



Univerzitet Union u Beogradu
Beogradska bankarska akademija
Fakultet za bankarstvo, osiguranje i finansije

**Uticaj svetske ekonomske krize na
međunarodnu diversifikaciju investicionog
portfolija**

Edo M. Duran

Beograd, 2023



Univerzitet Union u Beogradu
Beogradska bankarska akademija
Fakultet za bankarstvo, osiguranje i finansije

**Uticaj svetske ekonomske krize na
međunarodnu diversifikaciju investicionog
portfolija**

Edo M. Duran

Beograd, 2023

Članovi komisije:

Profesor emeritus dr Hasan Hanić, predsednik komisije
Beogradska bankarska akademija –
Fakultet za bankarstvo, osiguranje i finansije
Univerzitet “Union” u Beogradu

Prof. dr Zoran Grubišić, mentor Beogradska
bankarska akademija – Fakultet za
bankarstvo, osiguranje i finansije
Univerzitet “Union” u Beogradu

Dr Aleksandar Zdravković, član komisije
Naučni saradnik
Institut ekonomskih nauka u Beogradu

Datum odbrane doktorske disertacije: _____, u Beogradu

Izjava zahvalnosti

Doktorska disertacija *Uticaj svetske ekonomske krize na međunarodnu diversifikaciju investicionog portfolija* urađena je na Beogradskoj bankarskoj akademiji, pod rukovodstvom mentora prof. dr Zorana Grubišića. Dugujem mu zahvalnost na ukazanom poverenju, posvećenosti, podršci kao i na savetima da ova disertacija dobije svoj konačan oblik.

Zahvaljujem se članovima komisije za ocenu i odbranu ove doktorske disertacije - profesoru emeritusu dr Hasanu Haniću i dr Aleksandru Zdravkoviću. Njihovi korisni saveti i primedbe bili su mi od neprocenjive vrednosti.

Posebnu zahvalnost dugujem profesoru emeritusu dr Hasanu Haniću, ne samo za izradu ove disertacije, već i za moj celokupni akademski i profesionalni razvoj. U njemu sam uvek imao osobu kojoj sam se mogao obratiti znajući da ću dobiti konkretne stručne savete, podršku i motivaciju za dalji rad. Profesore, veliko Vam hvala na svemu!

Takođe, zahvaljujem se svima koji su na bilo koji način doprineli da ova disertacija dobije svoj konačni oblik. Neizmernu zahvalnost dugujem svojoj porodici, devojci i prijateljima na razumevanju i podršci tokom izrade ove doktorske disertacije.

Edo Duran

Uticaj svetske ekonomske krize na međunarodnu diversifikaciju investicionog portfolija

Rezime

Rad se bavi transformacijom strategija investiranja sa pojavom moderne portfolio teorije (MPT), koju je predstavio Harry Markowitz. MPT nudi sistematski pristup razumevanju i upravljanju rizikom u investicionim portfeljima, podstičući investitore da unaprede svoje portfolije kombinovanjem imovine sa različitim karakteristikama rizika i prinosa. Dalja istraživanja su proširila primarni fokus MPT-a sa diverzifikacije nacionalnog portfolija na međunarodnu diverzifikaciju portfolija. Istraživanja međunarodne diversifikacije portfolija ističu da investitori mogu postići superiorni prinos na za dati nivo rizika diverzifikacijom svojih portfolija na međunarodnom nivou.

Ovaj rad takođe predstavlja empirijsko istraživanje prenosa finansijskih šokova i efekata prelivanja svetske ekonomske krize iz 2008. godine na tržišta kapitala u razvoju i tržišta roba, sa primarnim fokusom na plemenite metale. Studija koristi nedeljne podatke od 2006. do 2020. godine, obuhvatajući svetsku ekonomsku krizu iz 2008. godine, evropsku dužničku krizu i početak krize izazvane pandemijom COVID-19. Studija predstavlja rezultate modeliranja volatilnosti koristeći ARCH, GARCH i TGARCH procese.

Rezultati pokazuju da su tokom svetske ekonomske krize zabeleženi oštri porasti procenjene TGARCH volatilnosti i ostvarene tržišne volatilnosti. Slična povećanja zabeležena su tokom evropske dužničke krize i krize izazvane pandemijom COVID-19. Model DCC-GARCH pokazao je povećanje korelacije između posmatranih indeksa i S&P500 indeksa, posebno na tržištima u razvoju, potvrđujući prenos volatilnosti između tržišta, posebno u vremenima krize. Kada su u pitanju plemeniti metali, rezultati su donekle drugačiji. Tokom posmatranog perioda, zlato ima najnižu korelaciju sa S&P500, često prelazeći u negativne vrednosti, dok platina pokazuje najvišu prosečnu korelaciju sa S&P500 indeksom.

Ključne reči: Svetska ekonomska kriza, portfolio teorija, zemlje sa razvijenim tržištem kapitala, zemlje sa tržištem kapitala u razvoju

Naučna oblast: Ekonomija

Uža naučna oblast: Finansijska tržišta

Impact of global economic crisis on international diversification of investment portfolio

Summary

This paper delves into the transformation of investment strategies with the advent of Modern Portfolio Theory (MPT), presented by Harry Markowitz. MPT offers a systematic approach to comprehend and manage risk in investment portfolios, encouraging investors to enhance their portfolios by combining assets with diverse risk-return characteristics. Researchers have extended the MPT's primary focus on national portfolio diversification to international portfolio diversification. They argue that investors can achieve superior returns at a given risk level by diversifying their portfolios internationally.

This paper also presents an empirical investigation of the transmission of financial shocks and spillover effects of the 2008 global economic crisis on emerging capital markets and commodity markets, primarily focusing on precious metals. The study uses weekly data from 2006 to 2020, encompassing the 2008 global economic crisis, the European debt crisis, and the beginning of the COVID-19 pandemic crisis. The study presents volatility modelling results using ARCH, GARCH, and TGARCH processes.

During the global economic crisis, sharp increases in estimated TGARCH volatility and realized market volatility were observed. Similar increases were recorded during the European debt crisis and the COVID-19 pandemic crisis. The DCC-GARCH model showed an increase in correlation between the observed indices and the S&P500 index, particularly in emerging markets, confirming the transmission of volatility between markets, especially in crisis times. For commodities, the results are somewhat different. During the observed period, gold has the lowest correlation with the S&P500, often crossing into negative values, while platinum shows the highest average correlation with the S&P500 index.

Keywords: Global economic crisis, portfolio theory, countries with developed capital markets, countries with emerging capital markets

Scientific field: Economics

Scientific subfield: Financial markets

Sadržaj

Uvod.....	1
I Deo: Razvoj moderne portfolio teorije	9
1.1. Stope prinosa i rizika	11
1.1.1. Očekivani prinos i rizik	12
1.2. Teorijske postavke Markowitz-evog modela – problem selekcije investicionog portfolija	18
1.2.1. Averzija prema riziku	19
1.2.2. Korisnost investicije	19
1.2.3. Ostale pretpostavke Markowitz-evog modela	23
1.3. Optimalni portfolio	23
1.3.1. Raspodela sredstava na rizične i bezrizične	24
1.3.2. Linija alokacije kapitala	25
1.3.3. Rizici i efikasna diversifikacija.....	26
1.3.3.1. Rizik likvidnosti	27
1.3.3.2. Rizik zemlje	27
1.3.3.3. Sistemski i nesistemski rizik.....	28
1.3.4. Kreiranje optimalnog portfolija	29
1.4. Doprinis moderne portfolio teorije	33
1.4.1. Kritike moderne portfolio teorije	35
Deo II: Pregled relevantne teorijske i empirijske literature	40
2.1. Pregled radova na temu međunarodne diversifikacije investicionog portfolija	41
2.2. Pregled radova na temu nastanka svetske ekonomske krize 2008. godine	45
2.3. Pregled radova na temu povezanosti finansijskih tržišta i preliivanja finansijskih šokova iz zemalja sa razvijenim tržištem kapitala na zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju	50
2.3.1. Pregled radova koji ispituju međuzavisnost tržišta kapitala	50
2.3.2. Pregled radova koji ispituju uticaj finansijskih šokova na tržišta kapitala	57
2.4. Pregled relevantne literature na temu povezanosti tržišta plemenitih metala i tržišta kapitala	64
Deo III: Istraživačka metodologija	69
3.1. Specifičnosti analize vremenskih serija	69
3.2. Ciljevi analize vremenskih serija i različiti pristupi analizi	72
3.3. Model uopštene autoregresione uslovne heteroskedastičnosti (GARCH model)	73
3.3.1. Modifikacije GARCH modela	78
3.3.1.1. ARCH-M.....	78

3.3.1.2. T-GARCH	79
3.3.1.3. APARCH	80
3.3.1.4. DCC GARCH.....	80
3.3.2. Izgradnja GARCH modela	81
3.3.3. Značaj GARCH modela u dosadašnjim istraživanjima	84
3.4. Analiza reziduala	87
3.4.1. Test normalnosti reziduala – Žark-Bera test	87
3.4.2. Test autokorelisanosti reziduala.....	89
3.4.3. Testovi jediničnog korena (Unit Root Tests)	91
3.4.3.1. Diki-Fulerov (DF) test	91
3.4.3.2. KPSS test.....	94
Deo IV: Empirijski analiza i rezultati istraživanja prelivanja svetske ekonomske krize	96
4.1. Podaci	97
4.2. Preliminarna analiza podataka.....	100
4.2.1. Testovi jediničnog korena	110
4.2.2. Test heteroskedastičnosti – postojanja ARCH efekta	112
4.2.3. Testovi autokorelacije.....	113
4.2.4. Modeliranje volatilnosti: TGARCH	115
4.2.5. Testovi adekvatnosti modela	120
4.2.6. Formiranje DCC GARCH.....	126
4.3. Intraregionalno prelivanje finansijskih šokova	132
Deo V: Analiza povezanosti tržišta dobara i tržišta kapitala	138
5.1. Preliminarna analiza podataka.....	139
5.1.1. Test jediničnog korena.....	143
5.1.2. Test heteroskedasticnosti – postojanja ARCH efekta	144
5.1.3. Test Autorkorelacije.....	145
5.1.4. Modeliranje volatilnosti TGARCH	146
5.1.5. Test maksimalne verodostojnosti.....	148
5.1.6. DCC GARCH i matrica	149
Deo VI: Zaključna razmatranja	155
6.1. Zaključci i ograničenja ove disertacije	157
6.2. Preporuke za dalja istraživanja	160
Spisak literature	162

