	917,03	-3,3879
30.11.2012	917,03	31.12.2012	1005,56	-9,65399
31.12.2012	1005,56	31.1.2013	1065,28	-5,93898
31.1.2013	1065,28	28.2.2013	1056,32	0,841093
28.2.2013	1056,32	29.3.2013	1085,29	-2,74254
29.3.2013	1085,29	30.4.2013	1059,59	2,368031
30.4.2013	1059,59	31.5.2013	1008	4,868864
31.5.2013	1008	28.6.2013	955,97	5,161706
28.6.2013	955,97	31.7.2013	984,93	-3,02938
31.7.2013	984,93	30.8.2013	1022,48	-3,81245
30.8.2013	1022,48	30.9.2013	1035,29	-1,25284
30.9.2013	1035,29	31.10.2013	1036,55	-0,12171
31.10.2013	1036,55	29.11.2013	1074,84	-3,69398
29.11.2013	1074,84	31.12.2013	1104,92	-2,79856
31.12.2013	1104,92	31.1.2014	1132,26	-2,47439
31.1.2014	1132,26	28.2.2014	1125,51	0,596153
28.2.2014	1125,51	31.3.2014	1122,59	0,259438
31.3.2014	1122,59	30.4.2014	1156,21	-2,99486
30.4.2014	1156,21	30.5.2014	1164,23	-0,69365
30.5.2014	1164,23	30.6.2014	1132,44	2,73056
30.6.2014	1132,44	31.7.2014	1181,19	-4,30486
31.7.2014	1181,19	29.8.2014	1256,55	-6,38001
29.8.2014	1256,55	30.9.2014	1319,29	-4,99304
30.9.2014	1319,29	31.10.2014	1385,84	-5,04438
31.10.2014	1385,84	28.11.2014	1387,28	-0,10391
28.11.2014	1387,28	31.12.2014	1344,82	3,060665
31.12.2014	1344,82	30.1.2015	1357,36	-0,93247
30.1.2015	1357,36	27.2.2015	1335,41	1,61711
27.2.2015	1335,41	31.3.2015	1375,99	-3,03877
31.3.2015	1375,99	30.4.2015	1432,61	-4,11486
30.4.2015	1432,61	29.5.2015	1448,44	-1,10498

29.5.2015	1448,44	30.6.2015	1328,64	8,270967
30.6.2015	1328,64	31.7.2015	1350,07	-1,61293
31.7.2015	1350,07	31.8.2015	1316,75	2,46802
31.8.2015	1316,75	30.9.2015	1318,9	-0,16328
30.9.2015	1318,9	30.10.2015	1304,3	1,106983
30.10.2015	1304,3	30.11.2015	1317,5	-1,01204
30.11.2015	1317,5	31.12.2015	1380,42	-4,77571
31.12.2015	1380,42			100

Prilog 2. Podaci promene BELEXline i BELEXsentimenta

n	Months	BELEXline Δ %	BELEXsentiment (\leq 100)	Direction BELEXline V_n	Direction of change BELEXsentiment S_n
1	May 2005	-1,37		-1	
2	Jun. 2005	4,27	-1,44	1	-1
3	Jul. 2005	-1,16	44,33	-1	1
4	Aug. 2005	6,28	26,25	1	-1
5	Sep. 2005	2,62	50	1	1
6	Oct. 2005	1,35	42,08	1	-1
7	Nov. 2005	0,58	23,41	1	-1
8	Dec. 2005	0,11	36,88	1	1
9	Jan. 2006	0,14	29,25	1	-1
10	Feb. 2006	4,86	29,64	1	1
11	Mar. 2006	2,67	44,00	1	1
12	Apr. 2006	-2,35	45,00	-1	1
13	May 2006	3,73	22,14	1	-1
14	Jun. 2006	-4,58	6,50	-1	-1
15	Jul. 2006	5,94	-12,50	1	-1
16	Aug. 2006	3,91	27,69	1	1
17	Sep. 2006	4,46	50,00	1	1
18	Oct. 2006	2,01	54,00	1	1

