

UNIVERZITET EDUKONS
Fakultet Poslovne ekonomije
Sremska Kamenica

**RAZVOJ I PRIMENA ARCH I GARCH MODELA U
FUNKCIJI OPTIMIZACIJE STRATEGIJE
INVESTIRANJA NA FINANSIJSKIM TRŽIŠTIMA
ZEMALJA U RAZVOJU**

Doktorska disertacija

Mentor:
Prof. dr Goran Anđelić

Kandidat:
MSc Marko Milošević

Sremska Kamenica, 2018.

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl, mag, dr): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Marko Milošević
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	dr Goran B. Anđelić, vanredni profesor
Naslov rada: NR	Razvoj i primena ARCH i GARCH modela u funkciji optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju
Jezik publikacije: JP	srpski
Jezik izvoda/apstrakta: JI	srpski / engleski
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	Vojvodina
Godina: GO	2018.
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Novi Sad
Fizički opis rada: FO	(8 poglavlja, 63 tačke i podtačke. U doktorskoj disertaciji se nalazi 33 tabele, 28 grafikona i 17 slika. Obim rada je 254 stranica teksta. Literatura je dobro selektovana i obuhvata 280 različitih referenci, reference – knjige i monografije; poglavlja u knjigama i monografijama; članci u naučnim časopisima; radovi sa konferencija; internet izvori)
Naučna oblast:	društvene nauke, ekonomija

NO	
Naučna disciplina: ND	Monetarna ekonomija i finansije
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	stopa povrata, ARCH i GARCH modeli, rizik, investiranje, finansijska tržišta zemalja u razvoju
UDK	
Čuva se u: ČU	Biblioteka Univerziteta Educons - Sremska Kamenica
Važna napomena: VN	
Izvod/Apstrakt IZ	<p>Predmet istraživanja doktorske disertacije se odnosi na analizu, razvoj i primenu značajnih finansijskih ekonometrijskih modela ARCH (engl. Autoregressive Conditionally Heteroscedastic) i GARCH (engl. Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic) na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Razvoj modela podrazumeva uključivanje u modele faktore za koje se <i>de facto</i> pretpostavlja da utiču na kretanja na finansijskim tržištima, a tu se ubrajaju: stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije. U posmatranom periodu u disertaciji od 2005. do 2015. te, primena prilagođenih modela ARCH i GARCH doprinosi optimizaciji strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju: Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije. Istraživanje se primenilo u segmentiranom periodu posmatranja koje u disertaciji obuhvata period od 2005. do 2015. godine i podeljen je na tri segmenta: predkrizni (2005–2007), krizni (2008–2010) i postkrizni (2011–2015) period. Osnovni cilj istraživanja, odnosno disertacije, jeste ispitivanje značajnosti primene prilagođenih ARCH i GARCH modela i njihovih rezultata na finansijskim tržištima zemalja u razvoju u segmentiranom periodu posmatranja (predkriznom, kriznom i postkriznom) u funkciji optimizacije strategije investiranja. Razvoj i primena prilagođenih regresionih ekonometrijskih modela ARCH i GARCH ima za cilj da prikaže tačnu korelacionu vezu između dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa i faktora koji utiču na kretanje berzanskih indeksa (stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije). U skladu sa gore navedenim, disertacija ima za cilj da prikaže naučno verifikovana saznanja koja će doprineti donošenju optimalnih odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.</p>
Datum prihvatanja od strane NN veća: DP	

Datum odbrane: DO	
Članovi komisije (ime i prezime, titula, zvanje, naziv institucije, status): KO	Predsednik: dr Nenad Penezić, redovni profesor, Univerzitet Edukons, Fakultet poslovne ekonomije Član: dr Vladimir Đaković, docent, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka Član-mentor: dr Goran Andelić, vanredni profesor, Univerzitet Edukons, Fakultet poslovne ekonomije

KEY DOCUMENT INFORMATION

Number *consecutive: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code (BA/BSc, MA/MSc, PhD): CC	PhD Thesis
Author: AU	Marko Milosevic
Mentor (title, name, post): MN	Goran B. Andjelic, PhD
Document title: TI	
Language of main text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	English/Serbian
Country of publication: CP	Serbia
Locality of publication: LP	Vojvodina
Year of publication: PY	2018
Publisher: PU	Author
Place of publication: PP	Novi Sad
Physical description: PD	(8 chapters, 63 points and subtasks, The doctoral dissertation consists of 33 tables, 28 charts and 17 images, with a total of 254 pages of texts, the literature being well selected and encompassing 280 different references, references - books and monographs, chapters in books and monographs, articles in scientific journals, conference papers, internet sources)
Scientific field: SF	social sciences, economics

Scientific discipline: SD	monetary economics and finance
Subject, Key words SKW	Rates of return, ARCH, GARCH, Risk, Investing, Emerging financial markets.
UC (universal class. code)	
Holding data: HD	Library of the University Educons - Sremska Kamenica
Note: N	
Abstract: AB	<p>The main subject of the study in doctoral dissertation is related to the analysis, development and application of significant financial econometric models ARCH (<i>Autoregressive Conditionally Heteroscedastic</i>) and GARCH (<i>Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic</i>) on the emerging financial markets. The development of the model implies inclusion in factors models which <i>de facto</i> assumed to affect developments in financial markets, including: inflation rate, interest rate, interest rate on government bonds, gross domestic product and foreign direct investment. In the observed period in the dissertation from 2005 to 2015, the application of adjusted models ARCH and GARCH contributes to the optimization of the investment strategy on the financial markets of developing countries: Slovenia, Hungary, Croatia and Serbia. The research was applied in a segmented period of observation that covers the period from 2005 to 2015 in the dissertation and is divided into three segments: pre-crisis (2005-2007), crisis (2008-2010) and post-crisis (2011-2015). The basic objective of the research or dissertation is to investigate the importance of applying the adjusted ARCH and GARCH models and their results on financial markets of developing countries in the segmented observation period (pre-crisis, crisis and post-crisis) in the function of optimizing the investment strategy. The development and application of adjusted regressive econometric models ARCH and GARCH aims to present a precise correlation between daily return rates of stock indices and factors influencing the movement of stock indices (inflation rate, interest rate, interest rate on government bonds, gross domestic product and foreign direct investment). In accordance with the foregoing, the dissertation aims to present scientifically verified knowledge that will contribute to making optimal investment decisions on the emerging financial markets.</p>
Accepted by Sc. Board on: AS	
Defended/Viva voce Ph D exam. on: DE	

<p>PhD Examination Panel: DB</p>	<p>Chairperson: Nenad Penezic, full professor, Educons University, Faculty of Business Economy</p> <p>Member: Vladimir Djakovic, full professor, University of Novi Sad, Faculty of technical sciences</p> <p>Member-mentor: Goran Andjelic, full professor, Educons University, Faculty of Business Economy</p>
--------------------------------------	--

*Ako možeš da sačuvaš razum kad ga oko tebe gube i osuđuju te;
Ako možeš da sačuvaš veru u sebe kad sumnjaju u tebe,
Ali ne gubeći iz vida ni njihovu sumnju;
Ako možeš da čekaš, a da se ne zamaraš čekajući,
Ili da budeš žrtva laži, a da sam ne upadneš u laž,
Ili da te mrze, a da sam ne daš maha mržnji;
I da ne izgledaš u očima sveta suviše dobar ni tvoje reči suviše mudre;*

*Ako možeš da sanjaš, a da tvoji snovi ne vladaju tobom,
Ako možeš da misliš, a da ti tvoje misli ne budu (sebi) cilj
Ako možeš da pogledaš u oči Pobedi ili Porazu
I da, nepokolebljiv, uteraš i jedno i drugo u laž;
Ako možeš da podneseš da čuješ istinu koju si izrekao
Izopačenu od podlaca u zamku za budale,
Ako možeš da gledaš tvoje životno delo srušeno u prah,
I da ponovo priligneš na posao sa polomljenim alatom;*

*Ako možeš da sabereš sve što imaš
I jednim zamahom staviš sve na kocku,
Izgubiš, i ponovo počneš da stičeš
I nikad, ni jednom reči ne pomeneš svoj gubitak;
Ako si u stanju da prisiliš svoje srce, živce, žile
Da te služe još dugo, iako su te već odavno izdali
I da tako istraješ u mestu, kad u tebi nema ničega više
Do volje koja im govori: Istraj!*

*Ako možeš da se pomešaš sa gomilom, a da sačuvaš svoju čast;
Ili da opštiš sa kraljevima i da ostaneš skroman;
Ako te najzad niko, ni prijatelj ni neprijatelj ne može da uvredi;
Ako svi ljudi računaju na tebe, ali ne preterano;
Ako možeš da ispuniš minut koji ne prašta
Sa šezdeset skupocenih sekunda,
Tada je ceo svet tvoj i sve što je u njemu,
I što je mnogo više, tada ćeš biti veliki Čovek, sine moj.*

“Ako” – Radjard Kipling (preveo Ivo Andrić)

Doktorsku disertaciju posvećujem supruzi Jeleni i mojim dragim roditeljima koji su mi pružili beskonačnu podršku i razumevanje, kao i neophodnu mentalnu stabilnost i sigurnost...

SADRŽAJ

LISTA SLIKA, TABELA I GRAFIKONA	3
LISTA SKRAĆENICA.....	8
I UVODNA RAZMATRANJA	10
1.1. Definisane i opis predmeta istraživanja	14
1.2. Ciljevi i zadaci istraživanja	17
1.3. Polazišta i hipoteze istraživanja	18
1.4. Teorijsko-metodološki okvir istraživanja.....	18
1.5. Naučni doprinos disertacije	20
1.6. Pregled poglavlja disertacije	21
II TEORIJSKE POSTAVKE, KARAKTERISTIKE I VRSTE FINANSIJSKIH TRŽIŠTA	24
2.1. Teorijske postavke i vrste finansijskih tržišta	24
2.2. Karakteristike finansijskih tržišta.....	26
2.3. Arhitektura finansijskih tržišta	30
2.4. Tehnologija trgovanja na finansijskim tržištima	33
2.5. Učesnici u trgovanju na finansijskim tržištima	35
2.6. Predmet rada finansijskih tržišta	39
2.7. Karakteristike razvijenih finansijskih tržišta <i>vice versa</i> finansijska tržišta zemalja u razvoju	42
III BERZE – TIPIČNE INSTITUCIJE FINANSIJSKIH TRŽIŠTA	47
3.1. Berza – teorijske postavke, karakteristike i vrste	47
3.2. Tehnologija trgovanja na berzama	49
3.3. Berzanski poslovi i funkcije berze	51
3.4. Način iskazivanja tržišnih okolnosti na berzi – berzanski indeksi.....	52
3.5. Faktori od uticaja na kretanje berzanskih indeksa	54
3.5.1. Stopa inflacije.....	55
3.5.2. Referentna kamatna stopa	58
3.5.3. Kamatna stopa na državne obveznice	59
3.5.4. Bruto domaći proizvod.....	61
3.5.5. Strane direktne investicije	63
3.6. Specifičnosti indeksa Standard&Poors 500	66
3.7. Osnovne karakteristike SBITOP	69
3.8. Uporedni pregled indeksa BUX	73
3.9. Karakteristike indeksa CROBEX.....	77
3.10. Osnovna obeležja BELEX15	80
3.11. Tradicionalna portfolio teorija	84
3.12. Savremena portfolio teorija	85
IV TEORIJSKE PODLOGE	90
4.1. Volatilnost kao karakteristika savremenih tržišnih prilika.....	90
4.1.2. Vremenske serije i autoregresivni modeli u funkciji merenja volatilnosti na finansijskim tržištima.....	96
4.1.3. Analiza vremenskih serija i ocenjivanje autoregresivnih modela.....	101

4.1.4. Testiranje heteroskedastičnosti i autokorelacije u cilju ocenjivanja pretpostavki modela	106
4.1.5. Autokorelacija i testiranje autokorelacije u cilju ocenjivanja pretpostavki modela.....	112
4.2. ARCH modeli (<i>Autoregressive Conditionally Heteroscedastic</i>)	117
4.2.1. Značajnost ARCH procesa	119
4.2.2. Svojstva ARCH procesa u praktičnoj primeni	120
4.2.3. Izgradnja ARCH modela	122
4.2.4. Vrednovanje moći predviđanja i upotreba ARCH modela	125
4.2.5. Ograničenja ARCH modela u praktičnoj primeni.....	125
4.3. GARCH modeli (<i>Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic</i>).....	126
4.3.1. Značajnost GARCH procesa	128
4.3.2. Svojstva GARCH procesa u praktičnoj primeni	130
4.3.3. Ocenjivanje GARCH modela u cilju tačnosti modela	131
4.3.4. Varijante, odnosno vrste GARCH modela u cilju efikasnosti modeliranja u zavisnosti od posebnih karakteristika finansijskih podataka.....	134
4.3.5. Vrednovanje moći predviđanja i upotreba GARCH modela	139
4.4. Pregled dosadašnjih istraživanja u oblasti.....	142
4.4.1. Parametarski i neparametarski pristup modelovanju volatilnosti	146
4.4.2. Modelovanje i primena ARCH i GARCH modela sa različitim programima uzorkovanja	148
V METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I PODACI.....	159
5.1. Opis uzorka istraživanja	159
5.2. Analiza i obrada podataka	161
5.3. Metodologija istraživanja.....	168
5.4. Razvoj prilagođenih modela ARCH i GARCH u disertaciji.....	173
VI REZULTATI I DISKUSIJA	183
6.1. Evaluacija prilagođenih ARCH i GARCH modela za uzorak indeksa BELEX15 Beogradske berze	183
6.2. Evaluacija prilagođenih ARCH i GARCH modela za uzorak indeksa SBITOP	190
6.3. Evaluacija prilagođenih ARCH i GARCH modela za uzorak indeksa BUX.....	195
6.4. Evaluacija prilagođenih ARCH i GARCH modela za uzorak Indeksa CROBEX.....	202
6.5. Diskusija i komparativni pregled rezultata istraživanja	208
VII DOPRINOS I ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA.....	227
7.1. Značaj istraživanja za profesionalne učesnike na finansijskim tržištima.....	227
7.2. Mogućnosti primene dobijenih rezultata u procesima kreiranja ekonomskih politika	230
VIII ZAKLJUČNA RAZMATRANJA	233
8.1. Dileme i zasede istraživanja.....	239
8.2. Pravci daljih istraživanja	242
LITERATURA	244

Lista slika, tabela i grafikona

r. br.	naziv slike	str.
1.	Finansijska tržišta i kretanje novca i kapitala	
2.	Prikaz finansijskog sistema	
3.	Kretanje indeksa Standard&Poors 500 u periodu 2005–2015. godine	
4.	Kretanje indeksa SBITOP u periodu 2005–2015.	
5.	Kretanje indeksa BUX u periodu 2005 –2015.	
6.	Kretanje indeksa CROBEX u periodu 2005–2015.	
7.	Kretanje indeksa BELEX15 u periodu 2005–2015.	
8.	Prikaz sistemskog (tržišnog) i nesistemskog rizika	
9.	Prikaz distribucije sa negativnim i pozitivnim koeficijentom asimetrije	
10.	Prikaz distribucije sarazličitim koeficijentom spljoštenosti	
11.	Prikaz nestacionirane i stacionirane vremenske serije	
12.	Homoskedastičnost i heteroskedastičnost greške modela	
13.	Dijagrami rasturanja tačaka – prepoznavanje heteroskedastičnosti	
14.	Korelogram autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BELEX15 za ceo period posmatranja 2005–2015. godine	
15.	Korelogram autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa SBITOP za ceo period posmatranja 2005–2015. godine	
16.	Korelogram autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX za ceo period posmatranja 2005–2015. godine	
17.	Korelogram autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa CROBEX za ceo period posmatranja od 2005. do 2015. godine	

r. br.	naziv tabele	str.
1.	Učesnici na finansijskom tržištu SAD	
2.	Priliv stranih investicija u portfolio (u milionima USD) akcija tranzitornih i razvijenih finansijskih tržišta u periodu od 2010. do 2015. godine	
3.	Sažet prikaz berzanskih indeksa i nacionalnih berzi	
4.	Veličina uzorka	
5.	Distribucija dnevnih stopa povrata BELEX15 uzorka u različitim periodima	
6.	Distribucija dnevnih stopa povrata SBITOP uzorka u različitim periodima posmatranja	
7.	Distribucija dnevnih stopa povrata BUX uzorka u različitim periodima posmatranja	
8.	Distribucija dnevnih stopa povrata CROBEX uzorka u različitim periodima posmatranja	
9.	Reprezentativni kriterijumi AIC i SIC za odabir optimalnih prilagođenih modela – BELEX15	
10.	Kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BELEX15 za posmatrani period 2005 – 2015. godine	
11.	Procenjeni parametri prilagođenih ARCH modela za berzanski indeks BELEX15 u različitim periodima posmatranja	
12.	Procenjeni parametri najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela za berzanski indeks BELEX15 u različitim periodima posmatranja	
13.	Reprezentativni kriterijumi AIC i SIC za odabir optimalnih prilagođenih modela - SBITOP	
14.	Procenjeni parametri prilagođenih ARCH modela za berzanski indeks SBITOP u različitim periodima posmatranja	
15.	Procenjeni parametri najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela za berzanski indeks SBITOP u različitim periodima posmatranja	
16.	Reprezentativni kriterijumi AIC i SIC za odabir optimalnih prilagođenih modela - BUX	
17.	Procenjeni parametri prilagođenih ARCH modela za berzanski indeks BUX u različitim periodima posmatranja	

18.	Procenjeni parametri najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela za berzanski indeks BUX u različitim periodima posmatranja	
19.	Tabela 6.4 – Reprezentativni kriterijumi AIC i SIC za odabir optimalnih prilagođenih modela - CROBEX	
20.	Procenjeni parametri prilagođenih ARCH modela za berzanski indeks CROBEX u različitim periodima posmatranja	
21.	Procenjeni parametri najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela za berzanski indeks CROBEX u različitim periodima posmatranja	
22.	Komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH modela u CELOM PERIODU posmatranja	
23.	Komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH modela u PREDKRIZNOM PERIODU posmatranja	
24.	Komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH modela u KRIZNOM PERIODU posmatranja	
25.	Komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH modela u POSTKRIZNOM PERIODU posmatranja	
26.	Komparativni pregled dobijenih rezultata najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela u CELOM PERIODU posmatranja	
27.	Komparativni pregled dobijenih rezultata najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela u PREDKRIZNOM PERIODU posmatranja	
28.	Komparativni pregled dobijenih rezultata najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela u KRIZNOM PERIODU posmatranja	
29.	Komparativni pregled dobijenih rezultata najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela u POSTKRIZNOM PERIODU posmatranja	
30.	Uporedni komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela u CELOM PERIODU posmatranja	
31.	Uporedni komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela u PREDKRIZNOM PERIODU posmatranja	
32.	Uporedni komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela u KRIZNOM PERIODU posmatranja	
33.	Uporedni komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela u POSTKRIZNOM PERIODU posmatranja	

r. br.	naziv grafikona	str.
1.	Kretanje stope inflacije u periodu 2005–2015. godine - Slovenija	
2.	Kretanje referentne kamatne stope Fed-a u periodu od 2005. do 2015.	
3.	Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015. - SAD	
4.	Kvartalno kretanje bruto domaćeg proizvoda u periodu 2005–2015. - SAD	
5.	Kretanje stranih direktnih investicija u periodu od 2005. do 2015. - SAD	
6.	Kretanje stope inflacije u periodu 2005–2015. - Slovenija	
7.	Kretanje referentne kamatne stope CB Slovenije u periodu 2005–2015.	
8.	Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015. - Slovenija	
9.	Kvartalno kretanje bruto domaćeg proizvoda u periodu 2005–2015. - Slovenija	
10.	Kretanje stranih direktnih investicija u periodu od 2005. do 2015. - Slovenija	
11.	Kretanje stope inflacije u periodu 2005 – 2015. - Mađarska	
12.	Kretanje referentne kamatne stope CB Mađarske u periodu 2005–2015.	
13.	Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015. - Mađarska	
14.	Kvartalno kretanje bruto domaćeg proizvoda u periodu 2005–2015. - Mađarska	
15.	Kretanje stranih direktnih investicija u periodu od 2005. do 2015. - Mađarska	
16.	Kretanje stope inflacije u periodu 2005–2015. - Hrvatska	
17.	Kretanje referentne kamatne stope CB Hrvatske u periodu 2005–2015.	
18.	Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015. - Hrvatska	
19.	Kvartalno kretanje bruto domaćeg proizvoda u periodu 2005–2015. - Hrvatska	
20.	Kretanje stranih direktnih investicija u periodu od 2005. do 2015. - Hrvatska	
21.	Kretanje stope inflacije u periodu 2005–2015. - Srbija	
22.	Kretanje referentne kamatne stope CB Srbije u periodu 2005–2015.	
23.	Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015. - Srbija	
24.	Kvartalno kretanje bruto domaćeg proizvoda u periodu 2005–2015. - Srbija	

25.	Kretanje stranih direktnih investicija u periodu od 2005. do 2015. - Srbija	
26.	Kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa SBITOP za posmatrani period 2005–2015. godine	
27.	Kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX za posmatrani period 2005–2015. godine	
28.	Kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa CROBEX za posmatrani period od 2005. do 2015. godine	

Lista skraćenica

ACF – Autocorrelation Function
ADF – Augmented Dickey Fuller
AIC – Akaike Information Criterion
AR – Autoregressive
ARCH – Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
ARMA – Autoregressive Moving Average
ARMAX – Autoregressive Moving Average with Exogenous variables
BDP – Bruto domaći proizvod
BELEX15 – Cenovni indeks Beogradske berze
BUX - Budapest Exchange Index
CB – Centralna Banka
CBOE - Chicago Board Options Exchange
CROBEX – Cenovni indeks Zagrebačke berze
ECM – Error Correction Model
EGARCH – Exponential Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
EU – Evropska unija
EUR – euro valuta
EWMA – Exponentially Weighted Moving Average
FMSE- Forecast Mean Square Error
FTSE – Financial Time Stock Exchange
GARCH – Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity
HFT – High frequency trading
HoV – Hartije od vrednosti
HQC – Hannan–Quinn Information Criterion
IDD – Independently and Identically Distributed
JB – Jarque-Bera
LB – Ljung Box
LL – Log Likelihood
LTP - Latest Transaction Price
M&A - Mergers & Acquisition
MA – Moving Average
MAE- Mean Absolute Error
MAPE- Mean Absolute Percentage Error
MMF – Međunarodni monetarni fond
MTP - Multilateralna trgovačka platforma
MWE- Mean Week Error
NASDAQ - National Association of Securities Dealers Automated Quotations
NBS – Narodna banka Srbije
OLS – Ordinary Least Squares
OTC - over-the-counter market
PACF – Partial Autocorrelation Function
PPP – Purchasing Power Parity
QML – Quasi Maximum Likelihood
RESID - Residual
RMSE- Root Mean Squared Error
RSD – Srpski dinar
S & P – Standard and Poors
SAD – Sjedinjene Američke Države

SBI - Slovenian Blue-Chip Index

SDI – Strane Direktne Investicije

SEC – Security Exchange Commission

SIC - Schwartz Information Criterion

SPI – Strana Portfolio Ulaganja

TGARCH – Threshold Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

USD – američki dolar

VaR – Value at Risk

I UVODNA RAZMATRANJA

U zavisnosti od vrste investiranja, investiranje na finansijskom tržištu se odlikuje većom dinamikom, ali i očekivanim i značajnijim prinosima u odnosu na rizike investiranja. Investiranje u hartije od vrednosti na finansijskom tržištu se smatra najsigurnijim i najbržim načinom za investiranje. Investiranje podrazumeva postupak činjenja određenih radnji koje za svoj krajnji efekat treba da imaju racionalna finansijska ulaganja novca, deviza i kapitala u propulzivne projekte i programe koje će ostvarenim neto-profitom garantovati povrat uložene imovine uvećane za optimalno mogući tržišni prinos (Anđelić i Đaković, 2017¹). Investiranje u hartije od vrednosti - HoV na finansijskom tržištu svakako se mora drugačije posmatrati u odnosu na period pre nastanka globalne finansijske krize. Stoga se investiranje mora sagledati u kontekstu savremenih tržišnih uslova. U tim uslovima investiranje za posledicu ima i promenu strategije investiranja u funkciji optimizacije.

Aktuelne okolnosti na finansijskim tržištima, globalizacioni trendovi, finansijska kriza koja se pretvorila u recesiju i značajna volatilnost tržišta, samo su neki od ključnih uslova koji su uticali na promenu logike finansijskog razmišljanja. Metode i tehnike uspešnog predviđanja očekivanih učinaka aktivnosti investiranja nužno su promenjeni i prilagođeni savremenim tržišnim uslovima i prilikama. Prema studiji Đakovića, Anđelića i Ljumovića (2014²) funkcija povrata aktivnosti investiranja ima drugačiji oblik i ponašanje (simetrična sinusna funkcija je narasla u asimetričnu - Pareto distribuciju), metode i tehnike korišćene za predviđanje i kvantificiranje učinaka aktivnosti investiranja promenjene su i prilagođene trenutnim uslovima na finansijskim tržištima. Investiranje predstavlja nužnost savremenog tržišta i naročito je značajno obezbediti optimizaciju efekata od aktivnosti investiranja na tranzitornim finansijskim tržištima. Prelazna tržišta, koja su visoko nestabilna, nelikvidna i, u osnovi „plitka”, reagovala su posebno intezivno na volatilne tržišne okolnosti. Posledice su promenjena očekivanja aktivnosti investiranja i tendencija optimizacije učinaka ovih aktivnosti uz stalno smanjenje rizika. Investitori na tim tržištima posebno su osetljivi na rizike aktivnosti investiranja, tako da metode i tehnike usmerene na kvantifikaciju investicionog rizika imaju posebno mesto, ulogu i značaj na tim tržištima.

¹ Prema: Anđelić, G. i Đaković, V. (2017). *Osnove investicionog menadžmenta* - drugo dopunjeno i izmenjeno izdanje, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, str. 15.

² Prema: Đaković, V. Đ., Anđelić, G. B. i Ljumović, I. L. (2014). Parametric and nonparametric VaR daily returns estimation, *Industrija*, 42(4), p.p 43-54.

Finansijska tržišta zemalja u razvoju, i investitori na istim, pravi su primer navedenih teza, u smislu da su u odlukama u investiranju obazriviji nego u periodu pre nastanka globalne finansijske krize. Investitori su kontinuirano fokusirani na anticipiranje i kvantifikovanje očekivanja od aktivnosti investiranja.

Analiziranje ekonomske teorije i prakse, kao i predviđanje budućih ekonomskih kretanja gotovo je nemoguće, a da se ne identifikuju rizici na finansijskim tržištima, ujedno i posledice koje proizilaze iz rizika. Ukoliko se rizik definiše kao neizvesnost budućeg ishoda određenog događaja, onda se rizik na finansijskim tržištima definiše kao neizvesnost u promenama cena tržišnih materijala. Rizik na finansijskom tržištu jeste rizik koji se ogleda u promenama cena tržišnih materijala, a koji značajno utiče na aktivnosti investiranja. Sa druge strane, rizike na finansijskim tržištima jednostavnije je kvantifikovati i identifikovati, zato što se cene tržišnih materijala beleže na dnevnom nivou, a preko cena se prate i prinosi.

Testiranje ekonometrijskih modela u praksi na finansijskim tržištima, pruža informacije o kvalitetu i efikasnosti primene, a sve u cilju definisanja i merenja volatilnosti prinosa. Dodatno se implicira neophodnost kontinuiranog testiranja ekonometrijskih modela u praksi, sa posebnim osvrtom na mogućnosti minimiziranja rizika u investicionim aktivnostima na volatilnim finansijskim tržištima, posebno imajući u vidu njihove specifičnosti. Predviđanje volatilnosti cena tržišnih materijala na finansijskim tržištima, kao kvantitativna prezentacija rizika, ima veliki značaj prilikom donošenja odluka o investiranju. Potrebno je razjasniti da volatilnost i rizik nisu sinonimi, tako da razumevanje volatilnosti ima veliki značaj pri donošenju finansijskih odluka o investiranju zasnovanih na nepredvidivom kretanju prinosa. Predviđanje volatilnosti tržišnih materijala predstavlja najvažniji input za određivanje optimalne strategije investiranja.

Đaković i drugi (2014³) su testirali mogućnosti primene raznih VaR modela (i parametarskih i neparametarskih) na domicilnom finansijskom tržištu. Autori su naglasili značaj analize i optimizacije poslovnih odluka u sferi aktivnosti investiranja na tranzicionim tržištima koja su veoma nestabilna i nisko efikasna. Dobijeni rezultati istraživanja govore o mogućnostima efikasne primene parametarske i neparametarske procene dnevnih povrata putem VaR modela, u kontekstu upravljanja rizikom ulaganja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Takođe,

³ Prema: Đaković, V. Đ., Anđelić, G. B. i Ljumović, I. L. (2014). Parametric and nonparametric VaR daily returns estimation, *Industrija*, 42(4), p.p 43-54.

dobijeni rezultati istraživanja su ukazali na potrebu za proširenjem obima istraživanja na sličnim regionalnim finansijskim tržištima zemalja u razvoju, uzimajući u obzir specifičnosti i sličnosti, odnosno razlike između ovih tržišta.

U ekonomsko-finansijskoj terminologiji koristi se termin **volatilnost** kako bi se opisao rizik promene cene hartija od vrednosti - HoV. Volatilnost predstavlja polaznu osnovu za merenje i upravljanje rizikom, a koristi se i za procenu cena HoV, upravljanje finansijskim instrumentima i optimizaciju portfolija HoV. Sa ekonometrijskog stanovišta, volatilnost predstavlja uslovnu standardnu devijaciju prinosa. Ekonometrijski modeli koji se koriste da bi prikazali volatilnost finansijskih instrumenata su ARCH (*Autoregressive conditionally heteroscedastic*) i GARCH (*Generalized Autoregressive conditionally heteroscedastic*). Američki ekonomista Robert F. Engle III⁴ prvi je predstavio gore navedene modele za procenu volatilnosti u svom radu "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity With Estimates of the Variance of UK Inflation *Econometrica* 50" (1982; p.p. 987-1008) istovremeno uočivši da prethodni modeli za predviđanje kretanje cena finansijskih instrumenata nisu davali najbolje rezultate. Stoga je Engle razvio nove statističke modele koji pretpostavljaju da cene finansijskih instrumenata imaju periodično nisku i visoku volatilnost i od tada su ovi modeli značajni, kako u teoriji, tako i u praksi. ARCH i GARCH ekonometrijski modeli su postali primenjivi u analizi podataka vremenskih serija u kojima je prisutna heteroskedastičnost, tj. pojava da varijanse grešaka modela nisu konstantne, nego se menjaju kako se menja t (vreme), odnosno periodi posmatranja. Cilj gore navedenih modela jeste procena volatilnosti, koju je moguće koristiti pri donošenju odluka o investiranju.

Osnivanje finansijske ekonometrije obeležava momenat formulacije modela ARCH (model autoregresivne uslovne heteroskedastičnosti) od strane Roberta Englea (Engle, 1982⁵). Prema pristupu ugrađivanja neizvesnosti u varijansu, prof. Engle modelira uticaj varijabli u odnosu na nepoznate ishode. Pretpostavka da je varijansa konstantna dovela je do niza problema koji su

⁴ Robert Engle (Robert F. Engle) je diplomirao i magistrirao fiziku 1964. godine, dok je 1969. godine doktorirao iz oblasti ekonomije. Nakon završenih doktorskih studija radi kao predavač na univerzitetu MIT, međutim nakon 1974. godine akademsku karijeru nastavlja na USCD gde 1977. godine dobija zvanje redovnog profesora. Od 1990. do 1994. godine, Engle preceđava odsekom za ekonomiju na univerzitetu USCD. Profesor Engle, tokom svoje karijere beleži gostujuća predavanja namenjena akademskoj, a i široj javnosti. Prof. Robert F. Engle je Član Američke akademije nauka i umetnosti. Takođe je uvaženi član Društva ekonometričara. 2003. godine zajedno sa profesorom Klajv Grejndžer-om dobija Nobelovu nagradu iz oblasti ekonomije za doprinos metoda analiziranja ekonomskih vremenskih serija sa vremenski promenljivom volatilnošću (ARCH).

⁵ Prema: Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.p 987-1007.

se rešili na način da se uvede vremenski promenljiva varijansa, što je i dovelo do formulisanja ARCH uslovno heteroskedastičnih procesa, odnosno modela. Bolerslev i Tejlor (Bollerslev, 1986⁶ i Taylor, 1986⁷) su uopštili Engleov model u cilju da bi ga napravili realnijim. “Uopštenjem” ili generalizacijom ARCH modela nastaje GARCH (*Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedastic models*) model. Osnovna ideja “generalizacije ili uopštavanja” je da uslovna varijansa ima autoregresivnu strukturu i da bude pozitivno korelisana sa prošlim vrednostima. Prema tome, GARCH model ima “fleksibilniju” parametarsku strukturu u odnosu na ARCH. Dok se za ARCH zahteva veliki broj sabiraka da bi predviđanje modela bio što preciznije i verodostojnije, u praksi se često pokazuje da je osnovni GARCH (1,1) model dovoljan da bi se procenio veliki broj finansijskih vremenskih serija. Volatilnost u modelima se opisuje putem grešaka koje modeli iskazuju u prošlosti (kao i kod ARCH-a), ali i preko prošlih, prethodnih (istorijskih) varijansi, što zapravo i predstavlja generalizaciju ARCH modela. GARCH model predstavlja deterministički uslovni heteroskedastični model u kom je uslovna varijansa funkcija varijabli koje su dostupne u određenom vremenu t .

Nastanak savremene finansijske ekonometrije vezuje se za formalizovanje ekonometrijskih modela vremenskih serija, prvenstveno ARCH-a, a kasnije i GARCH-a i mnogih drugih u svrhu poboljšanja predviđačkih moći i smanjenja rizika prouzrokovanim voltilanostima na finansijskim tržištima. Određeni rezultati modela primenjenih na razvijenim finansijskim tržištima⁸ pokazali su da se prilikom investiranja u određenu finansijsku aktivu, odnosno HoV, varijansa investiranja u određeni portfolio može smanjiti kroz proces diverzifikacije, ukoliko investitori formiraju portfolio na osnovu rizika i prinosa (Markowitz, 1952⁹). Istraživanjima u oblasti formulisanja i primene ekonometrijskih modela u finansijama, kao produkt nastalo je mnoštvo koncepata, paradigmi i teorija, koje za centar svog izučavanja imaju finansijska tržišta razvijenih zemalja. Poslednjih godina, čini se veoma interesantna primena pomenutih ekonometrijskih modela na novonastajućim finansijskim tržištima, odnosno na tržištima zemalja u razvoju zbog potencijala ovih tržišta, a sve u skladu sa međunarodnom diverzifikacijom strategije investiranja. Autori Goldstajn i Razin (Goldstein, Razin, 2006¹⁰) u svojim radovima ističu da je: “priliv stranih direktnih investicija (SDI) u zemlje u razvoju značajno veći od priliva stranih portfolio

⁶ Prema: Bollerslev, T. (1986). Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics* 31, p.p 307-327.

⁷ Prema: Taylor S. (1986). *Modelling Financial Time Series*, Chichester, John Wiley & Sons Ltd.

⁸ Zrela, izrazito likvidna tržišta kapitala na kojima se trguje velikim brojem različitih vrsta finansijskih instrumenata.

⁹ Prema: Markowitz, H. M. (1952). Portfolio Selection, *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1, p.p 77-91.

¹⁰ Prema: Goldstein, I., Razin, A. (2006). An information-based trade off between foreign direct investment and foreign portfolio investment, *Journal of International Economics*, vol. 70, issue 1, p.p 271-295.

investicija (SPI)". Međutim, određene empirijske analize na razvijenim finansijskim tržištima pokazale su da je razlika u kretanju volatilnosti između SDI i SPI tokova manja nego u slučaju zemalja u razvoju smatraju Lipsy i drugi (Lipsej i drugi, 1999¹¹).

Specifičnost finansijskih tržišta zemalja u razvoju, u koje ubrajamo i tržišta Republike Srbije, Hrvatske, Slovenije i Mađarske, predstavlja činjenica da HoV na ovim tržištima nose istovremeno i visok prinos i visok rizik. Nedovoljno razvijena i „plitka” tržišta HoV koja se odlikuju nepostojanjem kontinuelnog trgovanja akcijama, likvidnosti tržišta i velikog prometa u sinergiji sa skromnom tradicijom emitovanja HoV, nedostatkom tržišne transparentnosti, visokim transakcionim troškovima, nepotpunom primenom međunarodnih računovodstvenih standarda i niskim nivoom korporativnog upravljanja, predstavljaju zajedničke karakteristike finansijskih tržišta zemalja u razvoju. Međutim, karakteristike finansijskih tržišta zemalja u razvoju predstavljaju izazov za finansijsko-ekonometrijsku praksu, te se neophodnim čini testiranje performansi optimalnih strategija investiranja nastalih primenom ARCH i GARCH modela.

Period istraživanja okarakterisan je oporavkom ekonomija zemalja usled delovanja globalne ekonomske i finansijske krize globalne ekonomije koja je nastala na hipotekarnom tržištu SAD-a, potom se prelila na finansijsko tržište, da bi se sa finansijskog tržišta prelila na realnu sferu ekonomije, a potom i na globalno tržište kapitala istovremeno uzdrmaвши temelje modernih koncepata ekonomije. Usled finansijske krize, investitori su pogotovo postali svesni značaja kontrole i upravljanja rizikom prilikom aktivnosti investiranja, što je upravljanje i optimizaciju strategije investiranja učinilo jednom od najaktuelnijih tema finansijske ekonomije. U poslednjih nekoliko godina finansijska tržišta zemalja u razvoju postala su predmet većeg broja teorijskih i empirijskih studija, uz opšti zaključak da tržišta HoV širom sveta postaju nestabilnija.

1.1. Definisane i opis predmeta istraživanja

Predmet istraživanja doktorske disertacije odnosi se na analizu, razvoj i primenu značajnih finansijskih ekonometrijskih modela ARCH (engl. *Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*) i GARCH (engl. *Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*) na

¹¹ Prema: Lipsey, R. E., Feenstra, R. C., Hahn, C. H., & Hatsopoulos, G. N. (1999). The role of foreign direct investment in international capital flows. In *International capital flows*, University of Chicago Press, p.p 307-362.

finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Pored osnovnih GARCH 1,1 modela, tokom godina, a u cilju usavršavanja i predviđanja putem GARCH modela, razvile su se određene ekstenzije simetričnih GARCH modela (TGARCH – *Threshold Garch* model i EGARCH – *Exponential Garch* model) koje su takođe predmet razvoja i primene u disertaciji.

Finansijska tržišta predstavljaju značajan deo finansijskog sistema svake ekonomije. Stoga je važno analiziranje faktora koji utiču na kretanja na finansijskim tržištima, kao i berzanskog indeksa koji je jedan od glavnih indikatora stanja kako na razvijenim finansijskim tržištima, tako i na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. U faktore za koje se *de facto* pretpostavlja da utiču na kretanja na finansijskim tržištima ubrajaju se: stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije. Uticaj navedenih faktora se dalje odražava na stanja i prilike na finansijskim tržištima, te stoga postoji imperativ razvijanja novih prilagođenih modela, pogotovo na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

Analiza finansijskih tržišta zemalja u razvoju se značajno povećala poslednjih godina, međutim mnoga istraživanja nisu uzela u obzir karakteristike finansijskih tržišta zemalja u razvoju. Dosadašnja teorija i praksa primene modela vremenskih serija, konkretno ARCH i GARCH modela se odnosila na primenu osnovnog modela koji je razvijen i testiran u uslovima razvijenih finansijskih tržišta, koja su po svojoj prirodi izrazito likvidna i na kojima se trguje različitim vrstama i velikim brojem finansijskih instrumenata. Stoga, karakteristike i specifičnosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju predstavljaju izazov za finansijsku teoriju i praksu, te se neophodnim čini testiranje široko prihvaćenih modela vremenskih serija i mera performansi na volatilnim, slabo likvidnim i „plitkim” finansijskim tržištima.

Prilikom razvoja i primene prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, posebna pažnja se posvećuje problemu nelikvidnosti velikog broja hartija od vrednosti, koja se ogleda u nedostatku stabilnih i visokih dnevnih prometa, kao i volatilnosti berzanskih indeksa. Postojanje volatilnih vrednosti berzanskih indeksa, posebno teških „repova” distribucije prinosa nagoveštava mogućnost pojave ekstremnih vrednosti i neophodnim čini razmatranje alternativnih ili modifikovanih modela. Stoga je veoma bitan način na koji se vrši modeliranje volatilnosti na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Ovime se otvara put za formiranje novih koncepata i modela koji će u sebi uključiti što više faktora uticaja na kretanje berzanskih indeksa na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Uključivanjem dodatnih varijabli

u model dobija se na optimalnosti, jer optimalnije je između dva modela izabrati kao konačni onaj sa većim brojem varijabli.

Primenjeni prikaz regresionih modela vremenskih serija ARCH i GARCH na razvijenim finansijskim tržištima pokazuje visok stepen preciznosti u merenju volatilnosti i predviđanja kretanja berzanskih indeksa kao indikatora finansijskog tržišta. Uključujući faktore od uticaja na kretanje berzanskih indeksa (stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije) razvijaju se prilagođeni ARCH i GARCH modeli. U posmatranom periodu, primena prilagođenih modela ARCH i GARCH doprineće optimizaciji strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju: Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije. Istraživanje se primenilo u segmentiranom periodu posmatranja: predkriznom, kriznom i postkriznom. Pri tome osnovni izazov jeste način definisanja, odnosno identifikacija i kvantifikacija konkretnih faktora rizika i potencijala rasta tržišta koje investitori mogu smatrati značajnim prilikom donošenja odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

Jedan od izazova istraživanja odnosi se na uočavanje međuzavisnosti kretanja dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa i faktora od uticaja. Berzanski indeks odlikava generalna kretanja listiranih hartija od vrednosti (akcija) na jednom finansijskom tržištu, te se može reći da on u sebi sadrži trend kretanja svih akcija koje su odabrane na osnovu različitih kriterijuma za kreiranje indeksa. Takođe, u disertaciji se na osnovu uzorka sa finansijskih tržišta zemalja u razvoju utvrđuje korelaciona veza sa faktorima od uticaja na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa. Rezultat uključivanja dodatnih varijabli u model poput faktora od uticaja jeste utvrđivanje kretanja i potencijala rasta posmatranih finansijskih tržišta, što predstavlja osnov za optimizaciju strategije investiranja.

Finansijska tržišta se različito ponašaju u zavisnosti od stanja ekonomije, tako da kretanje berzanskih indeksa, zatim određenih faktora od uticaja, beleže različite tendencije ukoliko je ekonomija jedne zemlje u ekspanziji, recesiji, stagnaciji, pa čak i kriznom periodu. U prethodnom periodu, počevši od sredine 2008. godine nastala je najveća globalno ekonomsko-finansijska kriza, čije posledice na ekonomije kako razvijenih, tako i zemalja u razvoju, još uvek traju. Period posmatranja uzorka u disertaciji obuhvata period od 2005. do 2015. godine i podeljen je na tri segmenta: predkrizni (2005–2007), krizni (2008–2010) i postkrizni (2011–2015) period, kako bi se sveobuhvatnije i šire sagledala i analizirala primena prilagođenih

ekonometrijskih modela ARCH i GARCH na finansijskim tržištima zemalja u razvoju u posmatranim periodima, odnosno stanjima ekonomije.

Autor se tokom istraživanja sretao sa brojnim referentnim naučnim radovima koji se bave tematikom analiziranja kretanja berzanskih indeksa, kao i primenom ARCH i GARCH modela, a koji su bili značajni prilikom definisanja problema istraživanja i kreiranja ideje za istraživanje.

1.2. Ciljevi i zadaci istraživanja

Osnovni cilj istraživanja, odnosno disertacije, jeste ispitivanje značajnosti primene prilagođenih ARCH i GARCH modela i njihovih rezultata na finansijskim tržištima zemalja u razvoju u segmentiranom periodu posmatranja (predkriznom, kriznom i postkriznom) u funkciji optimizacije strategije investiranja. Razvoj i primena prilagođenih regresionih ekonometrijskih modela ARCH i GARCH treba da prikaže tačnu korelacionu vezu između dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa i faktora koji utiču na kretanje berzanskih indeksa (stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije). Utvrđivanje tačne korelacione veze ima za cilj da pokaže koji faktor, u kojoj meri, da li pozitivno ili negativno, utiče na kretanje dnevnih stopa povrata posmatranih berzanskih indeksa. U skladu sa gore navedenim, disertacija ima za cilj da prikaže naučno verifikovana saznanja koja će doprineti donošenju optimalnih odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

Dopunski ciljevi istraživanja ogledaju se u primeni različitih informacionih kriterijuma, posebno *Akaike* i *Schwarz* (AIC i SIC) kojima će se izabrati najoptimalniji prilagođeni ARCH i GARCH model u okviru međusobnih varijacija primenjenih modela (ARCH, GARCH 1.1, EGARCH i TARARCH) na posmatranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju u segmentiranom periodu posmatranja. Primena informacionih kriterijuma i odabir najoptimalnijih modela ima za cilj veću predviđačku moć primenjenih ekonometrijskih modela. Regresiona analiza prilagođenih modela ARCH i GARCH pokazaće koliko, odnosno u kojoj meri, kretanje faktora poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija utiče na kretanje posmatranih finansijskih tržišta. Dobijenim rezultatima definišaće se mogućnosti optimizacije strategija investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Dobijeni rezultati treba da ukažu na značajnost različitih faktora koji u segmentiranom periodu posmatranja utiču na donošenje optimalnih odluka o investiranju.

1.3. Polazišta i hipoteze istraživanja

Uzimajući u obzir specifičnosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju, aktuelnost tržišnog trenutka i ciljeve postavljene istraživanjem, definisane su sledeće hipoteze istraživanja:

- **osnovna hipoteza:** Primena prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju doprinosi optimizaciji strategije investiranja;
- **pomoćna hipoteza 1:** Postoji korelativna veza između faktora na tržištu poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda, stranih direktnih investicija i dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa na finansijskim tržištima zemalja u razvoju;
- **pomoćna hipoteza 2:** Neefikasnost i visoka nelikvidnost finansijskih tržišta zemalja u razvoju, specifičnosti empirijske raspodele prinosa i povećana volatilnost utiču na efikasnost primene prilagođenih ARCH i GARCH modela;
- **pomoćna hipoteza 3:** Primena prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju u različitim periodima posmatranja (predkriznom, kriznom i postkriznom) daje različite rezultate koji, u zavisnosti od stanja u kom se ekonomija zemalja u razvoju nalazi, imaju za cilj optimalan odabir strategije investiranja;
- **pomoćna hipoteza 4:** Zbog specifičnosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju, prilagođeni modeli predviđanja volatilnosti ARCH ostvaruju optimalnije performanse na finansijskim tržištima zemalja u razvoju nego prilagođeni modeli GARCH.

1.4. Teorijsko-metodološki okvir istraživanja

Složenost i višedimenzionalnost istraživanja u disertaciji, neophodnom čini primenu adekvatne metodologije prilikom istraživanja i dokazivanja hipoteza. Teorijski deo disertacije se zasniva na predstavljanju prikupljene relevantne stručne i naučne literature o predmetu istraživanja na

osnovu dosadašnjih empirijskih analiza. U izradi teorijskog dela disertacije korišćene su sledeće metode naučno-istraživačkog rada:

- a) **metoda analize i sinteze** – metoda analize podrazumeva proces raščlanjivanja složenih celina na jednostavnije sastavne delove: raščlanjivanje pojmova iz portfolio teorije, finansijskih tržišta, ekonometrijskih modela vremenskih serija ARCH (engl. *Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*) i GARCH (engl. *Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*), definisanjem i detaljnim objašnjenjem ulaznih parametara, a sve u cilju optimizacije. Metoda sinteze podrazumeva proces objašnjavanja složenih celina pomoću jednostavnih misaonih tvorevina, primenjena je pri razmatranju svojstava finansijskih vremenskih serija prinosa akcija i portfolia, kao i povrata investiranja.
- b) **metoda klasifikacije** – raščlanjivanje opšteg na posebne, jednostavnije pojmove: proces definisanja različitih ulaznih parametara, odnosno faktora od uticaja radi lakšeg objašnjavanja i shvatanja suštine teorijskog koncepta, kao i prikaz regresionih modela vremenskih serija ARCH (engl. *Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*) i modela GARCH (engl. *Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*);
- c) **metoda eksplanacije, odnosno objašnjavanja** – način objašnjavanja osnovnih pojava i njihovih relacija konkretno je upotrebljen prilikom prikaza primene gore pomenutih ekonometrijskih modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Rezultat primene metode eksplanacije treba da ukaže na tačnu korelacionu vezu između dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa i faktora od uticaja.
- d) **metoda deskripcije, odnosno opisivanja** – postupak opisivanja činjenica i empirijsko potvrđivanje njihovih odnosa definisanjem modela i numeričkih metoda za vrednovanje prinosa i rizika na finansijskim tržištima, utvrđivanja relacija unutar analitičkih modela i numeričkih metoda, te njihovo međusobno upoređivanje na osnovu konkretnih podataka prikupljenih sa finansijskih tržišta, kao i makroekonomskih podataka.
- e) **metoda komparacije, odnosno poredenja** – način upoređivanja srodnih činjenica, tj. utvrđivanje njihove sličnosti ili različitosti. U konkretnom smislu podrazumeva upoređivanje primene prilagođenih ekonometrijskih modela ARCH i GARCH na različitim finansijskim tržištima u istim posmatranim vremenskim periodima.
- f) **metode indukcije i dedukcije, kao metode zaključivanja** – Metoda indukcije podrazumeva donošenje zaključaka o opštem sudu na osnovu pojedinačnih činjenica.

U radu je korišćena indukcija pri dokazivanju da određeni ekonometrijski modeli vremenskih serija predstavljaju adekvatnu aparaturu prilikom primene na slabo likvidnim, „plitkim” i volatilnim finansijskim tržištima. Metoda dedukcije podrazumeva donošenje pojedinačnih zaključaka na osnovu opšteg suda: donošenje zaključaka o važnosti kreiranja prilagođenih ekonometrijskih modela vremenskih serija ARCH i GARCH u funkciji optimizacije i primene strategije investiranja, koji uvažavaju specifičnosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju.

- g) metoda indirektnog prikupljanja podataka** – sa namerom da se iz relevantnih finansijskih institucija (berze i centralne banke) prikupe empirijski podaci o stanju i kretanjima indikatora potrebnih za istraživanje. Konkretno, za istraživanje su se prikupili podaci o kretanju berzanskih indeksa na dnevnom nivou, a takođe su prikupljeni podaci o faktorima koji utiču na kretanje berzanskih indeksa (stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije) u posmatranom periodu od 2005. do 2015. godine.

U izradi empirijskog dela disertacije s ciljem dokazivanja postavljenih hipoteza korišćene su različite metode za prikupljanje, obradu i prezentovanje podataka. Metode korišćene u ovom delu su matematičke i statističke, odnosno ekonometrijski modeli i metode. Za potrebe predikcije, odnosno predviđanja, koristiće se različiti tipovi autoregresionih modela heteroskedastičnosti. Sprovešće se različiti statistički testovi za odabir najoptimalnijih modela: AIC (*Akaike information criterion*) i SIC (*Schwarz information criterion*), testovi normalnosti rasporeda: Žark-Bera (engl. Jarque-Bera), Kolmogorov-Smirnov/Lilifor (engl. Lilliefor) test, Šapiro-Vilk (engl. Shapiro-Wilk) test, metodi deskriptivne statistike, te različite grafičke metode: grafikoni i korelogrami. Analitičke i grafičke metode su empirijski dokaz nužnosti razmatranja primene prilagođenih modela ARCH i GARCH u funkciji optimizacije strategije investiranja na osnovu karakteristika analiziranih faktora finansijskih vremenskih serija. Navedene metode implementirane su korišćenjem programskih paketa Eviews, SPSS, Statistika, kao i Excel.

1.5. Naučni doprinos disertacije

Finansijska kriza i nelikvidnost finansijskih tržišta prouzrokuju značajnu volatilnost berzanskih indeksa sa pojavom ekstremnih vrednosti, a istovremeno postavljaju pred istraživače zadatak razvijanja i primene novih modela, pogotovo kada se uzmu u obzir karakteristike i performanse

finansijskih tržišta zemalja u razvoju. Izazovi za finansijsku teoriju i praksu, čine neophodnim testiranje prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, čime se otvara put za formiranje novih koncepata i modela optimizacije koji će u sebi uključiti što više faktora od uticaja.

Očekivani rezultati istraživanja: Očekuje se da će se istraživanjem doći do konkretnih, u praksi testiranih i verifikovanih saznanja o primeni modela ARCH i GARCH, razvijenih u istraživanju, a koji su u funkciji optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Takođe, očekuje se da se potvrdi korelaciona veza uticaja faktora (stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija) na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Razvojem i primenom ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju se očekuje da će se doći do verifikovanih saznanja u različitim periodima posmatranja: predkriznom, kriznom i postkriznom. Očekivani rezultati disertacije treba da pokažu naučno potvrđena saznanja koja će doprineti donošenju optimalnih odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

Naučni doprinos doktorske disertacije ogleda se u formulisanju i testiranju novog pristupa u primeni modela investiranja u funkciji optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Takođe, naučni doprinos disertacije ogleda se i u kvantifikovanju uticaja pretpostavljenih faktora na kretanja dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Poseban naučni doprinos se odnosi na originalnost, tj. primenu prilagođenih, u istraživanju razvijenih ekonometrijskih modela ARCH i GARCH na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, koji do sada nisu formulisani i testirani u naučnoj praksi.

Praktičan doprinos doktorske disertacije ogleda se u mogućnosti buduće implementacije razvijenih modela ARCH i GARCH od strane investitora prilikom definisanja strategija investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

1.6. Pregled poglavlja disertacije

Postavljeni osnovni idopunski ciljevi, kao i metodologija istraživanja određuju osnovnu strukturu sadržaja disertacije. Shodno tome, disertacija je strukturirana u osam poglavlja.

U poglavlju I koje označava uvodna razmatranja, predstavljeni su predmet, ciljevi, hipoteze, kao i teorijsko-metodološki okvir istraživanja sa naučnim doprinosom disertacije. Nakon uvodnog poglavlja, odnosno uvodnih razmatranja, u poglavlju II prikazuju se osnovni teorijski aspekti finansijskih tržišta. Detaljno se prikazuju karakteristike, vrste, arhitektura i tehnologija trgovanja na finansijskim tržištima. U poglavlju II takođe se predstavljaju učesnici, kao i finansijski instrumenti koji su predmet trgovanja na finansijskim tržištima. Na kraju II poglavlja nalazi se uporedni pregled karakteristika razvijenih finansijskih tržišta *vice versa* finansijskih tržišta zemalja u razvoju.

Poglavlje III predstavlja berze kao „tipične” institucije finansijskih tržišta, predstavljaju se karakteristike i vrste berzi, tehnologija trgovanja, kao i berzanski poslovi. Potom se predstavljaju načini iskazivanja tržišnih okolnosti na berzi- berzanskih indeksa, kao i faktora od uticaja na kretanje berzanskih indeksa, odnosno dnevnih stopa povrata. U ovom poglavlju navode se detaljni prikazi vodećeg svetskog berzanskog indeksa razvijenog finansijskog tržišta i najznačajnijih berzanskih indeksa zemalja okruženja (zemalja u razvoju) koji su obuhvaćeni istraživanjem. Pored toga, u ovom poglavlju opisuju se odabrani faktori koji utiču na kretanje berzanskih indeksa, a koji su od značaja za portfolio investitore prilikom donošenja odluka o investiranju, odnosno u funkciji su optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Među najznačajnijim faktorima koji utiču na kretanje berzanskih indeksa ubrajaju se: stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije.

U poglavlju IV predstavlja se pregled dosadašnjih rezultata istraživanja akademske zajednice u datoj oblasti (teorijske podloge). Takođe, prikazuju se osnovni teorijski aspekti modela vremenskih serija, pojmova volatilnosti, kao i detaljno objašnjenje ekonometrijskih modela vremenskih serija ARCH (*Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*) i GARCH (*Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*).

U poglavlju V prikazan je detaljan opis, analiza i obrada podataka korišćenih u istraživanju, kao i metodologije istraživanja sa korišćenim matematičkim i statističkim modelima. Takođe, u okviru ovog poglavlja objašnjen je i razlog odabira konkretnog uzorka podataka. Predstavljena je i veličina uzorka za svako posmatrano finansijsko tržište u celokupnom predkriznom, kriznom i postkriznom periodu posmatranja. Opis i analiza podataka, kao i deskriptivna statistika uzorka

predstavljani su u ovom poglavlju. Ovo poglavlje prikazuje i razvoj modela ARCH i GARCH koji podrazumeva uključivanje pretpostavljenih faktora od uticaja u model što rezultira prilagođenim ARCH i GARCH modelima.

U poglavlju VI prikazuju se rezultati i diskusija rezultata istraživanja dobijenih primenom prilagođenih ARCH i GARCH modela na posmatranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Na osnovu sprovedenog istraživanja, prikazana je korelaciona veza svih faktora od uticaja na kretanje dnevnih stopa povrata na finansijskim tržištima obuhvaćenih istraživanjem u celokupnom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu. Uticaj na povrate ulaganja berzanskih indeksa praćen je sa komentarima dobijenih rezultata istraživanja. U poglavlju se konkretno objašnjavaju rezultati primene prilagođenih modela ARCH i GARCH u cilju, odnosno u funkciji donošenja optimalnih odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, na bazi vrednovanja moći predviđanja i upotrebe primenjenih modela.

Poglavljje VII posvećeno je prikazu doprinosa i značaja sprovedenog istraživanja za profesionalne učesnike na finansijskim tržištima. U poglavlju VII su prikazane i mogućnosti primene dobijenih rezultata u procesima kreiranja ekonomskih politika zemalja u razvoju, koje moraju raditi na tome da njihova finansijska tržišta postanu atraktivnija za ulaganja.

U zaključnim razmatranjima disertacije (poglavljje VIII) izvršena je analiza kvaliteta dobijenih rezultata, kao i ograničenja sprovedenog istraživanja. U zaključnim razmatranjima pokazano je da li su postavljene hipoteze istraživanja potvrđene ili opovrgnute. Zaključak prikazuje dileme i zasede istraživanja, kao i probleme na koje je autor nailazio prilikom sprovođenja istraživanja. Zaključak je takođe praćen kvantitativnim i kvalitativnim preporukama, kao i predlogom pravaca daljih istraživanja u oblasti primene prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

II TEORIJSKE POSTAVKE, KARAKTERISTIKE I VRSTE FINANSIJSKIH TRŽIŠTA

Najznačajniji podsistem u okviru privrednog, odnosno ekonomskog sistema jedne države jeste finansijski sistem. Finansijski sistem je integralni deo privrednog, odnosno ekonomskog sistema, sastavljen od velikog broja manjih podistema čiji je prioritetan zadatak ostvarivanje uslova za nesmetan tok finansijskih sredstava u jednoj ekonomiji. Što je privreda i ekonomija razvijenija, „razuđeniji” je i efikasniji finansijski sistem. Finansijska tržišta, a i finansijski sistem uslovljeni su konkretnim uslovima u određenoj zemlji kao što su stepen ekonomske razvijenosti, nivo regulacije ekonomskih aktivnosti, stepen otvorenosti nacionalnih ekonomija, stepen delovanja ekonomskih i tržišnih zakonitosti i povezanost sa svetskim finansijskim tržištem. Dakle, makroekonomski aspekt finansijskog sistema se odnosi na povezivanje dve najznačajnije makroekonomske kategorije – štednje, s jedne strane, i investicija, s druge. Usmeravanje štednje u najprofitabilnije investicione projekte jeste jedna od osnovnih pretpostavki makroekonomske efikasnosti finansijskih tržišta. Finansijski sistemi obezbeđuju sprovođenje korporativne kontrole, usluge upravljanja rizikom, mobilizaciju štednje i smanjenje troškova transakcija, u odnosu na finansijske sisteme koji jednostavno usmeravaju kredite javnom sektoru i preduzećima u državnom vlasništvu (Mishkin i Eakins, 2005¹²).

2.1. Teorijske postavke i vrste finansijskih tržišta

Finansijska tržišta predstavljaju jedan od najvažnijih delova finansijskog sistema svake zemlje. Finansijska tržišta su ujedno i jedan od osnovnih postulata tržišne privrede. Najšire posmatrano, finansijsko tržište postoji svuda gde se obavljaju finansijske transakcije, tako da se može definisati kao organizovano mesto na kome se susreću ponuda i tražnja za različitim oblicima finansijskih instrumenata. U ekonomskoj teoriji definisanje tržišta je nešto šire. Tržište predstavlja osnovni pojam savremene ekonomske teorije i predstavlja oblik razmene proizvoda i usluga uz konstantno “sudaranje” između ponude i tražnje usled čega se formira cena (Fabozzi, Modigliani, Ferri, 1994¹³).

¹² Prema: Mishkin, F. S., Eakins, S. G. (2005). *Finansijska tržišta i institucije*, Mate, Zagreb, str. 16-17.

¹³ Prema: Fabozzi, F.J., Modigliani, F. & Ferri, M.G., (1994). *Foundations of Financial Markets and Institutions*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall, p.2.

U literaturi iz oblasti finansija, a naročito finansijskih tržišta, mogu se sresti vrlo različite definicije finansijskog tržišta. Prema Jeremiću (2012¹⁴): “finansijsko tržište predstavlja transmisioni mehanizam za pozajmljivanje sredstava privrednih subjekata koji imaju viškove sredstava onima kojima ta sredstva nedostaju za određene poslovne aktivnosti”. Taj transfer se odvija kroz:

- “kreditno – depozitni mehanizam u okviru bankarskog sektora” i kroz
- “emitovanje hartija od vrednosti koje izdaju emitenti kojima su ta sredstva potrebna”.

Finansijsko tržište prema širem pristupu, može se shvatiti kao bilo koje mesto gde dolazi do susretanja ponude i tražnje za različitim oblicima finansijskih instrumenata. Prema užem shvatanju, finansijsko tržište predstavlja tačno određeno mesto, vreme i prostor, gde se susreću i ponuda i tražnja sa precizno definisanim uslovima i pravilima. Pritom treba imati na umu i dva bitna momenta. Jedan je vezan za činjenicu da neposredna razmena finansijskih instrumenata ne mora uvek da se vrši preko finansijskog tržišta. Sa druge strane, poimanje finansijskog tržišta isključivo kao mesto u fizičkom smislu sve više se menja i napušta, pošto razvoj informacione tehnologije omogućava potpuno drugačije shvatanje pojma „mesto” koje sve više dobija oblike virtuelnog.

Postoji više vrsta finansijskih tržišta. Ne postoje jedinstveni kriterijumi za podelu finansijskih tržišta.

Tako, sa aspekta lokacije tržišta, odnosno mesta na kome se transakcije obavljaju i područja na koje se odnose, razlikujemo (Erić, 1997¹⁵):

- a) “lokalna, koja se odnose na određeno lokalno područje, na primer region ili deo zemlje”,
- b) “nacionalna, odnose se na celu zemlju”, i
- c) “internacionalna, tj. međunarodna finansijska tržišta”.

Slično ovoj podeli, prema aspektu nacionalne ekonomije, finansijska tržišta mogu biti:

- 1) “interna” i
- 2) “eksterna”.

¹⁴ Prema: Jeremić, Z. (2012). *Finansijska tržišta i finansijski posrednici*, Univerzitet Singidunum, str. 3.

¹⁵ Erić, D., (1997). *Finansijska tržišta i instrumenti*, Beograd, Čigoja štampa, str. 17-30.

Interno ili nacionalno finansijsko tržište može imati dva svoja pojavna oblika: domaće (unutrašnje) i inostrano (spoljno). Domaće tržište je ono na kome domaći subjekti emituju različite finansijske instrumente kojima se na tom tržištu uglavnom i trguje. Inostrano tržište je deo nacionalnog tržišta na kome se pojavljuju učesnici iz inostranstva, dakle oni subjekti koji nisu rezidenti date zemlje, koji tu prodaju ili trguju različitim oblicima finansijskih instrumenata.

Eksterno tržište je sinonim za međunarodno ili internacionalno finansijsko tržište. Na ovom tržištu se dozvoljava trgovina hartijama od vrednosti koje imaju dve karakteristike:

- a) “emitovanje hartija se vrši istovremeno u više zemalja”,
- b) “one se emituju izvan jurisdikcije samo jedne zemlje”.

Za ovo tržište se često sreću nazivi kao što su *off-shore* ili evrotržište, pri čemu obavezno treba imati na umu da ona nisu isključivo geografski locirana za oblast Evrope. Ova tržišta su posebno značajna za finansiranje velikih globalnih preduzeća.

Ukoliko za kriterijum uzmemo vrste finansijskih instrumenata tada je finansijska tržišta moguće podeliti na:

- 1) “tržišta instrumenata duga” i
- 2) “tržišta vlasničkih instrumenata ili instrumenata akcijskog kapitala”.

Razlikovanje između ove dve grupe tržišta je vezano za prirodu prava koja svojim vlasnicima garantuju emitovani instrumenti.

Slična prethodnoj, a polazeći od kriterijuma vrsta finansijskih instrumenata samo donekle šira u pogledu obuhvatanja, jeste podela finansijskih tržišta na:

- 1) “tržišta osnovnih hartija od vrednosti” i
- 2) “tržišta izvedenih hartija od vrednosti”.

2.2. Karakteristike finansijskih tržišta

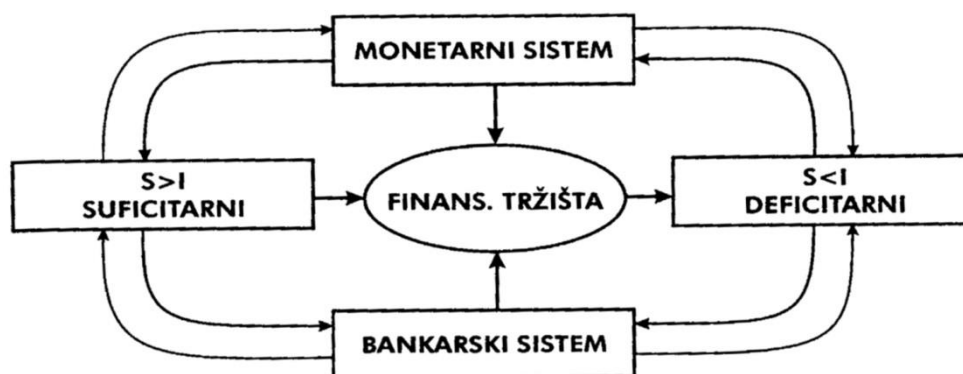
Finansijsko tržište predstavlja transmisioni mehanizam koji treba da transferiše višak sredstava od štednopolitivnih ka štednonegativnim ekonomskim subjektima. Konstantno postoji neslaganje u pogledu formiranja štednje i procesa investicija.

Ta neravnoteža se može smanjiti na nekoliko načina prema Samjuelsonu (Samuelson, 2000¹⁶):

1. „alokacijom štednje preko budžeta“,
2. „alokacijom preko poslovnih fondova“,
3. „alokacijom preko bankarskog sistema“ i
4. „povezivanjem tržišta novca, kapitala i deviza, odnosno finansiranjem tržišta, koje predstavlja pretvaranja štednje u investicije i može se ostvariti na nekoliko načina“:
 - „samofinansiranjem ili internim finansiranjem“,
 - „direktnim finansiranjem, pri čemu nosioci slobodnih novčanih sredstava stupaju u direktne odnose sa investitorima“ i
 - „indirektno finansiranje – preko posredničkih finansijskih institucija“.

Proces povezanosti suficitarnih i deficitarnih subjekata kao i prenos finansijskih sredstava, može se prikazati na sledeći način:

Slika 2.2. – Finansijska tržišta i kretanje novca i kapitala



Izvor- Samuelson P.A. , Economics, XXIV izd. , McGraw-Hill, 2000. god., str. 522

Finansijsko tržište vrši koncentraciju i disperziju štednje, takođe vrši disperziju rizika i diverzifikaciju prilikom investiranja. Poslovi na finansijskom tržištu mogu promptni, gde se svaka transakcija izvršava odmah ili u roku najviše do pet radnih dana, ali i terminski pri kojima se kupovina i prodaja finansijskih instrumenata realizuje u tačno unapred utvrđenom roku.

¹⁶ Prema: Samuelson P.A. (2000). *Economics*, XXIV, McGraw-Hill, p. 520.

Sva nacionalna i međunarodna finansijska tržišta prema Samjuelsonu (Samuelson, 2000¹⁷) vrše određene funkcije:

1. „tržišno alociranje slobodnih finansijskih sredstava“,
2. „održavanje određenog stepena likvidnosti privrednih i drugih subjekata učesnika na finansijskom tržištu“,
3. „brzo osiguranje potrebnih sredstava za proširenu reprodukciju“,
4. „održavanje stabilnosti kupovne snage novca u privredi i intervalutne vrednosti novca“ i
5. „osiguranje racionalnog korišćenja finansijskih sredstava i efikasno usmeravanje po tržišnim kriterijumima“.

Karakteristika savremenih finansijskih tržišta jeste kontinuelnost koja podrazumeva mogućnost stalnog trgovanja tržišnim materijalima. Na kontinuelnim finansijskim tržištima se cene neprekidno formiraju tokom radnog dana, sve dok se traje izvršavanje naloga kupaca i prodavaca finansijskih instrumenata. Prema Eriću (2005¹⁸) osnovne karakteristike savremenih finansijskih tržišta jesu:

1. „internacionalizacija i globalizacija finansijskih tržišta“,
2. „pojava i razvoj finansijskih inovacija“,
3. „deregulacioni tokovi“,
4. „tehničko-tehnološke inovacije“ i
5. „sekjuritizacija“.

1. Internacionalizacija i globalizacija finansijskih tržišta jeste osnovna karakteristika savremenih finansijskih tržišta. Konkurentnost na različitim savremenim finansijskim tržištima uslovljava i razvoj tih tržišta koji se ogleda u konstantnom kreiranju „novih“ finansijskih instrumenata, širenju i teži globalizaciji. Takva tendencija u savremenim finansijsko-ekonomskim odnosima omogućava da se privredni subjekti sve više okreću međunarodnim finansijskim tržištima u traženju mogućnosti investiranja sa jedne i traženja izvora finansiranja sa druge strane. Očekivanja od procesa internacionalizacije i globalizacije finansijskih tržišta jesu da svi učesnici imaju benefite.

¹⁷ Samuelson P.A. (2000). Economics, XXIV, McGraw-Hill, p. 522.

¹⁸ Erić, D., (2003). *Finansijska tržišta i instrumenti*, 2. izmenjeno i dopunjeno izdanje, Beograd, Čigoja štampa, str. 105.

2. *Inovacije na finansijskom tržištu* se ogledaju u: „inovacijama proizvoda“, „inovacijama procesa“ i „organizaciji finansijskih tržišta“. Inovacije u proizvodima na finansijskim tržištima se odnose na pojavu novih finansijskih instrumenata. „Novi ili inovativni“ finansijski instrumenti treba da odgovore na promene na finansijskim tržištima, posebno na promenljivost kamatnih stopa, komunikacioni proces uslovljen tehnološkim progresom i razvoj informacionih sistema. Inovacije u procesima se odnose na pravila i procedure funkcionisanja na finansijskom tržištu i usko su vezane za tržišnu infrastrukturu, odnosno upotrebu informacionih tehnologija u poslovanju. Inovacije se odnose na kontinuiranu trgovinu koja je omogućena elektronskim prenosom podataka, automatsko izvršavanje i sravnjavanje operacija, procese sekjuritizacije i drugo. Inovacije u organizaciji finansijskih tržišta utemeljene su u kreiranju novih finansijskih institucija poput investicionih kompanija čije delovanje doprinosi stvaranju novih finansijskih proizvoda i procesa.

3. *Deregulacioni tokovi* su različiti između zemalja, gde ih karakteriše zajednički cilj ka deregulaciji finansijskih tržišta, odnosno smanjenoj ulozi države u regulaciji funkcionisanja finansijskih tržišta. Proces deregulacije finansijskih tržišta posebno su značajni u SAD, gde su se formirali samoregulativni organa koji zamenjuju državnu regulativu. Globalizaciji finansijskih tržišta doprinosi konkurencija, deregulacija i inovacije finansijskih instrumenata. Promene u strukturama i poslovanju finansijskih institucija doprineli su značajnom povećanju deregulacionih tokova. Rezultati tih promene se ogledaju u stvaranju tzv. „finansijskih supermarketa“ koji nude širok spektar različitih finansijskih instrumenata i usluga. Promene u regulaciji dovele su i do stvaranja investicionog bankarstva, koje se značajno razlikuje od tradicionalnog, odnosno klasičnog bankarstva.

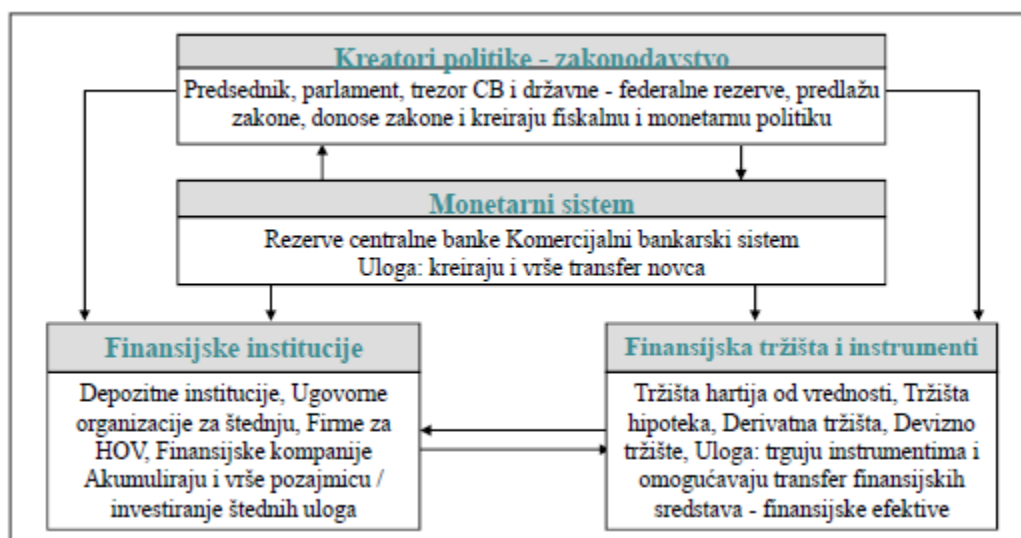
4. *Tehničko-tehnološke inovacije* imaju značajnu ulogu u razvoju finansijskih tržišta, odnosno berzi. Tehničko-tehnološke inovacije omogućile su brže izvršenje naloga, trgovanja, brži prenos podataka i informacija i svakako brži kliring i saldiranje. Velike mogućnosti u domenu funkcionisanja savremenih finansijskih tržišta su uslovljene razvojem tehnologije i tehnike. Gotovo sva finansijska tržišta danas su opremljena savremenom tehnikom čemu doprinosi činjenica da sve berze na svetu imaju kompjuterske sisteme za trgovanje i obradu naloga. Mogućnost neprekidnog obavljanja trgovanja i sprovođenja transakcija kao karakteristika savremenih finansijskih tržišta predstavlja direktnu posledicu razvoja informacione tehnologije.

5. *Sekjuritizacija* je proces u kome se vrši „prekomponovanje” različitih vrsta kredita i instrumenata duga (stambenih, odnosno hipotekarnih kredita) kako bi se formirala jedna ili više hartija od vrednosti, kojima se dalje trguje na sekundarnom finansijskom tržištu. Sekjuritizacija predstavlja mobilizaciju kreditnih proizvoda banke putem hartija od vrednosti i njihovu dalju prodaju. „Prekomponovane“ hartije od vrednosti pri procesu sekjuritizacije bi trebalo da imaju rokove dospeća koji odgovaraju rokovima dospeća originalnih kredita od kojih su nastali. Banka putem procesa sekjuritizacije umanjuje likvidacioni rizik, kao i kamatni rizik. S druge strane investitor ima takođe umanjen kreditni rizik, jer je banka pre procesa sekjuritizacije izvršila procenu kreditne sposobnosti dužnika, a rejting sekjuritizovanih HoV obezbeđuje otplatu prinosa investitoru.

2.3. Arhitektura finansijskih tržišta

Makroekonomski aspekt finansijskog sistema se odnosi na povezivanje dve najznačajnije makroekonomske kategorije – štednje i investicija. Usmeravanje štednje u najprofitabilnije investicione projekte jedna je od osnovnih pretpostavki makroekonomske efikasnosti. Na finansijskom tržištu ostvaruje se promet novca, kapitala i valuta. Promet finansijskih sredstava na finansijskom tržištu se obavlja putem prodaje i kupovine različitih finansijskih instrumenata.

Slika 2.3 – Prikaz finansijskog sistema



Izvor: Delo autora na bazi knjige: Mishkin, F, Eakins, S. (2005), *Finansijska tržišta i institucije*, MATE d.o.o, Zagreb.

Prema Jeremiću (2012¹⁹) pravi se razlika između dva tipa finansijskih sistema i to:

1. **“finansijski sistem čije je težište na otvorenom finansijskom tržištu** i na kome dominiraju berze i hartije od vrednosti (SAD, Japan)” i
2. **“bankarsko orijentisani finansijski sistem čije je težište na bankarskim institucijama,** naročito na univerzalnim bankama (Nemačka, Kina)”.

Prvi tip finansijskog sistema je razvijen i zastupljen u SAD, a od 1954. godine i u Japanu. Temelji ovoga tipa finansijskog sistema postavljeni su 1933. godine kada je na osnovu Glas-Stigalovog (engl. Glass-Steagall) bankarskog zakona izvršeno jasno i precizno razgraničenje funkcija investicionih i komercijalnih banaka. Ovim zakonom komercijalne banke su stavljene pod direktnu kontrolu centralne banke putem mehanizama prudencione kontrole i obaveznih rezervi, pri čemu im centralna banka obezbeđuje kredite za očuvanje likvidnosti. Investicione banke i brokersko-dilerske kuće stavljene su pod kontrolu državne komisije za HoV (*Securities Exchange Commission*) koja vrši superviziju kapitala radi očuvanja finansijske stabilnosti. Kod ovog tipa finansijskih sistema, predmet poslovanja komercijalnih banaka je kreditni, depozitni i transakcioni posao plaćanje, dok investicione banke posluju sa HoV.

Drugi tip finansijskog sistema je bankarsko orijentisani sistem koji je posebno razvijen u Nemačkoj i Kini. Oslanja se na univerzalne banke koje vrše kreditiranje (kratkoročno i dugoročno) privrede. Bankarsko orijentisani sistemi imaju važnu ulogu u upravljanju pojedinim privrednim subjektima. Banke u ovom sistemu poseduju deo akcijskog kapitala na osnovu koga imaju svoje predstavnike u upravnim odborima velikih kompanija. Sistem otvorenog finansijskog tržišta ima određene prednosti u odnosu na mehanizam finansijskih institucija jer obezbeđuje veću efikasnost na mikro nivou, ali istovremeno preterano forsiranje ovog tipa sistema može ugroziti makroekonomsku stabilnost u zemlji.

Prema naučnoj studiji Tadessea (Tadesse, 2002²⁰) u razvijenim finansijskim sistemima ekonomska efikasnost je znatno veća u zemljama s otvorenom tržišnom finansijskom arhitekturom, nego u onima sa bankarskom. To je gotovo za sve mere ekonomskog učinka. Na primer, prosečna realna stopa rasta za otvorene tržišne, finansijski dobro razvijene zemlje je 3,7% i statistički je veća od nerazvijenih bankarski orijentisanih finansijskih tržišta koji imaju

¹⁹ Jeremić, Z. (2012). *Finansijska tržišta i finansijski posrednici*, Univerzitet Singidunum, str. 150-151.

²⁰ Prema: Tadesse, S. (2002). Financial architecture and economic performance: international evidence, *Journal of financial intermediation*, 11(4), p.p 429-454.

prosečnu realnu stopu rasta od 0,8%. S druge strane, stopa rasta dodate vrednosti za otvorene tržišne, finansijski dobro razvijene zemlje je 6,3%, dok nerazvijeni bankarski orijentisani finansijski sistemi imaju prosečnu realnu stopu rasta dodate vrednosti od 0,5%. Rezultati istraživanja za proizvodnu efikasnost, gde za otvorene tržišne, finansijski dobro razvijene zemlje pokazatelj iznosi 0,0008 i proizvodna efikasnost je znatno veća od nerazvijenih bankarski orijentisanih finansijskih sistema gde ta stopa iznosi -0,0004. U drugom istraživanju Tadesea (Tadesse, 2000²¹) pokazano je da likvidna finansijska tržišta imaju pozitivan uticaj na efikasnost, produktivnost i rast u stvaranju dodate vrednosti.

Tokom poslednjih decenija u literaturi je uglavnom bilo zastupljeno relativno jednostavno stanovište: trenutna cena tržišnih materijala na finansijskim tržištima u potpunosti odslikava sve raspoložive informacije. Ne postoje informacije na finansijskom tržištu koje bi dovele do ekstra investicione dobiti. Ukoliko cene HoV u odražavaju sve javno raspoložive informacije, finansijsko tržište je efikasno. Lakić smatra sledeće: “prema hipotezi o efikasnom tržištu, u odsustvu potpunih informacija špekulanti mogu da naprave pogrešan izbor (ne baš sistematski) ako su očekivanja racionalna” (Lakić, 2009²²). Dalje, “racionalna očekivanja nisu pretpostavka svih efikasnih finansijskih tržišta, odnosno ekonometrijski modeli zasnovani na teoriji racionalnih očekivanja, pak, polaze od nerealnih pretpostavki u donošenju željenih zaključaka uz očitu složenost i nedostatak istorije strukturisanih proizvoda” smatra Kroti (Crotty, 2009²³). Poverenje u teoriju efikasnosti tržišta je smanjeno nekonzistentnim istorijskim rezultatima istraživanja o efikasnosti tržišta. Analitičari poput Kabalera i Krišnamurtija (Caballero i Krishnamurthy, 2008²⁴) ukazuju da standardni modeli rizika gube objašnjavajuću moć kada nastupe periodi turbulencije na finansijskim tržištima.

U središtu istorijskih kriza ležala je neizvesnost, koja se objašnjava promenom tržišnih praksi i institucija. Lakić dalje smatra da: “testovi o brzom uključivanju informacija u postojeće cene HoV ili o neuspehu institucionalnih investitora da nadmaše tržište, kako to teorija podrazumeva, nisu podrška „novoj finansijskoj arhitekturi”. Tekućom metodologijom bi se mogla odbaciti

²¹ Prema: Tadesse, S. (2000). The information and monitoring role of capital markets: theory and international evidence. *University of South Carolina working paper*.

²² Prema: Lakić, S. (2009). Institutions Of The New Financial Architecture: Hedge Funds, *Montenegrin Journal of Economics*, 5(10), p.p 95-109.

²³ Prema: Crotty, J. (2009). Structural causes of the global financial crisis: a critical assessment of the ‘new financial architecture’. *Cambridge journal of economics*, 33(4), p.p 563-580.

²⁴ Prema: Caballero, R. J. & Krishnamurthy, A. (2008). Collective risk management in a flight to quality episode, *The Journal of Finance*, 63(5), p.p 2195-2230.

realnost pretpostavki kao kriterijum za testiranje validnosti teorije. U odnosu na tradicionalnu teoriju efikasnog tržišta, konkurentna teorija potvrđuje pojavljivanje značajnijih neefikasnosti. Time se mogu povećati mogućnosti investitora da iskoriste HoV sa pogrešno formiranim cenama, bez izlaganja prekomernim nivoima rizika. Lakić smatra: “ovo se navodi kao glavni argument za formiranje novih institucija i instrumenata na finansijskim tržištima. Ipak, često je bila prisutna visoka rizičnost nuđenjem visoke volatilnosti, uz odgovarajući visok prinos” (Lakić, 2009²⁵).

2.4. Tehnologija trgovanja na finansijskim tržištima

Savremeni uslovi poput globalizacije finansijskih tržišta, sve veće deregulacije, kao i razvoja informacionih i komunikacionih tehnologija utiču na dalji tok razvoja finansijskih tržišta. Na finansijskim tržištima se uvode inovacije koje ubrzavaju, pojednostavljuju i olakšavaju načine trgovanja. Investiranje na finansijskim tržištima i finansijske usluge poslednjih godina prolaze kroz veliki broj promena.

Konstantno kreiranje i pojava novih finansijskih instrumenata i institucija na finansijskim tržištima, globalizacija finansijskih tržišta, utiču na tehnologiju trgovanja na finansijskim tržištima. Poslednjih decenija dešava se konstantno usavršavanje telekomunikacionih sistema i informacionih tehnologija koji omogućavaju elektronski prenos podataka što predstavlja osnovni preduslov za kontinuirano trgovanje HoV, dematerijalizaciju, automatsko saldiranje i drugo. Uz pomoć savremenih informacionih tehnologija moguće je pratiti transakcije na finansijskom tržištu i obavljati trgovinu 24 sata dnevno. Globalizacija finansijskih tržišta dovela je do procesa integracija nacionalnih tržišta u jedno internacionalno finansijsko tržište, čime se omogućava mobilizacija finansijskih sredstava i van granica nacionalnih finansijskih tržišta kako smatraju Solomon i Corso (Solomon i Corso, 1990²⁶).

Poslednjih godina na razvijenim finansijskim tržištima zabeležen je rast elektronske trgovine, koji se posebno manifestuje pri trgovini sa akcijama na berzama. Na primer, 30% ukupnog volumena trgovanja akcijama u Velikoj Britaniji sada je generisano putem visokofrekventne

²⁵ Prema: Lakić, S. (2009). Institutions Of The New Financial Architecture: Hedge Funds, *Montenegrin Journal of Economics*, 5(10), p.p 95-109.

²⁶ Prema: Solomon, L. D., & Corso, L. (1990). *The Impact of Technology on the Trading of Securities: The Emerging Global Market and the Implications for Regulation*. J. Marshall L. Rev., 24, p. 299.

trgovine (HFT – *High frequency trading*), dok je U SAD ta brojka verovatno preko 60%. Zaključuje se da je elektronska trgovina na finansijskim tržištima već transformisala načine na koji deluju finansijska tržišta. Direktna posledica, odnosno uticaj elektronske trgovine na finansijskim tržištima se odražava na finansijsku stabilnost, likvidnost, cenovnu efikasnost, transakcione troškove, kao i integrisanost tržišta smatraju Furse i drugi (Furse i drugi, 2012²⁷).

Metodi trgovanja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju beleže veće učešće elektronske trgovine i sličnost sa razvijenim finansijskim tržištima, stoga navode se sledeći načini trgovanja na Beogradskoj berzi. Trgovanje HoV na berzanskim sastancima može biti organizovano jednim od sledećih metoda trgovanja prema Beogradskoj berzi (Beogradska berza, 2017²⁸):

1. “metod preovlađujuće cene”,
2. “metod kontinuiranog trgovanja” i
3. “metod blok trgovanja”.

Prema navodima sa Beogradske berze: “**Blok trgovanje** je blok transakcija čiji je predmet hartija od vrednosti kojom se trguje na regulisanom tržištu, odnosno MTP-u (multilateralnoj trgovačkoj platformi). Blok transakcija je transakcija dogovorena van berzanskog sastanka na kome se trguje metodom preovlađujuće cene ili metodom kontinuiranog trgovanja, u bilateralnom odnosu jednog kupca i jednog prodavca. Za trgovanje hartijama od vrednosti utvrđuje se zona fluktuacije. Zona fluktuacije predstavlja najveće dozvoljeno odstupanje cene od indikativne cene hartije od vrednosti, odnosno raspon cena u okviru kojih je dozvoljeno zaključivanje transakcija na istom berzanskom sastanku”.

Dalje na Beogradskoj berzi: “U trgovanju po **metodu preovlađujuće cene** nalozi se u knjigu naloga upisuju u toku faze predotvaranja, a u fazi aukcije, na osnovu ispostavljenih naloga za trgovanje, utvrđuje se preovlađujuća cena”. Prilikom utvrđivanja preovlađujuće cene primenjuju se sledeći kriterijumi:

1. “maksimiziranje obima prometa” i
2. “minimiziranje razlike između cene koju je moguće utvrditi i indikativne cene”.

²⁷ Detaljnije o temi *Budućnost elektronske trgovine na finansijskim tržištima* može se pročitati u iscrpnom istraživanju autora: Furse, D. C., Bond, P., Cliff, D., Goodhart, C., Houstoun, K., Lington, O., & Zigrand, J. P. (2012). *The Future of Computer Trading in Financial Markets: An International Perspective*. Foresight, Government Office for Science, London, UK.

²⁸ Prema: Beogradska berza, Metode trgovanja, http://www.belex.rs/trzista_i_hartije/metode_trgovanja

Za preovlađujuću cenu proglašava se cena po kojoj se ostvaruje najveći obim prometa, meren količinom predmetne hartije od vrednosti.