Spisak grafikona

<i>Grafikon 1: Normalna distribucija</i>	13
<i>Grafikon 2: Perfektno pozitivna korelacija</i>	16
<i>Grafikon 3: Perfektno negativna korelacija</i>	17
<i>Grafikon 4: Odsustvo korelacije</i>	17
<i>Grafikon 5: Funkcija marginalnog doprinosa investicije</i>	21
<i>Grafikon 6: Zahtevani prinos na investiciju</i>	22
<i>Grafikon 7: Krive indiferencije</i>	23
<i>Grafikon 8: Linija alokacije kapitala</i>	26
<i>Grafikon 9: Sistemska i nesistemska rizik</i>	28
<i>Grafikon 10: Kombinacija finansijskih instrumenata</i>	31
<i>Grafikon 11: Minimum varijansni set</i>	31
<i>Grafikon 12: Linije alokacije kapitala</i>	32
<i>Grafikon 13: Optimalni portfolio</i>	33
<i>Grafikon 14: Odnos nacionalne i međunarodne diversifikacije</i>	43
<i>Grafikon 15: Grupa grafikona kretanja vrednosti indeksa razvijenih tržišta kapitala</i>	103
<i>Grafikon 16: Grupa grafikona kretanja vrednosti indeksa zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju</i>	104
<i>Grafikon 17: Grupa grafikona kretanja prinosa indeksa razvijenih tržišta kapitala</i>	106
<i>Grafikon 18: Grupa grafikona kretanja prinosa indeksa zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju</i>	107
<i>Grafikon 19: Grupa grafikona koji prikazuju modeliranje volatilnosti indeksa razvijenih tržišta kapitala korišćenjem TGARCH modela</i>	117
<i>Grafikon 20: Grupa grafikona koji prikazuju modeliranje volatilnosti indeksa zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju korišćenjem TGARCH modela</i>	118
<i>Grafikon 21: Grupa grafikona DCC-GARCH – razvijena tržišta</i>	128
<i>Grafikon 22: Grupa grafikona DCC-GARCH – tržišta u nastajanju</i>	129
<i>Grafikon 23: Grupa grafikona DCC-GARCH u odnosu na BELEX15</i>	133
<i>Grafikon 24: Uporedni prikaz TGARCH regionalnih indeksa sa Belex15</i>	134
<i>Grafikon 25: Grupa grafikona koji prikazuju kretanje cena posmatranih roba</i>	141
<i>Grafikon 26: Grupa grafikona koja pokazuje kretanje volatilnost prinosa posmatranih roba</i>	142
<i>Grafikon 27: Grupa grafikona koji prikazuju modeliranje volatilnosti tržišta roba korišćenjem TGARCH modela</i>	147
<i>Grafikon 28: Grupa grafikona DCC-GRACH – robe i S&P</i>	150
<i>Grafikon 29: Korelacija GARCH</i>	152
<i>Grafikon 30: Korelacija prinosa</i>	152

Spisak tabela

Tabela 1: Analiza Scenarija	14
Tabela 2 Primena GARCH modela u istraživanjima volatilnosti indeksa (ograničena selekcija)	84
Tabela 3: Primena GARCH modela u istraživanjima volatilnosti roba (ograničena selekcija) ..	86
Tabela 4: Kritične vrednosti JB testa za uzorke različitog obima	88

Tabela 5: Deskriptivna statistika razvijenih tržišta kapitala i zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju u posmatranom periodu	102
Tabela 6: Korelacija indeksa u uzorku.....	109
Tabela 7: Test jediničnog korena DF i ADF	111
Tabela 8: Test jediničnog korena KPSS.....	111
Tabela 9: Postojanje ARCH efekta	112
Tabela 10: Testovi postojanja autokorelacije	114
Tabela 11: Test maksimalne verodostojnosti modela	121
Tabela 12: Test maksimalne verodostojnosti koeficijenata.....	123
Tabela 13: Autokorelacija standardizovanih reziduala TGARCH modela	125
Tabela 14: Matrica korelacije prinosa.....	131
Tabela 15: Matrica korelacije volatilnost TGARCH	131
Tabela 16: Deskriptivna statistika i JB test metala	140
Tabela 17: Korelacija metala u uzorku i S&P500	140
Tabela 18: DF i ADF test statistika roba.....	143
Tabela 19: KPSS statistika roba	143
Tabela 20: Postojanje ARCH efekta	144
Tabela 21: Autokorelacija u podacima – robe.....	145
Tabela 22: Testiranje modela metodom maksimalne verodostojnosti	148
Tabela 23: Autokorelacija standardizovanih reziduala TGARCH (GARCH) modela.....	148
Tabela 24: Matrica korelacije TGARCH	151
Tabela 25: Matrica korelacije prinosa.....	151

Spisak slika

<i>Slika 1: Kretanje referentne kamatne stope.....</i>	46
<i>Slika 2: Bum i propast tržišta nekretnina</i>	47
<i>Slika 3: Kretanje kolateralizovanih obaveza po osnovu duga CDO (Collateralised debt obligations).....</i>	48
<i>Slika 4: Volatilnost berzanskih indeksa londonske i njujorške berze u periodu od jula do oktobra 1987. godine</i>	52
<i>Slika 5: Povezanost bankarskog sektora.....</i>	58
<i>Slika 6: Prelivanje volatilnosti i prinosa sa identifikacijom kriznih događaja</i>	61
<i>Slika 7: Posmatrane zemlje.....</i>	97

Uvod

Investicija uključuje raspodelu sredstava ili drugih resursa u sadašnjem trenutku, u očekivanju generisanja budućih prinosa. Generalno gledano, postoje dve osnovne karakteristike investicija, a to su vreme i rizik. Žrtva se dešava u sadašnjosti i sigurna je, dok nagrada dolazi kasnije, ako do nje uopšte dođe, a veličina je neizvesna. U nekim slučajevima dominantan je element vreme (na primer u slučaju državnih obveznica), u drugim je rizik dominantan element (na primer, kupovne opcije na obične akcije) dok su u nekim slučajevima i element rizika i element vremena podjednako zastupljeni (na primer, u slučaju običnih akcija).

Potrebno je praviti razliku između investicija i štednje. Štednja se obično definiše kao odricanje od potrošnje, dok je investiranje ograničeno na stvarno ulaganje koje povećava bruto domaći proizvod u budućnosti. Međutim, potrebno je napraviti razliku između stvarnih ulaganja i finansijskih ulaganja. Stvarna ulaganja uobičajeno uključuju neku vrstu materijalne imovine, kao što su zgrade, mašinerija i oprema, dok finansijska ulaganja označavaju sporazume zabeležene na papiru, poput investicija u akcije ili obveznice. Ovaj rad se bavi investiranjem u specifične klasu aktive – vlasničke hartije od vrednosti i robe. Stoga se fokusira na okruženje i proces investiranja. Okruženje obuhvata vrste hartija od vrednosti koje postoje i gde i na koji način se njima trguje, dok proces investiranja predstavlja odluku investitora u koje hartije od vrednosti bi trebalo da investira, koji je obim investicije i kada bi investicije trebalo da se obave.

Kao što je napomenuto, tipični investicioni proces opisuje kako bi investitor trebalo da donosi odluke u vezi sa odlukom u koje tržišno dostupne hartije od vrednosti da investira, koliko opsežna bi investicija trebala da bude i kada bi investicije trebalo da se obavi. Pet koraka za donošenje ovih odluka formira osnovu investicionog procesa:

- Definisanje investicione politike
- Izvođenje analize hartija od vrednosti
- Konstrukcija portfolija
- Revidiranje portfolija

- Procena performansi portfolija

Inicijalni korak je definisanje investicione politike koja sumira ciljeve investitora i količinu novca koji je spreman da investira. S obzirom da svaka investicija nosi određeni rizik nije primereno da investitor postavi prost cilj kao što je: "Želim da zaradim mnogo novca". Ciljevi investiranja treba da budu izraženi u smislu kombinacije rizika i prinosa. Ovaj korak u investicionom procesu se završava identifikacijom klasa aktive koje će činiti sastavni deo investicionog portfolija.

Drugi korak u procesu investiranja je analiza pojedinačnih klasa aktiva unutar širokih grupa prethodno identifikovanih klasa aktive (na primer, analiza običnih akcija pojedinačnih kompanija iz farmaceutskog sektora). Jedan od osnovnih ciljeva sprovođenja ovakvih analiza jeste identifikacija onih hartija od vrednosti koje trenutno izgledaju potcenjene.

Postoji mnogo pristupa analizi hartija od vrednosti. Međutim, većina pristupa spada u jednu od dve kategorije. Prva kategorija poznata je kao tehnička analiza - analitičari koji koriste ovaj pristup za analizu sigurnosti poznati su kao tehničari ili tehnički analitičari. Druga kategorija poznata je kao fundamentalna analiza - oni koji je koriste poznati su kao fundamentalisti ili fundamentalni analitičari.

U najjednostavnijem obliku, tehnička analiza uključuje proučavanje cena na berzi u pokušaju predviđanja budućih kretanja cena vlasničkih hartija od vrednosti određene firme. Prvo se ispituju istorijske cene kako bi se identifikovali obrasci u kretanju cena. Zatim se analiziraju nedavne cene akcija kako bi se identifikovali novi trendovi ili obrasci koji su slični prošlim. Ova analiza se sprovodi u verovanju da se ovi trendovi ili obrasci ponavljaju. Stoga, identifikovanjem novog trenda ili obrasca, analitičar se nada da će tačno predvideti buduća kretanja cena za tu određenu akciju.

Za razliku od tehničke analize, fundamentalna analiza počinje tvrdnjom da je "istinska" (ili "intrinzična") vrednost svakog finansijskog sredstva jednaka sadašnjoj vrednosti svih novčanih tokova koje vlasnik sredstva očekuje da će primiti. Prema tome, fundamentalni analitičar akcija pokušava da prognozira vreme i veličinu ovih novčanih tokova, a zatim ih pretvara u ekvivalentnu sadašnju vrednost korišćenjem odgovarajuće diskontne stope. Kada analitičar odredi „fer“ vrednost akcije onda se ona poredi sa trenutnom tržišnom

vrednosti. Za akcije čija je tržišna vrednost niza od „fer“ vrednosti kaže se da su potcenjene, dok se za akcije čija je tržišna vrednost viša od „fer“ vrednosti kaže da su precenjene.

Treći korak se fokusira na proces konstruisanja finansijskog portfolija koji obuhvata identifikaciju pojedinačnih hartija od vrednosti u koje će investitor uložiti svoja sredstva ali i raspodelu (proporciju) sredstava na svaku od pojedinačnih hartija. Takvi izbori treba da budu napravljeni u skladu sa principima diversifikacije, o čemu će se detaljnije govoriti kasnije u ovom radu. Cilj diversifikacije je da se konstruiše portfolio koji će doneti maksimalni prinos uz zahtevani nivo rizika.

Četvrti korak je razmatranje revizije portfolija koji obuhvata ponovno prolaženje kroz prva tri koraka. Uobičajeni razlozi za reviziju portfolija su: promena ciljeva investitora, kupovina i prodaja hartija iz portfolija, značajne oscilacije u ceni hartija u portfoliju, itd.

Poslednji korak obuhvata merenje performansi portfolija. Merenje performansi portfolija ne uzima u obzir samo prinos koji je investitor ostvario već i rizik kojem je investitor bio izložen.

Uzimajući u obzir značajan rast tržišta kapitala (tržište kapitala 1970. je imalo vrednost ispod 1 trilion dolara, dok 2022. ukupna kapitalizacija tržišta kapitala iznosi blizu 100 triliona) investitorima se nudi sve više mogućnosti za odabir hartija od vrednosti koje potencijalno ulaze u sastav njihovog portfolija. Dodatno, globalizacija svetske ekonomije i sve veća integrisanost zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju u svetske novčane tokove iznedrila je nove mogućnosti za diversifikaciju investicionog portfolija.

Rastuća međuzavisnost svetskih ekonomija dovela je do integracije finansijskih tržišta. Nadalje, svetska trgovina i finansije jačaju kroz tehnološki razvoj, liberalizaciju trgovinskih politika i pojačanu podršku vlada sirom sveta. Pojačana međuzavisnost je dovela do prelivanja volatilnosti između svetskih finansijskih tržišta koja ima ozbiljne posledice po donosioce investicionih odluka.

Ova disertacija se fokusira na tržište Jugoistočne Evrope s obzirom na sve veći značaj koje ovo tržište ima u evropskim i svetskim ekonomskim tokovima kao i činjenici da i dalje spada u tržište kapitala u nastajanju.

Dodatno, u svetlu događaja poslednjih dvadeset godina (svetske ekonomske krize 2008. godine, dužničke krize u Evropi 2011. godine, geopolitičkih tenzija, itd.) investitori se sve češće okreću alternativnim načinima diversifikacije investicionog portfolija. U želji da zaštite svoje investicije od rizika, investitori se okreću investiranju u tržište dobara kao tržište koje može da doprinese boljim performansama investicionog portfolija.