19	Nov. 2006	1,95	47,86	1	-1
20	Dec. 2006	9,16	40,96	1	-1
21	Jan. 2007	13,36	22,73	1	-1
22	Feb. 2007	9,18	36,25	1	1
23	Mar. 2007	28,28	26,43	1	-1
24	Apr. 2007	17,68	39,09	1	1
25	May 2007	-7,3	21,00	-1	-1
26	Jun. 2007	-3,22	-3,00	-1	-1
27	Jul. 2007	1,79	6,25	1	1
28	Aug. 2007	0,09	40,00	1	1
29	Sep. 2007	-2,4	51,25	-1	1
30	Oct. 2007	-6,77	30,71	-1	-1
31	Nov. 2007	-9,55	-17,50	-1	-1
32	Dec. 2007	2,53	-13,57	1	1
33	Jan. 2008	-5,25	-10,68	-1	1
34	Feb. 2008	-3,61	-30,00	-1	-1
35	Mar. 2008	-12,32	-6,92	-1	1
36	Apr. 2008	-7,98	-33,75	-1	-1
37	May 2008	9,54	0,00	1	1
38	Jun. 2008	0,01	16,25	1	1
39	Jul. 2008	-13,02	17,86	-1	1
40	Aug. 2008	-8	3,75	-1	-1
41	Sep. 2008	-21,53	-15,00	-1	-1
42	Oct. 2008	-27,75	-31,00	-1	-1
43	Nov. 2008	-13,84	-52,71	-1	-1
44	Dec. 2008	-0,86	-45,00	-1	1
45	Jan. 2009	-6,06	-13,33	-1	1
46	Feb. 2009	-15,55	-6,12	-1	1
47	Mar. 2009	-11,18	-31,82	-1	-1
48	Apr. 2009	6,97	-23,61	1	1
49	May 2009	26,39	-6,36	1	1
50	Jun. 2009	2,74	-5,85	1	1
51	Jul. 2009	-1,42	-3,30	-1	1
52	Aug. 2009	17,19	0,94	1	1
53	Sep. 2009	14,26	26,60	1	1
54	Oct. 2009	-1,46	36,80	-1	1
55	Nov. 2009	-13,71	20,02	-1	-1
56	Dec. 2009	-0,34	14,67	-1	-1
57	Jan. 2010	1,61	0,92	1	-1
58	Feb. 2010	2,21	3,89	1	1
59	Mar. 2010	-4,06	6,27	-1	1

60	Apr. 2010	8,53	23,43	1	1
61	May 2010	-10,35	16,73	-1	-1
62	Jun. 2010	-2,65	0,78	-1	-1
63	Jul. 2010	-1,61	4,99	-1	1
64	Aug. 2010	0,59	4,95	1	-1
65	Sep. 2010	0,11	8,54	1	1
66	Oct. 2010	2,08	18,68	1	1
67	Nov. 2010	1,75	14,61	1	-1
68	Dec. 2010	0,69	27,84	1	1
69	Jan. 2011	8,42	-14,01	1	-1
70	Feb. 2011	2,61	-1,19	1	1
71	Mar. 2011	-0,14	22,70	-1	1
72	Apr. 2011	-1,7	26,93	-1	1
73	May 2011	6,79	-0,72	1	-1
74	Jun. 2011	-7,24	16,52	-1	1
75	Jul. 2011	-4,71	-8,66	-1	-1
76	Aug. 2011	-9,18	-10,72	-1	-1
77	Sep. 2011	-9,88	14,64	-1	1
78	Oct. 2011	-1,92	-12,04	-1	-1
79	Nov.2011	-8,26	14,22	-1	1
80	Dec.2011	0,35	-14,41	1	-1
81	Jan. 2012	-0,73	-2,47	1	1
82	Feb. 2012	6,73	-11,25	1	-1
83	Mar. 2012	-0,61	11,39	-1	1
84	Apr. 2012	-5,33	18,09	-1	1
85	May 2012	-7,08	14,78	-1	-1
86	Jun. 2012	-1,92	-23,28	1	-1
87	Jul. 2012	-1,84	-22,06	1	-1
88	Aug. 2012	0,50	0,31	1	1
89	Sep. 2012	-1,99	4,95	-1	1
90	Oct. 2012	3,33	2,85	1	-1
91	Nov.2012	3,39	18	1	1
92	Dec.2012	9,65	38,85	1	1
93	Jan. 2013	5,94	2,51	-1	-1
94	Feb. 2013	-0,84	23,29	-1	1
95	Mar. 2013	2,74	20,25	1	-1
96	Apr. 2013	-2,37	9,96	-1	-1
97	May 2013	-4,87	16,71	-1	1
98	Jun. 2013	-5,16	-18,32	-1	-1
99	Jul. 2013	3,03	-23,68	1	-1
100	Aug. 2013	3,81	15	1	1