Beogradska berza navodi da: “u **kontinuiranom metodu trgovanja**, u fazi kontinuiranog trgovanja, nalozi za trgovanje koji se ispostavljaju, upisuju se u elektronsku knjigu naloga. Kontinuirano se upoređuju uslovi, cene i količine iz prethodno ispostavljenih, a nerealizovanih naloga i novoispostavljenih naloga za trgovanje i, kada to uslovi iz naloga za trgovanje dozvoljavaju, zaključuju se transakcije. Nalozi za trgovanje koji čekaju realizaciju, realizuju se prema prioritetu cene iz naloga, a ukoliko su cene u dva ili više naloga jednake, prioritet se dodeljuje ranije ispostavljenom nalogu. Realizacija naloga za trgovanje moguća je ukoliko su ispostavljeni nalozi suprotni po vrsti transakcije, koji imaju cenu jednaku ili bolju od naloga koji sa statusom aktivnog naloga čeka na realizaciju. Cena na zatvaranju utvrđuje se kao prosečna ponderisana cena trgovanih jedinica svake od hartija od vrednosti u toku trgovačkog dana” (Beogradska berza, 2017²⁹).

2.5. Učesnici u trgovanju na finansijskim tržištima

Najznačajniji učesnici na finansijskom tržištu SAD³⁰ jesu Federalni trezor SAD (*US Treasury Department*), Sistem federalnih rezervi (*The Federal Reserve System FED*), komercijalne banke, korporativni sektor, brokersko-dilerska društva, investicione kompanije, finansijske kompanije, penzioni fondovi, osiguravajuće kompanije i individualni investitori. Većina navedenih finansijskih institucija se javlja simultano i na strani ponude i tražnje na finansijskom tržištu.

Tabela 2.5 – Učesnici na finansijskom tržištu SAD

Učesnici	Aktivnosti
Federalni trezor SAD	Prodaje državne obveznice.
Sistem federalnih rezervi	Reguliše količinu novca u optičaju instrumentima monetarne politike.
Komercijalne banke	Kupuju državne HoV, izdaju određene HoV i otvaraju specijalizovane račune za trgovanje na fin. tržištu.
Korporativni sektor	Prodaje i kupuje određene HoV u cilju upravljanja

²⁹ Prema: Beogradska berza, Metode trgovanja, http://www.belex.rs/trzista_i_hartije/metode_trgovanja

³⁰ Finansijsko tržište SAD predstavlja jedno od najrazvijenijih finansijskih tržišta na svetu.

	finansijama.
Brokersko-dilerska društva	Izvršavaju trgovinu na finansijskim tržištima, kako u tuđe ime i za tuđ račun, tako i u svoje ime i za svoj račun.
Investicione kompanije	Omogućavaju i manjim investitorima da investiraju na finansijskim tržištima.
Finansijske kompanije	Sakupljaju sredstva na fin. tržištima u cilju finansiranja potrošačkih i komercijalnih kredita.
Penzioni fondovi	Drže finansijska sredstva dok se ne ukaže prilika za profitabilno dugoročno investiranje.
Osiguravajuće kompanije	Održavaju likvidnost u HoV kako ni mogli da odgovore na nepredviđen događaj.
Individualni investitori	Investiraju manje novčane iznose u investicione fondove dobijajući pristup visoko diverzifikovanom portfoliju.

Izvor: Delo autora na bazi: Mishkin, F. (1998), *Financial Markets and Institutions*, Addison Wesley Inc, United States, 6th edition.

Prema Eriću (2003³¹) učesnici na finansijskim tržištima izvršavaju sledeće poslove:

- “transformisanje finansijske aktive iz jednog u drugi oblik”,
- “razmena finansijske aktive u korist svojih klijenata”,
- “pružanje pomoći u kreiranju novih oblika finansijskih instrumenata i njihovoj prodaji”,
- “pružanje savetodavnih i konsalting usluga” i
- “vršenje poslova u vezi sa upravljanjem portfoliom finansijske aktive”.

U razvijenim finansijskim sistemima postoje različite vrste finansijskih institucija, a to jesu:

- a) banke,
- b) institucionalni investitori i
- c) investicione banke.

Banke predstavljaju institucije koje vrše aktivne (kreditne), pasivne (depozitne) i subsidijarne (specifične) poslove. Bankarski izvori sredstava su pre svega depoziti stanovništva, privrede i države, s tim da se ta sredstva plasiraju u vidu kredita. Jedna od ključnih novina i promena koja je otvorila pojavu brojnih drugih finansijskih instrumenata je svakako učešće banke na tržištu

³¹ Prema: Erić, D., (2003). *Finansijska tržišta i instrumenti*, 2. izmenjeno i dopunjeno izdanje, Beograd, Čigoja štampa, str. 133-136.

kapitala, odnosno finansijskom tržištu. Danas se banke mogu pojaviti na finansijskom tržištu, emitovati svoje obveznice i na taj način prikupiti slobodan kapital koji će podići kreditni potencijal banke. Motiv za učešćem banke na tržištu kapitala nije samo u prikupljanju slobodnog kapitala, već i u kupovini i trgovini hartijama od vrednosti čime banke vrše disperziju svoje strukture izvora sredstava, a samim tim pokušavaju da i rizik poslovanja umanje. Jedan od popularnih razloga pojavljivanja banke na finansijskom tržištu je i prodaja obveznica koja u svojoj suštini predstavlja obezbeđenje ili sekjuritizaciju standardizovanih zajmova kao što su, recimo, stambeni krediti. U tom slučaju banke na bazi odobrenih zajmova vrše emisiju obveznica čijom prodajom dolaze u posed sredstava koja im služe kao obezbeđenje od rizika.

U strukturama dobiti banaka sve jasnije naziru se dobiti iz poslova kao što su lizing, obezbeđenje akreditiva, trgovina finansijskim derivatima i sl. Nije novina da se danas pred banku stavljaju i zadaci iz oblasti zaštite od privrednog prestupa, pre svega putem zaštite svojih komitenata od eventualnih malverazacija putem interneta i sl. Banke nisu jedine kreditne institucije, već postoje i još neke institucije koje svoje depozite ostvaruju putem prikupljanja, transakcionih, štednih i oročenih depozita sektora stanovništva. To su štedionice, koje svoj prikupljeni depozitni potencijal obično plasiraju u kreditiranju građana za stambene ili neke druge namenske kredite. Pored njih postoje i finansijske kompanije koje su po svojoj suštini kreditne, ali ne i depozitne institucije. One svoj depozitni potencijal kreiraju kratkoročnim komercijalnim papirima na novčanom tržištu, ili preko dugoročnih obveznica na tržištu kapitala. Ovakve institucije najčešće nastaju sa ciljem kreditiranja kupaca i njihovi tvorci su velike kompanije ili multinacionalni trgovinski lanci.

Institucionalni investitori se suštinski razlikuju od bankarsko-kreditnih institucija pre svega po tome što sredstva sektora stanovništva prikupljaju u nedepozitnim oblicima. Tako prikupljena finansijska sredstva se plasiraju u razne oblike HoV na tržištu novca i tržištu kapitala. Najčešće se u praksi sreću sledeći tipovi investicionih institucija prema Eriću (2003³²):

- osiguravajuća društva,
- penzioni fondovi,
- berzanske firme (brokersko-dilerska društva) i
- investicioni fondovi.

³² Prema: Erić, D., (2003). *Finansijska tržišta i instrumenti*, 2. izmenjeno i dopunjeno izdanje, Beograd, Čigoja štampa, str. 174-180.

Oni se najčešće pojavljuju kao kupci obveznica i akcija kompanija, kao i državnih obveznica i pri tome formiraju željene portfolio strukture. U slučaju da su im potrebna određena novčana sredstva oni jednostavno prodaju deo svojih vrednosnih papira i dolaze u posed novca. Likvidnost institucionalnih investitora je moguća na visokom nivou, ali samo pod uslovom da postoji duboko sekundarno tržište kapitala, tj. ako postoje kupci koji će kupiti vrednosne papire koje poseduju u kratkom roku i po cenama koje za njih ne znače gubitak. Likvidnost institucionanalnih investitora u privredama koje imaju razvijeno sekundarno tržište kapitala, može biti i uglavnom je veća od likvidnosti aktive banaka, jer se aktive institucionalnih investitora mogu prodati u kratkom roku na tržištu kapitala, dok banke po pravilu moraju da čekaju da prođe rok za koji je zajam odobren da bi se odobrena sredstva vratila.

Investicione banke su finansijske institucije koje se bave poslovima sa HoV na primarnom i sekundarnom finansijskom tržištu. Ideja i smisao njihovog postojanja ne nalazi se u prikupljanju depozita od privrede ili štednje stanovništva, već razlozi njihovog postojanja jesu specijalizovana znanja i usluge koje pružaju vlasnicima kapitala koji žele da učestvuju u aktivnostima na tržištu kapitala. U užem smislu, investicione banke vrše prvenstveno usluge privrednim subjektima koje žele da se pojave na primarnom tržištu kapitala. Ove banke privrednim subjektima daju savete, pre svega, iz tekućih kretanja na finansijskom tržištu uz brojne ekspertske usluge koje pomažu pri donošenju odluka o primarnoj emisiji hartija od vrednosti. Nije isključeno da investicione banke pruže garancije kompanijama da će se određeni obim emitovanih hartija od vrednosti sigurno plasirati, pri čemu se od strane investicionih banaka može organizovati i prodajna mreža. Naravno, investicione banke mogu se pojaviti i kao savetodavci u trenucima kada se kompanije odlučuju na različite oblike saradnje ili pak preuzimanja tj. akvizicija. One se pojavljuju kao ekspertske firme koje određuju koliko vrede firme i da li su spremne uopšte da se pojave na tržištu hartija od vrednosti.

Investicione banke su finansijske institucije koje se pojavljuju na sekundarnom finansijskom tržištu, gde se prodaju i kupuju HoV koje su već u prometu. Berzanske firme se pojavljuju u svojstvu brokera ili dilera. U svojstvu brokera berzanske firme obavljaju čisto tehnička pitanja u vezi sa kupoprodajom hartija od vrednosti, dok u svojstvu dilera berzanske firme istupaju u svoje ime i za svoj račun, što neminovno dovodi do toga da preuzimaju određeni tržišni rizik.

Prema Miškinu (Mishkin, 2006³³), a posmatrano sa aspekta države, regulacija finansijskog tržišta ima dva osnovna cilja:

- a) održavanje konkurencije među učesnicima i
- b) zaštitu investitora od prevara i zloupotreba.

Regulacija nema za cilj da se meša u delovanje tržišnih mehanizama, već naprotiv, cilj dobro osmišljene regulacije jeste da finansijsko tržište učini efikasnijim, odnosno regulativom se ne sprečavaju dnevne, već krupnije oscilacije. Drugi cilj regulisanja finansijskih tržišta jeste zaštita investitora od prevarnih radnji. Prevarne radnje su obično rezultat nedostatka informacija. U ovim slučajevima regulacija se vrši putem uvođenja standarda u predmetima trgovine i kod učesnika u trgovini. Pri tome, “prave” ili “istinite” informacije koje se odnose na učesnike u trgovini i na predmet trgovine su od značaja za donošenje odluke o kupovini ili prodaji. Informacije na finansijskim tržištima se najčešće daju u vidu istorijskih statističkih podataka. Finansijsko tržište zahteva ekonomski, pravni i politički ambijent gde su jasno definisana pravila igre u pogledu regulisanja vlasništva i prometa roba i faktora proizvodnje i gde su ekonomske funkcije države u službi održavanja i usavršavanja tržišta.

2.6. Predmet rada finansijskih tržišta

Kako su se finansijska tržišta razvijala, tako se i povećavao broj finansijskih instrumenata. Pored načina finansiranja putem emisije akcija razvila se i ponuda finansijskih instrumenata zasnovanih na dužničkim HoV. U novije vreme svedoči se i ekspanziji finansijskih derivata. Devizno tržište predstavlja sastavni deo svakog finansijskog tržišta. Na finansijskim tržištima akcije predstavljaju vlasničke instrumente, dok obveznice predstavljaju dužničke finansijske instrumente. Jedne od najpoznatijih kratkoročnih dužničkih HoVna finansijskim tržištima predstavljaju blagajnički zapisi koje izdaje vlada SAD (*treasury bills, T-bills*) i koji imaju rok dospelosti od 90 do 360 dana. Državni blagajnički zapisi su jedni od najlikvidnijih HoV. Pored njih, instrumenti novčanog tržišta jesu: “komercijalni zapisi, bankarski akcepti i drugi instrumenti” prema Jeremiću (2012³⁴).

³³ Prema: Mishkin, F. S., (2006). *Monetarna ekonomija, bankarstvo i finansijska tržišta*, Data status, Beograd, str. 37-39.

³⁴ Prema: Jeremić, Z. (2012). *Finansijska tržišta i finansijski posrednici*, Univerzitet Singidunum, str. 3-4.

Jeremić dalje smatra da je: “najzastupljenija podela finansijskog tržišta na tržište kapitala i na novčano tržište. Ova podela se vezuje za ročnost hartija od vrednosti, pa tako tržište kapitala čine dugoročni finansijski dužnički instrumenti koji imaju rok dospeća preko jedne godine i vlasničke hartije, akcije, koje naravno i nemaju dospeće, dok novčanom tržištu pripadaju dužničke hartije sa rokom dospeća do jedne godine. Najznačajniji deo tržišta kapitala čini tržište akcija, odnosno tržište na kojem se promeću akcije, vlasničke hartije vezane za akcionarski kapital izražen u akcijama, a potom i tržište obveznica. Za razliku od tržišta kapitala, novčano tržište je po prirodi stvari znatno likvidnije jer je vezano za održavanje likvidnosti i upošljavanje trenutnih viškova sa jedne i rešavanje trenutnog izostanka priliva novca sa druge strane. Novčano tržište je, dakle, mesto za rešavanje problema likvidnosti tekućeg poslovanja, za razliku od tržišta kapitala na kojem se obezbeđuje dugoročno finansiranje vezano za investiranje i razvoj. Stoga su i finansijski instrumenti različiti i prilagođeni svakom od ovih tržišta. Tržište kapitala spaja kompanije kojima nedostaju dugoročna sredstva za razvoj poslovne aktivnosti, sa investitorima koji imaju sredstva za investiranje, odnosno višak novčanih sredstava koja su uštedeli i koji bi želeli da plasiraju uz zaradu. Za preduzeća je novac važan da bi mogla da se razvijaju i ostavaruju projekte koji će ojačati njihov položaj na tržištu i ukupne reference, a time i veći profit. Da bi to postigla, preduzeća treba da imaju kapital da obezbede: osnovna sredstva (odnosno zgrade, mašine i ostalu opremu), da plate radnu snagu i da finansiraju istraživanje i razvoj. Da bi obezbedile potreban dodatni kapital preduzeća u manje razvijenim privredama, gde tržište kapitala ne funkcioniše na zadovoljavajući način, uglavnom te potrebe finansiraju bankarskim kreditima. U razvijenim zemljama kompanije finansiraju ove potrebe ne samo bankarskim kreditima, već i putem prikupljanja sredstava emitovanjem hartija od vrednosti, odnosno tržišta kapitala. Finansiranje se odigrava tako što se privatna ili državna kompanija pretvara u kompaniju otvorenu prema javnosti i vrši se emisija i plasman njenih hartija od vrednosti kojima se može slobodno trgovati”.

Jeremić navodi: “Tržište novca u Srbiji odvija se uglavnom na međubankarskom novčanom i deviznom tržištu, uz aktivnu ulogu Narodne banke Srbije, kao centralne banke, najviše kroz međubankarske kredite, repo transakcije i prodaju državnih trezorskih zapisa. Finansiranje na tržištu kapitala kroz emitovanje hartija od vrednosti karakteristično je za anglosaksonsko tržište, odnosno za SAD i Veliku Britaniju, a u manjoj meri za ostala područja. Finansijsko tržište najbolje se može objasniti na primerima najrazvijenijih tržišta, kakva su tržišta SAD i Evropske unije. U zemljama Evropske unije više je zastupljeno finansiranje putem bankarskog sektora, a berze su rezervisane samo za najveće i najkvalitetnije kompanije. Sve više se razvija i

finansiranje putem dužničkih hartija od vrednosti kao bi se smanjila zavisnost i umanjili rizici bankarskog poslovanja” (Jeremić, 2012³⁵).

Jeremić takođe navodi: “Derivati su „najmlađi” finansijski instrumenti na finansijskim tržištima. Početak značajnijeg obima trgovanja derivatima datira od 1973. godine kada je osnovan *Chicago Board Options Exchange* (CBOE). Tada se trgovalo samo opcijama na akcije, a danas i na berzanske indekse, obveznice, robe i valute. Finansijski derivati predstavljaju izvedene hartije od vrednosti koje se kreiraju na bazi neke druge aktive (*derivative securities, derivatives*). Njima se prevashodno trguje na razvijenim tržištima. U derivate se ubrajaju: terminski i likvidni terminski ugovori (forvardi i fjučersi), opcije i svopovi. Vrednost derivata zavisi od cene predmeta ugovora, čiji su vrsta, količina, kvalitet i druga svojstva standardizovani. Osnovna uloga kreiranja derivata jeste zaštita od rizika, odnosno smanjenje i eliminisanje štetnih posledica nekog od finansijskih rizika. Suština finansijskog hežinga je da se kombinuju transakcije sa finansijskim instrumentima koje različito reaguju na promene kamatne stope (hedžing kamatne stope) ili deviznog kursa (valutni hedžing), kao i drugih vrsta rizika. Finansijski instrumenti koji se najviše koriste za zaštitu od valutnog i kamatnog rizika su svop, opcije, fjučersi i forvardi, a njihova uloga je veoma značajni i kod samog deviznog poslovanja” (Jeremić, 2012³⁶).

Instrumenti zaštite od tržišnih rizika na finansijskim tržištima zemalja u razvoju su već dostupni u cilju smanjenja rizika efekata već realizovane tržišne promene. Na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, institucije poput poslovnih banka i monetarni regulatori deluju u pravcu stvaranja dobre klime daljeg razvoja tržišta finansijskih derivata. Takođe, potrebna je svest učesnika na finansijskom tržištu da kao potencijalni klijenti mogu da prepoznaju svoj interes za ovim instrumentima i spoznaju njihovu suštinu. Finansijski derivati, preko svojih unutrašnjih mehanizama, neizvesnost budućeg momenta svode na ravan sadašnjeg i poznatog. Ta prednost, međutim, podrazumeva i odgovornost obeju strana u ugovoru o finansijskom derivatu, da se jednom ugovoreno do kraja ispoštuje bez obzira na aktuelni ishod o dospeću. Upravo u ovoj tački finansijski derivati u potpunosti ispunjavaju svoju funkciju „hedžing” instrumenta i potpuno se razilaze s „kristalnom kuglom”, koja predviđa nepredvidivo i zbog koje, u

³⁵ Prema: Jeremić, Z. (2012). *Finansijska tržišta i finansijski posrednici*, Univerzitet Singidunum, str. 10-11.

³⁶ Prema: Jeremić, Z. (2012). *Finansijska tržišta i finansijski posrednici*, Univerzitet Singidunum, str. 39.

nerazvijenim finansijskim sredinama, još uvek postoji otpor i sumnja u svrsishodnost ugovaranja finansijskih derivata (NBS, 2008³⁷).

2.7. Karakteristike razvijenih finansijskih tržišta *vice versa* finansijska tržišta zemalja u razvoju

Prema istraživanju koje su sprovedeli King i Levin (King i Levine, 1993³⁸) parametri za ocenu razvijenosti finansijskih tržišta jesu:

- ✚ dubina finansijskog tržišta (*DEPTH*), koja predstavlja relativnu veličinu finansijskog sektora u jednoj privredi. Iskazuje se kao ratio likvidne imovine finansijskog sistema u odnosu na BDP. Istraživanje je pokazalo da stanovništvo najbogatijih zemalja poseduje oko dve trećine godišnjeg dohotka u likvidnoj imovini, dok u najsiriomašnjim zemljama poseduje samo jednu četvrtinu. Postoji jaka korelaciona veza između realnog BDP-a po stanovniku i mere dubina finansijskog tržišta. S obzirom da ovaj indikator ne odražava adekvatno ponudu finansijskih usluga, naredni indikator je postavljen s ciljem ukazivanja na one finansijske posrednike koji pružaju finansijske usluge prema teoriji;
- ✚ bankarski sektor (*BANK*) jeste druga mera finansijske razvijenosti, koja predstavlja ratio bankarskih kredita u odnosu domaću aktivu centralne banke. Veća vrednost ovog indikatora ukazuje na veću ponudu finansijskih usluga i veći nivo finansijske razvijenosti;
- ✚ privatni sektor (*PRIVATE*) predstavlja ratio kredita alociranih privatnim preduzećima prema ukupnim domaćim kreditima (odobrenim centralnim i lokalnim nivoima vlasti i javnim i privatnim preduzećima). Veća vrednost ovog parametra ukazuje na redistribuciju kredita od javnih preduzeća i vlade ka privatnim kompanijama;
- ✚ poslednji parametar (*PRIV/Y*) predstavlja učešće kredita odobrenih privatnom sektoru u odnosu na BDP. Veća vrednost ovog pokazatelja ukazuje da je veća vrednost kredita odobrena privatnim kompanijama. Dakle, ukoliko je jača interakcija finansijskih institucija sa privatnim sektorom (u odnosu na javni sektor), veće vrednosti poslednja dva pokazatelja ukazuju na viši nivo razvijenosti finansijskog tržišta.

³⁷ Prema: Narodna banka Srbije, Strategija NBS-a na polju finansijskog obrazovanja za period 2006 – 2012. godine, https://www.nbs.rs/internet/latinica/63/finansijsko_obrazovanje_strategija_2016_2020.pdf

³⁸ Prema: King, R. G., & Levine, R. (1993). Finance, entrepreneurship and growth. *Journal of Monetary economics*, 32(3), p.p 513-542.

Prema istraživanju koje su sprovedi Adarov i Čejz (Adarov & Tchaidadze, 2011³⁹) postavljeni su standardni modeli ekonomskog rasta koji uključuju i mere finansijskog razvoja. Prema Adarovu i Čejzu, privredni rast u jednoj zemlji u posmatranom periodu predstavlja funkciju: dohotka na početku perioda, nivoa finansijskog razvoja, drugih karakteristika zemlje, neobuhvaćenih faktora rizika u zemlji i efekta vremena. Empirijski rezultati istraživanja na primeru Češke Republike, Slovačke, Poljske i Mađarske su pokazali da finansijski razvoj ovih zemalja zaostaje u odnosu na zemlje sličnog nivoa razvijenosti. Međutim, obim prometa državnih obveznica je bio uporediv sa ukupnim prometom obveznica u kontrolnoj grupi zemalja, dok su ostali segmenti berze daleko slabije razvijeni. Primenom referentnih vrednosti za parametar „dubina finansijskog tržišta” u posmatranim zemljama je podrazumevao povezivanje sa osnovnim makroekonomskim varijablama i indikatorima institucionalne razvijenosti. Rezultati istraživanja su pokazali da su posmatrana finansijska tržišta znatno „plića” od očekivanog, s obzirom na njihovu fazu ekonomskog razvoja. Objašnjenje dobijenih rezultata autori pronalaze u nedovoljno razvijenim institucijama, kao i nedovoljnom pristupu spoljnim izvorima finansiranja koji su dodatno usporili rast i razvoj finansijskih tržišta.

U toku 2015. godine Čojčaru i drugi (Cojocar i drugi, 2015⁴⁰) sprovedi su istraživanje na temu *Međuzavisnost ekonomskog rasta i finansijskog razvoja za tranzitorne zemlje u periodu 1990–2008. godine*⁴¹. Empirijskim istraživanjem je pokazan značaj efikasnosti i konkurentnosti finansijskog sistema, koji je mnogo efikasniji u odnosu na kreditiranje privatnog sektora od strane banaka, takođe i u odnosu na veličinu tržišta. U naučno-istraživačkom radu je prikazana uporedna analiza procesa tranzicije finansijskog sistema, uloge finansijskog tržišta u procesu privatizacije, reforme bankarskog sektora i analize stepena razvijenosti i činilaca razvoja finansijskih tržišta. Istraživanjem se došlo do zaključka da je zajednička karakteristika navedenih tranzitornih finansijskih tržišta izrazito nerazvijen finansijski sistem na početku tranzitornog procesa, kao i različit tempo finansijskog razvoja tokom trajanja procesa tranzicije. Uobičajeni problemi koji se pojavljuju u početnim fazama procesa tranzicije jesu slaba budžetska ograničenja i slaba konkurencija unutar bankarskog sektora, koji su uticali na veoma mali broj

³⁹ Prema: Adarov, A. & Tchaidadze, R. (2011). Development of Financial Markets in Central Europe: the Case of the CE4 Countries, IMF Working Paper, IMF.

⁴⁰ Prema: Cojocar, L., Falaris, E. M., Hoffman, S. D., & Miller, J. B. (2016). *Financial system development and economic growth in transition economies: New empirical evidence from the CEE and CIS countries*. Emerging Markets Finance and Trade, 52(1), p.p 223-236.

⁴¹ Istraživanjem su obuhvaćene **centralno-istočne zemlje** (BiH, Bugarska, Hrvatska, Češka, Estonija, Mađarska, Letonija, Litvanija, Makedonija, Crna Gora, Poljska, Rumunija, Srbija, Slovačka i Slovenija) **i zemlje Zajednice nezavisnih država** (Jermenija, Belorusija, Gruzija, Kazahstan, Kirgistan, Moldavija, Rusija, Tadžikistan, Turkmenistan i Ukrajina).

pozitivnih efekata finansijskog razvoja na ekonomski rast. Osnovni elementi finansijskog razvoja koje su koristili u empirijskom istraživanju jesu: veličina finansijskog tržišta, efikasnost i tržišna konkurencija. Faktori su ujedno imali najznačajniju ulogu u podsticanju ekonomskog rasta.

Prema Levinu i saradnicima (Levin i drugi, 2013⁴²) razvoj finansijskih tržišta počinje kada finansijski instrumenti, tržišta, kao i finansijski posrednici eliminišu ili ublažavaju efekte nepotpunih informacija i ograničenu primenu transakcionih troškova. Nesavršenost finansijskog tržišta, praćena uglavnom visokim troškovima prikupljanja i obrade informacija o potencijalnim investitorima, troškovi sprovođenja transakcija, odnosno ugovornih odredaba i ostali transakcioni troškovi, svakako jesu činioci koji u velikoj meri usporavaju razvoj finansijskog sistema, odnosno finansijskog tržišta. Gore navedeni činioci usporavaju ili, još gore, onemogućavaju da jedna od najvažnijih funkcija finansijskih tržišta, alokativna, odnosno mobilizaciona, nesmetano funkcioniše. Zemlje koje su relativno uspešne u razvoju finansijskog sistema, a koje smanjuju te troškove imaju i razvijenije finansijske sisteme. Ostale privrede su manje uspešne, te su efekti finansijskog sistema na ekonomski razvoj manji.

U pregledu literature o razvijenosti finansijskog tržišta autor se susretao sa mnogobrojnim empirijskim istraživanjima u kojim su korišćeni različiti indikatori, odnosno pokazatelji za merenje nivoa razvijenosti finansijskog tržišta. Razvijenost berzi se iskazuje i meri različitim pokazateljima: agregatna tržišna kapitalizacija hartija od vrednosti u odnosu na BDP, broj listiranih firmi (veličina berze), ukupan promet na domaćem tržištu, kao i učešće pojedinačnih segmenata finansijskog tržišta. Međutim, prema studiji Levina i saradnika (Levin i drugi, 2013⁴³) ukazuju da na razvoj finansijskog tržišta, šire posmatrano, utiče pet ključnih finansijskih funkcija:

1. pružanje tačnih i proverenih informacija o potencijalnim investicionim projektima i omogućen pristup kapitalu;
2. kontinuirani kvalitet kontrole korporativnog upravljanja, nakon obezbeđenja, odnosno investiranja kapitala;
3. efikasnija trgovina, diversifikacija i upravljanje rizikom;
4. mobilizacija i akumulacija štednje;
5. smanjenje troškova razmene roba, usluga i finansijskih instrumenata.

⁴² Prema: Levine, R., Čihák, M., Demirgüç-Kunt, A., & Feyen, E., (2013). *Financial development in 205 economies, 1960 to 2010* (No. w18946). National Bureau of Economic Research.

⁴³ Ibidem...

Kvalitet, nivo razvijenosti i efikasnosti funkcionisanja finansijskih tržišta i učesnika u određenim zemljama razlikuje se upravo u efikasnosti te zemlje u obavljanju napred navedenih funkcija.

Prema naučnoj studiji Anđelića i Đakovića (Anđelić i Đaković, 2012⁴⁴) realan sektor ekonomije je izrazito kapitalno zahtevan, visoko propulzivan, u isto vreme "gladan" za novim tehnologijama i dostignućima i, stoga, veoma zahtevan u pogledu potrebe preduzimanju investicione aktivnosti na kontinuiranoj osnovi. Ovaj zaključak je naročito evidentan u slučaju ekonomija u tranziciji, imajući u vidu da se u tranzicionim ekonomijama stepen promena i na mikro i makro sferama intenzivnije manifestuje, tržišne fluktuacije su značajnije i njihovi efekti su očigledniji. Takođe, takve ekonomije su veoma nestabilne, nisko kapitalizovane i likvidna tržišta sa sve većim i više kompleksnim zahtevima za sve tržišne učesnike.

Za zemlje u razvoju i njihova finansijska tržišta karakteristična je postojanost varijacija u nivou razvijenosti finansijskog sistema, uz pojavu specifičnosti i problema koje prate reformu finansijskog sektora. Kod tranzitornih finansijskih tržišta najpre je potrebno razjasniti vezu između finansijske razvijenosti i ekonomskog rasta. Postavlja se pitanje koje komponente, odnosno činioci finansijskog sistema, imaju najznačajniji doprinos privrednom rastu finansijskih tržišta zemalja u razvoju. Empirijska istraživanja o navedenim pitanjima su veoma retka, što ponekad ukazuje na mogućnost da veza čak i ne postoji, bar ne u početnim godinama tranzicije. Posebno je značajan uticaj priliva stranog kapitala, što je donekle usporilo razvoj finansijskog sistema u zemljama u tranziciji.

Tabela 2.7 - Priliv stranih investicija u portfolio (u milionima USD) akcija tranzitornih i razvijenih finansijskih tržišta u periodu od 2010. do 2015. godine

⁴⁴ Prema: Anđelić, G. i Đaković, V. (2012). *Financial Market Co-Movement between Transition Economies: A Case Study of Serbia, Hungary, Croatia and Slovenia*. Acta Polytechnica Hungarica, 9 (3), p.p 115-134.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Hrvatska	7.719	7.868	11.101	13.056	11.917	10.701
Mađarska	48.496	49.627	66.830	75.923	55.933	45.895
Srbija	2.207	3.116	3.589	7.572	8.232	8.372
Slovenija	13.914	14.748	18.102	18.663	25.108	21.308
United Kingdom	3.556.163	3.450.331	3.713.184	3.963.591	3.918.410	3.349.136
United States	8.408.263	8.523.848	9.037.631	9.801.603	10.354.314	10.235.949
Ukupna vrednost priliva investicija	40.629.366	39.382.865	43.660.692	47.949.142	48.952.112	46.225.757

Izvor: Coordinated Portfolio Investment Survey, 2015.

Prema istraživanjima MMF-a (IMF, 2016) u tabeli su prikazani prilivi stranih investicija u portfolio akcija u periodu od 2010. do 2015. godine. U Tabeli 2.7 tranzitorna finansijska tržišta poput Hrvatske, Mađarske, Slovenije i Srbije se porede sa razvijenim finansijskim tržištima SAD-a i Ujedinjenog Kraljevstva. Razlika je neuporediva kada je reč o investiranju u akcije na berzanskim tržištima. Kao što se može videti u tabeli 2.7, Republika Srbija ima najmanji apsolutni iznos priliva investicija u portfolio akcija u odnosu na države koje su predmet istraživanja. Međutim, uzlazni trend ukazuje na to da berzansko tržište Republike Srbije postaje, iz godine u godinu, sve interesantnije za međunarodne portfolio investitore. U tabeli 2.7 vidi se da Mađarska u apsolutnom iznosu privlači više inostranih investicija u portfolio akcija od drugih regionalnih finansijskih tržišta zajedno (Srbija, Hrvatska i Slovenija), što govori u prilog pozitivnim trendovima razvoja finansijskog tržišta Mađarske. U tabeli 2.7 se takođe može videti kolike su portfolio investicije na razvijenim finansijskim tržištima SAD-a i Velike Britanije.

III BERZE – TIPIČNE INSTITUCIJE FINANSIJSKIH TRŽIŠTA

Dok nije nastala berza kao „tipična” finansijska institucija, trgovanje tržišnim materijalima se odvijalo „preko šaltera”, na više različitih, nepovezanih mesta. Iz praktičnih razloga, u cilju efikasnijeg i bržeg odvijanja trgovine tržišnim materijalima i formiranja cena istih, nastala su mesta gde su se sastajali prodavci i kupci. Vremenom su se ta mesta sastanaka pretvarala u sale za trgovanje, danas finansijsku instituciju - berzu. U savremenom shvatanju berzi, trgovina koja se odvija na berzama je virtuelna, jer se trguje putem interneta, odnosno elektronskih naloga za kupovinu i prodaju. Takav način trgovine je poznat kao vanberzansko finansijsko tržište *over-the-counter market (OTC)*. Tokom XX veka dešavale su se brojne inovacije na berzama koje su dovele do značajnih tehnoloških i informacionih promena u samom radu berzi. Kao primer ističe se NASDAQ (*National Association of Securities Dealers Automated Quotations*), američka elektronska berza, koja je dobila odobrenje od SEC (*Securities Exchange Commission*) da posluje kao berza 2006. godine. Sa druge strane, tranzicionim promenama u Evropi i uspostavljanjem tržišne ekonomije u mnogim istočnoevropskim zemljama berze se rehabilituju. To je svakako značajno jer se berza može posmatrati kao indikator finansijskog tržišta. Dalje preko berzi se može sagledati i kretanje, kao i stepen razvijenosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju.

3.1. Berza – teorijske postavke, karakteristike i vrste

Berze predstavljaju mesto gde se “susreću” ponuda i tražnja za određenom robom ili finansijskom aktivom. Berzanska trgovina se odvija u tačno predviđenom vremenu. Prve naznake trgovine koja je približna berzanskoj, javljaju se u srednjem veku u Evropi. Trgovci su se tada dogovarali da na tačno određenom mestu organizuju trgovinu po određenim pravilima trgovanja kako bi jednostavno obavili razmenu. Takva tržišta su se vremenom razvijala, kako u pogledu organizovanja trgovine, tako i u pogledu tržišnih materijala kojima se trguje.

Božić i Todorović navode: “berzansko poslovanje čini skup propisanih pravila ponašanja prilikom procesa trgovanja koji se obavlja slobodno – mehanizmom susretanja ponude i

tražnje”. Osnovne karakteristike berze prema Božiću i Todoroviću (Božić i Todorović, 2009⁴⁵) jesu:

- a. rad na berzi je strogo propisan i unapred utvrđen;
- b. rad same berze se odvija putem sastanaka u tačno utvrđeno vreme;
- c. berzanski poslovi se odvijaju preko posrednika i predstavnika ili neposredno među članovima berze;
- d. članovi berze mogu biti samo registrovani trgovci i posrednici;
- e. berzanski poslovi se odvijaju pod kontrolom berzanskih organa i pod nadzorom su države i njenih organa;
- f. poslovi na berzi se obavljaju putem aukcije ili kontinuiranog tržišta (trgovanja).

Uzimajući u obzir mogućnost standardizacije finansijskih proizvoda, postoje različiti tipovi berzi. Dva osnovna tipa berze su: “**berze kapitala**” i “**berze finansijskih derivata**”. Obe berze su deo finansijskog sistema jedne zemlje. Na berzama finansijskih derivata se trguje visoko finansijskim instrumentima (derivatima) različitih vrsta, od kojih su najzastupljeniji: “derivati na kamatne stope, valute, berzanske indekse, poljoprivredne proizvode, energente, zlato i dr”. Na berzama kapitala trguje se akcijama korporacija koje se nalaze na listingu berze, odnosno trguje se kapitalom koji se iskazuje putem akcija kao vlasničkih HoV. Prema Miškinu i Ekinsu: (Mishkin i Eakins, 2005⁴⁶) “berze kapitala smatraju se jednim vidom finansijskih tržišta, gde se pod finansijskim tržištem podrazumeva nesmetano susretanje kupaca i prodavaca u cilju razmene finansijske aktive. Pored berza kapitala (*capital markets*), drugi osnovni vid finansijskih tržišta jesu tržišta novca (*money market*) na kojima se vrši kupoprodaja finansijskih instrumenata (kratkoročnih HoV) sa rokom dospeća do jedne godine smatra Jeremić (2012⁴⁷). Instrumenti tržišta novca su najčešće likvidni i malo rizični, odnosno lako se konvertuju u gotovinu sa malim gubitkom vrednosti”.

Berze na kojima se trguje akcijama predstavljaju posebna pravna lica na kojima su listirani privredni subjekti, odnosno akcionarska društva. Šire posmatrano, berze su institucije finansijskog tržišta, a berze određenih akcija listiranih kompanija predstavljaju posebno finansijsko tržište. Berze su institucije na kojima se odvija organizovana trgovina kapitala. One su samostalne finansijske institucije koje poseduju fizički poslovni prostor za obavljanje

⁴⁵ Prema: Božić, D., Todorović, T. (2009), Stock Exchange Operations Regarding Trade And Actualities From Belgrade Stock Exchange, *Škola biznisa: naučno-stručni časopis*, p.p 80-92.

⁴⁶ Prema: Mishkin, F. S., Eakins, S. G. (2005). *Finansijska tržišta i institucije*, Mate, Zagreb, str. 20.

⁴⁷ Prema: Jeremić, Z. (2012). *Finansijska tržišta i finansijski posrednici*, Univerzitet Singidunum, str. 4.

trgovanja, koje imaju članstvo i poslovna pravila kako bi zaključili određeni kupoprodajni ugovor predmeta trgovanja. Prema istraživanju Švarca i Francionija: (Schwartz i Francioni, 2004⁴⁸) “berze predstavljaju interaktivna, informaciono-upravljiva (*information-driven*) i obimom-upravljiva (*volume-driven*) tržišta”.

Berza se može shvatiti kao pojednostavljeno tržište, ona spaja kupce i prodavce određene vrste roba ili usluge u ostvarenju njihovih ciljeva. Glavni cilj berze jeste povećanje transparentnosti tržišta, veća efikasnost, manji troškovi te povećana zaštita od manipulisanja tokom trgovanja. Postoji više podela berza.

Podela berzi prema predmetu trgovine (Unković i drugi, 2010⁴⁹):

- **efektne** (trgovanje akcijama, obveznicama i ostalim vrednosnim papirima),
- **robne berze** (trgovanje gotovim proizvodima) i
- **novčane berze** (trgovanje stranim/međunarodnim valutama).

Podela prema tipu trgovanja:

- **klasične berze** (plaćanje u gotovini, ugovor se izvršava odmah) i
- **terminske berze** (sklapaju se terminski ugovori, posao će biti izvršen u budućnosti prema unapred utvrđenim uslovima).

S razvojem interneta sve više se osnivaju i koriste elektronske berze, tako da berza kao fizička lokacija pomalo gubi smisao.

3.2. Tehnologija trgovanja na berzama

Posle 2000. godine dolazi do spajanja berzi, pre svega najvećih, i to pokazuje do koje mere je svetska ekonomija globalizovana. Na taj način su nastale sledeće integracije: “NYSE Euronext USA i NYSE Euronext Europe, zatim NASDAQ OMX, a uvek su otvorene i opcije mogućnosti spajanja NYSE i Dojč berze, Dojče berze i Londonske berza, kao i opcije regionalnih

⁴⁸ Prema: Schwartz, R., Francioni, R. (2004). *Equity Markets in Action - The Fundamentals of Liquidity*, Market Structure & Trading, John Wiley & Sons, p.3.

⁴⁹ Prema: Unković, M., Milosavljević, M., & Stanišić, N. (2010). *Savremeno berzansko i elektronsko poslovanje*. Univerzitet Singidunum., str. 9-12.

povezivanja berzi”. Jeremić smatra: “to je i jedan od razloga zašto se globalna ekonomska kriza tako brzo proširila i zahvatila sve delove sveta” (Jeremić, 2012⁵⁰).

Temelji za berzansko poslovanje i, uopšte, poslovanje sa HoV na finansijskom tržištu, uspostavljeni su 1933. godine, osnivanjem Komisije za hartije od vrednosti eng: *Securities Exchange Commission* (SEC) i donošenjem Akta trgovine HoV eng: *Securities Exchange Act-a* 1934. godine. U ovom aktu date su sledeće definicije smatra Li: (Lee, 1998⁵¹):

- a) “Berza predstavlja organizovano mesto trgovanja koje je regulisano propisanim pravilima i zakonskim aktima i na kojem se spajaju nalozi kupaca i prodavaca HoV”.
- b) “Broker je definisan kao *svaka osoba angažovana u poslu izvršavanja transakcije u ime drugih, ne uključujući banku*”.
- c) “Diler je definisan kao *svaka osoba angažovana u kupovini i prodaji hartija od vrednosti u svoje ime i za svoj račun, preko brokera ili na drugi način, ali ne uključujući banku*”.

Pojava savremenih elektronskih sistema za trgovanje na berzama značajno je izmenila osnovna pravila berzanskog poslovanja. Komisija za HoV je 1997. revidirala klasifikacije trejding sistema i berzi i uvela obaveznu dozvolu da bi sistem mogao da bude registrovan kao berza. Najznačajnija institucija za regulaciju poslovanja berzi jeste Međunarodna organizacija komisije za hartije od vrednosti (IOSCO) iz koje se mogu uzeti definicije postavljene pre svega kroz 36 principa, kao i prihvaćeni standardi Svetske organizacije berzi koja bliže razrađuje koje uslove treba da ispuni berza da bi postala član te organizacije⁵². U naučnim istraživanjima koji proučavaju savremeno poslovanje berzi, berze su definisane kao organizacije čije je poslovanje odobreno i regulisano od strane Komisije za hartije od vrednosti. Berza je osnovana od strane članova koji koriste svu dostupnu tehniku, tehnologiju i opremu da bi se trgovalo HoV i posluje po strogo utvrđenim i definisanim pravilima. Na Berzi se uglavnom trguje akcijama kompanija koje su listirane. Privredni subjekt ili kompanija koja želi da prikupi “svež” kapital na berzi, mora da se prijavi na berzu i da zadovolji propisane kriterijume berze da bi se trgovalo njenim akcijama. “Infrastruktura berze” se, međutim, može koristiti i za trgovanje HoV koje nisu

⁵⁰ Prema: Jeremić, Z. (2012). *Finansijska tržišta i finansijski posrednici*, Univerzitet Singidunum, str. 166.

⁵¹ Prema: Lee, R. (1998). *What is an Exchange?: Automation, Management, and Regulation of Financial Markets*, OUP Oxford, p.118.

⁵² Detaljnije: Objectives and Principles of Securities Regulation, International Organization of Securities Commissions <https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD154.pdf>

listirane. Članovi berze koji predstavljaju infrastrukturu berze moraju da zadovolje određene uslove i kriterijume utvrđene od strane berze da bi dobili odobrenje za članstvo. Jeremić smatra da: “dileri trguju u svoje ime i za svoj račun, dok brokeri trguju za račun drugih” (Jeremić, 2012⁵³).

3.3. Berzanski poslovi i funkcije berze

Poslovanjem regulisanog finansijskog tržišta može upravljati samo organizator tržišta koji poseduje dozvolu regulatornog tela – Komisije za HoV, u skladu sa zakonskim aktima i propisima. Berza kao organizovano, odnosno regulisano finansijsko tržište, jeste pravno lice, obično osnovano kao akcionarsko društvo u skladu sa zakonom.

Poslovi na regulisanom tržištu (berzi) prema Zakonu o tržištu kapitala (Zakon o tržištu kapitala, *Sl. glasnik RS*", br. 31/2011, 112/2015 i 108/2016⁵⁴) jesu:

- 1) “povezivanje ili olakšavanje povezivanja različitih interesa trećih lica za kupovinom i prodajom finansijskih instrumenta na tržištu, a u skladu sa obavezujućim pravilima tržišta i na način koji dovodi do zaključenja ugovora u vezi sa finansijskim instrumentima uključenim u trgovanje”;
- 2) “čuvanje i obelodanjivanje informacija o tražnji, ponudi, kotaciji i tržišnim cenama finansijskih instrumenata, kao i drugih informacija značajnih za trgovanje finansijskim instrumentima, kako pre, tako i posle izvršene transakcije, a u skladu sa zakonskim odredbama”;
- 3) “uspostavljanje i sprovođenje”:
 - a. “uslova članstva za investiciono društvo na regulisanom tržištu”;
 - b. “uslova za uključanje finansijskih instrumenata u trgovanje na regulisano tržište, isključenje iz trgovanja i privremenu obustavu trgovanja takvim finansijskim instrumentima”;
 - c. “uslova za trgovanje finansijskim instrumentima koji su uključeni u trgovanje na regulisano tržište”;
 - d. “tržišnog nadzora nad trgovanjem finansijskim instrumentima koji su uključeni na regulisano tržište u cilju sprečavanja i otkrivanja nepostupanja po pravilima u vezi sa regulisanim tržištem, odredbama ovog zakona i aktima Komisije, a naročito

⁵³ Prema: Jeremić, Z. (2012). *Finansijska tržišta i finansijski posrednici*, Univerzitet Singidunum, str. 167.

⁵⁴ Prema: Zakonu o tržištu kapitala, *Sl. glasnik RS*", br. 31/2011, 112/2015 i 108/2016, http://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_trzistu_kapitala.html

nepostupanje po odredbama poglavlja VI ovog zakona koje regulišu zloupotrebe na tržištu”;

- e. “procedura za pokretanje disciplinskih postupaka protiv investicionih društava i ovlašćenih fizičkih lica u investicionom društvu koji se ponašaju suprotno odredbama opšteg akta regulisanog tržišta, odnosno organizatora tržišta, odredbama ovog zakona i akta Komisije”;
- f. “procedura za rešavanje sporova između investicionih društava koja su članovi na regulisanom tržištu, a u vezi sa transakcijama finansijskim instrumentima koji su uključeni u trgovanje na regulisano tržište”;

4) “obavljanje drugih poslova u vezi sa regulisanim tržištem u skladu sa zakonom i aktima Komisije”.

Dodatni poslovi Berze se ogledaju u: “unapređenju promocije i razvoja tržišta, u prodaji i licenciranju podataka, edukaciji investitora, kao i u obavljanju drugih potrebnih poslova.

Prema Zakonu o tržištu kapitala (Zakon o tržištu kapitala, *Sl. glasnik RS*", br. 31/2011, 112/2015 i 108/2016⁵⁵) ključne funkcije berze su: “**kliring, saldiranje i registrovanje transakcija finansijskim instrumentima**”. Bez uspostavljanja jedne od njih ili pri slabljenju neke od njih u relativno kraćem periodu, berza počinje da stagnira i da gubi smisao. Ukoliko je veliki obim trgovanja na berzi, tada će ona veće prihode od transakcionih provizija. Berzi je svakako u interesu da u listingu akcija ima korporacija koje posluju uspešno, kako bi privukla što više investitora.

3.4. Način iskazivanja tržišnih okolnosti na berzi – berzanski indeksi

U savremenim uslovima poslovanja berzi, postoji veliki broj pokazatelja koji odlikavaju njihovu kvalitativnu stranu. Međutim, kao bazični, kvantitativni pokazatelji razvijenosti i stanja berzi koriste se berzanski indeksi. Berzanski Indeksi su indikatori tržišta koji se uglavnom računaju kao ponderisani prosek cena i obima trgovine akcijama. Ponderisani prosek se deli sa iznosom kapitalizacije na dan konstruisanja indeksa i tako dobijeni iznos se množi sa baznom vrednošću indeksa (obično je to 100 ili 1000). Za računanje Indeksa koristi se dakle, ponderisani

⁵⁵ Prema: Zakonu o tržištu kapitala, *Sl. glasnik RS*", br. 31/2011, 112/2015 i 108/2016, http://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_trzistu_kapitala.html

prosek cena akcija kompanija kojima se najaktivnije trguje na berzi. Fišer smatra da: “problemi koji proističu iz nesinhronizovanog i neravnomernog trgovanja akcijama koje učestvuju u kreiranju indeksa prisutni su još od ranije” (Fisher, 1966⁵⁶). To direktno znači da likvidnije akcije imaju učestalije trgovanje i brzo stvaraju sliku o kretanju na tržištu, dok manje likvidne akcije imaju status tzv. „neodređene cene”. Prema Rosu: (Ross, 1992⁵⁷) “svaki pokušaj izgradnje indeksa suočava se sa dilemom odabira između likvidnosti i sveobuhvatnosti”.

Indeksi uključuju šire uzorke finansijskih instrumenata. Zbog toga se indeksi smatraju za reprezentativnije pokazatelje tržišnih kretanja od običnih proseka. Dakle, indeksi koriste “bolje” metode za merenje opšteg nivoa cena akcija, u odnosu na proseke. Značaj indeksa se vidi iz činjenice da se oni u formulisanju ekonomske politike u SAD tretiraju kao vodeći indikatori finansijskih tržišta, čije kretanje u periodu 3–4 meseca prethodi odgovarajućim kretanjima smatraju Miškin i Ekins (Mishkin i Eakins, 2005).

Indeksi, takođe, predstavljaju osnovu za formiranje finansijskih instrumenata na tržištu finansijskih derivata. U savremenim tržišnim uslovima indeksima se vrlo uspešno utvrđuju odnosi između kretanja tržišnih vrednosti akcija i osnovnih ekonomskih pokazatelja, kao što su kretanje bruto društvenog proizvoda, inflacije, zaposlenosti, investicija, itd. Osnovna karakteristika tržišnih indeksa jeste da oni pokazuju koliko su cene akcija promenjene u odnosu na prethodni dan. To znači da indeksi nemaju *ex ante* karakter, već *ex post*. Osnovni cilj promena tržišnih indeksa jeste da se oni što pouzadnije odraze na promene cena akcija na određenom tržištu i na taj način pokažu u kojoj “fazi” se nalazi tržište. Na osnovu kretanja indeksa investitori imaju signal o budućem kretanju cena akcija.

Berzanski indeksi predstavljaju pokazatelje performansi berzanskih tržišta koji se objavljuju dnevno. Berzanski indeksi su statistički instrumenti koji sumiraju ukupnu vrednost berzanskih tržišta. Berzanski indeks akcija kreiran od najboljih akcija koje se kotiraju na berzi beleži kretanja raznih i visoko likvidnih akcija na određenom finansijskom tržištu. Značajnost berzanskog indeksa ogleda se u tome da kretanje berzanskog indeksa odražava promene u očekivanjima kretanja cena akcija kompanija koje se kotiraju na berzi. Preciznije, berzanski indeksi pokazuju procentualnu promenu sveukupnog finansijskog tržišta.

⁵⁶ Prema: Fisher, L. (1966). Some new stock market indexes, *Journal of Business*, Vol. 39, Issue 1, p.p 191-225.

⁵⁷ Prema: Ross, S. (1992). *Stock market indices*, Chapter in *The New Palgrave Dictionary of Money and Finance*, The Macmillan Press, p.p 582-588.

Uobičajena metoda izračunavanja berzanskog indeksa uzima kao validnu cenu trgovanja akcije na zatvaranju (LTP - *Latest Transaction Price*). Poslednja cena prilikom izvršenja transakcija služi za kreiranje vrednosti indeksa. Prema studiji Šaha i Tomasa (Shah i Thomas, 1998⁵⁸), može doći do promene indeksa čak i ako su cene akcija konstantne, i to usled variranja poslednje cene na zatvaranju između *bid* i *ask* cene. Prema načinu izračunavanja, sve tržišne indekse možemo svrstati u dve grupe:

- 1) “cenovno ponderisane indekse”⁵⁹ i
- 2) “indekse ponderisane tržišnom vrednošću”⁶⁰.

Internacionalni investitori smatraju berzanske indekse jednim od najznačajnijih indikatora stanja na finansijskim tržištima na kojima žele da investiraju. Kako bi doneli odluku o investiranju u akcije određenih kompanija koja se nalazi na listingu berzi zemalja u razvoju, investitori sprovode i fundamentalnu analizu koja podrazumeva prvo sagledavanje makroekonomske slike zemlje, potom analizu industrije, a na kraju analizu same kompanije čije akcije žele da kupe.

Na osnovu prethodno navedenog, berzanski indeksi su deo makroekonomske analize potencijalnih investitora, te je analiza berzanskih indeksa od velikog značaja prilikom donošenja odluka o investiranju i formiranju optimalne strategije investiranja.

3.5. Faktori od uticaja na kretanje berzanskih indeksa

⁵⁸ Prema: Shah, A., & Thomas, S. (1998). *Market microstructure considerations in index construction*. CBOT Research Symposium Proceedings, Chicago Board of Trade, p.p 173-193.

⁵⁹ Cenovno ponderisani indeksi izračunavaju se sabiranjem cena akcija određenih kompanija i deljenjem sa brojem koji je definisan kao „delilac”. Kao osnova za izračunavanje indeksa služi portfolio, koji sadrži po jednu akciju od svake firme obuhvaćene tržišnim indeksom, tako da je ponder firme definisan visinom cene akcije. Najpoznatiji cenovno ponderisani indeksi su: *Dow Jones Averages*, *Nikkei Average*, itd. *Dow Jones Averages* izračunava se na bazi prosečnih cena akcija kompanija koje su najreprezentativnije za američko tržište. DJIA se izračunava tako što se sabiraju cene akcija 30 najvećih industrijskih kompanija (one čine 20% tržišne vrednosti svih akcija u SAD i 25% ukupne vrednosti svih akcija koje se nalaze na listingu Njujorške berze), a zbir se deli deliocem koji služi za korekciju. Zbog toga je ovaj pokazatelj pre indeks nego prosek.

⁶⁰ Vrednost tržišno ponderisanih indeksa zavisi i od cene i od broja akcija. *Standard & Poors 500 Composite Stock Price Index* – S & P 500 predstavlja kompozitni indeks. S & P 500 indeks predstavlja ponderisanu vrednost akcija 500 najpoznatijih kompanija. S & P 500 prati kretanja cena akcija 400 industrijskih, 20 transportnih, 40 kompanija koje pružaju javne usluge i 40 finansijskih kompanija. Navedene kompanije predstavljaju reprezentativni uzorak celokupne nacionalne privrede. Smatra se da S & P 500 indeks kao pokazatelj najčešće koriste najveći investitori. Vrednost indeksa izračunava se deljenjem ukupne tržišne vrednosti 500 kompanija sa indeksnim deliocem. Indeksni delioc predstavlja količnik između tržišne i indeksne vrednosti, pri čemu se indeksna vrednost dobija deljenjem tržišne vrednosti i indeksnog delioca.

Najznačajniji faktori od uticaja na kretanje berzanskih indeksa, a koji se predstavljaju u disertaciji kao nezavisne promenljive prilagođenih ARCH i GARCH modela jesu:

1. stopa inflacije,
2. referentna kamatna stopa,
3. kamatna stopa na državne obveznice,
4. bruto domaći proizvod i
5. strane direktne investicije.

Na razvoj ekonomskih pojava, odnosno kretanje berzanskih indeksa utiču mnogi faktori. Vremenske serije podataka faktora od uticaja se raščlanjuje na sledeće komponente: “trend komponentu, cikličnu, sezonsku i slučajnu komponentu”. Navedene komponente izražavaju uticaje faktora. Trend uticaja, odnosno tendencija određenog faktora predstavlja posmatranje pojave ili njeno kretanje na celokupnom rasponu vremena. Trend može imati različite oblike u vidu periodičnih i sezonskih pojava. Kada se odvijaju određena kolebanja u trendu koja traju duže od godinu dana takve pojave nazivamo “ciklična kolebanja”. Određena posmatrana vremenska serija faktora od uticaja može da ispolji različite oblike trenda.

Prema studiji Štajnera i saradnika (Štajner i drugi, 2015⁶¹) brojni faktori poput makroekonomskih, političkih, socio-ekonomskih, demografskih, tehnoloških, kao i faktori okruženja, utiču na uspešnost poslovanja kompanija gde je sektor usluga dobio dominantnu ulogu u privrednom razvoju Srbije posle 2001. godine. Takođe, isti autori zaključuju da, bilo da je u pitanju proširenje postojeće organizacije, osnivanje nove, ili realizacija određenog investicionog poduhvata, informacije o faktorima opšteg okruženja zemalja u regionu pružaju kvalitetnu osnovu i polazište za dalje analize, koje će rezultovati donošenjem kvalitetnih odluka o investiranju.

3.5.1. Stopa inflacije

Stopa inflacije predstavlja meru rasta cena (stabilnost cena) koja se može izraziti na mesečnom ili godišnjem nivou. Diskusiju o stabilnosti cena kao jednom od najvažnijih ciljeva ekonomske politike treba započeti čuvenom Fridmanovom izjavom: *Inflacija je uvek i svuda monetarni*

⁶¹ Prema: Štajner, S., Ivanišević, A., Katić, I., & Penezić, N. (2015). Comparative perspectives on the development of economic power in Serbia and countries in the region. *Poslovna ekonomija*, 9(1), p.p 119-140.

fenomen (Friedman, 1970⁶²). U proteklih nekoliko decenija kreatori ekonomskih politika postali su svesni ekonomskih i socijalnih posledica inflacije i sve više su bili zainteresovani za stabilan nivo cena, kao jedan od najvažnijih ciljeva. Stabilnost cena u privredi jedne zemlje je poželjna, jer rastući nivo cena (inflacija) dovodi do neizvesnosti u privredi koja može da ugrozi privredni rast. Inflacija takođe otežava i poslovno planiranje i ima socijalnog uticaja. Bilo da se radi o inflaciji troškova ili inflaciji tražnje, zaključuje se da inflacija dovodi do zaustavljanja privrednog rasta.

Pored određenih faktora koji uvećavaju ili umanjuju prinos jedne hartije od vrednosti u odnosu na drugu, na HoV značajan uticaj imaju inflatorna očekivanja. Što je viša očekivana inflacija, viši je i nominalni prinos na hartije od vrednosti, što je niža očekivana inflacija, niži je nominalni prinos. Pre mnogo godina Fišer je u svom radu (Fisher, 1930⁶³) izrazio nominalnu kamtanu stopu na obveznicu kao sumu stvarne kamatne stope (tj. kamatne stope bez promena nivoa cena) i stope promene cena za koju se očekuje da će se dogoditi tokom trajanja finansijskih instrumenata. To znači da zajmodavci zahtevaju nominalnu kamatnu stopu koja je za njih dovoljno velika da zarade realnu kamatnu stopu nakon kompenzacije za očekivano smanjene kupovne moći koje je prouzrokovala inflacija.

Prilikom investiranja u određenu vrstu HoV i istovremeno u proceni tokova novca, mora se uzeti u obzir očekivana inflacija. Često postoji tendencija pogrešnog pretpostavljanja da će nivoi cena ostati nepromenjeni tokom perioda investiranja. Pri donošenju većine finansijskih odluka o investiranju uzima se u obzir vremenska vrednost novca. Maksimizacija bogatstva investitora delimično zavisi od vremenskog usklađivanja novčanih tokova.

Za posmatranje kretanja faktora od uticaja stope inflacije, posebno je važan pokazatelj indeks potrošačkih cena CPI - *Consumer Price Index* koji odražava promene cena dobara i usluga finalne potrošnje. U disertaciji se koristi indeks potrošačkih cena kao pokazatelj nivoa inflacije. Indeks potrošačkih cena služi za merenje inflacije u ekonomiji jedne zemlje. Pomoću indeksa potrošačkih cena se meri uticaj potrošačkih cena na nominalne iznose zarada, odnosno računaju se realne plate. Statistička analiza vremenskih serija faktora od uticaja stope inflacije ima za cilj

⁶² Prema: Friedman, M. (1970). *The Counter-Revolution in Monetary Theory*, IEA Occasional Paper, no. 33, Institute of Economic Affairs. First published by the Institute of Economic Affairs, London.

⁶³ Prema: Fisher, I. (1930). *The Theory of Interest*, MacMillan, New York, p.43.

da pruži adekvatnu podlogu investitorima o njenom uticaju, kako bi mogli da procene rizik vremenske vrednosti investicije.

Razmatrajući istorijske podatke tokom razdoblja visoke i niske inflacije mogu se javiti određene nejasnoće za investitore. U ekonomskoj literaturi postoje brojne studije koje su razmatrale uticaj inflacije na stope povrata akcija. Nažalost, studije su pokazale protivrečne rezultate kada se uzme u obzir nekoliko činioca poput razvijenosti ekonomije i posmatranog vremenskog perioda smatra Husein (Hussein, 2012⁶⁴). Većina studija je zaključila da očekivana inflacija može pozitivno uticati na akcije, u zavisnosti od sposobnosti hedžinga i monetarne politike. Međutim, neočekivana inflacija pokazuje jaku pozitivnu korelaciju sa stopama povrata akcija tokom ekonomskih kontrakcija (stezanja), što pokazuje da je vreme ekonomskog ciklusa izuzetno važno za investitore kako bi se ocenio uticaj na stope povrata akcija. Korelacija je proizvod činjenice da neočekivana inflacija sadrži nove informacije o budućim cenama. Slično tome, veća volatilnost kretanja akcija je bila povezana s višim stopama inflacije.

Prema studiji Barakata i drugih (Barakat i drugi, 2015⁶⁵) podaci su pokazali da je viša inflacija uglavnom vezana za zemlje u razvoju, a volatilnost akcija je veća u tim zemljama u odnosu na razvijena tržišta. Istraživanja od 1930-ih pokazuju da je gotovo svaka zemlja pretrpela najgore stope povrata akcija u periodima visoke inflacije. Realne stope povrata akcija jednake su stvarnim stopama povrata umanjenim za inflaciju. Prilikom ispitivanja berzanskog indeksa akcija S&P 500 u periodu od deset godina, rezultati pokazuju da su najveći realni prinosi stopa akcija javljaju kada se stopa inflacije nalazi u momentumu između 2-3%. Inflacija veća ili manja od 2-3% obično znači da je američko makroekonomsko okruženje s većim problemima koje imaju različite učinke i uticaje na kretanje cena akcija. Mnogo važnije od stvarnih stopa povrata jeste volatilnost povrata koju uzrokuje inflacija i načini na koji se investira u takvom makroekonomskom okruženju.

Budući da kamatne stope i inflacija imaju tendenciju da se kreću upravo srazmerno, za posledicu imamo da se u vreme visoke inflacije negativno odražava na rast cena akcija. To ukazuje na pozitivnu korelaciju između inflacije i stope povrata na vrednost akcija i negativnog za rast cena

⁶⁴ Prema: Husain, F. (1998). *Seasonality in the Pakistani equity market: the Ramadhan effect*, Pakistan Development Review, 37, p.p 77–81.

⁶⁵ Prema: Barakat, M. R., Elgazzar, S. H., & Hanafy, K. M. (2015). Impact of macroeconomic variables on stock markets: Evidence from emerging markets. *International Journal of Economics and Finance*, 8(1), p. 195.

akcija smatraju Hareno i Negrut (Jareño i Negrut, 2016⁶⁶). To objašnjava jačinu vrednosti akcija tokom visoke inflacije, kao u 1973/74. godini, i snagu rasta cena akcija tokom ranih 1930-ih kada je bila deflacija, kao i tokom 1990-ih kada se stopa inflacije stalno kretala prema dole. Zanimljivo je da je stopa promene inflacije ne utiče na povrat vrednosti akcija procentualno u odnosu na rast cena akcija posmatrano u apsolutnim iznosima.

Investitori imaju zadatak da predvide faktore koji utiču na performanse portfolia i u skladu sa time da donose odluke na temelju sopstvenih očekivanja. Inflacija jeste jedan od onih faktora koji utiče na portfolio. Zaključuje se da su istraživanja sa finansijskih tržišta pokazala da se u vreme visokih stopa inflacije beleži veći rast cena akcija, dok se u vremenu deflacije i niskih stopa inflacije beleže veće stope prinosa po akcijama, što ne mora nužno da znači za sva finansijska tržišta.

3.5.2. Referentna kamatna stopa

Referentna kamatna stopa je ona od čije promene zavise i promene drugih kamatnih stopa. Referentna kamatna stopa centralne banke određene države predstavlja polaznu kamatnu stopu, iz razloga jer se visina “tržišnih” kamatnih stopa, utvrđuje prema visini referentne kamatne stope. Pored toga, referentna kamatna stopa centralne banke može biti jedna od komponenti u strukturi promenljivih stopa za kredite sektora privrede i stanovništva. Pošto je referentna kamatna stopa promenljiva kategorija, usklađivanje nominalne kamatne stope s referentnom vrši se u vremenskim intervalima. Referentna kamatna stopa predstavlja jedan od instrumenata monetarne politike koji se putem transmisionih mehanizama prenosi na realni sektor ekonomije putem promene agregatne tražnje, agregatnog nivoa cena i agregatnog proizvoda. Promene u kamatnim stopama, koje zavise od referentne KS centralnih banaka, utiču na investicione odluke sektora privrede i stanovništva. Više kamatne stope smanjuju interes sektora stanovništva i privrede da uzimaju zajmove u cilju potrošnje i investicija, a povećavaju motive za štednju. U suprotnom, niže kamatne stope stimulišu pozajmljivanje i time i agregatnu tražnju čime se povećava potrošnja i investicije.

Dakle, nivo referentne kamatne stope utiče indirektno na kretanje cena akcije, odnosno na berzansko tržište. Više kamatne stope prouzrokuju smanjenje potrošnje i zaduživanja preduzeća

⁶⁶ Prema: Jareño, F., & Negrut, L. (2016). US stock market and macroeconomic factors. *Journal of Applied Business Research*, 32(1), p. 325.

čije se akcije kotiraju na berzi, a to dalje dovodi do smanjenja profita i konačno do pada cene akcija. Opšti pad cena akcija dovodi do pada vrednosti berzanskog indeksa. U drugom slučaju, šire posmatrano, investitori imaju izbor za investiranje u finansijske instrumente koji će im doneti više stope povrata odnosno prinosa. Kretanje referentne kamatne stope utiče i na kamatne stope na dužničke HoV tj. obveznice, gde je dokazano da više kamatne stope dovode do smanjenja nominalne vrednosti obveznica. Kod kretanja referentne kamatne stope treba imati u vidu da efekti smanjenja i povećanja, odnosno vođenja ekspanzivne ili restriktivne monetarne politike dovode do određenih efekata, ali sa određenim razmakom ili lagom prilikom efekta delovanja ovog instrumenta.

U studiji Bernankija i Kutnera (Bernanke i Kutner, 2005⁶⁷) pokazano je da smanjenje referentne kamatne stope Feda za 25 baznih poena prouzrokuje rast od 1% berzanskog indeksa. Oni su pokazali da su određeni sektori ekonomije, odnosno preduzeća koja pripadaju sektorima *high-tech* i telekomunikacija, a čije se akcije kotiraju u okviru istraženog indeksa su senzitivniji na ciklične promene referentne kamatne stope, odnosno delovanje monetarne politike. Prosečan odgovor na promene monetarne politike odnosno referentne kamatne stope, imale su akcije kompanija u okviru sektora industrije, hrane, transporta i poljoprivrede.

Selin u svom naučno-istraživačkom radu (Sellin, 2001⁶⁸) predstavlja empirijske dokaze naspram ekonomskih teorija delovanja u promenama referentne kamatne stope na cene akcija i zaključuje da konkurentne teorije teško mogu predvideti empirijski vezu između kamatnih stopa i cena akcija *a priori*. Uvidom u preostalu literaturu na temu uticaja promene referentne kamatne stope na cene akcija odnosno kretanje berzanskog indeksa, konstatuje se indirektan uticaj.

3.5.3. Kamatna stopa na državne obveznice

Kamatna stopa na državne obveznice predstavlja, odnosno ima veoma moćan uticaj na tržište akcija, a samim tim i na kretanje berzanskog indeksa. Državne obveznice koje spadaju u jedan od sigurnijih finansijskih instrumenata, prilikom investiranja su glavni konkurenti za ulaganje u tržište akcija. Samim tim, od opredeljenja investitora u koji oblik finansijske aktive želi investirati, zavisi i kretanje berzanskog indeksa. U zavisnosti od kratkoročnih kamatnih stopa

⁶⁷ Prema: Bernanke, B. S., & Kuttner, K. N. (2005). What explains the stock market's reaction to Federal Reserve policy?. *The Journal of finance*, 60(3), p.p 1221-1257.

⁶⁸ Prema: Sellin, P. (2001). Monetary policy and the stock market: theory and empirical evidence. *Journal of economic surveys*, 15(4), p.p 491-541.

(kao na primer referentne kamatne stope), kamatna stopa na dužničke instrumente, tj. obveznice ima veoma izražen inflatorni uticaj u odnosu na referentnu kamatnu stopu centralne banke. Kako inflatorna očekivanja reflektuju buduće reakcije monetarne i fiskalne politike jedne ekonomije, tržište obveznica nosi mnogo više *core* inflatornih očekivanja koja se dalje odražavaju na tržište akcija, odnosno kretanje berzanskih indeksa. Prinos na državne obveznice utiče na tržište akcija na različite načine u različitim periodima ekonomije. Uopšteno govoreći, kada je u pitanju zdrava ekonomija, rast kamatnih stopa i prinosa na državne obveznice su stimulatívni za investitore koji očekuju veći povrat uloženih sredstava, dok u suprotnom slučaju, kada ekonomija nije zdrava i kada padnu kamatne stope, tada investitori pribegavaju investiranju u tržište akcija. Zaključićemo da je kamatna stopa na državne obveznice najveća varijabla koja određuje prinos obveznica i koja će opredeliti strategiju investiranja.

Određena istraživanja su proučavala vezu između kretanja (šestomesečnih promena) kamatnih stopa državnih obveznica i tržišta akcija. Rezultati su pokazali da je veza između pomenutih čionioaca veoma jaka, gde „nisko” ili opadajuće tržište državnih obveznica (*bullish market*) implikuje rast cena akcija. U obrnutom slučaju „visoko” ili rastuće tržište državnih obveznica (*bearish market*) implikuje pad cena akcija, dokazuje Švager (Schwager, 1995⁶⁹).

U razdobljima ekonomske ekspanzije, obveznice i akcije na finansijskom tržištu se kreću obrnuto srazmerno, jer se oni međusobno „takmiče” za kapital. Prodaja na berzi dovodi do nižih prinosa kako se novac seli na tržište obveznica. Trgovina na tržištu akcija može dovesti do povećanja prinosa ako se novac seli iz sigurnosti koju ima na tržištu obveznica ka rizičnijim akcijama. Pod ovim okolnostima, kada optimizam u vezi sa ekonomijom raste, novac seli u tržište akcija, jer će tad više uticati na ekonomski rast. Osim toga, ekonomski rast sadrži određene inflatorne rizike i pritiske, koji dalje erodiraju vrednost obveznica pokazuje Stili u svojoj studiji (Steeley, 2006⁷⁰).

U studiji Čulia i Tora (Chuliá i Torró, 2007⁷¹) primenom GARCH modela na evropska berzanska tržišta ustanovljeno je da promena berzanskog indeksa DJ Euro Stoxx 50 ima

⁶⁹ Prema: Schwager, J. D. (1995). *Fundamental Analysis*, Schwager on Future, John Wiley & Sons Inc., p.p 9-23.

⁷⁰ Prema: Steeley, J. M. (2006). Volatility transmission between stock and bond markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 16(1), p.p 71-86.

⁷¹ Prema: Chulia, H., & Torro, H. (2008). The economic value of volatility transmission between the stock and bond markets. *Journal of Futures Markets*, 28(11), p.p 1066-1094.

implikacije na evro obveznice i ostale evropske berzanske indekse, odnosno da se ova promena odvija u oba smera.

Postoje razdoblja u ekonomiji kada se obveznice i akcije kreću upravo srazmerno. Takva situacije se uglavnom događa u ranim periodima ekonomskog oporavaka kada inflatorni pritisci slabe, a centralne banke posvećene niskim kamatnim stopama kako bi se stimulisala privreda. Dok privreda ne počne rasti bez pomoći monetarne politike i iskorišćenost kapaciteta i kada dosegne maksimalan nivo, gde inflacija postaje pretnja, obveznice i akcije će se kretati zajedno u odgovoru na kombinaciju blagog ekonomskog rasta i politiku niskih kamatnih stopa. Takođe, zapaža se situacija da se cene obveznica i akcija kreću zajedno, odnosno padaju, prilikom prodaje tih vrsta finansijske aktive u vreme krize, a tada se može konstatovati da cena zlata raste (Investor Bulletin, 2013⁷²).

3.5.4. Bruto domaći proizvod

Nikolić smatra: "Berze se tradicionalno posmatraju kao indikator i u izvesnom smislu, služe za predviđanje (predikciju) kretanja realne ekonomije, odnosno bruto domaćeg proizvoda. Mnogi ekonomisti i trgovci na berzi veruju da veliki pad cena akcija reflektuje buduću recesiju, dok povećanje cena upućuje na buduću ekonomski rast. Teorijski razlog zašto cene akcija mogu biti prediktor ekonomske aktivnosti uključuje tradicionalni model valuacije cena akcija kao i efekat bogatstva (*wealth effect*). Tradicionalni *valuation model* cena akcija sugerise da cene akcija reflektuju očekivanja o budućnosti ekonomije, i da stoga predviđaju kretanja u privredi, odnosno vredost bruto domaćeg proizvoda". "*Wealth effect* polazi od toga da cene akcija praktično vode ekonomsku aktivnost, time što utiču na ono što se dešava u privredi" smatra Nikolić (2010⁷³).

U naučnoj studiji Sloka i Kristofersena (Sløk i Christoffersen, 2000⁷⁴) pokazuju se empirijski dokazi da kod razvijenih zemalja cene akcija odslikavaju i sadrže podatke o budućem kretanju privrede, odnosno vrednosti BDP-a. U slučaju zemalja u razvoju koristili su panel analizu sa podacima na mesečnom nivou za Sloveniju, Slovačku, Rusiju, Poljsku, Mađarsku i za period od 1994–1999. godine. Istraživanje je pokazalo da istorijske vrednosti cena na berzi, deviznih

⁷² Prema: Izveštaju Investor Bulletin-a, 2013, <https://www.sec.gov/files/ipo-investorbulletin.pdf>

⁷³ Prema: Nikolić, G. (2010). *Uticao depresijacije deviznog kursa i berzanskih tendencija na konkurentnost*, Beograd, Škola biznisa broj 1/2010.

⁷⁴ Prema: Sløk, M. T., & Christoffersen, M. P. F. (2000). *Do asset prices in transition countries contain information about future economic activity?* International Monetary Fund. (No. 0-103).

kurseva i kamatnih stopa signaliziraju buduća kretanja aktivnosti ekonomija. Dobijeni rezultati, svakako imaju značaja za kreatore ekonomskih politika.

U naučno-istraživačkom radu Trecartin i Jbantova (Trecartin i Jbantova, 2003⁷⁵) pokušavaju da procene uticaj berzi na ekonomski razvoj i rast 26 istočnoevropskih zemalja. Rast vrednosti berznskog indeksa pozitivno utiče na BDP *per capita* određene zemlje. U njihovom radu je primećena pozitivna korelacija između obima i tržišne kapitalizacije berzi i ekonomske aktivnosti. Zemlje sa većim nominalnim iznosom BDP *per capita* pre 1940. godine su beležile sledeće berze: Bugarska, Rusija, Estonija, Mađarska, Češka, Poljska i Slovenija. Nabrojane zemlje su zabeležile veće iznose priliva stranog kapitala, kao i uvoza i izvoza. U istoj studiji je zabeleženo i da broj privrednih subjekata čije se akcije kotiraju na posmatranim berzama nije uticao na tržišnu kapitalizaciju ili obim trgovine.

U studiji Dimsona i saradnika (Dimson i drugi, 2005)⁷⁶ pokazuje se da trgovina akcijama na finansijskim tržištima zemalja u razvoju rezultira manjim prinosom od razvijenih finansijskih tržišta koja se odlikuju niskim rastom bruto domaćeg proizvoda. Time je dokazana korelaciona veza između rasta bruto domaćeg proizvoda i prinosa od ulaganja u akcije. U studiji su se koristili kvartalni sezonski prilagođeni podaci indeksa S&P500 u periodu 1950–2008. godine što je tačno 234 kvartala, gde je potvrđena korelaciona veza između nominalne kvartalne promene bruto domaćeg proizvoda i promena prinosa indeksa S&P500. Dakle, u radu se dokazalo da rast prinosa od ulaganja u akcije dovodi do rasta bruto domaćeg proizvoda nekoliko kvartala kasnije. Treba napomenuti i da su rezultati imali nisku statističku značajnost. Uglavnom, dobijeni rezultati pokazuju da su prinosi od ulaganja u akcije “relativno slab” indikator promene bruto domaćeg proizvoda, ali da određeni uticaj postoji.

Određeni ekonomisti, kao i Devakule (Devakula, 2009⁷⁷), smatraju da “berzanski optimizam ide ispred realnosti”. Sredinom 2009. godine, nakon izbijanja globalne ekonomsko-finansijske krize investitori su verovali da će se globalna ekonomija brzo oporaviti. “Verovanje” u brz oporavak je dovelo do povećanog ulaganja na berzi što je povećalo cene finansijskih instrumenata početkom 2009. godine, ali na kratak rok. Finansijska kriza koja se prelila na realni sektor ekonomije,

⁷⁵ Prema: Trecartin, R., & Jbantova, M. (2011). Stock Exchange Maturity and GDP per capita. *Journal of Business & Economics Research* (JBER), 1(11).

⁷⁶ Prema: Dimson, E., Marsh, P., & Staunton, M. (2005). *Triumph of the optimists: 101 years of global investment returns*. Princeton University Press, p.p 155-161.

⁷⁷ Prema: Devakula, P. (2001, July). *Monetary policy in Thailand: current challenges and Prospects*. In APFA 2001 Conference, Bangkok, (Vol. 24).

pogodila je cene akcija kompanija koje se kotiraju na berzi što je dovelo do određenih padova na berzi i gubitaka investitora. Može se zaključiti da je oporavak realnog sektora ekonomije koji se temelji na rastu bruto domaćeg proizvoda “preduslov” za ostvarivanje dobiti od trgovine na finansijskim tržištima.

U svom naučno istraživačkom radu Nikolić (2010) dokazuje da su finansijska tržišta na Balkanu takođe podložna efektima globalne ekonomsko-finansijske krize. Usled delovanja krize finansijska tržišta odnosno berze su reagovala u smeru pada cena akcija i smanjenja obima trgovine. Pri takvoj situaciji i investitori su iskazali određeni “pesimizam” u pogledu oporavka berzi i mogućnošću ostvarivanja prinosa od trgovine. Međutim, kako su se svetske ekonomije oporavljale i kako su stizali pozitivni signali sa vodećih svetskih berzi, berzanski indeksi berzi centralne i istočne Evrope su počeli da rastu, zaključuje Nikolić (Nikolić, 2010⁷⁸).

3.5.5. Strane direktne investicije

Prepoznatljiva su tri oblika međunarodnog kretanja kapitala: međunarodno kreditiranje ili kretanje zajmovnog kapitala, međunarodne portfolio investicije i direktne investicije u inostranstvu. Uloga i značaj svake od navedenih kategorija međunarodnog kretanja kapitala menjali su se tokom vremena. U prvoj polovini XX veka dominantno učešće su imale pozajmice, dok je danas značaj stranih direktnih investicija neprikosnoven smatra Unković (2005⁷⁹). Strane direktne investicije (bilo da su u pitanju *greenfield* ili *M&A*)⁸⁰ predstavljaju ključni razvojni faktor i jedan od osnovnih mehanizama globalizacije svetske ekonomije, odnosno poslovanja kompanija i time utiču na razvoj i rast ekonomije (Gnjatović i drugi, 2002⁸¹). To dalje za posledicu ima pozitivne efekte na razvoj finansijskih, odnosno berzanskih tržišta.

Na temelju empirijske analize, u studiji de Santisa i Elinga (de Santis i Ehling, 2007⁸²) zaključuju da su kretanja na berzi najvažnija odrednica SDI i portfolio transakcija. Tržište akcija

⁷⁸ Prema: Nikolić, G. (2010). Uticaj depresijacije deviznog kursa i berzanskih tendencija na konkurentnost, Beograd, *Škola biznisa* broj 1/2010.

⁷⁹ Prema: Unković, M. (2005). *Savremena međunarodna trgovina*. Beogradska knjiga, str. 100.

⁸⁰ M&A (*Mergers & Acquisition*) akvizicije i merđžeri: pripajanje (spajanje) postojećeg biznisa u zemlji domaćina sa matičnom kompanijom iz inostranstva. *Greenfield*: inostrane kompanije u zemlji domaćina otvaraju potpuno novi biznis (fabrika, pogon, filijala i sl.) koji na odnosnom tržištu nije ni postojao.

⁸¹ Prema: Gnjatović, M., Bjelić, P., Gajić, D., Bakić, & D., Popović, I., (2002). *Svetska privreda u informatičkoj eri*. Institut za međunarodnu politiku i privredu, Beograd.

⁸² Prema: De Santis, R. A. and Ehling, P. (2007). Do international portfolio investors follow firms' foreign investment decisions?, ECB Working Paper Series, preuzeto 25. juna 2016. sa: <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/153249/1/ecbwp0815.pdf>

utiče na kretanje SDI tokova i stvara signale koji su važni za korporativne investicije onog kog donosi investicione odluke putem Tobinove q teorije⁸³. Sa druge strane, inostrana i domaća finansijska tržišta određuju, odnosno determinišu portfolio investicije (kao dela ukupnih stranih direktnih investicija) zato što predstavljaju meru prilika za investiranje i bogatstva učinka (*wealth effect*). Takođe pomenuti autori su u svojim istraživanjima otkrili da se fundamentalne informacije o kompaniji otkrivaju kroz strana direktna ulaganja, koje će se potom koristiti od strane portfolio investitora prilikom donošenja odluke o investiranju. Drugim rečima, portfolio investitori prate kompanijske odluke o investiranju prilikom donošenja sopstvenih odluka o investiranju.

U svojim istraživanjima autori Adam i Tweneboah (Adam i Tweneboah, 2008⁸⁴) istaknuli su indirektan, ali snažan odnos između berzi i priliva stranih direktnih investicija. Priliv stranih direktnih investicija izvor je tehnološkog napretka i povećanja zaposlenosti u većini zemalja u razvoju, što dalje povećava proizvodnju roba i usluga te, u konačnici, povećava BDP. Ekonomski rast dalje ima pozitivan učinak na razvoj tržišta akcija i rast cena akcija. Koristeći ko-integrativnu metodu isti autori su pronašli dokaze za dugoročni pozitivni odnos između stranih direktnih investicija i razvoja berze u Gani. Takođe isti autori su ispitali dinamičke veze između berzi i glavnih makroekonomskih pokazatelja, i opet su na primeru Gane pronašli pozitivnu i značajnu povezanost između stranih direktnih investicija i berze.

Dugoročni uticaj stranih direktnih investicija na razvoj domaćeg tržišta kapitala i na povećanju učešća investitora na berzi ranije je u radovima pokazao Errunza (Errunza, 1983⁸⁵), dok Jarti (Yartey, 2008⁸⁶) navodi da strane direktne investicije podstiču institucionalne i regulatorne reforme koje formiraju veće poverenje u domaće tržište kapitala, što dodatno povećava raznolikost investitora i volumen trgovine.

⁸³ James Tobin smatra da postoji uska veza između tržišta akcija i investicija. Cena akcija pokazuje preduzećima koliko tržište akcija vrednuje svaku jedinicu već postojećeg kapitala. Preduzeće tada treba samo uporediti nabavnu cenu dodatne jedinice kapitala s cenom koju je tržište akcija voljno platiti za tu jedinicu (knjigovodstvena vs berzanska vrednost). Ako cena na tržištu kapitala premašuje nabavnu cenu, kompanija bi trebalo da kupiti osnovna sredstva-mašine, i obratno. Vrednost na tržištu kapitala svih kompanija (cena akcija pomnožena s brojem akcija i podeljena s vrednošću kapitala tih kompanija) naziva se Tobinov q koeficijent. Taj odnos (Tobinov q) daje nam vrednost jedinice raspoloživog kapitala u odnosu na njegovu trenutnu nabavnu cenu. Što je viša vrednost kapitala prema njegovoj trenutnoj nabavnoj ceni (dakle viši q), investicije bi trebalo biti više.

⁸⁴ Prema: Adam, A. M. & Tweneboah, G., (2008). Do macroeconomic variables play any role in the stock market movement in Ghana? MPRA Paper, preuzeto 25. septembra 2016. sa <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/9301/>.

⁸⁵ Prema: Errunza, V. R. (1983). Emerging markets: a new opportunity for improving global portfolio performance. *Financial Analysts Journal*, 39(5), p.p 51-58.

⁸⁶ Prema: Yartey, C. A. (2008). The determinants of stock market development in emerging economies: Is South Africa different?. IMF Working Paper, 08/38, Washington DC: International Monetary Fund.

Autori Nonnberg i Mendoka (Nonnberg i de Mendonça, 2004⁸⁷) tvrde da je rast na tržištima kapitala u razvijenim zemljama snažna odrednica investicionih odliva iz tih zemalja u inostranstvu, posebno u poslednje vreme.

Iako ekonomska teorija pretpostavlja pozitivnu vezu između SDI i ekonomskog rasta (a time posredno između SDI i tržišta kapitala), ova veza u Hrvatskoj i nekim drugim zemljama u tranziciji nije empirijski potvrđena. Mencinger (2003⁸⁸) u svojim istraživanjima je zaključio da je korelacija između SDI i ekonomskog rasta u tranzicionim zemljama negativna. Njegovi rezultati su objašnjeni činjenicom da je u tim zemljama, umesto *greenfield* investicija, merdžeri i akvizicije bili dominantni oblici priliva SDI zbog čega prilivi SDI nisu imale uticaj na ekonomski rast tih država. Značajna pozitivna korelacija između dve varijable u tranzicionim zemljama nije empirijski potvrđena u radovima Šimurine (2006⁸⁹) i Bogdana (2009⁹⁰).

Postojanje povezanosti tržišta akcija i SDI takođe je potvrđeno u naučnom radu Batena i Voa (Batten i Vo, 2009⁹¹). Dokazano je da su SDI imali jači pozitivan uticaj na ekonomski rast u zemljama s višim nivoima razvoja berzanskih tržišta. Tržišta kapitala mogu igrati važnu ulogu u određivanju kretanje prekograničnih spajanja i preuzimanja (M&A), koji čine važan deo SDI. Čouza i saradnici (Chousa i drugi, 2008⁹²) su utvrdili snažnu pozitivnu korelaciju između razvoja, kvaliteta tržišta kapitala i M&A tokova na tržištima u razvoju. Empirijski dokazi su pokazali da veća efikasnost domaćeg tržišta kapitala podstiče strane ulagače i privlači međunarodne M&A.

Otvorene ekonomije sa kvalifikovanom radnom snagom i dobrim izgledima za rast, privlače veći stepen stranih direktnih investicija, dok inostrane kompanije svoju investiciju ulažu osnivanjem

⁸⁷ Prema: Nonnberg, M. B., & de Mendonça, M. J. C. (2004). The determinants of foreign direct investment in developing countries. In *Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia* [Proceedings of the 32th Brazilian Economics Meeting] (No. 061).

⁸⁸ Prema: Mencinger, J. (2003). *Does foreign direct investment always enhance economic growth?*. *Kyklos*, 56(4), p.p 491-508.

⁸⁹ Prema: Šimurina, J. (2006). *Influence of FDI on Growth in Central and Eastern Europe*, Greenwich University Press – Ekonomski fakultet Zagreb.

⁹⁰ Prema: Bogdan, Ž. (2009). Utjecaj FDI-ja na gospodarski rast europskih tranzicijskih zemalja, Serija članaka u nastajanju, online. Preuzeto 14. novembra 2016. sa: <http://web.efzg.hr/repec/pdf/Clanak%2009-06.pdf>

⁹¹ Prema: Batten, J. A., & Vo, X. V. (2009). An analysis of the relationship between foreign direct investment and economic growth. *Applied Economics*, 41(13), p.p 1621-1641.

⁹² Prema: Chousa, J. P., Tamazian, A., & Vadlamannati, K. C. (2008). *Does Growth & Quality of Capital Markets drive Foreign Capital?* The case of Cross-border Mergers & Acquisitions from leading Emerging Economies (No. 2008/5). Discussion Paper, Turkish Economic Association.

filijala te kompanije u stranoj zemlji, najčešće kupovinom akcija kompanija, spajanjem ili zajedničkim ulaganjem. Prema Štajneru i drugima (Štajner i drugi, 2015⁹³) u protekloj deceniji investicije su realizovane u okviru vlastitih ulaganja inostranih kompanija. Najčešće SDI imao je bankarski sektor u kome je došlo do privatizacije domaćih banaka, dok su *greenfield* investicije bile manje prisutne.