S obzirom na aktuelnost i značaj teme, a polazeći od savremenih tokova u ovoj oblasti, predmet doktorske teze jeste istraživanje integrisanosti tržišta Jugoistočne Evrope u svetske finansijske tokove sa posebnim osvrtom na prelivanje svetske finansijske krize (nastale u SAD 2008. godine) na ekonomije Jugoistočne Evrope u cilju pružanja pomoći portfolio menadžerima u sagledavanju dodatnih aspekata vezanih za međunarodnu diversifikaciju investicionog portfolija. Empirijska analiza obuhvata istraživanje preliivanja volatilnosti između tržišta Jugoistočne Evrope i globalnih razvijenih tržišta kapitala kao i preliivanje volatilnosti unutar samog regiona. Takođe, disertacija se bavi ispitivanjem veze između tržišta kapitala i tržišta dobara (zlata, srebra, nafte, gasa, platine) kao alternativnog tržišta koje postaje sve prisutnije u investicionim portfolijima.

Imajući u vidu prethodno navedeno, disertacija ima sledeće ciljeve: (1) da ukaže na sve bitne aspekte nastanka moderne portfolio teorije i njene primene u praksi, (2) da ukaže na značaj moderne portfolio teorije u procesu međunarodne diversifikacije investicionog portfolija, (3) da korišćenjem adekvatnog ekonometrijskog pristupa ukaže na preliivanje krize iz zemalja sa razvijenim tržištem kapitala na zemalje sa tržištem kapitala u nastajanju, (4) da ukaže na razlike između kretanja berzanskih indeksa u kriznim, nasuprot mirnim vremenima, (5) da prikaže vezu između tržišta unutar Jugoistočne Evrope, (6) da prikaže vezu između tržišta kapitala i tržišta dobara.

U skladu sa definisanom temom i ciljem istraživanja, empirijska analiza u okviru doktorske teze ima za cilj da potvrdi sledeće istraživačke pretpostavke (hipoteze):

- H_1 : Postoji transmisija volatilnosti između razvijenih tržišta i tržišta Jugoistočne Evrope.
- H_2 : Transmisija volatilnosti između razvijenih tržišta i tržišta Jugoistočne Evrope je veća u kriznim vremenima u odnosu na stabilna vremena.
- H_3 : Postoji transmisija volatilnosti između tržišta roba i tržišta kapitala razvijenih zemalja.

- H4: Transmisija volatilnosti između tržišta roba i tržišta kapitala razvijenih zemalja je veća u kriznim vremenima u odnosu na stabilna vremena.

U skladu sa iznesenim hipotezama, teorijski doprinos disertacije biće ostvaren kroz sveobuhvatan pregled najznačajnijih radova iz oblasti nastanka i razvoja savremene teorije portfolija počev od Harry-a Markowitz-a, koji je 1952. godine predstavio članak "Portfolio selection" (što se smatra nastankom portfolio teorije), preko evolucije portfolio teorije u međunarodnu diversifikaciju investicionog portfolija, pa sve do najnovijih radova koji izučavaju pojam preliivanja finansijskih efekata iz ekonomija sa razvijenim tržištem kapitala na zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju. Sistematičan prikaz relevantne literature koja proučava period pre i nakon svetske ekonomske krize 2008. godine, kao i rezultati sprovedenog empirijskog istraživanja pružaju odgovor na sledeća važna istraživačka pitanja koja imaju za cilj da pomognu investitorima u donošenju odluka:

- Koliki je značaj moderne portfolio teorije u procesu međunarodne diversifikacije investicionog portfolija?
- Da li postoje razlike u korelaciji berzanskih indeksa u kriznim nasuprot mirnim vremenima?
- Da li tokom kriznih vremena dolazi do preliivanja volatilnosti iz zemalja sa razvijenim tržištem kapitala na zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju?
- Da li postoje preliivanja volatilnosti unutar klastera zemalja poput Jugoistočne Evrope?
- Da li postoji veza preliivanje volatilnosti između tržišta dobara i tržišta kapitala?

Sprovedeno istraživanje značajno je i sa aspekta praktične primene. Analiza preliivanja svetske ekonomske krize iz zemalja sa razvijenim tržištem kapitala na zemlje Jugoistočne Evrope, među koje spada i Republika Srbija, pomoći će investitorima u donošenju odluka prilikom internacionalne diversifikacije portfolija kroz sagledavanje benefita i rizika diversifikacije portfolija na pomenute zemlje. Dodatni doprinos će se ostvariti kroz sagledavanje doprinosa diversifikaciji portfolija kroz ulaganja u berzanske robe.

Uvažavajući prethodno navedeno, doktorska disertacija sadrži teorijski i empirijski pristup analizi moderne portfolio teorije, njenih implikacija na internacionalni

investicioni horizont, kao i uticaj svetske ekonomske krize na razvijena tržišta kapitala i tržišta kapitala u nastajanju.

Istraživanje koristi široku lepezu naučnih metoda i tehnika tipičnih za ekonomska i ekonometrijska istraživanja u oblasti portfolio teorije i međunarodnog tržišta kapitala.

U delu disertacije koji se odnosi na teorijski okvir i pregled literature koristi se metod analize sadržaja teorijsko-metodoloških i empirijskih studija koji obrađuju nastanak moderne portfolio teorije, razvoj međunarodne diversifikacije portfolija kao i uticaj finansijskih tokova na tržištima kapitala na globalne novčane tokove.

U delu disertacije koji se odnosi na teorijski okvir i pregled literature, korišćena je metoda analize sadržaja. Ovaj metod daje pregled teorijsko-metodoloških i empirijskih studija koje razmatraju nastanak moderne teorije portfolija, evoluciju međunarodne diversifikacije portfolija, kao i uticaj finansijskih tokova na tržištima kapitala na globalne novčane tokove.

Desk-research metod je primenjen u prikupljanju naučne građe, od samog nastanka portfolio teorije 1952. godine, do poslednjih istraživanja iz ove oblasti, sa specifičnim osvrtom na najznačajnije razvoj portfolio teorije, u kojima je zabeležen značajan napredak, kao i daljem globalnom razvoju osnovnih postavki modela koje uključuju i prelivanja volatilnosti iz razvijenih na nerazvijena tržišta kapitala.

Pored deskriptivne analize, koriste se deskriptivne statističke mere, mere proste i višestruke korelacione analize, analiza varijanse i druge statističke metode i tehnike koje predstavljaju analizu ekonomskog sadržaja. U radu su uključeni statistički testovi koji ispituju ispunjenost pretpostavki GARCH modela.

U empirijskom delu doktorske disertacije korišćeni su podaci o kretanju berzanskih indeksa koji se registruju na finansijskim tržištima. Za istraživanje volatilnosti primenjen je model uopštene autoregresione uslovne heteroskedastičnosti, GARCH (1,1) i TGARCH, dok se za praćenje dinamičke korelacije između posmatranih indeksa koristiti DCC-GARCH model.

Pored metoda analize, koji se dominantno koristi u ekonometrijskom istraživanju, u zaključnom delu disertacije koristi se i metod sinteze za tumačenje rezultata dobijenih primenom GARCH modela.

Nakon uvodnog dela disertacije, deo disertacije pod nazivom **Osnovi moderne portfolio teorije** predstavlja teorijske osnove na kojima se zasniva doktorska disertacija. U okviru prve tačke ovog poglavlja obrađuju se nastanak i teorijske postavke moderne portfolio teorije nastale 1952. godine - kada je Harry Markowitz predstavio svoj rad pod nazivom „Portfolio Selection“. Druga i treća tačka ovog poglavlja obrađuju osnovne elemente moderne portfolio teorije kao što su stope prinosa, rizik, premija za rizik i raspored verovatnoće. U fokusu četvrte tačke ovog poglavlja je raspodela sredstava na rizične i bezrizične. Poslednja tačka ovog poglavlja obrađuje pojam efikasne diversifikacije investicionog portfolija.

Deo rada pod nazivom **Pregled relevantne teorijske i empirijske literature** obuhvata analizu najznačajnijih radova čiji su se autori bavili daljom evolucijom moderne portfolio teorije počevši sa pregledom radova na temu međunarodne diversifikacije investicionog portfolija. Nakon pregleda kapitalnih dela, koja su teorijski osnov međunarodne diversifikacije investicionog portfolija, prelazi se na radove koji se bave nastankom svetske ekonomske krize i na radove u čijem je fokusu transmisija volatilnosti sa razvijenih tržišta kapitala na tržišta kapitala u nastajanju i na robna tržišta.

Deo rada pod nazivom **Istraživačka metodologija**, posvećen je koncipiranju relevantnog ekonometrijskog okvira analize vremenskih serija u cilju sticanja dubljeg uvida u specifičnosti analize vremenskih serija i problema koji se mogu javiti prilikom modeliranja. U okviru ovog dela, obrađene su karakteristike i ciljevi analize vremenskih serija, analiza vremenskih serija kroz testove normalnosti, heteroskedasticnosti, autokorelacije, stacionarnosti i postojanja ARCH efekta da bi se na kraju poglavlja prikazale opšte karakteristike modela uopštene autoregresione uslovne heteroskedasticnosti (GARCH), njegove modifikacije i primena u praksi.

Deo rada pod nazivom **Empirijska analiza i rezultati istraživanja preliivanja svetske ekonomske krize** predstavlja prvu istraživačku celinu rada i pomenute i obrađene teorijske koncepte sprovodi na podacima selektiranih berzanskih indeksa zemalja sa razvijenim tržištem kapitala i zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju u cilju testiranja

hipoteza 1. i 2. Sumarni prikaz rezultata pomenutog istraživanja i implikacije za investitore prikazani su na kraju ovog poglavlja.

Deo rada pod nazivom **Analiza povezanosti tržišta dobara i tržišta kapitala** predstavlja drugu istraživačku celinu i pomenute i obrađene teorijske koncepte sprovodi na podacima tržišta roba i indeksa S&P500 u cilju testiranja hipoteza 3. i 4. Sumarni prikaz rezultata pomenutog istraživanja i implikacije za investitore prikazani su na kraju ovog poglavlja.

U okviru poslednjeg dela rada pod nazivom **Zaključna razmatranja**, ukratko je sumiran ostvareni naučni doprinos, istraživački nalazi i ukazano je na mogućnosti daljih istraživanja na ovu temu.

I Deo: Razvoj moderne portfolio teorije

„Diversifikacija je uočljiva i razumna; pravilo ponašanja koje ne podrazumeva superiornost diversifikacije mora biti odbačeno i kao hipoteza i kao maksima“.

Markowitz, 1952.

Većina hartija od vrednosti koje su na raspolaganju investitorima širom sveta nose sa sobom određenu dozu rizika. S obzirom da je portfolio skup pojedinačnih hartija od vrednosti, bazični problem sa kojim se suočava svaki investitor je problem selekcije optimalnog portfolija u skupu različitih portfolija dostupnih na tržištu. Ovaj problem se često u literaturi naziva problem selekcija portfolija. Jedan od prvih istraživača koji je ponudio rešenje za ovaj problem je dobitnik Nobelove nagrade za ekonomiju Harry M. Markowitz, kada je 1952. godine predstavio svoj rad „Portfolio Selection“ koji se smatra začetkom moderne portfolio teorije.