101	Sep. 2013	1,25	32,16	-1	1
102	Oct. 2013	0,12	14,41	-1	-1
103	Nov.2013	3,69	28,79	1	1
104	Dec.2013	2,80	30,56	-1	1
105	Jan. 2014	2,47	15,53	-1	-1
106	Feb. 2014	-0,60	-3,64	-1	-1
107	Mar. 2014	-0,26	18,2	1	1
108	Apr. 2014	2,99	8,49	1	-1
109	May 2014	0,69	16,96	-1	1
110	Jun. 2014	-2,73	-4,95	-1	-1
111	Jul. 2014	4,30	-16,5	1	-1
112	Aug. 2014	6,38	-0,46	1	-1
113	Sep. 2014	4,99	12	-1	1
114	Oct. 2014	5,04	23,14	1	1
115	Nov.2014	0,10	14,48	-1	-1
116	Dec.2014	-3,06	17,45	-1	-1
117	Jan. 2015	0,93	-29,33	1	-1
118	Feb. 2015	-1,62	-0,26	-1	1
119	Mar. 2015	3,04	5	1	1
120	Apr. 2015	4,11	11,47	1	1
121	May 2015	1,10	-2,3	-1	-1
122	Jun. 2015	-8,27	10,78	-1	1
123	Jul. 2015	1,61	-14,34	1	-1
124	Aug. 2015	-2,47	-1,69	-1	1
125	Sep. 2015	0,16	13,61	1	1
126	Oct. 2015	-1,11	11,43	-1	-1
127	Nov.2015	1,01	7,43	1	-1
128	Dec.2015	4,78	24,6	1	1

Prilog 3. Testiranje hipoteze

m	Mesec	Smer promene BELEXline	SMER promene BELEXsentiment	$V_m \oplus S_m$	Pred True/F
1.	Jun. 2005	1	-1	-1	T
2.	Jul. 2005	-1	1	-1	T
3.	Aug. 2005	1	-1	-1	T
4.	Apr. 2006	-1	1	-1	T
5.	May 2006	1	-1	-1	T
6.	Jun. 2006	-1	-1	1	⊥
7.	Jul. 2006	1	-1	-1	T
8.	May 2007	-1	-1	1	⊥
9.	Jul. 2007	1	1	1	⊥
10.	Sep. 2007	-1	1	-1	T
11.	Dec. 2007	1	1	1	⊥
12.	Jan. 2008	-1	1	-1	T
13.	May 2008	1	1	1	⊥
14.	Jul. 2008	-1	1	-1	T
15.	Apr. 2009	1	1	1	⊥
16.	Jul. 2009	-1	1	-1	T
17.	Avg. 2009	1	1	1	⊥
18.	Okt. 2009	-1	1	-1	T
19.	Jan. 2010	1	-1	-1	T
20.	Mar. 2010	-1	1	-1	T
21.	Apr. 2010	1	1	1	⊥
22.	May 2010	-1	-1	1	⊥
23.	Aug. 2010	1	-1	-1	T
24.	Mar. 2011	-1	1	-1	T
25.	May 2011	1	-1	-1	T
26.	Jun. 2011	-1	1	-1	T
27.	Dec.2011	1	-1	-1	T
28.	Mar. 2012	-1	1	-1	T
29.	Jun. 2012	1	-1	-1	T
30.	Sep. 2012	-1	1	-1	T
31.	Oct. 2012	1	-1	-1	T
32.	Jan. 2013	-1	-1	1	⊥
33.	Mar. 2013	1	-1	-1	T
34.	Apr. 2013	-1	-1	1	⊥
35.	Jul. 2013	1	-1	-1	T
36.	Sep. 2013	-1	1	-1	T
37.	Nov.2013	1	1	1	⊥