3.6. Specifičnosti indeksa Standard&Poors 500

Indeks S&P 500 predstavlja ponderisanu vrednost akcija 500 najpoznatijih kompanija u SAD. U Indeks S&P 500 su uključene akcije 400 industrijskih, 20 transportnih, 40 kompanija koje pružaju javne usluge, kao i 40 finansijskih kompanija. Kompanije čije akcije su uključene u S&P 500 indeks predstavljaju reprezentativni uzorak celokupne američke privrede. Postoji stanovište, odnosno tvrdnje da indeks S&P 500 uglavnom koriste najveći investitori prilikom donošenja odluka o investiranju. Njegova specifičnost se ogleda u postojanju finansijskih derivata, npr. postoje opcije na indeks S&P 500, kojima se može trgovati na najpoznatijim svetskim berzama. Takođe postoji mogućnost da investitori trguju indeksom S&P 500 gde ne moraju u svom portfoliju da poseduju akcije iz indeksne korpe S&P 500.

Slika 3.6.1 - Kretanje indeksa Standard&Poors 500 u periodu 2005–2015. godine



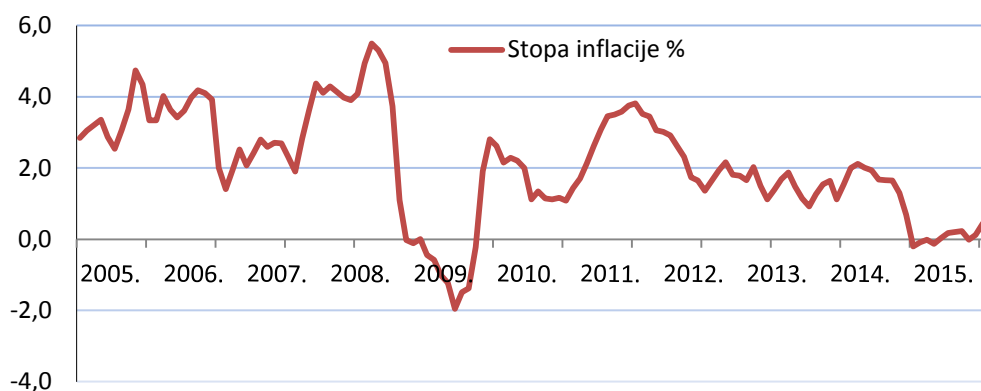
Izvor: Macrotrends, 2016.

Slika 3.6.1 prikazuje kretanje vrednosti indeksa S&P 500 u desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Period posmatranja obuhvata period pre, za vreme i posle ekonomske krize. Na

⁹³ Prema: Štajner, S., Ivanišević, A., Katić, I., & Penezić, N. (2015). Comparative perspectives on the development of economic power in Serbia and countries in the region. *Poslovna ekonomija*, 9(1), p.p 119-140.

slici 3.6.1 se uočava da se vrednost indeksa kretala u velikom rasponu, od cena na nivou od oko 700 (za vreme krize) do cena na nivou od oko 2.200 (u post kriznom periodu) indeksnih poena.

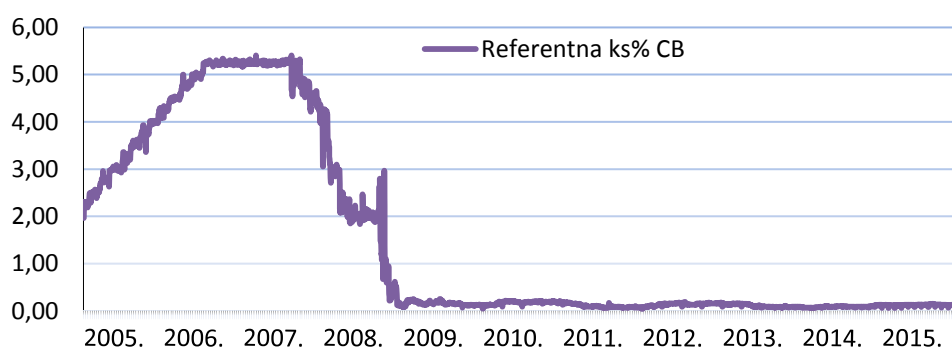
Grafikon 3.6.2 - Kretanje stope inflacije u periodu 2005–2015. godine



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz US Bureau of Labor Statistics, 2016.

Grafikon 3.6.2 prikazuje kretanje stope inflacije američke ekonomije u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. Stopa inflacije kao faktor od uticaja na kretanje berzanskog indeksa prikazuje verodostojno kretanje, gde u periodima ekonomske ekspanzije dolazi do rasta stope inflacije čak i do 5% u periodu pre nastanka velike globalne ekonomske (finansijske) krize, da bi u periodima recesije i krize stopa inflacije imala negativan predznak - 2% tokom 2009. godine. U postkriznom periodu stopa inflacije se održava na nivou od približno 2% sa konstantnom borbom protiv deflacije koji su karakteristični za pomenuti period. Početkom 2015. godine dolazi do pada inflacije na negativan nivo, što pokazuje još uvek posledice, nesigurnost potpunog oporavka i izlaska američke ekonomije iz finansijske krize.

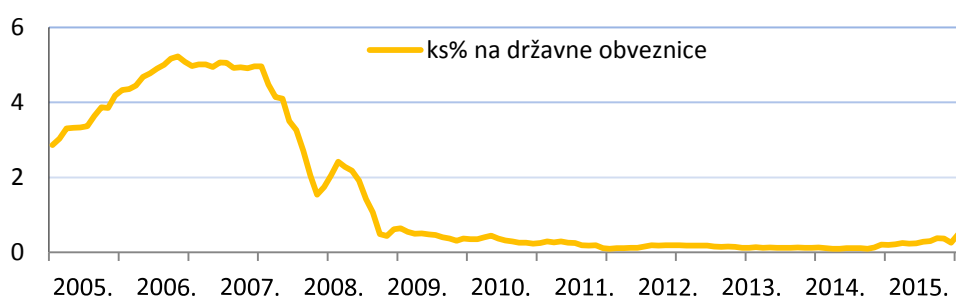
Grafikon 3.6.3- Kretanje referentne kamatne stope Feda u periodu od 2005. do 2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Board of Governors of the Federal Reserve System (US), 2016.

Grafikon 3.6.3 prikazuje kretanje kamatne stope na federalne fondove (referentna kamatna stopa Fed) u posmatranom desetogodišnjem periodu 2005–2015. godine. Na grafikonu vidimo sasvim logičan trend gde je referentna kamatna stopa u predkriznom periodu bila na nivou od 3–5% kako bi se ekonomija koja se nalazila u stanju ekspanzije ovim instrumentom monetarne politike borila protiv inflacije. U vremenu krize beleži se pad kamatne stope na federalne fondove kako bi se stimulisala ekonomija. U postkriznom periodu na snazi su ostale niske kamatne stope i politika jeftinog novca. Kamatna stopa na federalne fondove će imati prostora da ostane na niskom nivou sve dok ekonomija ne počne da se oporavlja, odnosno dok stopa inflacije ne ugrožava ekonomiju.

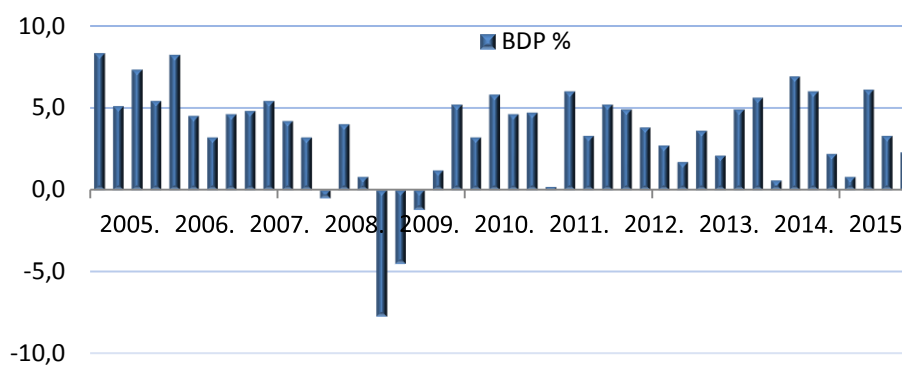
Grafikon 3.6.4 - Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015.



Izvor: Delo autora na osnovu podataka iz Board of Governors of the Federal Reserve System (US), 2016.

Na Grafikonu 3.6.4 prikazuje se kretanje kamatne stope na državne obveznice u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005 do 2015. godine. Trend kretanja ovog pokazatelja sličan je trendu kretanja kamatne stope na federalne fondove. Pre krize KS na državne obveznice američke vlade je bila na nivou od 3–5% godišnje, da bi u periodu krize počela da pada. Investitori u vreme krize pribegavaju sigurnim investicijama u državne obveznice. Situacija u postkriznom periodu pokazuje višak likvidnosti.

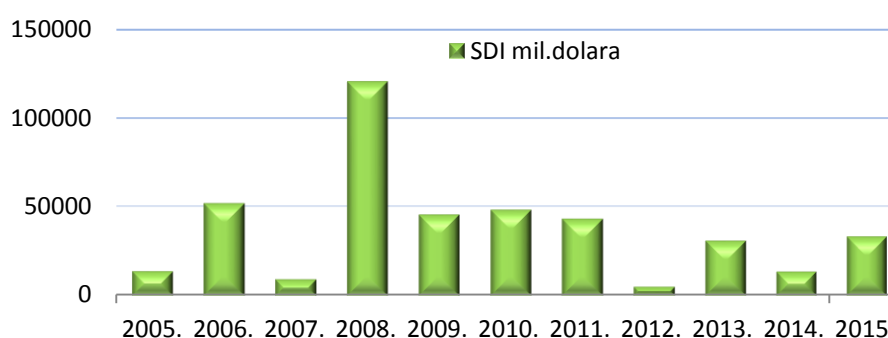
Grafikon 3.6.5 - Kvartalno kretanje bruto domaćeg proizvoda u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz US Bureau of Economic Analysis, 2016.

Grafikon 3.6.5 prikazuje kretanje bruto domaćeg proizvoda izraženog kvartalno u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Berze predstavljaju indikator i, u određenom smislu, služe za predviđanje kretanja sektora realne ekonomije, odnosno bruto domaćeg proizvoda. Teorijsku pretpostavku možemo da potvrdimo na primeru kretanja S&P 500 i BDP-a. U vreme nastanka velike globalne ekonomske krize “drastičan” pad cena akcija koji je reflektovao stanje recesije u budućnosti, dok “skokovi” cena akcija upućuje na ekonomski rast u budućem periodu sa određenim vremenskim lagovima.

Grafikon 3.6.6 - Kretanje stranih direktnih investicija u periodu od 2005. do 2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz US Bureau of Economic Analysis, 2016.

Grafikon 3.6.6 prikazuje kretanje stranih direktnih investicija u posmatranom desetogodišnjem periodu američke ekonomije od 2005. do 2015. godine. Najveći iznos SDI je zabeležen 2008. godine preko 100 milijardi dolara, dok su u ostalim godinama bez obzira na krizu SDI beležile nivo manji od 50 milijardi dolara godišnje.

3.7. Osnovne karakteristike SBITOP

SBITOP predstavlja indeks Ljubljanske berze (finansijsko tržište Slovenije) čiji je cilj prikazivanje performansi celokupnog berzanskog tržišta, te se smatra reprezentom stanja na tržištu kapitala Slovenije. SBITOP služi kao referentni indeks slovenskog tržišta kapitala. Ovaj indeks meri efikasnost najlikvidnijih i visoko kapitalizovanih akcija na finansijskom tržištu Slovenije. SBITOP je osmišljen kao indeks sa kojim se može trgovati. Zbog likvidnosti njegovih sastavnih delova, SBITOP služi kao temelj za indeksirane finansijske instrumente.

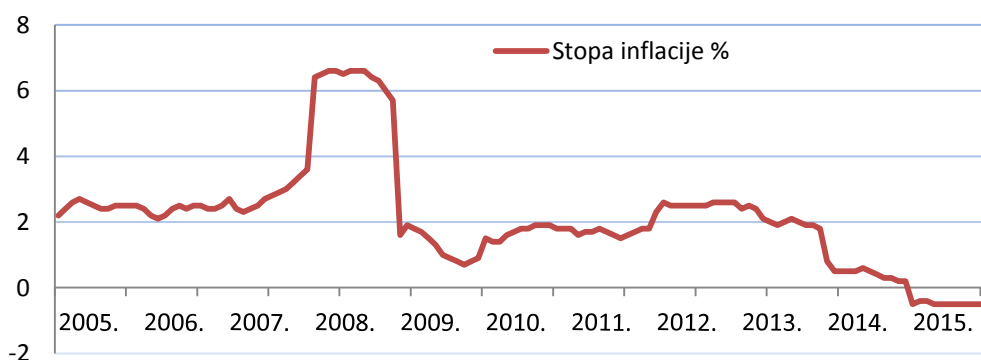
Slika 3.7.1 - Kretanje indeksa SBITOP u periodu 2005–2015.



Izvor: Trading Economics, 2016.

SBITOP beleži najviše istorijske vrednosti u 2007. godini, ali na slici 3.7.1 se jasno uočava da početkom 2008. godine dolazi do značajnog pada vrednosti indeksa, da bi od 2009. godine indeks imao stagnirajući trend koji još uvek traje.

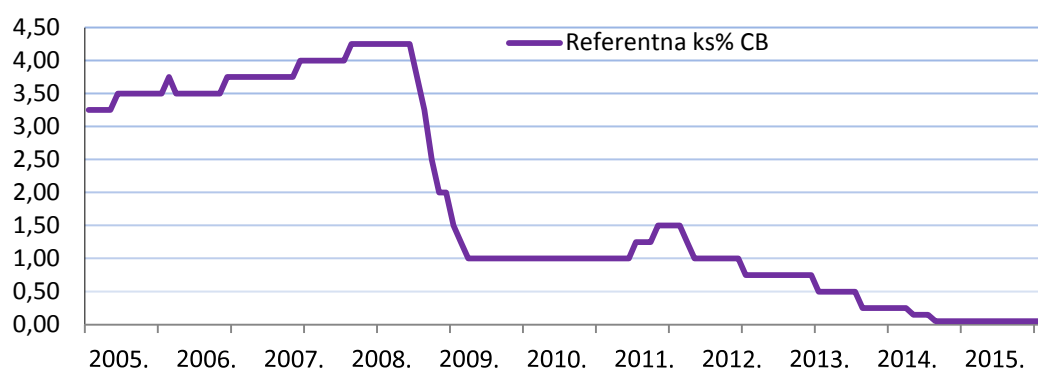
Grafikon 3.7.2 - Kretanje stope inflacije u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz SURS, 2016.

Grafikon 3.7.2 prikazuje kretanje stope inflacije u Sloveniji u posmatranom desetogodišnjem periodu 2005–2015. godine. Stopa inflacije kao faktor od uticaja na kretanje berzanskog indeksa prikazuje verodostojno kretanje, gde u periodima ekonomske ekspanzije dolazi do rasta stope inflacije čak i do 7% u periodu pre nastanka velike globalne ekonomske (finansijske) krize, da bi u periodima recesije i krize stopa inflacije imala nizak, a od 2015. godine negativan predznak. Postkrizni period pokazuje nisku stopu inflacije što pokazuje nesigurnost potpunog oporavka i izlaska slovenačke ekonomije iz finansijske krize.

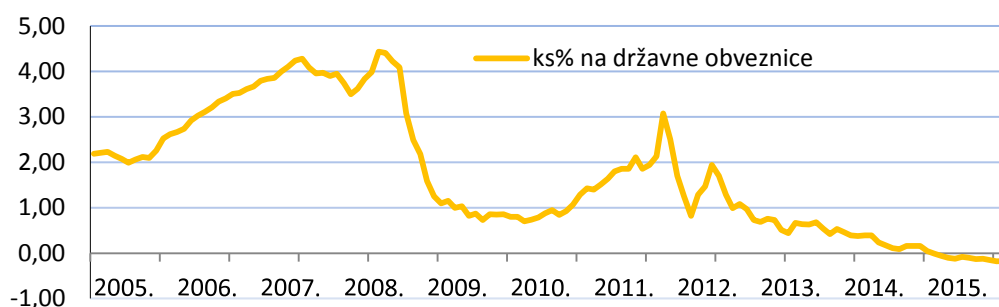
Grafikon 3.7.3 - Kretanje referentne kamatne stope CB Slovenije u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Bank of Slovenia, 2016.

Grafikon 3.7.3 prikazuje kretanje referentne kamatne stope centralne banke Slovenije u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Na grafikonu uočavamo sličan trend sa primerom razvijenog američkog finansijskog tržišta, gde je referentna kamatna stopa u predkriznom periodu bila na nivou od 3–4,5% kako bi se ekonomija koja se nalazila u stanju ekspanzije ovim instrumentom monetarne politike borila protiv inflacije. U vremenu krize beleži se pad referentne kamatne stope na nivo od 1%. U postkriznom periodu referentna KS centralne banke ima tendenciju pada, da bi 2015. godine bila veoma blizu 0%.

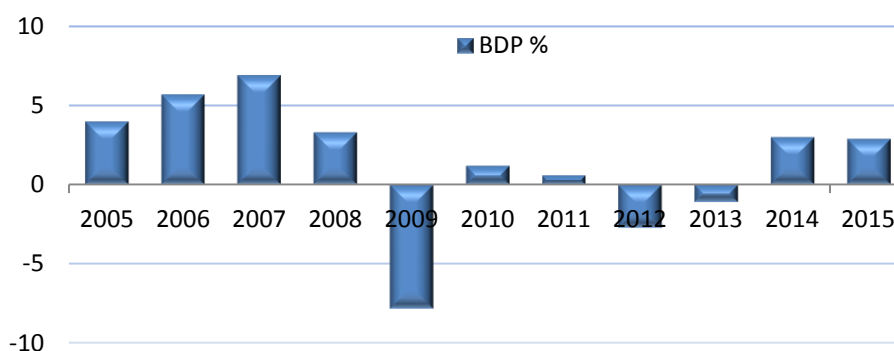
Grafikon 3.7.4 - Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Eurostat, 2016.

Na Grafikonu 3.7.4 prikazuje se kretanje kamatne stope na državne obveznice u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Trend kretanja ovog pokazatelja sličan je trendu kretanja referentne kamatne stope, izuzev 2011. godine kada se KS povećala na nivo od 3%. Pre krize KS na državne obveznice slovenačke vlade beležila je konstantan rast na nivou od 2–4,5% godišnje, da bi u periodu krize počela da pada. Pad se nastavio i posle 2011. godine, da bi 2015. godine KS na državne obveznice bila +/- 0%.

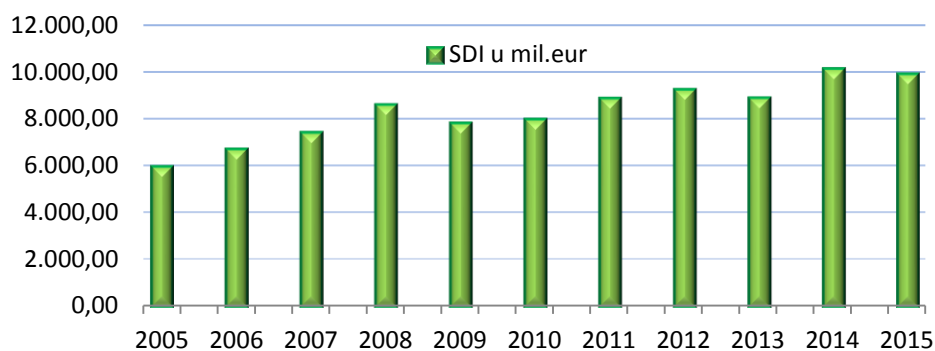
Grafikon 3.7.5- Kretanje bruto domaćeg proizvoda u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Statistical Office of the Republic of Slovenia, 2016.

Grafikon 3.7.5 prikazuje kretanje bruto domaćeg proizvoda u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Grafikon pokazuje pozitivne i rastuće stope rasta u predkriznom periodu, da bi se tokom 2009. zabeležila negativna stopa BDP-a, dok period od 2010. do 2013. godine pokazuje da se slovenačka ekonomija još nije oporavila od posledica krize. Godine 2014. i 2015. pokazuju pozitivne stope ekonomskog rasta od 2,5%.

Grafikon 3.7.6 - Kretanje stranih direktnih investicija u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Bank of Slovenia, 2016.

Grafikon 3.7.6 prikazuje kretanje stranih direktnih investicija u posmatranom desetogodišnjem periodu slovenačke ekonomije od 2005. do 2015. godine. U posmatranom periodu je zabeležen blagi rast stranih direktnih investicija bez većih oscilacija u odnosu na finansijsku krizu. Podaci pokazuju da je vrednost SDI 2005. godine iznosila 6 milijardi evra da bi 2015. godine SDI iznosile 10 milijardi evra.

3.8. Uporedni pregled indeksa BUX

BUX (*Budapest Exchange Index*) spada u berzanske indekse koji je među prvima kreiran u Centralnoj i Istočnoj Evropi nakon “oživljavanja” berzanskih tržišta početkom 90-ih godina XX veka. Takođe, BUX indeks je od 1999. godine se računa na osnovu ponderisanja tržišne kapitalizacije akcija koje se nalaze u slobodnom prometu. BUX predstavlja reprezentativni indeks finansijskog tržišta Mađarske koji obuhvata “najviše rangirane akcije - *blue chips*”, gde se korpa akcija sastoji od korporacija sa najvećom tržišnom vrednošću i najvećim obimom trgovanja prema izveštaju sa berze u Budimpešti (Budapest Stock Exchange, 2010⁹⁴).

Zanimljivo je da BUX berzanski indeks nema stalan broj akcija, ali nikada ne prelazi cifru od 25. Berzanski indeks BUX se smatra jednim od najstabilnijih berzanskih indeksa regiona, međutim BUX indeks beleži značajne nestabilnosti kretanja pogotovo u postkriznom periodu.

Slika 3.8.1 - Kretanje indeksa BUX u periodu 2005 –2015.

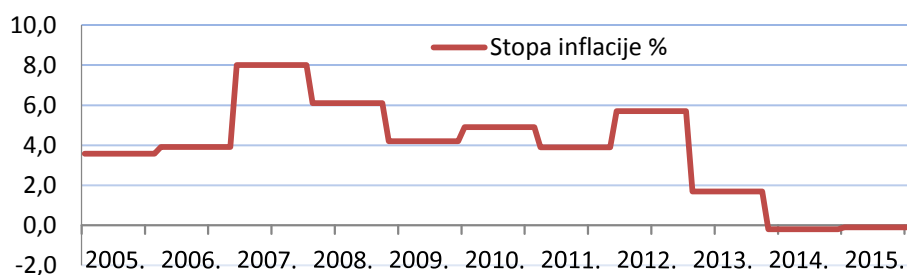
⁹⁴ Prema: Izveštaj sa berze u Budimpešti, Budapest Stock Exchange, 2016., <http://www.bse.hu/>



Izvor: Trading Economics, 2016.

Na Slici 3.8.1 prikazano je desetogodišnje kretanje vrednosti indeksa BUX, gde se uočava opadajući trend indeksa tokom 2008. i početkom 2009. godine (za vreme početka i trajanja finansijske krize). Potom od 2012. godine pa sve do 2015. godine uočava se stabilizacija posmatranog berzanskog indeksa, da bi od 2015. godine indeks beležio rast vrednosti.

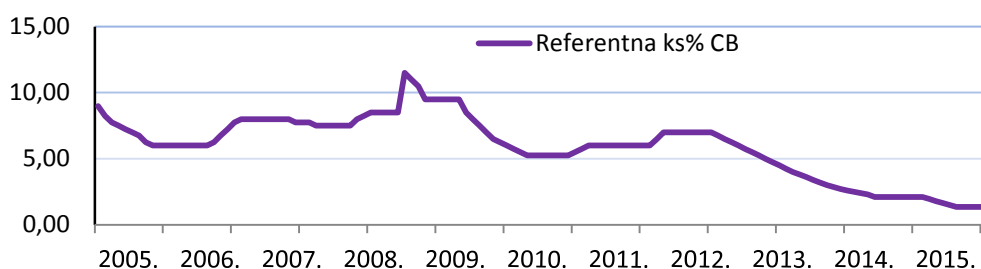
Grafikon 3.8.2 - Kretanje stope inflacije u periodu 2005 – 2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Hungarian Central Statistical Office, 2016.

Grafikon 3.8.2 prikazuje kretanje stope inflacije u Mađarskoj u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Stopa inflacije kao faktor od uticaja na kretanje berzanskog indeksa prikazuje nestabilno kretanje, gde u periodima ekonomske ekspanzije stope inflacije doseže čak i do 8% u periodu pre nastanka velike globalne ekonomske (finansijske) krize, međutim u kriznom periodu stopa inflacije odražava relativno visok nivo između 4–6%. Na grafikonu je zabeleženo da u postkriznom periodu dolazi do oštrog pada stope inflacije, što prati trend ekonomije EU i pokazuje potpuni deflaciju i borbu za oporavak i izlazak mađarske ekonomije iz finansijske krize.

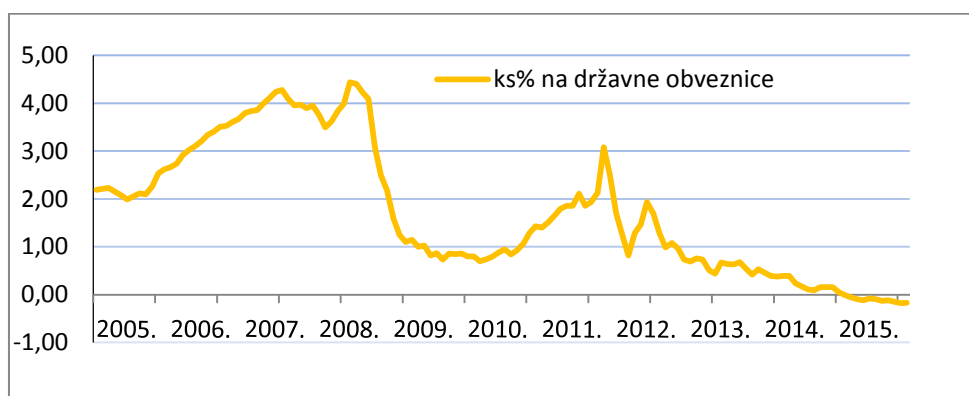
Grafikon 3.8.3 - Kretanje referentne kamatne stope CB Mađarske u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Central Bank of Hungary, 2016.

Grafikon 3.8.3 prikazuje kretanje referentne kamatne stope centralne banke Mađarske u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Na grafikonu uočavamo sličan trend sa primerom razvijenog američkog finansijskog tržišta, ali sa veoma različitim vrednostima. Referentna kamatna stopa u predkriznom periodu bila na nivou 10–12% kako bi se ekonomija koja se nalazila u stanju ekspanzije ovim instrumentom monetarne politike borila protiv inflacije. U vremenu krize beleži se pad referentne kamatne stope od sredine 2009. godine čiji se trend pada nastavio konstantno do kraja 2015. godine gde referentna kamatna stopa Centralne banke beleži vrednosti 1–2%.

Grafikon 3.8.4 - Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015.

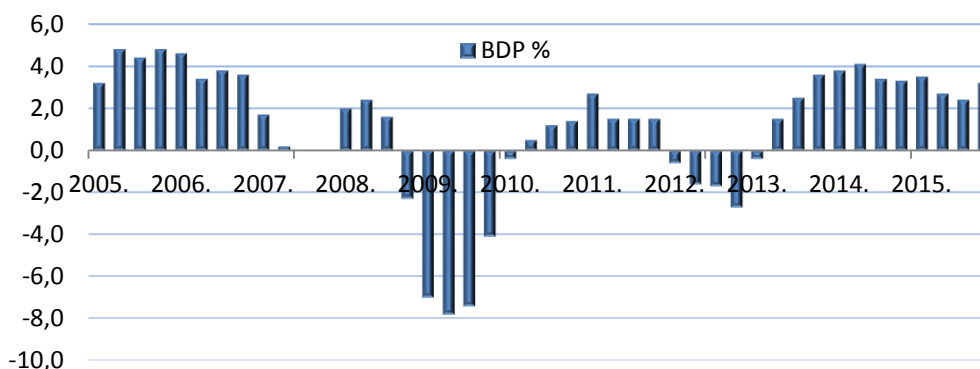


Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Eurostat, 2016.

Na Grafikonu 3.8.4 prikazuje se kretanje kamatne stope na državne obveznice u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Trend kretanja ovog pokazatelja sličan je trendu kretanja referentne kamatne stope, izuzev 2011. godine kada se KS povećala na nivo od 3%. Pre krize ks na državne obveznice mađarske vlade je beležila konstantan rast na nivou od 2–

4,5% godišnje, da bi u periodu krize počela da pada. Pad se nastavio i posle 2011. godine, da bi 2015. godine KS na državne obveznice imala negativan predznak.

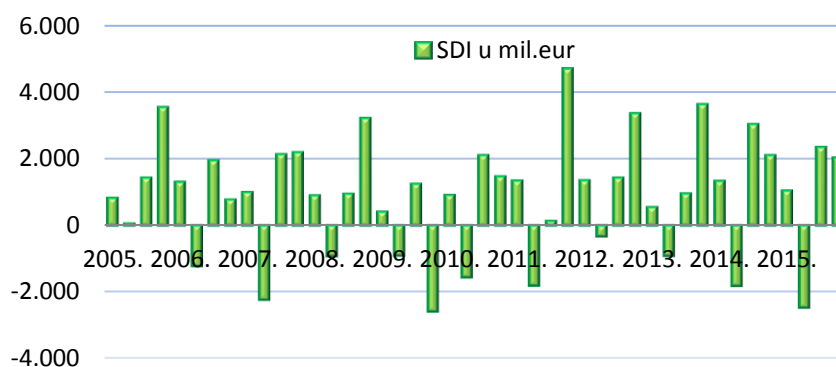
Grafikon 3.8.5 - Kretanje bruto domaćeg proizvoda, izraženog kvartalno, u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Hungarian Central Statistical Office, 2016.

Grafikon 3.8.5 prikazuje kretanje bruto domaćeg proizvoda, izraženog kvartalno u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Već se konstatovalo da se berze posmatraju kao indikator finansijskog tržišta i da se koriste za predviđanje kretanja realne ekonomije, odnosno bruto domaćeg proizvoda, a tu teorijsku pretpostavku takođe potvrđujemo i na primeru kretanja BUX berzanskog indeksa i BDP-a. U vreme nastanka velike globalne ekonomske krize “drastičan” pad cena akcija koji je reflektovao stanje recesije u budućnosti, dok “skokovi” cena akcija upućuje na ekonomski rast u budućem periodu sa određenim vremenskim lagovima.

Grafikon 3.8.6 - Kretanje stranih direktnih investicija, izraženo kvartalno, u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Hungarian Central Statistical Office, 2016.

Grafikon 3.8.6 prikazuje kretanje stranih direktnih investicija u posmatranom desetogodišnjem periodu mađarske ekonomije od 2005. do 2015. godine. U posmatranom periodu je zabeležen, odnosno može se uočiti stabilan priliv SDI u proseku između 2 i 4 milijardi evra godišnje, bez većih oscilacija u odnosu na finansijsku krizu.

3.9. Karakteristike indeksa CROBEX

Indeks CROBEX predstavlja reprezentativni berzanski indeks Hrvatske berze, kog je Zagrebačka berza uvela od sredine 1997. godine. CROBEX indeks je ponderisan tržišnom kapitalizacijom akcija koje se nalaze u slobodnom prometu, pri čemu je učešće pojedinačne akcije u indeksnoj korpi ograničeno na 15%. Od sredine 2010. godine indeksnu korpu berzanskog indeksa CROBEX čine akcije 25 najznačajnijih kompanija u Hrvatskoj, prema Izveštaju Zagrebačke berze (Zagrebačka berza, 2016⁹⁵). Svakako da je CROBEX berzanski indeks kao i prethodno navedeni indeksi beleže kretanja koja su uslovljena situacijom na međunarodnom, ali i regionalnom finansijskom tržištu.

Slika 3.9.1 - Kretanje indeksa CROBEX u periodu 2005–2015.

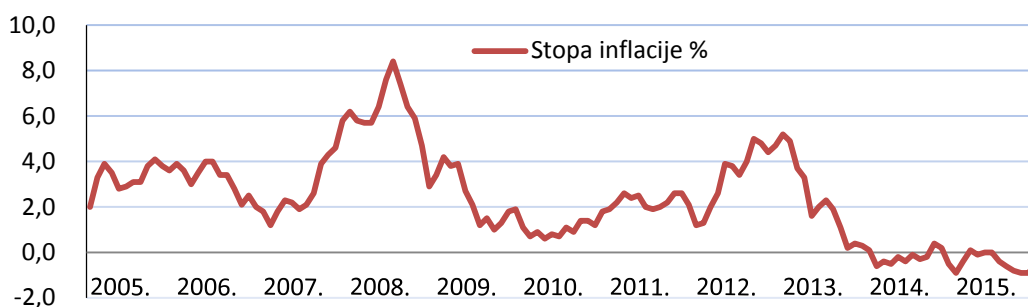


Izvor: Trading Economics, 2016.

Na Slici 3.9.1 prikazano je desetogodišnje kretanje vrednosti indeksa CROBEX. Berzanski indeks CROBEX dostiže najviše istorijske vrednosti krajem 2007. i početkom 2008. godine, međutim uočava se da tokom 2008. godine dolazi do “drastičnog” pada vrednosti indeksa, da bi od sredine 2009. godine indeks imao stagnirajući trend koji još uvek traje.

⁹⁵ Prema: Izveštaj sa zagrebačke berze, Zagreb Stock Exchange, 2016. <http://www.zse.hr/>

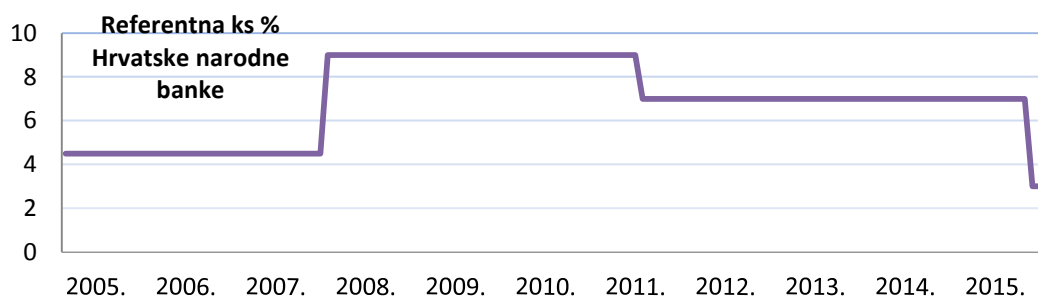
Grafikon 3.9.2 - Kretanje stope inflacije u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz hrvatskog Zavoda za statistiku, 2016.

Grafikon 3.9.2 prikazuje kretanje stope inflacije u Hrvatskoj u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Stopa inflacije kao faktor od uticaja na kretanje berzanskog indeksa prikazuje verodostojno kretanje, gde u periodima ekonomske ekspanzije dolazi do rasta stope inflacije čak i preko 8% u periodu pre nastanka velike globalne ekonomske (finansijske) krize, da bi u periodima recesije i krize stopa inflacije imala nizak nivo između 1 i 2%. U Hrvatskoj ekonomiji tokom 2012. godine uočava se trend rasta stope inflacije na nivo od skoro 6%, međutim, već od 2013. godine kreće pad stope inflacije, da bi od 2015. godine imala negativan predznak.

Grafikon 3.9.3 - Kretanje referentne kamatne stope CB Hrvatske u periodu 2005–2015.

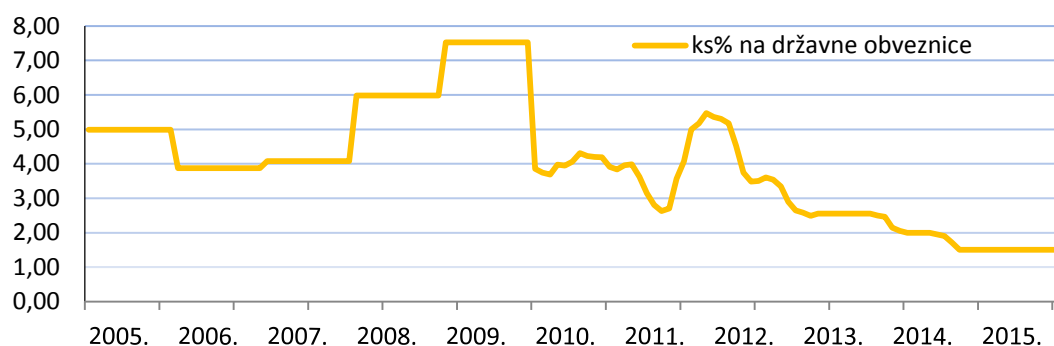


Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Centralne banke Hrvatske, 2016.

Grafikon 3.9.3 prikazuje kretanje referentne kamatne stope centralne banke Hrvatske u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Na grafikonu uočavamo da je referentna kamatna stopa u predkriznom periodu bila na nivou između 4–5%. Ono što se uočava jeste da je referentna KS CB Hrvatske za vreme kriznog perioda bila na višem nivou nego pre

krize, a to je između 8–9%. Blagi pad se uočava tek 2011. godine da bi se referentna KS CB Hrvatske održala na nivou od cca 7% do 2015. godine. Tek tokom 2015. referentna KS beleži pad na 3%.

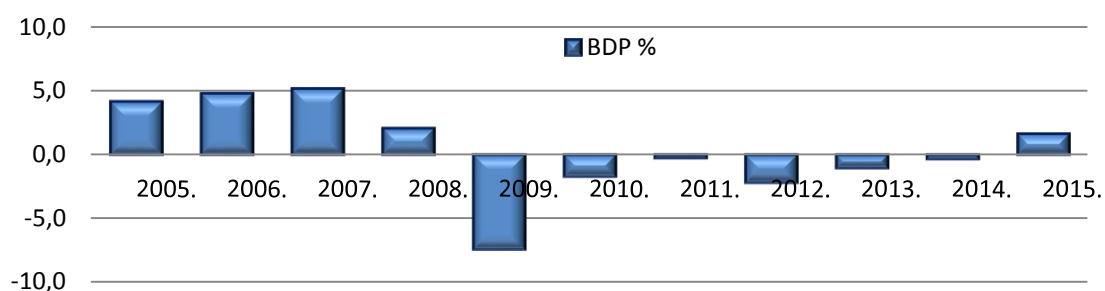
Grafikon 3.9.4 - Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz Centralne banke Hrvatske, 2016.

Na Grafikonu 3.9.4 prikazuje se kretanje kamatne stope na državne obveznice u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Trend kretanja ovog pokazatelja na primeru Hrvatske nije sličan trendu kretanja referentne kamatne stope. Referentna KS je od 2005. imala pozitivan trend na nivou između 5 i 7,5%. Zatim se početkom 2010. godine i sredinom 2011. uočavaju dva oštra pada KS na nivo od 2,75%. Pad KS na državne obveznice se nastavio i u postkriznom periodu, gde se tokom 2015. održava na nivou od 1,5%.

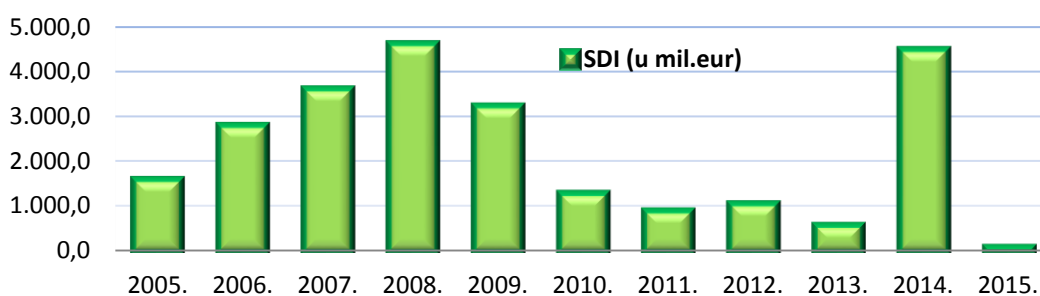
Grafikon 3.9.5 - Kretanje bruto domaćeg proizvoda u periodu 2005–2015.



Izvor: Delo autora na osnovu podataka iz Hrvatskog Zavoda za Statistiku, 2016.

Grafikon 3.9.5 prikazuje kretanje bruto domaćeg proizvoda u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Grafikon pokazuje pozitivne i rastuće stope rasta u predkriznom periodu, da bi se tokom 2009. zabeležila negativna stopa BDP-a, gde sav period od 2010. do 2015. godine pokazuje da se hrvatska ekonomija još uvek nije u potpunosti oporavila od posledica krize. Tek 2015. godina pokazuje pozitivnu stopu ekonomskog rasta od 1,6%.

Grafikon 3.9.6 - Kretanje stranih direktnih investicija u periodu 2005–2015.



Izvor: Delo autora na osnovu podataka iz Centralne banke Hrvatske, 2016.

Grafikon 3.9.6 prikazuje kretanje stranih direktnih investicija u posmatranom desetogodišnjem periodu hrvatske ekonomije od 2005. do 2015. godine. Najveći iznos SDI je zabeležen 2008. godine, a potom 2014. godine preko 4 milijardi evra. U pred-kriznom periodu beleži se konstantni rast SDI od 1,5 do 4,5mlrs evra, da bi se u kriznom periodu beležio pad čak i ispod 1 milijarde evra godišnje. Smanjeni nivo priliva SDI se nastavio sve do kraja 2015, izuzev 2014. godine.

3.10. Osnovna obeležja BELEX15

Beogradska berza je kreirala novi i moderniji indeks BELEX15 čije je izračunavanje počelo 1. oktobra 2005. godine. BELEX15 je indeks koji je ponderisan tržišnom kapitalizacijom akcija koje se nalaze u slobodnom prometu (*free float*). Berzanski indeks Belex15 se sastoji od akcija kojima se trguje metodom kontinuiranog trgovanja, a koje su ispunile kriterijume za ulazak u indeksnu korpu. Vrednost "komponenti" u indeksu je ograničena na maksimalnih 20% ukupne tržišne kapitalizacije indeksa. Indeks Belex15 se sastoji od najlikvidnijih akcija ukupno 15 kompanija na finansijskom tržištu Srbije i namenjen je da bude analitički alat za investitore i sve

druge koji proučavaju trendove kretanja cena. Trendovi i istorijski podaci na ovom tržištu prema se mogu preuzeti i iz izveštaja sa beogradske berze (Beogradska berza, 2016⁹⁶).

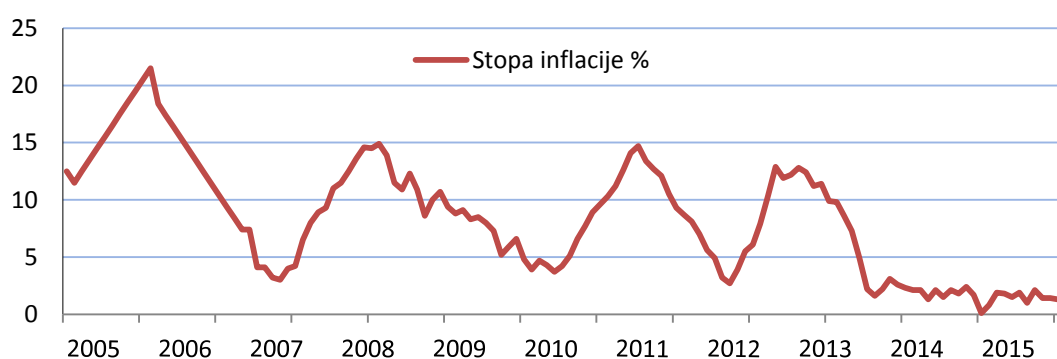
Slika 3.10.1 - Kretanje indeksa BELEX15 u periodu 2005–2015.



Izvor: Trading Economics, 2016.

Na Slici 3.10.1 prikazano je desetogodišnje kretanje vrednosti indeksa BELEX15. Berzanski indeks BELEX15 beleži najviše istorijske vrednosti sredinom 2007. godine, ali na slici 3.10.1 jasno se uočava da krajem 2007. dolazi do “drastičnog” pada vrednosti indeksa. Pad vrednosti akcija se zaustavio 2009. godine, da bi od tada indeks imao stagnirajući trend koji još uvek traje.

Grafikon 3.10.2 - Kretanje stope inflacije u periodu 2005–2015.



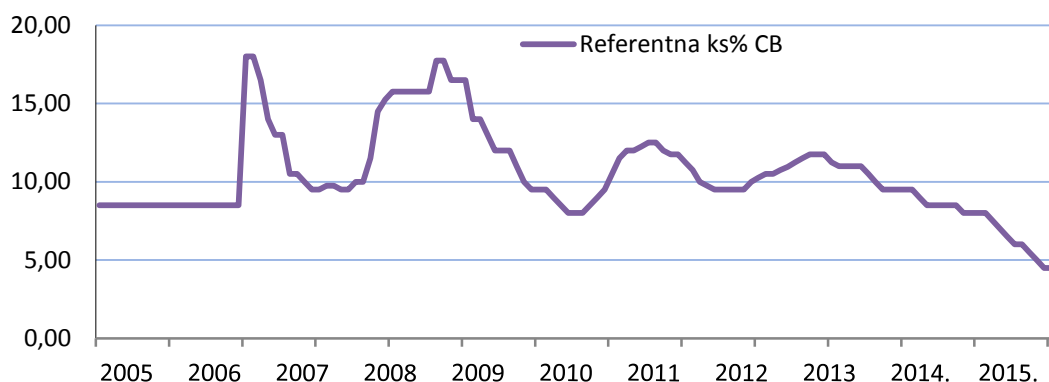
Izvor: delo autora na osnovu podataka iz NBS, 2016.

Grafikon 3.10.2 prikazuje kretanje stope inflacije u Srbiji u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Stopa inflacije kao faktor od uticaja na kretanje berzanskog indeksa na primeru Srbije prikazuje ciklično kretanje, zbog strukturnih problema srpske

⁹⁶ Prema: Izveštaj sa Beogradske berze, Belgrade Stock Exchange, 2017. <http://www.belex.rs/>

ekonomije nasleđenih iz prethodnog perioda. U srpskoj ekonomiji tokom posmatranog perioda stopa inflacije konstantno beleži rast pa potom pad, da bi se sredinom 2013. kretanje stope inflacije stabilizovalo na nivou između 1 i 3% u proseku.

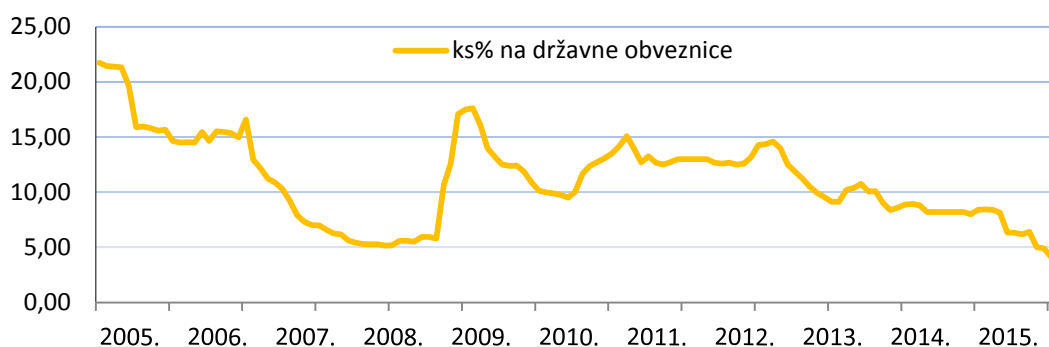
Grafikon 3.10.3 - Kretanje referentne kamatne stope CB Srbije u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz NBS, 2016.

Grafikon 3.10.3 prikazuje kretanje referentne kamatne stope Narodne banke Srbije u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Na grafikonu uočavamo da je referentna kamatna stopa, generalno posmatrano, bila visoka i nije dosledno pratila pad vrednosti berzanskog indeksa zbog finansijske krize. Visok nivo referentne kamatne stope (na nivou između 1 i 17%) objašnjavamo postojanjem visoke stope inflacije, gde je u ovom slučaju restriktivna monetarna politika korišćena kao instrument koji se primenio protiv inflacije. Do značajnijeg pada referentne kamatne stope NBS dolazi od 2013. kada se i rizik inflacije smanjio tako da je referentna KS iznosila manje od 5% do kraja 2015. godine.

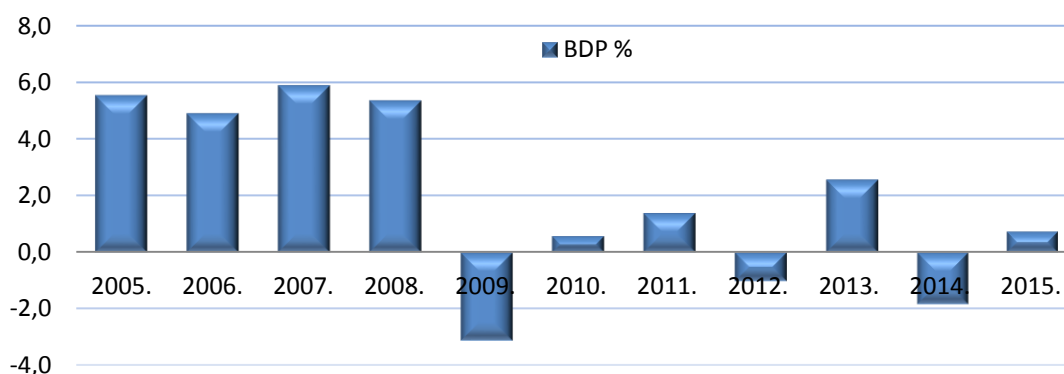
Grafikon 3.10.4 - Kretanje kamatne stope na državne obveznice u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz NBS, 2016.

Na Grafikonu 3.10.4 prikazuje se kretanje kamatne stope na državne obveznice u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Trend kretanja ovog pokazatelja na primeru Srbije ne prati trend kretanja referentne kamatne stope. Referentna KS je od 2005. imala negativan trend pada sa nivoa od 20% na nivo od 5% skoro do 2009. godine. Zatim se početkom 2009. beleži rast i ujedno pad, da bi se od 2010. KS održavala na nivou od cca 10% sa blagim padom koji je pratio period do 2015. godine. Krajem 2015. KS na državne obveznice Vlade Srbije je na nivou ispod 5%.

Grafikon 3.10.5 - Kretanje bruto domaćeg proizvoda u periodu 2005–2015.

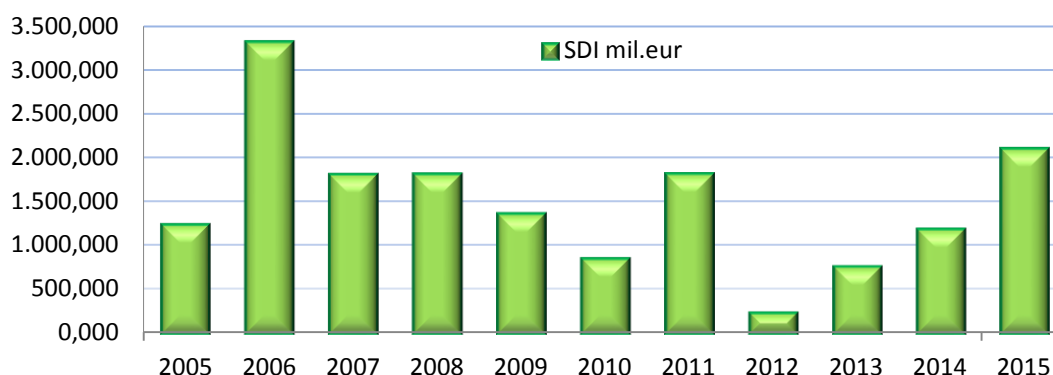


Izvor: delo autora na osnovu podataka iz NBS, 2016.

Grafikon 3.10.5 prikazuje kretanje bruto domaćeg proizvoda u posmatranom desetogodišnjem periodu od 2005. do 2015. godine. Grafikon pokazuje pozitivne i rastuće stope rasta u predkriznom periodu, da bi se tokom 2009. zabeležila negativna stopa BDP-a, gde sav period od

2010. do 2015. godine pokazuje da se srpska ekonomija još nije oporavila od posledica krize da bi se beležile stope rasta kao i u predkriznom periodu. Godine 2010, 2011, 2013. i 2015. beleže blage pozitivne stope rasta.

Grafikon 3.10.6 - Kretanje stranih direktnih investicija u periodu 2005–2015.



Izvor: delo autora na osnovu podataka iz NBS, 2016.

Grafikon 3.10.6 prikazuje kretanje stranih direktnih investicija u posmatranom desetogodišnjem periodu srpske ekonomije od 2005. do 2015. godine. Najveći iznos SDI je zabeležen 2006. godine (preko 3 milijardi evra), a potom tek 2011. blizu 2 milijarde evra. U predkriznom periodu beleže se stabilni iznosi SDI. Pad počinje sa 2009. godinom (izuzev 2011.), da bi se od 2012. godine beležio konstantni rast SDI sve do kraja 2015.

3.11. Tradicionalna portfolio teorija

Skup različitih hartija od vrednosti, koje su u vlasništvu finansijskih institucija ili individualnih investitora, naziva se portfolio (*eng. portfolio*) prema Anđeliću i Đakoviću (2017⁹⁷). U širem smislu, portfolio sadrži akcije, obveznice, opcije, nekretnine i ostala sredstva koja imaju vrednost i za koju se očekuje da će je zadržati. U analizi, selekciji i menadžmentu portfolija, statistika i verovatnoća koriste se u svim fazama investiranja i predstavljaju neizostavni preduslov efikasnog portfolio menadžmenta. Različite statističke tehnike i metode vrlo su važne za praktičan pristup portfoliju, dok se teorijski pristup kreiranja portfolija zasniva na matematičko-statističkim osnovama usmerenim ka obezbeđivanju dovoljne količine relevantnih informacija. Spremnost investitora da preuzme određeni nivo rizika investiranja zavisi od strukturalnih

⁹⁷ Prema: Anđelić, G. i Đaković, V. (2017). *Osnove investicionog menadžmenta* - drugo dopunjeno i izmenjeno izdanje, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, str. 469.

karakteristika portfolija, rokova dospeća i očekivane stope prinosa. Na taj način portfolio postaje nezavisna varijabla zato što od njegovih karakteristika u velikoj meri zavisi pravac i način donošenja odluka o investiranju. Savremena teorija investiranja daje veliki značaj tržišnoj kapitalizaciji rizika i prinosa od investiranja, jer se na taj način obezbeđuju značajni parametri i pokazatelji kvaliteta određenog portfolija. Portfolio je sa druge strane i zavisna varijabla, zato što struktura i oblici finansijskih instrumenata koji čine portfolio u velikoj meri zavise od uspešnog ispunjenja unapred definisanih ciljeva koji se mogu ostvariti kreiranjem određenog portfolija. Portfolio teorija ustvari predstavlja analitički pristup selekciji i menadžmentu portfolija i može se hronološki podeliti na tradicionalnu (klasničnu) i savremenu (modernu) portfolio teoriju. Poslednjih godina javlja se i postmoderna portfolio teorija, koja je još uvek nedovoljno afirmisana.

Tradicionalna teorija polazi od jednostavnih kvantitativnih i kvalitativnih analiza, gde investitori sami kreiraju svoj portfolio bez ulaska u dublje tehničke analize rizika i prinosa. Zasniva se na sledećim osnovnim pravilima (Anđelić i Đaković, 2017⁹⁸):

- investitori preferiraju viši u odnosu na niži prinos,
- podizanje prinosa moguće je uz preuzimanje dodatnog rizika,
- sposobnost ostvarivanja viših prinosa zavisi od procene i stope tolerancije rizika od strane investitora,
- diverzifikacijom se može umanjiti iznos rizika.

Tradicionalna portfolio teorija sa nedovoljnom preciznošću i neretko subjektivnošću izvršava odabir hartija od vrednosti koje treba da čine efikasan portfolio, rukovodeći se potrebama i sklonostima investitora.

3.12. Savremena portfolio teorija

Moderna portfolio teorija⁹⁹ predstavlja matematičko-statističku formulaciju selekcije akcija i HoV u cilju smanjenja ukupnog rizika portfolija. Formiranje optimalnog portfolia predstavlja postupak kombinovanja različitih HoV. Upotreba matematike i statistike, može se reći i ekonometrije se koristi pri dobijanju pondera, odnosno udela pojedinih HoV u portfoliju, čiji je

⁹⁸ Prema: Anđelić, G. i Đaković, V. (2017). *Osnove investicionog menadžmenta* - drugo dopunjeno i izmenjeno izdanje, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, str. 481-482.

⁹⁹ Savremena ili moderna portfolio teorija je rezultat rada Heri Markovica (Harry Markowitz) koji je objavio 1952. godine "*Portfolio Selection*", za koji je dobio Nobelovu nagradu 1990. godine, a koju sa njim dele autori Merton Miler (Merton Miller) i Vilijam Šarp (William Sharpe).

cilj da ukupni rizik portfolia bude manji od rizika pojedinačnih HoV u portfoliju. Pre nastanka moderne portfolio teorije, investitori su portfolio sastavljali sa nedovoljnom preciznošću i neretko subjektivnošću rukovodeći se potrebama i sklonostima, jer su pretpostavljali da ta tehnika maksimizuje očekivani prinos portfolija. Performanse odnosno kvalitet portfolia je bi ocenjivan na osnovu stope prinosa, bez obzira na rizik. Nisu postojale i nisu bile razvijene mere za rizik, tako da se taj koncept nije posebno razmatrao.

Međutim, kako se razvijala teorija portfolia tokom 50-tih godina prošlog veka, sve više je rastao značaj merenja rizika posmatranog kroz promenljivost prinosa. U tom periodu, rizik i prinos su se posmatrali odvojeno, nije postojala mogućnost kombinovanja. Portfolio bi bio grupisan u grupe sa približnim nivoom rizika koji se merio varijansom povrata. Zaključuje se da moderna portfolio teorija pokazuje jasno i nedvosmisleno da se rizik portfolija, koji se meri standardnom devijacijom, može smanjiti procesom diverzifikacije, ukoliko investitori formiraju portfolio na osnovu mere rizika i prinosa, umesto od akcija koje imaju samo visoke stope prinosa.

Moderna portfolio teorija prema Bodiju i saradnicima (Bodie i drugi, 2007¹⁰⁰) podrazumeva nekoliko pretpostavki za funkcionisanje:

1. Svi investitori će odabrati da prilikom formiranja portfolia drže deo rizične finansijske imovine koji je u odnosu na ukupan tržišni portfolio dvostruko manji, dakle investitori nisu skloni riziku,
2. Ne samo da će tržišni portfolio biti na granici efikasnosti, već će imati tendenciju da teži optimalnom rastu prinosa u liniji sa ostalim investitorima,
3. Premija rizika na tržišnom portfoliju će biti proporcionalna njegovom riziku i stepenu averzije prema riziku za određenog investitora i
4. Premija rizika na pojedinačnoj HoV će biti srazmerna zbiru premije za rizik na tržišni portfolio i beta koeficijenta sigurnosti.

Prema tome, pristup upravljanju portfolijom koji zastupa Markovic (Markowitz) baziran je na sledećim pretpostavkama¹⁰¹:

- 1) investitori nastoje da maksimiraju očekivanu korisnost u određenom periodu,

¹⁰⁰ Prema: Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. J. (2007). *Investments*, New York, McGraw Hill Inc, p. 283.

¹⁰¹ Prema: Anđelić, G. i Đaković, V. (2017). *Osnove investicionog menadžmenta* - drugo dopunjeno i izmenjeno izdanje, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, str. 493.

- 2) investitori zasnivaju investicione odluke isključivo na osnovu očekivanog prinosa i rizika i
- 3) za određeni nivo rizika investitori preferiraju veće prinose u odnosu na niže prinose.

Opšta karakteristika portfolija jeste rizik. Konstituisanjem portfolija postiže se diverzifikacija investiranja kojom se umanjuje rizik. Diverzifikacija prema Mankivu i Tejloru (Mankiw i Taylor, 2006¹⁰²) predstavlja kombinaciju više finansijskih instrumenata sa različitim stopama prinosa, gde je ukupan rizik portfolia manji od rizika pojedinačnih HoV. Rizik portfolija je niži od rizika svakog pojedinačnog finansijskog instrumenta koji se nalazi u portfoliu. Korist od diverzifikacije se ogleda u smanjenju ukupnog rizika prilikom investiranja. Portfolio diverzifikacija pruža investitoru zaštitu od:

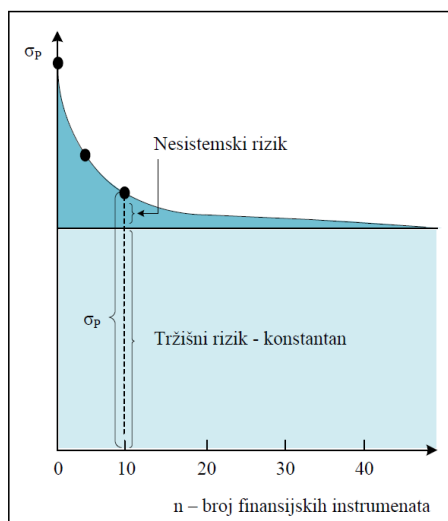
- cikličnih kretanja poslovanja,
- dugoročnih promena u industriji i
- gubitka položaja određenih kompanija.

Šim i Sigel (Shim i Siegel, 1988¹⁰³) sa aspekta mogućnosti da se diverzifikacijom plasmana utiče na rizik razlikuju: **sistemski** i **nesistemski rizik**. Sistemski ili tržišni rizik jeste deo ukupnog rizika na koji se diverzifikacijom portfolija ne može uticati. To je deo rizika koji proističe iz tržišnih neizvesnosti i opštih ekonomskih kretanja. Rizik koji se može eliminisati diverzifikacijom plasmana naziva se specifični ili nesistemski rizik. Za vlasnika jednog finansijskog instrumenta bitan je specifični rizik gotovo u celini. Rizik portfolija smanjuje se sa rastom broja instrumenata u portfoliju. Ako je broj finansijskih instrumenata u portfoliju takav da uključuje sve finansijske instrumente na tržištu onda rizik portfolija postaje u stvari rizik ukupnog tržišta, što je i predstavljeno na slici.

Slika 1.11.1 – Prikaz sistemskog (tržišnog) i nesistemskog rizika

¹⁰² Prema: Mankiw, G., Taylor, M. (2006). *Economics*, Thomson Learning, p.p 582-584.

¹⁰³ Prema: Shim, J.K., Siegel, J.G. (1988). *Handbook of Financial Analysis, Forecasting and Modeling.*, Prentice Hall Inc, p. 109.



Izvor: Autor

Diverzifikacija portfolija može biti i **vremenska**. Pri svakom investiranju postoji rizik pada cene aktive nakon investiranja. Rizik postoji i u situacijama kada je period držanja investicije isuviše kratak ili u pogrešnoj vremenskoj fazi da bi investicija mogla da iskaže svoje potencijalne investicione prinose. Kao rešenje ovih rizika moguće je diverzifikaciju plasmana posmatrati sa vremenskog stanovišta, odnosno kada se vrši postupak sukcesivnog investiranja većeg broja podjednakih delova ukupne investicije sa ciljem smanjivanja rizika investiranja u nepovoljnom trenutku. Kao oblik vremenske diverzifikacije javlja se i strategija dugoročnog investiranja u rizične plasmane kako bi se izbegli potencijalni loši periodi, odnosno na ovaj način rizične investicije mogu postati manje rizične.

Međunarodna diverzifikacija – proces internacionalizacije i globalizacije finansijskih tržišta omogućio je investitorima da investiraju u inostrane HoV i da se diverzifikacijom u ino HoV obezbedi dodatni efekat i smanji sistemski rizik na nacionalnom nivou. Izbor zemlje u koje treba investirati zasniva se na stabilnosti nacionalne valute, kapitalnoj apresijaciji njihovih finansijskih tržišta i ostvarive prosečne dividendne prinose. Zemlje u razvoju su danas posebno interesantna investiciona područja, jer po pravilu one beleže više stope privrednog rasta i stope prinosa, te su veoma privlačne za inostrane portfolio investitore, naročito investicione fondove i osiguravajuće kompanije.

Najnovija (i ne tako poznata) postmoderna portfolio teorija, polazi od različitog pristupa varijabiliteta prinosa i samo varijabilitet naniže u odnosu na očekivanu vrednost stope prinosa tretira se kao rizik, dok odstupanja prinosa naviše, u odnosu na očekivanu vrednost, donosi

dobitak investitoru. Ova teorija deli rizik na dobar i loš, a za meru lošeg rizika uzima poluvarijansu. Postmoderna teorija polazi od realnijeg sagledavanja šta investitori doživljavaju kao pravi rizik i uvodi novi parametar minimalno prihvatljiv prinos, smatraju autori Anđelić i Đaković (2017¹⁰⁴).

Još jedna podela portfolija u studiji Hegstroma (Hegstrom, 2006¹⁰⁵) vrši se na osnovu aktivne i pasivne strategije upravljanja portfolijom. Voren Bafet (Warren Buffett¹⁰⁶) smatra da menadžeri koji aktivno upravljaju portfolijom neprestano kupuju i prodaju veliki broj običnih akcija. Njihov zadatak je da zadovolje želje svojih klijenata i da portfolio bude pozitivan u odnosu na tržište u celini. Dok se indeksno investiranje zasniva na pasivnom upravljanju portfolijom, odnosno sloganom „kupi i drži”, što podrazumeva prikupljanje, a zatim držanje portfolija običnih akcija, sačinjenog tako da prati kretanje određene vrste indeksa.

¹⁰⁴ Prema: Anđelić, G. i Đaković, V. (2017). *Osnove investicionog menadžmenta* - drugo dopunjeno i izmenjeno izdanje, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka, str. 479.

¹⁰⁵ Prema: Hegstrom, R. G. (2006). *Voren Bafet za sva vremena: principi stari, ekonomija nova*, Plato, Beograd, str. 11.

¹⁰⁶ Voren Edvard Bafet (Warren Edward Buffett) je svetski poznat investitor, CEO osiguravajuće kompanije [Berkshire Hathaway](#) gde poseduje više od 38 % deonica. Prema [Forbsovoj](#) listi, Bafet se smatra jednim od najbogatijih ljudi na svetu, čija je vrednost imovine procenjena na preko 62 milijarde dolara. Takođe, Bafet je jedan od najuticajnijih poslovnih ljudi u SAD, čije mišljenje o finansijskim pitanjima uživa veliki ugled. Sa druge strane poznat je po skromnom načinu života. Izneo je određene stavove o nasleđstvu, sa tvrdnjom da ga treba ukinuti jer guši ekonomski razvoj i preduzetništvo.

IV TEORIJSKE PODLOGE

U ovom poglavlju se predstavlja pregled ekonometrijskih modela i testova koji se koriste u istraživačkom procesu. U istraživačkom delu disertacije se upotrebljava naučna metoda modeliranja, koja u suštini predstavlja pristup generisanja modela koji primenom istražuju osobine empirijskih podataka, ekonomske fenomene, kao i uzročno-posledične veze između posmatranih varijabli. U poglavlju IV prikazani su osnovni teorijski aspekti pojmova volatilnosti, kao i ekonometrijskih modela vremenskih serija ARCH (*Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*) i GARCH (*Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*). Nakon detaljnog prikaza nastanka, razvijanja i izazova sa kojima se susreću predmetni modeli, prikazuje se i pregled rezultata naučno-istraživačkog rada u predmetnoj oblasti. Pošto modeliranje u disertaciji podrazumeva upotrebu vremenskih serija, prvi korak u ispravnoj konstrukciji modela je sagledavanje nekih od osnovnih osobina vremenskih serija: stacionarnost, autokorelacija, skedastičnost, empirijska distribucija, teški repovi, grupisanje volatilnosti, efekat poluge, itd. Nakon toga daje se pregled ARCH i GARCH modela čiji se prilagođeni oblici koriste u radu. Pregled literature predstavlja značajnu podlogu za dalju nadogradnju i primenu prilagođenih ARCH i GARCH modela koji su značajni za portfolio investitore prilikom donošenja odluka o investiranju, odnosno u funkciji su optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

4.1. Volatilnost kao karakteristika savremenih tržišnih prilika

Volatilnost je merilo nepredvidive promene varijable u određenom periodu. Volatilnost određene HoV prikazuje promenu njegove cene u prethodnom periodu, a izražava se kao standardna devijacija promenljivosti cene u tom periodu. Rizik se meri putem volatilnosti: što je volatilnost HoV veća, to je veća rizik ulaganja u tu HoV smatra Cej (Tsay, 2010¹⁰⁷).

U naučno-istraživačkoj literaturi termin volatilnost se koristi kako bi se izrazio rizik promene cena HoV. Volatilnost predstavlja i instrument za merenje i upravljanje rizikom, a koristi se i za procenu vrednosti tržišnih materijala, kao i za optimizaciju portfolija HoV. Sa matematičko-statističkog, odnosno ekonometrijskog stanovišta, što će se kasnije i detaljno predstaviti, volatilnost predstavlja uslovnu standardnu devijaciju povrata (prinosa). Osnovna pretpostavka modela koji se bave volatilnošću jeste da varijansa grešaka modela nije konstantna, nego se

¹⁰⁷ Prema: Tsay, R. S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. A John Wiley & sons, inc., publication, p. 109.

menja kako se menja vreme (t) navodi Cej (Tsay, 2010¹⁰⁸). Osnovni cilj ekonometrijskih modela koji se primenjuju u disertaciji jeste izračunavanje mera volatilnosti prinosa berzanskih indeksa i gaktora od uticaja koju je moguće koristiti pri donošenju različitih odluka o investiranju.

Određeni ekonometrijski modeli, kao na primer Blek-Šols (engl. *Black-Scholes*) (model rizične vrednosti), uključuju ocenjenu ili predviđenu vrednost volatilnosti. Kako bi se ocenila volatilnost, najbolje je uključiti rezultate informacija koji se odnose na prošle vrednosti stopa prinosa. Tako da je najbolji način izraziti volatilnost putem uslovne standardne devijacije prinosa HoV. U prethodnom periodu, poseban značaj u ekonometrijskoj praksi ima predikcija volatilnosti, prevashodno zbog uloge volatilnosti pri merenju rizika, navode Mladenović i Nojković (2011¹⁰⁹). Nove informacije na tržištu izazivaju reakcije investitora, što dalje za posledicu ima kupoprodaju npr. akcija na berzi. Kupoprodaja akcija utiču na kretanje cene akcija, a time i na očekivane stope povrata. Nove informacije na berzi, takođe mogu imati za rezultat rast ili pad obima transakcija na berzi. Zaključuje se da nove informacije koje utiču na promene cena HoV utiču i na povećanje volatilnosti stopa povrata koji ima opadajuću funkciju tokom vremena. Ponovni rast volatilnosti javlja se sa pristizanjem novih informacija na berzi. Stope povrata berzanskih indeksa tako imaju faze niske i visoke volatilnosti u vremenu (t). Tako da, postoji veći stepen korelacije između volatilnosti povrata, nego između nivoa na kom se prinosi nalaze. Ukoliko je informacija koju poseduju investitori pozitivna, stepen volatilnosti će biti manji, dok ukoliko je informacija negativna, stepen volatilnosti će biti veći. U teoriji verovatnoće napred navedena pojava predstavlja **uslovnu varijansu**. Za osobinu uslovne varijanse da se menja u vremenu što označava nestabilnost varijanse slučajne greške, koristi se ekonometrijski termin – uslovna heteroskedastičnost¹¹⁰.

Posebna karakteristika volatilnosti je činjenica da je nije moguće direktno posmatrati smatra Cej (Tsay, 2010¹¹¹). Ukoliko bi na berzanskom tržištu postojali podaci o npr. desetominutnom povratu cena akcija, onda bi se mogla tačno izračunati dnevna volatilnost. Međutim, tačnost navedenih proračuna zahteva pažljivo proučavanje, jer se dnevna volatilnost sastoji od unutar dnevnih i prekonoćnih volatilnosti bez razlike u varijacijama između dana trgovanja.

¹⁰⁸ Prema: Tsay, R.S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. A John Wiley & sons, inc., publication, p.p 110-111.

¹⁰⁹ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 2-3.

¹¹⁰ Uzrok Heteroskedastičnosti je najčešće uslovljen greškama pri specifikaciji modela (na primer ukoliko se izostavi određeni važan regresor čiji uticaj nije obuhvaćen greškom) ili ukoliko ne postoji funkcionalna forma modela.

¹¹¹ Prema: Tsay, R.S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. A John Wiley & sons, inc., publication, p. 110.

Visoke frekvencije unutardnevnih povrata sadrže veoma ograničene i oskudne podatke prekonoćnih oscilacija. Tako da nemogućnost posmatranja dnevnih volatilnosti stope povrata utiče i znatno otežava procenu evaluacije moći predviđanja heteroskedastičnih modela. Iako volatilnost nije direktno vidljiva, ona ima određene karakteristike koje se najčešće ogledaju prilikom posmatranja stope povrata finansijske aktive. Prva karakteristika volatilnosti jeste da se ona vremenom grupiše, odnosno da postoji volatilnost „klastera”¹¹² (tj. volatilnost u određenim periodima može biti visoka, a u drugim niska). Druga karakteristika jeste da volatilnost razvija kontinuitet tokom vremena, tj. volatilni skokovi su retki. Treća karakteristika volatilnosti jeste da volatilnost ne seže u beskonačnost, već varira unutar određenog vremenskog raspona. Statistički gledano, to znači da volatilnost često miruje, odnosno ispoljava se stacionarnost vremenskih serija. Četvrta karakteristika volatilnosti jeste da različito reaguje na veliki porast ili pad cena finansijske aktive kao posledica leveridža ili poluge. Ta svojstva imaju važnu ulogu u razvoju modela volatilnosti zbog otklanjanja slabosti postojećih ekonometrijskih modela.

Modeliranje i prognoziranje volatilnosti finansijske aktive na finansijskom tržištu prema Bruksu (Brooks, 2008¹¹³), bilo je predmet velikih empirijskih i teorijskih istraživanja tokom poslednjih dvadeset godina, podjednako akademske zajednice i praktičara. Postoji nekoliko motiva za ovu liniju ispitivanja. Nesumljivo, volatilnost je jedan od najvažnijih koncepata u finansijama. Ona se, merena prema standardnoj devijaciji ili varijansi prinosa, često koristi kao osnovna mera sveukupnog rizika finansijske imovine. Mnogi modeli za merenje rizika na finansijskim tržištima zahtevaju procenu ili prognozu parametra volatilnosti.

4.1.1. Karakteristike volatilnosti finansijske aktive

Činjenice o volatilnosti finansijske aktive su vremenom potvrđene u brojnim naučnim studijama (istraživanjima). Da bi se modeli volatilnosti ocenili kao optimalni, moraju biti u stanju da „snime” i odražavaju sve promene i uzroke promena finansijske aktive. Zajedničke karakteristike (činjenice) volatilnosti finansijske aktive¹¹⁴ jesu:

¹¹² Pošto podaci finansijskih vremenskih serija odražavaju rezultat trgovine između kupaca i prodavaca na berzi - različiti izvori vesti i drugi egzogeni ekonomski događaji mogu imati uticaj na vremenske serije, odnosno na kretanje cena. S obzirom da vesti i uticaj ekonomskih faktora može da traje određeno vreme, često se posmatra da veliki pozitivni i negativni efekti zapažanja u finansijskim vremenskim serijama imaju tendenciju da se pojavljuju u grupama, odnosno „klasterima” (eng. *clusters*).

¹¹³ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.383.

¹¹⁴ „Finansijska aktiva” potiče od podele finansijskih tržišta, gde se razlikuje pet glavnih delova finansijskih tržišta: tržište novca, tržište kapitala, devizno tržište, hipotekarno tržište i tržište finansijskih derivata.

1) grupisanje; Grupisanje (*clustering*) velikih i malih pomeranja u cenama finansijske aktive (bilo kojeg znaka + ili -) bila je jedna od prvih dokumentovanih karakteristika volatilnosti. Mandelbrot (1963)¹¹⁵ i Fama (1965)¹¹⁶ su u svojim istraživanjima prvi priložili dokaze da su velike promene u cenama HoV često praćene od strane drugih velikih promena i obrnuto. Ovakvo ponašanje volatilnosti su dalje u istraživanjima potvrdili i drugi naučnici poput Bejlja, Čoua i Šverta (Baillie, 1996¹¹⁷; Chou, 1988¹¹⁸, i Schwert, 1989¹¹⁹). Implikacije grupisanja volatilnosti se nalaze u činjenici da će određeni finansijski šokovi ili krize koje se npr. dogode danas, uticati na volatilnost mnogih perioda u budućnosti. Tako da prognoze budućih volatilnosti zavise od informacija u sadašnjem vremenu. Za volatilnost se potvrđuje da je grupisana ukoliko današnje stope povrata imaju veliki efekat na prognozu varijanse u mnogim periodima u budućnosti. Šokovi koji se dogode danas imaju kumulativni efekat grupisanja volatilnosti, čak i nakon godinu dana.

2) volatilnost označava srednju vrednost osciliranja; Grupisanje volatilnosti znači da se nestabilnost pojavljuje i nestaje. Tako da će posle perioda visoke volatilnosti nastupiti period normalne volatilnosti i obrnuto, da će posle perioda niske volatilnosti nastupiti period praćen rastom volatilnosti. Oscilacije se generalno objašnjavaju činjenicom da postoji određen (visok ili nizak) nivo volatilnosti koji će se posle određenog vremena vratiti na normalu. Dugoročne prognoze treba da spajaju slične nivoe volatilnosti, bez obzira na to kada su nastale. Tačnije, karakteristika da volatilnost označava srednju vrednost oscilacija praktično znači da trenutne informacije nemaju nikakvog efekta na njenu dugoročnu prognozu. Prema pojedinim autorima poput Engla i Manjanelija (Engle i Manganelli, 1999¹²⁰) volatilnost cena „opcija” (kao vrste finansijske aktive) ima srednju vrednost volatilnosti. To je dokazano na pretpostavci da je volatilnost dugoročnih opcija manja nego volatilnost kratkoročnih. Što je posmatranje uzorka dugoročnije, to je volatilnost sve bliža srednjoj vrednosti.

¹¹⁵ Prema: Mandelbrot, B. B. (1997). *The variation of certain speculative prices*. In *Fractals and scaling in finance*, Springer, New York, NY, p.p 371-418.

¹¹⁶ Prema: Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. *The journal of Business*, 38(1), 34-105.

¹¹⁷ Prema: Baillie, R. T., Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 74(1), p.p 3-30.

¹¹⁸ Prema: Chou, R. Y. (1988). Volatility persistence and stock valuations: some empirical evidence using GARCH. *Journal of Applied Econometrics* 3, p.p 279-94.

¹¹⁹ Prema: Schwert, G. W. (1989). Why does stock market volatility change over time?. *The journal of finance*, 44(5), p.p 1115-1153.

¹²⁰ Prema: Engle, R. F., & Manganelli, S. (2004). CAViaR: Conditional autoregressive value at risk by regression quantiles. *Journal of Business & Economic Statistics*, 22(4), p.p 367-381.

3) inovacije (novine, nove informacije na finansijskom tržištu) **moгу imati asimetričan uticaj na volatilitet**; mnogi modeli volatiliteta nameću pretpostavku da je uslovna volatilitet finansijske aktive prouzrokovana simetričnim i pozitivnim i negativnim uticajem inovacija. Za mnoge vlasnike finansijske aktive potpuno je neverovatno da će i pozitivne i negativne inovacije imati isti uticaj, odnosno učinak na volatilitet. Asimetričnost se ponekad objašnjava efektom leveridža, a ponekad efektom premije rizika. Istorijski posmatrano, kako cene akcija padaju tako racio duga i kapitala raste, čime se dalje povećava volatilitet prinosa vlasnicima akcija (akcionarima). Dalje, vesti o rastućoj volatilitetu smanjuju tražnju za akcijama zbog averzije prema riziku. Pad vrednosti akcija posledično je praćena vestima o rastućoj volatilitetu. Autori poput Bleka (Black, 1976¹²¹), Kristija (Christie, 1982¹²²), Nelsona (Nelson, 1991¹²³), Glostena i drugih (Glosten i drugi, 1993¹²⁴) i Engla i drugih (Engle i Ng, 1993¹²⁵), potkrepljuju tezu inovacija na finansijskom tržištu. U svojim naučnim radovima su dokazali da je volatilitet negativno korelisana sa povratima kapitala. Međutim, takvi dokazi nisu pronađeni za devizne kurseve. Za promenljivost kamatnih stopa je potvrđeno da, kada kamatne stope padaju (cene HoV rastu), tada je manja volatilitet u mnogim modelima i u većini empirijskih istraživanja.

4) egzogene, odnosno spoljašnje varijable mogu uticati na volatilitet; Većina gore navedenih karakteristika volatiliteta se odnosi na univarijantnost, odnosno univarijantne modele koji podrazumevaju volatilitet serije za informacije koje su sadržane u istorijskim podacima te serije. U naučnim istraživanjima ne postoji uverenje da se cene finansijske aktive kreću nezavisno od ostalih tržišta i u skladu sa tim očekuje se da druge varijable mogu imati značajne uticaje na volatilitet serije podataka smatraju Bolerslev i Melvin (Bollerslev i Melvin, 1994¹²⁶), Engl i Merih (Engle i Mezrich, 1996¹²⁷) i Engel (Engel, 1990¹²⁸). Pored drugih cena finansijske aktive koji imaju uticaj na volatilitet određenog finansijskog instrumenta, moguće je da određeni događaji takođe imaju uticaj. Tako na primer, događaji poput strateških planova

¹²¹ Prema: Black, F. (1976). *Studies of stock market volatility changes Proc. 1976*, Meetings of the American Statistical Association, Business and Economic Statistics Section, p.p 177–81.

¹²² Prema: Christie, A. A. (1982). The stochastic behavior of common stock variances: Value, leverage and interest rate effects. *Journal of financial Economics*, 10(4), p.p 407-432.

¹²³ Prema: Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.p 347-370.

¹²⁴ Prema: Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), p.p 1779-1801.

¹²⁵ Prema: Engle, R. F., & Ng, V. K. (1993). Measuring and testing the impact of news on volatility. *The Journal of Finance*, 48(5), p.p 1749-1778.

¹²⁶ Prema: Bollerslev, T., & Melvin, M. (1994). Bid—ask spreads and volatility in the foreign exchange market: An empirical analysis. *Journal of International Economics*, 36(3), p.p 355-372.

¹²⁷ Prema: Mezrich, J., & Engle, R. F. (1996). *GARCH for groups*. Risk, 9(8), p.p 36-40.

¹²⁸ Prema: Engel, C. and Hamilton, J. D. (1990) Long Swings in the Dollar: Are they in the Data and Do Markets Know It?, *American Economic Review* 80(4), p.p 689-713.

kompanija, makroekonomskih izveštaja, pa čak i dnevnih izjava i informacija mogu imati uticaj na volatilni proces. U naučno-istraživačkom radu Andersena i Bolersleva (Andersen i Bollerslev, 1998¹²⁹) dokazuje se da volatilnost (nestabilnost) nemačke marke u odnosu na američki dolar raste u vreme kada se saopštavaju američki makroekonomski podaci, poput stope inflacije, kvartalnog bruto domaćeg proizvoda i drugih pokazatelja. Glosten i saradnici (1993¹³⁰) u svom radu prikazuju da indikatori varijabli u mesecu oktobru i januaru predstavljaju, odnosno objašnjavaju, dinamiku uslovne volatilnosti stope povrata kapitala.

5) verovatnoća pojave repa (*tail probabilities*); U empirijskim istraživanjima je poznato da bezuslovne distribucije (rasporedi) povrata finansijske aktive imaju pojavu „teških repova”. Tipičan opseg (*kurtosisa*), odnosno spljoštenosti predstavlja od 4 do 50 i indukuje veoma ekstremni nenormalni raspored. Ovo je funkcija koju treba ugraditi u svaki model volatilnosti. Odnos između uslovne gustine rasporeda povrata i bezuslovne gustine otkriva se izvor „teških repova”. Ako je uslovna gustina rasporeda Gausova, onda će bezuslovna gustina imati višak opsega spljoštenosti (*kurtosisa*) jednostavno zbog mešavine Gausove gustine sa različitim volatilnostima. Mnogi modeli volatilnosti pretpostavljaju da uslovna gustina sama predstavlja „teške repove” koji se još povećavaju u opsegu u uslovima bezuslovne gustine. Zavisno od strukture procesa nestabilnosti, posmatrani povrti finansijske aktive još uvek mogu zadovoljiti standardne ekstremne teoreme vrednosti.

6) karakteristike „moći” predviđanja; Utvrđivanje efikasnosti „moći” predviđanja nije najjasnije zato jer volatilnost, odnosno nestabilnost nije moguće posmatrati. Metoda koja je najkonzistentnija u skladu sa modelima procenjivanja je prosto svaki pojedinačan povrat podeljen sa prethodnim predviđanjem standardne devijacije koji se kasnije primenjuje na bilo kom testu kako bi se videlo da li je kvadrat (*square*) promenljive predvidiv. Alternativni tip testa jeste da se ispita buduća tačnost modela u predviđanju ostvarene volatilnosti i budućih vrednosti odstupanja uzorka. Za izazov posmatranja jednog perioda ovaj iznos se svodi na konstantu kvadratnih povrata i uslovne varijanse odnosno odstupanja. U ovim testovima je isečak, odnosno intercept jednak nuli, dok je nagib 1. Rešenje se može pronaći korišćenjem dnevnih podataka

¹²⁹ Prema: Andersen, T. G. & Bollerslev, T. (1998). Answering the skeptics: Yes, standard volatility models do provide accurate forecasts, *International Economic Review*, 39(4), p.p 885-905.

¹³⁰ Prema: Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), p.p 1779-1801.

ostvarene volatilnosti i njegovih prognoza smatraju Bolerslev i saradnici (Bollerslev i drugi, 1994¹³¹).

Pošto se u disertaciji proučavaju faktori od uticaja na volatilnost berzanskih indeksa mora se proceniti njihov uticaj na efikasnost ekonometrijskih modela. Za procenu uticaja faktora ili više nezavisnih varijabli na zavisnu promenljivu u disertaciji se koriste ekonometrijski prilagođeni modeli ARCH i GARCH o kojima će se detaljnije pisati u primenjenoj metodologiji istraživanja.

4.1.2. Vremenske serije i autoregresivni modeli u funkciji merenja volatilnosti na finansijskim tržištima

Uspeh svakog istraživanja putem ekonometrijskih modela zavisi od pouzdanosti, raspoloživosti i istinitosti inputa, odnosno podataka. Najčešće se koriste podaci vremenskih serija za određena ekonometrijska istraživanja. Vremenske serije predstavljaju skupove podataka o kretanjima vrednosti određene promenljive za određeni posmatrani period. Podaci vremenskih serija koji se koriste primenom ekonometrijskih modela prigodni su da se analizira kretanje i razvoj pojava tokom perioda posmatranja, da se ispituju uzročno-posledične veze, kao i za predviđanje daljeg kretanja. Podaci vremenskih serija se najčešće prate u dnevnim, mesečnim, kvartalnim i godišnjim intervalima.

Osnovna karakteristika vremenskih serija u finansijama jeste da stope povrata R_t nemaju autokorelaciju, tj. da je vrednost koeficijenta autokorelacije bliži nuli. Gore navedena pojava se može objasniti situacijom da je raspored stopa povrata slučajan (pozitivne i negativne vrednosti stopa povrata) i da se ne kreće prema određenoj sistematskoj šemi. U istraživanjima, veći deo stopa povrata pri posmatranju vremenskih serija u finansijskoj ekonometriji beleži simetričan raspored, sa izduženim ili debelim repovima (*thick tails*) smatra Cej (Tsay, 2010¹³²).

Prema Mladenoviću i Nojkoviću (2015¹³³), za **meru asimetrije** (*skewness*) može se koristiti sledeći izraz:

¹³¹ Prema: Bollerslev, T., Engle, R. F., & Nelson, D. B. (1994). *ARCH models*. Handbook of econometrics, 4, p.p 2959-3038.

¹³² Prema: Tsay, R.S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. A John Wiley & sons, inc., publication, p. 9.

¹³³ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 20-25.

$$S = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^3}{\left(\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2}\right)^3} = \frac{E((R_t - \bar{R})^3)}{\sigma_t^3} \quad (4.1)$$

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (4.2)$$

Ako je $S = 0$ raspored je simetričan, ako je $S < 0$ raspored je asimetričan ulevo, a ako je $S > 0$ raspored stopa prinosa je asimetričan udesno.