Razvojne faze teorije upravljanja portfoliom se prema Živkoviću mogu podeliti u tri faze (Živković, 2005):

- 1) Prva faza trajala je od početka 20. veka do 1933. godine. Karakteriše je pristup upravljanju portfoliom koji je zasnovan na subjektivnim procenama i upitnim glasinama. Završetak velike ekonomske krize i donošenje Zakona o tržištu kapitala i Zakona o finansijskim instrumentima u USA označavaju kraj ove faze.
- 2) Druga faza trajala je od 1934. do 1952. godine. Radi se o fazi početka profesionalizma. Uvedena je stroža kontrola nad finansijskim izveštajima kompanija koje se kotiraju na berzi, a investitori počinju naučno pristupati analizi tih izveštaja i finansijskih instrumenata uopšte. Osnivaju se regulatorne institucije za nadzor tržišne konkurencije i poslovanja. Berza u New York-u (New York Stock Exchange - NYSE) postaje lider u postavljanju viših standarda poslovanja.

- 3) Treća faza traje od 1952. godine, kada je zapravo i objavljen Markowitzev antologijski članak koji je „preko noći“ stvorio modernu portfolio teoriju, do danas. Ova disertacija se bavi modernom portfolio teorijom i njenim implikacijama na diversifikaciju investicionog portfolija.

Pre nastanka moderne portfolio teorije, investitori su konstruisali portfolio birajući hartije od vrednosti koje nose najveće prinose, smatrajući da ova tehnika doprinosi kreiranju superiornih portfolija. Iako svesni postojanja rizika vezanih za njihova ulaganja, rizik kao element pri oceni performansi portfolija nije bio razmatran. U tom momentu, mere rizika nisu bile dovoljno razvijene, pa se sam koncept rizika nije ni razmatrao. Sa današnje tačke gledišta, možemo reci da je ovaj pristup bio pogrešan, jer cilj investitora ne bi trebao da bude samo maksimalni prinos, jer da je to jedini cilj, investitori bi alocirali sva svoja raspoloživa sredstva u hartije od vrednosti koje nose najviši prinos, bez obzira na rizik.

U kontrastu s prethodno navedenim dominantnim pristupom konstrukciji portfolija, savremena teorija portfolija autora Harija M. Markowitz-a uključuje koncept rizika u proces alociranja sredstava. Naime, Markowitz polazi od premise da investitor poseduje određenu sumu sredstava koje planira da investira u sadašnjem trenutku. Ovaj novac se investira na određeni vremenski period, holding period, odnosno period držanja hartija od vrednosti. Na kraju ovog perioda, investitor će prodati hartije od vrednosti i novac dobijen od prodaje iskoristiti na potrošnju, reinvestiranje ili oboje. Možemo da označimo period kupovine hartije od vrednosti sa $t=0$, a period prodaje sa $t=1$. At $t=0$ investitor mora da odluči u koje hartije od vrednosti da investira i drži do $t=1$.

Tokom procesa donošenja odluke u trenutku $t=0$, investitor mora biti svestan da su prinosi vrednosnih papira za planirani period zadržavanja neizvesni. Uvođenjem pojma neizvesnosti odnosno rizika, Markowitz navodi da, prilikom odabira investicija, investitor treba da razmotri očekivani prinos investicije i da investira u one hartije od vrednosti koje nose maksimalni prinos za dati nivo rizika. Markowitz navodi da racionalni investitor želi visoke prinose, ali i da ti prinosi budu sigurni koliko god je to moguće. S obzirom na navedeno, investitor se suočava sa dva na izgled suprotstavljena cilja, maksimizacije prinosa i minimizacije nesigurnosti, odnosno rizika, u periodu donošenja odluke o investiranju, $t=0$.

Jedan od prvih zaključaka koji proizilazi iz navedenog načina razmišljanja jeste da investitor treba da diversifikuje svoj portfolio na više hartija od vrednosti kako bi maksimizirao svoje šanse za ostvarivanje superiornih prinosa na investiciju uz dati nivo rizika.

Da bi dalje razradili sve elemente ovog pristupa potrebno je da razumeti osnovne postulate i pojmove koji čine ovu teoriju.

1.1. Stope prinosa i rizika¹

Bitan faktor uspeha investitora je brzina rasta njegovog ulaganja tokom određenog vremenskog razdoblja (perioda ulaganja). Celokupan povrat u periodu ulaganja (HPR - holding period return) postignut ulaganjem u akcije zavisi od porasta vrednosti akcije tokom perioda ulaganja, kao i od isplaćenih dividendi koje je ta akcija generisala. Stopa prinosa se određuje kao novčani dobitak u periodu ulaganja (porast vrednosti plus dividende) po jedinici uloženog novca.

$$HPR = \frac{\text{završna cena} - \text{početna cena} + \text{gotovinske dividende}}{\text{početna cena}}$$

Prinos u periodu ulaganja predstavlja jednostavan i jasan pokazatelj prinosa na investicije tokom određenog vremenskog perioda. Međutim, često je bitno poznavati prosečan prinos u dužim vremenskim razmacima kako bi se procenila uspešnost ulaganja ili uspešnost poslovanja nekog investicionog fonda.

Postoje različiti metodi za ocenu performansi, gde svaki od njih ima svoje prednosti i slabosti. To uključuje aritmetičku sredinu, geometrijsku sredinu i vrednosno-ponderisani prosečni prinos.

Aritmetička sredina kvartalnih prinosa predstavlja jednostavan zbir kvartalnih prinosa podeljen sa brojem kvartala. Budući da ova kalkulacija ne uzima u obzir ukamaćivanje, njen rezultat nije ekvivalentan prosečnoj stopi prinosa. Ipak, aritmetička sredina je

¹ Ovaj deo doktorske disertacije dominantno je preuziman iz sledećih izvora: Bodie, Kane i Marcus, 2009; Reilly, Brown, 2006; Šoškić, 2006; Sharpe, Alexander, Bailey, 1998)

korisna zato što predstavlja najefikasniji i najbrži način za prognoziranje performansi u budućim kvartalima, koristeći određeni uzorak prethodnih prinosa (tačnost prognoze zavisi od reprezentativnosti uzorka).

Geometrijska sredina kvartalnih prinosa jednaka je prinosu po jednom periodu koji bi imao isti zbirni rezultat kao niz ostvarenih prinosa (Bodie, Kane i Marcus, 2009). Ona se računa množenjem ostvarenih prinosa od perioda do perioda i izračunavanjem ekvivalentnog prinosa po jednom periodu.

Geometrijska sredina takođe se naziva vremenski ponderisani prosečni prinos zato što zanemaruje kvartalne varijacije u vrednosti aktive kojom se upravlja. Zapravo, investitor će imati veći kumulativni prinos ako se visoki prinosi ostvare u periodu kada je najviše novca investirano u fond, i obratno.

Prednost vremenski ponderisanog prinosa je u tome što se zanemaruju varijacije u novčanom iznosu kojim se upravlja i ocenjuju se samo performanse onoga ko upravlja aktivom. Još jedan razlog nalazimo u tome što investitori po svom nađenju povećavaju ili smanjuju iznose koje ulažu u fond tako da je potrebna mera koja će zanemariti te varijacije.

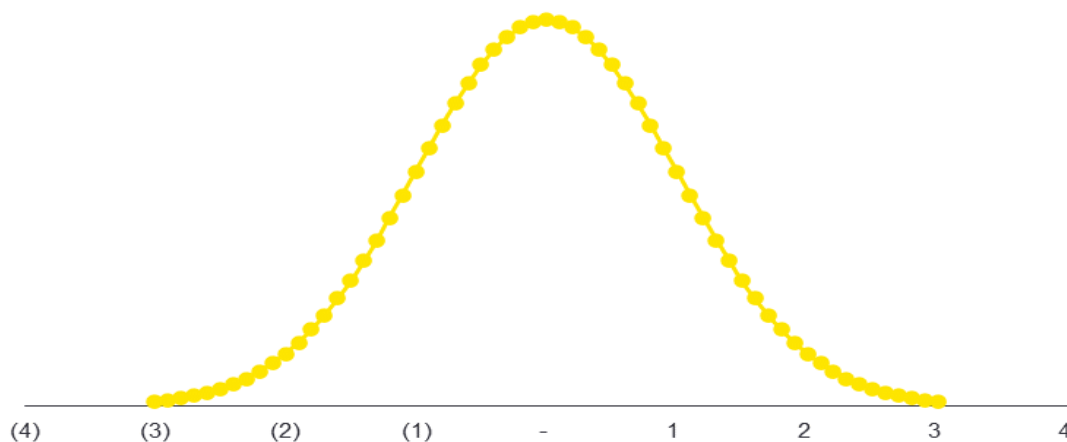
Vrednosno ponderisan prosečni prinos koristimo kada uzimamo u obzir kvartalne varijacije aktive kojom se upravlja, onda se gotovinski tokovi tretiraju kao problem kapitalnog budžetiranja (procene isplativosti investicionih projekata). Vrednosno ponderisan prosečni prinos je interna stopa prinosa. IRR je kamatna stopa koja izjednačava sadašnju vrednost gotovinskih tokova portfolija sa početnim troškom formiranja portfolija (Bodie, Kane i Marcus, 2009).

1.1.1. Očekivani prinosi i rizik

U procesu analize hartija od vrednosti, jedno od osnovnih pitanja koje se postavlja je koja je verovatnoća da će hartija od vrednosti imati odgovarajuću stopu prinosa u posmatranom investicionom periodu. Ukupna stopa prinosa može imati različite vrednosti zavisno od promene cene i isplaćenih dividendi. Ako znamo da za male cenovne opsege postoji veliki broj mogućih kotiranih cena i na to dodamo neizvesnost u pogledu isplate i veličine dividende, realno je pretpostaviti da postoji veliki broj mogućih stopa

prinosa. Kontinuirani prost raspored verovatnoće, zvonastog oblika (grafikon 1), najprikladniji je za opis rasporeda verovatnoće stope ukupnog prinosa na akciju. Kontinuirani raspored verovatnoće je raspored promenljive koja može uzeti bilo koju vrednost u odrađenom opsegu (Šoškić, 2006).

Grafikon 1: Normalna distribucija



Izvor: Autorski prikaz

Normalan raspored je simetričan oko svoje srednje vrednosti. Imajući u vidu da prinosi na hartije od vrednosti u dužem razdoblju ne predstavljaju samo prost zbir njihovih kratkoročnih prinosa već njihovo umnožavanje (prinos na prinos), normalan raspored za duže vremenske horizonte nije precizna procena rasporeda verovatnoće na prinose hartija od vrednosti. Uzimajući ovo u obzir, za duže vremenske horizonte više je prikladan log normalan raspored verovatnoće koji ekstremno visokim vrednostima daje više verovatnoće u odnosu na ekstremno niske vrednosti slučajne promenljive (Šoškić, 2006).

Za utvrđivanje rasporeda verovatnoće neophodno je odrediti dva parametra. Prvi parametar bi trebalo da objasni srednju vrednost, odnosno centralnu tendenciju skupa, dok bi drugi trebao da se odnosi na rizik, tj. odstupanje od centralne tendencije.

Najpogodniji pristup za rešavanje ovog problema je simulacija mogućih budućih događaja ili scenarija, te određivanje verovatnoće i prinosa za svaki od njih. Lista potencijalnih HPR-ova zajedno sa verovatnoćom njihovog ostvarenja naziva se raspodela (distribucija) verovatnoće za prinose u periodu ulaganja. Distribucija verovatnoće

omogućava procenu profita i rizika investiranja. Profit je očekivani prinos koji predstavlja srednju vrednost raspodele HPR-a i često se naziva prosečan prinos. Očekivani prinos nam pokazuje gde se nalazi centar raspodele verovatnoće slučajne promenljive (Bodie, Kane i Marcus, 2009).

U cilju izračunavanja očekivanog prinosa $E(r)$, scenarija ćemo označiti sa s , verovatnoću sa $p(s)$, a HPR u svakom scenariju sa $r(s)$.