38.	Dec.2013	-1	1	-1	T
39.	Mar. 2014	1	1	1	⊥
40.	May 2014	-1	1	-1	T
41.	Jul. 2014	1	-1	-1	T
42.	Sep. 2014	-1	1	-1	T
43.	Oct. 2014	1	1	1	⊥
44.	Nov.2014	-1	-1	1	⊥
45.	Jan. 2015	1	-1	-1	T
46.	Feb. 2015	-1	1	-1	T
47.	Mar. 2015	1	1	1	⊥
48.	May 2015	-1	-1	1	⊥
49.	Jul. 2015	1	-1	-1	T
50.	Aug. 2015	-1	1	-1	T
51.	Sep. 2015	1	1	1	⊥
52.	Oct. 2015	-1	-1	1	⊥
53.	Nov.2015	1	-1	-1	T

T	34
⊥	19

R= 1,8

Smer promene BELEXline Δ V_m	Smer promene BELEXsentiment S_m	Rezultati	Rezultati
-1	-1	F	8
-1	1	T	18
1	-1	T	16
1	1	F	11

PRILOG 4. Izvod iz MATLAB koda

```
Name='Model'  
Type='mamdani'  
Version=2.0  
NumInputs=3  
NumOutputs=1  
NumRules=25  
AndMethod='min'  
OrMethod='max'  
ImpMethod='min'  
AggMethod='max'  
DefuzzMethod='centroid'
```

```
[Input1]  
Name='BIP'  
Range=[-7 12]  
NumMFs=3  
MF1='Pad': 'gaussmf',[2 -1]  
MF2='Rast': 'gaussmf',[2 5]  
MF3='Nema_promene': 'gaussmf',[1 2]
```

```
[Input2]  
Name='BIT'  
Range=[-7 12]  
NumMFs=3  
MF1='Pad': 'gaussmf',[2 -1]  
MF2='Rast': 'gaussmf',[2 5]  
MF3='Nema_promene': 'gaussmf',[1 2]
```

```
[Input3]  
Name='BS'  
Range=[80 160]  
NumMFs=7  
MF1='VSP': 'trimf',[80 85.7 91.4]  
MF2='VNP': 'trimf',[91.4 97.1 102.8]  
MF3='BNP': 'trimf',[102.8 108.5 114.2]  
MF4='S': 'trimf',[114.2 120 125.6]  
MF5='BNO': 'trimf',[125.6 131.3 137]  
MF6='VNO': 'trimf',[137 142.7 148.4]  
MF7='VSO': 'trimf',[148.4 154.2 160]
```

```
[Output1]  
Name='KS'  
Range=[0 1]  
NumMFs=7  
MF1='KS-VSP': 'trimf',[0 0.0715 0.143]  
MF2='KS-VNP': 'trimf',[0.143 0.2145 0.286]  
MF3='KS-S': 'trimf',[0.429 0.505 0.572]  
MF4='KS-BNP': 'trimf',[0.286 0.3575 0.429]
```

MF5='KS-BNO': 'trimf', [0.572 0.6435 0.715]
MF6='KS-VNO': 'trimf', [0.715 0.7865 0.858]
MF7='KS-VSO': 'trimf', [0.858 0.9295 1]

[Rules]

1 1 1, 1 (1) : 1
1 1 2, 2 (1) : 1
1 1 3, 4 (1) : 1
2 2 7, 7 (1) : 1
2 2 6, 6 (1) : 1
2 2 5, 5 (1) : 1
2 2 3, 4 (1) : 1
2 2 4, 3 (1) : 1
2 2 3, 4 (1) : 1
2 2 2, 2 (1) : 1
2 2 1, 1 (1) : 1
1 2 1, 1 (1) : 1
1 2 2, 2 (1) : 1
1 2 3, 4 (1) : 1
1 2 4, 3 (1) : 1
1 2 5, 5 (1) : 1
1 2 6, 6 (1) : 1
1 2 7, 7 (1) : 1
2 1 1, 7 (1) : 1
2 1 2, 6 (1) : 1
2 1 3, 4 (1) : 1
2 1 4, 3 (1) : 1
2 1 5, 6 (1) : 1
2 1 6, 2 (1) : 1
2 1 7, 1 (1) : 1