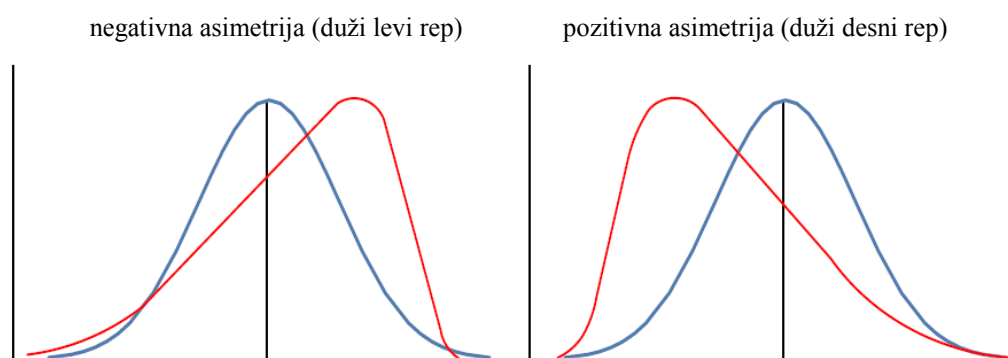
Autori Mladenović i Nojković (2015¹³⁴) koeficijent asimetrije (engl. *skewness*) opisuju kao odstupanje vrednosti brojčane varijable od njene aritmetičke sredine, za prikaz rasporeda vrednosti varijable oko njene aritmetičke sredine. Dakle, koeficijent asimetrije pokazuje skup podataka oko tačke određene vremenske serije koja je veća ili manja od njene aritmetičke sredine. Navodi se da je raspored simetričan ukoliko su podaci raspoređeni približno “simetrično” u odnosu na srednju vrednost vremenske serije podataka.

Ukoliko se posmatra simetričan raspored, koeficijent asimetrije je jednak nuli, dok su “reповi” jednakih dužina. Smer asimetrije je određen predznakom. Ukoliko je predznak pozitivan + , odnosno koeficijent asimetrije veći od nule, postoji asimetrija u desno (odnosno desnostrana ili pozitivna asimetrija). Pozitivan predznak koeficijenta asimetrije predstavlja “oštriji nagib” i “kraći rep” distribucije na levoj strani i istovremeno “blaži nagib” i “produženi rep” na desnoj strani distribucije. Ukoliko je “desni rep” raspodele duži od “levog repa”, tada je raspodela asimetrična u desno. To dalje znači da se “ispruženi rep” nalazi na desnoj strani dok je većina slučajeva (tačkaka varijabli) na levoj strani i tada postoji više slučajeva “u repu” nego što se to predviđa normalnom distribucijom ili normalnim rasporedom. Ukoliko je predznak negativan - , odnosno koeficijent asimetrije manji od nule, postoji asimetrija u levo (odnosno levostrana ili negativna asimetrija). Negativan predznak koeficijenta asimetrije predstavlja “oštriji nagib” i “kraći rep” distribucije na desnoj strani i istovremeno “blaži nagib” i “produženi rep” na levoj strani distribucije. Ukoliko je “levi rep” raspodele duži od “desnog repa”, tada je raspodela asimetrična u levo. To dalje znači da se “ispruženi rep” nalazi na levoj strani dok je većina slučajeva (tačkaka varijabli) na desnoj strani i tada postoji više slučajeva “u repu” nego što se to predviđa normalnom distribucijom ili normalnim rasporedom (Lewis, 1973¹³⁵).

¹³⁴ Ibidem...

¹³⁵ Prema: Lewis, E. (1973). *Methods of Statistical Analysis in Economics and Business*, Boston, Houghton Mifflin Company, p. 177.

Slika 4.1.2 – Prikaz distribucije sa negativnim i pozitivnim koeficijentom asimetrije



Izvor: obrada autora

Koeficijent asimetrije se najčešće kreće u intervalu $>$ ili $<$ 2, a kada je reč o izrazito asimetričnom rasporedu prinosa, koeficijent beleži i veće vrednosti. Distribucije prinosa kod kojih je vrednost koeficijenta asimetrije $>$ 2 se smatraju sa statistički značajnom asimetrijom.

Kao mera spljoštenosti (*kurtosis*) može se koristiti sledeći izraz:

$$K = \frac{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^4}{\left(\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2\right)^2} = \frac{E((R_t - \bar{R})^4)}{\sigma_t^4} \quad (4.3)$$

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (4.4)$$

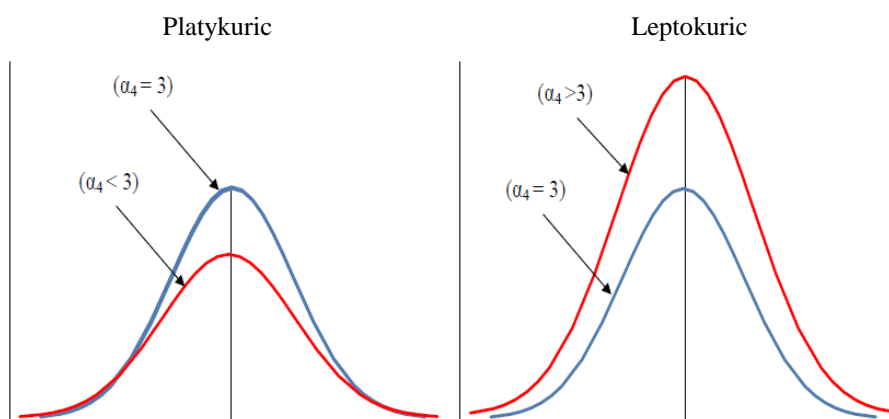
Mladenović i Nojković (2015¹³⁶) smatraju da koeficijent spljoštenosti (engl. *kurtosis*) prikazuje koncentraciju mogućih slučajeva u “repovima” empirijske raspodele. U “repovima distribucije” su sadržane ekstremne vrednosti, a zadebljanost repova je povezana sa zaobljenošću vrha distribucije mogućih slučajeva. Spljoštenost se uvek meri i izražava u odnosu na spljoštenost normalne raspodele. Ukoliko postoji normalan raspored koeficijent spljoštenosti iznosi tri. Ukoliko je koeficijent spljoštenosti $<$ 3, onda su repovi raspodele “lakši” od repova normalne distribucije i ukazuje na manji broj postojanja ekstremnih slučajeva. “*Platykurtic*” je termin za distribuciju koja je manje zaobljena od normalne distribucije i ima “lakše repove” (krajevi distribucije su “kraći” i “tanji”). Ako je koeficijent spljoštenosti $>$ 3, tada su repovi date raspodele “teži” od repova normalne raspodele i ukazuje na veći broj postojanja ekstremnih slučajeva. “*Leptokurtic*” je termin za distribuciju sa koja ima oštar vrh i “teške repove” (krajevi distribucije su “duži” i “deblji”).

¹³⁶ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 21.

Pojava “teškog repa” (engl. *fat tail*) pokazuje da se na “repu” empirijske raspodele nalazi veći deo jedinične verovatnoće nego što je to slučaj kod “reпова” normalne raspodele. “Teški repovi” nastaju kao posledica postojanja ekstremnih događaja pri posmatranju kretanja vremenske serije. “Visok” koeficijent spljoštenosti > 3 ukazuje na pojavu veće verovatnoće da nastanu veliki gubici/dobitci nego što je slučaj kod normalnog rasporeda. Primećivanje ili detektovanje “teških repova” je od velike važnosti prilikom upravljanja rizikom.

Dakle, kada je koeficijent spljoštenosti $K = 3$ distribucija ima normalan raspored, kada je koeficijent spljoštenosti $K < 3$ (*platykurtic*) distribucija ima spljošten raspored, a kada je koeficijent spljoštenosti $K > 3$ (*leptokurtic*) distribucija ima “izduženiji” raspored. Dakle, kada se analizira vremenska serija sa velikim brojem podataka npr. stopa prinosa je $S \approx 0$ (asimetrija teži nuli), dok je koeficijent spljoštenosti $K > 3$ (teži da bude veći od tri), što predstavlja situaciju da veliki broj odstupanja vrednosti oko srednje vrednosti. Može se konstatovati da je raspodela određenih podataka vremenskih serija “izduženija”, “špicastija” i ima “debele repove”.

Slika 4.1.3 – Prikaz distribucije sarazličitim koeficijentom spljoštenosti



Izvor: obrada autora

U brojnim empirijskim studijama koje su sprovedene još od polovine XX veka, nije potvrđena pretpostavka da je raspodela prinosa HoV normalnog rasporeda. Ekonometrija vremenskih serija ima za cilj da razotkrije pravce kretanja zavisnih ili nezavisnih varijabli tokom perioda posmatranja, njihov raspored, radi mogućnosti uspešnog predviđanja.

Autonomni vremenski razvoj promenljive, uglavnom slučajne promenljive ima posebno mesto i pažnju u oblasti ekonometrije. Vremenski niz, odnosno pojava se definiše na način da se posmatra promenljiva u određenim vremenskim intervalima t , $t=1,2,3,\dots$ i na osnovu dobijenih

podataka pokušava da se proceni vrednost promenljive u vremenskom trenutku $t+1$. Gore naveden slučaj prikazuje jedan od oblika linearne regresije modela za koji se u ekonometrijskoj praksi koristi i naziv **autoregresivni modeli (AR modeli)**. Autoregresivni model $\{(w), t \geq 0\}$ je vrsta “slučajnih procesa” koji se koriste da bi se modelirao i predvideo određeni uticaj određene varijable.

“AR model reda p ”, u numerisanju kao AR (p) se definiše na sledeći način prema Mladenović i Nojković (2015¹³⁷):

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \varphi_i X_{t-i} + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, 3 \dots \quad (4.5)$$

gde su $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_p$ parametri, c je konstanta, dok je ε_t greška (“beli šum”) koji se pojavljuje prilikom navedene regresije.

Treba napomenuti da je **stacionarnost** veoma važna stvar kod autoregresivnih modela. Razlikuju se dva tipa stacionarnosti: stacionarnost u jakom i stacionarnost u slabom smislu. **Stacionarnost u jakom smislu** predstavlja stohastički proces gde funkcija raspodele ili rasporeda ostaje ista bez obzira na vreme, odnosno posmatrani trenutak t . Posledica stacionarnosti u jakom smislu kod vremenskih serija jeste da se matematičko očekivanje i varijansa ne menjaju kako se t menja. Dakle, ako je $F_{X_{t_1}, \dots, X_{t_k}}(X_{t_1}, \dots, X_{t_k})$ zajednička funkcija raspodele za proces $\{X_t(w), t \geq 0, w \in \Omega\}$ u vremenskim trenucima X_{t_1}, \dots, X_{t_k} , tada se za proces $\{X_t(w), t \geq 0, w \in \Omega\}$ smatra da je **stacionaran u jakom smislu**, ako za $\forall k \in \mathbb{N}, \forall t=1, 2, 3, \dots, \forall \tau$ i $\forall t_1, \dots, t_k$ važi:

$$F_{X_{t_1}, \dots, X_{t_k}}(X_{t_1}, \dots, X_{t_k}) = F_{X_{t_1+\tau}, \dots, X_{t_k+\tau}}(X_{t_1}, \dots, X_{t_k}) \quad (4.6)$$

Stacionarnost u slabom smislu zahteva da se momenti reda određene vremenske serije ne variraju u odnosu na vreme, odnosno za proces $\{(t), t \geq 0\}$ “mora” da važi (Mladenović i Nojković, 2015¹³⁸):

$$\underbrace{E(X(t)) = m_x(t) = m_x(t + \tau), \text{ svako } t \in \mathbb{R}}_{\text{moment prvog reda}} \quad (4.7)$$

$$\underbrace{E(X(t_1)X(t_2)) = R_x(t_1, t_2) = R_x(t_1 + \tau, t_2 + \tau), \text{ svako } t \in \mathbb{R}}_{\text{moment drugog reda}} \quad (4.8)$$

¹³⁷ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 60-61.

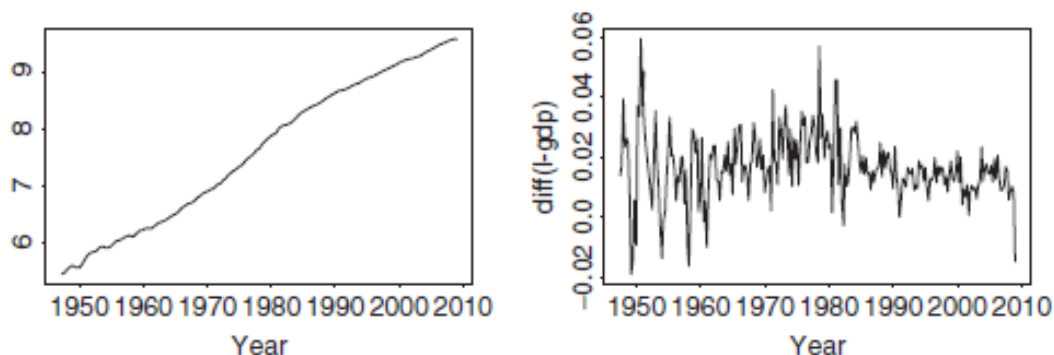
¹³⁸ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 15-17.

Formulacija “jednostavnog” AR(p) procesa je AR(1)¹³⁹ i glasi:

$$X_t = c + \varphi X_{t-1} + \varepsilon_t, \quad t = 1, 2, \dots \quad (4.9)$$

gde je $E(\varepsilon_t)=0$ i $\text{var}(\varepsilon_t)=\sigma^2$, a česta je i pretpostavka da je $E(X_t)=\mu$, $t = 1, 2, 3, \dots$, tako da zaključujemo da postoji stacionarnost u slabom smislu.

Slika 4.1.2 – Prikaz nestacionirane i stacionirane vremenske serije



Izvor: Ruey, S. Tsay, (2010), *Analysis of Financial Time Series* - Third Edition, The University of Chicago Booth School of Business Chicago, IL, John Wiley & Sons, Inc. str. 78.

4.1.3. Analiza vremenskih serija i ocenjivanje autoregresivnih modela

Ranije u disertaciji je data definicija vremenskih serija, a u ovom podpoglavlju će se objasniti osobine vremenskih serija. Posmatrano sa teroijskog aspekta vremenska serija predstavlja familiju slučajnih promenljivih $\{Y_t, t \in T\}$, koja se naziva “stohastički proces”.

Strogu stacionarnost vremenskih serija predstavljaju:

1. očekivanje: $\mu_t = E(Y_t)$,
2. varijansa: $\sigma^2(t) = \text{var}(Y_t)$ i
3. autokovarijanse: $\gamma(t_1, t_2) = \text{cov}(Y_{t_1}, Y_{t_2})$.

Smatra se da je vremenska serija strogo stacionirana ukoliko je zajednička raspodela svakog skupa od n opažanja $Y_{t_1}, Y_{t_2}, \dots, Y_{t_n}$, ista kao zajednička raspodela od $Y(t_1 + k), Y(t_2 + k), \dots, Y(t_n + k)$ za svako n i k . Izraz važi za sve vrednosti n . Stoga se razlika $(t_2 - t_1)$ naziva *lag* ili vremenski razmak. Iz ovoga sledi da se autokovarijansna funkcija $\gamma(t_1, t_2)$, može napisati kao $\gamma(k)$, gde je $k = t_2 - t_1$ lag. Stoga je $\gamma(k) = \text{cov}[Y(t), Y(t + k)]$ koeficijent autokovarijanse na lagu k . $\gamma(k)$ predstavlja autokovarijansnu funkciju.

¹³⁹ Ibidem...str. 61.

Pošto je $\text{var}Y(t) = \text{var}Y(t+k) = \sigma^2 = \gamma(0)$ definisaće se autokorelacioni koeficijent $\rho(k)$ na lagu k kao:

$$\rho(k) = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \quad (4.10^{140})$$

$\rho(k)$ se zove autokorelaciona funkcija.

Modeli za modelovanje vremenskih serija predstavljaju uglavnom različite “stohastičke procese”. Ti modeli su: (1) “beli šum” (eng. *white noise*), (2) “slučajni hod” (eng. *random walk*), (3) “proces pokretnih proseka” (eng. *moving average (MA) process*), (4) “autoregresivni (AR) proces”, (5) “mešoviti proces autoregresivnih odstupanja i pokretnih proseka” (eng. *an autoregressive moving average (ARMA) process*), (6) “proces autoregresivnih integrisanih pokretnih proseka” (eng. *an autoregressive integrated moving average (ARIMA) process*) i drugi.

Beli šum (eng. *white noise*) - predstavlja “diskretni” proces (Y_t) koji se prema Bruksu (Brooks, 2008¹⁴¹) sastoji od nezavisnih identično raspodeljenih slučajnih promenljivih.

$$Y_t = \varepsilon_t \quad (4.11)$$

Postoji konstantno očekivanje i varijansa, da se autokovarijansna funkcija predstavi:

$$\gamma_{(k)} = \text{Cov}(Y_t, Y_{t+k}) = 0 \text{ za } k \neq 0 \quad (4.12)$$

Autokorelaciona funkcija je data sa:

$$\rho_k = \begin{cases} 1 & \text{za } k = 0 \\ 0 & \text{za } k \neq 0 \end{cases} \quad (4.13)$$

“Beli šum” se koristi za generisanje odgovora na određene “impulse” u vremenskim serijama. On se još koristi kao osnova nekih generatora slučajnih brojeva.

Slučajni hod (*random walk*)– Pretpostavlja se da je ε_t beli šum sa sredinom μ i varijansom σ^2 . Tada će proces Y_t biti slučajni hod ako važi prema Bruksu (Brooks, 2008¹⁴²):

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (4.14)$$

Pretpostavlja se da je Y_0 jednako sa nula. Tada je proces $Y_1 = \varepsilon_1, Y_2 = Y_1 + \varepsilon_2 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2$ itd.

Važi da je:

¹⁴⁰ Detaljnije: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 42.

¹⁴¹ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.383.

¹⁴² Detaljnije: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.p 321-325.

$$Y_t = \sum_{i=1}^t \varepsilon_i \quad (4.15)$$

Stoga $E(Y_t) = t\mu$ i $var(Y_t) = t\sigma^2$. Pošto se aritmetička sredina i varijansa menjaju sa (t) , proces je nestacionaran.

4.1.3.1. Proces pokretnih preseka (moving average (MA) process) - Pretpostavlja se da je ε_t , “beli šum” sa očekivanjem μ i varijansom σ^2 . Tada se proces Y_t definisan sa:

$$Y_t = \theta_0 \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_m \varepsilon_{t-m} \quad (4.16^{143})$$

naziva “proces pokretnih preseka reda m ” i označava se sa MA(m). Pošto su ε_t “neopažene” promenljive, skaliraju se tako da je $\theta_0 = 1$. Pošto je $E(\varepsilon_t) = 0$ za sve t , imamo da je $E(Y_t) = 0$.

Takođe, $Var(Y_t) = (\sum_{i=0}^m \theta_i^2) \sigma^2$ pošto su (ε_i) nezavisne sa zajedničkom varijansom σ^2 .

Autokorelaciona funkcija u ovom slučaju može biti izračunata kada se $\gamma(k)$ podeli sa $var(Y_t)$. Za proces MA, $\rho_k = 0$ za $k > m$, tj. ona je nula za lagove veće od reda procesa. Ukoliko je $\gamma(k)$ “nezavisno” od t , MA(m) proces je slabo stacionaran.

Ocenjivanje MA (moving average) modela pokretnih preseka

Razmatra se MA (2) model¹⁴⁴

$$Y_t = \mu + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} \quad (4.17)$$

Kod MA modela, se ne može odrediti $\sum \varepsilon_t^2$ kao jednostavna funkcija opaženih Y i “parametara” u AR modelima. Primenjuje se “grid-search” procedura koja je postavljena i predložena od strane Boks i Dženkinsa (eng. *Box* i *Jenkins*). U Boks i Dženkins postavci se računa ε_t pomoću sukcesivnih zamena za svaku vrednost od (θ_1, θ_2) pridodajući određene početne vrednosti, $\mu = \bar{Y}$ i $\varepsilon_0 = \varepsilon_{-1} = 0$. Tada za MA(2) model važi,

$$\varepsilon_1 = Y_1 - \mu, \quad \varepsilon_2 = Y_2 - \mu - \theta_1 \varepsilon_1, \quad \varepsilon_t = Y_t - \mu - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} \quad \text{za } t \geq 3 \quad (4.18)$$

Sukcesivne vrednosti od ε_t se mogu generisati i $\sum \varepsilon_t^2$ se može izračunati za svaki skup vrednosti (θ_1, θ_2) . Boks Dženkins postavka nije primenljiva ukoliko ima puno “parametara” u MA procesu.

¹⁴³ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p. 211.

¹⁴⁴ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p. 212.

4.1.3.2. Autoregresivni (AR) proces— Ranije u disertaciji su pomenuta autoregresivna odstupanja, pa će se sada definisati autoregresivni proces. Pretpostavlja se da je (ε_t) beli šum sa očekivanjem μ i varijansom σ^2 . Tada je proces (Y_t) dat sa¹⁴⁵:

$$Y_t = \alpha_1 - Y_{t-1} + \alpha_2 - Y_{t-2} + \dots + \alpha_r - Y_{t-r} + \varepsilon_t \quad (4.19)$$

i predstavlja autoregresivni proces reda t i označava se sa $AR(t)$.

Kako bi se izračunala autokovarijansna funkcija, pretpostavlja se da je proces stacionaran i posmatra se ρ_k . Da bi se ovo dobilo množi se jednačina sa Y_{t-k} , i uzimaju se očekivanja na svim uslovima i deli se sa $var(Y_t)$ koja je konačna. Dobija se sledeće:

$$\rho_k = \alpha_1 \rho(k-1) + \dots + \alpha_t \rho(k-z) \quad (4.20)$$

Zamenjujući $k = 1, 2, \dots, t$ i označavajući $\rho_{(k)}$ i $\rho_{(-k)}$ dobijaju se jednačine za određivanje t parametara $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_r$. Ove jednačine su poznate kao *Yule-Walker jednačine*.

Za $AR(2)$ proces, specifikacija je sledeća¹⁴⁶:

$$Y_t = \alpha_1 - Y_{t-1} + \alpha_2 - Y_{t-2} + \varepsilon_t \quad (4.21)$$

Ocenjivanje AR (Autoregressive model) modela - Ocenjivanje AR modela se vrši direktno. AR modeli se ocenjuju metodom najmanjih kvadrata minimiziranjem sume kvadriranih grešaka $\sum \varepsilon_t^2$. Pre ocene modela je potrebno odrediti autoregresivni red p . Najčešće korišćeni metod za određivanje reda p je Akaike kriterijum.

4.1.3.3. Mešoviti proces autoregresivnih odstupanja i pokretnih proseka (autoregressive moving average process - ARMA)

Ovi modeli predstavljaju kombinaciju AR i MA modela i nazivaju se mešoviti modeli autoregresivnih odstupanja i pokretnih proseka (ARMA modeli). ARMA (p, q) model se definiše kao¹⁴⁷:

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} \quad (4.22)$$

¹⁴⁵ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.p 215-221.

¹⁴⁶ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p. 250.

¹⁴⁷ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p. 223.

gde je ε_t beli šum sa srednjom vrednošću nula i varijansom σ^2 .

Zaključuje se da su autokorelaciona i autokovarijansna funkcija za “ARMA model” mnogo komplikovanije nego za “AR” i “MA” model pojedinačno.

Autokorelaciona funkcija za ARMA (1, 1) proces¹⁴⁸ glasi:

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} \quad (4.23)$$

Kada je ε_t “beli šum” sa varijansom σ^2 dobija se:

$$\begin{aligned} \text{Var}(Y_t) &= [1 + (\alpha + \theta)^2 + \alpha^2(\alpha + \theta)^2 + \dots] \sigma^2 \\ &= \frac{1 + \theta^2 + 2\alpha\theta}{1 - \alpha^2} \sigma^2 \end{aligned} \quad (4.24)$$

dok je:

$$\text{Cov}(Y_t, Y_{t-1}) = \frac{(\alpha + \theta)(1 + \alpha\theta)}{1 - \alpha^2} \sigma^2 \quad (4.25)$$

Stoga:

$$\rho_{(1)} = \frac{\text{Cov}(Y_t, Y_{t-1})}{\text{Var}(Y_t)} = \frac{(\alpha + \theta)(1 + \alpha\theta)}{1 + \theta^2 + 2\alpha\theta} \quad (4.26)$$

Sukcesivne vrednosti od $\rho_{(k)}$ mogu biti dobijene iz sledeće relacije $\rho_{(k)} = \alpha\rho_{(k-1)}$ za $k \geq 2$. Za AR (1) proces sa $\rho_{(1)} = \alpha$, $\rho_{(1)}$ za ARMA (1, 1) proces je ili $>\alpha$ ili $<\alpha$ što zavisi od toga da li je $\theta > 0$ ili $\theta < 0$.

Ocenjivanje modela ARMA – Iz za ARMA model se primenjuje “grid-search” procedura za “MA” komponentu. Razmatra se ARMA(2, 2) model¹⁴⁹:

$$Y_t = \alpha_1 Y_{t-1} + \alpha_2 Y_{t-2} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} \quad (4.27)$$

Ovo može biti napisano kao:

$$Y_t = \frac{1}{1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2} (\varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2}) \quad (4.28)$$

neka je

$$Z_t = \frac{1}{1 - \alpha_1 L - \alpha_2 L^2} \varepsilon_t \quad (4.29)$$

¹⁴⁸ Prema: Tsay, R.S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. A John Wiley & sons, inc., publication, p. 65.

¹⁴⁹ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.p 230-232.

Grid-search procedura je sledeća: Počinje se sa $Z_0 = Z_{-1} = 0$, generišući vrednosti od Z_t za različite skupove vrednosti (θ_1, θ_2) u region datim sa:

$$\theta_1 + \theta_2 > -1, \theta_2 - \theta_1 > -1, |\theta_2| < 1 \quad (4.30)$$

kao sledeće:

$$Z_1 = Y_1, Z_2 = Y_2 - \theta_1 Z_1, Z_t = Y_t - \theta_1 Z_{t-1} - \theta_2 Z_{t-2} \text{ za } t \geq 3 \quad (4.31)$$

Tada se u jednačini koriste generisane Z_t vrednosti za ocenjivanje parametara (α_1, α_2) pomoću metode najmanjih kvadrata. Biraju se vrednosti (θ_1, θ_2) koje minimizuju $\sum \hat{\varepsilon}_t^2$ dok vrednosti $(\hat{\alpha}_1, \hat{\alpha}_2)$ daju ocene od (α_1, α_2) . Za "ARIMA" modele *grid search* procedura se koristi sve dok vremenska serija podata ne postane stacionarna.

Posle dobijanja ocena parametara $(\alpha_1, \alpha_2, \theta_1, \theta_2)$ dobijaju se predviđeni reziduali iz jednačine, prema Ceju (Tsay, 2010¹⁵⁰):

$$\hat{\varepsilon}_t = \hat{Z}_t - \alpha_1 \hat{Z}_{t-1} - \alpha_2 \hat{Z}_{t-2} \quad (4.32)$$

4.1.3.4. Procena adekvatnosti modela

Za procenu adekvatnosti napred navedenih modela primenjuju se dva kriterijuma: *Akaike* informacioni kriterijum (AIC) i *Schwartz* informacioni kriterijum (SIC)¹⁵¹.

$$AIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{2k}{T} \quad (4.33)$$

$$SIC = \ln(\hat{\sigma}^2) + \frac{k}{T} \ln T \quad (4.34)$$

gde je $\hat{\sigma}^2$ rezidualna varijansa, što je ekvivalentno rezidualnoj sumi kvadrata podeljeno sa brojem opservacija u seriji, $k=p+q+1$ je ukupan broj ocenjenih parametara, a T je veličina uzorka. Od gore navedenih kriterijuma najstrožije penale nameće SIC kriterijum, AIC ima blaže penale. Potom se proverava obrazac autokorelacije reziduala da bi se dobila sigurnost da ne postoji autokorelacija. Autokorelacija se može posmatrati u rezidualima prvog reda. Kod autoregresivnih modela koristi se *Durbin H*- test ili *m test*.

4.1.4. Testiranje heteroskedastičnosti i autokorelacije u cilju ocenjivanja pretpostavki modela

¹⁵⁰ Prema: Tsay, R.S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. A John Wiley & sons, inc., publication, p.p584-586.

¹⁵¹ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p. 233.

U prethodnoj tački, jedna od standardnih pretpostavki modela koja je važila za grešku prilikom linearne regresije ($\varepsilon_i, i = 1, \dots, n$) je glasila:

$$\text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2, \quad i = 1, \dots, n \quad (4.35)$$

i ova osobina se naziva homoskedastičnost. Homoskedastičnost pokazuje da je varijansa grešaka slučajnih promenljivih, uvek ista. Kada se naruši pretpostavka homoskedastičnosti, dobija se heteroskedastičnost koja se može prikazati na sledeći način:

$$\text{var}(\varepsilon_i) = \sigma_i^2, \quad i = 1, \dots, n \quad (4.36)$$

Uzrok heteroskedastičnosti je najčešće uslovljen greškama pri specifikaciji modela (na primer ukoliko se izostavi određeni važan regresor čiji uticaj nije obuhvaćen greškom) ili ukoliko ne postoji funkcionalna forma modela. Ukoliko greške modela ne postoje u specifikaciji, postojanje ekstremnih vrednosti u uzorku može prouzrokovati heteroskedastičnost. Reč je o autlajerima (eng. *outlier*), tačkama koje ekstremno odstupaju (veoma “niske” ili veoma “visoke” vrednosti) od drugih posmatranja u uzorku. Ukoliko se autlajeri uključe ili isključe prilikom posmatranja, ili ako je uzorak manjeg obima, rezultati regresione analize mogu biti značajno izmenjeni. Odstupanja empirijske raspodele npr. prinosa od normalne raspodele ili promenljivih koje su uključene u model je naredni izvor mogućnosti nastanka heteroskedastičnosti. Prisustvo heteroskedastičnosti dovodi do situacije da ocene dobijene metodom najmanjih kvadrata nisu efikasne. Zato, prema Gujaratiju i Poreteru (Gujarati i Poreter, 2010¹⁵²), ukoliko je heteroskedastičnost prisutna, ni predviđanja na bazi ocena korišćenog modela neće biti efikasna.

Volatilnost se može posmatrati i kao momenat odstupanja vremenskih serija. Volatilnost se opisuje kao promena vrednosti u određenom posmatranom vremenskom periodu. Empirijski utvrđeno svojstvo vremenskih serija finansijskog tržišta jeste promenljiva volatilnost u vremenu, koja upravo predstavlja heteroskedastičnost procesa. Takođe, empirijski je utvrđeno da se volatilnost vremenske serije često grupiše u vremenu (volatilnost klastera), odnosno da nakon malih vrednosti volatilnosti često slede male, a nakon velikih vrednosti volatilnosti često slede velike promene. Naravno, ovo ne mora biti slučaj na svakom finansijskom tržištu, ali na većini finansijskih tržišta je utvrđeno da ova “karakteristika” važi. U studiji Bareta i Haulanda (Barreto i Howland, 2006¹⁵³) dolazi se do zaključaka da uvek treba modelirati na osnovu teorije sa jedne strane i podataka, odnosno empirije sa druge strane. Kada postoji pojava heteroskedastičnosti,

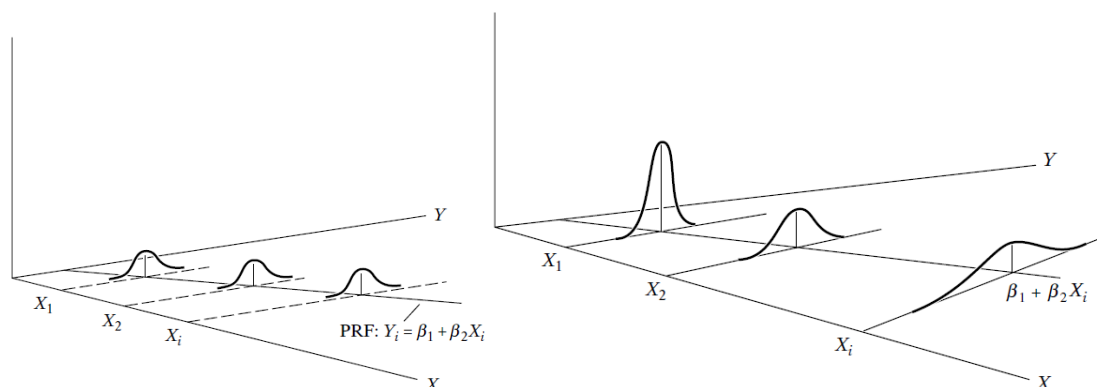
¹⁵² Prema: Gujarati, N., D., Poreter, D. (2010). *Basic Econometrics*, International Edition, McGraw-Hill, p. 390.

¹⁵³ Prema: Barreto, H., & Howland, F. M. (2006). *Introductory econometrics*. Cambridge, New York. p.p 508-527.

postoje i precizni teorijski razlozi za pretpostavku da greške modela imaju različite varijanse za različite vrednosti nezavisnih promenljivih. Uglavnom su dobro definisani argumenti za prisustvo heteroskedastičnosti u modelima, a u drugim slučajevima postoji pretpostavka da je homoskedastičnost suviše izražena.

Arbia (2006¹⁵⁴) u svojoj knjizi navodi da se heteroskedastičnost najčešće javlja u podacima preseka. Podaci u presecima predstavljaju određene vrednosti prikupljene u određenom trenutku za različite jedinice posmatranja. Pojedini elementi u uzorcima mogu biti različitih veličina. Važno napomenuti da je, kada je reč o prostornim uzorcima (pogotovo kada je u pitanju manji region) heteroskedastičnost predstavlja uobičajenu pojavu zbog prirode prikupljanja podataka. Izvori za nastanak heteroskedastičnosti su povezani sa različitim elementima za različite prostore u području istraživanja, neravnopravne i neuravnotežene koncentracije podataka koji variraju iz različitih razloga. Arbia navodi: “u analizi zavisnosti štednje od visine dohotka, ako su jedinice posmatranja pojedinci, po pravilu se primećuju daleko veće varijanse oko prosečne štednje za ljude sa višim, nego za one sa nižim nivoom dohotka”. Dalje, navodi: “to je prirodna i uobičajena pojava, jer niži dohodak ne dozvoljava veliku štednju i šteti se obično sa tačno određenim ciljem, kako prihod raste, tako i ljudi imaju veći izbor raspolaganja njihovim prihodom, σ_i^2 će rasti sa porastom prihoda”. Slično, tome i privredni subjekti sa većom dobiti generalno očekuje veću volatilitnost dividendi nego privredni subjekti sa manjom dobiti. Grin (Green, 2003¹⁵⁵) navodi: “čak i nakon uzimanja u obzir veličine firme, očekuje se da će veće varijanse biti u profitu velikih firmi nego manjih. Dalje: “varijansa prihoda može zavisiti od diverzifikacije proizvoda, istraživanja i razvoja potrošnje kao i industrijske karakteristike, pa bi samim tim odstupanja varirala i u firmama sličnih veličina”.

Slika 4.1.4 – Homoskedastičnost i heteroskedastičnost greške modela



Izvor: Gujarati & Poreter (2010). *Basic Econometrics*, p.69.

¹⁵⁴ Prema: Arbia, G. (2006). *Spatial Econometrics*, Springer, p.p 35-38.

¹⁵⁵ Detaljnije: Green, W., H. (2003). *Econometric analysis*, fifth edition, Prentice Hall, p.p 62-66 i 754-756.

Ukoliko su tehnike koje se koriste za prikupljanje podataka naprednije, ukoliko je obezbeđen reprezentativniji uzorak za statističku obradu, tako se i greške modela i njihove disperzije smanjuju. Prilikom istraživanja ko ima “sophisticiraniju” opremu za obradu podataka će postići manje greške u rezultatima istraživanja. Ali i pored grešaka u specifikaciji modela, postojanje ekstremnih vrednosti u uzorku može biti razlog pojave heteroskedastičnosti.

Zakrivljenost, odnosno (nenormalnost) raspodele promenljivih uključenih u model predstavlja takođe jedan od mogućih izvora heteroskedastičnosti. Primeri su uglavnom promenljive u ekonomiji kao što su: bogatstvo, prinosi, obrazovanje, struktura itd. Zaključuje se da su raspodele tih promenljivih neravnomerne. Kao najčešći primer “promenljive bogatstva”, situacija da je većina bogatstva u svojoj nekolicine najbogatijih je pravi primer neravnomernosti raspodele, odnosno heteroskedastičnosti.

U svojoj knjizi Doerti (Dougherty, 2001¹⁵⁶) navodi da: “heteroskedastičnost će najverovatnije biti problem kada vrednosti promenljive Y značajno variraju za različite vrednosti X , kod modela $Y=\alpha+\beta X+\varepsilon$ ”. Dalje: “uzrok tome može biti slučaj kada su varijanse u izostavljenim promenljivama i greške merenja zajednički odgovorne za poremećaje koji mogu biti relativno mali, kada Y i X imaju male vrednosti, ili velike u suprotnom”. Inače u teoriji i praksi kod modelovanja regresije, pitanje je da li je pojava heteroskedastičnosti problem. U slučaju heteroskedastičnosti, to zavisi od specifikacije cilja modela. Ukoliko je cilj modela pouzdanost, onda je heteroskedastičnost “ozbiljan problem” čak i kada postoji na “najmanjem nivou”.

4.1.4.1. Posledice heteroskedastičnosti

Ukoliko postoji heteroskedastičnost, ocene modela koje su dobijene metodom najmanjih kvadrata nisu efikasne. Isto tako, ukoliko je prisutna heteroskedastičnost, predviđanja modela na osnovu ocena neće biti efikasna. Varijansa predviđanja podrazumeva i ocenu varijanse parametara. Ako su ocene parametara neefikasne, predviđanje je takođe neefikasno smatra Jovičić (2011¹⁵⁷). Posledice prisutnosti heteroskedastičnosti iz razloga pristrasnosti ocenjenih varijansi se odnose i na pouzdanost testiranja postavljenih hipoteza i intervala, odnosno stepena

¹⁵⁶ Prema: Dougherty, C. (2001). *Introduction of econometrics*, third edition, Oxford University Press, Chapter 8, p.p 202-218.

¹⁵⁷ Prema: Jovičić, M. (2011). *Ekonometrijski metodi i modeli*, Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta, str. 45-68.

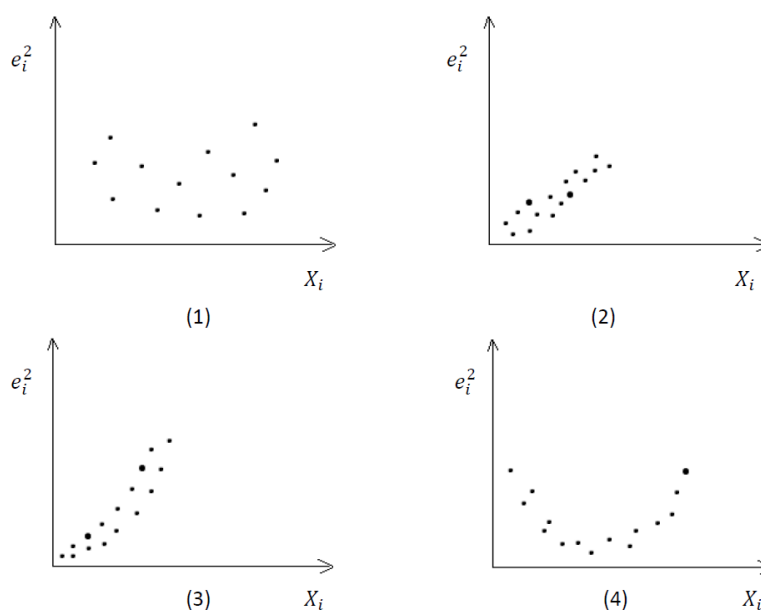
pouzdanosti. Pristrasnost ocenjenih varijansi može biti pozitivna ili negativna, a izračunati intervali pouzdanosti “širi” ili “uži” od pravilnih. Ako je ocenjena pristrasnost negativna, varijansa parametara je “veća” nego njena realna ocena. Statistički testovi su pri takvoj situaciji pristrasni, t -vrednosti precenjene, visoke, što utiče na izvođenje pogrešnih zaključaka o statističkoj značajnosti uticaja promenljive X . Tada su vrednosti ocenjenih intervala “uži” nego što bi trebalo da budu, a greška modela je potcenjena (veća verovatnoća da se hipoteza odbaci kad je istinita), odnosno “viša” nego što je pretpostavljeno (češće se odbaci, a ne bi trebalo). Iz gore navedenih razloga može da se desi da sestatistički značajni parametri prihvate, iako to ustvari nisu.

4.1.4.2. Testovi heteroskedastičnosti

Priroda pojave heteroskedastičnosti uglavnom nije poznata, pa od prirode podataka zavisi i odabir testa za “otkrivanje” heteroskedastičnosti. Uglavnom variranje grešaka oko njihove srednje vrednosti po pravilu zavisi od broja i vrednosti nezavisnih promenljivih. Testovi za detektovanje heteroskedastičnosti ispituju da li je varijansa greške modela jedna od funkcija regresora. Najjednostavniji metod za ispitivanje prisustva heteroskedastičnosti jeste vizuelni pogled na rezidualne ocenjenog modela. U te svrhe formiraju se dijagrami rasturanja tačaka reziduala ε_i i nezavisne promenljive X_i . Varijansa slučajne greške modela se označava sa $E(\varepsilon_i)^2$, tako da se dijagram rasturanja tačaka vrednosti reziduala zamenjuje njihovim kvadratom $(\varepsilon_i)^2$. Vizuelnom metodom putem dijagrama rasturanja tačaka donosi se zaključak, da li heteroskedastičnost prisutna, ako jeste u kojoj formi se pojavljuje, odnosno kako se varijansa slučajne greške generiše. Na Slici 4.1.5 prikazuju se grafici mogućih dijagrama rasturanja tačaka prema Mladenoviću i Petroviću (2011¹⁵⁸).

¹⁵⁸ Prema: Mladenović, Z., Petrović, P. (2011). Uvod u ekonometriju, V izdanje, Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta, str. 125.

Slika 4.1.5 – Dijagrami rasturanja tačaka – prepoznavanje heteroskedastičnosti



Izvor: Mladenović i Petrović (2011). *Uvod u ekonometriju*, V izdanje, str. 125

Prvi grafik prikazuje model u kom ne postoji pravilnost kretanja tačaka, odnosno zavisnost između nezavisne promenljive X_i i varijansi slučajnih grešaka. Pri takvoj situaciji slučajne greške u modelu su homoskedastične. Preostali grafikoni (2), (3) i (4) ispoljavaju pravilnost u kretanju tačaka na dijagramu rasturanja i pokazuju na moguće prisustvo heteroskedastičnosti. Drugi grafikon prikazuje linearnu zavisnost, dok treći i četvrti grafikoni pokazuju zavisnost izraženu kvadratnom funkcijom, odnosno promenljiva X_i^2 je korelisana sa varijansom slučajne greške. Pri analizi višestrukog regresionog modela prikazani grafikoni se mogu napraviti za svaku nezavisnu promenljivu pojedinačno, u cilju dolaženja do zaključka koja nezavisna promenljiva se sa varijansom slučajne greške najviše slaže. Postoji mogućnost da se vrednost ε_i^2 može staviti u odnos sa \hat{Y}_i , gde se \hat{Y}_i posmatra kao linearna kombinacija svih nezavisnih promenljivih u modelu. Pravilnost u kretanju i položaju tačaka na dijagramu rasturanja pokazuje da je heteroskedastičnost u ovom slučaju posledica prirode podataka uzorka.

U naučno-istraživačkoj studiji Čeng (Tsung-Chi Cheng, 2012¹⁵⁹) predlaže korišćenje *Jigsaw* grafika za identifikovanje heteroskedastičnosti i outlajera istovremeno. Metodi detektovanja heteroskedastičnosti putem grafikona predstavljaju samo preliminarno sredstvo analize. Ukoliko

¹⁵⁹ Prema: Cheng, T. C. (2012). On simultaneously identifying outliers and heteroscedasticity without specific form. *Computational Statistics & Data Analysis*, 56(7), p.p 2258-2272.

se želi na pravi način otkriti prisustvo heteroskedastičnosti, koriste se sledeći odgovarajući testovi u koje spadaju:

- 1) Goldfeld-Kvantov test,
- 2) Brojš-Pagan-Godfri test,
- 3) Vajtov test,
- 4) Glejzerov test i
- 5) ostali testovi heteroskedastičnosti (Parkov, Bartletov, Spirmanov, Harvijev i Koanker-Basetov test)

4.1.5. Autokorelacija i testiranje autokorelacije u cilju ocenjivanja pretpostavki modela

Autokorelisana odstupanja su veoma česta karakteristika jednačine regresije ocenjene putem podataka iz vremenskih serija, posebno ukoliko je period posmatranja “kratak” i u ovom delu disertacije će se pažnja posvetiti problemu autokorelacije.

Autori Mladenović i Nojković (2015¹⁶⁰) pokazali su da se prema pretpostavci klasičnog normalnog linearnog modela dobija:

$$\text{Cov}(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = E[\varepsilon_i - E(\varepsilon_i)][\varepsilon_j - E(\varepsilon_j)] = 0, \text{ za } i \neq j \quad (4.37)$$

Ukoliko se pretpostavi da su srednje vrednosti od $(\varepsilon_i \text{ i } \varepsilon_j)$ jednake nuli, to znači da je:

$$E(\varepsilon_i, \varepsilon_j) = 0. \quad (4.38)$$

Ukoliko se pretpostavi normalnost rasporeda i ukoliko je kovarijansa između $(\varepsilon_i \text{ i } \varepsilon_j)$ jednaka nuli, zaključuje se da su $(\varepsilon_i \text{ i } \varepsilon_j)$ nezavisni. Ukoliko su regresijska odstupanja nezavisna postoji situacija neautokorelisaniosti. U tom slučaju odstupanje koje se javlja u jednoj tački posmatranja nije korelisano ni sa jednom drugom tačkom odstupanja. Zaključuje se da, kod opažanja u jednom periodu, učinak odstupanja se ne prenosi u drugi period.

Ukoliko se detektuju autokorelisana odstupanja, uz zavisne/nezavisne promenljive se stavlja indeks za vreme t .

Ukoliko su odstupanja autokorelisana, dobija se¹⁶¹:

$$E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-s}) \neq 0, \text{ (} t > s \text{)} \quad (4.39)$$

¹⁶⁰ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 42.

¹⁶¹ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 42-60.

To znači da je odstupanje koje se dogodilo u određenom periodu vremena t povezano sa odstupanjem u prethodnom vremenu ($t - s$). Ukoliko se utvrdi priroda autokorelacije najbolje se mogu utvrditi i posledice autokorelacije za ocenjivanje modela. Veći deo naučno-istraživačkih radova je zasnovan na pretpostavci da regresijsko odstupanje sledi autoregresivni model prvog reda. Na primeru AR modela označava se sa AR(1).

Ukoliko se definišu autoregresivna odstupanja prvog reda, odstupanja se specifikuju prema šemi¹⁶²:

$$\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + u_t, \text{ za svako } t \quad (4.40)$$

gde je ρ parametar $|\rho| < 1$ i u_t “normalna nezavisno raspodeljena promenljiva” sa srednjom vrednošću nula i varijansom σ_u^2 . Uz to, promenljiva u_t ne zavisi od promenljive ε_{t-1} . Prilikom analize vremenskih serija, u_t je poznat kao “savršeno čisti šum”. Iz gore navedenog sledi:

$$\rho = \frac{\text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1})}{\sigma^2} \quad (4.41)$$

pa pošto je $\sigma^2 = \text{Var}(\varepsilon_t) = \text{Var}(\varepsilon_{t-1})$ sledi

$$\rho = \frac{\text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-1})}{\sqrt{\text{Var}(\varepsilon_t)}\sqrt{\text{Var}(\varepsilon_{t-1})}} \quad (4.42)$$

Koeficijent korelacije između dve promenljive definiše formula u kojoj se kovarijansa dve promenljive u različitim periodima deli sa proizvodom varijansi tih promenljivih.

Kada je $\rho = 0$ dobija se:

$$\varepsilon_t = u_t \quad (4.43)$$

$$\text{Var}(\varepsilon_t) = \sigma_u^2 \quad (4.44)$$

S obzirom da je u_t “normalno i nezavisno raspodeljena promenljiva sa srednjom vrednošću nula i konstantnom varijansom”, sve osnovne pretpostavke o promenljivoj ε su ispunjene. Ako se koeficijenti korelacije između ε_t i ε_{t-1} , ε_t i ε_{t-2} i dalje posmatraju kao funkcija koja sadrži vremenski lag, ta funkcija je *autokorelaciona funkcija*. Grafik autokorelacione funkcije naziva se *korelogram*.

Ako je proces prvog reda autoregresivan, autokorelaciona funkcija je ima opadajući oblik ukoliko je ρ pozitivan i ima “prigušene oscilacije” kada je ρ negativan. Procesu u kojima ni autokorelacija između ε_t i ε_{t-s} ni varijansa od ε_t ne zavise o vremenu (t) ti procesi se nazivaju *stacionarni procesi*, navode Mladenović i Nojković (2015¹⁶³).

¹⁶² Ibidem...str. 61-62.

¹⁶³ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 52-60.

4.1.5.1. Posledice autokorelacije

Ispitujući svojstva ocenjivača parametara koji su u regresionom modelu dobijeni metodom najmanjih kvadrata kada je odstupanje ε_t autoregresivno, dobijaju se sledeće tvrdnje smatra Tedić (2011¹⁶⁴):

- “Ocenjivači metode najmanjih kvadrata (OLS) još uvek su linearni i nepristrasni i oni nisu efikasni u poređenju sa procedurama koje uzimaju u obzir autokorelaciju. Kraće, ocenjivači metode najmanjih kvadrata nisu najbolji linearni nepristrasni ocenjivači (*BLUE*)”.
- “Ocenjene varijanse OLS ocenjivača su pristrasne. Ponekad uobičajene formule za izračunavanje varijansi i standardnih grešaka OLS ocenjivača daju niže vrednosti odtačnih varijansi i standardnih grešaka”.
- “Uobičajeni t i F testovi nisu uopšteno pouzdani”.
- “Uobičajena formula za izračunavanje ocene varijanse, naime je (rezidualna suma kvadrata/ stepeni slobode) pristrasan ocenjivač parametra σ^2 ”.
- “Kao posledica, konvencionalno izračunat R^2 može biti nepouzdana mera pravog R^2 ”.
- “Konvencionalno izračunate varijanse i standardne greške predviđanja mogu takođe biti neefikasne”.

4.1.5.2. Testovi za odsustvo autokorelacije

Ukoliko nije poznato da li je regresijsko odstupanje autokorelisano, istraživač mora da se orijentiše na informacije iz uzorka. U okvirima autoregresija prvoga reda može se testirati hipoteza o “neautoregresiji”:

$$H_0: \rho = 0$$

nasuprot alternativni, gde je alternativna hipoteza u ekonomskom smislu da postoji pozitivna autoregresija, tj izraz:

$$H_1: \rho > 0$$

Uobičajeni testovi za otkrivanje autokorelacije su:

1) Darbin-Votsonov (engl. *Durbin-Watson*) d test i 2) h i m test

¹⁶⁴ Prema: Tedić, M. (2011). *Autokorelacija i autlajeri u predviđanju vrednosti kursa*, Novi Sad, PMF, str. 14-15.

Darbin-Votsonova se koristi za otkrivanje prisustva autokorelacije u rezidualima iz regresione analize. Darbin (Durbin, 1950¹⁶⁵) i Votson (Watson 1951¹⁶⁶) primenjuju statistiku na rezidualne najmanjih kvadrata i razvijaju kritične vrednosti testova za testiranje nulte hipoteze: “da greške nisu autokorelisane nasuprot alternative da one slede autoregresivni proces prvog reda”.

Da bi se test primenio, mora se izračunati vrednost “test veličine” d koja je određena sa:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2} \quad (4.45)$$

ε predstavljaju rezidualne obične metode najmanjih kvadrata. Ukoliko alternativna hipoteza pretpostavlja da postoji pozitivna autoregresija, važe sledeće pravilnosti:

1. odbiti H_0 ako je $d < d_l$,
2. ne odbaciti H_0 ako je $d > d_u$ i
3. test je neodređen ako je $d_l \leq d \leq d_u$.

Vrednosti d_l (eng. *low*) i d_u (eng. *upper*) navedene su u tabelama koju su konstituisali Darbin i Votson.

Ukoliko je alternativna hipoteza dvostrana, imamo sledeći izraz:

$$H_1: \rho \neq 0$$

važe sledeće pravilnosti:

1. odbiti H_0 ako je $d < d_l$ ili ako je $d > 4 - d_l$,
2. ne odbiti H_0 ako je $d_u < d < 4 - d_u$ i
3. neodređenost teta ako je $d_l \leq d \leq d_u$ ili ako je $4 - d_u \leq d \leq 4 - d_l$.

Budući da je:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n \varepsilon_t^2}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2} + \frac{\sum_{t=2}^n \varepsilon_{t-1}^2}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2} - 2 \frac{\sum_{t=2}^n \varepsilon_t \varepsilon_{t-1}}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2} \quad (4.46)^{167}$$

sledi da je $d \approx 2(1 - \hat{\rho})$, odnosno

$$\hat{\rho} = \frac{\sum_{t=2}^n \varepsilon_t \varepsilon_{t-1}}{\sum_{t=1}^n \varepsilon_t^2} \quad (4.47)^{168}$$

¹⁶⁵ Prema: Durbin, J. & Watson, G. S. (1950). Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression, I. *Biometrika*. 37 (3–4): p.p 409–428.

¹⁶⁶ Prema: Durbin, J. & Watson, G. S. (1951). Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression, II. *Biometrika*. 38 (1–2): p.p 159–179.

¹⁶⁷ Prema: Durbin, J. & Watson, G. S. (1951). Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression, II. *Biometrika*. 38 (1–2): p.p 159–179.

Tabela 4.1.5 – Prikazivanje vrednosti parametara autokorelcije

Vrednost ρ	Vrednost d
$\rho = -1$ (perfektna negativna korelacija)	$d = 4$
$\rho = 0$ (nema autokorelacije)	$d = 2$
$\rho = 1$ (perfektna pozitivna korelacija)	$d = 0$

Izvor: autor

Darbin-Votsonov test se ne može primeniti na regresione jednačine u kojima se pojavljuje lagovana vrednost zavisne promenljive bez konstatnog člana, umesto nezavisne promenljive. Ukoliko su greške autokorelisane, tada nezavisne promenljive više nisu nekorelisane sa greškama.

2) Testovi odsutnosti autoregresije u modelu sa lagovanom zavisnom promenljivom - h test

Prema Tedić (2011¹⁶⁹) ovaj test se može opisati u sklopu regresionog modela:

$$Y_t = \alpha + \beta X_t + \gamma Y_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (t = 2, 3 \dots n), \quad \varepsilon_t = \rho \varepsilon_{t-1} + u_t \quad (4.48)$$

Hipoteza da je $\rho = 0$ se testira nasuprot jednostranoj ili dvostranoj alternativni. Test statistika na kojoj se temelji h testu je

$$h = \left(1 - \frac{d}{2}\right) \sqrt{\frac{n}{1 - ns_\gamma^2}} \quad (4.49)$$

gde je d uobičajena Darbin-Votsonova test statistika i s_γ^2 metodom kvadrata ocenjena varijansa od γ . Prema nultoj hipotezi h ima $N(0,1)$ raspodelu. Ovaj se test nije moguće upotrebiti kada je $ns_\gamma^2 > 1$, jer se dobije negativna vrednost pod korenom.

m test

Prema Tediću (2011¹⁷⁰) m test se sastoji od izračunavanja reziduala metode najmanjih kvadrata i primene metode najmanjih kvadrata na:

$$\varepsilon_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + \beta_3 Y_{t-1} + \beta_4 \varepsilon_{t-1} + \text{greška} \quad (4.50)$$

i testiranje signifikantnosti ocenjenog koeficijenta uz ε_{t-1} pomoću standardnog t - testa

$$\frac{\hat{\beta}_k - \beta_k}{s_{\hat{\beta}_k}} : t_{n-k} \quad (k = 1, 2 \dots, K) \quad (4.51)$$

¹⁶⁸ Ibidem...

¹⁶⁹ Prema: Tedić, M. (2011). *Autokorelacija i autlajeri u predviđanju vrednosti kursa*, Novi Sad, PMF, str. 21.

¹⁷⁰ Prema: Tedić, M. (2011). *Autokorelacija i autlajeri u predviđanju vrednosti kursa*, Novi Sad, PMF, str. 22.

gde je $s_{\hat{\beta}_k}$ ocenjena standardna greška od $\hat{\beta}_k$. Za dvostrani test sa nivoom značajnosti λ i sa $(n - k)$ stepeni slobode oblast prihvatanja se definiše kao

$$-t_{n-k, \lambda/2} \leq \frac{\hat{\beta}_k - \beta_k}{s_{\hat{\beta}_k}} \leq t_{n-k, \lambda/2} \quad (4.52)$$

4.2. ARCH modeli (*Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*)

Mnogi modeli vremenikih serija imaju karakteristiku heteroskedastičnosti, a to je situacija gde varijansa greške modela nije jednaka, odnosno gde se može očekivati da greške modela budu veće za određena posmatranja ili periode podataka u odnosu na druga posmatranja ili periode podataka. U tom slučaju postavlja se pitanje kako konstruisati ili definisati model u kome treba postaviti heteroskedastičnost tako da su procene koeficijenata u modelu validni, a modeli dobijeni sa uslovnom varijansom grešaka. ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) modeli su tema ovog poglavlja. ARCH modeli predstavljaju veoma koristani dokazan model za modeliranje varijanse povrata ili volatilnosti u finansijama, uključujući kapital, finansijsku imovinu i devizne kurseve. Razumevajući ponašanje varijanse procesa povrata je veoma važno i za predviđanje, kao i za vrednovanje cena finansijskih instrumenata, dok varijansa služi kao mera rizika. Prisustvo heteroskedastičnosti je osobina grupisanja volatilnosti serije stopa prinosa, gde se javlja neposredna zavisnost u stopama prinosa empirijske serije. Drugačije rečeno postoji autokorelacija u volatilnosti. Zbog male verovatnoće da su slučajne greške homoskedastične, Engle (Engle, 1982¹⁷¹) je konstruisao model autoregresivne uslovne heteroskedastičnosti (ARCH), koji ne podrazumeva konstantnost varijanse reziduala i koji opisuje kako se varijansa reziduala razvija tokom vremena. ARCH model opisuje proces kako se uslovna volatilnost slučajne greške menja. Termin „uslovna” znači da u ARCH modelu volatilnost reziduala direktno zavisi od prethodnih vrednosti (docnji) kvadrata reziduala.

Iako povrati finansijske imovine, kao i stope povrata berzanskih indeksa, akcija i deviznih kurseva, slede različite sekvence, posmatranje dnevnih stopa povrata pokazuje opseg ili amplitudu variranja tokom vremena. Variranja u finansijskoj teoriji i praksi posmatranja se često pojavljuju kao klasteri volatilnosti (eng. *volatility clustering*; grupisanje volatilnosti). Klasteri volatilnosti upućuju na tendenciju da će velike promene u cenama finansijske imovine (bilo pozitivne ili negativne) biti praćene velikim promenama, dok će male promene biti

¹⁷¹ Prema: Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.p 987-1007.

propraćene malim promenama. Dakle, postoji vremenska zavisnost u povratima finansijske imovine. Prema tome, nisu ni blizu da budu nezavisno i jednako distribuirani (*IID-Independently and Identically Distributed*). Ove činjenice prilikom posmatranja uzorka povrata finansijske imovine je prvi uočio Mandelbrot (1963¹⁷²). Vremenska varirajuća volatilnost i „teški repovi” (*heavy tails*) distribucije pronađeni u podacima dnevnih stopa povrata finansijske imovine predstavljaju dve tipične „stilizovane činjenice” (*stylized facts*¹⁷³) povezane sa serijama finansijskih povrata.

ARCH model i njegova generalizacija GARCH model (*Generalized Autoregressive Heteroskedasticity*) obezbeđuju prikladan okvir za proučavanje problema modeliranja grupisanja ili klastera volatilnosti. Ovi modeli ne daju odgovor na pitanje šta prouzrokuje grupisanje volatilnosti, ali modeliraju osnove ponašanja vremenske varirajuće volatilnosti, koji su dobra podloga za izgradnju prognozirajućih modela. Ispostavilo se da i ARCH i GARCH modeli sadrže klastere volatilnosti i безусловne teške repove. Bolderslev (Bollerslev, 2001¹⁷⁴) zaključuje da je ARCH model jedan od ključnih modela u polju finansijske ekonometrije koji je svrsishodno napravljen za primenu u finansijama. ARCH model je zvanično predstavlja Engl (Engle, 1982¹⁷⁵) kako bi se modelovala stopa inflacije. Varijante ili modifikovani ARCH i GARCH modeli su izgrađeni sa ciljem modeliranja vremenski varirajuće volatilnosti, ali u isto vreme pružaju mogućnost da se u modele uvrste određeni faktori od uticaja na kretanje vremenskih serija. Pored ARCH i GARCH modela postoje i stohastički modeli volatilnosti koji se takođe bave modeliranjem vremenski varirajuće volatilnosti, ali se ona detaljno ne obrađuje u disertaciji.

U ovom podpoglavlju fokus je na bazičnim ARCH modelima, diskusija je na strukturnim svojstvima, njihovoj proceni parametara i kako ARCH modeli mogu biti korisni u predviđanju. Osim toga, prikazaće se važne modifikacije ovih modela koji su relevantni za praktičnu primenu.

¹⁷² Prema: Mandelbrot, B. B. (1997). *The variation of certain speculative prices. In Fractals and scaling in finance*, Springer, New York, NY, p.p 371-418.

¹⁷³ Termin „stilizovanih činjenica” se koristi za opisivanje dobro poznatih karakteristika ili empirijskih zakonitosti u serijama finansijskih povrata. Na primer, dnevne stopa povrata indeksa akcija prikazuju kalstere ili grupisanje volatilnosti, debele repove, a gotovo da i nema autokorelacije. Ove tri glavne stilizovane činjenice mogu se objasniti familijom ARCH modela. Dodatne stilizovane činjenice uključuju efekat poluge (*leverage effects*) i dugo pamćenje modela (*long memory*) koji će biti opisani kasnije u disertaciji.

¹⁷⁴ Prema: Bollerslev, T. (2001). Financial econometrics: Past developments and future challenges. *Journal of econometrics*, 100(1), p.p 41-51.

¹⁷⁵ Prema: Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.p 987-1007.

4.2.1. Značajnost ARCH procesa

Prema Fabociju i drugima (Fabozzi i drugi, 2007¹⁷⁶) ARCH procesi opisuju procese u kojima se promene volatilnosti predstavljaju na poseban način. Posmatra se ARCH(q) model za Y_t

$$y_t = \varepsilon_t \quad (4.53)$$

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \eta_t, \eta_t \stackrel{IID}{\rightarrow} N(0,1) \quad (4.54)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (4.55)$$

gde je h_t varijansa ili odstupanje greške ε_t uslovno, prema informacijama koje su dostupne u vremenu t . h_t još predstavlja i uslovnu varijansu, odnosno uslovno odstupanje od ε_t (greška modela, odnosno $\{\varepsilon_t\}$ (proces greške prilikom modeliranja). Izraz $y_t = \varepsilon_t$ predstavlja centralnu ili središnju jednačinu koja može biti i složenija i uključiti dodatne nezavisne varijable ili barem konstantu u model.

Fokus ARCH modela odnosno procesa je na jednačini $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2$ koja opisuje kako varijansa h_t varira u zavisnosti od uslovne varijanse u prošlosti ε_{t-i}^2 (navedeni izraz ε_{t-i}^2 je poznat u teoriji i praksi kao „buka” ili „šum”). Slučajna promenljiva η_t je inovativni termin za koji se pretpostavlja da će imati tendenciju da bude nezavisno i jednako distribuirana (IID) sa aritmetičkom sredinom 0 i varijansom 1. Ukoliko $\eta_t \stackrel{IID}{\rightarrow} N(0,1)$ ima standardni Gausov raspored, greška ε_t slučajne promenljive η_t je uslovno normalna. Za gore opisan i neveden slučaj korisićemo termin „normalni” ARCH model. Gausova pretpostavka za η_t nije kritična i možemo slobodno modelirati i dozvoliti više teških repova distribucije (rasporeda), kao što je Studentova t-distribucija ili Studentov t-raspored, koja se inače i obično zahteva u finansijama.

Predstavlja se da ϑ_t označava filtrirane podatke tokom vremena¹⁷⁷, onda sledi izraz:

$$E(\varepsilon_t^2 | \vartheta_{t-1}) = E(h_t \eta_t^2 | \vartheta_{t-1}) = h_t E(\eta_t^2 | \vartheta_{t-1}) = h_t \quad (4.56)$$

To implicira da se uslovna varijansa greške ε_t razvija u skladu sa prethodnom realizacijom ε_t^2 . To se dalje može napisati kao $\varepsilon_t | \vartheta_{t-1} \approx N(0, h_t)$. Da bi se prikazao model sa dobro definisanim procesom $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2$ uslov je da se koeficijentima nametne uslov za izbegavanje

¹⁷⁶ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p. 281.

¹⁷⁷ Formalnije $\vartheta_{t-1} = \sigma(\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots)$ označava sigma polje koje je generisno podacima iz prošlosti tokom vremena t . $\sqrt{h_t}$ koren vrednosti uslovne varijanse predstavlja pozitivnu, vremenski varirajuću i merljivu funkciju, s obzirom na σ algebra ϑ_{t-1} .

negativnih vrednosti h_t (uslovna varijansa ili uslovno odstupanje). Da bi se taj uslov obezbedio, parametri u jednačini uslovne varijanse moraju zadovoljiti uslov $a_0 > 0$ i $a_i > 0$ za $i = 1, 2, \dots, q$.

U svom najjednostavnijem obliku ARCH(q) modeliranje predstavlja povrat finansijske imovine vremenskih serija y_t sa procesom greške modela ε_t . Kao što je ranije navedeno, da bi se objasnilo vremensko variranje y_t u praksi, potrebno je modelirati mnogo složeniju formu od $y_t = \varepsilon_t$. Na primer y_t mogu imati uslovno varirajuću aritmetičku sredinu, rastući μ_t koja proizilazi iz ARMA strukture i onda formulacija $\varepsilon_t = y_t - \mu_t$ predstavlja „šok” u procesu povrata finansijske imovine. Generalizovani model y_t uključuje složenije strukture koji će se objasniti kasnije u ovom poglavlju.

4.2.2. Svojstva ARCH procesa u praktičnoj primeni

Struktura ARCH modela podrazumeva da se uslovna varijansa od ε_t , h_t razvija u skladu s najnovijim spoznajama (realizacijama) analogno sa autoregresijskim AR(q) modelom. Veliki kvadratni šokovi impliciraju veliku uslovnu varijansu za ε_t . Posledično, ε_t ima tendenciju da pretpostavi velike vrednosti koje u povratu impliciraju da veliki šok teži da bude praćen drugim velikim šokom, smatraju Faboci i saradnici (Fabozzi i drugi, 2007¹⁷⁸).

Sledi detaljnije objašnjenje ARCH(1) modela za proces $\{\varepsilon_t\}$. Jednačina za ARCH(1) model se može predstaviti $h_t = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2$ posmatranjem efekta da velika vrednost ε_t vodi do velike volatilnosti uslovne varijanse tokom vremena. Kombinovanjem sledećih jednačina $\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \eta_t$, $\eta_t \stackrel{IID}{\rightarrow} N(0,1)$ i $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2$ za ARCH(1) model dobija se sledeće prema Fabociju i saradnicima (Fabozzi i drugi, 2007¹⁷⁹):

$$\begin{aligned} \varepsilon_t^2 &= h_t \eta_t^2 & (4.57) \\ &= \eta_t^2 (a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2) \\ &= a_0 \eta_t^2 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 \eta_t^2 \\ &= a_0 \eta_t^2 + a_1 \eta_t^2 (h_{t-1} \eta_{t-1}^2) \\ &= a_0 \eta_t^2 + a_1 \eta_t^2 \eta_{t-1}^2 (a_0 + a_1 \varepsilon_{t-2}^2) \\ &\vdots \end{aligned}$$

¹⁷⁸ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p. 282.

¹⁷⁹ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p.p 282-283.

$$= a_0 \sum_{i=0}^n a_1^i \eta_t^2 \dots \eta_{t-i}^2 + a_1^{n+1} \eta_t^2 \eta_{t-i}^2 \dots \eta_{t-n}^2 \varepsilon_{t-n-1}^2$$

Ukoliko je $a_1 < 1$ poslednji uslov u jednačini iznad teži 0, kao što nteži ka ∞ i dobija se sledeće:

$$\varepsilon_t^2 = a_0 \sum_{i=0}^{\infty} a_1^i \eta_t^2 \dots \eta_{t-i}^2 \quad (4.58)$$

gde je ε_t nelinearna funkcija od $(\eta_t, \eta_{t-1}, \dots)$ sa sledećim svojstvima:

1) Bezuslovna srednja vrednost greške ε_t je jednaka 0, gde je

$$E(\varepsilon_t) = E(E(\varepsilon_t | \vartheta_{t-1})) = E(E(\sqrt{h_t} \eta_t | \vartheta_{t-1})) = E(\sqrt{h_t} E(\eta_t)) = 0 \quad (4.59)$$

gde ϑ_{t-1} označava informacije dobijene u vremenu $t-1$.

2) Uslovna varijansa od ε_t je:

$$E(\varepsilon_t^2 | \vartheta_{t-1}) = E(h_t \eta_t^2 | \vartheta_{t-1}) = h_t E(\eta_t^2 | \vartheta_{t-1}) = h_t = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (4.60)$$

3) Bezuslovna varijansa od ε_t je dobijena kao¹⁸⁰:

$$Var(\varepsilon_t) = E(\varepsilon_t^2) = E[E(\varepsilon_t^2 | \vartheta_{t-1})] = E(a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2) = a_0 + a_1 E(\varepsilon_{t-1}^2) = \frac{a_0}{1-a_1} \quad (4.61)$$

4) Kurtosis- spljoštenost od ε_t , K_ε je dat preko sledeće formule:

$$K_\varepsilon = \frac{E(\varepsilon_t^4)}{[Var(\varepsilon_t)]^2} = \frac{E(\varepsilon_t^4)}{E(\varepsilon_t^2)^2} = 3 \frac{1-a_1^2}{1-3a_1^2} > 3 \quad (4.62)$$

gde se pretpostavlja da ε_t ima konačni četvrti momenat¹⁸¹. ARCH model sa uslovno normalnim rasporedom ili distribucijom ε_t vodi ka pojavi teških repova u bezuslovnoj distribuciji. Drugim rečima, postojanje kurtosisa (spljoštenosti) ε_t je pozitivno i repovi distribucije su „teži” nego u slučaju normalnog rasporeda, odnosno distribucije.

Dakle, ARCH(1) proces ima aritmetičku sredinu ili srednju vrednost nula, konstantnu bezuslovnu varijansu i vremenski varirajuću uslovnu varijansu. Greška modela ε_t je stacionarni proces ukoliko je uslov da je $0 \leq a_1 \leq 1$ zadovoljen, dok varijansa od ε_t mora biti pozitivna.

¹⁸⁰ Prateći činjenicu da je ε_t stacionaran proces sa $E(\varepsilon_t) = 0$ proizilazi da je $Var(\varepsilon_t) = Var(\varepsilon_{t-1}) = E(\varepsilon_{t-1}^2)$.

¹⁸¹ Takođe se pretpostavlja uslov da je $0 \leq a_1 \leq 1$ koji garantuje stacionarnost. Za izvođenje ove tvrdnje možete detaljnije pogledati izvođenje u udžbeniku Ruy S. Tsay, *Analysis of Financial Time Series* (New York: John Wiley & Sons, 2002).

Dodatna ograničenja za parametar a_1 se mogu postaviti, ako treba da postoje momenti višeg reda greške ε_t . Na primer, ispitati rep ponašanja greške modela ε_t u svojstvu 4) gde se nameće zahtev konačnog četvrtog momenta. To upućuje na zaključak da od svojstva 1) do svojstva 4) vrede za zahtevnije modele ARCH, ali relevantne formule moraju biti više uključene u proces. ARCH model pruža koristan okvir za modeliranje volatilnosti povrata iz razloga jer pojedinačno posmatra fenomen koji u apsolutnim uslovima znači da će veliki povrati finansijske imovine biti praćeni velikim povratima.

4.2.3. Izgradnja ARCH modela

Izgradnja ARCH modela prema Ceju (Tsay, 2010¹⁸²) se izvodi u tri koraka:

1. “izgradnja ekonometrijskog modela za seriju stope povrata”,
2. “određivanje reda modela i ocena parametara” i
3. “provera adekvatnosti modela”.

U prvom koraku se obezbeđuje izgradnja ekonometrijskog modela kako bi se otklanila bilo kakva zavisnosti među podacima. U prvom koraku se testira ARCH efekat, kako bi se utvrdilo da li vremenska serija ispoljava nestabilnost uslovne varijanse.

I Korak- izgradnja ekonometrijskog modela za seriju stope prinosa

Kako bi se otklonila serijska korelacija nastala u podacima određene vremenske serije, prvo se gradi ARMA model. Kada je reč o finansijskim vremenskim serijama, odnosno o serijama prinosa akcija (stope povrata), u prvom koraku se uklanja uzoračka sredina iz podataka ukoliko je ona značajno različita od 0. Ukoliko se modelira serija dnevnih stopa povrata, onda se za prvi korak može koristiti i AR model.

Prvo je potrebno utvrditi da li vremenska serija ima nestabilnu uslovnu varijansu, tj. da li je prisutna heteroskedastičnost. Utvrđivanje se postiže analizom reziduala ARMA modela: a_t^2 , gde je $a_t = r_t - \mu_t$. Najčešće se za analizu reziduala koriste:

1. Boks-Ljungova (*Box-Ljung*) statistika za a_t^2 i
2. Engleova statistika za detektovanje postojanja ARCH efekta.

¹⁸² Prema: Ruey, S. Tsay (2010). *Analysis of Financial Time Series* - Third Edition, The University of Chicago Booth School of Business Chicago, IL, John Wiley & Sons Inc., p.p 119-123.

Boks-Ljungova statistika se primenjuje na kvadrirane vrednosti reziduala i proverava se da li postoji statistička značajnost korelacione strukture u rezidualima. Reziduali predstavljaju meru varijabilnosti određene vremenske serije. Dakle, ukoliko postoji statistička značajnost u primeni Boks-Ljungove statistike, zaključuje se da je vremenska serija nestabilna u smislu da postoji autoregresivna heteroskedastičnost.

Po pitanju drugog testa - Engleova statistika za detektovanje postojanja ARCH efekta, on je ekvivalentan F testu, gde se testira da li je $\alpha_i = 0$, $i = 1, \dots, m$ u linearnoj regresiji:

$$a_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m a_{t-m}^2 + \varepsilon_t, \quad t = m + 1, \dots, T \quad (4.63)$$

gde je ε_t greška modela, m je “unapred poznat pozitivan ceo broj” i T je veličina uzorka.

Ukoliko je nulta hipoteza koja definiše odsustvo autokorelacije u varijansi vremenske serije tačna, to govori da je varijansa serije stabilna. Hipoteza se definiše kao:

$$H_0(\alpha_i = 0, i = 1, \dots, m)$$

dok se F-statistika za proveru nulte hipoteze definiše na sledeći način:

$$F = \frac{(SSR_0 - SSR_1)/m}{SSR_1/(T - 2m - 1)} \quad (4.64)$$

gde je $SSR_0 = \sum_{t=m+1}^T (a_t^2 - \bar{a})$, a sa \bar{a} označena je sredina uzorka od a_t^2 i $SSR_1 = \sum_{t=m+1}^T \hat{\varepsilon}_t^2$, a $\hat{\varepsilon}_t$ je rezidual dobijen metodom najmanjih kvadrata iz jednačine linearne regresije. Statistika ima X_m^2 raspodelu sa m stepeni slobode. Ako je F-testom pokazano da postoji uslovna heteroskedastičnost, tada se koristi parcijalna autokorelaciona funkcija šokova a_t^2 da bi se utvrdio kog reda je ARCH model. To se izvodi na sledeći način:

$$a_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 a_{t-1}^2 + \dots + \alpha_m a_{t-m}^2 \quad (4.65)$$

gde se može pokazati da je a_t^2 nepristrasna ocena σ_t^2 . Iz tog razloga se očekuje da je σ_t^2 u linearnoj zavisnosti sa $\alpha_1 a_{t-1}^2 \dots \alpha_m a_{t-m}^2$ na približan način kao što je to slučaj kod autoregresionog modela m reda.

II Korak – određivanje reda modela i ocena parametara

Ocena parametara u ARCH modelu se realizuje primenom metoda maksimalne verodostojnosti. Koriste se dve verodostojnosti. Prvo se pretpostavlja da $\varepsilon_t: N(0,1)$, tada je funkcija verodostojnosti data:

$$f(a_1, \dots, a_T | \Lambda) = \quad (4.66)$$

$$\begin{aligned}
& f(a_T|F_{T-1})f(a_{T-1}|F_{T-2}) \cdot f(a_{m+1}|F_m)f(a_1, \dots, a_m|\Lambda) \\
&= \prod_{t=m+1}^T \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_t^2}} \exp\left[-\frac{a_t^2}{2\sigma_t^2}\right] x f(a_1, \dots, a_m|\Lambda)
\end{aligned}$$

Λ vektor parametara modela, a $f(a_1, \dots, a_m|\Lambda)$ je zajednička funkcija gustine za a_1, \dots, a_m . Praktično je teško doći do precizne formule za funkciju gustine.

Dalje se pretpostavlja da ε_t modela ima Studentovu-t raspodelu, jer se u praksi ponekad pokazalo da je nekad bolja opcija koristiti Studentovu-t raspored. Označice se sa x_v Studentova-t raspodela sa v stepeni slobode. Varijansa se u tom slučaju računa kao $Var(x_v) = \frac{v}{v-2}$ za $v > 2$.

Uzeće se $\varepsilon_t = \frac{x_v}{\sqrt{\frac{v}{v-2}}}$, tada je funkcija gustine za ε_t :

$$f(\varepsilon_t|v) = \frac{\Gamma(\frac{v+1}{2})}{\Gamma(\frac{v}{2})\sqrt{(v-2)\pi}} \left(1 + \frac{\varepsilon_t^2}{v-2}\right)^{-\frac{v-1}{2}}, v > 2 \quad (4.67)$$

gde je $\Gamma(x)$ gama funkcija.

Koristeći da je $a_t = \sigma_t \varepsilon_t$ dobija se oblik uslovne funkcije verodostojnosti:

$$f(a_{m+1}, \dots, a_T|\Lambda, a_1, \dots, a_m) = \prod_{t=m+1}^T \frac{\Gamma(\frac{v+1}{2})}{\Gamma(\frac{v}{2})\sqrt{(v-2)\pi}} \frac{1}{\sigma_t} \left[1 + \frac{a_t^2}{(v-2)\sigma_t^2}\right]^{-\frac{v+1}{2}} \quad (4.68)$$

kada je $v > 2$.

Maksimiranjem ove funkcije dobijaju se ocene parametara za ARCH model.

III Korak – provera adekvatnosti modela

Provera adekvatnosti procenjenog ARCH modela se vrši pomoću “standardizovanih” reziduala. Dobijaju se tako što se obični reziduali dele sa odgovarajućim ocenama standardne devijacije koje se dobijaju iz jednačine volatilnosti. Dakle,

$$\tilde{a}_t = \frac{a_t}{\sigma_t} \quad (4.69)$$

gde je \tilde{a}_t nezavisna slučajna promenljiva koja ima ili normalan ili Studentovu-t raspored.

Ljung-Boksova statistika za \tilde{a}_t se koristi za proveru adekvatnosti “središnje” jednačine, tj. proverava se da li je autokorelacija u podacima vremenske serije modelirana na odgovarajući način. Ljung-Boksova statistika za \tilde{a}_t^2 se koristi kako bi se utvrdilo da li je “jednačina volatilnosti” konzistentna sa “korelacionom strukturom varijabiliteta modelirane vremenske serije”.

4.2.4. Vrednovanje moći predviđanja i upotreba ARCH modela

Putem ARCH modela može da se predvidi volatilitet, odnosno buduća vrednost volatiliteta. Na osnovu prvih posmatranja vremenske serije r_t cilj je da se unapred odredi buduće kretanje vremenske serije i njena uslovna varijabilnost za h određeni budući period.

U modele se uvode sledeće oznake:

1. r_{T+h} - "stvarni nivo vremenske serije h perioda unapred",
2. $\hat{r}_T(h)$ - "predviđena vrednost h perioda unapred",
3. σ^2_{T+h} - "stvarna buduća vrednost volatiliteta h perioda unapred" i
4. $\hat{\sigma}^2_T(h)$ - "predviđena buduća vrednost volatiliteta".

Dakle, predviđena volatilitet za "jedan period unapred" je:

$$\hat{\sigma}^2_T(1) = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{\sigma}^2_T + \dots + \alpha_m a_{T+1-m} \quad (4.70)$$

Za dva perioda unapred:

$$\hat{\sigma}^2_T(2) = \alpha_0 + \alpha_1 \hat{\sigma}^2_T(1) + \dots + \alpha_m a_{T+2-m} \quad (4.71)$$

Za l koraka unapred:

$$\hat{\sigma}^2_T(l) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i \hat{\sigma}^2_T(l-i), \quad (4.72)$$

gde je $\hat{\sigma}^2_T(l-i) = a^2_{T+l-1}$ ako je $l-i \leq 0$.

4.2.5. Ograničenja ARCH modela u praktičnoj primeni

Iako ARCH model poseduje osobine zbog kojih je izuzetno koristan za analizu i predviđanje finansijskih vremenskih serija, on ipak ima i određene "nedostatke" prema Ceju (Tsay, 2010¹⁸³):

¹⁸³ Prema: Ruey, S. Tsay (2010). *Analysis of Financial Time Series* - Third Edition, The University of Chicago Booth School of Business Chicago, IL, John Wiley & Sons Inc., p. 119.

1. "ARCH model pretpostavlja da pozitivni i negativni šokovi imaju isti uticaj na volatilitnost, zato što ona zavisi od kvadrata prošlih šokova. Problem je što se u praksi zna da cena finansijskog derivata različito reaguje na pozitivne i negativne šokove".
2. "Kao što je napred navedeno, da bi serija opisana ARCH(1) modelom imala konačan četvrti momenat, treba da bude $0 \leq \alpha_1^2 \leq 1/3$ što prilično ograničava sam model. Sem toga, za modele višeg reda, ovo ograničenje postaje komplikovano".
3. "Korišćenjem ARCH modela mogu se samo opisati varijacije finansijske vremenske serije, ali ARCH model ne daje nikakvo saznanje zbog čega je uopšte došlo do tih varijacija".
4. "Veoma često se u praksi dešava da ARCH model predvidi veću volatilitnost nego što je to slučaj u stvarnosti".

Dalje, ARCH modeli imaju određene nedostatke u praktičnoj primeni prema Fabociju i saradnicima (Fabozzi i drugi, 2007¹⁸⁴):

- Zbog strukture ARCH modela samo kvadrirane greške (u vremenu $t-1$) ε_{t-1} mogu uticati na tekuću volatilitnost $\sqrt{h_t}$. To u praksi može stvoriti nerealnu sliku iz razloga što volatilitnost može različito reagovati na pozitivne i negativne vrednosti ε_t (npr. pozitivni i negativni šokovi se mogu tumačiti kao dobre ili loše vesti, odnosno one mogu uticati na volatilitnost drugačije).
- Teško se može odrediti redosled q , broj pomaka ili lagova (*lag*) kvadriranih reziduala u modelu.
- Uticaj velikog šoka traje samo za q periode.

4.3. GARCH modeli (*Generalized Autoregressive Conditionally Heteroscedastic*)

¹⁸⁴ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p.284.

Ranije u disertaciji kratko se pomenula analiza AR modela i proširenog modela koji je uključivao MA komponentu da bi se dobio generalizovani ARMA model. Analogno tome, detaljno se predstavio ARCH model čijom daljom generalizacijom dolazi se do GARCH modela. GARCH model (engl. *generalized ARCH*) je “pronaden” kako bi se poboljšali i otklonili nedostaci ARCH modela koji pri upotrebi zahteva “veoma veliki broj parametara” da bi adekvatno opisao volatilnost prinosa ili povrata akcije. GARCH model je uveo Bolerslev 1986. godine.

Prema Fabociju i saradnicima (Fabozzi i drugi, 2007¹⁸⁵) razmatra se GARCH (p, q) proces za vremensku seriju ε_t .

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \eta_t, \quad \eta_t \stackrel{IID}{\rightarrow} N(0,1) \quad (4.73)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j} \quad (4.74)$$

gde je h_t uslovna varijansa ili odstupanje od ε_t prema informacijama koje su dostupne u vremenu t . Slučajna promenljiva η_t je inovativni termin za koji se pretpostavlja da će imati tendenciju da bude nezavisno i jednako distribuiran (IID) sa aritmetičkom sredinom 0 i varijansom 1. Tako da GARCH (p, q) model povezuje uslovnu varijansu h_t sa prošlom funkcijom kvadriranih grešaka i prošlim uslovnim varijansama.

Razlika između ARCH i GARCH modela jeste da GARCH model omogućava da uslovna varijansa bude modelovana iz sopstvenih prošlih vrednosti sa dodatkom šokova koji su se desili u prošlosti. Da bi proces $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j}$ bio dobro definisan i omogućio stacionarnost greške ε_t uslovne varijanse h_t , uslovi na parametrima a i b trebaju biti nametnuti. Tako da se pretpostavlja da su parametri $(a_0, a_1, \dots, a_q, b_1, \dots, b_p)$ ograničeni da je $h_t > 0$ za svako t , gde je osigurano da $a_0 > 0, a_1 \geq 0$ za $i = 1, 2, \dots, q$ i $b_j \geq 0$ za $j = 1, 2, \dots, p$. Takođe se pretpostavlja da četvrti momenat od η_t postoji. Važno je napomenuti da nije samo ε_{t-i}^2 nego je i h_{t-j} neposmatrivo (nije ga moguće opažati). h_{t-j} bi mogao da se proceni iz početnog inicijalnog uzorka podataka, ali je bolje uraditi njegovu reparametrizaciju i prepisati ga kao ARMA proces. Prepisivanje jednačine $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j}$ s obzirom na kvadrirane slučajne promenljivu ε_t u vremenu t u odnosu na uslovnu varijansu i ubacivanjem umesto $u_t = \varepsilon_t^2 - h_t$ dobija se ARMA(r, p) zastupljenosti za ε_t^2 :

¹⁸⁵ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p. 284.

$$\varepsilon_t^2 = a_0 + \sum_{i=1}^r (a_i + b_i) \varepsilon_{t-1}^2 + u_t - \sum_{j=1}^p b_j u_{t-j} \quad (4.75)$$

gde je $r = \max(p, q)$. $\{u_t\}$ je prividna razlika (različitost) serija ($E(u_t) = 0$ i $Cov(u_t, u_{t-1}) = 0$, za $i \geq 1$). Kako bilo, $\{u_t\}$ uopšte nije IID sled.

4.3.1. Značajnost GARCH procesa

Treba imati na umu da Gausova pretpostavka η_t nije uvek realistična. Ako distribucija istorijskih inovacija $\eta_{t-n}, \dots, \eta_t$ ima „teži”, odnosno „deblji” rep u odnosu na normalan, može se izmeniti model i omogućiti prikladna distribucija za pojavu „teških” repova kao što je Studentova-t distribucija ili raspored.

Razmatra se jednostavan GARCH(1,1) model koji je najpopularniji za modeliranje volatilitnosti povrata finansijske aktive. Model se prema Fabociju i saradnicima (Fabozzi i drugi, 2007¹⁸⁶) može napisati kao:

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \eta_t, \quad \eta_t \xrightarrow{IID} N(0,1) \quad (4.76)$$

$$h_t = a_0 + a_1 \varepsilon_{t-1}^2 + b_1 h_{t-1} \quad (4.77)$$

Uslovna varijansa h_t u gore navedenoj formuli je modelirana prethodnim šokovima greške modela ε_{t-1}^2 i svojom sopstvenom lagovanom vrednošću h_{t-1} . Za $a_0 \geq 0, a_1 > 0, b_1 > 0$ i $a_1 + b_1 < 1$ $\{(\varepsilon_t, \sqrt{h_t})\}$ je strogo stacionarno rešenje za gore navedenu formulu uslovne varijanse. Suma $a_1 + b_1$ predstavlja meru prisustva, odnosno postojanosti uslovne varijanse prilikom šokova. Ukoliko su uslovi ε_t zadovoljeni, onda ε_t^2 ima ARMA(1,1) zastupljenost:

$$\varepsilon_t^2 = a_0 + (a_1 + b_1) \varepsilon_{t-1}^2 + u_t - b_1 u_{t-1} \quad (4.78)$$

gde je $u_t = \varepsilon_t^2 - h_t$ i očekivanje i uslovna varijansa od ϑ_{t-1} su $E_{t-1}(u_t) = 0$ i $Var_{t-1}(u_t) = h_t^2 E[(\varepsilon_t^2 - 1)^2]$, respektivno. Takođe se pretpostavlja da ε_t i $\sqrt{h_t}$ imaju konačne četvrte momente (*finite fourth moments*) koji zahtevaju da $3a_1^2 + 2a_1b_1 + b_1^2 \geq 1$.

Kao i u slučaju ARCH modela, GARCH procesi sa uslovno normalnim rasporedom, odnosno distribucijom povrata impliciraju neuslovne distribucije koje imaju teže ili deblje repove nego što je to slučaj pri normalnoj distribuciji. Tako da ARCH/GARCH modeli imaju pojavu klastera volatilitnosti i bezuslovnih teških repova.