Tabela 1: Analiza Scenarija

Scenario	P(s), verovatnoća	HPR, r(s)
Nagli uspon (1)	0,20	25%
Normalan rast (2)	0,60	15%
Recesija (3)	0,20	-10%

Izvor: Autorski prikaz

Formula:

$$E(r) = \sum_{s=1}^s p(s)r(s)$$

Primenom navedene formule i podataka iz tabele dobijen očekivani prinos od 12%.

$$E(r) = 0,20 * 25 + 0,6 * 15 + 0,2 * (-10) = 12$$

Jedan od doprinosa moderne portfolio teorije jeste uvođenje merenja rizika prilikom procene performansi portfolija. Korisna mera rizika trebalo bi na određeni način da uzme u obzir kako verovatnoće različitih mogućih nepovoljnih ishoda, tako i njihove povezane veličine. Umesto merenja verovatnoće različitih mogućih ishoda, mera rizika bi trebala na neki način da proceni stepen odstupanja stvarnog ishoda od očekivanog ishoda. Standardna devijacija je mera koja to postiže, s obzirom da predstavlja procenu verovatnog odstupanja stvarnog prinosa od očekivanog prinosa.

Može se činiti da bi bilo koja pojedinačna mera rizika pružila samo vrlo grub sažetak loših mogućnosti. Međutim, u uobičajenoj situaciji u kojoj se procenjuju izgledi portfolija, standardna devijacija može se pokazati kao veoma dobra mera stepena

neizvesnosti. Najjasniji primer nastaje kada se verovatnoća distribucije prinosa na portfoliju može približiti poznatoj zvonastoj krivulji poznatoj kao normalna distribucija. Ovo se često smatra verovatnom pretpostavkom za analizu prinosa na raznovrsnim portfolijima kada se period držanja koji se proučava relativno kratak (recimo, četvrtina ili manje) (Sharpe, Alexander, Bailey, 1998).

Standardna devijacija predstavlja kvadratni koren iz varijanse i pokazuje koliko vrednosti obeležaja u proseku odstupaju od srednje vrednosti.

Varijansa i standardna devijacija kao pokazatelji disperzije poseduju određene karakteristike. Ako postoji samo jedna moguća vrednost stope prinosa, tada ne postoji rizik i varijansa je jednaka nuli; ako rizik postoji, varijansa je veća od nule. Budući da varijansa kvadrira odstupanja od srednje vrednosti, ona pretvara pozitivna i negativna odstupanja u jednaka. Kvadriranje takođe pojačava značaj velikih odstupanja. Množenje odstupanja s pripadajućom verovatnoćom daje im težinsko učešće u formiranju varijanse. Stoga, vrednosti koje imaju nisku verovatnoću pojavljivanja imaju i mali uticaj na varijansu (Šoškić, 2006).

Da bi se predstavio rizik portfolija, prema Markowitz-evom modelu, potrebno je posmatrati rizik pojedinačne hartije od vrednosti, ali i međusobni odnos hartija od vrednosti u portfoliju. Međusobni odnos hartija u portfoliju se objašnjava preko kovarijanse i korelacije.

Kovarijansa predstavlja statističku meru odnosa između dve slučajne promenljive. Drugim rečima, kovarijansa je mera kako se dve slučajne promenljive, poput prinosa na vrednosne papire, "kolektivno pomeraju". Pozitivna vrednost kovarijanse ukazuje na to da se prinosi na vrednosnim papirima obično kreću u istom smeru; na primer, bolji od očekivanog prinos jednog vrednosnog papira verovatno će biti praćen boljim od očekivanog prinosa na drugom vrednosnom papiru. Negativna kovarijansa ukazuje na tendenciju da se prinosi na vrednosnim papirima međusobno poništavaju; na primer, bolji od očekivanog prinos jednog vrednosnog papira verovatno će biti praćen lošijim od očekivanog prinosa na drugom vrednosnom papiru. Relativno mala ili nulta vrednost kovarijanse ukazuje na to da ne postoji ili postoji veoma mala povezanost između prinosa za dve vrednosne papire (Reilly, Brown, 2006).

Tesno povezana sa kovarijansom je statistička mera poznata kao korelacija. U suštini, kovarijansa između dve slučajne promenljive jednaka je korelaciji između dve slučajne promenljive puta proizvod njihovih standardnih devijacija:

$$\sigma_{ij} = \rho_{ij}\sigma_i\sigma_j$$

Koeficijent korelacije prilagođava kovarijansu radi olakšanog poređenja sa odgovarajućim vrednostima za druge parove slučajnih promenljivih. Koeficijent korelacije se kreće između -1 i +1. Vrednost od -1 predstavlja potpuno negativnu korelaciju, a vrednost od +1 predstavlja potpuno pozitivnu korelaciju.

Većina slučajeva leži između tih dveju krajnjih vrednosti. Grafikon 2 prikazuje dijagram rasipanja za prinose hipotetičkih hartija od vrednosti kada je korelacija između ove dve hartije savršeno pozitivna. Kosa linija ukazuje da će kada jedna od dve hartije ima relativno visok prinos, to će biti slučaj i sa drugom hartijom. Slično tome, kada jedna od dve hartije ima relativno nizak prinos, to će biti slučaj i sa drugom hartijom.

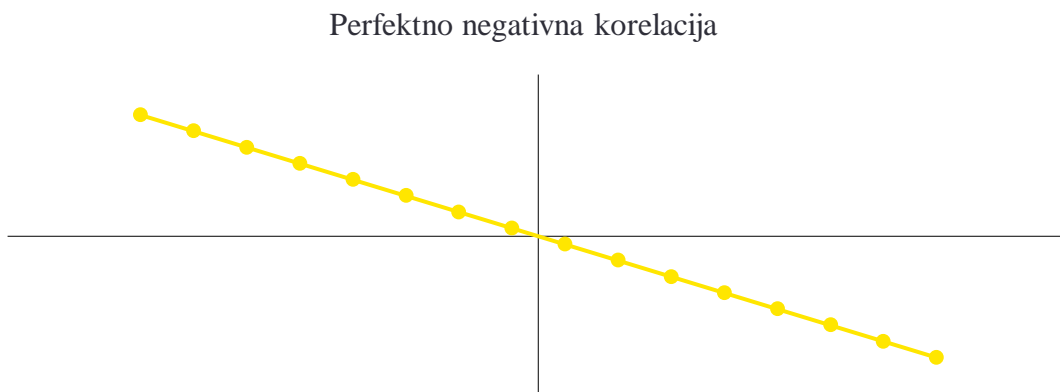
Grafikon 2: *Perfektno pozitivna korelacija*



Izvor: Autorski prikaz

Alternativno, prinose na dve hartije će karakterisati potpuno negativna korelacija kada dijagram rasipanja ukazuje da sve tačke leže tačno na ravnoj liniji sa negativnim nagibom, kao što je prikazano na Grafikonu 3. U tom slučaju, prinose dve hartije vide kao suprotne jedna drugoj. Drugim rečima, kada jedna hartija ima relativno visok prinos, druga hartija će imati relativno nizak prinos.

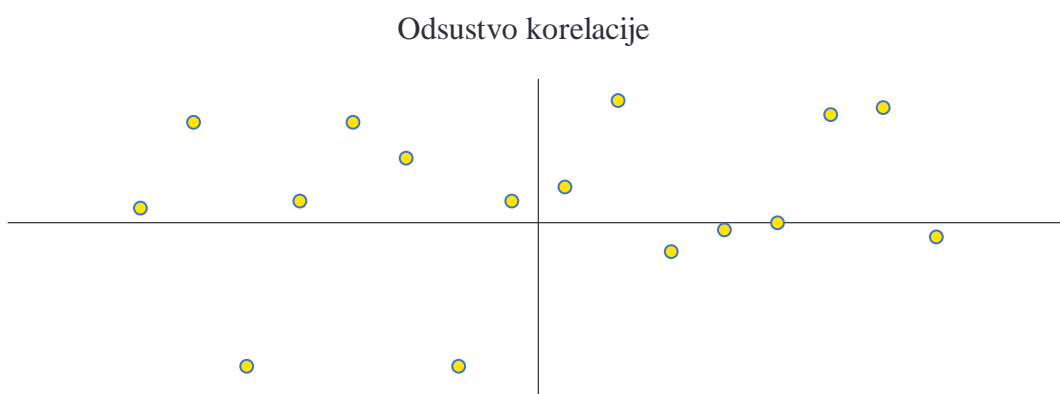
Grafikon 3: Perfektno negativna korelacija



Izvor: Autorski prikaz

Kada je koeficijent korelacije oko 0, kažemo da kretanje hartija od vrednosti nije povezano, što je prikazano na Grafikonu 4.

Grafikon 4: Odsustvo korelacije



Izvor: Autorski prikaz

Razumevanje koncepta korelacije izuzetno je značajano za investitora pri donošenju odluka s obzirom da je kovarijansa bitan element pri računanju standardne devijacije portfolija (osnovne mere rizika portfolija). Markowitz je 1959. godine izveo opštu formulu za računanje standardne devijacije portfolija koja je predstavljena sledećim zapisom (Markowitz, 1959):

$$\sigma_{port} = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n x \sum_{j=1}^n w_i w_j Cov_{ij}}$$

Gde je:

σ_{port} = standardna devijacija portfolija

w_i = udeo hartije i u portfoliju

w_j = udeo hartije j u portfoliju

σ_i^2 = varijansa hartije i

Cov_{ij} = kovarijansa između hartije i i hartije j

Ova formula pokazuje da je standardna devijacija portfolija funkcija ponderisane srednje vrednosti pojedinačnih varijansi i kovarijansi između imovine u portfoliju. Vrlo važna je činjenica da standardna devijacija za portfolio obuhvata ne samo varijanse pojedinačnih imovina, već uključuje i kovarijanse između svih parova pojedinačnih imovina u portfoliju. Nadalje, može se pokazati da u portfoliju s velikim brojem vrednosnih papira, ova formula se svodi na zbir ponderisanih kovarijansi jer su standardne devijacije pojedinačnih hartija od vrednosti relativno beznačajne i uklonjene diversifikacijom (Reilly, Brown, 2006).

U ovom delu disertacije sumirani su koncepti vezani za mere rizika i prinosa portfolija, dok naredni deo sumira teorijske postavke Markowitz-evog modela i upotrebu pomenutih koncepata u definisanju efikasne diversifikacije portfolija i formiranju optimalnog portfolija.

1.2. Teorijske postavke Markowitz-evog modela – problem selekcije investicionog portfolija

Da bi što bolje prikazao koncept moderne portfolio teorije, Markowitz-ev model je, kao i većina ekonomskih modela i teorija, zasnovan na određenim pretpostavkama koje pojednostavljaju tržišne uslove. U nastavku su predstavljene pretpostavke modela (Markowitz, 1991).

1.2.1. Averzija prema riziku

Svi investitori imaju averziju prema riziku i nastoje da maksimiziraju svoje bogatstvo na kraju određenog vremenskog perioda. Za dati nivo rizika, investitor će, između više hartija od vrednosti, odabrati one sa najvišim prinosom, i za dati nivo očekivanog prinosa odabrati one hartije koje imaju najniži rizik.

U uslovima postojanja neizvesnosti, investitor sa averzijom prema riziku, odluke o izboru akcija, tj. pronalaženje optimalnih udela finansijske aktive, donosi na osnovu funkcije korisnosti investicije. Prilikom donošenja odluka, svaki investitor poseduje subjektivno verovanje o budućim ishodima hartija od vrednosti koje konstruišu portfolio. Korisnost je veća što je prinos portfolija veći, a rizik portfolija manji. Korisnost investicije- U, odnosno funkciju preferencije bogatstva, možemo zapisati u sledećem obliku:

$$U = W_0 + RW_0$$

Pri čemu je: W_0 - Početna vrednost bogatstva, R - stopa prinosa

Problem selekcije portfolija je problem alokacije bogatstva na različite hartije od vrednosti koje nose različite očekivane prinose i različite rizike sa ciljem maksimizacije korisnosti investicije. Investitor će odabrati ulaganja koja maksimiziraju očekivanu korisnost investicije na kraju investicionog perioda.