Prilog 5. Validacija modela

Months	Parametar BIP	Parametar BIT	Parametar BS		Izlazna vrednost KS
May 2005	-1,37		-1,44	98,56	0,222
Jun. 2005	4,27	-1,16	44,33	144,33	0,785
Jul. 2005	-1,16	6,28	26,25	126,25	0,643
Aug. 2005	6,28	2,62	50	150	0,564
Sep. 2005	2,62	1,35	42,08	142,08	
Oct. 2005	1,35	0,58	23,41	123,41	
Nov. 2005	0,58	0,11	36,88	136,88	
Dec. 2005	0,11	0,14	29,25	129,25	
Jan. 2006	0,14	4,86	29,64	129,64	
Feb. 2006	4,86	2,67	44,00	144	
Mar. 2006	2,67	-2,35	45,00	145	
Apr. 2006	-2,35	3,73	22,14	122,14	0,5
May 2006	3,73	-4,58	6,50	106,5	0,355
Jun. 2006	-4,58	5,94	-12,50	87,5	0,0722
Jul. 2006	5,94	3,91	27,69	127,69	
Aug. 2006	3,91	4,46	50,00	150	
Sep. 2006	4,46	2,01	54,00	154	
Oct. 2006	2,01	1,95	47,86	147,86	
Nov. 2006	1,95	9,16	40,96	140,96	
Dec. 2006	9,16	13,36	22,73	122,73	
Jan. 2007	13,36	9,18	36,25	136,25	
Feb. 2007	9,18	28,28	26,43	126,43	
Mar. 2007	28,28	17,68	39,09	139,09	
Apr. 2007	17,68	-7,3	21,00	121	
May 2007	-7,3	-3,22	-3,00	97	0,215
Jun. 2007	-3,22	1,79	6,25	106,25	
Jul. 2007	1,79	0,09	40,00	140	
Aug. 2007	0,09	-2,4	51,25	151,25	
Sep. 2007	-2,4	-6,77	30,71	130,71	0,785
Oct. 2007	-6,77	-9,55	-17,50	82,5	
Nov. 2007	-9,55	2,53	-13,57	86,43	
Dec. 2007	2,53	-5,25	-10,68	89,32	0,498
Jan. 2008	-5,25	-3,61	-30,00	70	
Feb. 2008	-3,61	-12,32	-6,92	93,08	
Mar. 2008	-12,32	-7,98	-33,75	66,25	
Apr. 2008	-7,98	9,54	0,00	100	

May 2008	9,54	0,01	16,25	116,25	0,928
Jun. 2008	0,01	-13,02	17,86	117,86	
Jul. 2008	-13,02	-8	3,75	103,75	0.355
Aug. 2008	-8	-21,53	-15,00	85	
Sep. 2008	-21,53	-27,75	-31,00	69	
Oct. 2008	-27,75	-13,84	-52,71	47,29	
Nov. 2008	-13,84	-0,86	-45,00	55	
Dec. 2008	-0,86	-6,06	-13,33	86,67	
Jan. 2009	-6,06	-15,55	-6,12	93,88	
Feb. 2009	-15,55	-11,18	-31,82	68,18	
Mar. 2009	-11,18	6,97	-23,61	76,39	
Apr. 2009	6,97	26,39	-6,36	93,64	0.215
May 2009	26,39	2,74	-5,85	94,15	
Jun. 2009	2,74	-1,42	-3,30	96,7	
Jul. 2009	-1,42	17,19	0,94	100,94	0.215
Aug. 2009	17,19	14,26	26,60	126,6	0.676
Sep. 2009	14,26	-1,46	36,80	136,8	
Oct. 2009	-1,46	-13,71	20,02	120,02	0.5
Nov. 2009	-13,71	-0,34	14,67	114,67	
Dec. 2009	-0,34	1,61	0,92	100,92	
Jan. 2010	1,61	2,21	3,89	103,89	0.357
Feb. 2010	2,21	-4,06	6,27	106,27	
Mar. 2010	-4,06	8,53	23,43	123,43	0.501
Apr. 2010	8,53	-10,35	16,73	116,73	0.501
May 2010	-10,35	-2,65	0,78	100,78	0.214
Jun. 2010	-2,65	-1,61	4,99	104,99	
Jul. 2010	-1,61	0,59	4,95	104,95	
Aug. 2010	0,59	0,11	8,54	108,54	0.357
Sep. 2010	0,11	2,08	18,68	118,68	
Oct. 2010	2,08	1,75	14,61	114,61	
Nov. 2010	1,75	0,69	27,84	127,84	
Dec. 2010	0,69	8,42	-14,01	85,99	
Jan. 2011	8,42	2,61	-1,19	98,81	
Feb. 2011	2,61	-0,14	22,70	122,7	
Mar. 2011	-0,14	-1,7	26,93	126,93	0.747
Apr. 2011	-1,7	6,79	-0,72	99,28	
May 2011	6,79	-7,24	16,52	116,52	0.501
Jun. 2011	-7,24	-4,71	-8,66	91,34	0.0809
Jul. 2011	-4,71	-9,18	-10,72	89,28	
Aug. 2011	-9,18	-9,88	14,64	114,64	
Sep. 2011	-9,88	-1,92	-12,04	99	