¹⁸⁶ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p.p 285-286.

Veza između kurtosisa - spljoštenosti ε_t i klastera volatilnosti i uslovne nenormalnosti (ne podrazumeva Gausov raspored) može biti dodatno istražena jer pojava gore navedenih stanja može dovesti do leptokurtosisa (leptokaričnosti), odnosno „strmijeg” rasporeda sa pojavom debljih repova koji su tipični za posmatranja povrata finansijskih serija. Bai i saradnici (Bai i drugi, 2003¹⁸⁷) su razmatrali ARMA(r,q) zastupljenost u GARCH(p,q) procesima i analizirali vezu između sledećeg:

- 1) višak kurtosisa - spljoštenosti od η_t nazvanog IID kurtosis - spljoštenost i obeleženog sa K_η ,
- 2) višak kurtosisa od ε_t nazvanog celokupan kurtosis - spljoštenost i obeleženog sa K_ε ako isti postoji i
- 3) višak kurtosisa - spljoštenosti normalnog GARCH procesa, nazvanog GARCH kurtosis i obeleženog sa $K_\varepsilon^{(g)}$ ukoliko postoji.

Isti autori su načinili dve dodatne pretpostavke koje osiguravaju da su greške u_t nekorelisane sa nula srednjom vrednošću i konačnom varijansom i da proces ε_t^2 ima slabu stacionarnost. Očigledno, da ako η_t prati normalan raspored, onda je $K_\eta = 0$ i proces $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j}$ je normalan GARCH(p,q) proces. Njihovi rezultati pokazuju da ukoliko ε_t prati GARCH(p,q) proces i zadovoljava dodatne dve pretpostavke beleže se sledeći izrazi:

$$K_\varepsilon^{(g)} = \frac{6k_1}{1-2k_1} \quad (4.79)$$

$$K_\varepsilon = \frac{K_\varepsilon^{(g)} + K_\eta + (5/6)K_\varepsilon^{(g)}K_\eta}{1 - (1/6)K_\varepsilon^{(g)}K_\eta} \quad (4.80)$$

Izraz $K_\varepsilon^{(g)} = \frac{6k_1}{1-2k_1}$ predstavlja normalan GARCH kurtosis za GARCH parametre a_i , b_i i karakteriše činjenicu klastera volatilnosti koja je uvod u leptokurtosis, odnosno leptokaričnost.

Za normalan GARCH(1,1) model $K_\varepsilon^{(g)}$ se može redukovati na sledeći izraz smatra Bollerslev (Bollerslev, 1986¹⁸⁸):

$$K_\varepsilon^{(g)} = \frac{6a_1^2}{1 - (a_1 + b_1)^2 - 2a_1^2} \quad (4.81)$$

koji pokazuje da koeficijent a_1 igra važnu ulogu u određivanju ponašanja ε_t . Ukoliko je $a_1 = 0$ onda je i $K_\varepsilon^{(g)} = 0$ i onda nemamo pojavu teških repova, ali ukoliko je $a_1 > 0$ onda procesi ε_t imaju pojavu teških repova. Kurtosis od ε_t postoji ukoliko je $1 - 2a_1^2 - (a_1 + b_1)^2 > 0$.

¹⁸⁷ Prema: Bai, X., Russell, J. R., & Tiao, G. C. (2003). Kurtosis of GARCH and stochastic volatility models with non-normal innovations. *Journal of Econometrics*, 114(2), p.p 349-360.

¹⁸⁸ Prema: Bollerslev, T. (1986). Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics* 31, p.p307-327.

Empirijski rezultati smatraju Bai i saradnici (Bai i drugi, 2003¹⁸⁹) s obzirom na autokorelacionu funkciju ε_t^2 za normalan GARCH (1,1) model pokazuju da primenjeni GARCH kurtosis $K_\varepsilon^{(g)}$ uzima vrednosti koje su znatno ispod viška kurtosisa - spljoštenosti uzorka podataka povrata finansijskih serija. Takav normalan GARCH (1,1) model nije sposoban, odnosno nije u stanju da odgovori na veliki leptokurtosis, odnosno leptokaričnost koja se obično pojavljuje ili nalazi u podacima vremenskih serija. To je motivisalo Boldersleva (Bollerslev, 1986¹⁹⁰) da predloži upotrebu ili korišćenje Studentove-t raspodele kako bi uskladio prekomeran kurtosis - spljoštenost uzorka. Istraživanje Baia i saradnika (Bai i drugi, 2003¹⁹¹) pokazalo je da se upotreba ne-normalnog GARCH modela dobro uklapa sa vremenski varirajućom volatilnošću i da dobro odgovara na veličinu kurtosisa - spljoštenosti uzorka.

4.3.2. Svojstva GARCH procesa u praktičnoj primeni

Strukturalna svojstva GARCH procesa odnose se na uslove za rešenja stacionarnosti u momentima višeg reda. Neophodan i dovoljan uslov za strogu stacionarnost GARCH(1,1) modela dobija se sledećim izrazom:

$$E[l_n(b_1 + a_1\eta_t^2)] < 0 \quad (4.82)$$

gde gore naveden uslov omogućuje da $a_1 + b_1$ bude jednako 1 ili malo veće od 1 u slučaju kada je $E(\varepsilon_t^2) = 0$. Za uopštene GARCH modele $\varepsilon_t = \sqrt{h_t}\eta_t$, $\eta_t \xrightarrow{IID} N(0,1)$ i $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j}$ neophodan i dovoljan uslov za stacionarnost drugog reda (*second-order stationarity*) je:

$$\sum_{i=1}^q a_i + \sum_{i=1}^p b_i < 1 \quad (4.83)$$

Međutim, za neophodan i dovoljan uslov za strogu stacionarnost Bugarol i Pikard (Bougerol i Picard, 1992¹⁹²) definisali su sledeći izraz:

$$\sum_{i=1}^q a_i + \sum_{i=1}^p b_i \leq 1 \quad (4.84)$$

¹⁸⁹ Prema: Bai, X., Russell, J. R., & Tiao, G. C. (2003). Kurtosis of GARCH and stochastic volatility models with non-normal innovations. *Journal of Econometrics*, 114(2), p.p 349-360.

¹⁹⁰ Prema: Bollerslev, T. (1986). Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics* 31, p.p 307-327.

¹⁹¹ Prema: Bai, X., Russell, J. R., & Tiao, G. C. (2003). Kurtosis of GARCH and stochastic volatility models with non-normal innovations. *Journal of Econometrics*, 114(2), p.p 349-360.

¹⁹² Prema: Bougerol, P., & Picard, N. (1992). Stationarity of GARCH processes and of some nonnegative time series. *Journal of Econometrics*, 52(1-2), p.p 115-127.

Istraživači Ling i Mekalir (Ling i McAleer, 2002¹⁹³) ustanovili su i utvrdili nužne i dovoljne uslove za postojanje četvrtog i viših momenata za GARCH(p, q) model. Hi i Terasvirta (He i Terasvirta, 1999¹⁹⁴) su vršili posmatranja na opštem GARCH(1,1) modelu i utvrdili sledeće:

$$\varepsilon_t = z_t h_t, \quad h_t^\delta = g(z_{t-1}) + c(z_{t-1})h_t^\delta \quad (4.85)$$

gde je $Pr\{h_t^\delta > 0\} = 1$, $\delta > 0$, z_t sekvenca od IID slučajne promenljive sa srednjom vrednošću 0 i varijansom 1 i $g(x)$ i $c(x)$ su nenegativne funkcije. Neophodan uslov za $m\delta$ –tim bezuslovnim momentom modela postoji i glasi:

$$E[c(z_t)]^m < 1 \quad (4.86)$$

gde je m pozitivan ceo broj, a $\delta = 1$ ili 2. Rezultat je izveden pod pretpostavkom uslovnog procesa (na primer proces započinje nekim konačnim vrednostima pre beskonačno mnogo perioda). Iako je rezultat jednačine $E[c(z_t)]^m < 1$ koristan, ne može biti praktično potvrđen, tako da predstavlja više aksiom, nego pretpostavku. Ling i Mekalir (Ling i McAleer, 2002) su posmatrali dovoljne uslove za strogu stacionarnost modela $\varepsilon_t = z_t h_t$, $h_t^\delta = g(z_{t-1}) + c(z_{t-1})h_t^\delta$ bez prethodnog pozivanja na pretpostavku uslovnog modela. Oni su utvrdili dva predloga koja se bave gore navedenom formulom (izrazom). U prvom, utvrdili su da je za neke stvarne vrednosti $\alpha \in (0, 1)$ postoji jedinstvena $\alpha\delta$ rešenje stacionarnosti ukoliko je $E|z_t|^{\alpha\delta} < \infty$, $E|g(z_t)|^\alpha < \infty$ i $E|c(z_t)|^\alpha < 1$. U drugom predlogu utvrdili su postulate neophodnih i dovoljnih uslova postojanja $m\delta$ momenata kao rešenje ε_t u prvom predlogu, gde je $E|c(z_t)|^{m\delta} < 1$, gde je m pozitivan ceo broj ukoliko su uslovi $|z_t|^{m\delta} < \infty$ i $E|g(z_t)|^{m\alpha} < \infty$ zadovoljeni. Na primer, gde je $g(z_{t-1}) = a_0 > 0$ i $c(z_{t-1}) = a_1(z_{t-1})^2 + b_1$, prepoznaje se GARCH(1,1) proces i uslov $E|c(z_t)|^\alpha < 1$ za određene vrednosti $\alpha \in (0, 1)$ ekvivalentan uslovu $E[l_n[c(z_t)]] < 0$ koji je neophodan i dovoljan uslov za utvrđen u izrazu $E[l_n(b_1 + a_1\eta_t^2)] < 0$.

4.3.3. Ocenjivanje GARCH modela u cilju tačnosti modela

Glavna prepreka za procenu GARCH modela jeste slučaj da se uslovno odstupanje ili uslovna varijansa $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j}$ neposmatriva varijabla, koja mora biti izričito „sama”, a procenjuje se zajedno s parametrima modela.

¹⁹³ Prema: Ling, S., & McAleer, M. (2002). Necessary and sufficient moment conditions for the GARCH (r, s) and asymmetric power GARCH (r, s) models. *Econometric Theory*, 18(3), p.p 722-729.

¹⁹⁴ Prema: He, C., & Teräsvirta, T. (1999). Properties of moments of a family of GARCH processes. *Journal of Econometrics*, 92(1), p.p 173-192.

Engl (Engle, 1982¹⁹⁵) je predložio dve moguće metode za procenu parametara u modelima $y_t = \varepsilon_t$, $\varepsilon_t = \sqrt{h_t}\eta_t$, $\eta_t \xrightarrow{IID} N(0,1)$ i $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2$ koje podrazumevaju metoda najmanjih kvadrata (LSE - *least squares estimator*) i metoda maksimalne verodostojnosti (MLE - *maximum likelihood estimator*).

Metoda najmanjih kvadrata (LSE) je data kao:

$$\hat{\delta} = \left(\sum_{t=2}^T \hat{\varepsilon}_{t-1} \hat{\varepsilon}_{t-1} \right)^{-1} \sum_{t=2}^T \hat{\varepsilon}_{t-1} \varepsilon_t^2 \quad (4.87)$$

gde je $\hat{\delta} = (a_0, a_1, \dots, a_p)$ i $\hat{\varepsilon}_t = (1, \varepsilon_t^2, \dots, \varepsilon_{t-p+1}^2)$. $\hat{\delta}$ je dosledan i asimptotski normalan ako je $E(\varepsilon_t^8) < \infty$, što predstavlja jak uslov, smatraju Faboci i saradnici (Fabozzi i drugi, 2007¹⁹⁶).

Kod metode maksimalne verodostojnosti, ranije u disertaciji se pokazalo da je kod ARCH

modela $\varepsilon_t = \sqrt{h_t}\eta_t$ sa $\eta_t \xrightarrow{IID} N(0,1)$, onda verodostojnost l_t od ε_t glasi:

$$l_t = \frac{1}{\sqrt{2\pi h_t}} \exp\left(-\frac{1}{2h_t} \varepsilon_t^2\right) \quad (4.88)$$

gde je uslovna funkcija verovatnoće od $f(\varepsilon_t | \vartheta_{t-1})$ gde je $\vartheta_{t-1} = \sigma(\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots)$.

Kada se ponove uslovni argumenti dobija se:

$$f(\varepsilon_T, \dots, \varepsilon_1 | \varepsilon_0) = f(\varepsilon_T | \varepsilon_{T-1}, \dots, \varepsilon_0) \dots f(\varepsilon_2 | \varepsilon_1, \varepsilon_0) f(\varepsilon_1 | \varepsilon_0) = \prod_{t=1}^T f(\varepsilon_t | \vartheta_{t-1}) \quad (4.89)$$

Zajednička verodostojnost posmatranja celokupnog uzorka T je:

$$L = \prod_{t=1}^T l_t \quad (4.90)$$

i za log (logaritmsku) verodostojnost dobija se:

$$\log f(\varepsilon_T | \varepsilon_{T-1}, \dots, \varepsilon_0) = \sum_{t=1}^T \log f(\varepsilon_t | \vartheta_{t-1}) = -\frac{T}{2} \log 2\pi + \sum_{t=1}^T -\frac{1}{2} \log h_t - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \frac{\varepsilon_t^2}{h_t} \quad (4.91)$$

Uslovna funkcija log-verodostojnosti stoga se može zapisati kao:

$$L(\theta) = -\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T (\log 2\pi + \log h_t(\theta) + \frac{\varepsilon_t^2(\theta)}{h_t(\theta)}) \quad (4.92)$$

gde je $(\theta) = (a_0, a_1, \dots, a_q, b_1 \dots b_p)$, a vrednost θ koja maksimizira $L(\theta)$ naziva se maksimalna procena verodostojnosti (MLE - *maximum likelihood estimator*). Pod određenim tehničkim

¹⁹⁵ Prema: Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.p 987-1007.

¹⁹⁶ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p.p 289-292.

pretpostavkama MLE procene su dosledne i asimptotski normalne. Dakle, s beskonačno mnogo opažanja procena parametara će konvergirati u svoje istinske vrednosti i procenjena varijansa će biti najmanja moguća.

Primenom metode maksimalne verodostojnosti GARCH modela dobija se brojučano maksimiziranje log-verodostojnih funkcija pomoću iterativnih ili ponavljajućih metoda optimizacije kao što su Gaus-Njutnova (*Gauss-Newton*) ili Njutn-Rapsonova (*Newton-Raphson*). Funkcija log-verodostojnosti može imati mnoge lokalne maksimume i različiti algoritmi mogu završiti u različitim lokalnim funkcijama maksimuma. Da bi se odredila vektorska procena parametara, često se koriste algoritmi, ali često mogu naići na probleme konvergencije, ako početne vrednosti nisu u dovoljnoj meri blizu konačnih rešenja. Reziduali iz procenjene uslovne srednje jednačine mogu se koristiti za procenu odstupanja uslovne varijanse.

Ekonometrijski softverski paketi koriste uslovnu metodu maksimalne verodostojnosti za procenu modela, gde se procena parametara sprovodi uslovno na osnovu uzorka inicijalizacije ε i h .

Specifikacija najopštijeg i najčešće primenjivanog modela GARCH(1,1) za vremensku seriju prema Bruksu (Brooks, 2008¹⁹⁷) glasi:

$$y_t = c + \varepsilon_t \quad (4.93)$$

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \eta_t, \quad \eta_t \stackrel{IID}{\rightarrow} N(0,1) \quad (4.94)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j} \quad (4.95)$$

$$h_t = C_0 + C_1 h_{t-1} + C_2 \varepsilon_{t-1}^2 \quad (4.96)$$

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_q Y_{t-q} + \varepsilon_t \quad (4.97)$$

gde je h_t uslovna varijansa ili odstupanje od ε_t prema dostupnim informacijama u vremenu t . Tako da GARCH(1,1) model povezuje uslovnu varijansu h_t sa prošlom funkcijom kvadriranih grešaka i prošlim uslovnim varijansama. Prema tome, GARCH model se sastoji od dve jednačine

¹⁹⁷ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.p 392-404.

- jednačine srednje vrednosti (4.93) i jednačine uslovne varijanse (4.95). Jednačina srednje vrednosti može da uzme bilo koju formu ARMA modela, a jedini preduslov je da dobro prepoznaje empirijsku seriju, kako bi se reziduali iz jednačine srednje vrednosti mogli ugraditi u jednačinu uslovne varijanse. Ako bi specifikacija jednačine srednje vrednosti bila pogrešna, i jednačina uslovne volatilnosti bi dovela do pogrešno ocenjenih parametara. Osnovna ideja GARCH modela je da uslovna varijansa ima autoregresivnu strukturu i da uslovna varijansa bude pozitivno korelisana sa njenim prošlim vrednostima. GARCH model ima fleksibilniju strukturu parametara u odnosu na ARCH. Kao što je napred navedeno, za ARCH se zahteva veliki broj q (broj parametara u ARCH modelu) kako bi model bio što precizniji i optimalniji, u praksi se pokazuje da je dovoljno koristiti GARCH (1,1) model da bi se ocenio veliki broj finansijskih serija prilično precizno. Volatilnost se opisuje preko grešaka koje su se pravile u prošlosti (kao i kod ARCH- a) ali i preko prošlih, prethodnih varijansi, što i predstavlja generalizaciju (eng. *generalized - G*) ARCH-a.

4.3.4. Varijante, odnosno vrste GARCH modela u cilju efikasnosti modeliranja u zavisnosti od posebnih karakteristika finansijskih podataka

Postoji mnoštvo različitih specifikacija za računanje uslovne varijanse, gde će se u daljem tekstu disertacije predstaviti standardni GARCH modeli. Ova proširenja modela su motivisana potrebom izgradnje efektivnijih modela, za određene posebne potrebe opažanja specijalnih podataka ili jednostavno zabrinutosti o jednostavnosti u pogledu izračunavanja modela.

Predstavljaju se empirijski relevantne varijante ili vrste GARCH modela koje su u stanju da obuhvate uvođenje posebnih svojstava podataka povrata finansijske aktive vremenskih serija poput:

- Uslovna nenormalnost procesa greške $\{\varepsilon_t\}$, kako bi se bolje objasnila leptokaričnost ili leptokurtosis povrata finansijskih vremenskih serija (na primer uvođenje nenormalnih serija podataka inovcija η_t).
- Asimetričan odgovor na negativne i pozitivne povrate finansijskih vremenskih serija modela i asimetričan odgovor na reakcije uslovne volatilnosti prilikom uvođenja novih informacija ili vesti u model.
- *Long memory*¹⁹⁸ ili duga memorija odstupanja varijanse koja je generisana frakcionim integrisanim procesima.

¹⁹⁸ Modeli s dugom memorijom (*long memory*) imaju zavisnost između opažanja varijable za veliki broj pomaka (*lag*), tako da $\text{Cov}[y_{t+n}, y_{t-j}, j \geq 0]$ nema tendenciju ka 0 kako n postaje veće. Nasuprot tome, ako zavisnost

4.3.4.1. GARCH model sa Studentovim-t rasporedom ili distribucijom inovacija

Prema Fabociju i saradnicima (Fabozzi i drugi, 2007¹⁹⁹) vremenski varirajuća volatilitnost modela sa Gausovim rasporedom inovacija je sposobna da zabeleži безусловnu ne-normalnost u podacima. Kako bilo, GARCH modeli sa uslovno normalnim greškama su nedovoljni da zabeleže uobičajenu pojavu leptokaričnosti ili leptokurtosisa u povratima finansijske imovine vremenskih serija. Drugim rečima, nedostatak GARCH modela sa Gausovim rasporedom inovacija jeste u pretpostavci uslovne normalnosti procesa greške $\{\varepsilon_t\}$, koja obično nije tačna. Greška modela ili rezidual ε_t je uslovno normalna ako su standardni reziduali $\hat{\eta}_t = \frac{\varepsilon_t}{\sqrt{h_t}}$ normalno raspoređeni. Tipično, primenjujući standardne testove za proveru rasporeda reziduala modela, pokazali su uglavnom da je je raspored nenormalan, odnosno da je leptokaričan iako u manjoj meri nego što je to slučaj sa rasporedom ε_t . Tako da je GARCH model jedini sposoban da delimično ili parcijalno zabeleži leptokaričnost ili leptokurtosis u безусловnoj distribuciji ili rasporedu povrata finansijske imovine prilikom posmatranja vremenskih serija.

Za modele koji imaju nenormalnost u uslovima povrata, mora se obezbediti distribucijom ili raspored koji odražava specifičnosti podataka i bolje od normalne distribucije, odnosno normalnog rasporeda. Za procenu parametara mora da se konstruiše funkcija maksimalne verodostojnosti (*maximum likelihood*) koja će birati alternativne načine rasporeda odnosno distribucije. Na primer, može se proceniti GARCH model sa Studentovim-t rasporedom ili distribucijom ili uopštenim eksponencijalnim rasporedom (GED- *generalized exponential distribution*). Oba tipa rasporeda su simetrična i dopuštaju višak kurtosisa. Studentov-t raspored ili distribucija ili standardizovani $t(d)$ raspored ima samo jedan parametar d , a njegova gustoća je:

između opažanja varijabli nestaje za mali broj pomaka (*lag*) n , kao što je slučaj kod stacioniranog ARMA procesa, onda je model opisan tako da ima kratko pamćenje (*short memory*) i $\text{Cov}[y_{t+n}, y_{t-j}, j \geq 0] \rightarrow 0$. Formalno, duga memorija je definisana za slabo stacionarne procese ako je autokovarijansna funkcija $\gamma(j)$ ima hiperboličku strukturu rasporeda: $\gamma(j) \sim Cj^{-d}$ kao $j \rightarrow \infty$, $C \neq 0$, $0 < d < 0,5$.

¹⁹⁹ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p. 299.

$$f_{t(d)}(\eta; d) = \frac{\Gamma\left(\frac{d+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{d}{2}\right)\sqrt{\pi(d-2)}} \left(\frac{1+\eta^2}{d-2}\right)^{-(1+d)/2} \quad (4.98^{200})$$

gde je $d > 2$, a η označava slučajnu varijablu sa nula srednjom vrednošću i standardnom devijacijom, dok Γ predstavlja gama funkciju. Prepoznatljiva gustina standardizovanog $t(d)$ rasporeda je rezultat moćne funkcije slučajne varijable η radije nego eksponencijalna funkcija kao u slučaju normalnog rasporeda. Ovo dovodi do situacije pojave teških ili debljih repova nego što je to slučaj kod normalnog rasporeda ili distribucije. Ovaj raspored je simetričan oko nule i srednje vrednosti, varijansa, simetrija (*skewness*) i višak spoljštenosti (*kurtosis*) su 0,1,0 i $6/(d-4)$ respektivno. Da bi spljoštenost mogla biti određena, d mora biti veće od 4. Moglo bi se pokazati da se standardizovani $t(d)$ raspored pretvara u standardni normalan raspored ako d teži beskonačnosti. Za vrednosti $d > 50$ se standardizovani $t(d)$ raspored je veoma blizu standardnog normalnog rasporeda.

Kada se koristi pretpostavka da je $\eta_t \approx t(d)$ u GARCH modelu, procena parametara se može izvesti putem QML - *quasi maximum likelihood*. Tada se koristi kombinovani GARCH linearni model sa Studentovim-t rasporedom i takav model se naziva GARCH-t model. GARCH(1,1)t model je pronađen sa imperativom da nadmaši klasičan GARCH (1,1) model za visokofrekventne serije podataka o povratima finansijske aktive posmatrano u vremenskim serijama.

Kako bi se odgovorilo na asimetrični raspored ili distribuciju i pojavu debljih repova, može se koristiti eksponencijalna beta distribucija drugog reda ili druge vrste (EGB2- *exponential generalized beta distribution of the second kind*). Detaljnije se može pogledati u radu Vanga i saradnika (Wang i drugi, 2001²⁰¹) u kom su u istraživanju koristili GARCH-t model u kontekstu dnevnih podataka o promeni deviznog kursa. U istraživačkom delu rada koristi se eksponencijalni EGARCH model i TARCH (*Threshold*) model.

4.3.4.1. Eksponencijalni E-GARCH model kao sredstvo protiv asimetričnosti podataka

²⁰⁰ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mitnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p. 300.

²⁰¹ Prema: Wang, K. L., Fawson, C., Barrett, C. B., & McDonald, J. B. (2001). A flexible parametric GARCH model with an application to exchange rates. *Journal of Applied Econometrics*, 16(4), p.p 521-536.

Sada će se razmotriti asimetričnost podataka u GARCH procesu. Dok buduće volatilnosti povrata teže da odgovore na asimetričnost sa pozitivnim i negativnim šokovima, uobičajeni GARCH model nije odgovarajući. Kako bi se izbeglo ili prevazišlo ovo ograničenje, nelinearni eksponencijalni GARCH (*EGARCH*) model je predložen od strane Nelsona (Nelson, 1991²⁰²).

Naime, asimetrično ponašanje povrata finansijske imovine je modelirano kao asimetrično, nelinearna specifikacija uslovnog procesa varijanse i simetričnog rasporeda (kao što je Gaussova ili Studentova-t distribucija) za uslovne greške. Umesto izraza da je $h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j}$ sada je uslovna varijansa h_t izražena kao:

$$\log(h_t) = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i g(\eta_{t-1}) + \sum_{i=1}^p b_i \log(h_{t-i}) \quad (4.99)$$

gde je $\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \eta_t$ i $g(\eta_t) = \theta \eta_t + \gamma [|\eta_t| - E|\eta_t|]$ koji predstavljaju ponderisane vrednosti inovacija u modelu koje sa asimetričnim efektom između pozitivnih i negativnih povrata finansijske imovine, dok su θ i γ konstantne. Obe vrednosti η_t i $|\eta_t| - E|\eta_t|$ imaju nultu srednju vrednost i *IID* sa kontinuiranim rasporedom. Tako da je $E[g(\eta_t)] = 0$.

Funkcija $g(\eta_t)$ se dalje može napisati kao:

$$g(\eta_t) = \begin{cases} (\theta + \gamma)\eta_t - \gamma E(|\eta_t|) & \text{ako je } \eta_t \geq 0 \\ (\theta - \gamma)\eta_t - \gamma E(|\eta_t|) & \text{ako je } \eta_t < 0 \end{cases} \quad (4.100)$$

tako da $\theta + \gamma$ i $\theta - \gamma$ odražavaju asimetriju u odgovoru na pozitivne i negativne inovacije. Očigledno je da je model nelinearan ako je $\gamma \neq 0$. Ukoliko je $\theta < 0$ pozitivan šok povrata finansijske aktive ili određeno iznenađenje na finansijskom tržištu će povećati volatilnost manje nego negativan efekat iste veličine. Ovaj fenomen je u finansijskoj teoriji i praksi poznat kao efekat leveridža²⁰³.

Za standardni Gausov raspored slučajne varijable η_t , dobija se $E(|\eta_t|) = \sqrt{2/\pi}$. Za standardni Studentov-t raspored slučajne varijable η_t , dobija se $E(|\eta_t|) = \frac{\sqrt{d\Gamma[0.5(d-1)]}}{\sqrt{d\Gamma[0.5d]}}$ gde je d broj stepeni slobode.

²⁰² Prema: Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.p 347-370.

²⁰³ Termin "efekat leveridža" datira još iz naučnoistraživačkog rada Fišera Bleka (Black, Fischer (1976). *Studies of Stock Market Volatility Changes*, Proceedings of the American Statistical Association, Business and Economic Statistics Section), gde je Blek empirijski pokazao da volatilnost teži da bude veća nakon negativnih šokova, nego posle pozitivnih šokova iste srazmere. Ovaj fenomen je nazvan *efektom leveridža* koji se povezuje sa kapitalnom vrednošću kompanija naspram rizika tržišta.

Ukratko, EGARCH model ima dve prednosti u odnosu na zajednička GARCH svojstva:

- funkcija g omogućuje modelu da odgovori asimetrično na pozitivne i negativne pomake (lagove) vrednosti ε_t i
- koristeći log-uslovnu varijansu u specifikaciji EGARCH modela relaksiraju se ograničenja i uslovi pozitivnih koeficijenata modela (čak i u slučaju negativnog parametra, h_t uslovna varijansa će biti pozitivna).

4.3.4.2. TGARCH model (*Threshold GARCH*)

Jedan od osnovnih nedostataka GARCH modela je da on jednako posmatra odgovor uslovne volatilnosti na pozitivne i negativne šokove. Ta pojava proizilazi iz situacije što se u jednačini uslovne varijanse ubacuju kvadrirani reziduali, pa se predznak ispred reziduala gubi. Međutim, kao što je ranije u disertaciji napomenuto, negativni šokovi izazivaju više volatilnosti nego pozitivni šokovi iste jačine. Takav efekat se naziva efekat poluge ili leveridž efekat, koji se najčešće u finansijskoj literaturi vezuje za odnos između sopstvenog i pozajmljenog kapitala, ili odnos između prihoda i fiksnih troškova poslovanja. Uzgred rečeno, usled negativnih eksternih šokova na tržištu dešava se pad cena akcija kompanije, što izaziva porast odnosa duga i sopstvenog kapitala. Posmatrano iz ugla vlasnika, odnosno akcionara, pretpostavlja se da su u takvoj situaciji njihove akcije rizičnije, što za posledicu ima podsticaj prodaje, čime se još više utiče na volatilnost tih akcija.

Klasičan, simetrični GARCH nema mogućnost prepoznavanja leveridž efekta, pa su autori Glosten i saradnici (1993²⁰⁴) preporučili dodavanje veštačke promenljive u običan GARCH, što ima za cilj kvantifikovanje leveridž efekta. TGARCH model se drugačije naziva i GJR-GARCH model prema imenima autora. GJR-GARCH model se takođe zasniva na istom principu primene veštačke promenljive kao i Threshold GARCH model (TGARCH), koji se koristi u istraživačkom delu rada. TGARCH ima sledeću formu:

$$h_t^2 = w + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_t^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^p \gamma_i I_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 \quad (4.101)$$

²⁰⁴ Prema: Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), p.p 1779-1801.

$$\text{gde je } I_{t-i} = \begin{cases} 1 & \text{ako je } \varepsilon_{t-i} < 0 \\ 0 & \text{ako je } \varepsilon_{t-i} \geq 0 \end{cases}$$

gde je indikator funkcije I_{t-i} , dok α i β predstavljaju nenegativne parametre koji zadovoljavaju uslov $\alpha + \beta < 1$. Takođe, u TGARCH modelu, uslovna volatilitet h_t^2 je pozitivna ako je $\alpha + \gamma \geq 1$, dok je proces stacionaran u kovarijansi, ako i samo ako je $(\alpha + \frac{\gamma}{2}) + \beta < 1$. Parametar γ meri asimetrični ili leveridž efekat u smislu da veštačka promenljiva uzima vrednost 1 ako su reziduali negativni, odnosno vrednost 0 ako su reziduali nenegativni.

GJR-GARCH model su razvili Glosten i saradnici (Glosten i drugi, 1993²⁰⁵). U korišćenoj relevantnoj literaturi GJR-GARCH modeli se ponekad nazivaju i T-GARCH ili TARARCH ukoliko se koristi samo ARCH struktura sa GJR modifikacijom. Programski paket koji je korišćen u disertaciji za izračunavanje parametara EViews za gore navedenu modifikaciju koristi TARARCH (*Threshold ARCH*) model. Dodavanjem pretpostavljenih faktora od uticaja na postojeći TARARCH model izračunavaju se rezultata i za prilagođeni TARARCH model, takođe putem programskog paketa EViews. Stoga se u dobijenim rezultatima istraživanja u disertaciji u tabelama pojavljuje prilagođeni TARARCH model.

U ovom modelu volatilitet ima tendenciju rasta sa lošim vestima ($\varepsilon_{t-i} < 0$) i pada uz dobre vesti ($\varepsilon_{t-i} > 0$). Dobre vesti imaju uticaja na α dok loše vesti imaju uticaj $\alpha + \gamma$. Ovaj model se bavi efektom leveridža koji se ponekad primećuje u povratima. Ako je $\gamma > 0$ onda efekat leveridža ili poluge postoji.

U programskom paketu EViews stoji sledeći naziv specifikacije modela: The *Threshold GARCH* (TARARCH) Model

4.3.5. Vrednovanje moći predviđanja i upotreba GARCH modela

GARCH modeli opisuju evoluciju uslovne varijanse ε_t , koji se mogu povezati s razvojem uslovne varijanse varijable y_t pod nalazima, prema Fabociju i saradnicima (Fabozzi i drugi, 2007²⁰⁶):

²⁰⁵ Prema: Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), p.p 1779-1801.

²⁰⁶ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p.p 307-308.

$$\text{Var}(y_t | y_{t-1}, y_{t-2}, \dots) = \text{Var}(\varepsilon_t | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots) \quad (4.102)$$

gde odgovrajuće modelovanje h_t obezbeđuje modele i predviđanja za varijansu y_t kao takvu. Jedan od parametara GARCH modela ili njegovih varijanti može biti procenjen koristeći podatke za $t = 1, \dots, \tau$, gde predviđanje varijanse može biti generisano $\tau + n, n \geq 1$. Sigurno da je jasna prednost GARCH modela u tome, što je predviđanje varijanse h_{t+1} korak unapred dato direktno u samom modelu.

Formalno, razmatra se GARCH(1,1) model i τ je poreklo predviđanja, prvi korak predviđanja ispred vremena je:

$$h_\tau(1) = h_{\tau+1} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \varepsilon_\tau^2 + \hat{b}_1 h_\tau \quad (4.103)$$

gde su $\hat{a}_0, \hat{a}_1, \hat{b}_1$ su procenjeni parametri i vrednosti h_τ i ε_τ^2 čije je poreklo predviđanja poznato. Takođe je potrebno da se obrazloži i predviđanje za $h_{\tau+2}, \zeta_\tau, \dots, h_{\tau+n}$ gde ζ_τ predstavlja i objašnjava sve informacije dostupne prilikom posmatranja τ .

Da bi se dobilo više rezultata predviđanja, jednačina za $h_\tau(1) = h_{\tau+1} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 \varepsilon_\tau^2 + \hat{b}_1 h_\tau$ se rekursivno supstituiše za h_τ . U tom slučaju GARCH(1,1) model sa n -rezultata ili koraka predviđanja, može se napisati kao:

$$h_\tau(n) = h_{\tau+n} = \hat{a}_0 \left(1 + \sum_{i=1}^{n-2} (\hat{a}_1 + \hat{b}_1)^i\right) + \hat{a}_1 \varepsilon_\tau^2 + \hat{b}_1 h_\tau \quad (4.104)$$

za sve $n \geq 2$ gde su promenljive sa desne strane jednačine poznate. To se postiže razmatranjem i ponovnim pisanjem jednačine $\varepsilon_t^2 = h_t \eta_t^2$ kao:

$$h_{t+1} = a_0 + (a_1 + b_1)h_t + a_1 h_t (\eta_t^2 - 1) \quad (4.105)$$

gde postaje $h_{\tau+2} = a_0 + (a_1 + b_1) h_{\tau+1}$ za $t = \tau + 1$ dok je $E(\eta_{t+1}^2 - 1 | \zeta_\tau) = 0$. To se može proširiti i na opštu rekursiju oblika:

$$h_\tau(n) = a_0 + (a_1 + b_1)h_\tau(n-1), \quad n > 1 \quad (4.106)$$

Za GARCH(1,1) model dati izraz $(\hat{a}_1 + \hat{b}_1) < 1$, n -ti korak predviđanja dobija se ponavljanjem supstitucije u prethodnom izrazu:

$$h_{\tau+n} = \hat{a}_0 \frac{1 - (\hat{a}_1 + \hat{b}_1)^{n-1}}{1 - (\hat{a}_1 + \hat{b}_1)} + (\hat{a}_1 + \hat{b}_1)^{n-1} \hat{h}_{\tau+1}, \quad \text{za } n \geq 2 \quad (4.107)$$

gde je $\hat{h}_{\tau+1}$ prvi korak predviđanja ispred vremena. Kako horizont predviđanja raste, dugoročne prognoze će težiti ka bezuslovnoj volatilnosti:

$$\hat{h} \rightarrow \frac{\hat{a}_0}{1 - (\hat{a}_1 + \hat{b}_1)}, \text{ ako } n \rightarrow \infty \quad (4.108)$$

Za merenje predviđanja grešaka, obično se koriste statistički zaključci na osnovu odstupanja između predviđenog i ostvarenog (stvarnih vrednosti) kao što je kvadratna sredina greške (RMSE- *root mean squared error*), zatim srednja apsolutna greška (MAE- *mean absolute error*) i srednja apsolutna procentualna greška (MAPE- *mean absolute percentage error*). Neka $\sqrt{h_\tau}$ bude stvarna, a $\sqrt{\hat{h}_\tau}$ predviđena volatilitnost u vremenu τ sa periodom posmatranja od $\tau + 1$ do $\tau + n$, tada su statistike predviđanja greške respektivno, smatraju Faboci i saradnici (Fabozzi i drugi, 2007²⁰⁷):

$$\bullet \text{ RMSE} = \left[\frac{1}{n} \sum_{\tau=t+1}^{t+n} (\sqrt{\hat{h}_\tau} - \sqrt{h_\tau})^2 \right]^{1/2} \quad (4.109)$$

$$\bullet \text{ MAE} = \frac{1}{n} \sum_{\tau=t+1}^{t+n} \left| \sqrt{\hat{h}_\tau} - \sqrt{h_\tau} \right| \quad (4.110)$$

$$\bullet \text{ MAPE} = \frac{1}{n} \sum_{\tau=t+1}^{t+n} \left| \frac{\sqrt{\hat{h}_\tau} - \sqrt{h_\tau}}{\sqrt{h_\tau}} \right| \quad (4.111)$$

Statistike RMSE i MAE su zavisne mere na skali, ali obezbeđuju osnovu za poređenje prognoze volatilitnosti preko različitih modela koji se koriste. Statistika MAPE su nezavisne merena skali varijabli.

U praksi, kada su se testirali sposobnost modela za predviđanje buduće volatilitnosti, izvan uzorka se upoređuju procene uslovne volatilitnosti na nekim jednostavnim merilima (*benchmark*). U tu svrhu se može izračunati varijansa predviđanja pomoću pretpostavke konstantne volatilitnosti ili nekog oblika MA (*moving average*) pokretnog odstupanja. Mera pretpostavke konstantne volatilitnosti ima sledeći oblik:

$$h_{\tau+n} = \frac{1}{\tau-1} \sum_{t=1}^{\tau} (r_t - \frac{1}{\tau} \sum_{j=1}^{\tau} r_j)^2 \quad (4.112)$$

za sve vrednosti n i n -dana procene pokretnog odstupanja,

$$h_{\tau+n} = \frac{1}{n-1} \sum_{t=\tau-n-1}^{\tau} (r_t - \frac{1}{n} \sum_{j=\tau-n-1}^{\tau} r_j)^2 \quad (4.113)$$

²⁰⁷ Prema: Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons, p. 309.

za sve vrednosti n gde r_t predstavlja serije povrata za posmatrani period. Navedene odrednice koriste činjenicu da su kvadrirani povrata zamena za varijansu.

Ekonometrijski modeli se mogu oceniti u različitom horizontu prognoze odjednog do pet dana, pa do pola godine perioda trgovanja (oko 120 dana). Tačnost predviđanja volatilnosti modela će se meriti primenom odabrane metode prognoze greške i u odnosu na dužinu horizonta prognoze. Fer poređenje rezultata predviđanja izvan uzorka primenom različitih modela se mogu naknadno obaviti istražujući statističku značajnost posmatrane razlike u specifičnim statističkim greškama između dobijenih modela.

4.4. Pregled dosadašnjih istraživanja u oblasti

Serijska korelacija u promenljivosti povrata finansijske imovine, odnosno instrumenata, otvorila je put ka ekstremno bogatoj literaturi napisanoj na temu modelinga volatilnosti i predviđanja. Volatilnost je često modelovana u empirijskom kontekstu sa podacima na dnevnom nivou počevši od GARCH tipova modela ili stohastičkih procesa koji volatilnost tretiraju kao egzogenu varijablu. Iako povrata od investiranja mogu da se mere sa minimalnom greškom i analiziranje sa standardnim tehnikama vremenskih serija nominalnih vrednosti finansijskih instrumenata, za merenje volatilnosti je potrebno pažljivije i kompleksnije modeliranje zbog toga što je ista nemerljiva tj. latentna²⁰⁸. Standardni način kojim se rešava problem latentnosti kod varijacija u povratima jeste dolaženje do zaključaka u vezi sa volatilnošću kroz pretpostavljanje jakih vrednosti parametara. Druga opcija je da se koriste modeli dizajnirani za cene izvedenih HoV, kako bi se opet transformisale cene derivata u procene volatilnosti u toku određenog perioda. Takođe, bitna stvar kod ovakvih metoda jeste da se čvrsto oslanjaju na tip modela koji je odabran, gde procene mogu značajno varirati samo na osnovu izabranog modela.

Dodatnu otežavajuću okolnost predstavlja činjenica da određeni modeli uključuju određenu procenjenu vrednost volatilnosti premije rizika, a koja se vremenom menja, što znači da i procene mogu biti neobjektivne. Naredni izazovi procene modela se javljaju kod metodologije koja koristi istorijske podatke. Sadašnje i buduće volatilnosti su procenjene počevši od nazad ili istorijski sagledanih uzoraka, tako da su povrata uglavnom izračunati na osnovu prethodnih

²⁰⁸ Latentnost, odnosno skriveni karakter finansijskih podataka, transformiše ocenu povrata varijanse i problem predviđanja u problem filtriranja u kome tačna volatilnost ne može biti određena, ali se svakako ekstrahuje, odnosno zaključuje sa određenim stepenom greške modela.

vrednosti na dnevnom nivou. Pri navedenoj situaciji, modeli nisu spremni da pokažu šokove volatilnosti koji se trenutno događaju i koji se događaju u vreme finansijske krize, a još manje su sposobni da ih predvide. U svakom slučaju, modeli koji gledaju unazad, odnosno koji sagledavaju istorijske podatke nisu beznačajni, s obzirom da je volatilnost uvek prisutna i često daje određene korisne informacije na već postojećim šablonima ekonometrijskih modela. Volatilnost ima i povratni karakter, zbog čega predviđanja nisu optimalna, jer je prisutna pristrasnost zbog prethodnih zaključaka o povratima.

S obzirom da u finansijskoj teoriji i praksi postoji dosta različitih modela koji traže rešenje na slična pitanja, većina finansijskih modela vremenskih serija koji su dizajnirana tako da procene latentne volatilnosti, ne uspevaju da adekvatno objasne značajnost izazova u vezi sa oscilacijama finansijskih dobitaka, odnosno povrata smatraju Bolerslev, Karnero i drugi, kao i Malmsten i Terasvirta (Bollerslev, 1987²⁰⁹; Carnero, Peña i Ruiz, 2004.²¹⁰ i Malmsten i Teräsvirta, 2004²¹¹). Jedna od važnih osobina latentne volatilnosti koja nije zadovoljavajuće objašnjena u modelima je slaba autokorelacija u kvadriranim povratima, povezana sa velikim postojanjem *kurtosisa* povrata.

Adekvatno modeliranje dinamike povrata je neophodno kako bi predviđanje u risk menadžmentu ili u procesima odlučivanja bilo precizno. Kao takva, pretpostavka postojanja Gausovih standardnih povrata je bila preispitivana u mnogim studijama i zamenjena sa distribucijama teških repova. Istraživajući literaturu napisanu na temu predviđanja volatilnosti, može se primetiti da je najveći deo koncentrisan na korišćenje visoko restriktivnih i kompleksno parametrizovanih verzija ARCH i GARCH modela ili stohastičnih modela volatilnosti, koji su imali za rezultat određena ograničenja, pogotovo u predviđanju, a posebno kod veće učestalosti, odnosno visokih frekvencija distribucije povrata.

Mogućnost da se pristupi većoj učestalosti, odnosno visokoj frekventnosti podataka je dozvolila istraživačima da eksperimentišu sa jednostavnijim metodama, da modeliraju volatilnost time što konstruišu vremenske serije na dnevnom nivou iz jednodnevnih podataka. Napred navedeno dozvoljava da se volatilnost tretira kao „posmatriva”, a ne latentna, i na koju se standardne

²⁰⁹ Prema: Bollerslev, T. (1987). A conditionally heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return, *Review of Economics and Statistics*, 69, p.p 542–547.

²¹⁰ Prema: Carnero, M. A., Peña, D. & Ruiz, E. (2004). Persistence and kurtosis in GARCH and stochastic volatility models, *Journal of Financial Econometrics*, 2, p.p 319–342.

²¹¹ Prema: Malmsten, H., & Teräsvirta, T. (2004). *Stylized facts of financial time series and three popular models of volatility*. SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance, Stockholm School of Economics, p. 563.

tehnike vremenskih serija mogu primeniti. S obzirom da se mogu dodati faktori od uticaja u modele jednodnevnih primeraka kvadriranih povrata koji obezbeđuju konstantan pokazivač stvarne dnevne volatilnosti, predviđanje modela može biti vrednovano preciznije nego u slučaju metodologija koje koriste samo kvadrirane dnevne povrate za meru volatilnosti.

U Mertonovoj studiji (Merton, 1980²¹²) je primećeno da uslovna verovatnoća u tačno određenom periodu može biti izražena proizvoljno, ali i dalje zadovoljavajuće precizno, pod sumom kvadriranih realizacija, kada su dostupni visokofrekventni podaci. U studiji Andersena i Bolersleva (Andersen i Bollerslev, 1998²¹³) dat je argument u korist istog zaključka, time što su rekli da volatilnost *ex post* dnevnih deviznih kurseva može biti optimalno procenjen agregacijom 288 kvadriranih petominutnih prinosa.

Realizovana ili ostvarena volatilnost rešava mnoge izazove tradicionalnih metoda koji koriste kvadrirane povrate. U situaciji gde ne postoji prisustvo transakcionih troškova sa kontinuirano praćenim cenama, realizovana varijansa povrata može biti modelovana bez greške koristeći ostvarene povrate. Kada se kontroliše greška pri merenju, *ex post* volatilnost (umesto latentne volatilnosti) postaje merljiva, što dopušta da bude modelovana direktno umesto da bude procenjivana iz latentnog procesa. Sveobuhvatno, ostvarena volatilnost je povezana sa konceptom kumulativne očekivane varijacije (varijanse) dobiti u određenom periodu za veliki set nenasumično odabranih podataka. S druge strane, u kratkom roku nije moguće uvideti povezanost između zapravo ostvarenih povrata i očekivane dobiti, ukoliko se ne prave dodatna nagađanja u vidu dodavanja faktora od uticaja.

Većina autora poput Andersena i Bolersleva, Patona, Hansena i Lunde (Andersen i Bollerslev, 1998²¹⁴; Patton, 2005²¹⁵; Hansen i Lunde, 2005²¹⁶) koristili su realizovane volativne procene sa ciljem da procene predviđanja GARCH modela. Počevši od početnih studija vođenih od strane grupe naučnika kao na primer Barndorf-Nilsena i Šeparda, Medahija, Andersena i drugih

²¹² Prema: Merton, R. C. (1980). On estimating the expected return on the market: an exploratory investigation. *Journal of Financial Economics*, 8, p.p 323-361.

²¹³ Prema: Andersen, T. G. & Bollerslev, T. (1998). Answering the skeptics: Yes, standard volatility models do provide accurate forecasts, *International Economic Review*, 39(4), p.p 885-905.

²¹⁴ Prema: Andersen, T. G. & Bollerslev, T. (1998). Answering the skeptics: Yes, standard volatility models do provide accurate forecasts, *International Economic Review*, 39(4), p.p 885-905.

²¹⁵ Prema: Patton, A. J. (2005). *Volatility forecast evaluation and comparison using imperfect volatility proxies*, Research Paper Series, no. 175, Quantitative Finance Research Centre, University of Technology, Sydney.

²¹⁶ Prema: Hansen, P. R., & Lunde, A. (2005). A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH (1,1)? *Journal of Applied Econometrics*, 20(7), p.p 873-889.

(Barndorff-Nielsen i Shephard, 2002²¹⁷; Meddahi, 2002²¹⁸; Andersen idrugi, 2007²¹⁹) čiji radovi predlažu metodologije koje izoluju informacije sakupljene od mera ostvarenih povrata konstruisanih od visokofrekventnih podataka i integrišu ih na dnevnom nivou. Nekoliko naučnika poput Salije i saradnika, zatim Bandija i Rasela, kao i Hansena i Lunde (Ait-Sahalia i drugi, 2005²²⁰; Bandi i Russell, 2005²²¹; Hansen i Lunde, 2005²²²) predložilo je rešenja za problem nekonstantnosti u svojim radovima.

U naučnoistraživačkim radovima Andersena i saradnika (Andersen i drugi, 2001²²³), kao i Barndorff-Nilsena i Šeparda (Barndorff-Nielsen i Shepard, 2001²²⁴) se pronalaze tvrdnje da ostvarene mere volatilnosti nisu samo nepristrasni *ex-post* estimatori dnevnih oscilacija bez ikakvih grešaka u merenju. U svojim studijama Barndorff-Nilsen i Šepard (Barndorff-Nielsen i Shepard, 2006²²⁵), kao i Jiang i Omen (Jiang i Oomen, 2008²²⁶) predložili su neparаметarske metode za otkrivanje postojanja skokova, odnosno oscilacija u dnevnim podacima finansijskih vremenskih serija. U studijama Jing i saradnici (Jiang i drugi, 2010²²⁷) koriste moćne varijacije koje su pre toga razvili Barndorff-Nilsen i Šepard i varijacije zamene pristupa. Jiang i Omen su stoga došli do zaključaka da se identifikuju skokovi cena u dvogodišnjim, trogodišnjim, petogodišnjim, 10-ogodišnjim i 30-ogodišnjim obveznicama, smatrajući da makroekonomske vesti vrlo često i naglo prekidaju finansijsko tržište i povećavaju nestabilnost. Nestabilnost prouzrokuje i problem likvidnosti, dok šokovi likvidnosti igraju važnu ulogu za cenovne skokove

²¹⁷ Prema: Barndorff-Nielsen, O. E. & Shephard, N. (2002). Econometric analysis of realized volatility and its use in estimating stochastic volatility models, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 64, p.p 253-280.

²¹⁸ Prema: Meddahi, N. (2002). A theoretical comparison between integrated and realized volatilities, *Journal of Applied Econometrics*, 17, p.p 479-508.

²¹⁹ Prema: Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F.X., and Clara V. (2007) Real-Time PriceDiscovery in Global Stock, Bond and Foreign Exchange Markets. *Journal of International Economics* 73, p.p 251-77.

²²⁰ Prema: Ait-Sahalia, Y., Mykland, P. A., & Zhang, L. (2006). Comment of "Realized variance and market microstructure noise" by Peter Hansen and Asger Lunde, *Journal Business Econometrics Statistics*, 24, p.p 162-167.

²²¹ Prema: Bandi, F. M., & Russell, J. R. (2005). *Realized covariation, realized beta and microstructure noise*. Unpublished paper, Graduate School of Business, University of Chicago.

²²² Prema: Hansen, P. R., & Lunde, A. (2005). A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH (1,1)?, *Journal of Applied Econometrics*, 20(7), p.p 873-889.

²²³ Prema: Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F. X., & Ebens, H. (2001). The distribution of realized stock return volatility. *Journal of Financial Economics*, 61(1), p.p 43-76.

²²⁴ Prema: Barndorff-Nielsen, O. E. & Shephard, N. (2001). Non-Gaussian Ornstein Uhlenbeck based models and some of their uses in Financial Economics, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 63, p.p 167-241.

²²⁵ Prema: Barndorff-Nielsen, O. E., & Shephard, N. (2006). Econometrics of testing for jumps in financial economics using bipower variation. *Journal of Financial Econometrics*, 4(1), p.p 1-30.

²²⁶ Prema: Jiang, G. J., & Oomen, R. C. (2008). Testing for jumps when asset prices are observed with noise—a "swap variance" approach. *Journal of Econometrics*, 144(2), p.p 352-370.

²²⁷ Prema: Jiang, G., Lo, I. & Verdelhan A. (2010). Information Shocks, Liquidity Shocks, Jumps and Price Discovery: Evidence from the U.S., Treasury Market, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 46 (02), p.p 527-551.

na američkom tržištu obveznica. Istraživači Bjursel i saradnici (Bjursell i drugi, 2009²²⁸) su prvi primenili neparametrijske metode na osnovu varijacija makroekonomskih objava izračunatih iz jednodnevnih podataka kako bi se utvrdili skokovi u dnevnim cenama sirove nafte, energenata i prirodnog gasa kojima se trguje na Njujorškoj robnoj berzi, zaključujući da je kategorija cene prirodnog gasa beleži najveću volatilitnost.

4.4.1. Parametarski i neparametarski pristup modelovanju volatilitnosti

Parametarski pristup modeliranju je takođe široko korišćen u istraživačkim radovima i u modelima sa ciljem da identifikuje skokove u cenama finansijskih podataka. Istraživači Čan i Mahu (Chan i Maheu, 2002²²⁹) su predložili autoregresivni model koji se temelji na bazi GARCH pretpostavki o detektovanju skokova cena u periodu od 72 godine. **Neparametarski pristup** su izgradili Hang i Taušen (Huang i Tauchen, 2005²³⁰) koji su koristili *Monte-Carlo* analizu na različitim uočenim skokovima prilikom test statistike rezultata modela koji su ustanovili Andersen i saradnici (Andersen i drugi, 2001²³¹), kao i Barndorff-Nilsen i Šepard (Barndorff-Nielsen i Shepard, 2001²³²). Zaključili su da novije razvijeni z-testovi daju veoma dobre rezultate, sa odgovarajućom snagom i svojstvima identifikovanih na dnevnom nivou skokova cena finansijskih instrumenata. Teoretski, *Monte-Carlo* analizom su se utvrdile pristrasnosti zbog mikrostrukturne „buke” (eng. *noise*), naspram testova za detektovanje iznenadnih skokova koje su uvođenjem lagova (eng. *lag*) eleiminisali postojanje pristrasnosti. Koristeći sličan neparametarski pristup, Andersen i saradnici (Andersen i drugi, 2007²³³) pružili su dokaze da je komponenta nestabilnosti skokova bila veoma značajna i manje prisutna od komponenti kontinuiranog uzorka.

²²⁸ Prema: Bjursell, J., Gentle, J. E. i Wang, G. H. K. (2009). Volatility and Jump Dynamics in U.S. Energy Futures approach. *Journal of Econometrics*, 144, p.p 352-370.

²²⁹ Prema: Chan, W. H. & Maheu, J. M. (2002). Conditional Jump Dynamics in Stock Market Returns, *Journal of Business and Economic Statistics*, 20, p.p 377-389.

²³⁰ Prema: Huang, X. & Tauchen, G. (2005). The relative contribution of jumps to total price variation, *Journal of Financial Econometrics*, 3, p.p 456-499.

²³¹ Prema: Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F. X., & Ebens, H. (2001). The distribution of realized stock return volatility. *Journal of Financial Economics*, 61(1), p.p 43-76.

²³² Prema: Barndorff-Nielsen, O. E. & Shephard, N. (2001). Non-Gaussian Ornstein Uhlenbeck based models and some of their uses in Financial Economics, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 63, p.p 167-241.

²³³ Prema: Andersen, T. G., Bollerslev, T. & Diebold, F. X. (2007). Roughing it up: including jump components in measuring, modeling and forecasting asset return volatility, *Review of Economics and Statistics*, 89(4), p.p 701-720.

Modelovanje, odnosno uzorkovanje podataka sa visokim frekvencijama ima takođe svojih nedostataka. Dokazano je da primena procene jednodnevne volatilnosti predstavlja *trade-off* između veće tačnosti latentne volatilnosti (teoretski optimizirana kada je frekvencija uzorkovanja najviša moguća) i mikrostrukturne buke koja može nastati kroz skokove dnevne trgovine, nesinhronog trgovanja, pojedinačnih cena finansijskih instrumenata, kao i nekontinuelnog trgovanja. Određene diskusije o gore navedenom izazovima da li su u svojim naučnoistraživačkim studijama Madhavan (Madhavan, 2000²³⁴), Bias i saradnici (Biais, Glosten i Spatt, 2005²³⁵), kao i Hansen i Lunde (Hansen i Lunde, 2005²³⁶).

Međutim, u poslednjoj dekadi, napredak u modeliranju volatilnosti je značajno usporen u nekim aspektima. Veći pristup visokofrekventnih podataka odvratio je pažnju od daljeg modeliranja volatilnosti sa dnevnim podacima, a time i učinak boljih uzorkovanih podataka je bio zanemarljiv. Empirijski je pokazano da standardni modeli dizajnirani za pružanje procene pomoću svakodnevnih zapažanja i podataka, daju netačne dnevne procene. Novi sofisticirani modeli specijalizovani za jednodnevne podatke nisu uspeali u prikupljanju informacija o međudnevnim pokretima, zato što njihove dnevne prognoze nisu bile precizne. U kontekstu nedostataka empirijski superiornih dokaza modeliranja na osnovu jednodnevnih ili unutar dnevnih, visokofrekventnih podataka, naučna praksa nastavlja da koristiti tradicionalne alate modeliranja kako bi se dobile relativno dobre procene dnevnih vrednosti. Naglasak je stavljen na modeliranje niskodimenzionalne volatilnosti, koje su uglavnom univarijantne.

Iako multivarijantni postojeći ARCH i GARCH modeli, koje su već pronašli i empirijski istražili: Bolerslev i saradnici (Bollerslev i drugi, 1994²³⁷), zatim Gisels i saradnici (Ghysels i drugi, 1996²³⁸), kao i Kroner (Kroner i Ng, 1998²³⁹) imaju mnoštvo ograničenja i računskih problema, primenljivi su u empirijskim okvirima. Dakle, modeli koji u isto vreme računaju više promenljivih, odnosno procene za više vrsta finansijskih instrumenata u posmatranom periodu. Takva multidimenzionalnost i prilično složeno računanje sa već postavljenim ograničenjima,

²³⁴ Prema: Madhavan, A. (2000). Market microstructure: a survey, *Journal of Financial Markets*, 3, p.p 205–258.

²³⁵ Prema: Biais, B., Glosten, L. i Spatt, C. (2005). Market microstructure: A survey of microfoundations, empirical results, and policy implications, *Journal of Financial Markets*, 8, p.p 217–264.

²³⁶ Prema: Hansen, P. R., & Lunde, A. (2005). A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH (1,1)? *Journal of Applied Econometrics*, 20(7), p.p 873-889.

²³⁷ Prema: Bollerslev, T., Engle, R. F., & Nelson, D. B. (1994). *ARCH models*. Handbook of econometrics, 4, p.p 2959-3038.

²³⁸ Prema: Ghysels, E., Harvey, A. C., & Renault, E. (1996). *5 Stochastic volatility*. Handbook of statistics, 14, p.p 119-191.

²³⁹ Prema: Kroner, K. F. & Ng, V. K. (1998). Modeling asymmetric comovements of asset returns, *Review of Financial Studies*, 11, p.p 817–844.

primorava istraživače da koriste i da se oslanjaju na jednostavne eksponencijalne metode izračunavanja sa pretpostavkom uslovne normalne distribucije rasporeda prinosa. Kao takav, navodi se primer modela *RiskMetrics* pronađenog od strane J. P. Morgana koji prema Morganu (Morgan, 1996²⁴⁰) ima veliku važnost i primenjivost u poslovnoj praksi. Koriste se kauzalne pretpostavke i pokazuje da je većina vremena posmatranja suboptimalna. Model funkcioniše veoma zadovoljavajuće i glavna karakteristika modela jeste u njegovoj jednostavnosti izvođenja, kratkoj implementaciji vremenskih karakteristika u više dimenzionalne kontekste. Pri navedenim primenama realizovana, odnosno ostvarena volatilitnost poboljšava modeliranje u dva prvca:

1. predlaže rigorozniju metodologiju koja u potpunosti upotrebljava informacije iz visokofrekventnih podataka, što dokazuje efektivnost u predviđanju dnevnih stopa povrata i
2. modeli se razlikuju po jednostavnosti i primeni u višedimenzionalnim okruženjima.

Drugačije verzije GARCH modela visokofrekventnih podataka, pronađeni su u istraživanjima Hansena i saradnika (Hansen i drugi, 2010²⁴¹) u okviru GARCH modela. U pitanju su modeli koji se u kombinaciji s GARCH strukturom koristi za merenje ostvarene volatilitnosti dnevnih povrata. U odnosu na MEM (*Multiplicative Error Model*) i druge teške (*heavy*) modele, pronađen je GARCH model koji koristi prirodni odnos između ostvarene mere uslovne varijanse, umesto uvođenja dodatnih faktora od uticaja. Osim svojom elegantnom matematičkom strukturom, ostvareni (*realized*) r-GARCH model je lako proceniti, posmatrajući zavisnost volatilitnosti povrata (efekat poluge – *leverage effect*) gde je empirijski dokazano da je pri proceni rezultata nadmašio konvencionalni GARCH model.

Pregledom stručne literature na temu volatilitnosti, može se primetiti da je došlo do opsežne studije o očekivanim povratima investiranja, ali je relativno mali pomak zabeležen što se tiče očekivanih prosečnih povrata pri visokim frekvencijama cena finansijskih instrumenata.

Zbog sve većeg pristupa visokokvalitetnim transakcionim podacima preko dobro diverzifikovanog panela finansijske imovine, neizbežno je da ova tema u budućnosti bude dodatno istražena i testirana u širim kontekstima empirijskih istraživanja.

4.4.2. Modelovanje i primena ARCH i GARCH modela sa različitim programima uzorkovanja

²⁴⁰ Prema: Morgan, J. P. (1996). *RiskMetricsTM--Technical Document*, Morgan Guaranty Trust Companies. Inc. New York.

²⁴¹ Prema: Hansen, P. R., Huang, Z., & Shek, H. H. (2010). *Realized GARCH: A complete model of returns and realized measures of volatility, mimeograph*, Department of Economics., Creates Research Papers 2010-13, School of Economics and Management, University of Aarhus.

Rezultati ostvarene ili realizovane volatilnosti su bolji, ukoliko je frekvencija uzorkovanja veća. Ipak iz prethodne tvrdnje proizilaze dva izazova. **Prvi**, da za čak i likvidne vrste finansijske aktive kontinuirana cena nije moguća. Iz prvog ograničenja dalje proizilazi situacija diskreditovanja greške u proceni modela. Iako se naknadnim ponavljanjem merenja može proceniti veličina greške, prema kontinuiranoj asimptotskoj teoriji, ovaj zaključak je uvek predmet iskrivljenosti uzorkovanja i predstavlja totalnu istinu samo kada se zanemaruju nagli skokovi cena. **Drugo** ograničenje se odnosi na velike panele mikrostrukturnih efekata koje izazivaju „lažne”, odnosno prividne autokorelacije prilikom uzorkovanja visokofrekventnih podataka serija povrata. U ovoj kategoriji, ograničenja se detektuju prilikom efekata ponavljanja pojedinačnih cena finansijske aktive, trgovine na različitim tržištima, stalnog odziva prilikom blok trgovine, asimetričnih informacija na tržištu, kao i nedostataka pravilnih podataka prilikom uzorkovanja. Lažna ili prividna autokorelacija može da proizilazi iz gore navedenih efekata što dalje povećava procene ostvarene varijanse i na taj način se stvara tradicionalna pristrasnost modela. Iako je najveća preporuka da se koriste visokofrekventni podaci prilikom uzorkovanja, to može da dovede do pristrasnosti prilikom ocenjivanja modela realizovane volatilnosti.

Napred navedeno predstavlja na neki način *trade-off* između veličine i vrste podataka prilikom uzorkovanja i sa druge strane rezultata, odnosno procene modela za određeni period. Samim tim, što je veći uzorak, odnosno analiza kretanja određene promenljive, to dovodi do smanjenja uticaja varijabilnosti uzorkovanja i u situaciji kad nema pojave belog šuma, i tada bi crta (*plot*) modela trebalo da odgovara približno horizontalnoj liniji. Posmatrano u empirijskim primenama *plot* bi trebao da se nađe na „šiljcima” kada su u pitanju visokofrekventni podaci i obrnuto, ukoliko su u pitanju manje frekventni podaci uzorkovanja. U suprotnom slučaju na primeru povrata cenovnih kvota finansijske aktive, kao asimetrije prilagođavanja disperzije, utvrđuje se pozitivna serijska korelacija i dijagram na dole na najvišim frekvencijama uzorkovanja. Dolazi se do zaključaka da u slučaju pojave nelikvidnih HoV modela prouzrokuje pojavu pozitivnih serijskih autokorelacija povrata, koji uključuje rast dijagrama na mestu niskofrekventivnih podataka. Nekoliko naučnika poput Salije i saradnika (Ait-Sahalia i drugi, 2006²⁴²), Bandija i Rasela (Bandi & Russell, 2007²⁴³), kao i Andersena i saradnika (Andersen i drugi, 2001²⁴⁴), dalje su

²⁴² Prema: Ait-Sahalia, Y., Mykland, P. A., & Zhang, L. (2006). Comment of “Realized variance and market microstructure noise” by Peter Hansen and Asger Lunde, *Journal Business Econometrics Statistics*, 24, p.p 162-167.

²⁴³ Prema: Bandi, F. M. & Russell, J. R. (2006). Separating market microstructure noise from volatility, *Journal of Financial Economics*, 79, p.p 655–692.

razvili problematiku efektivnosti trgovine HoV kada se uzme u obzir pristrasni uzorak koji izazivaju „buku” kako bi modeli optimalnog uzorkovanja bili uspješniji prilikom ocenjivanja.

Druga rešenja se odnose na korišćenje procena modela na bazi kvadratne varijanse koji će biti efikasniji i manje osetljivi na pojavu mikrostrukturne buke. U naučnoistraživačkim radovima Huanga i Taušena (Huang i Tauchen, 2005²⁴⁵), kao i Andersena i drugih (Andersen i drugi, 2007²⁴⁶) sugeriše se da su posmatrani povrati i realizovane varijacije spoljašnjih uticaja (model se koristi za neparametarsko merenje skokova komponenti finansijske aktive povrata volatilnosti) učinkoviti i efikasani u smanjenju buke, dok se u drugom naučno-istraživačkom radu Andersena i drugih saradnika (Andersen i drugi, 2006²⁴⁷) sugerišu „prošireni” dijagrami kako bi izračunali moć skokova cena, odnosno varijacija.

Alternativno rezulturijaću varijansu poput *high-low* mera, korišćena je u naučnim radovima Branda i Džounsa (Brandt i Jones, 2006²⁴⁸), Alizdeha i saradnika (Alizadeh i drugi, 2002²⁴⁹), Galanta i drugih (Gallant i drugi, 1999²⁵⁰), kao i Janga i Zanga (YangiZhang, 2000²⁵¹). svojim studijama Kristensen i Podolski (Christensen i Podolskij, 2006²⁵²), kao i Dobrev (Dobrev, 2007²⁵³) generalizovali su procene modela sa visokofrekventnim podacima na različite načine, a polemislali su i na temu vezanu za ostvarenu varijansu. U svojim studijama Zu (Zhou, 1996²⁵⁴) je tražio način da ispravi pristranost ostvarenih procena varijansi modela po izričitom računanju kovarijanse u vremenskim pomacima putem opažanja kvadratnih stopa povrata. Međutim

²⁴⁴ Prema: Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F. X., & Ebens, H. (2001). The distribution of realized stock return volatility. *Journal of Financial Economics*, 61(1), p.p 43-76.

²⁴⁵ Prema: Huang, X. & Tauchen, G. (2005). The relative contribution of jumps to total price variation, *Journal of Financial Econometrics*, 3, p.p 456-499.

²⁴⁶ Prema: Andersen, T. G., Bollerslev, T. & Diebold, F. X. (2007). Roughing it up: including jump components in measuring, modeling and forecasting asset return volatility, *Review of Economics and Statistics*, 89(4), p.p 701-720.

²⁴⁷ Prema: Andersen, T. G., Bollerslev, T., Frederiksen, P. H., & Nielsen, M. Ø. (2006). Comment. *Journal of Business & Economic Statistics*, 24(2), p.p 173-179.

²⁴⁸ Prema: Brandt, M. W. & Jones, C. S. (2006). Volatility forecasting with range-based EGARCH models, *Journal of Business & Economic Statistics*, 24, p.p 470-486.

²⁴⁹ Prema: Alizadeh, S., Brandt, M. W., & Diebold, F. X. (2002). Range-based estimation of stochastic volatility models. *The Journal of Finance*, 57(3), p.p 1047-1091.

²⁵⁰ Prema: Gallant, A. R, Hsu, C. & Tauchen, G. E. (1999). Using daily range data to calibrate volatility diffusions and extract the forward integrated variance, *Review of Economics and Statistics*, 81, p.p 617-631.

²⁵¹ Prema: Yang, D. & Zhang, Q. (2000). Drift-independent volatility estimation based on high, low, open, and close prices, *Journal of Business*, 73, p.p 477-491.

²⁵² Prema: Christensen, K., & Podolskij, M. (2006). *Range-based estimation of quadratic variation* (No. 2006, 37). Technical Report/Universität Dortmund, SFB 475 Komplexitätsreduktion in Multivariaten Datenstrukturen.

²⁵³ Prema: Dobrev, D. (2007). *Capturing volatility from large price moves: generalized range theory and applications*. Manuscript, Department of Finance, Kellogg School, Northwestern University.

²⁵⁴ Prema: Zhou, B. (1996). High-frequency data and volatility in foreign exchange rates, *Journal of Business and Economic Statistics*, 14, p.p 45-52.

Hansen i Lunde (Hansen i Lunde, 2005²⁵⁵) su nastavili istraživanja u slučaju nenezavisne i normalno raspoređene buke. U studiji Salije i saradnika (Ait-Sahalia i drugi, 2006²⁵⁶) ispitala se neophodna korekciju kad je buka nezavisna i identično normalno distribuirana, a Zang i saradnici (Zhang i drugi, 2005²⁵⁷) su došli do zaključaka o doslednoj proceni volatilnosti na osnovu svih raspoloživih podataka, gde su se u proseku ostvarila odstupanja kroz formiranje različitih poduzoraka i ispravljanja preostale pristranosti ocenjenih parametara. Salija i saradnici (Ait-Sahalia i drugi, 2006²⁵⁸) dalje proširuju istraživanja i predlažu metodu za računanje određene serijske greške korelacije. U studiji Barndorff-Nielsen i saradnici (Barndorff-Nielsen i drugi, 2006²⁵⁹) su predložili kernel estimatore²⁶⁰ kao realizovane mere.

Amos (2010²⁶¹) je proučavao modele finansijskih vremenskih serija koristeći prikupljanje podataka o stopi inflacije od januara 1994. do decembra 2008. godine za Južnu Afriku. U studiji su korišćena dva modela vremenskih serija: SARIMA model i GARCH model, opremljeni podacima sa prikazanim trendovima i sezonskim uslovima i sa prilagođenom vremenskom promenljivom varijansom, respektivno. Najbolje ispunjeni model koji za svaku porodicu modela nudi optimalnu ravnotežu između najbolje ispunjenog i siromašnog uzorka podataka je izabran. SARIMA model reda (1,1,0) (0,1,1) i GARCH model reda (1,1) izabrani su da budu najbolje ispunjeni podacima modeli za određivanje dvogodišnje prognoze stope inflacije u Južnoj Africi. Međutim, kod modela GARCH reda (1,1) primećeno je da je superiorniji u rezultatima budućih prognoza zbog svoje sposobnosti da izoluje varijacije u podacima.

Perniaag i saradnici (Perniaag i drugi, 2004²⁶²) istraživali su dinamiku različite volatilnosti podataka stope inflacije u Maleziji za period od od avgusta 1980. do decembra 2004. godine. GARCH model i EGARCH model su koristili u istraživanjima da prikažu varijacije stohastičkih

²⁵⁵ Prema: Hansen, P. R., & Lunde, A. (2005). A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH (1,1)? *Journal of Applied Econometrics*, 20(7), p.p 873-889.

²⁵⁶ Prema: Ait-Sahalia, Y., Mykland, P. A., & Zhang, L. (2006). Comment of "Realized variance and market microstructure noise" by Peter Hansen and Asger Lunde, *Journal Business Econometrics Statistics*, 24, p.p 162-167.

²⁵⁷ Prema: Zhang, L., Mykland, P. A., & Ait-Sahalia, Y. (2005). A tale of two time scales: Determining integrated volatility with noisy high-frequency data. *Journal of the American Statistical Association*, 100(472), p.p 1394-1411.

²⁵⁸ Prema: Ait-Sahalia, Y., Mykland, P. A., & Zhang, L. (2006). Comment of "Realized variance and market microstructure noise" by Peter Hansen and Asger Lunde, *Journal Business Econometrics Statistics*, 24, p.p 162-167.

²⁵⁹ Prema: Barndorff-Nielsen, O. E., & Shephard, N. (2006). Econometrics of testing for jumps in financial economics using bipower variation. *Journal of Financial Econometrics*, 4(1), p.p 1-30.

²⁶⁰ Kernel estimatori su deo „Kernel” regresije koja predstavlja neparametarsku tehniku u statistici procene uslovno očekivanje slučajne varijable. Cilj je pronaći nelinearni odnos između par slučajnih varijabli X i Y.

²⁶¹ Prema: Amos, C. (2010). *Time Series Modelling with Application to South African Inflation Data*, A thesis submitted to University of Kwazulu Natal for the degree of Masters of Science in Statistics.

²⁶² Prema: Perniaag, F. E., Nor, M., & Ekonomi, P. P. (2004). *Modelling and Forecasting on the Malaysian Inflation Rates: An Application of GARCH Models*, Bangi.

varijacija i asimetrije u podacima. Na uzorku vrednovanja pod ili subperioda izračunali su volatilitnost. Na osnovu korišćenja oba predložena modela GARCH modela reda (1,1) i EGARCH modela reda (1,1) oba rezultiraju dobrim procenama postperioda volatilitnosti. Međutim, zbog prirode podataka koji su skloni neregularnim fluktuacijama EGARCH model je u konkretnom slučaju davao bolje rezultate.

U svojoj studiji Dijk i Fransis (Dijk i Franses, 1996²⁶³) su proučavali svojstva GARCH modela i dve njihove nelinearne modifikacije za predviđanja. Modeli Q-GARCH (*Quadratic*) i GJR model postavljen od strane Glostena i saradnika (Glosten i drugi, 1993²⁶⁴) predloženi da opišu negativne asimetrije berzanskih indeksa. Njihovi rezultati za petonedeljni posmatrani period od pet berzanskih indeksa pokazuju da Q-GARCH model može značajno da poboljša linearni GARCH model, tako da bi bio dobar prilikom prognoziranja podataka uključujući i ekstremne događaje. Na osnovu rezultata su zaključili da se predviđanje modela tipa GARCH pojavljuje kao prilično osetljivo na ekstreme unutar uzorka posmatranja. GJR model, sa druge strane, nije preporučljiv za predviđanje.

U studiji Garsije i saradnika (Garcia i drugi, 2003²⁶⁵) istaknuto je da GARCH model podrazumeva da cena serije finansijskih podataka nije nepromenljiva (nema nultu sredinu i konstantnu varijansu) kao što se dešava kod ARIMA procesa. U svom procesu studija, GARCH meri primenjenu volatilitnost niza serija uzimajući u obzir „vrhove” cena finansijskih instrumenata. Njihov rad fokusira se na dan pre prognoze dnevnih tržišta sa visokom volatilitnošću perioda, koristeći GARCH metodologiju. Model GARCH nastoji da u svojoj studiji obezbedi 24 prognoze „čistih” cena za naredni dan na osnovu istorijskih podataka. Oni posmatraju i daju dobre performanse modela predviđanja. Dnevne srednje greške su oko 4%, najniža srednja greška je 2,60%, a najviša je 7,60%. U principu, oni su zaključili da su dobijeni rezultati prilično pouzdani, jer procenat greške nije veći od 10%. Ipak, da bi se proverila tačnost modela GARCH, korišćenje su različite statističke mere kao što je srednja greška nedelje (*MWE-mean week error*) i prognoza srednje kvadratne greške (*FMSE-forecast mean square error*).

²⁶³ Prema: Franses, P. H., & Van Dijk, D. (1996). Forecasting stock market volatility using (non-linear) GARCH models. *Journal of Forecasting*, 15(3), p.p 229-235.

²⁶⁴ Prema: Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), p.p 1779-1801.

²⁶⁵ Prema: Garcia, R. C., Contreras, J., Van Akkeren, M., & Garcia, J. B. C. (2005). A GARCH forecasting model to predict day-ahead electricity prices. *IEEE transactions on power systems*, 20(2), p.p 867-874.

U studiji Asisa i saradnici (Assis i drugi, 2006²⁶⁶) su poredili predviđanja performansi različitih metoda vremenskih serije na uzorku cena kakao zrna u oblasti Bagan Datohu u Maleziji. Korišćeni su prosečni mesečni podaci Bagan Datoh cena kakao zrna za period od januara 1992. do decembra 2006. godine. Četiri različite vrste univarijantnih modela vremenskih serija su bili upoređivani sa ekspancijalnim modelima ARIMA, GARCH, kao i sa kombinacijom ARIMA/GARCH modelom. Srednji kvadratni koren greške (RMSE- *root mean squared error*), srednja apsolutna procentualna greška (MAPE- *mean absolute percentage error*), srednja apsolutna greška (MAE- *mean absolute error*) i *Theilov* koeficijent nejednakosti (*U*-statistika) korišćeni su kao kriterijum za izbor kako bi se utvrdio najbolji model predviđanja. Studija je pokazala da su podaci vremenskih serija bili pod uticajem pozitivnog linearnog trend faktora, dok rezultati regresionog testa pokazuju nepostojanje sezonskih faktora. Osim toga, autokorelaciona funkcija (ACF - *autocorrelation function*) i prošireni Diki-Fuler (*Dickey-Fuller*) (ADF - *augmented Dickey-Fuller*) test je pokazao da podaci vremenskih serija nisu stacionarni, ali postaju stacionarni nakon što je prvi diferenciran proces izvršen. U svom radu su istakli da predviđanje buduće cene kakao zrna kroz najtačnije modele vremenskih serija može da pomogne vladi Malezije, kupcima (izvoznici i mlinarima) kao i prodavcima (poljoprivrednici i dileri) u industriji kakao zrna, da obave bolje strateško planiranje i da im pomogne u maksimiziranju prihoda i minimiziranju troškova. Na osnovu rezultata *ex-post* predviđanja (od januara do decembra 2006. godine) GARCH model obezbeđuje bolje rezultate u poređenju sa ekspancijalnim modelima, ARIMA i kombinovani ARIMA/GARCH modeli za predviđanje *Bagan Datoh* cene kakao zrna.

U svojoj studiji Kontonikas (2004²⁶⁷) je analizirao odnos između inflacije i neizvesnosti inflacije u Velikoj Britaniji od 1973. do 2003. godine sa mesečnim i kvartalnim podacima. Različite vrste GARCH *Mean* (M), *Level* (L) modela koje omogućavaju istovremene povratne informacije između uslovnih proseka i varijanse inflacije korišćeni su da se ispita njihov odnos. Korišćenim modelima je utvrđeno da postoji pozitivan odnos između prošle stope inflacije i neizvesnosti buduće stope inflacije, kao i u istraživanju Bola (Ball, 2006²⁶⁸) u kojima je testirana stopa

²⁶⁶ Prema: Assis, K., Amran, A., Remali, Y (2006). Forecasting Cocoa Bean Prices Using Univariate Time Series Models, *Journal of Arts Science and Commerce* ISSN 2229 - 4686. <http://digitalcommons.iwu.edu/uer/vol4/iss1/2>

²⁶⁷ Prema: Kontonikas, A. (2004). Inflation and inflation uncertainty in the United Kingdom, evidence from GARCH modelling. *Economic modelling*, 21(3), p.p 525-543.

²⁶⁸ Prema: Ball, L. M. (2006). *Has globalization changed inflation?* (No. w12687). National Bureau of Economic Research. <http://www.nber.org/papers/w12687.pdf>

zavisnosti i asimetrije neizvesnosti inflacije, gde je zaključeno da postoji veza između stope inflacije i neizvesnosti inflacije.

U svojoj studiji Jehovanes (2007²⁶⁹) je proučavao vremensku razliku (*lag*) između promene novčane mase i reakcije stope inflacije. GARCH model je trebao da obezbedi mesečne podatke za inflaciju za period od 1994. do 2006. godine. U radu je koristio tehniku verovatnoće procene za procenu parametara modela kako bi se utvrdili značajni vremenski lagovi vrednosti. GARCH model daje dobre rezultate koji pokazuju da promena novčane mase utiče na stopu inflacije značajno za sedam meseci unapred.

Čong i Muhamed (Chong Loo i Muhammad, 2002²⁷⁰) su u studiji posmatrali svaki dan tokom sedam godina devizni kurs britanske funte. Model GARCH, uključujući i porodice GARCH srednjih modela, korišćeni su da objasne često posmatrane karakteristike bezuslovnih distribucija vremenskih serija dnevnih stopa povrata. Rezultati su ukazivali da hipoteze konstantne varijanse modela mogu biti odbijene, bar na jednom uzorku, jer skoro sve procene parametara ARCH i GARCH modela su na značajnom nivou od 5%. Q - statistika (*Q- statistics*) i Lagrandžov multiplikativni test (*Lagrange Multiplier test*) objavili su da je korišćenje *long memory* GARCH modela poželjnije nego korišćenje *short memory* modela, kao i ARCH modela. Rezultati različitih modela su bili nekonzistentni za devizni kurs britanske funte. *BIC* i *PIK* testovi su pokazali da je GARCH model najbolji za modelovanje uzorka, dok je test srednje kvadratne greške (MSP) pokazao da GARCH model može biti najbolji za modelovanje heteroskedastičnosti dnevnih kurseva.

Engl (Engle, 1982²⁷¹) je proučavao ARCH i GARCH modele i otkrio da su ovi modeli dizajnirani da se bavi pretpostavkom nestacionarnosti koju možemo pronaći u finansijskim podacima stvarnog života. On je dalje istakao da su ovi modeli postali popularan alat za rad sa heteroskedastičnim vremenskim serijama. Modeli ARCH i GARCH tretiraju heteroskedastičnost kao varijansu koja se modeluje. Cilj ovakvih modela je da obezbedi meru volatilnosti kao

²⁶⁹ Prema: Jehovanes, A. (2007). *Monetary and Inflation Dynamics: A Lag between Change in Money Supply and the Corresponding Inflation Responding in Tanzania*, Monetary and Financial Affairs, Department Bank of Tanzania, Dar Es Salaam.

²⁷⁰ Prema: Chong, C. W., Chun, L. S., & Ahmad, M. I. (2002). Modeling the volatility of currency exchange rate using GARCH model. *Petranka Journal of Social Science & Humanities*, 10 (2), p.p 85-95.

²⁷¹ Prema: Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.p 987-1007.

standardnu devijaciju koja se može koristiti u finansijskom odlučivanju, a koja se tiče analize rizika, izbora portfolija i cene finansijskih derivata.

Hamilton (1994²⁷²) je sproveo studiju o važnosti predviđanja uslovne varijanse i istakao da ponekad možemo biti zainteresovani ne samo za predviđanje na nivou serije r_t , već i za promenu varijanse. On je dalje istakao da su promene varijanse veoma važne za razumevanje finansijskih tržišta, jer investitori očekuju viši povrat kao naknadu za preuzimanje rizika investiranja. Varijansa, koja se menja tokom vremena, takođe ima implikacije na validnost i efikasnost statističkog zaključivanja o parametrima koji opisuju dinamiku na nivou serije r_t .

U svojoj knjizi Četfield (Chatfield, 2000²⁷³) istražuje činjenicu da je ideja iza modela GARCH slična onom koji stoji iza ARMA modela u smislu da se viši red AR ili MR modela često može aproksimovati na mešoviti ARMA model sa manje parametara, koristeći racionalan polinom aproksimacija. Tako se model GARCH može posmatrati kao približavanje ka ARCH modelu višeg reda. GARCH (1,1) model je postao standardni model za opisivanje promena varijanse bez posebnog razloga osim relativne jednostavnosti. U praksi, ako je takav model napunjen podacima, dešava se da je $(\alpha + \beta) < 1$ tako da je uslov stacionarnosti zadovoljen. Ako je $\alpha + \beta = 1$, onda proces nema konačnu varijansu iako se može pokazati da su kvadratna zapažanja stacionarna posle korišćenja prvih diferencijacija koje dalje dovode do onog što se naziva integrisani GARCH ili I-GARCH model.

Bruks (Brooks, 1998²⁷⁴) je u svojoj studiji proučavao stohastičnu volatilnost modela i ustanovio da većina modela vremenskih serija uključujući i GARCH, može imati uticaja koji teži ka bezuslovnoj varijansi serije kako se horizont predviđanja povećava. Ovo je dobro svojstvo da ih volatilni modeli predviđanja imaju, s obzirom da je poznato da su volatilne serije u proseku - ponovljive (*mean-reverting*). Ovo znači da će, ako su na nižem nivou u odnosu na njihov istorijski prosek, imati tendenciju rasta ispod proseka. Ova funkcija se primenjuje na GARCH volatilnim modelima predviđanja.

²⁷² Prema: Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*, New Jersey, Princeton University Press, p.p 43-76.

²⁷³ Prema: Chatfield, C. (2000). *Time Series Forecasting*: University of Bath, Chapman and Hall text in statistical science, London, p.p 71-72.

²⁷⁴ Prema: Brooks, C. (1998). Predicting stock index volatility: can market volume help?, *Journal of Forecasting*, 17, p.p 59-80.

Igogo (2010²⁷⁵) je proučavao studiju o uticaju volatilnog realnog deviznog kursa na trgovinske tokove u Tanzaniji za period od 1968. do 2007. godine. U studiji je korišćen ARCH model za merenje volatilnosti. Prvo je korišćen GARCH (1,1), ali je utvrđeno da je prekršeno nenegativno stanje. Međutim, Nelson (1991²⁷⁶) je predložio studiju EGARCH (1,1) modela za rešavanje problema. Adekvatnost EGARCH (1,1) modela za merenje volatilnosti realnog deviznog kursa je potvrđena testiranjem na ARCH efektu posle pokretanja modela. Osim toga, studija otkriva da je realni devizni kurs, a ne njegova volatilnost, taj za koji je utvrđeno da ima značajan uticaj na tokove trgovine, iako je efekat veći na izvoz nego na uvoz. Zbog toga, kratkoročno gledano, uvoz je uglavnom pod uticajem domaćih prihoda, dok je izvoz pod uticajem realnog deviznog kursa.

Da bi se ispitale karakteristike uticaja vesti (*news*) prilikom otvaranja tržišta – berze Calo i Pacini (Gallo i Pacini, 1998²⁷⁷) su u svojoj studiji primenili GARCH model i procenili uticaj vesti na procenjene koeficijente modela. Smatraju da je razlika između početne cene od jednog dana i zaključne cene od prethodnog dana imaju različite karakteristike i imaju učinak menjanja direktnog uticaja dnevne inovacije (novine) na volatilnost, koja smanjuje procenjenu sveukupnu postojanost inovacija (novina) na tržištu. Takođe su utvrdili da je uključivanje vesti kao varijable značajno poboljšava moći predviđanja modela na osnovu postojećeg uzorka, u poređenju sa jednostavnim izvođenjem GARCH modela.

Pregled literature novijeg datuma iz oblasti ARCH i GARCH modela se odnosi na finansijska tržišta zemalja u razvoju. Istraživanje kretanja na Egipatskom tržištu akcija u kontekstu povezanosti između cena akcija i stopa povrata vršili su Mecagni i Sourial (Mecagni i Sourial, 1999²⁷⁸). Oni su koristili GARCH model za procenu parametara na uzorku o četvorodnevnom kretanju berzanskog indeksa. Rezultati njihovog istraživanja pokazuju da postoji tendencija volatilnosti klastera ili grupisanja volatilnosti u stopi povrata cena HoV, ali i pozitivna i asimetrična veza između rizika i povrata koja je statistički značajna kada je berzansko tržište u opadanju. Oni tvrde da se asimetrija između rizika i stope povrata pojavila zbog nelikvidnosti tržišta odnosno nepostojanja kontinuelne trgovine akcijama.

²⁷⁵ Prema: Igogo, T. (2010). *Real Exchange Rate Volatility and International Trade flows in Tanzania*. Unpublished Master's Thesis. University of Dar es Salaam.

²⁷⁶ Prema: Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.p 347-370.

²⁷⁷ Prema: Gallo, G. M. & Pacini, B. (1998). *Early news is good news: the effects of market opening on market volatility*, *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 2, p.p 115–131.

²⁷⁸ Prema: Mecagni, M. M., & Sourial, M. S. (1999). *The Egyptian stock market: Efficiency tests and volatility effects*. International Monetary Fund. Working Paper: 99/48.

U svojoj studiji Husain (1998²⁷⁹) ispituje uticaj meseca Ramazana i efekte na Pakistansko tržište akcija – berzu koristeći GARCH modele. U studiji se pretpostavljalo da će sezona Ramazana, kada je vreme posta tokom celog meseca, uticati na pakistansku berzu. Međutim, studija je rezultirala i utvrdilo se da je finansijsko tržište bilo dosta mirno u tom mesecu i da je uslovna varijansa beležila blagi pad ali, praznik Ramazan nije uticao na kretanje prosečnih prinosa (povrata) na berzi.