1.2.2. Korisnost investicije

Ekonomisti upotrebljavaju termin doprinos investicije kako bi kvantifikovali relativno zadovoljstvo koje proističe iz određenih aktivnosti kao što su rad, potrošnja, investiranje itd. Aktivnosti koje povećavaju zadovoljstvo smatraju se da imaju pozitivan doprinos, dok se aktivnosti koje smanjuju zadovoljstvo smatraju da imaju negativan doprinos. Naravno, treba imati na umu da pojedinačne preferencije variraju i da iste aktivnosti pružaju veće ili manje zadovoljstvo različitim pojedincima. Uprkos individualnim razlikama među pojedincima, može se zaključiti da racionalna osoba donosi odluke koje će maksimizirati zadovoljstvo odnosno doprinos.

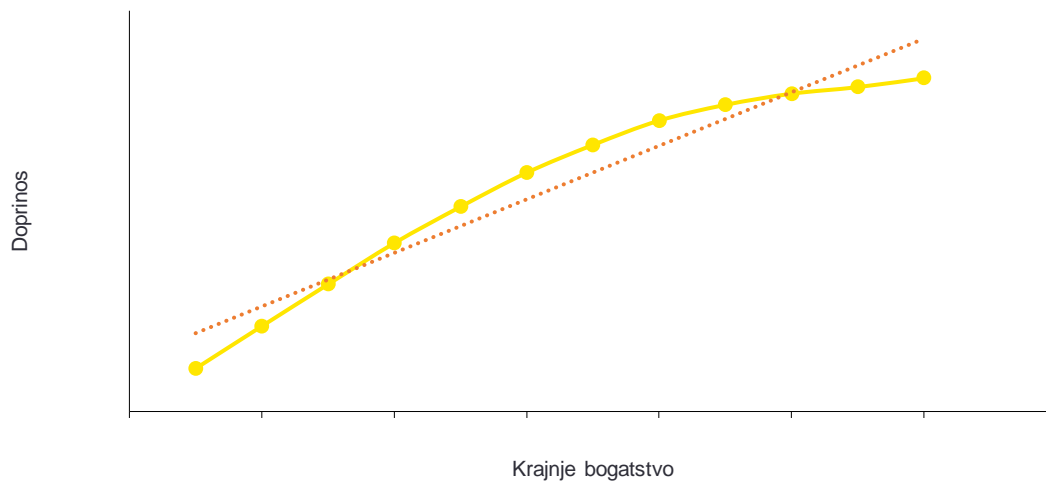
S tim u vezi, Markowitz-ev problem selekcije portfolija se može posmatrati kao pokušaj investitora da maksimizira očekivani doprinos investicije, odnosno njegovo krajnje bogatstvo. Drugim rečima, investitori se ponašaju racionalno birajući onaj portfolio iz seta investicionih mogućnosti kojim maksimiziraju funkciju doprinosa investicije.

Svaki investitor ima jedinstvenu funkciju doprinosa investicije. Kao rezultat, svaki investitor može izvesti jedinstven inkrementalni doprinos svakog dodatno uloženog dolara bogatstva. Ova pojava se naziva marginalni doprinos bogatstvu i svojstvena je svakom investitoru.

Pretpostavka je da investitori doživljavaju opadajuću funkciju marginalnog doprinosa investicije. Svaki dodatni dolar bogatstva pruža pozitivan marginalni doprinos, ali taj pozitivni marginalni doprinos opada sa svakim dodatno investiranim dolarom. Grafikon 5. prikazuje da viši nivoi bogatstva proizvode visok nivo doprinosa. Pretpostavka je da je ova kriva uvek pozitivnog nagiba bez obzira na nivo bogatstva kojim investitor raspolaže. Međutim, ova kriva je konkavna, što znači da se sa svakim porastom bogatstva marginalni doprinos investicije smanjuje.

Opadajući marginalni doprinos dovodi do toga da investitor sa averzijom prema riziku, uvek bira sigurniju investiciju od rizične investicije jer je rizik da se ostvari manji prinos uvek veći od marginalnog doprinosa te investicije. Na primer, ako se investitor suočava s dilemom da li da investira u vrednosne papire koji nose siguran prinos od 10% ili u vrednosne papire za koje postoji 50% verovatnoća da će ostvariti prinos od 15% i 50% verovatnoća da će ostvariti prinos od 5% (očekivani prinos je jednak 10%, kao i kod prve hartije od vrednosti), investitor će uvek izabrati sigurnih 10% prinosa, odnosno prvu navedenu opciju. Funkcija marginalnog doprinosa investicije je prikazana na Grafikonu broj 5.

Grafikon 5: Funkcija marginalnog doprinosa investicije

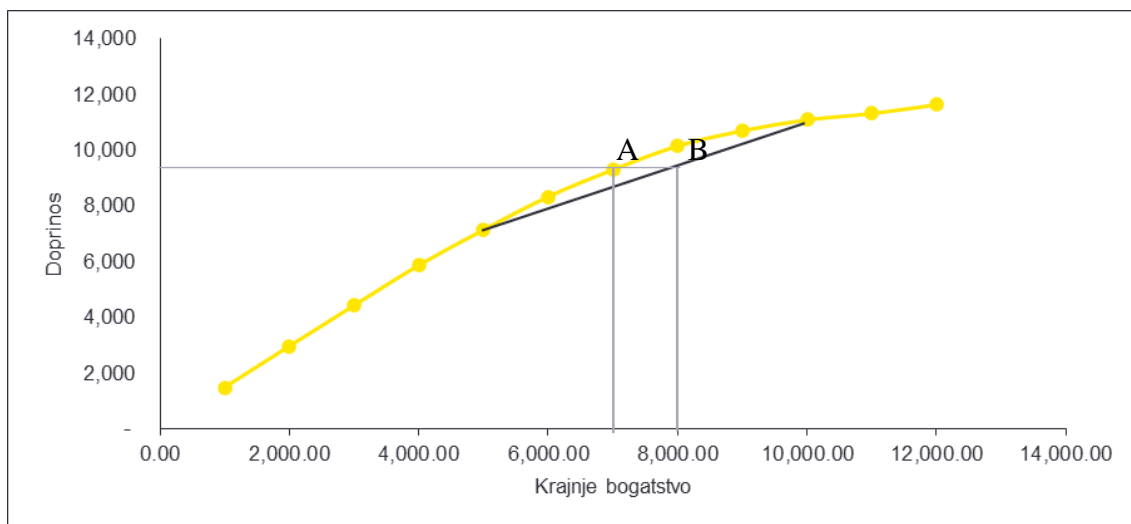


Izvor: Autorski prikaz

Da bismo dodatno razumeli ponašanje investitora potrebno je uvesti dodatne koncepte poput riziko premije i odbojnosti investitora prema riziku.

Na grafikonu broj 6 prikazane su dve investicije koje imaju isti doprinos ali različit nivo rizika. Hartija A prikazuje krajnje bogatstvo koje se može ostvariti sa sigurnošću investiranjem u pomenutu hartiju, dok hartija B pokazuje zahtevani prinos na rizičnu investiciju. Dodatni prinos koji investitor zahteva investiranjem u rizičnu aktivu se naziva riziko premija. U koju hartiju od vrednosti će investitor uložiti zavisi od njegove spremnosti da prihvati rizik, odnosno odbojnosti prema riziku. Investitori koji su voljni da prihvate rizik ulagaće u rizičniju aktivu sa većim zahtevanim prinosom dok se investitori averzni prema riziku okreću sigurnijim investicijama sa nižim zahtevanim prinosima.

Grafikon 6: Zahtevani prinos na investiciju

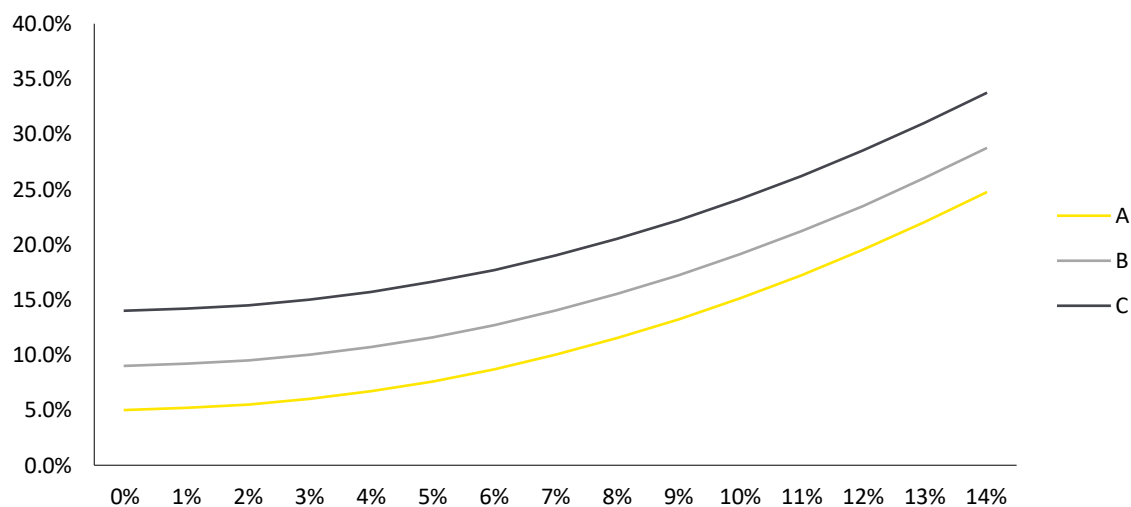


Izvor: *Autorski prikaz*

Krive indiferencije

Krive indiferencije, odnosno kriva korisnosti, predstavljaju koncept koji pokazuje stepen zadovoljstva investitora koji proizilazi iz investiranja u određeni portfolio. Za investitora se kaže da je indiferentan prema ulaganju u bilo koju kombinaciju rizika i prinosa koji se nalaze na krivoj indiferencije. Hipotetičke krive indiferencije su prikazane na grafikonu 7 iako su sve kombinacije rizika i prinosa prikazane na krivoj B i C prihvatljive za investitora, investitor će uvek izabrati kombinacije koje se nalaze na krivoj A koja se na grafikonu nalazi najviše severozapadno jer donosi dominantnije kombinacije.

Grafikon 7: Krive indiferencije



Izvor: Autorski prikaz

1.2.3. Ostale pretpostavke Markowitz-evog modela

Dodatne pretpostavke modela koji je predstavio Markowitz su sledeće:

- Investitor na raspolaganju ima ograničen iznos sredstava namenjenih investiranju. Instrumente kupljene na početku investicionog perioda, investitor će prodati na kraju investicionog perioda i dobijena sredstva može da reinvestira ili da ih usmeri na potrošnju.
- Prilikom formiranja portfolija važan je isključivo međusobni uticaj hartija od vrednosti jedna na drugu, a ne njihove individualne karakteristike.
- Na tržištu nisu prisutni transakcioni troškovi, porezi, tržišne regulacije i sl. Informacije su dostupne svim učesnicima.

1.3. Optimalni portfolio

Optimalni portfolio, ključni koncept u modernoj portfolio teoriji, predstavlja kombinaciju imovine koja pruža najviši mogući očekivani prinos za dati nivo rizika, ili najniži rizik za dati očekivani prinos. Ovaj koncept je usredsređen oko ideje diverzifikacije, što podrazumeva stratešku alokaciju investicija među različitim vrstama imovine kako bi se izbalansirali rizik i prinos.