Oct. 2011	-1,92	-8,26	14,22	114,22	
Nov.2011	-8,26	0,35	-14,41	85,59	0.0718
Dec.2011	0,35	-0,73	-2,47	97,53	0.238
Jan. 2012	-0,73	6,73	-11,25	88,75	
Feb. 2012	6,73	-0,61	11,39	111,39	0.357
Mar. 2012	-0,61	-5,33	18,09	118,09	
Apr. 2012	-5,33	-7,08	14,78	114,78	
May 2012	-7,08	-1,92	-23,28	76,72	
Jun. 2012	-1,92	-1,84	-22,06	77,94	
Jul. 2012	-1,84	0,50	0,31	100,31	
Aug. 2012	0,50	-1,99	4,95	104,95	0.357
Sep. 2012	-1,99	3,33	2,85	102,85	0.355
Oct. 2012	3,33	3,39	18	118	
Nov.2012	3,39	9,65	38,85	138,85	
Dec.2012	9,65	5,94	2,51	102,51	
Jan. 2013	5,94	-0,84	23,29	123,29	
Feb. 2013	-0,84	2,74	20,25	120,25	0.501
Mar. 2013	2,74	-2,37	9,96	109,96	0.357
Apr. 2013	-2,37	-4,87	16,71	116,71	0.5
May 2013	-4,87	-5,16	-18,32	81,68	
Jun. 2013	-5,16	3,03	-23,68	76,32	0.5
Jul. 2013	3,03	3,81	15	115	
Aug. 2013	3,81	1,25	32,16	132,16	
Sep. 2013	1,25	0,12	14,41	114,41	
Oct. 2013	0,12	3,69	28,79	128,79	
Nov.2013	3,69	2,80	30,56	130,56	
Dec.2013	2,80	2,47	15,53	115,53	
Jan. 2014	2,47	-0,60	-3,64	96,36	
Feb. 2014	-0,60	-0,26	18,2	118,2	0.501
Mar. 2014	-0,26	2,99	8,49	108,49	
Apr. 2014	2,99	0,69	16,96	116,96	0.501
May 2014	0,69	-2,73	-4,95	95,05	
Jun. 2014	-2,73	4,30	-16,5	83,5	0.0788
Jul. 2014	4,30	6,38	-0,46	99,54	0.41
Aug. 2014	6,38	4,99	12	112	
Sep. 2014	4,99	5,04	23,14	123,14	
Oct. 2014	5,04	0,10	14,48	114,48	
Nov.2014	0,10	-3,06	17,45	117,45	
Dec.2014	-3,06	0,93	-29,33	70,67	0.5
Jan. 2015	0,93	-1,62	-0,26	99,74	0.255
Feb. 2015	-1,62	3,04	5	105	0.357

Mar. 2015	3,04	4,11	11,47	111,47	0.357
Apr. 2015	4,11	1,10	-2,3	97,7	
May 2015	1,10	-8,27	10,78	110,78	
Jun. 2015	-8,27	1,61	-14,34	85,66	0.0718
Jul. 2015	1,61	-2,47	-1,69	98,31	0.262
Aug. 2015	-2,47	0,16	13,61	113,61	0.355
Sep. 2015	0,16	-1,11	11,43	111,43	0.357
Oct. 2015	-1,11	1,01	7,43	107,43	0.357
Nov.2015	1,01	4,78	24,6	124,6	0.501
Dec.2015	4,78				