Primena GARCH modela na dve istočnoevropske zemlje u studiji Šilda (Shields, 1997²⁸⁰) pokazala je suprotan efekat u odnosu na zapadne razvijene zemlje, gde nije postojalo asimetrije u uslovnoj varijansi u odgovoru na pozitivne i negativne šokove na tim istočnoevropskim finansijskim tržištima.

Međunarodna berzanska tržišta privlače sve veću pažnju u procesu koji se naziva globalizacija. U takvim situacijama višak profita se ostvaruje kroz međunarodnu diverzifikaciju koja je jedna od glavnih strategija velikih multinacionalnih finansijskih institucija pri sve većoj i intezivnijoj konkurenciji u finansijskom okruženju. Dok se nacionalna finansijska tržišta posmatraju posebno ili pojedinačno kako bi mogli da iskoriste njihov puni potencijal prilikom investiranja, uviđa se šansa za ostvarivanje profita u kontekstu srednje ili polu-jake forme tržišne efikasnosti. Tako da pod datim okolnostima nije strano što se koriste multivarijantni ARCH i GARCH modeli. Ispitivanje je veoma značajno na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. U svojoj studiji Fong i Čeng (Fong i Cheng, 2000²⁸¹) su vršili testiranje, odnosno ispitivanje koje se temelji na hipotezi da je apsorpcija informacija u uslovnoj varijansi brža na finansijskim tržištima otvorenim za domaće i strane ulagače, u odnosu na finansijska tržišta zatvorenog tipa (nacionalna i lokalna tržišta gde imamo samo domaće ulagače). Do navedenih rezultata su došli koristeći bivarijantni GARCH(1,1) model za uzorak od 9 kotiranih akcija za period od 1991. do 1996. godine.

U skladu sa globalizacijom i gore navedenim, internacionalno prenošenje rizika ili prelivanja volatilnosti između dva ili više finansijskih tržišta je veoma intezivno, što je i svedočilo brzo prelivanje velike globalne ekonomske finansijske krize na ostala svetska finansijska tržišta. U

²⁷⁹ Prema: Husain, F. (1998). Seasonality in the Pakistani equity market: the Ramadhan effect, *Pakistan Development Review*, 37, p.p 77–81.

²⁸⁰ Prema: Shields, K. K. (1997). Threshold modelling of stock return volatility on Eastern European markets, *Economics of Planning*, 30, p.p 107–125.

²⁸¹ Prema: Fong, W. M., & Chng, P. L. (2000). On the rate of information absorption in the conditional variance of SES dual listed stocks. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 3(02), p.p 205-217.

tom kontekstu u istraživačkom radu Kima i Ruija (Kim i Rui, 1999²⁸²) ispitivan je dinamički odnos između dnevne volatilnosti berzanskih stopa povrata i volumena trgovine HoV na finansijskim tržištima SAD, Japana i Velike Britanije koristeći bivarijantne GARCH modele. U istraživanjima su pronađena ekstenzivna i recipročna preliivanja volatilnosti (*spillover volatility*) na uzorku datih tržišta. To je rezultiralo preliivanjima povrata i Grandžerovim efektom (*Granger causality*) kauzalnosti u središnjoj jednačini kako bi se potvrdili svi recipročni odnosi, isključujući uticaj Londonske berze na Njujoršku.

U naučnoj studiji Čou i saradnici (Chou i drugi, 1999²⁸³) su testirali hipotezu kratkoročne volatilnosti i efekat preliivanja promene cena iz razvijenih finansijskih tržišta ka finansijskim tržištima zemalja u razvoju, konkretno na uzorku podataka SAD i Tajvana. Došli su do rezultata značajnog efekta preliivanja volatilnosti sa američkog finansijskog tržišta na finansijsko tržište Tajvana, posebno prilikom primene modela koji je uzimao u obzir povrat cena akcija na otvaranju i zatvaranju berzanskih tržišta.

U naučnoistraživačkoj literaturi nalazimo i dokaze o suprotnim tvrdnjama da ne postoje efekti preliivanja volatilnosti na promene cena akcija. Istraživanje Niarhosa i saradnika (Niarchos i drugi, 1999²⁸⁴) pokazuje da nema efekta preliivanja u središnjoj i uslovnoj varijansi između SAD-a i grčke berze i sugerišu da finansijsko tržište SAD ne može imati jak uticaj na grčko tržište akcija. Mnoge slične studije su se pojavile poslednjih godina.

U pregledu naučnoistraživačke literature o primeni ARCH i GARCH modela na berzanske indekse ili cene akcija, mogu se naći brojni radovi o primeni modela na stopi inflacije, deviznom kursu, opcijama, kao i drugim vrstama finansijskih instrumenata.

²⁸² Prema: Kim, S. & Rui, M. (1999). Price, volume and volatility spillovers among New York, Tokyo and London stock markets, *International Journal of Business*, 4, p.p 41–61.

²⁸³ Prema: Chou, R.Y., Lin, J. L. & Wu, C. S. (1999). Modeling the Taiwan stock market and international linkages, *Pacific Economic Review*, 4, p.p 305–320.

²⁸⁴ Prema: Niarchos, N., Tse, Y., Wu, C. & Young, A. (1999). International transmission of information: a study of the relationship between the U.S. and Greek stock markets, *Multinational Finance Journal*, 3, p.p 19–40.

V METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA I PODACI

Analiza vremenskih serija ima cilj da pruži kvalitetnu podlogu za donošenje zaključaka o karakteristikama razvoja pojava u vremenu. Grafički metod, odnosno grafičko predstavljanje kretanja vremenskih serija, predstavlja jedan od osnovnih metoda analize vremenskih serija koji je korišćen u disertaciji. Grafički prikaz podataka vremenskih serija omogućio je uočavanje tendencije kretanja i osnovnih obeležja serije. Međutim, zaključci koji su doneseni samo na bazi grafikona su aproksimativni i kao takvi nisu dovoljni. Za analiziranje kretanja određenih pojava nužno je bilo utvrditi nominalne vrednosti pokazatelja i frekvencije vremenskog niza smatraju Mladenović i Nojković (2015²⁸⁵).

Prilikom analize vremenskih serija u disertaciji kao osnovni pokazatelj u određenim vremenski intervalima je korišćen berzanski indeks. Na osnovu kretanja i dnevnih vrednosti berzanskog indeksa izračunata je dnevna stopa povrata koja dalje u disertaciji predstavlja **zavisnu promenljivu ili varijablu**. Berzanski indeks odlikava kretanja listiranih hartija od vrednosti (akcija) na finansijskom tržištu, navode Miškin i Ekins (Mishkin i Eakins, 2005²⁸⁶). Berzanski indeksi sadrže trend kretanja svih akcija koje su sastavni deo indeksne korpe. Na razvoj ekonomskih pojava, a samim tim i na kretanje vremenskih serija (u disertaciji, dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa) utiču mnogobrojni faktori. U disertaciji je pretpostavljeno da faktori poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija utiču na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa. Faktori od uticaja na poseban način odražavaju na kretanje zavisne promenljive, pa se u analizi oni tretiraju kao “komponente modela” ili **nezavisne promenljive**.

5.1. Opis uzorka istraživanja

Za utvđivanje pouzdanosti sprovedenog istraživanja, opis i analiza relevantnih podataka predstavlja važan segment. Stoga, za potrebe istraživanja veoma je važno odabrati podatke koji će odgovarati najboljem mogućem uzorku. Pored odabira berzanskih indeksa zemalja u razvoju za koje je računata dnevna stopa povrata, bilo je potrebno definisati i vremenski okvir u kome će se vršiti analiza podataka. Na razvoj ekonomskih pojava, a samim tim i na kretanje vremenskih

²⁸⁵ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 3-5.

²⁸⁶ Prema: Mishkin, F. S., Eakins, S. G. (2005). *Finansijska tržišta i institucije*, Mate, Zagreb, str. 261-262.

serija (u disertaciji dnevni stopa povrata berzanskog indeksa) utiču mnogobrojni faktori. Disertacija obuhvata i podatke za stopu inflacije, referentnu kamatnu stopu, kamatnu stopu na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije u istom vremenskom okviru. U prikupljanju celokupnog uzorka, dnevne stope povrata berzanskog indeksa su računane na osnovu kretanja nominalnih vrednosti indeksa. Stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice i GDP su u uzorku iskazani u procentima, dok je vrednost stranih direktnih investicija iskazana nominalno u valuti (eur/usd). Kretanje faktora od uticaja u posmatranom periodu je grafički, odnosno grafičkim metodom predstavljeno u III poglavlju.

U skladu sa temom disertacije, prvenstveno su izabrani reprezentativni berzanski indeksi zemalja u razvoju (Srbija, Hrvatska, Slovenija i Mađarska) u cilju sveobuhvatnog prikaza stanja na posmatranim finansijskim tržištima. Prilikom analiziranja kretanja dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa uporedo sa faktorima od uticaja (stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije), može se steći realna slika o međuzavisnosti uticaja na posmatranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

Period u kom se posmatraju serije podataka predstavlja podjednako važan kriterijum, kao i kriterijum izbora konkretnog uzorka. Ceo period posmatranja obuhvata podatke vremenskih serija za zavisnu i nezavisne promenljive od 2005. do 2015. godine. Zavisnu promenljivu u modelu predstavlja dnevna stopa povrata berzanskog indeksa, dok nezavisne promenljive modela predstavljaju faktori od uticaja (stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije). Desetogodišnji uzorak podataka za kretanje vrednosti berzanskih indeksa, odnosno dnevnih stopa povrata i faktora od uticaja (koji obuhvataju period od 2005. do 2015. godine) dalje je podeljen na tri segmenta: predkrizni (2005– 2007. godine) period, krizni (2008–2010. godine) i postkrizni (2011–2015. godine). Period posmatranja u trajanju od 10 godina se smatra reprezentativnim dugoročnim vremenskim intervalom na osnovu kog je moguće doneti zaključke o međusobnoj uslovljenosti i kratanjima posmatranih promenljivih.

Dodatnu prednost konkretnog istraživanja u disertaciji predstavlja činjenica da se period u kom se posmatraju podaci podudara sa tri različita ekonomska ciklusa. Tačnije, prvi deo uzorka koji obuhvata period posmatranja od 2005. do 2007. godine poredi dnevne stope povrata berzanskih indeksa i meri uticaj faktora tokom predkriznog ekonomskog ciklusa rasta na globalnom nivou u

slučaju finansijskih tržišta zemalja u razvoju. Podaci u drugom delu uzorka koji obuhvataju period posmatranja od 2008. do 2010. godine se podudaraju sa momentima nastanka i trajanja globalne finansijske krize, te se može ustanoviti međusobna zavisnost kretanja dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa i faktora od uticaja u kriznim okolnostima. Podaci u trećem, postkriznom delu uzorka (koji obuhvata period 2011–2015. godine) pored vrednosti dnevnih stopa povrata indeksa i meri se uticaj faktora tokom postkriznog ekonomskog ciklusa oporavka, kako na globalnom nivou, tako i u slučaju finansijskih tržišta zemalja u razvoju. Na osnovu gore navedenih vremenskih okvira uzorka moguće je doneti zaključke o tome kako, koliko i u kojoj meri faktori od uticaja (stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije) utiču na nivo finansijskih tržišta zemalja u razvoju u zavisnosti od ekonomskog ciklusa, odnosno stanja u kom se ekonomija nalazi.

5.2. Analiza i obrada podataka

U doktorskoj disertaciji su korišćeni javno dostupni podaci berzanskih indeksa na Internet adresama berzi zemalja u razvoju. Prilikom analiziranja i prikupljanja informacija o makroekonomskim pokazateljima korišćeni su istorijski podaci iz različitih relevantnih izvora (centralnih banaka, berzanskih tržišta, statističkih zavoda i dr.). Istraživanje koje je sprovedeno odnosi se na četiri zemlje, odnosno na četiri finansijska tržišta zemalja u razvoju regiona Centralne i Istočne Evrope (Srbija, Hrvatska, Slovenija i Mađarska) sa uzorcima podataka za vrednosti berzanskih indeksa koji obuhvataju period 2005–2015. godine. Uzorak po pitanju vremenskog okvira je podeljen je na tri segmenta: predkrizni (2005–2007), krizni (2008–2010) i postkrizni (2011–2015) period, kako bi se sveobuhvatnije i šire sagledala i analizirala primena prilagođenih ekonometrijskih modela ARCH i GARCH.

Korišćene su dnevne cene na zatvaranju i računate su dnevne stope povrata za sledeće berzanske indekse: BELEX15 (Beogradska berza - Republika Srbija), BUX (Budimpeštanska berza - Mađarska), CROBEX (Zagrebačka berza - Hrvatska) i SBITOP (Ljubljanska berza - Slovenija). Pored analiziranja kretanja dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa, uporedo se analiziraju uticaji makroekonomskih faktora za date periode posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni):

- ✚ stopa inflacije,
- ✚ referentna kamatna stopa,

- ✚ kamatna stopa na državne obveznice,
- ✚ bruto domaći proizvod i
- ✚ strane direktne investicije.

Tabela 5.1 – Sažet prikaz berzanskih indeksa i nacionalnih berzi

Zemlja	Naziv indeksa	Pun naziv berze i grad u kome se berza nalazi	Skraćeni naziv berze	Broj kompanija u indeksu
Finansijska tržišta zemalja u razvoju				
Srbija	BELEX15	Belgrade Stock Exchange, Beograd	BELEX15	15
Slovenija	SBITOP	Ljubljana Stock Exchange, Ljubljana	LJSE	23
Mađarska	BUX	Budapest Stock Exchange, Budimpešta	BSE	25
Hrvatska	CROBEX	Zagreb Stock Exchange, Zagreb	CROBEX	25

Izvor: kalkulacija autora

Tabela 5.1 prikazuje posmatrana finansijska tržišta sa punim i skraćenim nazivom berzanskih indeksa, kao i brojem kompanija čije su kotirane akcije sadržane u indeksu.

Tabela 5.2 – Veličina uzorka

POKAZATELJI	Veličina uzorka n			
	CEO PERIOD	PREDKRIZNI	KRIZNI	POSTKRIZNI
BELEX15	2581	562	759	1260
BUX	2746	749	756	1241
CROBEX	2771	776	775	1248
SBITOP	2489	493	752	1244
Stopa inflacije	132	36	36	60
Referentna KS	132	36	36	60
KS na državne obveznice	132	36	36	60
BDP	132	36	36	60
SDI	132	36	36	60

Izvor: kalkulacija autora

Kako bi se odredio relevantan uzorak vrednosti dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa i faktora od uticaja, istraživanje obuhvata dane u kojima se odvijala trgovina na posmatranim berzama u periodu od januara 2005. do decembra 2015. godine. Konačna veličina uzorka za ceo period varira između 2.489 i 2.771 dnevnih cena na zatvaranju berzi i izračunatih stopa povrata za svaki posmatrani berzanski indeks.

Tabela 5.3 – Distribucija dnevnih stopa povrata **BELEX15** uzorka u različitim periodima posmatranja

BELEX15 CEO PERIOD		BELEX15 PREDKRIZNI		BELEX15 KRIZNI		BELEX15 POSTKRIZNI	
Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals	
Sample 1 11		Sample 1 12		Sample 1 12		Sample 1 16	
Observations 11		Observations 12		Observations 12		Observations 16	
Mean	- 0.148789	Mean	0.124237	Mean	- 0.220428	Mean	- 0.039429
Median	- 0.184984	Median	0.404347	Median	- 0.458110	Median	- 0.221060
Maximum	1.709447	Maximum	1.545259	Maximum	1.747759	Maximum	2.189663
Minimum	- 2.042818	Minimum	- 1.660535	Minimum	- 2.097634	Minimum	- 1.463507
Std. Dev.	1.379230	Std. Dev.	1.120407	Std. Dev.	1.172662	Std. Dev.	1.037106
Skewness	0.027009	Skewness	- 0.309767	Skewness	0.143882	Skewness	0.594107
Kurtosis	1.612845	Kurtosis	1.612109	Kurtosis	1.867491	Kurtosis	2.516206
Jarque-Bera	0.883262	Jarque-Bera	1.155032	Jarque-Bera	0.682693	Jarque-Bera	1.097272
Probability	0.642987	Probability	0.561291	Probability	0.710813	Probability	0.577737

Izvor: kalkulacija autora

Iz Tabele 5.3 mogu se uočiti veoma zanimljive vrednosti osnovnih statističkih informacija za povrate investiranja berzanskog indeksa Belex15 u svim periodima posmatranja (ceo period,

predkrizni, krizni i postkrizni). Prvo, prosečan dnevni povrat za berzanski indeks Belex15 ima negativan predznak za ceo period posmatranja (-0,15), krizni (-0,22) i postkrizni period (-0,04), dok u predkriznom periodu prosečni dnevni povrat je pozitivan (0,12). U tabeli se takođe mogu videti maksimalne i minimalne vrednosti povrata Berzanskog indeksa Belex15 u svim periodima posmatranja. Dalje, iznos standardne devijacije govori o potencijalnom riziku investiranja u HoV koje se kotiraju u okviru indeksa Belex15 u svim periodima posmatranja. Standardna devijacija za ceo period posmatranja iznosi 1,38 dok je najveće odstupanje od prosečnih dnevnih stopa povrata zabeleženo u kriznom periodu 1,17, odnosno za vreme trajanja najveće globalne finansijske krize od 2008. do 2010. godine. Dobijeni rezultati standardne devijacije na finansijskim tržištima zemalja u razvoju se mogu protumačiti i kao nedovoljno velike aktivnosti na tim tržištima. Takođe, vrednosti mere asimetrije funkcije raspodele (*skewness*) i mere spljoštenosti funkcije raspodele (*kurtosis* - govori o debljini repova funkcije raspodele, tj., mogućnosti za ekstremne događaje, ekstremna kretanja u povratima) posmatranog indeksa Belex15 govore o nenormalnosti distribucije povrata. Za indeks Belex15 vrednost mere asimetrije funkcije raspodele u celom periodu su 0,03, kriznom 0,14 i postkriznom 0,59. Blago je pozitivna što znači da je desni (pozitivan) rep raspodele dnevnih povrata duži i da je bilo više pozitivnih kretanja Belex15 indeksa nego negativnih, što nije slučaj za predkrizni period. Mera spljoštenosti funkcije raspodele je u granicama ispod 3 ceo period (1,61), predkrizni (1,61), krizni (1,87), postkrizni (2,52) i pokazuje da je verovatnoća ekstremnih kretanja povrata indeksa Belex15 bila mala.

Tabela 5.4 – Distribucija dnevnih stopa povrata **SBITOP** uzorka u različitim periodima posmatranja

SBITOP CEO PERIOD		SBITOP PREDKRIZNI		SBITOP KRIZNI		SBITOP POSTKRIZNI	
Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals	
Sample 1 11		Sample 1 12		Sample 1 13		Sample 1 13	
Observations 11		Observations 12		Observations 13		Observations 13	
Mean	0.314566	Mean	-0.072586	Mean	-0.018023	Mean	0.113204
Median	0.663427	Median	-0.245280	Median	0.223018	Median	0.115797

Maximum	1.547878	Maximum	1.592348	Maximum	1.294244	Maximum	1.746477
Minimum	- 1.315016	Minimum	- 1.528311	Minimum	- 1.434902	Minimum	- 1.941113
Std. Dev.	1.019223	Std. Dev.	1.119370	Std. Dev.	1.053714	Std. Dev.	1.192149
Skewness	- 0.430598	Skewness	- 0.204555	Skewness	- 0.213941	Skewness	- 0.403029
Kurtosis	1.795206	Kurtosis	1.618782	Kurtosis	1.362294	Kurtosis	1.850572
Jarque- Bera	1.005211	Jarque- Bera	1.037567	Jarque- Bera	1.551964	Jarque- Bera	1.067579
Probability	0.604953	Probability	0.595244	Probability	0.460252	Probability	0.586379

Izvor: kalkulacija autora

Iz Tabele 5.4 mogu se uočiti veoma zanimljive vrednosti osnovnih statističkih informacija za povrate investiranja berzanskog indeksa SBITOP u svim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni). Prvo, prosečan dnevni povrat za berzanski indeks SBITOP ima pozitivan predznak za ceo period posmatranja (0,3) i postkrizni period (0,11), dok su u predkriznom (-0,07) i kriznom (-0,02) prosečni dnevni povrati bili negativni. U tabeli se takođe mogu videti maksimalne i minimalne vrednosti povrata Berzanskog indeksa SBITOP u svim periodima posmatranja. Dalje, iznos standardne devijacije govori o potencijalnom riziku investiranja u HoV koje se kotiraju u okviru indeksa SBITOP u svim periodima posmatranja. Standardna devijacija za ceo period posmatranja iznosi 1,02, dok je najveće odstupanje od prosečnih dnevnih stopa povrata zabeleženo u postkriznom periodu - 1,19. Takođe, vrednosti mere asimetrije funkcije raspodele (*skewness*) i mere spljoštenosti funkcije raspodele (*kurtosis* - govori o debljini repova funkcije raspodele, tj., mogućnosti za ekstremne događaje, ekstremna kretanja u povratima) posmatranog indeksa SBITOP govore o nenormalnosti distribucije povrata. Za indeks SBITOP vrednost mere asimetrije funkcije raspodele u celom periodu je - 0,43, predkriznom -0,20, kriznom -0,21 i postkriznom -0,40. Mera asimetrije je blago negativna što znači da je levi (negativan) rep raspodele dnevnih povrata duži i da je bilo više negativnih kretanja indeksa SBITOP u svim periodima posmatranja. Mera spljoštenosti funkcije raspodele indeksa SBITOP za ceo sve periode posmatranja je niska (ispod 3) ceo period (1,80), predkrizni (1,62), krizni (1,36) i postkrizni (1,85) što znači da je verovatnoća ekstremnih kretanja povrata indeksa SBITOP bila mala.

Tabela 5.5 – Distribucija dnevnih stopa povrata **BUX** uzorka u različitim periodima posmatranja

BUX CEO PERIOD		BUX PREDKRIZNI		BUX KRIZNI		BUX POSTKRIZNI	
Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals	
Sample 1 43		Sample 1 12		Sample 1 12		Sample 1 20	
Observations 43		Observations 12		Observations 12		Observations 20	
Mean	- 0.029032	Mean	- 0.004726	Mean	- 0.014102	Mean	0.053934
Median	- 0.113681	Median	- 0.092710	Median	- 0.102843	Median	0.099089
Maximum	2.417417	Maximum	1.634201	Maximum	1.694973	Maximum	1.713406
Minimum	- 3.060771	Minimum	- 1.485356	Minimum	- 1.899404	Minimum	- 1.621305
Std. Dev.	0.984229	Std. Dev.	1.177316	Std. Dev.	1.076929	Std. Dev.	1.087806
Skewness	- 0.110014	Skewness	0.133333	Skewness	0.063353	Skewness	0.013665
Kurtosis	4.321756	Kurtosis	1.410647	Kurtosis	2.077625	Kurtosis	1.625943
Jarque-Bera	3.216851	Jarque-Bera	1.298576	Jarque-Bera	0.433415	Jarque-Bera	1.573984
Probability	0.200203	Probability	0.522418	Probability	0.805165	Probability	0.455212

Izvor: kalkulacija autora

Iz Tabele 5.5 mogu se uočiti veoma zanimljive vrednosti osnovnih statističkih informacija za povrate investiranja berzanskog indeksa BUX u svim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni). Prvo, prosečan dnevni povrat za berzanski index BUX ima negativan predznak za ceo period posmatranja (-0,03), predkrizni period (-0,01) i krizni period (-0,01), dok je u postkriznom (0,05) periodu prosečni dnevni povrat bio pozitivan. U tabeli se takođe mogu videti maksimalne i minimalne vrednosti povrata berzanskog indeksa BUX u svim periodima posmatranja. Dalje, iznos standardne devijacije govori o potencijalnom riziku investiranja u HoV koje se kotiraju u okviru indeksa BUX u svim periodima posmatranja. Standardna devijacija za ceo period posmatranja iznosi 0,98, dok je najveće odstupanje od prosečnih dnevnih stopa povrata zabeleženo u predkriznom periodu 1,18. Takođe, vrednosti mere asimetrije funkcije raspodele (*skewness*) i mere spljoštenosti funkcije raspodele (*kurtosis* - govori o debljini repova funkcije raspodele, tj., mogućnosti za ekstremne događaje, ekstremna

kretanja u povratima) posmatranog indeksa BUX govore o nenormalnosti distribucije povrata. Za indeks BUX vrednost mere asimetrije funkcije raspodele u celom periodu (-0,25) pokazuje zakrivljenost u levo što bi značilo da je u celom periodu posmatranja bilo više negativnih kretanja stope povrata. Međutim, u predkriznom (0,13), kriznom (0,63) i postkriznom (0,01) mera asimetrije je blago pozitivna što znači da je desni (pozitivan) rep raspodele dnevnih povrata duži i da je bilo više pozitivnih kretanja indeksa BUX u tim periodima, što nije slučaj za ceo period posmatranja. Mera spljoštenosti funkcije raspodele indeksa BUX za ceo period posmatranja je visoka - preko 3 (4,32) što pokazuje pojavu ekstremnih vrednosti povrata i pojavu prisutnosti visokog rizika investiranja. Mera spljoštenosti u predkriznom (1,41), kriznom (2,08) i postkriznom (1,63) periodu pokazuje vrednosti ispod 3 što znači da je verovatnoća ekstremnih kretanja povrata indeksa BUX u tim periodima bila mala.

Tabela 5.6 – Distribucija dnevnih stopa povrata **CROBEX** uzorka u različitim periodima posmatranja

CROBEX CEO PERIOD		CROBEX PREDKRIZNI		CROBEX KRIZNI		CROBEX POSTKRIZNI	
Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals		Series: Standardized Residuals	
Sample 1 132		Sample 1 12		Sample 1 12		Sample 1 14	
Observations 132		Observations 12		Observations 12		Observations 14	
Mean	0.025297	Mean	- 0.184759	Mean	- 0.007581	Mean	0.052708
Median	0.037941	Median	0.205154	Median	0.147701	Median	0.455018
Maximum	3.129226	Maximum	1.341670	Maximum	1.481208	Maximum	1.301055
Minimum	- 2.398683	Minimum	- 1.837723	Minimum	- 1.577255	Minimum	- 1.933748
Std. Dev.	1.006849	Std. Dev.	1.171566	Std. Dev.	1.098699	Std. Dev.	1.046480
Skewness	0.248965	Skewness	- 0.307393	Skewness	- 0.190169	Skewness	- 0.758650
Kurtosis	3.291161	Kurtosis	1.610128	Kurtosis	1.641393	Kurtosis	2.434187
Jarque-Bera	1.829900	Jarque-Bera	1.154854	Jarque-Bera	0.995235	Jarque-Bera	1.529701
Probability	0.400537	Probability	0.561341	Probability	0.607977	Probability	0.465403

Izvor: kalkulacija autora

Iz Tabele 5.6 mogu se uočiti veoma zanimljive vrednosti osnovnih statističkih informacija za povrate investiranja berzanskog indeksa CROBEX u svim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni). Prvo, prosečan dnevni povrat za berzanski index CROBEX ima pozitivan predznak za ceo period posmatranja (0,03) i postkrizni period (0,05), dok su u predkriznom (-0,18) i kriznom (-0,01) prosečni dnevni povrati bil inegativni. U tabeli se takođe mogu videti maksimalne i minimalne vrednosti povrata berzanskog indeksa CROBEX u svim periodima posmatranja. Dalje, iznos standardne devijacije govori o potencijalnom riziku investiranja u HoV koje se kotiraju u okviru indeksa CROBEX u svim periodima posmatranja. Standardna devijacija za ceo period posmatranja iznosi 1,01, dok je najveće odstupanje od prosečnih dnevnih stopa povrata zabeleženo u predkriznom periodu 1,17. Takođe, vrednosti mere asimetrije funkcije raspodele (*skewness*) i mere spljoštenosti funkcije raspodele (*kurtosis* - govori o debljini repova funkcije raspodele, tj., mogućnosti za ekstremne događaje, ekstremna kretanja u povratima) posmatranog indeksa CROBEX govore o nenormalnosti distribucije povrata. Za indeks CROBEX vrednost mere asimetrije funkcije raspodele u celom periodu (0,25) pokazuje zakrivljenost u desno što bi značilo da je u celom periodu posmatranja bilo pozitivnih kretanja stope povrata. Međutim, u predkriznom (-0,31), kriznom (-0,19) i postkriznom (-0,76) mera asimetrije je blago negativna što znači da je levi (negativan) rep raspodele dnevnih povrata duži i da je bilo više negativnih kretanja indeksa CROBEX u tim periodima, što nije slučaj za ceo period posmatranja. Mera spljoštenosti funkcije raspodele indeksa CROBEX za ceo period posmatranja je visoka - preko 3 (3,29) što pokazuje pojavu ekstremnih vrednosti povrata i pojavu prisutnosti visokog rizika investiranja. Mera spljoštenosti u predkriznom periodu (1,61), kriznom (1,64) i postkriznom (2,43) pokazuje vrednosti ispod 3 što znači da je verovatnoća ekstremnih kretanja povrata indeksa CROBEX bila mala.

5.3. Metodologija istraživanja

U teoriji i praksi se primenjuje veliki broj ekonometrijskih modela za opisivanje i predviđanje srednje vrednosti povratamfinansijske aktive, odnosno tržišnih materijala. Međutim, tek sa uvođenjem i primenom ARCH i GARCH modela dolazi do mogućnosti opisivanja uslovne varijanse povrata. ARCH i GARCH ekonometrijski modeli ne tretiraju kao problem prisustvo heteroskedastičnosti, već je predstavljaju kao nejednake varijanse koje je moguće modelovati. Primena ARCH i GARCH ekonometrijskih modela otklonila je manjkavost metode najmanjih

kvadrata i potvrdila mogućnost predviđanja varijanse svake od slučajnih grešaka smatraju Mladenović i Nojković (2006²⁸⁷).

Uzorak istraživanja uključuje dnevne vrednosti, kao i izračunate stope povrata berzanskih indeksa BELEX15 (reprezentativni indeks finansijskog tržišta Srbije), CROBEX (reprezentativni indeks finansijskog tržišta Hrvatske), SBITOP (reprezentativni indeks finansijskog tržišta Slovenije) i BUX (reprezentativni indeks finansijskog tržišta Mađarske). Period obuhvaćen istraživanjem je od 1. 1. 2005. do 31.12.2015. godine sa podeljenim uzorkom na predkrizni (1. 1. 2005. do 31. 12. 2007.), krizni (1. 1. 2008. do 31.12.2010.) i postkrizni period (1. 1. 2011. do 31. 12. 2015.). Širina vremenskog horizonta istraživanja omogućava da se testira uspešnost primene modela u periodu pre izbijanja globalne finansijske krize, u toku i nakon nje. Razvoj prilagođenih ARCH i GARCH modela je uslovljen analiziranjem kretanja dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa uporedo sa uticajem sledećih faktora: stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija. Primena prilagođenih ARCH i GARCH modela u disertaciji se izvršila na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

Svi modeli u istraživačkom delu disertacije ocenjeni su pomoću softverskog paketa EViews, uz primenu Marquardt algoritma optimizacije i Bolerslev-Vuldrizovog (Bollerslev-Wooldrige, 1992²⁸⁸) metoda korekcije standardnih grešaka ocena. Parametri prilagođenih ARCH i GARCH modela ocenjeni su metodom maksimalne verodostojnosti (Primena metoda maksimalne verodostojnosti sa Bolerslev-Vuldrizov-im korekcijama standardnih grešaka poznata je kao kvazi-maksimalna verodostojnost (eng. quazimaximum likelihood - QML; Brooks, 2008, str. 399)). Metod maksimalne verodostojnosti omogućava dobijanje ocena koje su asimptotski efikasnije od ocena do kojih se može doći primenom drugih metoda²⁸⁹.

Kratak opis korišćenih matematičkih formula i metodologije za obradu uzorka prezentovan je u nastavku teksta.

Stopa povrata berzanskih indeksa prema Bruksu (Brooks, 2008²⁹⁰) može biti prezentovana:

²⁸⁷ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 233-234.

²⁸⁸ Prema: Bollerslev, T. and Wooldridge, J. M. (1992). Quasi-Maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time-Varying Covariances. *Econometric Reviews* 11(2), p.p 143-172.

²⁸⁹ Napomena: Postoji različitost označavanja formula u korišćenoj literaturi i u korišćenom programskom paketu EViews.

²⁹⁰ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.7.

$$r_t = (\ln P_t / P_{t-1}) * 100 \quad (5.1)$$

gde je r_t logaritmovana stopa povrata berzanskog indeksa u vremenu t , dok su P_t i P_{t-1} empirijske vrednosti posmatrane serije u periodu t i u prethodnom periodu, odnosno u periodu prve docnje. Dnevna stopa povrata posmatranog berzanskog indeksa u disertaciji predstavlja zavisnu promenljivu Y .

U disertaciji je korišćena odgovarajuća metodologija za modelovanje volatilnosti i testiranje istraživačkih hipoteza. Primena ARCH (*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) i GARCH (*Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity*) modela je korišćena kako bi se potvrdile hipoteze u istraživanju, gde se za svaku zemlju i za svaki period posmatranja birao najadekvatniji model (prema najnižim AIC i SIC kriterijumima) koji je pokazivao korelacionu vezu dnevnih stopa povrata sa faktorima od uticaja.

Američki ekonomista Robert F. Engle III prvi je predstavio modele za procenu volatilnosti u svom radu “*Autoregressive Conditional Heteroskedasticity With Estimates of the Variance of UK Inflation Econometrica 50*” (1982; p.p. 987-1008) istovremeno uočivši da prethodni modeli za predviđanje kretanje cena finansijskih instrumenata nisu davali najbolje rezultate. Stoga je Engle razvio nove statističke modele koji pretpostavljaju da cene finansijskih instrumenata imaju periodično nisku i visoku volatilnost i od tada su ovi modeli značajni, kako u teoriji, tako i u praksi. Robert F. Engle je dao prvu formulaciju tzv. ARCH (engl. *Autoregressive Conditional Heteroskedasticity* – autoregresiona uslovna heteroskedastičnost) modela kojim je eksplicitno prikazao vremenski promenljivu uslovnu varijansu (Engle, 2001²⁹¹). ARCH model opisuje procese u kojima se promene volatilnosti predstavljaju na način da se specifikacija ARCH(q) modela za Y_t prema Bruksu (Brooks, 2008²⁹²) i EViews uputstvu (EViews 8 User’s Guide II, 2013²⁹³) glasi:

$$Y_t = c + \varepsilon_t \quad (5.2)$$

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \eta_t, \eta_t \stackrel{IID}{\rightarrow} N(0,1) \quad (5.3)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 \quad (5.4)$$

²⁹¹ Prema: Engle, R. (2001). GARCH 101: The use of ARCH/GARCH models in applied econometrics. *The Journal of Economic Perspectives*, 15(4), p.p 157-168.

²⁹² Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.p 386-392.

²⁹³ Prema: EViews 8 User’s Guide II, 2013,

<http://www.eviews.com/EViews8/EViews8/EViews%208%20Users%20Guide%20II.pdf>

gde je h_t varijansa ili odstupanje greške ε_t uslovno, prema informacijama koje su dostupne u vremenu t , dok c predstavlja konstantu. h_t još predstavlja i uslovnu varijansu, odnosno uslovno odstupanje od ε_t (greška modela, odnosno $\{\varepsilon_t\}$ proces greške prilikom modeliranja). Y_t predstavlja dnevnu stopu povrata posmatranog berzanskog indeksa, $\alpha_0, \alpha_1 \dots \alpha_q$ su koeficijenti modela ARCH. Model ARCH na decidirani način prikazuje disperziju vremenski promenljive uslovne varijanse. Model ARCH uslovnu varijansu predstavlja kao linearnu kombinaciju grešaka $\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots$ iz prošlosti.

Bolerslev i Tejlor (Bollerslev, 1986 i Taylor, 1986) su uopštili Engleov model u cilju da bi ga napravili realnijim. "Uopštenjem" ili generalizacijom ARCH modela nastaje GARCH (*Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedastic models*) model. Osnovna ideja "generalizacije ili uopštavanja" je da uslovna varijansa ima autoregresivnu strukturu i da bude pozitivno korelisana sa prošlim vrednostima. Prema tome, GARCH model je autoregresivan jer opisuje mehanizam "povratne sprege" koji povezuje prošle sa sadašnjim vrednostima, a uslovni je jer varijansa zavisi od prošlih informacija i obuhvata vremensku nestabilnost varijanse (tj. u nekim periodima varijansa može biti relativno niska, dok u drugim može biti relativno visoka).

Specifikacija najopštijeg i najčešće primenjivanog modela GARCH (1,1) za vremensku seriju prema Bruksu (Brooks, 2008²⁹⁴) i EViews uputstvu (EViews 8 User's Guide II, 2013²⁹⁵) glasi:

$$Y_t = c + X'_t \theta + \varepsilon_t \quad (5.5)$$

$$\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \eta_t, \eta_t \stackrel{i.i.d.}{\rightarrow} N(0,1) \quad (5.6)$$

$$h_t = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p b_j h_{t-j} \quad (5.7)$$

$$h_t^2 = c + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \beta h_{t-1}^2 \quad (5.8)$$

gde je h_t uslovna varijansa ili odstupanje od ε_t prema informacijama koje su dostupne u vremenu t , dok c predstavlja konstantu i $X'_t \theta$ predstavlja egzogenu varijablu uključenu u središnju jednačinu. ε_{t-i}^2 je komponenta ARCH modela i predstavlja informacije o volatilitnosti u prethodnom periodu, koji je izračunat kao zaostajanje kvadratnih rezidua iz srednje jednačine;

²⁹⁴ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.p 392-404.

²⁹⁵ Prema: EViews 8 User's Guide II, 2013,

<http://www.eviews.com/EViews8/EViews8/EViews%20%20Users%20Guide%20II.pdf>

h^2_{t-1} je član modela GARCH i predstavlja varijantu prognoze za poslednji period. Parametar α reprezentuje "GARCH" efekat. Parametar β meri perzistenost uslovne volatilnosti bez obzira na to šta se događa na tržištu. Tako da GARCH(1,1) model povezuje uslovnu varijansu h_t sa prošlom funkcijom kvadriranih grešaka i prošlim uslovnim varijansama. Osnovna ideja "generalizacije ili uopštavanja" je da uslovna varijansa ima autoregresivnu strukturu i da bude pozitivno korelisana sa prošlim vrednostima. Prema tome, GARCH model ima "fleksibilniju" parametarsku strukturu u odnosu na ARCH. Dok se za ARCH zahteva veliki broj sabiraka da bi predviđanje modela bio što preciznije i verodostojnije, u praksi se često pokazuje da je osnovni GARCH (1,1) model dovoljan da bi se procenio veliki broj finansijskih vremenskih serija. Volatilnost u modelima se opisuje putem grešaka koje modeli iskazuju u prošlosti (kao i kod ARCH-a), ali i preko prošlih, prethodnih (istorijskih) varijansi, što zapravo i predstavlja generalizaciju ARCH modela. GARCH model predstavlja deterministički uslovni heteroskedastični model u kom je uslovna varijansa funkcija varijabli koje su dostupne u određenom vremenu t .

GARCH je tehnika modelovanja vremenskih serija koja koristi prošle vrednosti varijansi i prethodna predviđanja varijanse u cilju predviđanja vrednosti varijanse u budućnosti. Pretpostavka modela je da koristi "ponderisani prosek kvadrata reziduala" iz prošlosti, pri čemu vrednost pondera za "podatke u prošlosti" ne dostiže vrednost nula. Najčešće primenjivana specifikacija GARCH modela afirmisala je predviđanje varijanse u narednom periodu pomoću ponderisanog proseka dugoročnog kretanja varijanse, varijanse predviđene za tekući period i nove informacije sadržane u kvadratu reziduala poslednje opservacije. Osnovna ideja GARCH modela je razlikovanje uslovne i nezavisne varijanse inovacionog procesa (ε_t). Termin „uslovna” govori o eksplicitnoj zavisnosti od prošlih operacija, dok se nezavisnost varijanse odnosi na nepostojanje eksplicitnog znanja o prošlosti koje bi značajno uticalo na dugoročna ponašanja u budućnosti. Uslovna varijansa, prema GARCH modelu, ima autoregresivnu strukturu i pozitivnu korelisanost sa prošlim vrednostima prema Bolerslevu (Bollerslev, 1986²⁹⁶).

Kako bi se izvršio izbor najboljih varijacija GARCH modela, u disertaciji se koriste i sledeći tipovi GARCH modela koji će biti prilagođeni; EGARCH model koji prema Bruksu (Brooks, 2008²⁹⁷) ima sledeću formu:

²⁹⁶ Prema: Bollerslev, T. (1986). Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics* 31, p.p 307-327.

²⁹⁷ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p. 406.

$$\log(h_t) = a_0 + \sum_{i=1}^q a_i g(\eta_{t-1}) + \sum_{i=1}^p b_i \log(h_{t-i}) \quad (5.9)$$

gde je $\varepsilon_t = \sqrt{h_t} \eta_t$ i $g(\eta_t) = \theta \eta_t + \gamma [|\eta_t| - \mathbf{E}|\eta_t|]$ koji predstavljaju ponderisane vrednosti inovacija u modelu koje sa asimetričnim efektom između pozitivnih i negativnih povrata finansijske imovine, dok su θ i γ konstantne. Zatim TGARCH koji prema Bruksu (Brooks, 2008²⁹⁸) ima sledeću formu:

$$h_t^2 = w + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^p \gamma_i I_{t-i} \varepsilon_{t-i}^2 \quad (5.10)$$

$$\text{gde je } I_{t-i} = \begin{cases} 1 & \text{ako je } \varepsilon_{t-i} < 0 \\ 0 & \text{ako je } \varepsilon_{t-i} \geq 0 \end{cases}$$

gde je indikator funkcije I_{t-i} , dok α i β predstavljaju nenegativne parametre koji zadovoljavaju uslov $\alpha + \beta < 1$. Takođe, u TGARCH modelu, uslovna volatilitnost h_t^2 je pozitivna ako je $\alpha + \gamma \geq 1$, dok je proces stacionaran u kovarijansi, ako i samo ako je $(\alpha + \frac{\gamma}{2}) + \beta < 1$. Parametar γ meri asimetrični ili leveridž efekat u smislu da veštačka promenljiva uzima vrednost 1 ako su reziduali negativni, odnosno vrednost 0 ako su reziduali nenegativni.

5.4. Razvoj prilagođenih modela ARCH i GARCH u disertaciji

Specifičnost tržišnog trenutka, kao i karakteristike empirijskih distribucija povrata i dosadašnjih tendencija teorije i prakse, primene, razvoja i testiranja modela vremenskih serija koja se odnosila na razvijena finansijska tržišta, samo su neki od ključnih činilaca koji su uticali na potrebu razvijanja i primene, konkretno, ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Procesi investiranja nakon globalne ekonomske, odnosno finansijske krize postavili su pred profesionalne učesnike na finansijskim tržištima zahteve za razvojem, testiranjem i kvantifikacijom novih ekonometrijskih modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, u pravcu njihove optimizacije i maksimiziranja rezultanti njihovih dejstava. S obzirom na postojanje volatilnih vrednosti berzanskih indeksa zemalja u razvoju, posebno teških repova distribucije povrata koji unapred nagoveštavaju mogućnost pojave ekstremnih vrednosti, čini se neophodnim razmatranje alternativnih ili modifikovanih modela za merenje volatilitnosti. Ovim se otvorio put za formiranje novih koncepata i modela optimizacije koji će u sebi uključiti što više faktora uticaja na kretanje berzanskih indeksa na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

²⁹⁸ Prema: Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*, 2nd ed. New York, Cambridge University Press, p.p 406-409.

Analiza finansijskih tržišta zemalja u razvoju se značajno povećala poslednjih godina, te je stoga postojao imperativ razvijanja novih prilagođenih ARCH i GARCH modela.

Na razvoj ekonomskih pojava, odnosno kretanje berzanskih indeksa utiču mnogi faktori. Vremenske serije podataka faktora od uticaja se raščlanjuje na sledeće komponente: “trend komponentu, cikličnu, sezonsku i slučajnu komponentu”. Navedene komponente izražavaju uticaje faktora. Trend uticaja, odnosno tendencija određenog faktora predstavlja posmatranje pojave ili njeno kretanje na celokupnom rasponu vremena. Trend može imati različite oblike u vidu periodičnih i sezonskih pojava. Kada se odvijaju određena kolebanja u trendu koja traju duže od godinu dana takve pojave nazivamo “ciklična kolebanja”. Određena posmatrana vremenska serija faktora od uticaja može da ispolji različite oblike trenda smatraju Mladenović i Nojković (2015²⁹⁹).

S obzirom na gore navedene činjenice, investitorima je od krucijalnog značaja da dobro razumeju veze i uticaje makroekonomskih faktora (stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija) kako bi mogli blagovremeno da upravljaju rizikom i optimizuju svoje strategije investiranja. Najznačajniji faktori od uticaja na kretanje berzanskih indeksa, a koji su ranije objašnjeni u disertaciji, predstavljaju osnovu za razvoj ARCH i GARCH modela, gde su kao nezavisne promenljive ubačene u model, kako bi se dobili prilagođeni ARCH i GARCH modeli. U najznačajnije faktore od uticaja koji su *de facto* razultirali dobijanjem prilagođenih modela ubrajamo:

1. stopu inflacije (koju u istraživanju obeležavamo sa *STOPA_IN*).
2. referentnu kamatnu stopu (obeležavamo je sa *RKS_CB*)
3. kamatnu stopu na državne obveznice (obeležavamo je sa *KS_DRZ_O*)
4. bruto domaći proizvod (obeležavamo ga sa *GDP*) i
5. strane direktne investicije (obeležavamo ih sa *SDI*).

²⁹⁹ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 4-10.

Tako da **prilagođeni u disertaciji korišćeni ARCH (5) model** glasi³⁰⁰:

$$Y_t = \gamma_0 + \gamma_1 Z'_t \pi + \gamma_2 h_t + \gamma_3 + \varepsilon_t \quad (5.11)$$

$$h^2_t = c + \alpha_1 \varepsilon^2_{t-1} + \alpha_2 \varepsilon^2_{t-2} + \alpha_3 \varepsilon^2_{t-3} + \alpha_4 \varepsilon^2_{t-4} + \alpha_5 \varepsilon^2_{t-5} + \gamma_4 Z'_t \pi \quad (5.12)$$

gde je Y_t dnevna stopa povrata posmatranog berzanskog indeksa – **zavisna promenljiva**, $\alpha_0, \alpha_1 \dots \alpha_5$ su koeficijenti modela ARCH, $\gamma_{0...4}$ predstavlja opcione parametre modela, dok je model razvijen sa dodavanjem faktora od uticaja (**nezavisne promenljive modela $Z'_t \pi$**): stopa inflacije $STOPA_{IN}$, referentna kamatna stopa RKS_{CB} , kamatna stopa na državne obveznice KS_{DRZO} , bruto domaći proizvod GDP i strane direktne investicije SDI za celokupan period posmatranja, dok ε_t predstavlja grešku modela.

Prema istoj metodologiji dodavanja faktora od uticaja u model razvijen je **prilagođeni u disertaciji korišćeni GARCH 1,1 model** koji glasi³⁰¹:

$$Y_t = c + X'_t \theta + \varepsilon_t \quad (5.13)$$

gde je Y_t dnevna stopa povrata posmatranog berzanskog indeksa – **zavisna promenljiva**, c je konstanta modela GARCH, dok je model razvijen sa dodavanjem faktora od uticaja (**nezavisne promenljive modela $X'_t \theta$**): stopa inflacije $STOPA_{IN}$, referentna kamatna stopa RKS_{CB} , kamatna stopa na državne obveznice KS_{DRZO} , bruto domaći proizvod GDP i strane direktne investicije SDI za celokupan period posmatranja, dok ε_t predstavlja grešku modela.

Varijansa modela u drugom koraku za GARCH 1,1 model se računa kao:

$$h^2_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon^2_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j h^2_{t-j} + Z'_t \pi \quad (5.14)$$

gde je h_t varijansa reziduala dobijena iz računanja prve jednačine povrata posmatranog berzanskog indeksa, c je konstanta modela GARCH, h_{t-1} predstavlja varijansu reziduala

³⁰⁰ Prema: EViews 8 User's Guide II, 2013, <http://www.eviews.com/EViews8/EViews8/EViews%20%20Users%20Guide%20II.pdf>

³⁰¹ Prema: EViews 8 User's Guide II, 2013, <http://www.eviews.com/EViews8/EViews8/EViews%20%20Users%20Guide%20II.pdf>

prethodnog dana ili volatilitnost posmatranog berznskog indeksa poznatiji kao GARCH uslov, ε^2_{t-1} predstavlja kvadratne rezidualne prethodnog perioda o volatilitnosti indeksa poznatiji kao ARCH efekat, dok je model razvijen sa dodavanjem egzogenih faktora od uticaja $\mathbf{Z}'_t\boldsymbol{\pi}$: stopa inflacije $STOPA_{IN}$, referentna kamatna stopa RKS_{CB} , kamatna stopa na državne obveznice KS_{DRZO} , bruto domaći proizvod GDP i strane direktne investicije SDI za celokupan period posmatranja. Parametar α reprezentuje "GARCH" efekat. Parametar β meri perzistenost uslovne volatilitnosti bez obzira na to šta se događa na tržištu.

Gore navedeno se odnosi na univarijacioni GARCH 1,1 model ili tzv. simetrični GARCH. Međutim, u nekim segmentima analize, simetrični GARCH 1,1 nije dovoljan, pa su zbog toga nastale mnoge ekstenzije običnog GARCH modela. U narednom delu će biti reči o nekoliko asimetričnih GARCH modela, koji se koriste u istraživačkom delu disertacije.

Jedna od osnovnih primedbi simetričnog GARCH 1,1 modela je da on jednako posmatra odgovor uslovne volatilitnosti na pozitivne i negativne šokove. Ovaj efekat proizilazi iz činjenice što se u jednačini uslovne varijanse ubacuju kvadrirani reziduali, pa se predznak ispred reziduala onda gubi. Međutim, u finansijskoj literaturi je dobro poznato da negativni šokovi izazivaju više volatilitnosti nego pozitivni šokovi iste magnitude. Ovaj efekat se naziva efekat poluge ili leveridž efekat, a vezuje se za odnos između sopstvenog i pozajmljenog kapitala. Naime, usled negativnih eksternih šokova na tržištu, može da se desi pad cena akcija kompanije, što izaziva porast odnosa duga i sopstvenog kapitala. Posmatrano sa aspekta akcionara, oni percipiraju da su tada njihove akcije rizičnije, pa imaju veći podsticaj da ih prodaju, čime još više utiču na rast volatilitnosti tih akcija.

Običan, simetrični GARCH 1,1 model nema mogućnost prepoznavanja leveridž efekta, pa su Glosten i saradnici (Glosten i drugi, 1993³⁰²) preporučili dodavanje veštačke promenljive u običan GARCH 1,1, što bi imalo za cilj merenje leveridž efekta. Ovaj GARCH se naziva GJR-GARCH prema imenima autora. GJR-GARCH počiva na istom principu upotrebe veštačke promenljive kao i *Threshold* GARCH model (TGARCH), koji se razvija dodavanjem faktora od uticaja i prilagođen koristi u istraživačkom delu rada.

³⁰² Prema: Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, 48(5), p.p 1779-1801.

Prilagođeni u disertaciji korišćeni TGARCH ima sledeću formu³⁰³:

$$h_t^2 = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}^2 + \sum_{k=1}^r \varepsilon_{t-k}^2 I_{t-k} + Z'_t \pi \quad (5.15)$$

gde α i β predstavljaju nenegativne parametre koji zadovoljavaju uslov $\alpha + \beta < 1$. Takođe, u prilagođenom TGARCH modelu, uslovna volatilitnost h_t^2 je pozitivna ako je $\alpha + I \geq 1$, dok je proces stacionaran u kovarijansi ako i samo ako je $\alpha + \left(\frac{I}{2}\right) + \beta < 1$. TGARCH model je razvijen sa dodavanjem egzogenih faktora od uticaja $Z'_t \pi$: stopa inflacije $STOPA_{IN}$, referentna kamatna stopa RKS_{CB} , kamatna stopa na državne obveznice KS_{DRZO} , bruto domaći proizvod GDP i strane direktne investicije SDI za celokupan period posmatranja.

NAPOMENA ZA TARARCH i TGARCH - GJR-GARCH model su razvili (Glosten, Jagannathan i Runkle, 1993³⁰⁴). U korišćenoj relevantnoj literaturi GJR-GARCH modeli se ponekad nazivaju i T-GARCH ili TARARCH ukoliko se koristi samo ARCH struktura sa GJR modifikacijom. Programski paket koji je korišćen u disertaciji za izračunavanje parametara EViews za gore navedenu modifikaciju koristi TARARCH (*Threshold ARCH*) model. Dodavanjem pretpostavljenih faktora od uticaja na postojeći TARARCH model izračunavaju se rezultata i za prilagođeni TARARCH model, takođe putem programskog paketa EViews. Stoga se u dobijenim rezultatima istraživanja u disertaciji u tabelama pojavljuje prilagođeni TARARCH model.

U ovom modelu volatilitnost ima tendenciju rasta sa lošim vestima ($\varepsilon_{t-i} < 0$) i pada uz dobre vesti ($\varepsilon_{t-i} > 0$). Dobre vesti imaju uticaja na α dok loše vesti imaju uticaj $\alpha + \gamma$. Ovaj model se bavi efektom leveridža koji se ponekad primećuje u povratima. Ako je $\gamma > 0$ onda efekat leveridža ili poluge postoji.

U programskom paketu EViews stoji sledeći naziv specifikacije modela: The *Threshold GARCH* (TARARCH) Model.

Sledeća verzija običnog GARCH modela, koja je često korišćena u finansijskoj literaturi je *Exponential GARCH* ili EGARCH, koji je Nelson preporučio u svojoj naučno-istraživačkoj

³⁰³ Prema: EViews 8 User's Guide II, 2013,

<http://www.eviews.com/EViews8/EViews%208/Users%20Guide%20II.pdf>

³⁰⁴ Prema: Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, 48(5), p.p 1779-1801.

studiji (1991³⁰⁵). Osnovna namera kod konstrukcije ovog modela je da se uklone dva bitna nedostatka običnog GARCH 1,1 modela. Prvi se odnosi na prepoznavanje efekta leveridža, dok bi drugi trebao da reši izazov da se uslov pozitivnosti parametara u modelu ne krši, kao što se ponekad desi u običnom GARCH modelu. Razlika u odnosu na obični GARCH je to što je uslovna varijansa logaritmovana $\log h_t^2$ pa to garantuje njenu pozitivnost, a samim tim i pozitivnost ocenjenih parametara. Specifikacija EGARCH modela koji se razvija dodavanjem faktora od uticaja rezultira prilagođenim EGARCH modelom koji se koristi u istraživačkom delu rada. **Prilagođeni u disertaciji korišćeni EGARCH** ima sledeću formu³⁰⁶:

$$\log(h_t^2) = c + \sum_{j=1}^q \beta_j \log(h_{t-j}^2) + \sum_{i=1}^p \alpha_i \left| \frac{\varepsilon_{t-i}}{h_{t-i}} \right| + \sum_{k=1}^r \gamma_k \frac{\varepsilon_{t-k}}{h_{t-k}} + Z'_t \pi \quad (5.16)$$

gde se asimetrični efekat na uslovnu volatilitnost meri izrazom $\alpha(\varepsilon_{t-1})$. Asimetrični efekat u izrazu meri i veličinu efekta i predznak. Parametar je određen da meri znak. EGARCH proces je stacionaran u kovarijansi ako i samo ako je $\beta < 1$. c je konstanta (dugoročna srednja vrednost). Parametar α reprezentuje "GARCH" efekat. Parametar β meri perzistenost uslovne volatilitnosti bez obzira na to šta se događa na tržištu. Parametar γ meri asimetriju ili efekat leveridža, tako da EGARCH model omogućava testiranje asimetrije. Kad je $\gamma=0$, model je simetričan, odnosno pozitivni i negativni šokovi podjednako deluju na volatilitnost serije prinosa. U slučaju da je $\gamma < 0$, pozitivne (dobre) vesti sa tržišta generišu manju volatilitnost nego negativni šokovi. Ako je $\gamma > 0$, pozitivni šokovi imaju veći uticaj nego negativni udari. Na levoj strani jednakosti \log je oznaka za logaritam uslovne varijanse. To znači da u jednačini postoji eksponencijalni leveridž efekat, što garantuje da će prognoza uslovne varijanse biti nenegativna. Postojanje leveridž efekta testira se pomoću hipoteze da je $\gamma_i < 0$. Asimetričan uticaj postoji ako je $\gamma_i \neq 0$. Postoji nekoliko razlika između specifikacije EGARCH modela u Eviews-u i Nelsonovog originalnog modela. EGARCH model je razvijen sa dodavanjem egzogenih faktora od uticaja $Z'_t \pi$: stopa inflacije $STOPA_{IN}$, referentna kamatna stopa RKS_{CB} , kamatna stopa na državne obveznice KSD_{RZO} , bruto domaći proizvod GDP i strane direktne investicije SDI za celokupan period posmatranja.

Izbor adekvatnosti između varijacija prilagođenih GARCH modela u disertaciji se vršio na osnovu AIC (*Akaike information criterion*) i SIC (*Schwarz information criterion*) kriterijuma.

³⁰⁵ Prema: Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, p.p 347-370.

³⁰⁶ Prema: EViews 8 User's Guide II, 2013, <http://www.eviews.com/EViews8/EViews8/EViews%20%20Users%20Guide%20II.pdf>

AIC i SIC predstavljaju informacione kriterijume koji se koriste u izboru optimalnog broja parametara u ekonometrijskom modelu u cilju kvaliteta i predviđačkih moći modela (Mladenović i Nojković, 2015³⁰⁷). Prema istim autorima AIC i SIC kriterijumi se sastoje iz dve komponente:

- a) komponenta koja predstavlja funkciju neobjašnjelog varijabiliteta zavisne promenljive modela (u disertaciji – Y dnevna stopa povrata berzanskog indeksa) i
- b) komponenta kojom se „kažnjava” gubitak broja stepeni slobode zbog dodavanja novih parametara u model (u disertaciji – to su faktori od uticaja: stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije).

Dodavanje novih objašnjavajućih promenljivih u model ima za rezultat rast K (broja parametara) što rezultira suprotnim efektom na sledeće komponente:

- varijabilnost ili volatilitet slučajne greške ε_t modela opada \downarrow i
- vrednost kaznene komponente $(n - K)$ raste \uparrow .

Cilj primene AIC i SIC kriterijuma u ekonometrijskim modelima je da se izabere takvo K kojim se minimizira vrednost informacionih kriterijuma, što će dalje značiti veću predviđačku moć modela.

Informacioni kriterijumi AIC i SIC pokazuju kvalitet modela u cilju predviđačke moći modela. Oni teže da se približe koeficijentu determinacije R^2 , ali su njihove vrednosti uvek veće zbog „strožeg kažnjavanja” stepena slobode (smanjuje se broj stepeni slobode $n - K$). Razlozi za odabir AIC i SIC kriterijuma u disertaciji pronalaze se u činjenicama da:

- AIC i SIC objašnjavaju kvalitet modela i da su bazirani na informacionim kriterijumima,
- AIC i SIC predstavljaju *trade-off* između kvaliteta i potpunosti *fit* modela,
- se primenom AIC i SIC kriterijuma ne testira nulta hipoteza,
- daju rezultate modela u kojim nisu navedene sve objašnjavajuće promenljive,
- se primenjuju kada postoji veliki broj podataka zavisne promenljive koji omogućava veću preciznost,

³⁰⁷ Prema: Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu, str. 174-176.

- dobijeni rezultati modela sa nižim AIC i SIC kriterijumima minimiziraju gubitak informacija,
- strože kažnjavaju broj parametara K nego BIC (*Bayesian Information Criterion*)
- su savršeniji, odnosno optimalniji od većine kriterijuma koji se u praksi primenjuju za odabir ekonometrijskih modela koji imaju najbolja statistička svojstva.

Prema pristupu optimalnosti modela, optimalan je onaj model kojim se maksimizira funkcija verodostojnosti datog uzorka. AIC i SIC informacioni kriterijumi su korišćeni u disertaciji da se izabere optimalniji model između prilagođenih ARCH i prilagođenih GARCH modela sa svim varijacijama (GARCH 1,1, EGARCH, TARARCH) modela na različitim finansijskim tržištima u predkriznom, kriznom i postkriznom periodu. Informacioni kriterijumi *Akaike* i *Schwarz* se računaju na sledeći način, prema Gujaratiju i Poreteru (Gujarati i Poreter, 2010³⁰⁸):

$$AIC = e^{2k/n} \frac{RSS}{n}, \ln AIC = \frac{2k}{n} + \ln \frac{RSS}{n} \quad (5.17)$$

$$SIC = n^{k/n} \frac{RSS}{n}, \ln SIC = \frac{k}{n} \ln n + \ln \frac{RSS}{n} \quad (5.18)$$

gde je n veličina uzorka, k broj parametara modela, RSS rezidualna suma kvadrata, $\frac{2k}{n}$ stepen kažnjavanja AIC, $\frac{k}{n} \ln n$ stepen kažnjavanja SIC.

Poređenje dva modela sa različitim regresorima (dakle u slučaju drugačijeg broja stepeni slobode), koji objašnjavaju varijacije iste zavisne varijable, može se obaviti koristeći, pored koeficijenta determinacije, i informacione kriterijume AIC i SIC. Akaikeov informacioni kriterijum (AIC) baziran na ideji da treba strože kazniti gubitak stepena slobode usled uvođenja novih regresora nego što to čini korigovani koeficijent determinacije. Optimalniji je model sa nižim kriterijumom AIC. Ovaj kriterijum se koristi i izvan uzorka, dakle za ocenu performansi predviđanja modelom, a pogodan je za obuhvatne i neobuhvatne modele (npr. u modelima VAR koristi se i u izboru docnji). Schwarz je postavio informacioni kriterijum (SIC) sličan AIC, ali on još strože kažnjava uvođenje novih regresora (porast k prema n). Kao i za AIC, niža vrednost SIC označava optimalniji model, a koristi se i izvan uzorka.

³⁰⁸ Prema: Gujarati, N., D., Poreter, D. (2010). *Basic Econometrics*, International Edition, McGraw-Hill, p.p 537-538.

Istraživanje, odnosno primena razvijenih prilagođenih modela ARCH i GARCH, na finansijskim tržištima zemalja u razvoju u posmatranim periodima, prema gore navedenoj metodologiji se sastoji iz tri koraka:

- 1) identifikacija,
- 2) ocenjivanje i
- 3) provera adekvatnosti modela

Identifikacija podrazumeva izbor optimalnog reda legova autoregresivne komponente u prilagođenim ARCH i GARCH modelima. Odluka se donosi na bazi najniže vrednosti informacionih kriterijuma AIC i SIC, odnosno optimalan prilagođeni ARCH ili GARCH model (sa svim varijacijama GARCH1,1, TGARCH, EGARCH) je onaj koji ima najnižu vrednost informacionih kriterijuma. Dva najzastupljenija informaciona kriterijuma koji se mogu pronaći u literaturi, i koji se koriste u ovom radu su: AIC (*Akaike information criterion*), SIC (*Schwartz information criterion*). Prema tome, dodavanjem dodatnog elementa u model poput faktora od uticaja (stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije) smanjiće informacioni kriterijum samo ako pad rezidualne sume kvadrata bude veći od njenog rasta koji je nastao usled dodavanja novog parametra. U disertaciji, prvo će se predstaviti prilagođeni ARCH model za sva posmatrana finansijska tržišta u svim periodima uporedo sa prilagođenim GARCH modelom i svim varijacijama GARCH1,1, TGARCH, EGARCH. Potom će se putem informacionih kriterijuma birati najoptimalniji prilagođeni GARCH model između GARCH1,1, TGARCH-a i EGARCH-a za određeni period i određeno finansijsko tržište, da bi se na kraju izvršilo poređenje prilagođenog ARCH i najoptimalnijeg GARCH modela za sve periode posmatranja i sva posmatrana finansijska tržišta zemalja u razvoju.

Za **ocenjivanje** prilagođenih ARCH i GARCH modela sa svim varijacijama GARCH1,1, TGARCH, EGARCH se upotrebljava tehnika maksimalne verodostojnosti (*maximum likelihood*), koji radi na principu pronalaženja najverovatnijih vrednosti parametara, uzimajući u obzir empirijske podatke. Drugim rečima, formira se *log-likelihood* funkcija, tj. logaritam funkcije verodostojnosti, a onda se traže parametri koji je maksimiziraju.

Međutim, kada slučajne greške modela nisu normalno distribuirane ili kada uslovna distribucija nije savršeno poznata, tada se upotrebljava metoda kvazi maksimalne verodostojnosti (*quasi maximum likelihood* – QML). Pretpostavljajući da su jednačina srednje vrednosti i uslovne

varijanse korektno specifikovane, QML produkuje konzistentne i asimptotski normalno distribuirane ocene parametara, čak i tada kada distribucija reziduala u osnovi nije normalna. Konkretno, u radu će se koristiti metod kvazi maksimalne verodostojnosti za ocenu svih prilagođenih ARCH i GARCH modela sa svim varijacijama GARCH1,1, TGARCH, EGARCH. Međutim, pošto distribucije reziduala finansijskih serija imaju prisutnu asimetričnost i leptokaričnu distribuciju, u radu će se koristiti funkcije *log-likelihood* za standardnu Studentovu t- raspodelu i asimetričnu Studentovu t -raspodelu.

Provera adekvatnosti prilagođenih modela je poslednji korak. Ocenjeni prilagođeni model treba da prepozna i izvuče sistematske informacije iz empirijske serije podataka. Deo podataka koji je ostao neobjašnjen (reziduali modela) treba da budu relativno mali bez bilo kakvih sistematskih šablona, tj. treba da budu beli šum (*white noise*). Prema tome, provera adekvatnosti modela se svodi na analizu reziduala ocenjenog modela. Kao što je rečeno u prethodnom delu disertacije, reziduali ne smeju da imaju autokorelacione i heteroskedastične obrasce i moraju da prate određenu teorijsku raspodelu.

VI REZULTATI I DISKUSIJA

U poglavlju „Rezultati i diskusija” biće prezentovani i analizirani rezultati istraživanja primene prilagođenih ARCH i GARCH modela, kojim su se testirali i kvantifikovali faktori od uticaja na povrate od aktivnosti investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

U skladu sa navedenom metodologijom u disertaciji, prvo će se predstaviti prilagođeni ARCH model za sva posmatrana finansijska tržišta u svim periodima posmatranja uporedo sa prilagođenim GARCH modelom i svim varijacijama prilagođeni GARCH 1,1, prilagođeni TGARCH i prilagođeni EGARCH. Potom će se putem AIC i SIC informacionih kriterijuma birati najoptimalniji prilagođeni GARCH model između varijacija prilagođenih GARCH 1,1, TGARCH-a i EGARCH-a³⁰⁹ za određeni period posmatranja i određeno finansijsko tržište. Na kraju se prezentuje poređenje rezultata prilagođenog ARCH i izabranog najoptimalnijeg prilagođenog GARCH modela i bira se optimalniji model putem AIC i SIC informacionih kriterijuma za periode posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) i posmatrana finansijska tržišta Srbije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske.

Uporedo sa evaluacijom prilagođenih ARCH i GARCH modela, grafički će se predstaviti kretanje reziduala za svako posmatrano finansijsko tržište i period posebno. Dalje, prezentovane tabele se odnose na pregled dobijenih najoptimalnijih modela, posebno prilagođenog ARCH i najoptimalnijeg prilagođenog GARCH-a, kao i dobijenih egzaktnih rezultata parametara korelacionih veza između dnevnih stopa povrata i faktora od uticaja u zavisnosti od perioda posmatranja. Konačno, u tabelama 6.5.9 – 6.5.12 će se predstaviti komparativni prikaz rezultata na posmatranim finansijskim tržištima Srbije, Hrvatske, Slovenije i Mađarske za sve periode posmatranja, gde se posebno prikazuje prilagođeni model ARCH koji poredimo sa najoptimalnijim prilagođenim GARCH modelom (između varijacija prilagođenih GARCH 1,1, TARCH i EGARCH-a).

6.1. Evaluacija prilagođenih ARCH i GARCH modela za uzorak indeksa BELEX15 Beogradske berze

³⁰⁹Dakle, kada se u disertaciji pomene najoptimalniji prilagođeni GARCH model to predstavlja jednu od varijacija prilagođenog GARCH modela (GARCH 1,1, TARCH ili EGARCH) koji ima najniže AIC i SIC kriterijume za posmatrani period i posmatrano finansijsko tržište. Npr. ukoliko najniže vrednosti AIC i SIC kriterijuma pokazuje prilagođeni GARCH 1,1 model zaključuje se da je on najoptimalniji u odnosu na prilagođeni TARCH, odnosno prilagođeni EGARCH model u posmatranom periodu za posmatrano finansijsko tržište.

U ovom delu predstaviće se rezultati dobijeni istraživanjem za finansijsko tržište Srbije (berzanski indeks BELEX15) u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu.

Tabela 6.1 – Reprezentativni kriterijumi AIC i SIC za odabir optimalnih prilagođenih modela

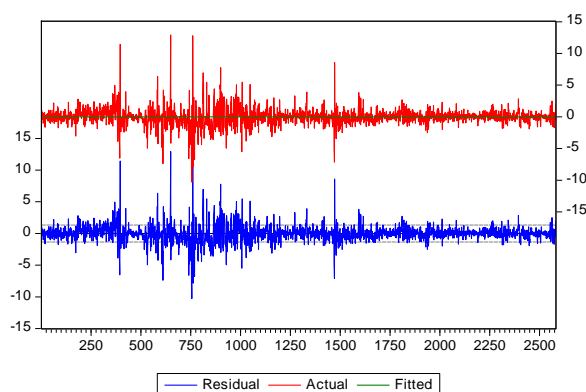
Period posmatranja	prilagođeni ARCH		prilagođeni GARCH 1.1		prilagođeni TARCH		prilagođeni EGARCH	
	AIC	SIC	AIC	SIC	AIC	SIC	AIC	SIC
CEO PERIOD	2.277616	2.848560	3.199440	3.524991	2.606368	2.931919	1.763148	2.238935
PREDKRIZNI	-5.472097	-4.987191	-5.921353	-5.557673	-5.620310	-5.216221	-6.298518	-5.894429
KRIZNI	-4.894142	-4.409235	-5.578605	-5.214925	-5.435197	-5.031108	-5.796419	-5.392330
POSTKRIZNI	-5.266991	-4.687550	-5.487340	-5.052759	-5.362293	-4.879425	-6.052278	-5.569410

Izvor: kalkulacija autora

Na osnovu AIC i SIC kriterijuma u tabeli 6.1 izabrani su najoptimalniji prilagođeni modeli u svim periodima posmatranja za berzanski indeks BELEX15. Posebno je predstavljen prilagođeni model ARCH u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu posmatranja. Što su niže vrednosti AIC i SIC kriterijuma, to se smatra da je prilagođeni model optimalniji. Rezultati primene kriterijuma za optimalni izbor prilagođenih GARCH modela su pokazali da je u celom periodu, predkriznom, kriznom i postkriznom najoptimalniji je prilagođeni EGARCH model.

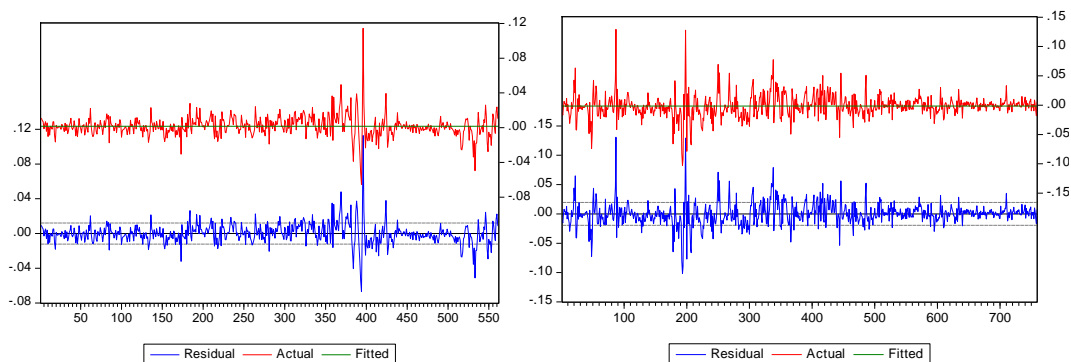
Grafikon 6.1.1 – Kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BELEX15 za posmatrani period 2005 – 2015. godine

Ceo period

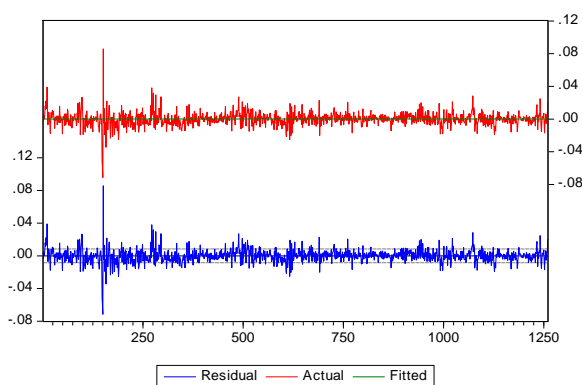


Predkrizni period

Krizni period



Postkrizni period



Izvor: kalkulacija autora

Na Grafikonu 6.1.1 predstavlja se kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BELEX15 u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu posmatranja. Ceo period posmatranja jasno prikazuje ekstremno velike oscilacije reziduala povrata u periodu koji je obeležila globalna finansijska kriza. U donjem delu grafikona plavom bojom, odnosno plavim okvirnim linijama, obeležene su prosečne vrednosti kretanja reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BELEX15. Na grafikonu koji prikazuju kretanje reziduala povrata u predkriznom periodu uočavaju se manje oscilacije koje indikuju smanjeni obim trgovine. Na grafikonu koji označava postkrizni period uočava se takođe manja pojava ekstremnih vrednosti reziduala povrata (nezatna pojava odstupanja iznad i ispod prosečnih okvira) što ukazuje na manji obim trgovine, dok u kriznom periodu to nije slučaj. U kriznom periodu se uočava u jednom manjem delu pojava ekstremnih vrednosti koje se mogu označiti kao posledica finansijske krize i panike na berzama, dok ostatak prikazuje manje oscilacije koje indikuju smanjeni obim trgovine. U poslednjim godinama posmatranja u postkriznom periodu takođe uočavamo male oscilacije reziduala što ukazuje na sporiji oporavak finansijskih tržišta.

Slika 6.1.2 - Korelogram autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BELEX15 za ceo period posmatranja 2005–2015. godine

Sample: 1 2771

Included observations: 28

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
. .	. .	1	0.069	0.069	0.1465	0.702
. * .	. * .	2	-0.127	-0.133	0.6702	0.715
. .	. * .	3	0.059	0.080	0.7864	0.853
. * .	. .	4	0.080	0.053	1.0094	0.908
. ** .	. * .	5	-0.205	-0.205	2.5506	0.769
. * .	. .	6	-0.078	-0.032	2.7850	0.835
. ** .	. ** .	7	0.290	0.261	6.1506	0.522
. * .	. .	8	0.074	0.033	6.3813	0.605
. * .	. * .	9	-0.190	-0.137	7.9715	0.537
. .	. .	10	0.021	0.004	7.9916	0.630
. * .	. ** .	11	-0.106	-0.220	8.5460	0.664
. * .	. * .	12	-0.066	0.082	8.7754	0.722

***, **, * označavaju statističku značajnost pri 1%, 5% i 10%, respektivno.

Izvor: kalkulacija autora

Na slici 6.1.2 korelogram prikazuje kretanje autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa i pokazuje njihovu statističku značajnost gde ** označavaju statistički značajne vrednosti, dok *** označavaju visoku statističku značajnost. Korelogram takođe potvrđuje tvrdnju da ne postoji serijska autokorelacija reziduala u modelu, čime se obezbeđuje povećanje efikasnosti ocene uzoračke srednje vrednosti, a koja dalje utiče na preciznost predviđanja prilagođenih modela³¹⁰.

Tabela 6.1.3 – Procenjeni parametri prilagođenih ARCH modela za berzanski indeks BELEX15 u različitim periodima posmatranja

BELEX15 CEO PERIOD		BELEX15 PREDKRIZNI PERIOD		BELEX15 KRIZNI PERIOD		BELEX15 POSTKRIZNI PERIOD	
Variance Equation prilagođeni ARCH		Variance Equation prilagođeni ARCH		Variance Equation prilagođeni ARCH		Variance Equation prilagođeni ARCH	
C	0.365073 (0.8478)	C	3.46E-05 (1.0000)	C	0.000108 (0.9983)	C	8.88E-05 (0.9712)

(brooks, n.d.)³¹⁰ U slučaju da postoji autokorelacija reziduala, ocene parametara neće biti tačne, a statističko zaključivanje na osnovu sprovedenih testova neće biti ispravno.

RESID(-1)^2	0.165061 (0.5648)	RESID(-1)^2	0.109089 (0.9913)	RESID(-1)^2	0.109086 (0.9829)	RESID(-1)^2	0.109079 (0.8892)
RESID(-2)^2	0.041143 (0.9014)	RESID(-2)^2	0.036366 (0.9994)	RESID(-2)^2	0.036365 (0.9996)	RESID(-2)^2	0.036369 (0.9760)
RESID(-3)^2	-0.009222 (0.9795)	RESID(-3)^2	0.036362 (0.9993)	RESID(-3)^2	0.036362 (0.9998)	RESID(-3)^2	0.036362 (0.9715)
RESID(-4)^2	-0.024782 (0.9303)	RESID(-4)^2	0.036362 (0.9992)	RESID(-4)^2	0.036368 (0.9996)	RESID(-4)^2	0.036323 (0.9602)
RESID(-5)^2	-0.038703 (0.7562)	RESID(-5)^2	0.036363 (0.9997)	RESID(-5)^2	0.036360 (0.9999)	RESID(-5)^2	0.036397 (0.9908)
STOPA_IN	0.002444 (0.9765)	STOPA_IN	4.45E-06 (0.9990)	STOPA_IN	-8.79E-06 (0.9983)	STOPA_IN	-1.10E-05 (0.8691)
SDI_BELeX	-1.59E-05 (0.8949)	SDI_BELeX	-1.96E-07 (0.9626)	SDI_BELeX	8.34E-08 (0.9969)	SDI_BELeX	1.08E-07 (0.7194)
GDP_BELeX	0.006447 (0.9659)	GDP_BELeX	3.08E-05 (0.9884)	GDP_BELeX	2.53E-07 (0.9981)	GDP_BELeX	2.79E-05 (0.6166)
REF_KAM_BEL	-0.014341 (0.9217)	REF_KAM_BEL	-1.83E-06 (1.0000)	REF_KAM_BEL	-1.23E-05 (0.9999)	REF_KAM_BEL	-5.85E-06 (0.9434)
KS_DRZO_BEL	0.000389 (0.9960)	KS_DRZO_BEL	1.12E-06 (0.9991)	KS_DRZO_BEL	1.30E-05 (0.9981)	KS_DRZO_BEL	-1.96E-06 (0.9917)

gde je: C – konstanta prilagođenog ARCH modela, RESID(-1...-5)² – predstavljaju kvadrate standardizovanih reziduala, odnosno koeficijente reda donji asimetričnog prilagođenog ARCH modela 5.tog reda iz razloga 5 nezavisnih promenljivih uvedenih u model, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela Referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice. P – vrednosti su date u zagradama ispod svake vrednosti koeficijenta.

Izvor: Kalkulacija autora

U Tabeli 6.1.3 prikazuju se procenjeni prilagođeni ARCH modeli za berzanski indeks BELEX15 za sve periode posmatranja. Prilagođeni ARCH model za **ceo period** posmatranja prikazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa za faktore od uticaja: SDI (1.59E-05) i referentna kamatna stopa (-0.014341), dok stopa inflacije (0.002444), GDP (0.006447) i kamatna stopa na državne obveznice (0.000389) imaju pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,493509. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 4.935,09 jedinica.

Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela u **predkriznom** periodu pokazuju pozitivan uticaj stope inflacije (4.45E-06), GDP (3.08E-05) i kamatne stope na državne obveznice (1.12E-06), dok referentna kamatna stopa (-1.83E-06) i SDI (-1.96E-07) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254542. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.545,42 jedinice.

U **kriznom** periodu prilagođeni ARCH model pokazuje pozitivan uticaj SDI (8.34E-08), GDP (2.53E-07) i kamatne stope na državne obveznice (1.30E-05), dok stopa inflacije (-8.79E-06) i

referentna kamatna stopa (-1.23E-05) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254649. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.546,49 jedinica.

U **postkriznom** periodu prilagođeni ARCH model pokazuje pozitivan uticaj SDI (1.08E-07) i GDP (2.79E-05), dok referentna kamatna stopa (-5.85E-06), stopa inflacije (-1.10E-05) i kamatna stopa na državne obveznice (-1.96E-06) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BELEX15. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254530. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.545,30 jedinica.

Tabela 6.1.4 – Procenjeni parametri **najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela** za berzanski indeks BELEX15 u različitim periodima posmatranja

BELEX15 CEO PERIOD		BELEX15 PREDKRIZNI PERIOD		BELEX15 KRIZNI PERIOD		BELEX15 POSTKRIZNI PERIOD	
Variance Equation prilagođeni EGARCH		Variance Equation prilagođeni EGARCH		Variance Equation prilagođeni EGARCH		Variance Equation prilagođeni EGARCH	
C(1)	7.766671 (0.1742)	C(1)	-10.61503 (0.9990)	C(1)	-8.767700 (0.9390)	C(1)	-9.012604 (0.4737)
C(2)	0.954046 (0.3760)	C(2)	-2.495383 (0.9732)	C(2)	-3.511070 (0.5317)	C(2)	-2.203322 (0.4207)
C(3)	0.108251 (0.8467)	C(3)	1.435184 (0.9900)	C(3)	-1.011636 (0.8265)	C(3)	1.088036 (0.6620)
C(4)	-0.550117 (0.3233)	C(4)	0.250488 (0.9482)	C(4)	-0.58419 (0.9717)	C(4)	0.033497 (0.9751)
STOPA_IN	-0.028299 (0.3484)	STOPA_IN	0.368571 (0.9876)	STOPA_IN	-0.059115 (0.9743)	STOPA_IN	-0.004653 (0.8251)
SDI_BELeX	-0.000565 (0.6885)	SDI_BELeX	-0.002310 (0.6817)	SDI_BELeX	0.000740 (0.9807)	SDI_BELeX	0.000982 (0.9959)
GDP_BELeX	-0.215430 (0.8759)	GDP_BELeX	0.913941 (0.8623)	GDP_BELeX	0.147743 (0.9900)	GDP_BELeX	0.153224 (0.3794)
REF_KAM_BEL	-1.009740 (0.0002)	REF_KAM_BEL	-0.113833 (0.9994)	REF_KAM_BEL	-0.068926 (0.9664)	REF_KAM_BEL	-0.026235 (0.9984)
KS_DRZO_BEL	0.054085 (0.8878)	KS_DRZO_BEL	-0.121556 (0.9865)	KS_DRZO_BEL	0.238675 (0.9759)	KS_DRZO_BEL	0.003025 (0.9983)

gde je: C(1) – konstanta, C(2) – ARCH efekat, C(3) – leveridž efekat, C(4) – GARCH efekat, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela Referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice. P – vrednosti su date u zagradama ispod svake vrednosti koeficijenta.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.1.4 prikazuju se najoptimalniji procenjeni prilagođeni GARCH modeli za berzanski indeks BELEX15 za sve periode posmatranja. Prilagođeni EGARCH model za **ceo period**

posmatranja prikazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa za faktore od uticaja: stopa inflacije (-0.028299), SDI (-0.000565), GDP (-0.215430) i referentna kamatna stopa (-1.009740), dok kamatna stopa na državne obveznice (0.054085) ima pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 7,078902. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 78.902 jedinice.

Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela u **predkriznom periodu** pokazuju pozitivan uticaj stope inflacije (0.368571) i GDP (0.913941), dok SDI (-0.002310), referentna kamatna stopa (-0.113833) i kamatna stopa na državne obveznice (-0.121556) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -10,379928. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -103.799,28 jedinica.

U **kriznom periodu** prilagođeni EGARCH model pokazuje pozitivan uticaj SDI (0.000740), GDP (0.147743) i kamatne stope na državne obveznice (0.238675), dok stopa inflacije (-0.059115) i referentna kamatna stopa (-0.068926) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -13,615479. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -136.154,79 jedinica.

U **postkriznom periodu** prilagođeni EGARCH model pokazuje pozitivan uticaj SDI (0.000982), GDP (0.153224) i kamatne stope na državne obveznice (0.003025), dok referentna kamatna stopa (-0.026235) i stopa inflacije (-0.004653) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BELEX15. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -9,968050. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -96.805 jedinica.

6.2. Evaluacija prilagođenih ARCH i GARCH modela za uzorak indeksa SBITOP

U ovom delu predstaviće se rezultati dobijeni istraživanjem za finansijsko tržište Slovenije (berzanski indeks SBITOP) u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu.

Tabela 6.2 – Reprezentativni kriterijumi AIC i SIC za odabir optimalnih prilagođenih modela

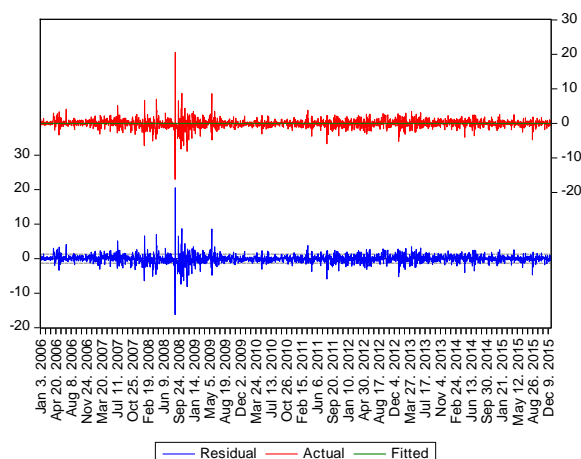
Period posmatranja	prilagođeni ARCH		prilagođeni GARCH 1.1		prilagođeni TARCH		prilagođeni EGARCH	
	AIC	SIC	AIC	SIC	AIC	SIC	AIC	SIC
CEO PERIOD	3.092934	3.490829	2.473633	2.763011	2.658512	2.984063	2.410360	2.735910
PREDKRIZNI	-6.155881	-5.670974	-6.484072	-6.120392	-6.299578	-5.895490	-7.174847	-6.770758
KRIZNI	-3.879573	-3.358081	-4.335003	-3.943884	-4.092230	-3.657654	-4.323666	-3.889089
POSTKRIZNI	-6.228796	-5.707305	-6.393939	-6.002820	-6.630389	-6.195812	-6.633857	-6.199281

Izvor: kalkulacija autora

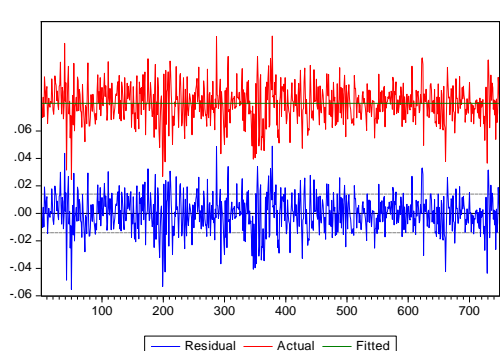
Na osnovu AIC i SIC kriterijuma u Tabeli 6.2 izabrani su najoptimalniji modeli u svim periodima posmatranja za berzanski indeks SBITOP. Posebno je predstavljen prilagođeni model ARCH u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu posmatranja. Što su niže vrednosti AIC i SIC kriterijuma, to se smatra da je prilagođeni model optimalniji. Rezultati primene kriterijuma za optimalni izbor prilagođenih GARCH modela su pokazali da je u celom periodu najoptimalniji prilagođeni EGARCH, predkriznom prilagođeni EGARCH, kriznom prilagođeni GARCH 1.1 i postkriznom prilagođeni EGARCH.