Formiranje optimalnog portfolija počinje alokacijom aktive na rizične i bezrizične hartije od vrednosti. Bezrizičnim hartijama od vrednosti se najčešće smatraju kratkoročne državne obveznice.

1.3.1. Raspodela sredstava na rizične i bezrizične

Prilikom formiranja finansijskog portfolija, prvi korak je alokacija imovine. Alokacija se odnosi na izbor koliko novca uložiti u rizičnu imovinu kojom se najčešće smatraju vlasničke hartije od vrednosti, a koliko u bezrizičnu imovinu kojom se najčešće smatraju kratkoročni državni zapisi.

S obzirom da rizična imovina po definiciji ima određeni prinos, ovaj tip imovine mora biti neka vrsta sigurnih hartija sa fiksnim prinosom bez mogućnosti bankrota. Sve korporativne hartije od vrednosti u principu imaju neku šansu za bankrotom, tako da rizična imovina ne može biti izdata od strane korporacije. Umesto toga, mora biti hartija izdata od strane federalne vlade. Međutim, ne smatra se da svaka hartija izdata od strane Američkog Trezora ispunjava kriterijume da se kvalifikuje kao bezrizična imovina.

Razmatrajući investitora sa tromesečnim periodom držanja koji kupuje hartiju Trezora koja dospeva za 20 godina. Takva hartija je rizična jer investitor ne zna koliko će ta hartija vredeti na kraju perioda držanja. Zbog toga što će se kamatne stope verovatno menjati na nepredvidiv način tokom perioda držanja, tržišna cena hartije će se takođe menjati na nepredvidiv način. Prisustvo ovog rizika promene kamatnih stopa (takođe poznatog kao rizik cene) čini vrednost trezorske hartije neizvesnom, što je diskvalifikuje kao rizičnu imovinu. Zapravo, bilo koja hartija trezora sa datumom dospeća većim od perioda držanja investitora ne može se kvalifikovati kao bezrizična imovina (Sharp, Alexander, Baily, 1998).

Razmatrajući trezorsku hartiju koja dospeva pre kraja perioda držanja investitora, kao što je 30-dnevna trezorska menica u slučaju investitora sa tromesečnim periodom držanja. U ovoj situaciji, investitor na početku perioda držanja ne zna kakve će biti kamatne stope za 30 dana. Drugim rečima, investitor ne zna kamatnu stopu po kojoj će se sredstva od dospele trezorske menice moći ponovo investirati za preostali period držanja. Prisustvo ovog rizika od ponovne investicije u sve Trezorove hartije kraćeg trajanja od perioda

držanja investitora znači da se ove hartije ne kvalifikuju kao rizična imovina (Sharp, Alexander, Baily, 1998).

Preostaje samo jedan izbor trezorske hartije od vrednosti koja može da se kvalifikuje kao bezrizična hartija od vrednosti: trezorska hartija sa dospećem koji se poklapa sa dužinom perioda investiranja investitora. Na primer, investitor sa tromesečnim periodom investiranja bi pronašao da menica trezora sa dospećem od tri meseca ima određeni prinos. S obzirom da ova hartija dospeva na kraju perioda držanja i nosi određeni prinos koji se smatra sigurnim za nju se može reci da predstavlja bezrizični prinos za investitora.

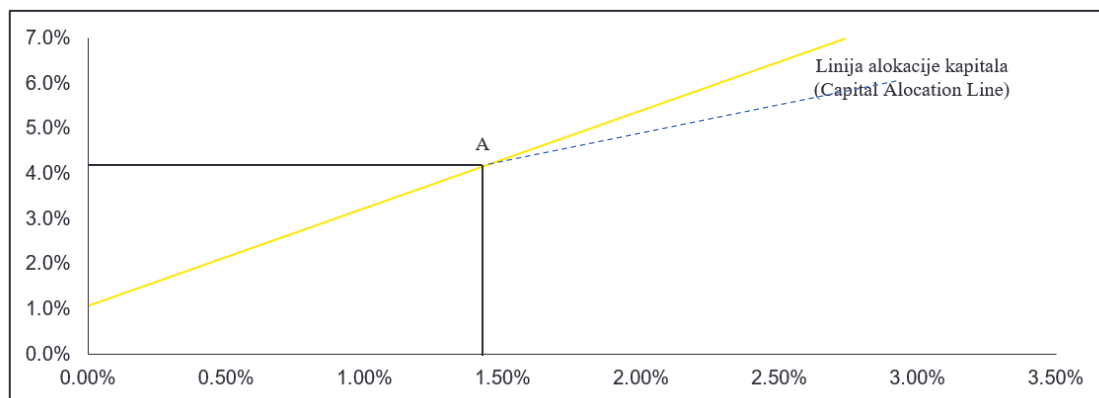
Potrebno je proučiti različite kombinacije rizika i prinosa koje proizilaze iz različite raspodele sredstava na rizičnu i bezrizičnu aktivu. Pronalaženje mogućih kombinacija rizika i prinosa predstavlja tehnički aspekt alokacije aktive, i odnosi se samo na različite mogućnosti investiranja u odnosu na karakteristike aktivnosti u koju se ulaže novac. Potrebno je imati na umu da investitor iz svih mogućih kombinacija bira onu koja najbolje odgovara njihovom ličnom stepenu odbojnosti prema riziku.

1.3.2. Linija alokacije kapitala

Linija alokacije kapitala (CAL - Capital Allocation Line) prikazana na Grafikonu 8 predstavlja različite kombinacije rizika i prinosa koje su rezultat različitih alokacija aktive. Nagib krive pokazuje koliko će se očekivani prinos povećati ako se poveća standardna devijacija, a izračunava se na sledeći način:

$$E(rc) = r_f + \sigma_c \frac{E_{rp} - r_f}{\sigma_p}$$

Grafikon 8: Linija alokacije kapitala



Izvor: Autorski prikaz

Nagib krive CAL se još naziva i stopa nagrade prema varijabilnosti, i ona je ista za sve portfolije koji se nalaze na istoj liniji alokacije kapitala.

Linija alokacije kapitala pokazuje sve moguće kombinacije rizika i prinosa. Investitori koji su skloniji riziku će izabrati portfolio sa većim udelom rizičnih aktivnosti, dok će oni manje skloni riziku birati portfolio koji se sastoji uglavnom od bezrizičnih instrumenata. Investitori koji imaju najveću toleranciju prema riziku koriste zaduživanje kako bi formirali portfolio koji se nalazi desno od tačke A. Ovi portfoliji nude visoke prinose, ali sa većim rizikom ulaganja.

Nakon što investitor alokira svoje ulaganje na rizično i bezrizično fokus se pomera na izbor rizičnog portfolija. Pri izboru rizičnog portfolija investitor mora razmotriti sa kojim rizicima se suočava i koji rizici se mogu otkloniti diversifikacijom, a koji ne. U narednom delu rada, obrađeni su tipični rizici sa kojima se suočava svaki investitor.

1.3.3. Rizici i efikasna diversifikacija

Potrebno je imati na umu da svaka promena cena hartija od vrednosti predstavlja rizik za investitore, ali oni svesno preuzimaju taj rizik u cilju ostvarivanja prihoda. Rizici sa kojima se investitori susreću na finansijskim tržištima su brojni i različiti, često međusobno povezani. Kaličanin definiše rizik kao verovatnoću gubitka koji proizilazi iz interakcije nezavisnih događaja u poslovnom okruženju (Kaličanin, 2010). Naravno, za

investitore je ključno ne samo da prepoznaju rizike sa kojima se suočavaju, već i da ih i kvantifikuju.

Postoji mnogo vrsta rizika, ali najznačajniji rizici sa kojima se suočavaju investitori širom sveta su:

- Rizik likvidnosti
- Rizik zemlje
- Sistemski i nesistemski rizik

1.3.3.1. Rizik likvidnosti

Rizik likvidnosti u kontekstu akcija odnosi se na rizik da investitor možda neće moći brzo da kupi ili proda akcije na tržištu bez uticaja na cenu akcije zbog nedovoljnog obima trgovanja ili dubine tržišta.

Na primer, ako investitor želi da proda veliki broj akcija, ali na tržištu nema dovoljno kupaca po željenoj ceni, investitor može biti primoran da proda po nižoj ceni, što utiče na povraćaj investicije. Ovo je scenario visokog rizika likvidnosti. Suprotno tome, ako investitor želi da kupi značajan broj određenih akcija, ali nema dovoljno prodavaca, možda će morati da plati više nego što bi idealno želeo, ponovo zbog visokog rizika likvidnosti.

Pored toga, rizik likvidnosti može takođe značiti da investitor možda neće moći da proda akcije po bilo kojoj ceni, posebno u ekstremnim situacijama kao što je pad tržišta. Ovo se često viđa na manje likvidnim tržištima ili kod akcija sa nižim obimom trgovanja.

1.3.3.2. Rizik zemlje

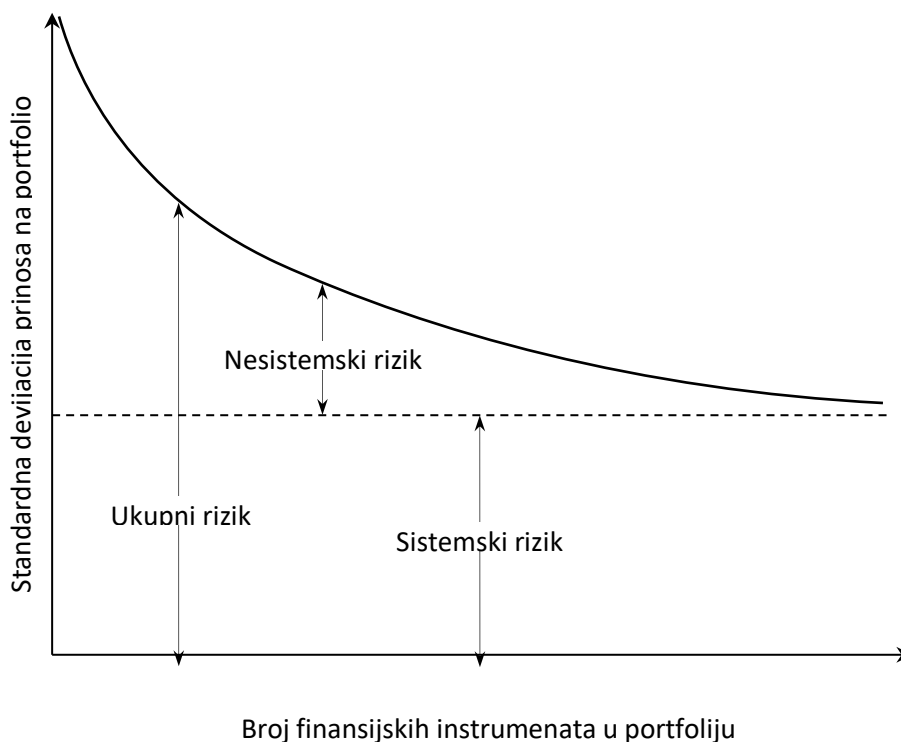
Rizik zemlje, u kontekstu akcija i ulaganja, odnosi se na skup rizika povezanih sa ulaganjem u stranu zemlju. Ovi rizici mogu uticati na prinos ulaganja i mogu biti uzrokovani različitim faktorima, uključujući politički rizik, ekonomski rizik, rizik deviznog kursa, rizik razdvajanja, pravni i regulatorni rizik. Rizik zemlje može imati značajan uticaj na prinos stranih investicija i stoga je ključan faktor u međunarodnom ulaganju. Često se razmatra kada se investira u tržišta u razvoju, koja mogu imati veći

rizik zemlje u poređenju sa razvijenijim tržištima. Rizikom se može upravljati kroz diversifikaciju, strategije zaštite od rizika ili kupovinom osiguranja od političkog rizika.