Grafikon 6.2.1 – Kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa SBITOP za posmatrani period 2005–2015. godine

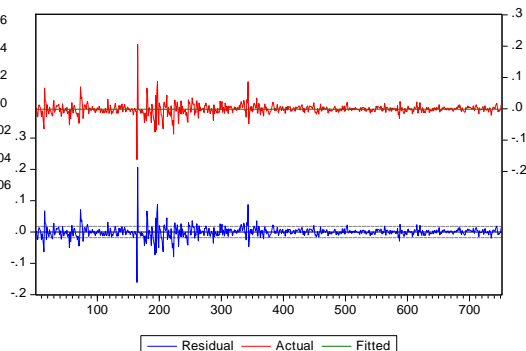
Ceo period



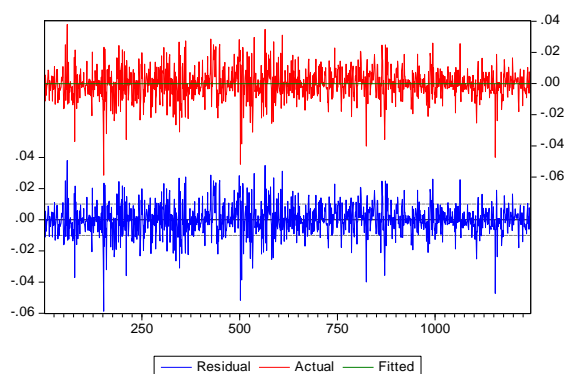
Predkrizni period



Krizni period



Postkrizni period



Izvor: kalkulacija autora

Na Grafikonu 6.2.1 predstavlja se kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa SBITOP u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu posmatranja. Ceo period posmatranja jasno prikazuje ekstremno velike oscilacije reziduala povrata u periodu koji je obeležila globalna finansijska kriza. U donjem delu grafikona plavom bojom, odnosno plavim okvirnim linijama, obeleženi su prosečni reziduali dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa SBITOP. Na grafikonima koji prikazuju kretanje reziduala povrata u predkriznom i postkriznom periodu uočava se češća pojava ekstremnih vrednosti reziduala povrata (odstupanja iznad i ispod prosečnih okvira) što ukazuje na veći obim trgovine, dok u kriznom periodu to nije slučaj. U kriznom periodu uočavamo u jednom manjem delu pojavu ekstremnih vrednosti koje se mogu označiti kao posledica finansijske krize i panike na berzama.

Slika 6.2.2 - Korelogram autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa SBITOP za ceo period posmatranja 2005–2015. godine

Sample: 1 2771

Included observations: 11

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
.*** .	.*** .	1	-0.372	-0.372	1.9814	0.159
. * .	. .	2	0.135	-0.004	2.2707	0.321
. ** .	. ** .	3	-0.239	-0.221	3.2926	0.349
. * .	. * .	4	0.077	-0.102	3.4123	0.491
.*** .	.*** .	5	-0.367	-0.447	6.6266	0.250
. ***.	. .	6	0.355	0.012	10.232	0.115
. * .	. .	7	-0.128	-0.043	10.815	0.147
. .	. * .	8	0.062	-0.198	10.998	0.202
. .	. .	9	-0.018	-0.056	11.021	0.274
. .	. ** .	10	-0.004	-0.210	11.024	0.356

***, **, * označavaju statističku značajnost pri 1%, 5% i 10%, respektivno.

Izvor: kalkulacija autora

Na slici 6.2.2 korelogram prikazuje kretanje autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa i pokazuje njihovu statističku značajnost gde ** označavaju statistički značajne vrednosti, dok *** označavaju visoku statističku značajnost. Korelogram takođe potvrđuje tvrdnju da ne postoji serijska autokorelacija reziduala u modelu, čime se obezbeđuje povećanje efikasnosti ocene uzoračke srednje vrednosti, a koja dalje utiče na preciznost predviđanja prilagođenih modela³¹¹.

Tabela 6.2.3 – Procenjeni parametri prilagođenih ARCH modela za berzanski indeks SBITOP u različitim periodima posmatranja

SBITOP CEO PERIOD		SBITOP PRED-KRIZNI PERIOD		SBITOP KRIZNI PERIOD		SBITOP POST-KRIZNI PERIOD	
Variance Equation prilagođeni ARCH		Variance Equation prilagođeni ARCH		Variance Equation prilagođeni ARCH		Variance Equation prilagođeni ARCH	
C	0.317769 (0.9978)	C	4.22E-05 (0.9935)	C	0.000171 (0.9967)	C	3.83E-05 (0.9838)
RESID(-1)^2	0.260512 (0.9648)	RESID(-1)^2	0.109091 (0.9911)	RESID(-1)^2	0.109065 (0.9971)	RESID(-1)^2	0.109091 (0.9867)

³¹¹U slučaju da postoji autokorelacija reziduala, ocene parametara neće biti tačne, a statističko zaključivanje na osnovu sprovedenih testova neće biti ispravno.

RESID(-2)^2	0.109464 (0.9788)	RESID(-2)^2	0.036364 (0.9977)	RESID(-2)^2	0.036368 (0.9985)	RESID(-2)^2	0.036364 (0.9787)
RESID(-3)^2	0.006729 (0.9977)	RESID(-3)^2	0.036363 (0.9946)	RESID(-3)^2	0.036355 (0.9986)	RESID(-3)^2	0.036364 (0.9939)
RESID(-4)^2	0.037941 (0.9821)	RESID(-4)^2	0.036364 (0.9922)	RESID(-4)^2	0.036360 (0.9968)	RESID(-4)^2	0.036364 (0.9856)
RESID(-5)^2	0.009398 (0.9979)	RESID(-5)^2	0.036363 (0.9945)	RESID(-5)^2	0.036328 (0.9993)	RESID(-5)^2	0.036364 (0.9895)
STOPA_IN	-0.024002 (0.9988)	STOPA_IN	7.45E-07 (0.9842)	STOPA_IN	-0.000233 (0.9896)	STOPA_IN	3.36E-05 (0.9984)
SDI_SLO	-1.69E-05 (0.9882)	SDI_SLO	-2.07E-08 (0.9741)	SDI_SLO	8.31E-08 (0.9870)	SDI_SLO	-1.88E-10 (0.9613)
GDP_SLO	-0.015281 (0.9618)	GDP_SLO	-8.01E-06 (0.9989)	GDP_SLO	8.67E-06 (0.9953)	GDP_SLO	6.13E-06 (0.9533)
REF_KAM_SLO	-0.008048 (0.9998)	REF_KAM_SLO	1.80E-06 (0.8591)	REF_KAM_SLO	-7.07E-05 (0.9714)	REF_KAM_SLO	-4.99E-05 (0.9924)
KS_DRZO_SLO	-0.011045 (0.9984)	KS_DRZO_SLO	5.57E-05 (0.9997)	KS_DRZO_SLO	0.000287 (0.9596)	KS_DRZO_SLO	-4.47E-06 (0.9696)

gde je: C – konstanta prilagođenog ARCH modela, RESID(-1...-5)² – predstavljaju kvadrate standardizovanih reziduala, odnosno koeficijente reda do 5. reda iz razloga 5 nezavisnih promenljivih uvedenih u model, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice. P – vrednosti su date u zagradama ispod svake vrednosti koeficijenta.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.2.3 prikazuju se procenjeni prilagođeni ARCH modeli za berzanski indeks SBITOP za sve periode posmatranja. Prilagođeni ARCH model za **ceo period** posmatranja prikazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa svih faktora od uticaja: stopa inflacije (-0.024002), SDI (-1.69E-05), GDP (-0.015281), referentne kamatne stope (-0.008048) i kamatne stope na državne obveznice (-0.011045). Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,683437. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 6.834,37 jedinica.

Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela u **predkriznom periodu** pokazuju pozitivan uticaj stope inflacije (7.45E-07), referentne kamatne stope (1.80E-06) i kamatne stope na državne obveznice (5.57E-05), dok SDI (-2.07E-08) i GDP (-8.01E-06) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254545. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.545,45 jedinica.

U **kriznom periodu** prilagođeni ARCH model pokazuje pozitivan uticaj SDI (8.31E-08), GDP (8.67E-06) i kamatne stope na državne obveznice (0.000287), dok stopa inflacije (-0.000233) i referentna kamatna stopa (-7.07E-05) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja

promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254701. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.547,01 jedinica.

U **postkriznom periodu** prilagođeni ARCH model pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije ($3.36E-05$) i GDP ($6.13E-06$), dok SDI ($-1.88E-10$), referentna kamatna stopa ($-4.99E-05$) i kamatna stopa na državne obveznice ($-4.47E-06$) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa SBITOP. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254547. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.545,47 jedinica.

Tabela 6.2.4 – Procenjeni parametri **najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela** za berzanski indeks SBITOP u različitim periodima posmatranja

SBITOP CEO PERIOD		SBITOP PRED-KRIZNI PERIOD		SBITOP KRIZNI PERIOD		SBITOP POSTKRIZNI PERIOD	
Variance Equation prilagođeni EGARCH		Variance Equation prilagođeni EGARCH		Variance Equation prilagođeni GARCH 1.1		Variance Equation prilagođeni EGARCH	
C(1)	-0.190803 (0.9996)	C(1)	-8.443925 (0.9917)	C	0.000278 (0.9893)	C(1)	-9.749728 (0.9202)
C(2)	-0.880259 (0.9501)	C(2)	-3.484424 (0.9710)	RESID(-1)^2	0.149985 (0.9791)	C(2)	-2.990707 (0.1848)
C(3)	-0.049182 (0.9935)	C(3)	0.656722 (0.9639)	GARCH(-1)	0.600004 (0.9451)	C(3)	-0.308884 (0.8484)
C(4)	1.118382 (0.8768)	C(4)	-0.249878 (0.9763)	STOPA_IN	-0.000271 (0.9393)	C(4)	0.095969 (0.9337)
STOPA_IN	0.021340 (0.9994)	STOPA_IN	-1.241376 (0.9578)	SDI_SLO	1.02E-07 (0.9644)	STOPA_IN	0.643303 (0.9948)
SDI_SLO	-0.000343 (0.9401)	SDI_SLO	-0.000116 (0.9989)	GDP_SLO	2.37E-05 (0.9677)	SDI_SLO	0.000120 (0.9939)
GDP_SLO	-0.096288 (0.9515)	GDP_SLO	-1.467634 (0.9962)	REF_KAM_SLO	-0.000157 (0.9148)	GDP_SLO	0.192891 (0.9372)
REF_KAM_SLO	0.677269 (0.9909)	REF_KAM_SLO	0.616950 (0.9933)	KS_DRZO_SLO	0.000350 (0.8892)	REF_KAM_SLO	-0.412631 (0.9888)
KS_DRZO_SLO	0.651584 (0.9919)	KS_DRZO_SLO	1.680592 (0.9890)	-	-	KS_DRZO_SLO	0.328522 (0.9855)

gde su: C i C(1) – konstante, C(2) – ARCH efekat, C(3) – leveridž efekat, C(4) – GARCH efekat, RESID(-1)^2 – kvadrat standardizovanih reziduala, odnosno koeficijent 1. reda donji asimetričnog prilagođenog GARCH 1,1 modela, GARCH(-1) – GARCH efekat univarijacionog prilagođenog GARCH 1,1 modela, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela Referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice. P – vrednosti su date u zagradama ispod svake vrednosti koeficijenta.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.2.4 prikazuju se najoptimalniji procenjeni prilagođeni GARCH modeli za berzanski indeks SBITOP za sve periode posmatranja. Prilagođeni EGARCH model za **ceo period** posmatranja prikazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa faktore od

uticaja: SDI (-0.000343) i GDP (-0.096288), dok stopa inflacije (0.021340), referentna kamatna stopa (0.677269) i kamatna stopa na državne obveznice (0.651584) imaju pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 1,251700. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 12.517 jedinica.

Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela u **predkriznom periodu** pokazuju pozitivan uticaj referentne kamatne stope (0.616950) i kamatne stope na državne obveznice (1.680592), dok stopa inflacije (-1.241376), SDI (-0.000116) i GDP (-1.467634) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -11,933089. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -119.330,89 jedinica.

U **kriznom periodu** prilagođeni GARCH 1.1 model pokazuje pozitivan uticaj SDI (1.02E-07), GDP (2.37E-05) i kamatne stope na državne obveznice (0.000350), dok stopa inflacije (-0.000271) i referentna kamatna stopa (-0.000157) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog GARCH 1,1 modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,750189. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 7.501,89 jedinica.

U **postkriznom periodu** prilagođeni EGARCH model pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.643303), SDI (0.000120), GDP (0.192891) i kamatne stope na državne obveznice (0.328522), dok referentna kamatna stopa (-0.412631) ima negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa SBITOP. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -12,201145. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -122.011,45 jedinica.

6.3. Evaluacija prilagođenih ARCH i GARCH modela za uzorak indeksa BUX

U ovom delu predstaviće se rezultati dobijeni istraživanjem za finansijsko tržište Mađarske (berzanski indeks BUX) u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu.

Tabela 6.3 – Reprezentativni kriterijumi AIC i SIC za odabir optimalnih prilagođenih modela

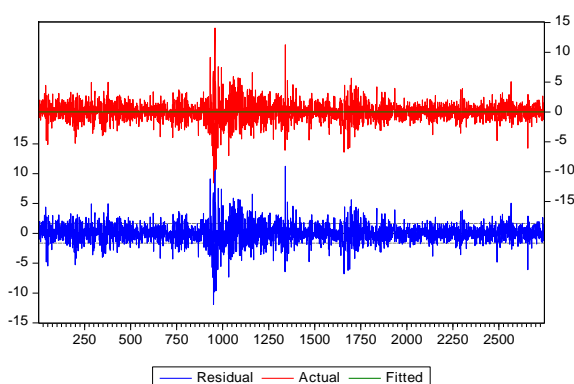
Period posmatranja	prilagođeni ARCH		prilagođeni GARCH 1.1		prilagođeni TARCH		prilagođeni EGARCH	
	AIC	SIC	AIC	SIC	AIC	SIC	AIC	SIC
CEO PERIOD	3.879203	4.288785	3.624729	3.993352	3.841639	4.251220	3.393671	3.803253
PREDKRIZNI	-4.566419	-4.081513	-4.976173	-4.612493	-4.807924	-4.403835	-4.941679	-4.537590
KRIZNI	-4.164606	-3.679699	-4.648101	-4.284421	-4.397143	-3.993054	-5.035986	-4.631897
POSTKRIZNI	-5.366932	-4.769492	-5.537113	-5.089033	-5.418708	-4.920842	-6.031767	-5.533901

Izvor: kalkulacija autora

Na osnovu AIC i SIC kriterijuma u Tabeli 6.3 izabrani su najoptimalniji modeli u svim periodima posmatranja za berzanski indeks BUX. Posebno je predstavljen prilagođeni model ARCH u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu posmatranja. Što su niže vrednosti AIC i SIC kriterijuma, to se smatra da je prilagođeni model optimalniji. Rezultati primene kriterijuma za optimalni izbor prilagođenih GARCH modela su pokazali da je u celom periodu najoptimalniji prilagođeni GARCH 1.1, predkriznom prilagođeni GARCH 1.1, kriznom prilagođeni EGARCH i postkriznom prilagođeni EGARCH.

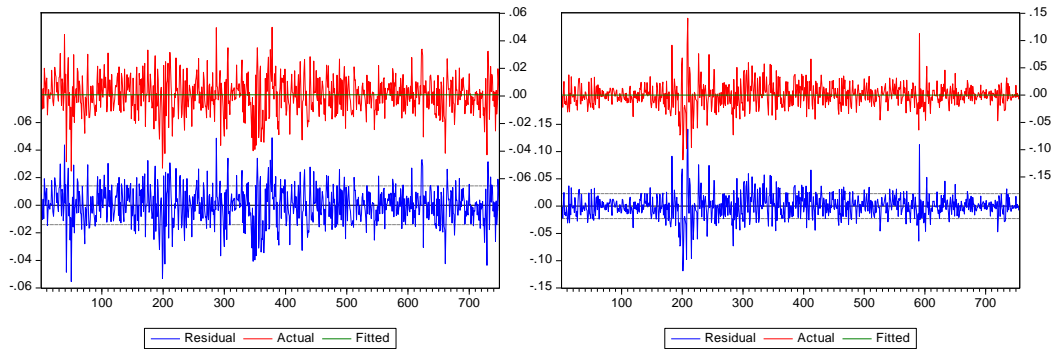
Grafikon 6.3.1 – Kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX za posmatrani period 2005–2015. godine

Ceo period

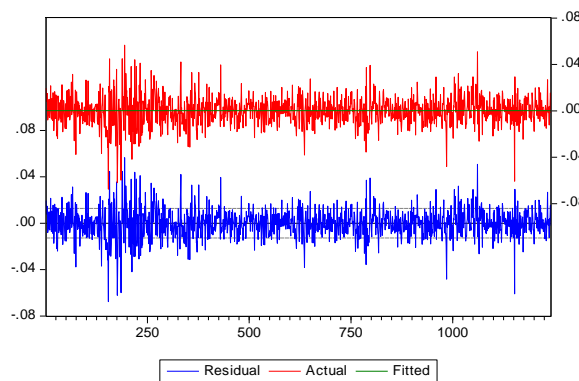


Predkrizni period

Krizni period



Postkrizni period



Izvor: kalkulacija autora

Na Grafikonu 6.3.1 predstavlja se kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu posmatranja. Ceo period posmatranja jasno prikazuje ekstremno velike oscilacije reziduala povrata u periodu koji je obeležila globalna finansijska kriza. U donjem delu grafikona plavom bojom, odnosno plavim okvirnim linijama, obeleženi su prosečni reziduali dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX. Na grafikonima koji prikazuju kretanje reziduala povrata u predkriznom i postkriznom periodu uočava se češća pojava ekstremnih vrednosti reziduala povrata (česta pojava odstupanja iznad i ispod prosečnih okvira) što ukazuje na veći obim trgovine, dok u kriznom periodu to nije slučaj. U kriznom periodu uočavamo u jednom manjem delu pojavu ekstremnih vrednosti koje se mogu označiti kao posledica finansijske krize i panike na berzama, dok ostatak prikazuje manje oscilacije koje indikuju smanjeni obim trgovine.

Slika 6.3.2 - Korelogram autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX za ceo period posmatranja 2005–2015. godine

Sample: 1 2771

Included observations: 43

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
.* .	.* .	1	-0.090	-0.090	0.3703	0.543
. .	. .	2	-0.034	-0.043	0.4256	0.808
. **	. **	3	0.328	0.324	5.6321	0.131
.* .	. .	4	-0.110	-0.063	6.2378	0.182
. .	. .	5	0.024	0.031	6.2679	0.281
.* .	** .	6	-0.111	-0.246	6.9151	0.329
. *	. *	7	0.108	0.178	7.5416	0.375
. .	.* .	8	-0.056	-0.106	7.7177	0.462
. .	. *	9	-0.049	0.116	7.8539	0.549
. *	. .	10	0.193	0.046	10.041	0.437
. .	. *	11	-0.007	0.130	10.044	0.526
. .	.* .	12	-0.013	-0.101	10.054	0.611
. .	.* .	13	-0.054	-0.105	10.243	0.674
. .	.* .	14	0.005	-0.072	10.245	0.744
.* .	. .	15	-0.084	-0.049	10.728	0.772
. .	. .	16	-0.044	0.063	10.866	0.818
.* .	.* .	17	-0.095	-0.169	11.532	0.828
. .	. *	18	0.026	0.145	11.582	0.868
. .	. .	19	0.047	-0.046	11.763	0.896
.* .	. *	20	-0.072	0.083	12.203	0.909

***, **, * označavaju statističku značajnost pri 1%, 5% i 10%, respektivno.

Izvor: kalkulacija autora

Na slici 6.3.2 korelogram prikazuje kretanje autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa i pokazuje njihovu statističku značajnost gde ** označavaju statistički značajne vrednosti, dok *** označavaju visoku statističku značajnost. Korelogram takođe potvrđuje tvrdnju da ne postoji serijska autokorelacija reziduala u modelu, čime se obezbeđuje povećanje efikasnosti ocene uzoračke srednje vrednosti, a koja dalje utiče na preciznost predviđanja prilagođenih modela³¹².

Tabela 6.3.3 – Procenjeni parametri **prilagođenih ARCH modela** za berzanski indeks BUX u različitim periodima posmatranja

BUX CEO PERIOD	BUX PREDKRIZNI PERIOD	BUX KRIZNI PERIOD	BUX POSTKRIZNI PERIOD
Variance Equation prilagođeni ARCH	Variance Equation prilagođeni ARCH	Variance Equation prilagođeni ARCH	Variance Equation prilagođeni ARCH

³¹²U slučaju da postoji autokorelacija reziduala, ocene parametara neće biti tačne, a statističko zaključivanje na osnovu sprovedenih testova neće biti ispravno.

C	2.099201 (0.7606)	C	-6.82E-06 (0.9998)	C	0.000263 (0.9869)	C	0.001301 (0.7568)
RESID(-1)^2	-0.015823 (0.9272)	RESID(-1)^2	0.109016 (0.9862)	RESID(-1)^2	0.109080 (0.9392)	RESID(-1)^2	0.096551 (0.9375)
RESID(-2)^2	-0.061909 (0.6944)	RESID(-2)^2	0.035722 (0.9923)	RESID(-2)^2	0.036346 (0.9929)	RESID(-2)^2	0.032799 (0.9859)
RESID(-3)^2	0.080563 (0.4218)	RESID(-3)^2	0.036199 (0.9967)	RESID(-3)^2	0.036349 (0.9876)	RESID(-3)^2	0.035835 (0.9906)
RESID(-4)^2	-0.089595 (0.6805)	RESID(-4)^2	0.036666 (0.9955)	RESID(-4)^2	0.036346 (0.9936)	RESID(-4)^2	0.040828 (0.9859)
RESID(-5)^2	-0.045668 (0.9380)	RESID(-5)^2	0.036517 (0.9944)	RESID(-5)^2	0.036345 (0.9903)	RESID(-5)^2	0.036034 (0.9880)
STOPA_IN	0.005720 (0.9897)	STOPA_IN	0.000112 (0.9502)	STOPA_IN	2.55E-05 (0.9482)	STOPA_IN	0.000209 (0.8672)
SDI_HUN	7.52E-05 (0.9048)	SDI_HUN	-9.20E-08 (0.9058)	SDI_HUN	-1.08E-07 (0.9704)	SDI_HUN	1.98E-08 (0.6257)
GDP_HUN	-0.015281 (0.9957)	GDP_HUN	-9.95E-05 (0.5475)	GDP_HUN	1.33E-06 (0.9840)	GDP_HUN	1.16E-05 (0.9006)
REF_KAM_HUN	-0.005955 (0.9957)	REF_KAM_HUN	0.000104 (0.9563)	REF_KAM_HUN	3.55E-05 (0.9951)	REF_KAM_HUN	-0.000340 (0.9696)
KS_DRZO_HUN	0.000000 (0.9081)	KS_DRZO_HUN	-0.000287 (0.9741)	KS_DRZO_HUN	-0.000153 (0.9752)	KS_DRZO_HUN	1.70E-05 (0.6063)

gde je: C – konstanta prilagođenog ARCH modela, RESID(-1...-5)² – predstavljaju kvadrate standardizovanih reziduala, odnosno koeficijente reda donjih asimetričnog prilagođenog ARCH modela 5. reda iz razloga 5 nezavisnih promenljivih uvedenih u model, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELex – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELex – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice. P – vrednosti su date u zagradama ispod svake vrednosti koeficijenta.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.3.3 prikazuju se procenjeni prilagođeni ARCH modeli za berzanski indeks BUX za sve periode posmatranja. Prilagođeni ARCH model za **ceo period** posmatranja prikazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa za faktore od uticaja: GDP (-0.015281) i referentnu kamatnu stopu (-0.005955), dok stopa inflacije (0.005720), SDI (7.52E-05) i kamatna stopa na državne obveznice (0.000000) imaju pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 1,951253. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 19.512,53 jedinica.

Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela u **predkriznom periodu** pokazuju pozitivan uticaj stope inflacije (0.000112) i referentne kamatne stope (0.000104), dok kamatna stopa na državne obveznice (-0.000287), SDI (-9.20E-08) i GDP (-9.95E-05) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254049. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.540,49 jedinica.

U **kriznom periodu** prilagođeni ARCH model pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (2.55E-05), GDP (1.33E-06) i referentne kamatne stope (3.55E-05), dok SDI (-1.08E-07) i kamatna stopa na državne obveznice (-0.000153) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254576. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.545,76 jedinica.

U **postkriznom periodu** prilagođeni ARCH model pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.000209), SDI (1.98E-08), GDP (1.16E-05) i kamatne stope na državne obveznice (1.70E-05), dok referentna kamatna stopa (-0.000340) ima negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,243217. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.432,17 jedinica.

Tabela 6.3.4 – Procenjeni parametri **najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela** za berzanski indeks BUX u različitim periodima posmatranja

BUX CEO PERIOD		BUX PREDKRIZNI PERIOD		BUX KRIZNI PERIOD		BUX POSTKRIZNI PERIOD	
Variance Equation prilagođeni GARCH 1.1		Variance Equation prilagođeni GARCH 1.1		Variance Equation prilagođeni EGARCH		Variance Equation prilagođeni EGARCH	
C	-0.564012 (0.8263)	C	0.000332 (0.9902)	C(1)	-8.062883 (0.8168)	C(1)	-7.469413 (0.0000)
RESID(-1)^2	-0.111930 (0.3057)	RESID(-1)^2	0.149989 (0.9871)	C(2)	-1.545404 (0.5420)	C(2)	-3.075189 (0.0000)
GARCH(-1)	0.440086 (0.5247)	GARCH(-1)	0.600000 (0.9291)	C(3)	-1.090285 (0.6974)	C(3)	0.581445 (0.4127)
STOPA_IN	-0.213432 (0.4435)	STOPA_IN	-6.36E-05 (0.9866)	C(4)	-0.081711 (0.9124)	C(4)	-0.154387 (0.7150)
SDI_HUN	0.000217 (0.5438)	SDI_HUN	-8.38E-08 (0.8923)	STOPA_IN	0.109597 (0.5917)	STOPA_IN	-0.131816 (0.3069)
GDP_HUN	0.104244 (0.4257)	GDP_HUN	-7.63E-05 (0.6641)	SDI_HUN	-0.001589 (0.8952)	SDI_HUN	-0.000276 (0.9419)
REF_KAM_HUN	-0.011481 (0.9843)	REF_KAM_HUN	2.41E-05 (0.9632)	GDP_HUN	0.113950 (0.9874)	GDP_HUN	0.237131 (0.5301)
KS_DRZO_HUN	0.793830 (0.2425)	KS_DRZO_HUN	4.45E-05 (0.9936)	REF_KAM_HUN	0.398610 (0.8829)	REF_KAM_HUN	-0.129387 (0.9936)
-	-	-	-	KS_DRZO_HUN	-0.923305 (0.8190)	KS_DRZO_HUN	0.012890 (0.9405)

gde su: C i C(1) – konstante, RESID(-1)^2 - kvadrat standardizovanih reziduala, odnosno koeficijent 1. reda donji asimetričnog prilagođenog GARCH 1,1 modela, GARCH(-1) – GARCH efekat univarijacionog prilagođenog GARCH 1,1 modela C(2) – ARCH efekat, C(3) – leveridž efekat, C(4) – GARCH efekat, , STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice. P – vrednosti su date u zagradama ispod svake vrednosti koeficijenta.

Izvor: kalkulacija autora

U tabeli 6.3.4 prikazuju se najoptimalniji procenjeni prilagođeni GARCH modeli za berzanski indeks BUX za sve periode posmatranja. Prilagođeni GARCH 1.1 model za **ceo period** posmatranja prikazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa faktore od uticaja: stopu inflacije (-0.213432) i referentnu kamatnu stopu (-0.011481), dok SDI (0.000217), GDP (0.104244) i kamatna stopa na državne obveznice (0.793830) imaju pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog GARCH 1,1 modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,437522. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 4.375,22 jedinica.

Dobijeni rezultati prilagođenog GARCH 1.1 modela u **predkriznom periodu** pokazuju pozitivan uticaj referentne kamatne stope (2.41E-05) i kamatne stope na državne obveznice (4.45E-05), dok stopa inflacije (-6.36E-05), SDI (-8.38E-08) i GDP (-7.63E-05) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog GARCH 1,1 modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,750321. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 7.503,21 jedinica.

U **kriznom periodu** prilagođeni EGARCH model pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.109597), GDP (0.113950) i referentne kamatne stope (0.398610), dok kamatna stopa na državne obveznice (-0.923305) i SDI (-0.001589) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -11,083020. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -110.830,20 jedinica.

U **postkriznom periodu** prilagođeni EGARCH model pokazuje pozitivan uticaj GDP (0.237131) i kamatne stope na državne obveznice (0.012890), dok referentna kamatna stopa (-0.129387), SDI (-0.000276) i stopa inflacije (-0.131816) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -10,129002. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -101.290,02 jedinica.

6.4. Evaluacija prilagođenih ARCH i GARCH modela za uzorak Indeksa CROBEX

U ovom delu predstaviće se rezultati dobijeni istraživanjem za finansijsko tržište Hrvatske (berzanski indeks CROBEX) u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu.

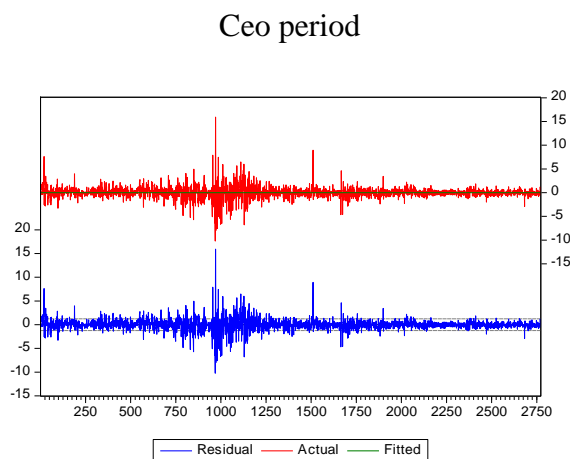
Tabela 6.4 – Reprezentativni kriterijumi AIC i SIC za odabir optimalnih prilagođenih modela

Period posmatranja	prilagođeni ARCH		prilagođeni GARCH 1.1		prilagođeni TARCH		prilagođeni EGARCH	
	AIC	SIC	AIC	SIC	AIC	SIC	AIC	SIC
CEO PERIOD	3.284544	3.524778	3.121623	3.296338	3.096789	3.293344	3.126419	3.322974
PREDKRIZNI	-4.848936	-4.364029	-5.356996	-4.993316	-5.162970	-4.758881	-6.216152	-5.812063
KRIZNI	-4.117794	-3.632888	-4.630580	-4.266900	-4.514776	-4.110687	-5.064463	-4.660374
POSTKRIZNI	-5.203737	-4.655974	-5.659707	-5.248884	-5.523448	-5.066979	-6.020599	-5.564129

Izvor: kalkulacija autora

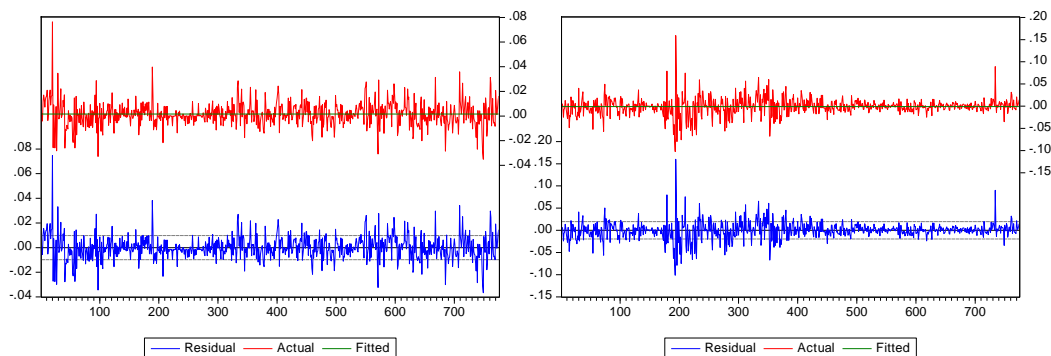
Na osnovu AIC i SIC kriterijuma u Tabeli 6.3 izabrani su najoptimalniji modeli u svim periodima posmatranja za berzanski indeks CROBEX. Posebno je predstavljen prilagođeni model ARCH u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu posmatranja. Što su niže vrednosti AIC i SIC kriterijuma, to se smatra da je prilagođeni model optimalniji. Rezultati primene kriterijuma za optimalni izbor GARCH modela su pokazali da je u celom periodu najoptimalniji prilagođeni TARCH, predkriznom prilagođeni EGARCH, kriznom prilagođeni EGARCH i postkriznom prilagođeni EGARCH.

Grafikon 6.4.1 – Kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa CROBEX za posmatrani period od 2005. do 2015. godine

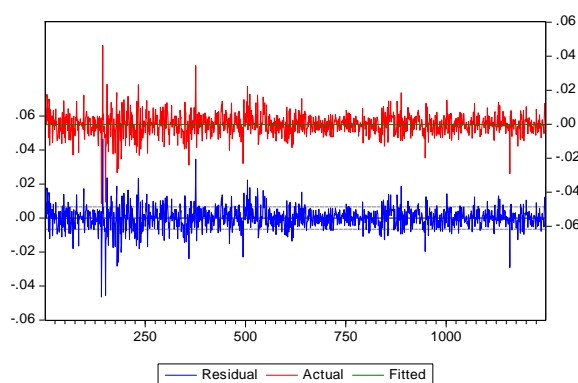


Predkrizni period

Krizni period



Postkrizni period



Izvor: kalkulacija autora

Na Grafikonu 6.4.1 predstavlja se kretanje reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa CROBEX u celom, predkriznom, kriznom i postkriznom periodu posmatranja. Ceo period posmatranja jasno prikazuje ekstremno velike oscilacije reziduala povrata u periodu koji je obeležila globalna finansijska kriza. U donjem delu grafikona plavom bojom, odnosno plavim okvirnim linijama, obeležene su prosečne vrednosti kretanja reziduala dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa CROBEX. Na grafikonima koji prikazuju kretanje reziduala povrata u predkriznom i postkriznom periodu uočava se češća pojava ekstremnih vrednosti reziduala povrata (česta pojava odstupanja iznad i ispod prosečnih okvira) što ukazuje na veći obim trgovine, dok u kriznom periodu to nije slučaj. U kriznom periodu uočavamo u jednom manjem delu pojavu ekstremnih vrednosti koje se mogu označiti kao posledica finansijske krize i panike na berzama, dok ostatak prikazuje manje oscilacije koje indikuju smanjeni obim trgovine. U poslednjim godinama posmatranja u postkriznom periodu takođe uočavamo male oscilacije reziduala što ukazuje na sporiji oporavak finansijskih tržišta.

Slika 6.4.2 – Korelogram autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa CROBEX za ceo period posmatranja od 2005. do 2015. godine

Sample: 1 2771

Included observations: 132

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
. .	. .	1	0.028	0.028	0.1025	0.749
. .	. .	2	-0.056	-0.057	0.5302	0.767
. *	. *	3	0.078	0.081	1.3544	0.716
. .	. .	4	0.017	0.009	1.3928	0.845
. .	. .	5	-0.030	-0.022	1.5167	0.911
* .	* .	6	-0.122	-0.127	3.6072	0.730
. .	. .	7	0.001	0.004	3.6073	0.824
. .	. .	8	-0.047	-0.059	3.9247	0.864
. **	. **	9	0.217	0.249	10.704	0.297
* .	* .	10	-0.077	-0.109	11.557	0.316
. .	. .	11	-0.051	-0.008	11.931	0.369
. .	. .	12	0.018	-0.058	11.980	0.447
* .	* .	13	-0.093	-0.086	13.257	0.428
. .	. .	14	-0.006	0.006	13.263	0.506
. .	. *	15	0.022	0.084	13.338	0.576
. .	* .	16	-0.065	-0.097	13.975	0.601
* .	* .	17	-0.107	-0.077	15.719	0.544
. .	* .	18	0.002	-0.094	15.720	0.612
. .	. .	19	-0.041	-0.022	15.983	0.658
. .	. .	20	-0.026	0.010	16.086	0.711
. *	. *	21	0.086	0.113	17.278	0.694
. .	. .	22	-0.057	-0.062	17.799	0.718
* .	* .	23	-0.085	-0.124	18.968	0.703
. *	. .	24	0.092	0.026	20.351	0.677
* .	* .	25	-0.076	-0.072	21.300	0.676
* .	. .	26	-0.076	-0.003	22.257	0.675
. .	. .	27	-0.008	0.002	22.269	0.724
* .	* .	28	-0.081	-0.113	23.377	0.714
. .	. .	29	0.028	0.001	23.508	0.753
. .	. .	30	0.007	-0.065	23.517	0.793
. .	. .	31	-0.012	0.018	23.540	0.829
. .	. .	32	0.015	0.064	23.582	0.859
. .	. .	33	0.031	-0.052	23.756	0.881
. .	. .	34	-0.002	0.003	23.757	0.905
. .	* .	35	-0.045	-0.082	24.125	0.917
. .	. .	36	0.008	-0.051	24.135	0.934

***, **, * označavaju statističku značajnost pri 1%, 5% i 10%, respektivno.

Izvor: kalkulacija autora

Na slici 6.4.2 korelogram prikazuje kretanje autokorelacije i parcijalne korelacije dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa i pokazuje njihovu statističku značajnost gde ** označavaju statistički značajne vrednosti, dok *** označavaju visoku statističku značajnost. Korelogram takođe potvrđuje tvrdnju da ne postoji serijska autokorelacija reziduala u modelu, čime se obezbeđuje povećanje efikasnosti ocene uzoračke srednje vrednosti, a koja dalje utiče na preciznost predviđanja prilagođenih modela³¹³.

Tabela 6.4.3 – Procenjeni parametri **prilagođenih ARCH modela** za berzanski indeks CROBEX u različitim periodima posmatranja

CROBEX CEO PERIOD		CROBEX PREDKRIZNI PERIOD		CROBEX KRIZNI PERIOD		CROBEX POSTKRIZNI PERIOD	
Variance Equation prilagođeni ARCH		Variance Equation prilagođeni ARCH		Variance Equation prilagođeni ARCH		Variance Equation prilagođeni ARCH	
C	2.969566 (0.0003)	C	0.003452 (0.7130)	C	0.000157 (0.9987)	C	3.37E-05 (0.9960)
RESID(-1)^2	0.273715 (0.1392)	RESID(-1)^2	0.178266 (0.9469)	RESID(-1)^2	0.109091 (0.9992)	RESID(-1)^2	0.109090 (0.9570)
RESID(-2)^2	-0.064840 (0.2925)	RESID(-2)^2	0.107364 (0.9672)	RESID(-2)^2	0.036363 (0.9993)	RESID(-2)^2	0.036362 (0.9909)
RESID(-3)^2	0.204132 (0.1135)	RESID(-3)^2	0.010094 (0.9986)	RESID(-3)^2	0.036364 (0.9995)	RESID(-3)^2	0.036365 (0.9952)
RESID(-4)^2	0.013530 (0.8832)	RESID(-4)^2	0.019961 (0.9952)	RESID(-4)^2	0.036364 (0.9988)	RESID(-4)^2	0.036364 (0.9933)
RESID(-5)^2	-0.052855 (0.2716)	RESID(-5)^2	-0.044311 (0.9931)	RESID(-5)^2	0.036363 (0.9993)	RESID(-5)^2	0.036362 (0.9965)
STOPA_IN	0.259929 (0.0013)	STOPA_IN	4.15E-05 (0.9496)	STOPA_IN	1.73E-07 (0.9991)	STOPA_IN	4.96E-05 (0.9936)
SDI_CRO	-7.70E-05 (0.0798)	SDI_CRO	4.87E-08 (0.9734)	SDI_CRO	-1.38E-08 (1.0000)	SDI_CRO	-4.97E-08 (0.9918)
GDP_CRO	-0.316108 (0.6999)	GDP_CRO	4.39E-05 (0.9703)	GDP_CRO	2.34E-05 (0.9999)	GDP_CRO	-8.39E-06 (0.9435)
REF_KAM_CRO	-0.365445 (0.0006)	REF_KAM_CRO	-0.000112 (0.9155)	REF_KAM_CRO	1.72E-06 (0.9942)	REF_KAM_CRO	-5.74E-06 (0.8491)
KS_DRZO_CRO	0.106243 (0.1232)	KS_DRZO_CRO	-0.000667 (0.9250)	KS_DRZO_CRO	2.58E-06 (1.0000)	KS_DRZO_CRO	3.09E-06 (0.9565)

gde je: C – konstanta prilagođenog ARCH modela, RESID(-1...-5)^2 – predstavljaju kvadrate standardizovanih reziduala, odnosno koeficijente reda donji asimetričnog prilagođenog ARCH modela 5. reda iz razloga 5 nezavisnih promenljivih uvedenih u model, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela Referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice. P – vrednosti su date u zagradama ispod svake vrednosti koeficijenta.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.4.3 prikazuju se procenjeni prilagođeni ARCH modeli za berzanski indeks CROBEX za sve periode posmatranja. Prilagođeni ARCH model za **ceo period** posmatranja prikazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa za faktore od uticaja: SDI (-

³¹³U slučaju da postoji autokorelacija reziduala, ocene parametara neće biti tačne, a statističko zaključivanje na osnovu sprovedenih testova neće biti ispravno.

7.70E-05), GDP (-0.316108) i referentnu kamatnu stopu (-0.365445), dok stopa inflacije (0.259929) i kamatna stopa na državne obveznice (0.106243) imaju pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -3,027867. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 30.278,67 jedinica.

Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela u **predkriznom periodu** pokazuju pozitivan uticaj stope inflacije (4.15E-05), SDI (4.87E-08) i GDP (4.39E-05), dok referentna kamatna stopa (-0.000112) i kamatna stopa na državne obveznice (-0.000667) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,274047. To bi dalje značilo da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.740,47 jedinica.

U **kriznom periodu** prilagođeni ARCH model pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (1.73E-07), GDP (2.34E-05), referentne kamatne stope (1.72E-06) i kamatne stope na državne obveznice (2.58E-06), dok SDI (-1.38E-08) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254702. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.547,02 jedinica.

U **postkriznom periodu** prilagođeni ARCH model pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (4.96E-05) i kamatne stope na državne obveznice (3.09E-06), dok referentna kamatna stopa (-5.74E-06), GDP (-8.39E-06) i SDI (-4.97E-08) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa CROBEX. Dobijeni rezultati prilagođenog ARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,254543. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 2.545,43 jedinica.

Tabela 6.4.4 – Procenjeni parametri **najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela** za berzanski indeks CROBEX u različitim periodima posmatranja

CROBEX CEO PERIOD		CROBEX PREDKRIZNI PERIOD		CROBEX KRIZNI PERIOD		CROBEX POSTKRIZNI PERIOD	
Variance Equation prilagođeni TARCH		Variance Equation prilagođeni EGARCH		Variance Equation prilagođeni EGARCH		Variance Equation prilagođeni EGARCH	
C	0.352103 (0.0000)	C(1)	-0.177194 (0.9997)	C(1)	-8.401837 (0.8731)	C(1)	-9.319702 (0.8810)

RESID(-1)^2	-0.049168 (0.0022)	C(2)	-0.663861 (0.9710)	C(2)	-3.613900 (0.9542)	C(2)	-3.104210 (0.4561)
RESID(-1)^2*<0	-0.122900 (0.0107)	C(3)	2.478208 (0.6009)	C(3)	-0.882220 (0.9909)	C(3)	1.423231 (0.5128)
GARCH(-1)	1.023961 (0.0000)	C(4)	0.734144 (0.8193)	C(4)	0.070042 (0.9424)	C(4)	0.054644 (0.9743)
STOPA_IN	0.030572 (0.0002)	STOPA_IN	1.205222 (0.8809)	STOPA_IN	0.164552 (0.8390)	STOPA_IN	0.997612 (0.9966)
SDI_CRO	-1.79E-06 (0.8752)	SDI_CRO	-0.001342 (0.9916)	SDI_CRO	0.000111 (0.5995)	SDI_CRO	-0.000288 (0.9790)
GDP_CRO	-0.050800 (0.0001)	GDP_CRO	-2.591578 (0.9239)	GDP_CRO	0.262748 (0.9476)	GDP_CRO	-0.001013 (0.9998)
REF_KAM_CRO	-0.043908 (0.0000)	REF_KAM_CRO	1.092214 (0.9945)	REF_KAM_CRO	0.114859 (0.8626)	REF_KAM_CRO	-0.089802 (0.8672)
KS_DRZO_CRO	0.002658 (0.0000)	KS_DRZO_CRO	0.813615 (0.9206)	KS_DRZO_CRO	-0.012377 (0.9908)	KS_DRZO_CRO	0.312493 (0.7420)

gde su: C i C(1) – konstante, RESID(-1)^2 - kvadrat standardizovanih reziduala, odnosno koeficijent 1. reda donji asimetričnog prilagođenog TARARCH modela, GARCH(-1) – GARCH efekat univarijacionog prilagođenog TARARCH modela, RESID(-1)^2*<0 – asimetrični ili leveridž efekat, C(2) – ARCH efekat, C(3) – leveridž efekat, C(4) – GARCH efekat, , STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELeX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice. P – vrednosti su date u zagradama ispod svake vrednosti koeficijenta.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.4.4 prikazuju se najoptimalniji procenjeni prilagođeni GARCH modeli za berzanski indeks CROBEX za sve periode posmatranja. Prilagođeni TARARCH model za **ceo period** posmatranja prikazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa za faktore od uticaja: SDI (-1.79E-06), GDP (-0.050800) i referentna kamatna stopa (-0.043908), dok stopa inflacije (0.030572) i kamatna stopa na državne obveznice (0.002658) imaju pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog TARARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 1,142518. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 11.425,18 jedinica.

Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela u **predkriznom periodu** pokazuju pozitivan uticaj stope inflacije (1.205222), referentne kamatne stope (1.092214) i kamatne stope na državne obveznice (0.813615), dok SDI (-0.001342) i GDP (-2.591578) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 2,889428. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 28.894,28 jedinica.

U **kriznom periodu** prilagođeni EGARCH model pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.164552), GDP (0.262748), SDI (0.000111) i referentne kamatne stope (0.114859), dok kamatna stopa na državne obveznice (-0.012377) beleži negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se

faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -12,298022. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -122.980,22 jedinica.

U **postkriznom periodu** prilagođeni EGARCH model pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.997612) i kamatne stope na državne obveznice (0.312493), dok referentna kamatna stopa (-0.089802), GDP (-0.001013) i SDI (-0.000288) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa CROBEX. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -9,727035. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -97.270,35 jedinica.

6.5. Diskusija i komparativni pregled rezultata istraživanja

U delu teksta koji sledi, biće prezentovani rezultati istraživanja prilagođenog ARCH modela u svim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) za posmatrana finansijska tržišta Srbije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske. U prezentovanim tabelama mogu se jasno uvideti rezultati, odnosno korelaciona veza između makroekonomskih faktora i dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa prilagođenih ARCH modela i može se jasno izvršiti komparacija dobijenih rezultata u različitim periodima posmatranja. Dalje, predstavljeni su najoptimalniji prilagođeni modeli GARCH (sa svim varijacijama tipa GARCH 1,1, EGARCH i TARARCH) u svim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) za posmatrana finansijska tržišta Srbije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske. U prezentovanim tabelama mogu se jasno uvideti rezultati, odnosno korelaciona veza između makroekonomskih faktora i dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela (sa svim varijacijama tipa GARCH 1,1, EGARCH i TARARCH) i može se jasno izvršiti komparacija dobijenih rezultata u različitim periodima posmatranja. Konačno, prezentovan je uporedni pregled između prilagođenih ARCH i najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela u svim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) za posmatrana finansijska tržišta Srbije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske kako bi se putem AIC i SIC kriterijuma moglo utvrditi koji modeli daju optimalnije rezultate.

Tabela 6.5.1 – Komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH modela u CELOM PERIODU posmatranja

CEO PERIOD												
Procenjeni prilagođeni ARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta												
Model	Index	C	RESID (-1)^2	RESID (-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO
Prilagođeni ARCH	SBITOP	0,318	0,261	0,109	0,007	0,038	0,009	-0,024	-1.69E	-0,015	-0,008	-0,011
Prilagođeni ARCH	BUX	2,099	-0,016	-0,062	0,081	-0,090	-0,046	0,006	7.52E	-0,015	-0,006	0,000
Prilagođeni ARCH	CROBEX	2,970	0,274	-0,065	0,204	0,014	-0,053	0,260	-7.70E	-0,316	-0,365	0,106
Prilagođeni ARCH	BELEX15	0,365	0,165	0,041	-0,009	-0,025	-0,039	0,002	-1.59E	0,006	-0,014	0,000

Gde je: C – konstanta prilagođenog ARCH modela, RESID(-1...-5)² – predstavljaju kvadrate standardizovanih reziduala, odnosno koeficijente reda donji asimetričnog prilagođenog ARCH modela 5. reda zbog 5 nezavisnih promenljivih uvedenih u model, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela. Referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatne stope na državne obveznice.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.1 su prikazani procenjeni prilagođeni ARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije u celom periodu posmatranja od 2005. do 2015. godine. Prema procenjenim prilagođenim ARCH modelima u celom periodu posmatranja faktori od uticaja na dnevne stope povrata berzanskih indeksa su imali sledeće trendove: stopa inflacije je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskog indeksa SBITOP, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. SDI su pozitivno uticale na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BUX, dok su kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imale negativan uticaj. GDP je pozitivno uticao na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imao negativan uticaj. Interesantan je rezultat procenjenih prilagođenih ARCH modela za ceo posmatrani period koji pokazuje da je referentna kamatna stopa imala negativan uticaj na svim posmatranim finansijskim tržištima. Kamatna stopa na državne obveznice je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskog indeksa SBITOP, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj.

Tabela 6.5.2 – Komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH modela u PREDKRIZNOM PERIODU posmatranja

PREDKRIZNI PERIOD												
Procenjeni prilagođeni ARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta												
Model	Index	C	RESID(-1)^2	RESID(-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_IN	SDI	GDP	REF_KAM	KS_DRZO
Prilagođeni ARCH	SBITOP	4.22E	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	7.45E	-2.07E	-8.01E	1.80E	5.57E
Prilagođeni ARCH	BUX	-6.82E	0,109	0,036	0,036	0,037	0,037	0,000	-9.20E	-9.95E	0,000	0,000
Prilagođeni ARCH	CROBEX	0,003	0,178	0,107	0,010	0,020	-0,044	4.15E	4.87E	4.39E	0,000	-0,001
Prilagođeni ARCH	BELEX15	3.46E	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	4.45E	-1.96E	3.08E	-1.83E	1.12E

gde je: C – konstanta prilagođenog ARCH modela, RESID(-1...-5)² – predstavljaju kvadrate standardizovanih reziduala, odnosno koeficijente reda docnji asimetričnog prilagođenog ARCH modela 5. reda zbog 5 nezavisnih promenljivih uvedenih u model, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela, referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatne stope na državne obveznice.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.2 su prikazani procenjeni prilagođeni ARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije u predkriznom periodu posmatranja od 2005. do 2007. godine. Prema procenjenim prilagođenim ARCH modelima u predkriznom periodu posmatranja faktori od uticaja na dnevne stope povrata berzanskih indeksa su imali sledeće trendove: stopa inflacije je imala pozitivan uticaj na svim posmatranim finansijskim tržištima. SDI su pozitivno uticale na dnevne stope povrata berzanskog indeksa CROBEX, dok su kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imale negativan uticaj. GDP je pozitivno uticao na dnevne stope povrata berzanskih indeksa CROBEX i BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imao negativan uticaj. Referentna kamatna stopa je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. Kamatna stopa na državne obveznice je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskog indeksa CROBEX, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj.

Tabela 6.5.3 – Komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH modela u KRIZNOM PERIODU posmatranja

KRIZNI PERIOD												
Procenjeni prilagođeni ARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta												
Model	Index	C	RESID(-1)^2	RESID(-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_IN	SDI	GDP	REF_KAM	KS_DRZO
Prilagođeni ARCH	SBITOP	0,318	0,261	0,109	0,007	0,038	0,009	-0,024	-1.69E	-0,015	-0,008	-0,011
Prilagođeni ARCH	BUX	0,000	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	2.55E	-1.08E	1.33E	3.55E	0,000
Prilagođeni ARCH	CROBEX	0,000	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	1.73E-07	-1.38E	2.34E	1.72E	2.58E
prilagođeni ARCH	BELEX15	0,000	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	-8.79E	8.34E	2.53E	-1.23E	1.30E

gdje je: C – konstanta prilagođenog ARCH modela, RESID(-1...-5)² – predstavljaju kvadrate standardizovanih reziduala, odnosno koeficijente reda donji asimetričnog prilagođenog ARCH modela 5. reda zbog 5 nezavisnih promenljivih uvedenih u model, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.3 su prikazani procenjeni prilagođeni ARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije u kriznom periodu posmatranja od 2008. do 2010.godine. Prema procenjenim prilagođenim ARCH modelima u kriznom periodu posmatranja faktori od uticaja na dnevne stope povrata berzanskih indeksa su imali sledeće trendove: stopa inflacije je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskih indeksa SBITOP i BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. SDI su pozitivno uticale na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BELEX15, dok su kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imale negativan uticaj. GDP je negativno uticao na dnevne stope povrata berzanskog indeksa SBITOP, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imao pozitivan uticaj. Referentna kamatna stopa je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskih indeksa SBITOP i BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. Kamatna stopa na državne obveznice je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskog indeksa SBITOP, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj.

Tabela 6.5.4 – Komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH modela u POSTKRIZNOM PERIODU posmatranja

POSTKRIZNI PERIOD												
Procenjeni prilagođeni ARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta												
Model	Index	C	RESID(-1)^2	RESID(-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_IN	SDI	GDP	REF_KAM	KS_DRZO
Prilagođeni ARCH	SBITOP	0,318	0,261	0,109	0,007	0,038	0,009	-0,024	-1.69E	-0,015	-0,008	-0,011
Prilagođeni ARCH	BUX	0,001	0,097	0,033	0,036	0,041	0,036	0,000	1.98E	1.16E	0,000	1.70E
Prilagođeni ARCH	CROBEX	3.37E	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	4.96E	-4.97E	-8.39E	-5.74E	3.09E
Prilagođeni ARCH	BELEX15	8.88E	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	-1.10E	1.08E	2.79E	-5.85E	-1.96E

gdje je: C – konstanta prilagođenog ARCH modela, RESID(-1...-5)² – predstavljaju kvadrate standardizovanih reziduala, odnosno koeficijente reda donji asimetričnog prilagođenog ARCH modela 5. reda zbog 5 nezavisnih promenljivih uvedenih u model, STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela. Referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.4 su prikazani procenjeni prilagođeni ARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije u postkriznom periodu posmatranja od 2011. do 2015. godine. Prema procenjenim prilagođenim ARCH modelima u postkriznom periodu posmatranja faktori od uticaja na dnevne stope povrata berzanskih indeksa su imali sledeće trendove: stopa inflacije je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskih indeksa SBITOP i BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. SDI su pozitivno uticale na dnevne stope povrata berzanskih indeksa BUX i BELEX15, dok su kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imale negativan uticaj. GDP je pozitivno uticao na dnevne stope povrata berzanskih indeksa BUX i BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imao negativan uticaj. Referentna kamatna stopa je pozitivno uticala na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BUX, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala negativan uticaj. Kamatna stopa na državne obveznice je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskih indeksa SBITOP i BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj.

Tabela 6.5.5 – Komparativni pregled dobijenih rezultata **najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela** u **CELOM PERIODU** posmatranja

CEO PERIOD										
Procenjeni najoptimalniji prilagođeni GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta										
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	ST_INF	SDI_SLO	GDP_SLO	REF_KA_M_SLO	KS_DR_O_SL
Prilagođeni EGARCH	SBITOP	-0,191	-0,880	-0,049	1,118	0,021	0,000	-0,096	0,677	0,652
Model	Index	C	RESID(-1)^2	GARCH(-1)	STOPA_INF	SDI_HUN	GDP_HUN	REF_KAM_HUN	KS_DRZ_O_HUN	-
Prilagođeni GARCH 1.1	BUX	-0,564	-0,112	0,440	-0,213	0,000	0,104	-0,011	0,794	-
Model	Index	C	RESID(-1)^2	RESID(-1)^2*	GARCH(-1)	ST_INF	SDI_CRO	GDP_CRO	REF_KA_M_CRO	KS_DR_ZO_CR
Prilagođeni TARCH	CROBEX	0,352	-0,049	-0,123	1,024	0,031	-1.79E	-0,051	-0,044	0,003
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_BELEX	GDP_BELEX	REF_KA_M_BEL	KS_DR_ZO_BE
Prilagođeni EGARCH	BELEX15	7,767	0,954	0,108	-0,550	-0,028	-0,001	-0,215	-1,010	0,054

Gde su: C i C(1) – konstante, RESID(-1)² - kvadrat standardizovanih reziduala, odnosno koeficijent 1. reda donji asimetričnog prilagođenog TARCH modela, GARCH(-1) – GARCH efekat univarijacionog prilagođenog TARCH modela, GARCH(-1) – GARCH efekat univarijacionog prilagođenog GARCH1,1 modela, RESID(-1)²*<0 – asimetrični ili leveridž efekat, RESID(-1)² - kvadrat standardizovanih reziduala, odnosno koeficijent 1. reda donji asimetričnog prilagođenog GARCH 1,1 modela, C(2) – ARCH efekat, C(3) – leveridž efekat, C(4) – GARCH efekat, , STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.5 su prikazani najoptimalniji procenjeni prilagođeni GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije u celom periodu posmatranja od 2005. do 2015. godine. Prema procenjenim najoptimalnijim GARCH modelima u celom periodu posmatranja faktori od uticaja na dnevne stope povrata berzanskih indeksa su imali sledeće trendove: stopa inflacije je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskih indeksa BUX i BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. SDI su pozitivno uticale na dnevne stope povrata berzanskih indeksa SBITOP i BUX, dok su kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imale negativan uticaj. GDP je imao pozitivan uticaj na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BUX, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih

tržišta imao negativan uticaj. Referentna kamatna stopa je imala pozitivan uticaj na dnevne stope povrata berzanskog indeksa SBITOP, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala negativan uticaj. Interesantan je podatak da je prema procenjenim prilagođenim GARCH modelima kamatna stopa na državne obveznice imala pozitivan uticaj na dnevne stope povrata svih posmatranih berzanskih indeksa.

Tabela 6.5.6 – Komparativni pregled dobijenih rezultata **najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela u PREDKRIZNOM PERIODU** posmatranja

PREDKRIZNI PERIOD										
Procenjeni najoptimalniji prilagođeni GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta										
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_SLO	GDP_SLO	REF_KA M_SLO	KS_DR ZO_SL
Prila- gođeni EGARCH	SBITOP	-8,444	-3,484	0,657	-0,250	-1,241	0,000	-1,468	0,617	1,681
Model	Index	C	RESID(- 1)^2	GARCH (-1)	STOPA_ IN	SDI_HUN	GDP_HUN	REF_KAM _HUN	KS_DRZ O_HUN	-
Prila- gođeni GARCH 1.1	BUX	0,000	0,150	0,600	-6.36E	-8.38E	-7.63E	2.41E	4.45E	-
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_CRO	GDP_CRO	REF_KA M_CRO	KS_DR ZO_CR
Prila- gođeni EGARCH	CROBEX	-0,177	-0,664	2,478	0,734	1,205	-0,001	-2,592	1,092	0,814
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_BElex	GDP_ BElex	REF_KA M_BEL	KS_DR ZO_BE
Prila- gođeni EGARCH	BELEX1 5	-10,61	-2,495	1,435	0,250	0,369	-0,002	0,914	-0,114	-0,122

gde su: C i C(1) – konstante, GARCH(-1) – GARCH efekat univarijacionog prilagođenog GARCH1,1 modela, RESID(-1)^2 - kvadrat standardizovanih reziduala, odnosno koeficijent 1. reda donji asimetričnog prilagođenog GARCH 1,1 modela, C(2) – ARCH efekat, C(3) – leveridž efekat, C(4) – GARCH efekat, , STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BElex – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BElex – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.6 su prikazani procenjeni najoptimalniji prilagođeni GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije u predkriznom periodu posmatranja od 2005. do 2007. godine. Prema procenjenim GARCH modelima u predkriznom periodu posmatranja faktori od uticaja na dnevne stope povrata berzanskih indeksa su imali sledeće trendove: stopa inflacije je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskih indeksa

SBITOP i BUX, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. SDI su pozitivno uticale na dnevne stope povrata berzanskog indeksa SBITOP, dok su kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imale negativan uticaj. GDP je imao pozitivan uticaj na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imao negativan uticaj. Referentna kamatna stopa je imala negativan uticaj na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. Kamatna stopa na državne obveznice je imala negativan uticaj na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj.

Tabela 6.5.7 – Komparativni pregled dobijenih rezultata **najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela u KRIZNOM PERIODU** posmatranja

KRIZNI PERIOD										
Procenjeni najoptimalniji prilagođeni GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta										
Model	Index	C	RESID(-1) ²	GARCH (-1)	STOPA_INF	SDI_SLO	GDP_SLO	REF_KAM_SLO	KS_DRZ_O_SLO	-
Prilagođeni GARCH 1.1	SBITOP	0,000	0,150	0,600	0,000	1.02E	2.37E-05	0,000	0,000	-
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STOPA_INF	SDI_HUN	GDP_HUN	REF_KAM_HU	KS_DRZO_HU
Prilagođeni EGARCH	BUX	-8,063	-1,545	-1,090	-0,082	0,110	-0,002	0,114	0,399	-0,923
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STOPA_INF	SDI_CRO	GDP_CRO	REF_KAM_CRO	KS_DRZO_CR
Prilagođeni EGARCH	CROBEX	-8,402	-3,614	-0,882	0,070	0,165	0,000	0,263	0,115	-0,012
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STOPA_INF	SDI_BELEX	GDP_BELEX	REF_KAM_BEL	KS_DRZO_BE
Prilagođeni EGARCH	BELEX15	-8,768	-3,511	-1,012	-0,584	-0,059	0,001	0,148	-0,069	0,239

Gde su: C i C(1) – konstante, GARCH(-1) – GARCH efekat univarijacionog prilagođenog GARCH1,1 modela, RESID(-1)² - kvadrat standardizovanih reziduala, odnosno koeficijent 1. reda donji asimetričnog prilagođenog GARCH 1,1 modela, C(2) – ARCH efekat, C(3) – leveridž efekat, C(4) – GARCH efekat, , STOPA_INF – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BELEX – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod, REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.7 su prikazani procenjeni najoptimalniji prilagođeni GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije u kriznom periodu posmatranja od 2008. do 2010. godine. Prema procenjenim GARCH modelima u kriznom periodu posmatranja faktori od uticaja na dnevne stope povrata berzanskih indeksa su imali sledeće trendove: stopa inflacije je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. SDI su negativno uticale na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BUX, dok su kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imale pozitivan uticaj. Interesantan je podatak da je prema procenjenim prilagođenim GARCH modelima GDP imao pozitivan uticaj na dnevne stope povrata svih posmatranih berzanskih indeksa. Referentna kamatna stopa je imala negativan uticaj na dnevne stope povrata berzanskog indeksa BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. Kamatna stopa na državne obveznice je imala negativan uticaj na dnevne stope povrata berzanskih indeksa BUX i CROBEX, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj.

Tabela 6.5.8 – Komparativni pregled dobijenih rezultata **najoptimalnijih prilagođenih GARCH modela** u **POSTKRIZNOM PERIODU** posmatranja

POSTKRIZNI PERIOD										
Procenjeni najoptimalniji prilagođeni GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta										
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STOPA_I NF	SDI_SLO	GDP_SLO	REF_KA M_SLO	KS_DR ZO_SL
Prila- gođeni EGARCH	SBITOP	-9,750	-2,991	-0,309	0,096	0,643	0,000	0,193	-0,413	0,329
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STOPA_I NF	SDI_HUN	GDP_HUN	REF_KA M_HU	KS_DR ZO_HU
Prila- gođeni EGARCH	BUX	-7,469	-3,075	0,581	-0,154	-0,132	0,000	0,237	-0,129	0,013
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STOPA_I NF	SDI_CRO	GDP_CRO	REF_KA M_CRO	KS_DR ZO_CR
Prila- gođeni EGARCH	CROBEX	-9,320	-3,104	1,423	0,055	0,998	0,000	-0,001	-0,090	0,312
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STOPA_I NF	SDI_BElex	GDP_ BElex	REF_KA M_BEL	KS_DR ZO_BE
Prila- gođeni EGARCH	BELEX1 5	-9,013	-2,203	1,088	0,033	-0,005	0,001	0,153	-0,026	0,003

Gde je: C(1) – konstanta, C(2) – ARCH efekat, C(3) – leveridž efekat, C(4) – GARCH efekat, , STOPA_IN – predstavlja nezavisnu promenljivu modela stopa inflacije, SDI_BElex – predstavlja nezavisnu promenljivu modela strane direktne investicije, GDP_BElex – predstavlja nezavisnu promenljivu modela bruto domaći proizvod,

REF_KAM_BEL – predstavlja nezavisnu promenljivu modela, Referentna kamatna stopa i KS_DRZO_BEL - predstavlja nezavisnu promenljivu modela kamatna stopa na državne obveznice.

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.8 su prikazani procenjeni najoptimalniji prilagođeni GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije u postkriznom periodu posmatranja od 2011. do 2015. godine. Prema procenjenim GARCH modelima u postkriznom periodu posmatranja faktori od uticaja na dnevne stope povrata berzanskih indeksa su imali sledeće trendove: stopa inflacije je negativno uticala na dnevne stope povrata berzanskih indeksa BUX i BELEX15, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imala pozitivan uticaj. Interesantan je podatak da su prema procenjenim prilagođenim GARCH modelima SDI imale pozitivan uticaj na dnevne stope povrata svih posmatranih berzanskih indeksa. GDP je imao negativan uticaj na dnevne stope povrata berzanskog indeksa CROBEX, dok je kod ostalih posmatranih finansijskih tržišta imaopozitivan uticaj. Interesantan je podatak da je prema procenjenim prilagođenim GARCH modelima referentna kamatna stopa imala negativan uticaj na dnevne stope povrata svih posmatranih berzanskih indeksa, dok je kamatna stopa na državne obveznice je imala pozitivan uticaj na dnevne stope povrata svih posmatranih berzanskih indeksa.

Tabela 6.5.9 – Uporedni komparativni pregled dobijenih rezultata **prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela u CELOM PERIODU** posmatranja

CEO PERIOD														
Procenjeni prilagođeni ARCH i GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1) ²	RESID (-2) ²	RESID(-3) ²	RESID(-4) ²	RESID(-5) ²	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	SBITOP	0,318	0,261	0,109	0,007	0,038	0,009	-0,024	-1.69E	-0,015	-0,008	-0,011	3.093	3.491
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	ST_INF	SDI_SLO	GDP_SLO	REF_K AM_SL	KS_DR O_SL	-	-		
Prila- gođeni EGARCH	SBITOP	-0,191	-0,880	-0,049	1,118	0,021	0,000	-0,096	0,677	0,652	-	-	2.410	2.736
													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1) ²	RESID (-2) ²	RESID(-3) ²	RESID(-4) ²	RESID(-5) ²	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	BUX	2,099	-0,016	-0,062	0,081	-0,090	-0,046	0,006	7.52E	-0,015	-0,006	0,000	3.879	4.289
Model	Index	C	RESID(-1) ²	GARCH (-1)	STOPA_INF	SDI_HUN	GDP_HUN	REF_KAM_HUN	KS_DR ZO_HU	-	-	-		
Prila- gođeni	BUX	-0,564	-0,112	0,440	-0,213	0,000	0,104	-0,011	0,794	-	-	-	3.625	3.993

GARCH 1.1														
Model	Index	C	RESID (-1)^2	RESID (-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	CROBEX	2,970	0,274	-0,065	0,204	0,014	-0,053	0,260	-7.70E	-0,316	-0,365	0,106	3.285	3.525
Model	Index	C	RESID(-1)^2	RESID(-1)^2*	GARCH(-1)	STO_INF	SDI_CRO	GDP_CRO	REF_K AM_CR	KS_DR ZO_CR	-	-		
Prila- gođeni TARCH	CROBEX	0,352	-0,049	-0,123	1,024	0,031	-1.79E	-0,051	-0,044	0,003	-	-	3.097	3.293
													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1)^2	RESID (-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	BELEX15	0,365	0,165	0,041	-0,009	-0,025	-0,039	0,002	-1.59E	0,006	-0,014	0,000	2.278	2.846
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_BELe x	GDP_BELe x	REF_K AM_B	KS_DR ZO_BE	-	-		
Prila- gođeni EGARCH	BELEX15	7,767	0,954	0,108	-0,550	-0,028	-0,001	-0,215	-1,010	0,054	-	-	1.763	2.239

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.9 je prikazan uporedni pregled procenjenih prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela za svako finansijsko tržište posebno u posmatranom celom periodu. Takođe, pored modela za određeno finansijsko tržište prikazani su i AIC i SIC kriterijumi koji pokazuju da li je optimalniji prilagođeni model ARCH ili GARCH za posmatrani ceo period. Tabela nam pokazuje da za svaki posmatrani berzanski indeks (SBITOP, BUX, CROBEX i BELEX15) optimalniji je izbor prilagođenih GARCH modela jer procenjeni prilagođeni GARCH modeli imaju niže vrednosti AIC i SIC informacionih kriterijuma. To bi direktno značilo da za predviđanja na posmatranim berzanskim tržištima u celom periodu uzimamo u obzir procenjene prilagođene GARCH modele. U **celom periodu posmatranja od 2005. do 2015. godine** imamo sledeće najoptimalnije procenjene prilagođene modele koji će se koristiti za procenu budućih kretanja: za berzanski indeks SBITOP koristi se EGARCH, za berzanski indeks BUX koristi se GARCH 1.1 model, za berzanski indeks CROBEX koristi se TARCH model i za berzanski indeks BELEX15 koristi se EGARCH model.

Za berzanski indeks BELEX15 koristi se EGARCH model za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa za faktore od uticaja: stopa inflacije (-0.028299), SDI (-0.000565), GDP (-0.215430) i referentna kamatna stopa (-1.009740), dok kamatna stopa na državne obveznice (0.054085) ima pozitivan uticaj.

Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 7,078902. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 78.902 jedinice.

Za berzanski indeks SBITOP koristi se EGARCH model za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa faktore od uticaja: SDI (-0.000343) i GDP (-0.096288), dok stopa inflacije (0.021340), referentna kamatna stopa (0.677269) i kamatna stopa na državne obveznice (0.651584) imaju pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 1,251700. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 12.517 jedinica.

Za berzanski indeks BUX koristi se GARCH 1.1 model za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa faktore od uticaja: stopu inflacije (-0.213432) i referentnu kamatnu stopu (-0.011481), dok SDI (0.000217), GDP (0.104244) i kamatna stopa na državne obveznice (0.793830) imaju pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog GARCH 1,1 modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,437522. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 4.375,22 jedinica.

Za berzanski indeks CROBEX koristi se TARARCH model za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje negativne uticaje na dnevne stope povrata posmatranog indeksa za faktore od uticaja: SDI (-1.79E-06), GDP (-0.050800) i referentna kamatna stopa (-0.043908), dok stopa inflacije (0.030572) i kamatna stopa na državne obveznice (0.002658) imaju pozitivan uticaj. Dobijeni rezultati prilagođenog TARARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 1,142518. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 11.425,18 jedinica.

Tabela 6.5.10 – Upporedni komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela u PREDKRIZNOM PERIODU posmatranja

PREDKRIZNI PERIOD														
Procenjeni prilagođeni ARCH i GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1) ²	RESID (-2) ²	RESID (-3) ²	RESID (-4) ²	RESID (-5) ²	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prilagođeni	SBITOP	4.22E	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	7.45E	-2.07E	-8.01E	1.80E	5.57E	-6.156	-5.671

Razvoj i primena ARCH i GARCH modela u funkciji optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju

ARCH														
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_SLO	GDP_SLO	REF_K AM_SL	KS_DR ZO_SL	-	-		
Prila- gođeni EGARCH	SBITOP	-8,444	-3,484	0,657	-0,250	-1,241	0,000	-1,468	0,617	1,681	-	-	-7.175	-6.771
													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1) ²	RESID (-2) ²	RESID(-3) ²	RESID(- 4) ²	RESID(- 5) ²	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	BUX	-6.82E	0,109	0,036	0,036	0,037	0,037	0,000	-9.20E	-9.95E	0,000	0,000	-4.566	-4.082
Model	Index	C	RESID(- 1) ²	GARCH (-1)	STOPA_ IN	SDI_HUN	GDP_HUN	REF_KAM _HUN	KS_DR ZO_HU	-	-	-		
Prila- gođeni GARCH 1.1	BUX	0,000	0,150	0,600	-6.36E	-8.38E	-7.63E	2.41E	4.45E	-	-	-	-4.976	-4.612
Model	Index	C	RESID (-1) ²	RESID (-2) ²	RESID(-3) ²	RESID(- 4) ²	RESID(- 5) ²	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	CROBEX	0,003	0,178	0,107	0,010	0,020	-0,044	4.15E	4.87E	4.39E	0,000	-0,001	-4.849	-4.364
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_CRO	GDP_CRO	REF_K AM_CR	KS_DR ZO_CR	-	-		
Prila- gođeni EGARCH	CROBEX	-0,177	-0,664	2,478	0,734	1,205	-0,001	-2,592	1,092	0,814	-	-	-6.216	-5.812
													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1) ²	RESID (-2) ²	RESID(-3) ²	RESID(- 4) ²	RESID(- 5) ²	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	BELEX1 5	3.46E	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	4.45E	-1.96E	3.08E	-1.83E	1.12E	-5.472	-4.987
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_BELe x	GDP_ BElex	REF_K AM_B	KS_DR ZO_BE	-	-		
Prila- gođeni EGARCH	BELEX1 5	-10,61	-2,495	1,435	0,250	0,369	-0,002	0,914	-0,114	-0,122	-	-	-6.299	-5.894

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.10 je prikazan uporedni pregled procenjenih prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela za svako finansijsko tržište posebno u posmatranom predkriznom periodu. Takođe, pored modela za određeno finansijsko tržište prikazani su i AIC i SIC informacioni kriterijumi koji pokazuju da li je optimalniji prilagođeni model ARCH ili GARCH za posmatrani predkrizni period. Tabela nam pokazuje da za svaki posmatrani berzanski indeks (SBITOP, BUX, CROBEX i BELEX15) optimalniji je izbor prilagođenih GARCH modela jer procenjeni prilagođeni GARCH modeli imaju niže vrednosti AIC i SIC informacionih kriterijuma. To bi

direktno značilo da za predviđanja na posmatranim berzanskim tržištima u predkriznom periodu uzimamo u obzir procenjene prilagođene GARCH modele. U **predkriznom periodu posmatranja od 2005. do 2007. godine** imamo sledeće najoptimalnije procenjene prilagođene modele koji će se koristiti za procenu budućih kretanja: za berzanski indeks SBITOP koristi se EGARCH, za berzanski indeks BUX koristi se GARCH 1.1 model, za berzanski indeks CROBEX koristi se EGARCH model i za berzanski indeks BELEX15 koristi se EGARCH model.

Za berzanski indeks BELEX15 koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.368571) i GDP (0.913941), dok SDI (-0.002310), referentna kamatna stopa (-0.113833) i kamatna stopa na državne obveznice (-0.121556) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -10,379928. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -103.799,28 jedinica.

Za berzanski indeks SBITOP koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj referentne kamatne stope (0.616950) i kamatne stope na državne obveznice (1.680592), dok stopa inflacije (-1.241376), SDI (-0.000116) i GDP (-1.467634) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -11,933089. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -119.330,89 jedinica.

Za berzanski indeks BUX koristi se **GARCH 1,1 model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj referentne kamatne stope (2.41E-05) i kamatne stope na državne obveznice (4.45E-05), dok stopa inflacije (-6.36E-05), SDI (-8.38E-08) i GDP (-7.63E-05) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,750321. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 7.503,21 jedinica.

Za berzanski indeks CROBEX koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (1.205222), referentne kamatne stope (1.092214) i kamatne stope na državne obveznice (0.813615), dok SDI (-0.001342) i GDP (-2.591578) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog

EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 2,889428. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 28.894,28 jedinica.

Tabela 6.5.11 – Uporedni komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela u KRIZNOM PERIODU posmatranja

KRIZNI PERIOD														
Procenjeni prilagođeni ARCH i GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1)^2	RESID (-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prilagođeni ARCH	SBITOP	0,318	0,261	0,109	0,007	0,038	0,009	-0,024	-1.69E	-0,015	-0,008	-0,011	-3.879	-3.359
Model	Index	C	RESID(-1)^2	GARCH (-1)	STOPA_INF	SDI_SLO	GDP_SLO	REF_KAM_SLO	KS_DR_ZO_SL	-	-	-		
Prilagođeni GARCH 1.1	SBITOP	0,000	0,150	0,600	0,000	1.02E	2.37E-05	0,000	0,000	-	-	-	-4.335	-3.944
													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1)^2	RESID (-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prilagođeni ARCH	BUX	0,000	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	2.55E	-1.08E	1.33E	3.55E	0,000	-4.165	-3.679
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STOPA_INF	SDI_HUN	GDP_HUN	REF_KAM_H	KS_DR_ZO_HU	-	-		
Prilagođeni EGARCH	BUX	-8,063	-1,545	-1,090	-0,082	0,110	-0,002	0,114	0,399	-0,923	-	-	-5.036	-4.632
													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1)^2	RESID (-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prilagođeni ARCH	CROBEX	0,318	0,261	0,109	0,007	0,038	0,009	-0,024	-1.69E	-0,015	-0,008	-0,011	-4.118	-3.633
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_CRO	GDP_CRO	REF_KAM_CR	KS_DR_ZO_CR	-	-		
Prilagođeni E-GARCH	CROBEX	-8,402	-3,614	-0,882	0,070	0,165	0,000	0,263	0,115	-0,012	-	-	-5.064	-4.660
													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1)^2	RESID (-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prilagođeni ARCH	BELEX15	0,318	0,261	0,109	0,007	0,038	0,009	-0,024	-1.69E	-0,015	-0,008	-0,011	-4.894	-4.409
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_BELEX	GDP_BELEX	REF_KAM_B	KS_DR_ZO_BE	-	-		

Prila- gođeni EGARCH	BELEX1 5	-8,768	-3,511	-1,012	-0,584	-0,059	0,001	0,148	-0,069	0,239	-	-	-5.796	-5.392
----------------------------	-------------	--------	--------	--------	--------	--------	-------	-------	--------	-------	---	---	--------	--------

Izvor: kalkulacija autora

U Tabeli 6.5.11 je prikazan uporedni pregled procenjenih prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela za svako finansijsko tržište posebno u posmatranom kriznom periodu. Takođe, pored modela za određeno finansijsko tržište prikazani su i AIC i SIC informacioni kriterijumi koji pokazuju da li je optimalniji prilagođeni model ARCH ili GARCH za posmatrani krizni period. Tabela nam pokazuje da za svaki posmatrani berzanski indeks (SBITOP, BUX, CROBEX i BELEX15) optimalniji je izbor prilagođenih GARCH modela iz razloga jer procenjeni prilagođeni GARCH modeli imaju niže vrednosti AIC i SIC informacionih kriterijuma. To bi direktno značilo da za predviđanja na posmatranim berzanskim tržištima u kriznom periodu uzimamo u obzir procenjene prilagođene GARCH modele. U **kriznom periodu posmatranja od 2008. do 2010. godine** imamo sledeće najoptimalnije procenjene prilagođene modele koji će se koristiti za procenu budućih kretanja: za berzanski indeks SBITOP koristi se GARCH 1.1, za berzanski indeks BUX koristi se EGARCH model, za berzanski indeks CROBEX koristi se EGARCH model i za berzanski indeks BELEX15 koristi se EGARCH model.

Za berzanski indeks BELEX15 koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj SDI (0.000740), GDP (0.147743) i kamatne stope na državne obveznice (0.238675), dok stopa inflacije (-0.059115) i referentna kamatna stopa (-0.068926) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -13,615479. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -136.154,79 jedinica.

Za berzanski indeks SBITOP koristi se **GARCH 1,1 model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj SDI (1.02E-07), GDP (2.37E-05) i kamatne stope na državne obveznice (0.000350), dok stopa inflacije (-0.000271) i referentna kamatna stopa (-0.000157) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog GARCH 1,1 modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila 0,750189. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi 7.501,89 jedinica.

Za berzanski indeks BUX koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.109597), GDP (0.113950) i referentne kamatne stope (0.398610), dok kamatna stopa na državne obveznice (-0.923305) i SDI (-0.001589) beleže negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -11,083020. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -110.830,20 jedinica.

Za berzanski indeks CROBEX koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.164552), GDP (0.262748), SDI (0.000111) i referentne kamatne stope (0.114859), dok kamatna stopa na državne obveznice (-0.012377) beleži negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -12,298022. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -122.980,22 jedinica.

Tabela 6.5.12 – Uporedni komparativni pregled dobijenih rezultata prilagođenih **ARCH** i **najoptimalnijih GARCH modela** u **POSTKRIZNOM PERIODU** posmatranja

POSTKRIZNI PERIOD														
Procenjeni prilagođeni ARCH i GARCH modeli za posmatrana finansijska tržišta													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1)^2	RESID (-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	SBITOP	0,318	0,261	0,109	0,007	0,038	0,009	-0,024	-1.69E	-0,015	-0,008	-0,011	-6.229	-5.707
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_SLO	GDP_SLO	REF_K AM_SL	KS_DR ZO_SL	-	-		
Prila- gođeni EGARCH	SBITOP	-9,750	-2,991	-0,309	0,096	0,643	0,000	0,193	-0,413	0,329	-	-	-6.634	-6.199
													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1)^2	RESID (-2)^2	RESID(-3)^2	RESID(-4)^2	RESID(-5)^2	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	BUX	0,318	0,261	0,109	0,007	0,038	0,009	-0,024	-1.69E	-0,015	-0,008	-0,011	-5.369	-4.769
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STOPA_I NF	SDI_HUN	GDP_HUN	REF_K AM_H	KS_DR ZO_HU	-	-		
Prila- gođeni EGARCH	BUX	0,001	0,097	0,033	0,036	0,041	0,036	0,000	1.98E	1.16E	-	-	-6.032	-5.534

Model	Index	C	RESID (-1) ²	RESID (-2) ²	RESID(-3) ²	RESID(- 4) ²	RESID(- 5) ²	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	CROBEX	3.37E	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	4.96E	-4.97E	-8.39E	-5.74E	3.09E	-5.204	-4.656
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_CRO	GDP_CRO	REF_K AM_CR	KS_DR ZO_CR	-	-		
Prila- gođeni EGARCH	CROBEX	-9,320	-3,104	1,423	0,055	0,998	0,000	-0,001	-0,090	0,312	-	-	-6.021	-5.564
													AIC	SIC
Model	Index	C	RESID (-1) ²	RESID (-2) ²	RESID(-3) ²	RESID(- 4) ²	RESID(- 5) ²	STOPA_I N	SDI	GDP	REF_K AM	KS_DR ZO		
Prila- gođeni ARCH	BELEX1 5	8.88E	0,109	0,036	0,036	0,036	0,036	-1.10E	1.08E	2.79E	-5.85E	-1.96E	-5.269	-4.688
Model	Index	C(1)	C(2)	C(3)	C(4)	STO_INF	SDI_BELe x	GDP_ BElex	REF_K AM_B	KS_DR ZO_BE	-	-		
Prila- gođeni EGARCH	BELEX1 5	-9,013	-2,203	1,088	0,033	-0,005	0,001	0,153	-0,026	0,003	-	-	-6.052	-5.569

Izvor: kalkulacija autora

U tabeli 6.5.12 je prikazan uporedni pregled procenjenih prilagođenih ARCH i najoptimalnijih GARCH modela za svako finansijsko tržište posebno u posmatranom postkriznom periodu. Takođe, pored modela za određeno finansijsko tržište prikazani su i AIC i SIC informacioni kriterijumi koji pokazuju da li je optimalniji prilagođeni model ARCH ili GARCH za posmatrani postkrizni period. Tabela nam pokazuje da za svaki posmatrani berzanski indeks (SBITOP, BUX, CROBEX i BELEX15) optimalniji je izbor prilagođenih GARCH modela iz razloga jer procenjeni prilagođeni GARCH modeli imaju niže vrednosti AIC i SIC informacionih kriterijuma. To bi direktno značilo da za predviđanja na posmatranim berzanskim tržištima u postkriznom periodu uzimamo u obzir procenjene prilagođene GARCH modele. U **postkriznom periodu posmatranja od 2011. do 2015. godine** imamo sledeće najoptimalnije procenjene prilagođene modele koji će se koristiti za procenu budućih kretanja: za berzanski indeks SBITOP koristi se EGARCH, za berzanski indeks BUX koristi se EGARCH model, za berzanski indeks CROBEX koristi se EGARCH model i za berzanski indeks BELEX15 koristi se takođe EGARCH model.

Za berzanski indeks BELEX15 koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj SDI (0.000982), GDP (0.153224) i kamatne stope na državne obveznice (0.003025), dok referentna kamatna stopa (-0.026235) i stopa inflacije (-0.004653) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BELEX15. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja

promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -9,968050. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -96.805 jedinica.

Za berzanski indeks SBITOP koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.643303), SDI (0.000120), GDP (0.192891) i kamatne stope na državne obveznice (0.328522), dok referentna kamatna stopa (-0.412631) ima negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa SBITOP. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -12,201145. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -122.011,45 jedinica.

Za berzanski indeks BUX koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj GDP (0.237131) i kamatne stope na državne obveznice (0.012890), dok referentna kamatna stopa (-0.129387), SDI (-0.000276) i stopa inflacije (-0.131816) ima negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -10,129002. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -101.290,02 jedinica.

Za berzanski indeks CROBEX koristi se **EGARCH model** za procenu budućih kretanja gde rezultat pokazuje pozitivan uticaj stope inflacije (0.997612) i kamatne stope na državne obveznice (0.312493), dok referentna kamatna stopa (-0.089802), GDP (-0.001013) i SDI (-0.000288) imaju negativan uticaj na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa CROBEX. Dobijeni rezultati prilagođenog EGARCH modela pokazuju da ukoliko bi se faktori od uticaja promenili za jednu jedinicu, dnevna stopa povrata Y bi iznosila -9,727035. To bi dalje značilo, da na 1.000.000 jedinica investiranih sredstava, dnevni povrat iznosi -97.270,35 jedinica.

VII DOPRINOS I ZNAČAJ ISTRAŽIVANJA

Finansijska kriza i nelikvidnost finansijskih tržišta prouzrokuju značajnu volatilnost berzanskih indeksa sa pojavom ekstremnih vrednosti, a istovremeno postavljaju pred istraživače zadatak razvijanja i primene novih modela, pogotovo kada se uzmu u obzir karakteristike i performanse finansijskih tržišta zemalja u razvoju. Testiranje prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju predstavlja izazov za finansijsku teoriju i praksu. Razvojem i primenom ARCH i GARCH modela se otvara put za formiranje novih koncepata i modela optimizacije koji će u sebi uključiti što više faktora od uticaja.

Suština aktivnosti domaćih i međunarodnih investitora na finansijskim tržištima zemalja u razvoju je ostvarenje što veće stope povrata na investiranje. Iz tog razloga je za investitore od ključnog značaja donošenje optimalne strategije investiranja, zatim potreba da dobro razumeju i analiziraju potencije tržišta, kako bi mogli blagovremeno da se zaštite od potencijalnih rizika. Sa druge strane, rezultati ovog istraživanja su pokazali da li, i u kojoj meri, makroekonomski faktori (poput stope inflacije, kamatne stope na državne obveznice, referentne kamatne stope, stranih direktnih investicija i bruto domaćeg proizvoda) utiču na stabilnost finansijskih tržišta i stope povrata na istim.

Nalazi istraživanja dobijeni razvojem i primenom prilagođenih ARCH i GARCH modela u disertaciji otkrivaju da li su i u kojoj meri makroekonomski faktori od uticaja zemalja u razvoju (različito u određenim periodima posmatranja određeni makroekonomski faktori imaju pozitivan, a drugi negativan uticaj) uticali na stope povrata berzanskih indeksa u svim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni).

7.1. Značaj istraživanja za profesionalne učesnike na finansijskim tržištima

Finansijska tržišta označavaju mesta na kojima domaći i međunarodni investitori, odnosno profesionalni učesnici mogu upravljati svojim investicijama, odnosno primenjivati određene strategije investiranja. U savremenim uslovima koji vladaju na finansijskim tržištima, a kao posledica globalne finansijske krize veoma je teško definisati najoptimalniju strategiju investiranja, a pogotovo na finansijskim tržištima zemalja u razvoju koja *de facto* postaju sve

atraktivnija za strane ulagače. Uzimajući u obzir gore navedeno, može se zaključiti da u aktuelnim uslovima poslovanja, analiza finansijskih tržišta zemalja u razvoju jeste od velike pomoći domaćim i međunarodnim investitorima koji predstavljaju profesionalne učesnike na finansijskom tržištu.

Da bi se izvršila optimizacija strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, analiza istih mora se bazirati na sveobuhvatnom sagledavanju ukupnih tržišnih dešavanja, kao i detaljnoj analizi faktora od uticaja. Određeni investitori se bave primenom fundamentalne i tehničke analize prilikom procene o isplativosti investiranja na određenim finansijskim tržištima.

U uvodnom delu disertacije objašnjeni su ekonometrijski modeli autoregresivne uslovne heteroskedastičnosti ARCH i GARCH. U daljem radu disertacije predstavljen je razvoj tih modela kao i njihova primena na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Razvoj ekonometrijskih modela autoregresivne uslovne heteroskedastičnosti ARCH i GARCH je obuhvatio makroekonomsku analizu faktora od uticaja na kretanje posmatranih dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa, a to su: stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije u posmatranom periodu od 2005. do 2015. godine koji je segmentiran na predkrizni, krizni i postkrizni period.

Značaj razvoja i primene prilagođenih ARCH i GARCH modela za profesionalne učesnike na finansijskim tržištima se ogleda u:

- činjenici da su se prilagođeni modeli ARCH i GARCH primenili na segmentiranom periodu posmatranja: predkriznom (2005–2007. godine), kriznom (2008–2010. godine) i postkriznom (2011–2015. godine). Pri tome osnovni rezultati modela pokazuju način definisanja, odnosno identifikaciju i kvantifikaciju konkretnih faktora rizika i potencijala rasta tržišta koje investitori mogu smatrati značajnim, prilikom donošenja svojih odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.
- Jedan od značaja istraživanja takođe, za profesionalne učesnike na finansijskim tržištima se odnosi na uočavanje međuzavisnosti kretanja dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa i faktora od uticaja. Rezultati disertacije dobijeni na osnovu desetogodišnjeg uzorka posmatranih dnevnih stopa povrata od 2005. do 2015. godine sa finansijskih tržišta zemalja u razvoju (Slovenije - SBITOP, Mađarske - BUX, Hrvatske - CROBEX i Srbije – BELEX15) utvrđuju tačnu jačinu korelacione veze sa makroekonomskim faktorima od uticaja na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa. Rezultat toga

za profesionalne učesnike na finansijskim tržištima jeste, utvrđivanje kretanja i potencijala rasta posmatranih finansijskih tržišta, koji uz kvantifikaciju makroekonomskih faktora od uticaja predstavljaju osnov za optimizaciju strategije investiranja.

- Na osnovu dobijenih rezultata primenom prilagođenih ARCH i GARCH modela, moguće je zaključiti da berzanski signali imaju veoma različite oblike na posmatranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju u različitim periodima posmatranja. To direktno znači da se obim i intezitet trgovine, kao i usponi i padovi na različitim berzama ne odvijaju sinhronizovano. U različitim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) definisanje faktora od uticaja ne može utvrditi pravilo koje bi objasnilo tačne devijacije u stopama povrata na posmatranim finansijskim tržištima. Detaljno posmatranje berzanskih indeksa, sa jasno definisanim uticajima makroekonomskih faktora, pruža investitorima mogućnost jasne slike o povratima na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.
- Putem korišćenih AIC i SIC informacionih kriterijuma izvršen je izbor najoptimalnijih prilagođenih ekonometrijskih modela autoregresivne uslovne heteroskedastičnosti ARCH i GARCH. Kada se kaže najoptimalniji, podrazumeva se model koji prema datim kriterijumima ima najmanju verovatnoću pojave greške modela. Pošto je disertacija posmatrala posebno prilagođeni ARCH model, rezultati modela sa jasnim definisanjem uticaja posmatranih makroekonomskih faktora u svim periodima posmatranja daju jasnu sliku o primeni tog modela za profesionalne učesnike na finansijskim tržištima. Na osnovu primenjenih informacionih kriterijuma AIC i SIC birani su najoptimalniji prilagođeni GARCH modeli za sve periode posmatranja i za sva finansijska tržišta. Raznolikost u dobijenim rezultatima, gde se tačno definišu uticaji makroekonomskih faktora (poput stope inflacije, kamatne stope na državne obveznice, referentne kamatne stope, stranih direktnih investicija i bruto domaćeg proizvoda) u datim prilagođenim modelima (GARCH 1.1, TARARCH, EGARCH) pruža profesionalnim učesnicima jasne informacije o stopama povrata na posmatranim finansijskim tržištima.
- Kvantitativno poređenje uticaja makroekonomskih faktora u različitim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) sa redoslednim prikazom rezultata na povrate investiranja berzanskih indeksa finansijskih tržišta zemalja u razvoju

(Srbija, Slovenija, Mađarska i Hrvatska) predstavlja najveći doprinos koji je primenjiv za investitore.

- Mogućnost međusobnog poređenja primenjenih prilagođenih modela ARCH i GARCH, kao i mogućnost međusobnog poređenja različitih makroekonomskih faktora od uticaja u različitim periodima posmatranja i kvantifikovanje njihovog odnosa, doprinosi optimizaciji strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

7.2. Mogućnosti primene dobijenih rezultata u procesima kreiranja ekonomskih politika

Pružanjem niza konkretnih, kvantitativnih i kvalitativnih saznanja o prirodi, jačini i smeru veze između dnevnih stopa povrata i faktora od uticaja (stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, stranih direktnih investicija i bruto domaćeg proizvoda) u potpunosti je prikazana priroda te veze i potvrđena teza o značaju razvoja i primene prilagođenih ARCH i GARCH modela čijom implementacijom se optimizuju strategije investiranja.

Značaj i doprinos o mogućnostima primene dobijenih rezultata prilagođenih ARCH i GARCH modela u procesima kreiranja ekonomskih politika se ogleda u:

- činjenici da je fokus istraživanja širok, obuhvatajući finansijska tržišta zemalja u razvoju Srbije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske, čime se analizira povezanost finansijskih tržišta i stiču konkretna saznanja o mogućnostima primene prilagođenih ARCH i GARCH modela u funkciji optimizacije strategije investiranja na istim.
- činjenici da se istraživanjem došlo do konkretnih, u praksi i na konkretnim finansijskim tržištima testiranih saznanja o mogućnosti primene prilagođenih ekonometrijskih ARCH i GARCH modela u pravcu njihovog daljeg razvoja usklađenog sa aktuelnim tržišnim trendovima i okolnostima, odnosno stanjima u kom se ekonomija nalazi. Primenom prilagođenih ARCH i GARCH modela u različitim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) je omogućeno kreiranje i predlaganje čitavog niza različitih prilagođenih modela, a time i mera, čijom implementacijom treba da se omogući njihov dalji razvoj i proces kreiranja ekonomskih politika.
- Istraživanje teorije i prakse razvoja i primene ekonometrijskih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, omogućilo je formulisanje temelja za kreiranje zaključaka, preporuka, politika i strategija. Takođe je omogućen prikaz naučno

verifikovanih saznanja koja će doprineti donošenju optimalnih odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, a što predstavlja jedan od ciljeva ovog istraživanja. Sveobuhvatnost i celovitost naučnog pristupa u istraživanju je omogućila da se pitanjima razvoja i primene prilagođenih ARCH i GARCH modela koji su funkciji optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju priđe na celovit, naučno prihvatljiv i usklađen način, uz punu valorizaciju i uvažavanje aktuelnih tržišnih okolnosti.

- Putem predloženih i u praksi testiranih prilagođenih ARCH i GARCH modela, domaći i međunarodni investitori imaju mogućnost poboljšanja značajanih segmenata fundamentalne i tehničke analize i time steknu realnu sliku stanja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Sa druge strane, kreatori ekonomskih politika stiču naučno verifikovana saznanja o značajnosti različitih uticaja makroekonomskih faktora na kretanje dnevnih stopa povrata posmatranih berzanskih indeksa, i to putem kvantitativnih pokazatelja.
- Za kreatore ekonomskih politika, veoma je važno da poseduju tačna saznanja o makroekonomskim uticajima i stanjima na finansijskim tržištima. Veoma je važno takođe, sagledati dosadašnje trendove i putem kvantifikacije makroekonomskih uticaja omogućiti predviđanja za buduće trendove kretanja berzanskih indeksa, stanja na berzi, povrate od aktivnosti investiranja, itd. Ukoliko kreatori ekonomskih politika nemaju konkretna saznanja o gore navedenom, a koja su neophodna za stvaranje ambijenta pogodnog za privlačenje investicija i razvoj finansijskog tržišta, nemoguće je zamisliti povećanje aktivnosti investiranja.
- Sprovedeno istraživanje u disertaciji ima značaj i za kreatore ekonomskih politika ne samo istraživanjem obuhvaćenih zemalja (Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije) nego i drugih zemalja u razvoju, iz razloga što direktno i nesumnjivo ukazuje na značajnost različitih uticaja makroekonomskih faktora.
- Dobijeni rezultati prilagođenih ARCH i GARCH modela jasno ukazuju da, nivo inflacije, nivo kamatne stope na državne obveznice, nivo referentne kamatne stope, nivo SDI i nivo GDP-a utiče pozitivno ili negativno (različito u određenim periodima posmatranja određeni makroekonomski faktori imaju pozitivan, a drugi negativan uticaj) na očekivane povrate investiranja. Stoga, kreatorima ekonomskih politika i donosiocima regulativa na finansijskim tržištima mora biti jasno da će investitori biti uzdržani od investiranja u one

zemlje u kojima vlada visok nivo npr. inflacije, odnosno gde su nestabilni makroekonomski faktori od uticaja. Investitori ne bi bili spremni da ulažu u finansijska tržišta sa nestabilnim makroekonomskim okruženjem.

VIII ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Specifičnost tržišnog trenutka, kao i karakteristike empirijskih distribucija prinosa i dosadašnjih tendencija teorije i prakse primene, razvoja i testiranja modela vremenskih serija koja se odnosila na razvijena finansijska tržišta, samo su neki od ključnih činilaca koji su uticali na potrebu razvijanja i primene ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Procesi investiranja nakon globalne ekonomske-finansijske krize postavili su pred profesionalne učesnike na finansijskim tržištima zahteve za razvojem, testiranjem i kvantifikacijom unapređenih ekonometrijskih modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. S obzirom na postojanje volatilnih vrednosti berzanskih indeksa zemalja u razvoju, posebno „teških repova” distribucije povrata koji unapred nagoveštavaju mogućnost pojave ekstremnih vrednosti, čini se neophodnim razmatranje alternativnih i modifikovanih modela za merenje volatilnosti. Ovim se otvorio put za formiranje novih koncepata i modela optimizacije koji će u sebi uključiti što više faktora uticaja na kretanje berzanskih indeksa na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Analiza finansijskih tržišta zemalja u razvoju se značajno povećala poslednjih godina, te je stoga postojao imperativ razvijanja novih prilagođenih ARCH i GARCH modela. S obzirom na gore navedene činjenice, investitorima je od krucijalnog značaja da dobro razumeju veze i uticaje makroekonomskih faktora (stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija) kako bi mogli da upravljaju rizikom i optimizuju svoje strategije investiranja.

Uvažavajući važnost i aktuelnost tržišnog trenutka, vrlo specifične tržišne okolnosti, autor je uvideo potrebu za analiziranjem, opisivanjem, kvantifikacijom i kvalifikacijom, smeru, prirode i intenziteta međuzavisnosti faktora od uticaja poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija sa dnevnim stopama povrata berzanskih indeksa finansijskih tržišta zemalja u razvoju. U tom svetlu su u disertaciji razvijeni i testirani originalni prilagođeni ARCH i GARCH modeli. Razvoj i primena originalnih prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju imaju za cilj da kreiraju osnovu za donošenje i interpretaciju optimalnih strategija i odluka o investiranju u skladu sa aktuelnim tržišnim trendovima i okolnostima. U fokusu autora su bila četiri finansijska tržišta zemalja u razvoju i to Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije u periodu od 2005. do 2015. godine, koji je podeljen na tri segmenta: predkrizni, krizni i postkrizni, kako bi se mogla napraviti uspešna paralela između bitnih aspekata i aktivnosti na njima, sagledale i analizirale sličnosti i razlike između njih i iskoristila stečena saznanja u pravcu

stvaranja pretpostavki za donošenje optimalnih strategija i odluka o investiranju. Metodologija primenjena u istraživanju je izabrana u skladu sa definisanim osnovnim i posebnim ciljevima i zadacima istraživanja. Bitna karakteristika koja je pratila metodološki okvir istraživanja jeste prilagodljivost osobinama uzorka i dnevnim oscilacijama vremenskih serija koje su se koristile. Iz toga se zaključuje da su originalni, razvijeni, prilagođeni modeli morali da budu usklađeni sa izazovima detektovane autokorelacije i heteroskedastičnosti u vremenskim serijama, kako bi bili adekvatni. S obzirom na postavljene hipoteze i ciljeve istraživanja, u disertaciji su korišćeni originalni, razvijeni autoregresivni modeli uslovne heteroskedastičnosti „prilagođeni”ARCH i „prilagođeni”GARCH modeli, i to nekoliko vrsta, odnosno tipova prilagođenih modela GARCH 1.1, TARARCH i EGARCH. Posebno su ocenjivani prilagođeni ARCH modeli u posmatranim periodima, a posebno prilagođeni GARCH modeli, kako bi se mogli uporediti rezultati i utvrditi uticaji makroekonomskih faktora na dnevne stope povrata posmatranih berzanskih indeksa. Paralelno su bile ocenjivane i interpretirane performanse prilagođenih ARCH i prilagođenih GARCH modela na posmatranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

Primenom originalnih, prilagođenih i u praksi testiranih modela, pružen je konkretan odgovor na važna pitanja izvora, mogućnosti, ciljeva, pravaca politike i strategije odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, čime se ostvario naučni, odnosno akademski doprinos istraživanja. Testirajući intenzitet korelacione veze između faktora od uticaja poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija sa dnevnim stopama povrata berzanskih indeksa posmatranih finansijskih tržišta zemalja u razvoju, prikazana je priroda veze i potvrđena teza o značaju razvoja i primene prilagođenih ARCH i GARCH modela čijom implementacijom se optimizuju strategije investiranja koje su u funkciji praktičnog doprinosa.

Postavka **osnovne hipoteze** u disertaciji glasi da primena prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju doprinosi optimizaciji strategije investiranja. Istraživanjem i rezultatima koji su dobijeni primenom prilagođenih ARCH i GARCH modela na svim posmatranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju je potvrđena osnovna hipoteza. Na finansijskim tržištima zemalja u razvoju Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije je pronađena i egzaktno utvrđena korelaciona veza između kretanja dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa i faktora od uticaja (stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija) u svim posmatranim periodima (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni). Prema pristupu optimalnosti modela, optimalan je onaj model kojim se maksimizira funkcija verodostojnosti datog uzorka. Primenom

originalnih, razvijenih, prilagođenih ARCH i GARCH modela u disertaciji koji podrazumevaju utvrđivanje korelacione veze između makroekonomskih faktora od uticaja na kretanje dnevnih stopa berzanskih indeksa, prošireni su osnovni, odnosno postojeći ARCH i GARCH modeli, gde uključivanje više objašnjavajućih promenljivih (parametara) u modele jeste u funkciji optimalnosti, odnosno optimizacije. Time i rezultati dobijeni primenom prilagođenih ARCH i GARCH modela jesu optimalniji i doprinose optimizaciji strategije investiranja. AIC i SIC informacioni kriterijumi su korišćeni u disertaciji za odabir optimalnijeg modela između prilagođenih ARCH i prilagođenih GARCH modela sa svim varijacijama (prilagođeni GARCH 1,1, EGARCH, TARARCH) na različitim finansijskim tržištima u predkriznom, kriznom i postkriznom periodu. Zaključuje se da primena prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju doprinosi optimizaciji strategije investiranja sa tačno definisanim rezultatima pozitivnih i negativnih uticaja makroekonomskih faktora na kretanje dnevnih stopa povrata posmatranih finansijskih tržišta. Drugim rečima, u slučaju finansijskih tržišta zemalja u razvoju pronađeni su dokazi da u određenim periodima posmatranja stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije utiču (različito u određenim periodima posmatranja određeni makroekonomski faktori imaju pozitivan, a drugi negativan uticaj) na kretanje dnevnih stopa povrata.

Nakon potvrđivanja osnovne hipoteze da primena prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju doprinosi optimizaciji strategije investiranja, sledeći korak je bio testiranje **prve pomoćne hipoteze** da postoji korelativna veza između faktora na tržištu poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda, stranih direktnih investicija i dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Rezultati primene prilagođenih ARCH i GARCH modela su u posmatranim zemljama i u posmatranim periodima potvrdili ovu hipotezu, izuzev u slučaju kretanja dnevnih stopa povrata berzanskog indeksa BUX u celom periodu posmatranja. Prema rezultatima prilagođenog modela ARCH u celom periodu posmatranja nije pronađen signifikantan uticaj kamatne stope na državne obveznice na dnevnu stopu povrata berzanskog indeksa BUX. Pošto uticaj kamatne stope na državne obveznice na kretanje berzanskog indeksa BUX kao rezultat prilagođenog ARCH modela u celom periodu posmatranja, predstavlja 0,0125. deo dobijenih rezultata u ukupno dobijenim rezultatima istraživanja, može se prihvatiti prva pomoćna hipoteza. Zaključuje se da suna finansijskim tržištima zemalja u razvoju pronađeni dokazi da u svim periodima posmatranja (ceo period,

predkrizni, krizni i postkrizni) makroekonomski faktori od uticaja poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stopa na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicijaimaju korelativnu vezu (jačina inteziteta korelativne veze koja se kreće od -1 do +1) sa kretanjem dnevnih stopa povrata. Prihvaćenost prve pomoćne hipoteze znači da se primenom prilagođenih ARCH i GARCH modela može utvrditi tačna korelaciona veza između makroekonomskih faktora od uticaja i dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa.

Paralelno sa ocenjivanjem pretpostavke o tome da li postoji korelativna veza makroekonomskih faktora sa dnevnim stopama povrata berzanskih indeksa, mogla se ispitati i **druga pomoćna hipoteza**, koja glasi da neefikasnost i visoka nelikvidnost finansijskih tržišta zemalja u razvoju, specifičnosti empirijske raspodele povrata i povećana volatilnost utiču na efikasnost prilagođenih ARCH i GARCH modela. Hipoteza je potvrđena na svim analiziranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju na osnovu rezultata prilagođenih ARCH i GARCH modela. Testiranje prilagođenih ARCH i GARCH modela vremenskih serija i merenje performansi na volatilnim, slabo likvidnim i „plitkim” finansijskim tržištima je pokazalo da u svim posmatranim zemljama i u svim periodima posmatranja određeni pokazatelji (koeficijenti ispred nezavisnih promenljivih) rezultiraju minornim uticajem makroekonomskih faktora (+0.000 i -0.000 ili +-E05, +-E06, +-E07, +-E08), što dovodi do zaključka da povećana volatilnost utiče na efikasnost primene prilagođenih ARCH i GARCH modela, odnosno umanjuje značaj uticaja pretpostavljenih makroekonomskih faktora u modelima.

Sledećom, **trećom pomoćnom hipotezom** je pretpostavljeno da primena prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju u različitim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) daje različite rezultate koji, u zavisnosti od stanja u kom se ekonomija posmatranih zemalja nalazi, imaju za cilj optimalan odabir strategije investiranja i ista je potvrđena. Iz dobijenih rezultata primene prilagođenih ARCH i GARCH modela zaključuje se da se posmatrana finansijska tržišta različito ponašaju u zavisnosti od stanja ekonomije, tako da uticaji makroekonomskih faktora poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija na kretanje dnevnih stopa povrata, beleže različite tendencije ukoliko je ekonomija jedne zemlje u ekspanziji, recesiji, stagnaciji, ili pak u kriznom periodu. Primena prilagođenih ARCH i GARCH modela u disertaciji je testirana u periodu od 2005. do 2015. godine gde je period testiranja podeljen na tri segmenta: predkrizni (2005–2007), krizni (2008–2010) i postkrizni (2011–2015) period. Dobijeni rezultati prilagođenih ARCH i GARCH modela u svakom segmentiranom periodu posmatranja su različiti i to pruža mogućnost optimalnijeg

sagledavanja i analiziranja primene strategije investiranja u zavisnosti od stanja u kom se ekonomija nalazi.

Četvrtom pomoćnom hipotezom u disertaciji je pretpostavljeno da zbog specifičnosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju, prilagođen model predviđanja volatilnosti ARCH ostvaruje bolje performanse na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, nego prilagođeni model GARCH. Pretpostavka je zasnovana na činjenici da će zbog relativno dugog horizonta posmatranja, neaktivnosti i malog obima trgovanja, nerazvijenosti, neefikasnosti, „plitkosti” i visoke nelikvidnosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju prilagođeni model ARCH dati bolje rezultate. Pretpostavka je takođe zasnovana i na činjenici da je model ARCH stariji i ne toliko savremen kao i GARCH model koji je prilagođen i testiran na razvijenim finansijskim tržištima, i da će u skladu sa tim prilagođeni model ARCH ostvarivati bolje performanse. Rezultati prilagođenih ARCH i GARCH modela su u svim posmatranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju i svim periodima posmatranja, opovrgli ovu hipotezu. Korišćenjem informacionih kriterijuma AIC i SIC za odabir optimalnih i boljih modela sa manjom verovatnoćom greške modela, u svim posmatranim periodima (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) hipoteza je opovrgnuta i zaključuje se da prilagođeni GARCH modeli (GARCH 1.1, TARARCH i EGARCH) ostvaruju bolje performanse na svim posmatranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju Slovenije, Mađarske, Hrvatske i Srbije.

Realizovano istraživanje u disertaciji i dobijeni rezultati pružaju nova saznanja o dinamičkoj vezi između dnevnih stopa povrata i makroekonomskih faktora od uticaja na posmatranim finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Testiranje originalnih, razvojem nastalih, prilagođenih ARCH i GARCH modela pružaju naučni, odnosno akademski doprinos koji ujedno ostavlja prostor za pravce daljih istraživanja u oblasti. Rezultati dobijeni istraživanjem imaju višestruki značaj, posebno za domaće i međunarodne investitore (institucionalni investitori, investicioni fondovi, portfolio menadžeri, analitičari na tržištu i drugi) čime se potvrđuje i praktičan doprinos disertacije. Dobijeni rezultati pomažu domaćim i međunarodnim investitorima u procesu definisanja optimalne strategije o investiranju, kao i donošenju odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Rezultati istraživanja ukazuju na činjenicu praktičnog doprinosa da li, i na kojim tržištima, treba primenjivati odgovarajuću strategiju investiranja u zavisnosti od stanja ekonomije u cilju zaštite, odnosno smanjenja rizika prilikom investiranja. Rezultati disertacije pružaju podršku kreatorima ekonomskih politika zemalja u razvoju, posmatrano sa aspekta postizanja stabilnosti finansijskih tržišta i pospešivanjem aktivnosti na istim.

Rezultati i izvedeni zaključci istraživanja pružaju kvantitativne dokaze tačne međuzavisnosti uticaja stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija na dnevne stope povrata berzanskih indeksa posmatranih zemalja u razvoju u različitim periodima posmatranja. Dobijeni rezultati nesumnjivo dokazuju značajnost različitih faktora od uticaja koji u segmentiranom periodu posmatranja utiču na donošenje optimalnih odluka o investiranju. Ciljevi istraživanja (opšti i posebni) su u potpunosti ostvareni realizovanim istraživanjem, u smislu da se došlo do niza kvalitetnih i u praksi testiranih saznanja o mogućnostima primene prilagođenih ARCH i GARCH modela u praksi, kao i o efektima i specifičnosti primene ovih modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Poseban kvalitet istraživanja ogleda se u širokom vremenskom obuhvatu realizovanog istraživanja, u smislu da je u fokusu istraživanja period pre, za vreme i nakon izbivanja globalne ekonomsko-finansijske krize, čime je obezbeđena puna reprezentativnost dobijenih rezultata istraživanja.

Posmatrajući finansijsko tržište Srbije, rezultati istraživanja dobijeni primenom prilagođenih ekonometrijskih ARCH i GARCH modela ukazuju na to da je srpsko finansijsko tržište „plitko“ i još uvek nedovoljno razvijeno, sa nekontinualnim trgovanjem, tako da su i detektovani minorni efekti i uticaji makroekonomskih faktora. To implicira da pozitivni, odnosno negativni uticaji makroekonomskih faktora rezultiraju minornim uticajem (npr. +0.000 i -0.000 ili +-E05, +-E06, +-E07, +-E08). Potvrđivanjem druge pomoćne hipoteze i analizom rezultata disertacije, pojava minornog uticaja makroekonomskih faktora na dnevne stope povrata berzanskih indeksa se pronalazi i na ostalim posmatranim finansijskim tržištima u razvoju u svim posmatranim periodima. Na performanse primenjenih prilagođenih ekonometrijskih ARCH i GARCH modelana srpskom finansijskom tržištu negativno je uticala izražena nelikvidnost, koja je rezultirala prisustvom autokorelacije u vremenskim serijama posmatranih dnevnih stopa povrata. To ne znači da investitori na srpskom finansijskom tržištu ne uzimaju u obzir dobijene rezultate prilagođenih ARCH i GARCH modela, kada odlučuju o strategiji investiranja. Pojava, odnosno nastanak globalne finansijske krize je doprinela nestabilnosti koja je za posledicu imala vrlo nisku aktivnost na srpskom finansijskom tržištu. Zaključuje se da će budući razvoj i poboljšanje performansi srpskog finansijskog tržišta svakako doprineti povećanju aktivnosti, a time i signifikantnijem kvantifikovanju uticaja makroekonomskih faktora na dnevne stope povrata. Razvoj i primena prilagođenih ekonometrijskih ARCH i GARCH modela na srpskom finansijskom tržištu pogoduje investitorima u donošenju optimalne strategije investiranja.

Važnost i aktuelnost analizirane problematike i primenjene metodologije u istraživanju pronalazi se u činjenici da je predmet analize ispitivanje značajnosti primene prilagođenih ARCH i GARCH modela i njihovih rezultata na finansijskim tržištima zemalja u razvoju u segmentiranom periodu posmatranja (predkriznom, kriznom i postkriznom) u funkciji optimizacije strategije investiranja. Razvoj i primena prilagođenih ekonometrijskih modela ARCH i GARCH su prikazali tačnu korelaciju vezu između faktora od uticaja (stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice, bruto domaći proizvod i strane direktne investicije) i kretanja dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa. Rezultati disertacije prikazuju naučno verifikovana saznanja koja će doprineti donošenju optimalnih odluka o investiranju na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Iako je predmet istraživanja u naučnoj zajednici poznat, u ranijem periodu je analiza primene ARCH i GARCH ekonometrijskih modela uglavnom rađena na razvijenim finansijskim tržištima. Povećanje atraktivnosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju u poslednjim godinama, zbog relativno visokih stopa rasta probudilo je zainteresovanost naučno-istraživačkih delatnosti, domaćih i međunarodnih investitora, portfolio menadžera i finansijskih analitičara u traženju odgovora na pitanje optimizacije strategije investiranja na njima. Istraživanje u disertaciji predstavljalo napor autora kako bi se dobili rezultati u funkciji optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Istraživanje u disertaciji je rezultiralo razvojem postojećih ekonometrijskih ARCH i GARCH modela i njihovom primenom koji predstavljaju nove načine modelovanja volatilnosti na izabranim finansijskim tržištima. U disertaciji je primenjen prošireni razvijen pristup korišćenjem dinamičke regresije koja je dala ocenu veza posmatranih varijabli kroz različite periode posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni).

Poseban naučni doprinos disertacije se odnosi na činjenicu originalnosti, tj. primene prilagođenih, u istraživanju razvijenih i testiranih ekonometrijskih modela ARCH i GARCH na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, koji do sada nisu formulisani i testirani u praksi. Rezultati disertacije dobijeni istraživanjem potvrđuju i praktičan doprinos disertacije kojise ogleda u mogućnosti buduće implementacije razvijenih prilagođenih ARCH i GARCH modela od strane investitora prilikom formulisanja i implementacije strategija investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

8.1. Dileme i zasede istraživanja

Dileme i zasede prilikom izrade disertacije na temu *Razvoj i primena ARCH i GARCH modela u cilju optimizacije strategije investiranja* ima dosta, naročito u slučaju finansijskih tržišta zemalja

u razvoju, kao nisko likvidnih, visoko volatilnih i plitkih tržišta. Nedovoljno razvijena i plitka finansijska tržišta se odlikuju nepostojanjem kontinuiranog trgovanja akcijama, niskom likvidnošću i nedostatkom tržišne transparentnosti, visokim transakcionim troškovima, nepotpunom primenom međunarodnih računovodstvenih standarda i niskim nivoom korporativnog upravljanja, predstavljaju zajedničke karakteristike finansijskih tržišta zemalja u razvoju. Istraživanjem sprovedenim u disertaciji se na bazi celovitog sagledavanja mogućnosti primene koncepta prilagođenih modela ARCH i GARCH na finansijskim tržištima zemalja u razvoju stvara realna osnova za dalje analize u konkretnoj oblasti i kreiranje seta instrumenata i mera usmerenih ka optimizaciji strategije investiranja na ovim tržištima.

Karakteristike finansijskih tržišta zemalja u razvoju predstavljaju izazov za finansijsko-ekonometrijsku teoriju i praksu, te se neophodnim čini testiranje performansi optimalnih strategija investiranja primenom ARCH i GARCH modela. Sa prvim dilemama u istraživanju autor se susreo prilikom razvoja i evaluacije postojećih ARCH i GARCH modela. U tom slučaju se nametnulo pitanje sa kojim parametrima i objašnjavajućim (nezavisnim) promenljivima unaprediti postojeće modele kako bi se dobili optimalni rezultati na finansijskim tržištima zemalja u razvoju. Naučnom, odnosno teorijskom i praktičnom verifikacijom uticaja faktora poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, bruto domaćeg proizvoda i stranih direktnih investicija na kretanje berzanskih indeksa odabrane su nezavisne promenljive za razvoj, a kasnije i primenu prilagođenih ARCH i GARCH modela. Dosadašnja primena ARCH i GARCH modela na razvijenim finansijskim tržištima nesumnjivo je opredelila autora da testira prilagođene modele na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, pa su odabrana finansijska tržišta Srbije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske. U prethodnom periodu, počevši od sredine 2008. godine nastala je najveća globalna ekonomsko-finansijska kriza, čije posledice po ekonomiju kako razvijenih, tako i zemalja u razvoju, još uvek traju. Činjenica finansijske krize je opredelila autora da posmatrani period uzorka u disertaciji od 2005. do 2015. godine podeli na tri segmenta: predkrizni (2005–2007), krizni (2008–2010) i postkrizni (2011–2015) period, kako bi se mogla sveobuhvatnije i šire sagledati i analizirati primena prilagođenih ekonometrijskih modela ARCH i GARCH na finansijskim tržištima zemalja u razvoju u posmatranim periodima.

Ključni izazov sa kojim se autor susreo prilikom realizacije istraživanja ogleda se u nemogućnosti dolaženja do aktuelnih i pouzdanih informacija o bitnim aspektima funkcionisanja finansijskih tržišta zemalja u razvoju i komparaciji dobijenih saznanja. To direktno znači da su se

podaci o kretanju vrednosti berzanskog indeksa pronalazili posebno na svakom posmatranom finansijskom tržištu. Podaci, odnosno vrednosti faktora od uticaja poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, strane direktne investicije i bruto domaći proizvod su se prikupljali sa javnih referentnih sajtova centralnih banaka i zavoda za statistiku posmatranih finansijskih tržišta. U prikupljanju celokupnog uzorka, dnevne stope povrata berzanskog indeksa su računane na osnovu kretanja nominalnih vrednosti indeksa. Stopa inflacije, referentna kamatna stopa, kamatna stopa na državne obveznice i GDP su u uzorku iskazani u procentima, dok je vrednost stranih direktnih investicija iskazana nominalno u valuti (eur/usd). Celovitim pristupom istraživanju u disertaciji i metodološki usaglašenim konceptima ovaj izazov je uspešno prevaziđen.

Osnovni izazov sa kojim se susreću finansijska tržišta zemalja u razvoju je nepostojanje određenih jednoobraznih odnosno jedinstvenih baza podataka koje bi na jednom mestu obuhvatale značajan broj makroekonomskih informacija i pokazatelja i koje bi bile javno dostupne potencijalnim investitorima. Dinamične okolnosti na finansijskim tržištima zemalja u razvoju i različiti efekti implementacije testiranih prilagođenih ARCH i GARCH modela u svim periodima posmatranja (ceo period, predkrizni, krizni i postkrizni) su ukazale na fleksibilnost prilagođenih modela i mogućnost njihove primene u dinamičnim i visoko volatilnim tržišnim prilikama, a što upravo predstavlja jednu od ključnih karakteristika finansijskih tržišta zemalja u razvoju.

Glavni izazovi sa kojima se autor susreo u toku realizacije istraživanja u disertaciji proizilaze sa jedne strane iz specifičnosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju (Srbije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske), a sa druge strane specifičnosti koje karakteriše savremeni koncept aktivnosti investiranja. Prikupljanje pouzdanih podataka, njihovo analiziranje i puna implementacija testiranih prilagođenih ARCH i GARCH modela je u slučaju finansijskih tržišta zemalja različitog stepena razvoja (Srbije, Slovenije, Mađarske i Hrvatske) takođe predstavljalo poseban izazov. Prilikom izrade prilagođenih ARCH i GARCH modela koji su podrazumevali da faktori poput stope inflacije, referentne kamatne stope, kamatne stope na državne obveznice, strane direktne investicije i bruto domaći proizvod utiču na dnevne stope povrata berzanskih indeksa, autor se susreo sa izazovima stacionarnosti vremenskih serija, autokorelacije, heteroskedasnosti, *arch* efekta u vremenskim serijama, empirijske distribucije, teških repova, grupisanja volatilnost, zatim efektom poluge ili leveridža. Ipak, celovitim, studioznim i analitičnim pristupom istraživanja u disertaciji su se uspešno prevazišli ovi izazovi kao rezultat

do koga se došlo istraživanjem jeste signifikantan uticaj pretpostavljenih faktora od uticaja na dnevne stope povrata, kao i produkcija kvalitetnih, naučno potvrđenih i u praksi testiranih saznanja. Na taj način, pružen je konkretan doprinos kako znanju naučnog opusa u istraživačkoj oblasti, tako i praktičnoj primeni dobijenih saznanja.

8.2. Pravci daljih istraživanja

Ceneći saznanja do kojih se došlo istraživanjem realizovanim u disertaciji, otvaraju se alternative za dalja istraživanja u predmetnoj oblasti, i to:

- u domenu istraživanja dodatnih makroekonomskih faktora koji utiču na dnevne stope povrata berzanskih indeksa. Uključivanjem faktora poput političkih, strateških, kao i drugih bitnih okolnosti koje bi mogle uticati na tržišne preferencije investitora, postigla bi se dodatna širina istraživanja;
- da bi pravce budućeg istraživanja trebalo usmeriti na razvoj dodatnih unapređenih ekonometrijskih modela koji će imati za cilj izbegavanje potencijalnih negativnih uticaja volatilnosti na finansijskim tržištima zemalja u razvoju;
- da postoji značajan potencijal za proširivanja istraživanja u geografskom smislu. Povećanjem broja finansijskih tržišta, odnosno zemalja uključenih u istraživanje stekla bi se šira slika o kretanjima dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa i uticaju makroekonomskih faktora;
- da pored geografskog, postoji značajan potencijal za proširivanje istraživanja i u vremenskom smislu. Povećanje vremenskog horizonta istraživanja, odnosno definisanje vremenske serije na veći broj godina doprinelo bi potvrđivanju tvrdnji i činjenica o pokazanim uticajima na kretanje dnevnih stopa povrata berzanskih indeksa;
- pravci daljih istraživanja podrazumevaju i optimizaciju izračunavanja testiranih prilagođenih ARCH i GARCH modela sa posebnim akcentom na mogućnost adaptabilnosti korišćenih vremenskih intervala (broja dana), kako bi se omogućilo pravovremeno reagovanje na pojavu ekstremnih događaja. Na taj način bi se doprinelo verodostojnosti ocenjenih parametara, gde bi se usled neuključivanja ekstremnih događaja dobile pogrešne ocene rezultata modela. To bi omogućilo optimalniju upotrebu analiziranih finansijskih sredstava, uz istovremenirast efikasnosti finansijskih tržišta zemalja u razvoju.

U istraživanju realizovanim u disertaciji se analiziranjem razvoja i primene prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju omogućava kreiranje niza instrumenata i mera usmerenih u pravcu optimizacije odluka o investiranju. Istraživanje je omogućilo da se na sasvim novim osnovama, inovativnim pristupom i načinom analiziranja razvoja i primene prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, prikažu i analiziraju bitni elementi i principi funkcionisanja mogućnosti donošenja optimalnih odluka o investiranju na posmatranim tržištima. Ovim pristupom stvorene su realne pretpostavke za nastavak istraživanja u oblasti, pre svega u pravcu dalje implementacije prezentovanih ekonometrijskih prilagođenih ARCH i GARCH modela, kako bi se u narednom periodu nastavilo sa istraživanjima fokusiranim ka optimizaciji strategije investiranja, kao i maksimiziranju vrednosti za investitore, odnosno tržišne učesnike.

Pravci daljih istraživanja će biti usmereni na kontinuiranu analizu primene prilagođenih ARCH i GARCH modela na finansijskim tržištima zemalja u razvoju, uz vrednovanje efekata primene modela koji se u praksi implementiraju na ovim tržištima, a u cilju dolaženja do konkretnih, u praksi testiranih saznanja, o novim pravcima i trendovima u oblasti investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju.

LITERATURA

Knjige:

- 1) Alexander, C. (2008). *Market Risk Analysis I, Quantitative Methods in Finance*, New Jersey, John Wiley & Sons Inc.
- 2) Alexander, C. (2008). *Market Risk Analysis II, Practical Financial Econometrics*, New Jersey, John Wiley & Sons Inc.
- 3) Anđelić, G. i Đaković, V. (2017). *Osnove investicionog menadžmenta - drugo dopunjeno i izmenjeno izdanje*, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka.
- 4) Anđelić, G. (2006). *Investiranje: Monografija*, Novi Sad, Fakultet tehničkih nauka.
- 5) Andersen, T. G., Bollerslev, T. & Diebold, F. X. (2004). *Parametric and Nonparametric Measurements of Volatility*, in *Handbook of Financial Econometrics* (eds. Y. Aït-Sahalia and L.P. Hansen). Amsterdam: North-Holland.
- 6) Andersen, T. G., & Benzoni, L. (2008). *Realized volatility*, chapter prepared for the *Handbook of Financial Time Series*.
- 7) Arbia, G. (2006). *Spatial Econometrics*, Springer.
- 8) Barreto, H., & Howland, F. M. (2006). *Introductory econometrics*. Cambridge, New York.
- 9) Biljan-August M., Pivac S. i Štambuk A. (2009). *Uporaba statistike u ekonomiji*, Rijeka, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Rijeci.
- 10) Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. J. (2007). *Investments*, New York, McGraw Hill Inc.
- 11) Bollerslev, T., Engle, R. F., & Nelson, D. B. (1994). *ARCH models. Handbook of econometrics*, 4, 2959-3038.
- 12) Brooks, C. (2002). *Introductory Econometrics for Finance*, Cambridge, Cambridge University Press.
- 13) Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance, 2nd ed.* New York, Cambridge University Press.
- 14) Campbell, J. Y., Lo, A. W. & MacKinley, A. C. (1997). *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton, N. J.: Princeton University Press.
- 15) Campbell, J. Y., Lo, A. W., MacKinlay, A. C. (1997). *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton, Princeton University Press.

- 16) Chatfield, C. (2000). *Time Series Forecasting: University of Bath*, Chapman and Hall text in statistical science, London.
- 17) Dailami, M., & Atkin, M. (1990). *Stock markets in developing countries: key issues and a research agenda* (Vol. 515). World Bank Publications.
- 18) Dimson, E., Marsh, P., & Staunton, M. (2009). *Triumph of the optimists: 101 years of global investment returns*. Princeton University Press.
- 19) Dimson, E. (2005). Economic Growth and Equity Returns. *Global Investment Returns Yearbook*.
- 20) Dougherty, C. (2001). *Introduction of econometrics*, third edition, Oxford University Press.
- 21) Dugalić, V. & Štimac, M. (2005). *Osnove berzanskog poslovanja*, Stubovi kulture, Beograd.
- 22) Dželetović, M. (2006). *Finansijska tržišta*, Beograd.
- 23) Enders, W. (2004). *Applied Econometric Time Series*. N. J: John Wiley & Sons, Hoboken.
- 24) Erić, D., (1997). *Finansijska tržišta i instrumenti*, Beograd, Čigoja štampa.
- 25) Erić, D., (2003). *Finansijska tržišta i instrumenti*, 2. izmenjeno i dopunjeno izdanje, Beograd, Čigoja štampa.
- 26) Fabozzi, F. J., Focardi, S. M., Rachev, S. T., Jašić, T., Mittnik, S. (2007). *Financial Econometrics: From Basics to Advanced Modeling Techniques*, John Wiley and Sons.
- 27) Fabozzi, F.J., Modigliani, F. & Ferri, M.G., (1994). *Foundations of Financial Markets and Institutions*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- 28) Feldstein, M. (1983). *Inflation and the Stock Market* – chapter of the book: *Inflation, Tax Rules, and Capital Formation*, University of Chicago Press, p.p186 - 198), Chapter URL: <http://www.nber.org/chapters/c11335>
- 29) Fisher, I. (1930). *The Theory of Interest*, MacMillan, New York.
- 30) Friedman, M. (1970). *The Counter-Revolution in Monetary Theory*, IEA Occasional Paper, no. 33, Institute of Economic Affairs. First published by the Institute of Economic Affairs, London.
- 31) Gnjatović, M., Bjelić, P., Gajić, D., Bakić, & D., Popović, I., (2002). Svetska privreda u informatičkoj eri. *Institut za međunarodnu politiku i privredu*, Beograd.
- 32) Granger, C. W. J., Newbold, P. (1986). *Forecasting Economic Time Series*, Boston, Academic Press Inc.

- 33) Green, W., H. (2003). *Econometric analysis*, fifth edition, Prentice Hall.
- 34) Gujarati, N., D., Poreter, D. (2010). *Basic Econometrics*, International Edition, McGraw-Hill.
- 35) Hamilton, J. D. (1994). *Time Series Analysis*, New Jersey, Princeton University Press.
- 36) Hegstrom, R. G. (2006). *Voren Bafet za sva vremena: principi stari, ekonomija nova*, Plato, Beograd.
- 37) Houthakker, H., Williamson P. J., (1996). *The Economics of Financial Markets*, Oxford, Oxford University Press.
- 38) Jeremić, Z. (2012). *Finansijska tržišta i finansijski posrednici*, Univerzitet Singidunum.
- 39) Jovičić, M. (2011). *Ekonometrijski metodi i modeli*, Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta.
- 40) Kmenta, J. (1997). *Počela ekonometrije*, Mate, Zagreb.
- 41) Kovačić, T. (1995). *Analiza vremenskih serija*, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet.
- 42) Demirgüç-Kunt, A., & Levine, R. (Eds.). (2004). *Financial structure and economic growth: A cross-country comparison of banks, markets, and development*. MIT press.
- 43) Lewis, E. (1973). *Methods of Statistical Analysis in Economics and Business*, Boston, Houghton Mifflin Company.
- 44) Mankiw, G., Taylor, M. (2006). *Economics*, Thomson Learning.
- 45) Markowitz, H. M., Todd P. (2000). *Mean-Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets*, New Jersey, John Wiley & Sons Inc.
- 46) Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio Selection – Efficient Diversification of Investments*, New Jersey, John Wiley & Sons Inc.
- 47) Mishkin, F. S., Eakins, S. G. (2005). *Finansijska tržišta i institucije*, Mate, Zagreb.
- 48) Mishkin, F. S., (2006). *Monetarna ekonomija, bankarstvo i finansijska tržišta*, Data status, Beograd
- 49) Mladenović, Z., Petrović, P. (2011). *Uvod u ekonometriju*, V izdanje, Beograd, Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta.
- 50) Mladenović, Z., Nojković, A. (2015). *Primenjena analiza vremenskih serija*, Drugo izdanje, Beograd, Ekonomski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- 51) Mladenović, Z., Nojković, A. (2008). *Analiza vremenskih serija: primeri iz srpske privrede*, Beograd, Ekonomski fakultet, 28.

- 52) Penezić, N. (2010). *Preduzetništvo: savremeni pristup*, Akademska knjiga.
- 53) Penezić, N. (2005). *Ekonomika preduzeća*, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- 54) Penezić, N. (2009). *Ekonomika preduzeća sa osnovama mikroekonomije*, Fakultet poslovne ekonomije, Univerzitet Edukons, Sremska Kamenica.
- 55) Rachev, S. T., Menn, C., Fabozzi, F. J. (2005). *Fat-Tailed and Skewed Asset Return Distributions - Implications for Risk Management, Portfolio Selection, and Option Pricing*, New Jersey, John Wiley & Sons Inc.
- 56) Rakita, B. (2006). *Međunarodni biznis i menadžment*, Beograd, Ekonomski fakultet.
- 57) Ruey, S. Tsay (2010). *Analysis of Financial Time Series - Third Edition*, The University of Chicago Booth School of Business Chicago, IL, John Wiley & Sons Inc.
- 58) Ruppert, D. (2010). *Statistics and Data Analysis for Financial Engineering*, Springer.
- 59) Samuelson P.A. (2000). *Economics*, XXIV , McGraw-Hill.
- 60) Schwager, J. D. (1995). *Fundamental Analysis*, Schwager on Future, John Wiley & Sons Inc.
- 61) Schwartz, R., Francioni, R. (2004). *Equity Markets in Action - The Fundamentals of Liquidity, Market Structure & Trading*, John Wiley & Sons.
- 62) Shim, J.K., Siegel, J.G. (1988). *Handbook of Financial Analysis, Forecasting and Modeling.*, Prentice Hall Inc.
- 63) Taylor S. (1986). *Modelling Financial Time Series*, Chichester, John Wiley & Sons Ltd.
- 64) Tsay, R.S. (2010). *Analysis of Financial Time Series*. A John Wiley & sons, inc., publication
- 65) Unković, M. (2005). *Savremena međunarodna trgovina*. Beogradska knjiga.
- 66) Unković, M., Milosavljević, M., & Stanišić, N. (2010). *Savremeno berzansko i elektronsko poslovanje*. Univerzitet Singidunum.
- 67) Vidaković S. (2001). *Analiza poslovanja preduzeća u tržišnoj privredi*, Novi Sad, Fakultet za uslužni biznis.
- 68) Vidaković S. (2007). *Finansijski Due Diligence*, Novi Sad, Fakultet za uslužni biznis.
- 69) Wang, P. (2009). *Financial Econometrics*, Second edition, Routledge Taylor and Francis Group London-NewYork.

- 70) Žižić, M, Lovrić, M, Pavličić, D. (2005). *Metodi statističke analize*, Beograd, Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet.

Naučno-istraživački radovi:

- 1) Adam, A. M. & Tweneboah, G., (2008). Do macroeconomic variables play any role in the stock market movement in Ghana? *MPRA Paper*, preuzeto 25. septembra 2016. sa
<http://mpa.ub.uni-muenchen.de/9301/>.
- 2) Adarov, A. & Tchaidadze, R. (2011). Development of Financial Markets in Central Europe: the Case of the CE4 Countries, *IMF Working Paper*, IMF.
- 3) Adjaoute, K., Bruand, M. & Gibson-Asner, R. (1998). Forecasting stock market volatility: does history matter?, *European Financial Management*, 4(3), 293-319.
- 4) Aït-Sahalia, Y., & Mancini, L. (2008). Out of sample forecasts of quadratic variation. *Journal of Econometrics*, 147(1), 17-33.
- 5) Ait-Sahalia, Y., Mykland, P. A., & Zhang, L. (2006). Comment of “Realized variance and market microstructure noise” by Peter Hansen and Asger Lunde, *Journal Business Econometrics Statistics*, 24, 162-167.
- 6) Zhang, L., Mykland, P. A., & Aït-Sahalia, Y. (2005). A tale of two time scales: Determining integrated volatility with noisy high-frequency data. *Journal of the American Statistical Association*, 100(472), 1394-1411.
- 7) Akgiray, V. (1989). Conditional heteroskedasticity in time series of stock returns: Evidence and forecasts, *Journal of Business*, 62, 55-80.
- 8) Alizadeh, S., Brandt, M. W., & Diebold, F. X. (2002). Range-based estimation of stochastic volatility models. *The Journal of Finance*, 57(3), 1047-1091.
- 9) Alexander, C. O. (2000). A primer on the Orthogonal GARCH model, preuzeto 15 marta 2016. sa
<http://www.ismacentre.rdg.ac.uk/pdf/orthogonal.pdf>.
- 10) Amos, C. (2010). *Time Series Modelling with Application to South African Inflation Data*, A thesis submitted to University of Kwazulu Natal for the degree of Masters of Science in Statistics.
- 11) Anđelić, G. (2005). Dalje perspektive razvoja finansijskog tržišta u Republici Srbiji, *Ekonomist*, časopis ekonomista Srbije i Crne Gore, Beograd, Savez ekonomista Jugoslavije, vol. 58, no. 2, str. 7-14.

- 12) Anđelić, G., Đaković, V. i Radišić, S. (2010). Application of VaR in emerging markets: A case of selected Central and Eastern European Countries, *African Journal of Business Management*, vol. 4, no. 17, p.p. 3666-3680.
- 13) Anđelić, G. B., Đakovic, V. D. i Sujic, M. M. (2012). An empirical evaluation of Value-at-Risk: The case of the Belgrade Stock Exchange index – BELEX15. *Industrija*, 40(1), 39-60.
- 14) Andersen, T. G. & Bollerslev, T. (1998). Answering the skeptics: Yes, standard volatility models do provide accurate forecasts, *International Economic Review*, 39(4), 885-905.
- 15) Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F. X., & Ebens, H. (2001). The distribution of realized stock return volatility. *Journal of financial economics*, 61(1), 43-76.
- 16) Andersen, T. G., Bollerslev, T. & Diebold, F. X. (2007). Roughing it up: including jump components in measuring, modeling and forecasting asset return volatility, *Review of Economics and Statistics*, 89(4), 701-720.
- 17) Andersen, T. G., Bollerslev, T. & Lange, S. (1999). Forecasting financial market volatility: Sample frequency vis-à-vis forecast horizon, *Journal of Empirical Finance*, 6(5), 457-477.
- 18) Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F. X., Cristoffersen, F., P. (2005). Volatility Forecasting, *NBER Working Papers* 11188, National Bureau of Economic Research, Inc.
- 19) Andersen, T. G., Bollerslev, T., Frederiksen, P. H., & Nielsen, M. Ø. (2006). Comment. *Journal of Business & Economic Statistics*, 24(2), 173-179.
- 20) Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F.X., and Clara V. (2007) Real-Time PriceDiscovery in Global Stock, Bond and Foreign Exchange Markets. *Journal of International Economics* 73, 251–77.
- 21) Anđelić, G. i Đakovic, V. (2012). Financial Market Co-Movement between Transition Economies: A Case Study of Serbia, Hungary, Croatia and Slovenia. *Acta Polytechnica Hungarica*, 9 (3), 115-134.
- 22) Assis, K., Amran, A., Remali, Y (2006). Forecasting Cocoa Bean Prices Using Univariate Time Series Models, *Journal of Arts Science and Commerce* ISSN 2229 - 4686. preuzeto 15. septembra 2016. sa:
<http://digitalcommons.iwu.edu/uer/vol4/iss1/2>

- 23) Bai, X., Russell, J. R., & Tiao, G. C. (2003). Kurtosis of GARCH and stochastic volatility models with non-normal innovations. *Journal of Econometrics*, 114(2), 349-360.
- 24) Ball, L. M. (2006). Has globalization changed inflation? (No. w12687). National Bureau of Economic Research. Preuzeto 21. novembra 2016 sa sajta: <http://www.nber.org/papers/w12687.pdf>
- 25) Baillie, R. T., Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of econometrics*, 74(1), 3-30.
- 26) Bandi, F. M. & Russell, J. R. (2006). Separating market microstructure noise from volatility, *Journal of Financial Economics*, 79, 655–692.
- 27) Bandi, F. M., & Russell, J. R. (2005). Realized covariation, realized beta and microstructure noise. *Unpublished paper, Graduate School of Business, University of Chicago*.
- 28) Bandi, F. & Russell, J. R. (2007). Microstructure noise, realized volatility, and optimal sampling, *Review of Economic Studies*, 75(2), 339-369.
- 29) Barndorff-Nielsen, O. E. & Shephard, N. (2001). Non-Gaussian Ornstein Uhlenbeck based models and some of their uses in Financial Economics, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 63, 167-241.
- 30) Barndorff-Nielsen, O. E. & Shephard, N. (2002). Econometric analysis of realized volatility and its use in estimating stochastic volatility models, *Journal of the Royal Statistical Society, Series B*, 64, 253-280.
- 31) Barndorff-Nielsen, O. E., & Shephard, N. (2006). Econometrics of testing for jumps in financial economics using bipower variation. *Journal of financial Econometrics*, 4(1), 1-30.
- 32) Barndorff-Nielsen, O. E., & Shephard, N. (2005). How accurate is the asymptotic approximation to the distribution of realized variance. *Identification and inference for econometric models. A Festschrift in honour of TJ Rothenberg*, 306-311.
- 33) Barndorff-Nielsen, O. E. & Shephard, N. (2006). Impact of jumps on returns and realized variances: econometric analysis of time-deformed Levy processes, *Journal of Econometrics*, Elsevier, 131(1-2), 217-252.
- 34) Barndorff-Nielsen, O. E., & Shephard, N. (2006). Variation, jumps and high frequency data in financial econometrics. *Advanced in Economics and Econometrics. Theory and Applications*.

- 35) Barndorff-Nielsen, O. E., Hansen, P. R., Lunde, A., & Shephard, N. (2008). Designing realized kernels to measure the ex post variation of equity prices in the presence of noise. *Econometrica*, 76(6), 1481-1536.
- 36) Barndorff-Nielsen, O. E., Hansen, P. R., Lunde, A. i Shephard, N. (2008). Realised kernels in practice: trades and quotes, *Econometrics Journal*, 12(3), C1-C32.
- 37) Barucci, E. & Renò, R. (2002). On Measuring Volatility and the GARCH Forecasting Performance, *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 12(3), 183-200.
- 38) Batten, J. A., & Vo, X. V. (2009). An analysis of the relationship between foreign direct investment and economic growth. *Applied Economics*, 41(13), 1621-1641.
- 39) Bera, A. K. & Higgins, M. L. (1993). ARCH Models: Properties, Estimation and Testing, *Journal of Economic Surveys*, 7(4), 305-62.
- 40) Bernanke, B. S., & Kuttner, K. N. (2005). What explains the stock market's reaction to Federal Reserve policy?. *The Journal of finance*, 60(3), 1221-1257.
- 41) Berndt, E., Hall, B., Hall, R. & Hausmann, J. (1974). Estimation and Inference in Nonlinear Structural Models, *Annals of Economic and Social Measurement* 3, 653–665.
- 42) Biais, B., Glosten, L. i Spatt, C. (2005). Market microstructure: A survey of microfoundations, empirical results, and policy implications, *Journal of Financial Markets*, 8, 217–264.
- 43) Bjursell, J., Gentle, J. E. i Wang, G. H. K. (2009). Volatility and Jump Dynamics in U.S. Energy Futures approach. *Journal of Econometrics*, 144, 352-370.
- 44) Black, F. (1976). Studies of stock market volatility changes Proc. 1976, Meetings of the American Statistical Association, *Business and Economic Statistics Section*, 177–81.
- 45) Bogdan, Ž. (2009). *Utjecaj FDI-ja na gospodarski rast europskih tranzicijskih zemalja*, Serija članaka u nastajanju, online. Preuzeto 14. novembra 2016. sa: <http://web.efzg.hr/repec/pdf/Clanak%2009-06.pdf>
- 46) Bollerslev, T., & Melvin, M. (1994). Bid—ask spreads and volatility in the foreign exchange market: An empirical analysis. *Journal of International Economics*, 36(3), 355-372.
- 47) Bollerslev, T. (1986). Generalised Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics* 31, 307-327.

- 48) Bollerslev, T. (1987). A conditionally heteroskedastic time series model for speculative prices and rates of return, *Review of Economics and Statistics*, 69, 542–547.
- 49) Bollerslev, T. (2001). Financial econometrics: Past developments and future challenges. *Journal of econometrics*, 100(1), 41-51.
- 50) Bollerslev, T. (2009). *Glossary to ARCH (GARCH), CREATES and NBER*, Preuzeto 15. decembra 2016. sa:
http://public.econ.duke.edu/~boller/Papers/glossary_arch.pdf
- 51) Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Modeling and pricing long memory in stock market volatility. *Journal of econometrics*, 73(1), 151-184.
- 52) Bollerslev, T. G. & Wright, J. (2001). Volatility Forecasting, High-Frequency Data, and Frequency Domain Inference, *Review of Economics and Statistics*, 83, 596-602.
- 53) Bollerslev, T., Tauchen, G., & Zhou, H. (2009). Expected stock returns and variance risk premia. *The Review of Financial Studies*, 22(11), 4463-4492.
- 54) Bollerslev, T., Chou, R. Y. & Kroner, K. F. (1992). ARCH Modeling in Finance, *Journal of Econometrics*, 52, 5-59.
- 55) Bollerslev, T. and Wooldridge, J. M. (1992). Quasi-Maximum Likelihood Estimation and Inference in Dynamic Models with Time-Varying Covariances. *Econometric Reviews* 11(2):143-172.
- 56) Bougerol, P., & Picard, N. (1992). Stationarity of GARCH processes and of some nonnegative time series. *Journal of econometrics*, 52(1-2), 115-127.
- 57) Box, G., Jenkins G. & Reinsel, G. (1994). *Time Series Analysis, Forecasting and Control*. 3rded. Englewood Cliffs: Prentice Hall.
- 58) Božić, D., Todorović, T. (2009), Stock Exchange Operations Regarding Trade And Actualities From Belgrade Stock Exchange, *Škola biznisa: naučno-stručni časopis*, 80-92.
- 59) Brandt, M. W. & Jones, C. S. (2006). Volatility forecasting with range-based EGARCH models, *Journal of Business & Economic Statistics*, 24, 470-486.
- 60) Brooks, C. (1998). Predicting stock index volatility: can market volume help?, *Journal of Forecasting*, 17, 59-80.
- 61) Caballero, R. J. & Krishnamurthy, A. (2008). Collective risk management in a flight to quality episode, *The Journal of Finance*, 63(5), 2195-2230.
- 62) Burns, P. (2005). Multivariate GARCH with only univariate estimation. Preuzeto 16. maja 2016. sa:

<http://www.burns-stat.com/pages/Working/multgarchuni.pdf>.

- 63) Carnero, M. A., Peña, D. & Ruiz, E. (2004). Persistence and kurtosis in GARCH and stochastic volatility models, *Journal of Financial Econometrics*, 2, 319–342.
- 64) Chan, W. H. & Maheu, J. M. (2002). Conditional Jump Dynamics in Stock Market Returns, *Journal of Business and Economic Statistics*, 20, 377-389.
- 65) Chong, C. W., Chun, L. S., & Ahmad, M. I. (2002). Modeling the volatility of currency exchange rate using GARCH model. *Petranka Journal of Social Science & Humanities*, 10 (2), 85-95.
- 66) Chou, R. Y. (1988). Volatility persistence and stock valuations: some empirical evidence using GARCH, *Journal of Applied Econometrics* 3, 279–94.
- 67) Chou, R.Y., Lin, J. L. & Wu, C. S. (1999). Modeling the Taiwan stock market and international linkages, *Pacific Economic Review*, 4, 305–320.
- 68) Chousa, J. P., Tamazian, A., & Vadlamannati, K. C. (2008). Does Growth & Quality of Capital Markets drive Foreign Capital? The case of Cross-border Mergers & Acquisitions from leading Emerging Economies (No. 2008/5). *Discussion Paper, Turkish Economic Association*.
- 69) Christensen, K., & Podolskij, M. (2006). Range-based estimation of quadratic variation (No. 2006, 37). *Technical Report/Universität Dortmund, SFB 475 Komplexitätsreduktion in Multivariaten Datenstrukturen*.
- 70) Christie, A. A. (1982). The stochastic behavior of common stock variances: Value, leverage and interest rate effects. *Journal of financial Economics*, 10(4), 407-432.
- 71) Cojocaru, L., Falaris, E. M., Hoffman, S. D., & Miller, J. B. (2016). Financial system development and economic growth in transition economies: New empirical evidence from the CEE and CIS countries. *Emerging Markets Finance and Trade*, 52(1), 223-236.
- 72) Crotty, J. (2009). Structural causes of the global financial crisis: a critical assessment of the ‘new financial architecture’. *Cambridge journal of economics*, 33(4), 563-580.
- 73) Crotty, J., & Epstein, G. (2008). *Proposals for effectively regulating the US financial system to avoid yet another meltdown* (No. 2008-15). Working Paper, University of Massachusetts, Department of Economics.
- 74) Đaković, V., Anđelić, G. (2008). Risk management in function of business growth and development at financial market, *XIV Međunarodna naučna konferencija Industrijski sistemi-IS '08*, Novi Sad, 2-3. oktobar 2008., Univerzitet u Novom Sadu,

- Fakultet tehničkih nauka, Departman za industrijsko inženjerstvo i menadžment, str. 659-662.
- 75) Đaković, V. Đ., Anđelić, G. B. i Ljumović, I. L. (2014). Parametric and nonparametric VaR daily returns estimation, *Industrija*, 42(4), 43-54.
- 76) De Santis, R. A. and Ehling, P. (2007). *Do international portfolio investors follow firms' foreign investment decisions?*, ECB Working Paper Series, preuzeto 25. juna 2016. sa:
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/153249/1/ecbwp0815.pdf>
- 77) Ding, Z., & Granger, C. W. (1996). Modeling volatility persistence of speculative returns: a new approach. *Journal of econometrics*, 73(1), 185-215.
- 78) Dobrev, D. (2007). Capturing volatility from large price moves: generalized range theory and applications. *Manuscript, Department of Finance, Kellogg School, Northwestern University*.
- 79) Durbin, J.; Watson, G. S. (1950). "Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression, I". *Biometrika*. 37 (3-4): 409-428.
- 80) Durbin, J.; Watson, G. S. (1951). "Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression, II". *Biometrika*. 38 (1-2): 159-179.
- 81) Dželetović, M., Rakić, S. i Andrejević, A. (2008). Interdependence of Development of Financial Markets and Efficiency of Monetary-Credit Instrumentarium, *Financial Systems Integration of Balkan Countries in the European Financial System*, 55.
- 82) Dželetović, M. i Rakić, (2009). Efikasnost finansijskog tržišta – Preduslov optimalne alokacije finansijskih resursa, *Poslovna ekonomija*, Sremska Kamenica, Univerzitet Educons, vol.4, no.1, 107-116.
- 83) Égert, B., & Kočenda, E. (2007). Interdependence between Eastern and Western European stock markets: Evidence from intraday data. *Economic Systems*, 31(2), 184-203.
- 84) Mezrich, J., & Engle, R. F. (1996). GARCH for groups. *Risk*, 9(8), 36-40.
- 85) Engel, C. and Hamilton, J. D. (1990) Long Swings in the Dollar: Are they in the Data and Do Markets Know It?, *American Economic Review* 80(4), 689-713.
- 86) Engle, R. F., & Ng, V. K. (1993). Measuring and testing the impact of news on volatility. *The journal of finance*, 48(5), 1749-1778.
- 87) Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 987-1007.

- 88) Engle, R. (2001). GARCH 101: The use of ARCH/GARCH models in applied econometrics. *The Journal of Economic Perspectives*, 15(4), 157-168.
- 89) Engle, R. (2002). Dynamic conditional correlation: A simple class of multivariate generalized autoregressive conditional heteroskedasticity models. *Journal of Business & Economic Statistics*, 20(3), 339-350.
- 90) Engle, R. F. (2002). New Frontiers for ARCH Models, *Journal of Applied Econometrics* 17, 425–446.
- 91) Engle, R. F., & Manganelli, S. (2004). CAViaR: Conditional autoregressive value at risk by regression quantiles. *Journal of Business & Economic Statistics*, 22(4), 367-381.
- 92) Engle, R. F. & Gallo, G. M. (2006). A multiple indicators model for volatility using intradaily data, *Journal of Econometrics*, 131, 3-27.
- 93) Engle, R. F. & Patton, A. J. (2001). What good is a volatility model?, *Quantitative Finance*, 1, 237-45.
- 94) Engle, R. F., & Sheppard, K. (2001). Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation multivariate GARCH (No. w8554). *National Bureau of Economic Research*.
- 95) Engle, R. F., & Bollerslev, T. (1986). Modelling the persistence of conditional variances. *Econometric reviews*, 5(1), 1-50.
- 96) Erić, D., B Andjelic, G., & Redžepagić, S. (2009). Application of MACD and RVI indicators as functions of investment strategy optimization on the financial market., *Journal of Economics and Business*, vol. 27, no. 1, Rijeka, 171-196.
- 97) Errunza, V. R. (1983). Emerging markets: a new opportunity for improving global portfolio performance. *Financial Analysts Journal*, 39(5), 51-58.
- 98) Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. *The journal of Business*, 38(1), 34-105.
- 99) Fifield, S. G., Power, D. M., & Donald Sinclair, C. (2005). An analysis of trading strategies in eleven European stock markets. *The European Journal of Finance*, 11(6), 531-548.
- 100) Fisher, L. (1966). Some new stock market indexes, *Journal of Business*, Vol. 39, Issue 1, 191-225.
- 101) Figlewski, S. (1994). Forecasting volatility using historical data., *Working Paper*, NYU Stern School of Business, preuzeto 17. maja 2016. sa [http:// archive.nyu.edu/bitstream/2451/27246/2/wpa94032.pdf](http://archive.nyu.edu/bitstream/2451/27246/2/wpa94032.pdf).

- 102) Fong, W. M., & Chng, P. L. (2000). On the rate of information absorption in the conditional variance of SES dual listed stocks. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 3(02), 205-217.
- 103) Forte, G., & Manera, M. (2002). *Forecasting volatility in European stock markets with non-linear GARCH models* (No. 98.2002). Nota di Lavoro, Fondazione Eni Enrico Mattei., preuzeto 15. marta 2016. sa
<https://www.econstor.eu/bitstream/10419/119703/1/NDL2002-098.pdf>
- 104) Jareño, F., & Negrut, L. (2016). US stock market and macroeconomic factors. *Journal of Applied Business Research*, 32(1), 325.
- 105) Franses, P. H., & Van Dijk, D. (1996). Forecasting stock market volatility using (non-linear) GARCH models. *Journal of Forecasting*, 15(3), 229-235.
- 106) Furse, D. C., Bond, P., Cliff, D., Goodhart, C., Houstoun, K., Lington, O., & Zigrand, J. P. (2012). The Future of Computer Trading in Financial Markets: An International Perspective. *Foresight, Government Office for Science, London, UK.*, preuzeto 25. maja 2017. sa
http://eprints.lse.ac.uk/62157/1/_lse.ac.uk_storage_LIBRARY_Secondary_libfile_shared_repository_Content_Goodhart%2C%20C_The%20future%20of%20computer%20trading%20in%20financial%20markets_Goodhart_%20the_future_of_computer_trading_in_financial_markets.pdf
- 107) Gallant, A. R, Hsu, C. & Tauchen, G. E. (1999). Using daily range data to calibrate volatility diffusions and extract the forward integrated variance, *Review of Economics and Statistics*, 81, 617-631.
- 108) Gallo, G. M. & Pacini, B. (1998). Early news is good news: the effects of market opening on market volatility, *Studies in Nonlinear Dynamics and Econometrics*, 2, 115–131.
- 109) Garcia, R. C., Contreras, J., Van Akkeren, M., & Garcia, J. B. C. (2005). A GARCH forecasting model to predict day-ahead electricity prices. *IEEE transactions on power systems*, 20(2), 867-874.
- 110) Garg, K. (2008). The effect of changes in the Federal Funds Rate on stock Markets: A sector-wise analysis. *Undergraduate Economic Review*, 4(1), 2.
- 111) Ghysels, E., & Sinko, A. (2011). Volatility forecasting and microstructure noise. *Journal of Econometrics*, 160(1), 257-271.
- 112) Ghysels, E., Harvey, A. C., & Renault, E. (1996). 5 Stochastic volatility. *Handbook of statistics*, 14, 119-191.

- 113) Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the relation between the expected value and the volatility of the nominal excess return on stocks. *The journal of finance*, 48(5), 1779-1801.
- 114) Goldstein, I., Razin, A., (2006). An information-based trade off between foreign direct investment and foreign portfolio investment, *Journal of International Economics*, vol. 70, issue 1, 271-295.
- 115) González, M. T., & Novales, A. (2009). Are volatility indices in international stock markets forward looking?. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales. Serie A. Matematicas*, 103(2), 339-352.
- 116) Gradojević, N., Đaković, V., & Anđelić, G. (2010). Random walk theory and exchange rate dynamics in transition economies. *Panoeconomicus*, 57(3), 303-320.
- 117) Hamilton, J. D. & Susmel, R. (1994). Autoregressive conditional heteroskedasticity and changes in regime, *Journal of Econometrics*, 64, 307–333.
- 118) Hamzagić, A., Anđelić, G., Đaković, V. (2010). Investicione aktivnosti i primena portfolio teorije, *Ekonomika*, Niš, Društvo ekonomista „Ekonomika”, Vol. 56, br. 2, 137-146.
- 119) Hansen, P. R., Huang, Z., & Shek, H. H. (2010). Realized GARCH: A complete model of returns and realized measures of volatility, mimeograph, Department of Economics., *Creates Research Papers 2010-13*, School of Economics and Management, University of Aarhus.
- 120) Hansen, Banulescu-Radu, D., P. R., Huang, Z., & Matei, M. (2017). Volatility during the financial crisis through the lens of high frequency data: a realized GARCH approach., *Working Paper*, Stanford University.
- 121) Hansen, P. R., & Lunde, A. (2005). A forecast comparison of volatility models: does anything beat a GARCH (1,1)?. *Journal of applied econometrics*, 20(7), 873-889.
- 122) Harvey, A. C. (1976). Estimating regression models with multiplicative heteroscedasticity. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 461-465.
- 123) He, C., & Teräsvirta, T. (1999). Properties of moments of a family of GARCH processes. *Journal of Econometrics*, 92(1), 173-192.
- 124) Chulia, H., & Torro, H. (2008). The economic value of volatility transmission between the stock and bond markets. *Journal of Futures Markets*, 28(11), 1066-1094.
- 125) Hillebrand, E., & Medeiros, M. C. (2008). Chapter 8 Estimating and Forecasting GARCH Models in the Presence of Structural Breaks and Regime Switches.

- In *Forecasting in the Presence of Structural Breaks and Model Uncertainty* (p.p. 303-327). Emerald Group Publishing Limited.
- 126) Huang, X. & Tauchen, G. (2005). The relative contribution of jumps to total price variation, *Journal of Financial Econometrics*, 3, 456-499.
- 127) Husain, F. (1998). Seasonality in the Pakistani equity market: the Ramadhan effect, *Pakistan Development Review*, 37, 77–81.
- 128) Igogo, T. (2010). Real Exchange Rate Volatility and International Trade flows in Tanzania. *Unpublished Master's Thesis*. University of Dar es Salaam.
- 129) Steeley, J. M. (2006). Volatility transmission between stock and bond markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 16(1), 71-86.
- 130) Jehovanes, A. (2007). Monetary and Inflation Dynamics: A Lag between Change in Money Supply and the Corresponding Inflation Responding in Tanzania, *Monetary and Financial Affairs, Department Bank of Tanzania, Dar Es Salaam*.
- 131) Jeremić, Z., Terzić, I., & Milojević, M. (2016). Value at risk estimation and validation in the Serbian capital market in the period 2005-2015. *Bankarstvo*, 45(1), 14-41.
- 132) Ješić, J. S., Penezić, N. D., & Malenković, N. Đ. (2014). Uloga triple-helix modela u razvoju regionalnog inovacionog sistema. *Poslovna ekonomija*, 8, 127-142.
- 133) Jiang, G. J., & Oomen, R. C. (2008). Testing for jumps when asset prices are observed with noise—a “swap variance” approach. *Journal of Econometrics*, 144(2), 352-370.
- 134) Jiang, G., Lo, I. & Verdelhan A. (2010). Information Shocks, Liquidity Shocks, Jumps and Price Discovery: Evidence from the U.S., Treasury Market, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 46 (02), 527-551.
- 135) Karanasos, M., Psaradakis, Z., & Sola, M. (2004). On the Autocorrelation Properties of Long-Memory GARCH Processes. *Journal of Time Series Analysis*, 25(2), 265-282.
- 136) Kim, S. & Rui, M. (1999). Price, volume and volatility spillovers among New York, Tokyo and London stock markets, *International Journal of Business*, 4, 41–61.
- 137) King, R. G., & Levine, R. (1993). Finance, entrepreneurship and growth. *Journal of Monetary economics*, 32(3), 513-542.
- 138) Klaasen, F. (2002). Improving GARCH volatility forecasts, *Empirical Economics*, 27, 363-394.

- 139) Kontonikas, A. (2004). Inflation and inflation uncertainty in the United Kingdom, evidence from GARCH modelling. *Economic modelling*, 21(3), 525-543.
- 140) Kroner, K. F. & Ng, V. K. (1998). Modeling asymmetric comovements of asset returns, *Review of Financial Studies*, 11, 817–844.
- 141) Lakić, S. (2009). Institutions Of The New Financial Architecture: Hedge Funds, *Montenegrin Journal of Economics*, 5(10), 95-109.
- 142) Lee, R. (1998). *What is an Exchange?: Automation, Management, and Regulation of Financial Markets*, OUP Oxford.
- 143) King, R. G., & Levine, R. (1993). Finance and growth: Schumpeter might be right. *The quarterly journal of economics*, 108(3), 717-737.
- 144) Levine, R. (1997). Financial development and economic growth: views and agenda. *Journal of economic literature*, 35(2), 688-726.
- 145) Levine, R. (2005). Finance and growth: theory and evidence. *Handbook of economic growth*, 1, 865-934.
- 146) Čihák, M., Demirgüç-Kunt, A., Feyen, E., & Levine, R. (2013). Financial development in 205 economies, 1960 to 2010 (No. w18946). *National Bureau of Economic Research*.
- 147) Levine, R., & Zervos, S. (1996). Stock market development and long-run growth. *The World Bank Economic Review*, 10(2), 323-339.
- 148) Ling, S., & McAleer, M. (2002). Necessary and sufficient moment conditions for the GARCH (r, s) and asymmetric power GARCH (r, s) models. *Econometric Theory*, 18(3), 722-729.
- 149) Lipsey, R. E., Feenstra, R. C., Hahn, C. H., & Hatsopoulos, G. N. (1999). The role of foreign direct investment in international capital flows. In *International capital flows* (p.p. 307-362). University of Chicago Press.
- 150) Madhavan, A. (2000). Market microstructure: a survey, *Journal of Financial Markets*, 3, 205–258.
- 151) Mgammal, M. H. H. (2012). The Effect of Inflation, Interest Rates and Exchange Rates on Stock Prices Comparative Study Among Two Gcc Countries. *International Journal of Finance and Accounting*, 1(6), 179-189.
- 152) Barakat, M. R., Elgazzar, S. H., & Hanafy, K. M. (2015). Impact of macroeconomic variables on stock markets: Evidence from emerging markets. *International Journal of Economics and Finance*, 8(1), 195.

- 153) Malmsten, H., & Teräsvirta, T. (2004). Stylized facts of financial time series and three popular models of volatility. *SSE/EFI Working Paper Series in Economics and Finance, Stockholm School of Economics*, 563.
- 154) Mandelbrot, B. B. (1997). The variation of certain speculative prices. In *Fractals and scaling in finance* (p.p. 371-418). Springer, New York, NY.
- 155) Markowitz, H. M. (1952). Portfolio Selection, *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1, 77-91.
- 156) Markowitz, H. M. (1991). *Foundations of Portfolio Theory*, *The Journal of Finance*, vol. 46, no. 2, 469-477.
- 157) Martens, M. (2002). Measuring and forecasting S&P 500 index-futures volatility using high frequency data, *Journal of Futures Market*, 22, 497-518.
- 158) Mecagni, M. M., & Sourial, M. S. (1999). *The Egyptian stock market: Efficiency tests and volatility effects*. International Monetary Fund. *Working Paper*: 99/48.
- 159) Meddahi, N. (2002). A theoretical comparison between integrated and realized volatilities, *Journal of Applied Econometrics*, 17, 479-508.
- 160) Mencinger, J. (2003). Does foreign direct investment always enhance economic growth?. *Kyklos*, 56(4), 491-508.
- 161) Merton, R. C. (1980). On estimating the expected return on the market: an exploratory investigation. *Journal of Financial Economics*, 8, 323-361.
- 162) Mikosch, T., & Starica, C. (2002). Long-range dependence effects and ARCH modeling. *Theory and applications of long-range dependence*, 439-459.
- 163) Mladenović, Z., Mladenović, P. (2006). Ocena parametara vrednosti pri riziku: ekonometrijska analiza i pristup teorije ekstremnih vrednosti, *Ekonomski anali*, vol. 51, no. 171, 32-73.
- 164) Mirjanić, B. B. i Branković, N. B. (2012). Modeliranje volatilnosti tržišnih indeksa akcija Beogradske berze: BELEX15 i BELEXline, *EMC, Review Časopis za ekonomiju*, 4(2).
- 165) Morgan, J. P. (1996). RiskMetrics™--Technical Document, Morgan Guaranty Trust Companies. *Inc. New York*.
- 166) Nelson, D. B. (1991). Conditional heteroskedasticity in asset returns: A new approach. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 347-370.
- 167) Niarchos, N., Tse, Y., Wu, C. & Young, A. (1999). International transmission of information: a study of the relationship between the U.S. and Greek stock markets, *Multinational Finance Journal*, 3, 19-40.

- 168) Nikolić, G. (2010). Uticaj depresijacije deviznog kursa i berzanskih tendencija na konkurentnost, Beograd, *Škola biznisa* broj 1/2010.
- 169) Nonnemberg, M. B., & de Mendonça, M. J. C. (2004). The determinants of foreign direct investment in developing countries. In *Anais do XXXII Encontro Nacional de Economia [Proceedings of the 32th Brazilian Economics Meeting]* (No. 061).
- 170) Patton, A. J. (2005). Volatility forecast evaluation and comparison using imperfect volatility proxies., *Research Paper Series*, no. 175, *Quantitative Finance Research Centre*, University of Technology, Sydney.
- 171) Perniaag, F. E., Nor, M., & Ekonomi, P. P. (2004). Modelling and Forecasting on the Malaysian Inflation Rates: An Application of GARCH Models, Bangi.
- 172) Robinson, P. M. (1991). Testing for strong serial correlation and dynamic conditional heteroskedasticity in multiple regression. *Journal of Econometrics*, 47(1), 67-84.
- 173) Robinson, P. M., & Henry, M. (1999). Long and short memory conditional heteroskedasticity in estimating the memory parameter of levels. *Econometric theory*, 15(3), 299-336.
- 174) Ross, S. (1992). *Stock market indices*, Chapter in *The New Palgrave Dictionary of Money and Finance*, The Macmillan Press, 582-588.
- 175) Schwert, G. W. (1989). Why does stock market volatility change over time?. *The journal of finance*, 44(5), 1115-1153.
- 176) Sellin, P. (2001). Monetary policy and the stock market: theory and empirical evidence. *Journal of economic surveys*, 15(4), 491-541.
- 177) Shah, A., & Thomas, S. (1998). Market microstructure considerations in index construction. *CBOT Research Symposium Proceedings*, Chicago Board of Trade, 173-193.
- 178) Shields, K. K. (1997). Threshold modelling of stock return volatility on Eastern European markets, *Economics of Planning*, 30, 107-125.
- 179) Sløk, M. T., & Christoffersen, M. P. F. (2000). Do asset prices in transition countries contain information about future economic activity? International Monetary Fund. (No. 0-103).
- 180) Šimurina, J. (2006). Influence of FDI on Growth in Central and Eastern Europe, *Greenwich University Press – Ekonomski fakultet Zagreb*.
- 181) Solomon, L. D., & Corso, L. (1990). The Impact of Technology on the Trading of Securities: The Emerging Global Market and the Implications for Regulation. *J. Marshall L. Rev.*, 24, 299.

- 182) Stoyanov, S. V., Rachev, S. T., Racheva-Yotova, B., & Fabozzi, F. J. (2011). Fat-tailed models for risk estimation. *The Journal of Portfolio Management*, 37(2), 107-117.
- 183) Štajner, S., Ivanišević, A., Katić, I., & Penezić, N. (2015). Comparative perspectives on the development of economic power in Serbia and countries in the region. *Poslovna ekonomija*, 9(1), 119-140.
- 184) Tadesse, S. (2002). Financial architecture and economic performance: international evidence, *Journal of financial intermediation*, 11(4), 429-454.
- 185) Tadesse, S. (2000). The information and monitoring role of capital markets: theory and international evidence. *University of South Carolina working paper*.
- 186) Tedić, M. (2011). *Autokorelacija i autlajeri u predviđanju vrednosti kursa*, Master rad, Novi Sad, Prirodno-matematički fakultet.
- 187) Trecartin, R., & Jbantova, M. (2011). Stock Exchange Maturity and GDP per capita. *Journal of Business & Economics Research (JBER)*, 1(11).
- 188) Cheng, T. C. (2012). On simultaneously identifying outliers and heteroscedasticity without specific form. *Computational Statistics & Data Analysis*, 56(7), 2258-2272.
- 189) Vidaković, N. S., Ljubojević, M., Petrović, D. (2013). Kvalitetno finansijsko izveštavanje - važna pretpostavka sigurnosti i poverenja u modernom društvu, *Poslovna ekonomija*, vol. 7, br. 2, 129-149.
- 190) Vidaković, S.V., Parnicki, P. P. (2013). Uloga računovodstvene profesije u realizaciji poslovnih ciljeva u zemljama u tranziciji, *Poslovna ekonomija*, vol. 7, br. 2, 9-39.
- 191) Wang, K. L., Fawson, C., Barrett, C. B., & McDonald, J. B. (2001). A flexible parametric GARCH model with an application to exchange rates. *Journal of Applied Econometrics*, 16(4), 521-536.
- 192) Yang, D. & Zhang, Q. (2000). Drift-independent volatility estimation based on high, low, open, and close prices, *Journal of Business*, 73, 477-491.
- 193) Yartey, C. A. (2008). The determinants of stock market development in emerging economies: Is South Africa different?. *IMF Working Paper*, 08/38, Washington DC: International Monetary Fund.
- 194) Zhang, L., Mykland, P. A. & Ait-Sahalia, Y. (2005). A tale of two time scales: determining integrated volatility with noisy high-frequency data, *Journal of the American Statistical Association*, 100, 1394-1411.
- 195) Zhou, B. (1996). High-frequency data and volatility in foreign exchange rates, *Journal of Business and Economic Statistics*, 14, 45-52.

Internet i ostali izvori:

- 1) Zakon o HoV, Službeni glasnik RS, br.47/ 2006
- 2) Objectives and Principles of Securities Regulation, International Organization of Securities Commissions
<https://www.iosco.org/library/pubdocs/pdf/IOSCOPD154.pdf>
- 3) Zakon o tržištu kapitala, *Sl. glasnik RS, br. 31/2011, 112/2015 i 108/2016*
- 4) Belgrade Stock Exchange, 2017. <http://www.belex.rs/>
- 5) Budapest Stock Exchange, 2016. <http://www.bse.hu/>
- 6) Central Bank of Croatia, <https://www.hnb.hr/>
- 7) Central Bank of Hungary, <https://www.mnb.hu>
- 8) Central Bank of Serbia, <http://www.nbs.rs/>
- 9) Central Bank of Slovenia, <https://www.bsi.si/>
- 10) EViews 8 User's Guide II, 2013,
<http://www.eviews.com/EViews8/EViews8/EViews%208%20Users%20Guide%20II.pdf>
- 11) European Central Bank, <https://www.ecb.europa.eu/>
- 12) FTSE 500 Index Stock Exchange,
<http://finance.yahoo.com/q/hp?s=^FTSE+Historical+Prices>
<http://siteresources.worldbank.org/DATASTATISTICS/>
- 13) Ljubljana Stock Exchange, 2016. <http://www.ljse.si/>
- 14) The Federal Reserve System, <http://www.federalreserve.gov/>
- 15) World Development Indicators database, World Bank, 2016.
- 16) Zagreb Stock Exchange, 2016. <http://www.zse.hr/>
- 17) Investor Bulletin, Interest rate risk —When Interest rates Go up, Prices of Fixed-rate Bonds Fall, The SEC's Office of Investor Education and Advocacy; Investor Bulletin-a, 2013, <https://www.sec.gov/files/ipo-investorbulletin.pdf>

IZJAVA KANDIDATA O AUTORSTVU DOKTORSKE DISERTACIJE

Potpisani ___Marko Milošević___, iz ___Novog Sada, ul. Petra Drapšina br.9 stan br. 52___(adresa)

IZJAVLJUJEM

da je doktorska disertacija pod naslovom

__”Razvoj i primena ARCH i GARCH modela u funkciji optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju”__

- rezultat mog sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ili u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova u zemlji i inostrantvu,
- da su rezultati istraživanja ispravno i akademski korektno navedeni, i
- da nisam tokom istraživanja i pisanja disertacije kršio/kršila tuđa autorska prava i koristio/koristila intelektualnu svojinu drugih lica kao svoju bez odobrenja.

U Sremskoj Kamenici,

___25.03.2018.___
datum



potpis kandidata

**IZJAVA KANDIDATA O ISTOVETNOSTI
ŠTAMPANE I ELEKTRONSKE VERZIJE DOKTORSKE DISERTACIJE**

Potpisani Marko Milošević, iz Novog Sada, ul. Petra Drapšina 9/52 (adresa)

IZJAVLJUJEM

da je štampana verzija moje doktorske disertacije pod naslovom

”Razvoj i primena ARCH i GARCH modela u funkciji optimizacije strategije investiranja
na finansijskim tržištima zemalja u razvoju”

identična elektronskoj verziji koju sam predao Univerzitetu Edukons.

Dozvoljavam da se objave moji lični podaci vezani za dobijanje akademskog zvanja doktora nauka, kao što su ime i prezime, godina i mesto rođenja, i datum odbrane rada. Ovi podaci se mogu objaviti u publikacijama Univerziteta Edukons ili na elektronskim portalima.

U Sremskoj Kamenici,

10.04.2018.
datum



potpis kandidata

IZJAVA KANDIDATA O KORIŠĆENJU DOKTORSKE DISERTACIJE

Potpisani Marko Milošević (ime i prezime) ovlašćujem Biblioteku Univerziteta Edukons da u Repozitorijum Univerziteta Edukons unese moju disertaciju pod naslovom

„Razvoj i primena ARCH i GARCH modela u funkciji optimizacije strategije investiranja na finansijskim tržištima zemalja u razvoju”

koja je moje autorsko delo.

Disertaciju sam sa svim priložima predao u elektronskoj formi pogodnoj za trajno arhiviranje. Moju doktorsku disertaciju pohranjenu u Repozitorijumu Univerziteta Edukons mogu da koriste svi koji poštuju odredbe sadržane u odabranom tipu licence Kreativne zajednice (Creative Commons, <http://creativecommons.org/>), za koju sam se odlučio (zaokružiti samo jednu opciju).

1. Autorstvo
2. Autorstvo – nekomercijalno
3. Autorstvo – nekomercijalno – bez prerade
4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima
5. Autorstvo – bez prerade
6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima

U Sremskoj Kamenici,



10.04.2018.
datum

potpis kandidata

Tipovi licence:

- 1. Autorstvo** – Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i njegove prerade, ako se na ispravan/određen način navede ime autora ili davaoca licence, čak i u komercijalne svrha. Ovo je licenca koja daje najviši stepen slobode u korišćenju dela.
- 2. Autorstvo – nekomercijalno.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i njegove prerade, ako se na ispravan/određen način navede ime autora ili davaoca licence, ali izvan komercijalne upotrebe dela-disertacije.
- 3. Autorstvo - nekomercijalno – bez prerade.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, ali bez njegove prerade, promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se na ispravan/određen način navede ime autora ili davaoca licence, ali bez komercijalne upotrebe dela-disertacije. Ovaj tip licence najviše ograničava prava korišćenja dela-disertacije.
- 4. Autorstvo – nekomercijalno – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i njegove prerade, ako se na ispravan/određen način navede ime autora ili davaoca licence, i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom, ali bez komercijalne upotrebe.
- 5. Autorstvo – bez prerade.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, ali bez njegove prerade, promena, preoblikovanja ili upotrebe dela u svom delu, ako se na ispravan/određen način navede ime autora ili davaoca licence, uz mogućnost komercijalne upotrebe dela-disertacije.
- 6. Autorstvo – deliti pod istim uslovima.** Dozvoljavate umnožavanje, distribuciju i javno saopštavanje dela, i njegove prerade, ako se na ispravan/određen način navede ime autora ili davaoca licence, i ako se prerada distribuira pod istom ili sličnom licencom. Ovaj tip licence dozvoljava komercijalnu upotrebu dela-disertacije i prerada iste. Slična je softverskim licencama, tj. licencama otvorenog tipa.