1.3.3.3. Sistemski i nesistemski rizik

Sistemski rizik se obično naziva tržišnim rizikom u literaturi. Smatra se da je on neizbežan u svakom obliku investiranja i obuhvata negativna kretanja na tržištu kapitala, valutnim kursovima, političkim događajima i drugim faktorima koji mogu dovesti do gubitka za investitore, a na koje oni ne mogu uticati.

Grafikon 9: Sistemski i nesistemski rizik



Izvor: Kasetović, Kozarević, 2005.

Nesistemski rizik, ili specifični rizik (prikazan na Grafikonu 9), podložan je diversifikaciji, koja može značajno smanjiti njegov uticaj. To je rizik koji je vezan za određenu hartiju od vrednosti, a ulaganjem u veliki broj akcija njegovo učešće u ukupnom portfoliju se smanjuje, čime se smanjuje i rizik celokupnog portfolija. Međutim, čak i sa velikim brojem hartija od vrednosti, ne može se izbeći rizik ulaganja. Uvek postoji opšti ekonomski rizik, odnosno sistemski rizik.

Grafikon 9 pokazuje kako diversifikacija smanjuje standardnu devijaciju portfolija. Diversifikacija ograničava sistemski rizik, a rizik celokupnog portfolija se može smanjiti samo do granice sistemskog rizika, koji je neizbežan.

U svom radu, Elton i Gruber se bave odnosom između broja hartija od vrednosti u portfoliju i smanjenja rizika. Autori nastoje da utvrde optimalnu veličinu portfolija za minimizaciju rizika bez kompromitovanja performansi portfolija. U radu je predstavljen analitički model za kvantifikaciju prednosti diverzifikacije, posebno se fokusirajući na smanjenje nesistematskog rizika.

Model Eltona i Grubera pokazuje da odnos između broja hartija od vrednosti u portfoliju i smanjenja nesistematskog rizika nije linearan. Umesto toga, model pokazuje da se marginalna korist od dodavanja dodatnih hartija od vrednosti smanjuje kako veličina portfolija raste. Drugim rečima, efekat smanjenja rizika počinje da slabi kako se u portfoliju dodaje više hartija od vrednosti. Autori zaključuju da se većina potencijalnog smanjenja rizika može postići sa relativno malim brojem nasumično odabranih hartija od vrednosti. Ovaj rezultat sugeriše da investitori mogu efikasno minimizirati nesistematski rizik bez potrebe za prevelikim portfoliom.

Rad Eltona i Grubera pruža vredne uvide investitorima i portfolio menadžerima koji žele da optimizuju svoje portfolije u cilju smanjenja rizika. Razumevanjem opadajućih benefita diverzifikacije, investitori mogu izgraditi efikasnije portfolije sa manjim brojem dobro odabranih hartija od vrednosti (Elton i Gruber, 1977).

1.3.4. Kreiranje optimalnog portfolija

U prethodnom delu rada predstavljen je problem averzije prema riziku, krive indiferencije, raspodele sredstava na rizične i bezrizične, kao i rizici sa kojima se investitori suočavaju pri alokaciji sredstava. Naredni korak je pronalaženje optimalnog portfolija.

W. Sharpe je podelio odluke koje investitor treba da donese prilikom optimizacije portfolija u tri koraka (Sharpe, 1964):

- Analiza hartija od vrednosti - investitor mora da proceni buduće ishode pojedinačne hartije od vrednosti, uključujući rizik i prinos hartije, kao i korelaciju prinosa hartije sa prinosima drugih hartija u portfoliju.
- Portfolio analiza - kada investitor odredi očekivane prinose, rizike i korelaciju više hartija od vrednosti, utvrđuje efikasne portfolije koje maksimiziraju očekivani prinos uz dat nivo rizika.
- Izbor portfolija - investitor subjektivno bira portfolije iz skupa efikasnih portfolija, što zavisi od njegove spremnosti da prihvati rizik.

Mnogi uspešni portfolio menadžeri koriste Markowitz-evu portfolio analizu za određivanje efikasnog skupa finansijskih portfolija kao optimalnih kombinacija za različite nivoe rizik-prinos odnosa.

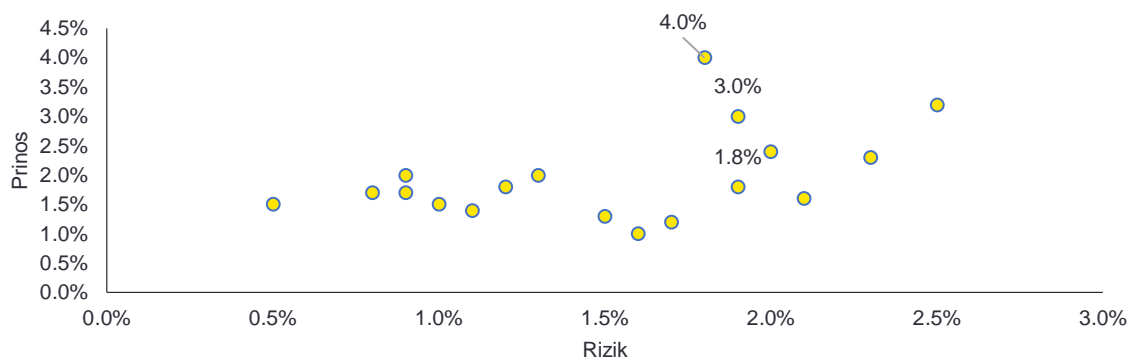
Kada se primenjuje Markowitz-ev model, važno je uzeti u obzir nekoliko pravila (Bodie, Kane, Marcus, 2009):

- Stopa prinosa portfolija je dobijena kao ponderisani prosek prinosa svih hartija od vrednosti u portfoliju, gde su ponderi određeni udelom svake hartije od vrednosti u portfoliju.
- Očekivana stopa prinosa na portfolio se računa kao ponderisani prosek očekivanih prinosa svih hartija od vrednosti u portfoliju, a udeo svake hartije od vrednosti u portfoliju određuje njen ponder.
- Varijansa portfolija se izračunava kao zbir varijansi svih hartija od vrednosti u portfoliju uvećan za koeficijent korelacije. Važno je napomenuti da koeficijent korelacije može biti negativan, što može smanjiti ukupni rizik portfolija. Pronalaženje efikasnog seta predstavlja ključni korak u formiranju portfolija. Grafički prikazi se često koriste kako bi se efikasni set bolje prikazao i razumeo.

Na grafikonu 10 su prikazane tačke koje su u zavisnosti od očekivanog prinosa i standardne devijacije. Svaka tačka predstavlja karakteristiku jedne hartije od vrednosti ili neke njihove kombinacije, odnosno portfolija. Investiranje u tačku A sa prinosom 1.8% bi bilo neracionalno jer postoje investicije koje za isti nivo rizika daju veći prinos

(investiranje u tačku B sa prinosom od 3%), a takođe postoje investicije koje daju veći prinos uz niži rizik (tačka B sa prinosom 4%).

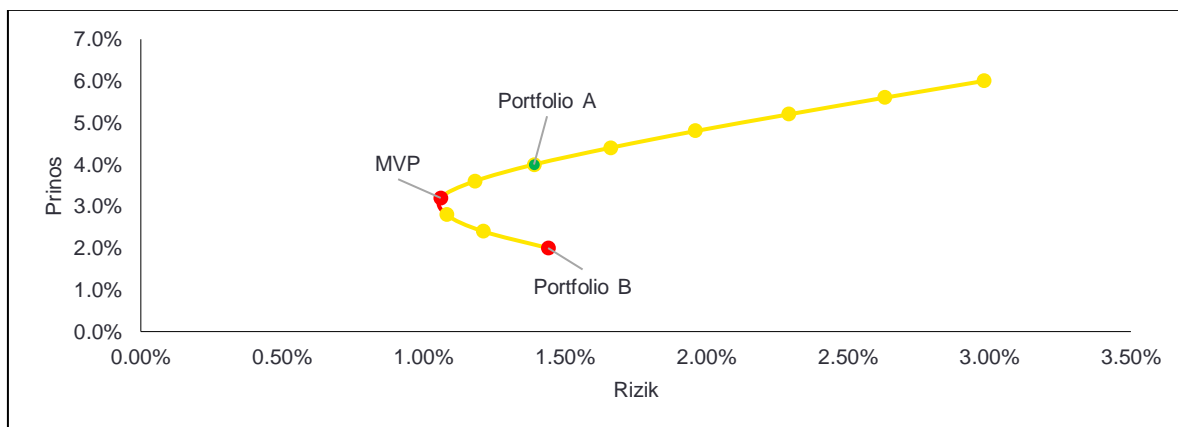
Grafikon 10: Kombinacija finansijskih instrumenata



Izvor: Autorski prikaz

Cilj investitora je da identifikuje skup minimalne varijanse, odnosno da stvori kombinaciju finansijskih instrumenata, njihovih rizika i prinosa, tako da svaka od tih kombinacija predstavlja portfolio koji ostvaruje maksimalni očekivani prinos uz zadati nivo rizika.

Grafikon 11: Minimum varijansni set



Izvor: Autorski prikaz

Grafikon 11 ilustruje minimum varijansni set. U vrhu se nalazi tačka MVP, koja simbolizuje portfolio sa najnižom standardnom devijacijom. Iako ovaj grafikon prikazuje skup minimuma varijanse, unutar njega postoje podela portfolija na racionalne i

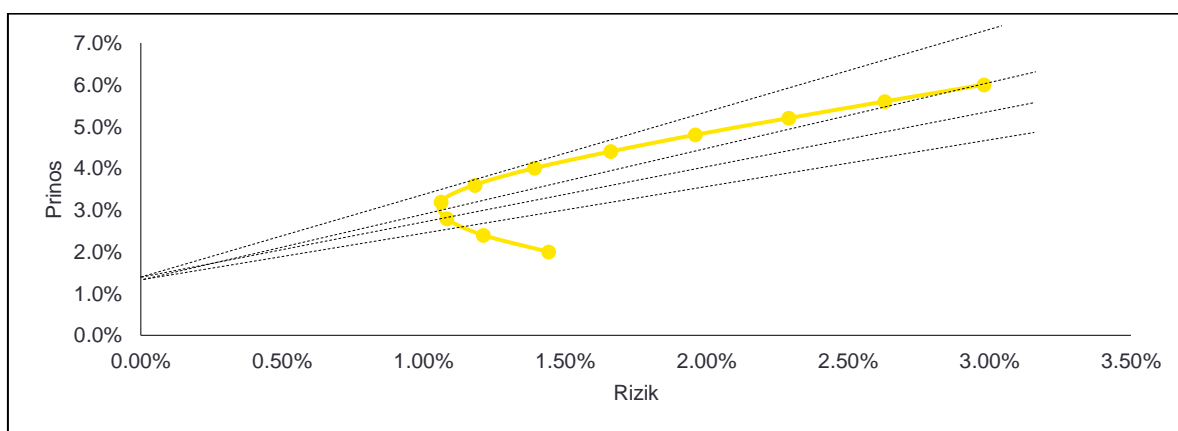
iracionalne. Posmatrajući tačke A i B, primetićemo da za identičan nivo rizika, tačka A pruža znatno veći očekivani prinos, te se za tačku B može reći da predstavlja iracionalan portfolio.

Ovu opservaciju možemo primeniti na sve portfolije koji se nalaze ispod tačke MVP. Stoga zaključujemo da tačka MVP deli ovu liniju na dva dela: portfolije koji se nalaze iznad tačke MVP i koji čine efikasan skup, pri čemu svaki od njih predstavlja efikasan portfolio, dok se oni koji se nalaze ispod tačke MVP smatraju neefikasnim. Naravno, cilj investitora je da poseduje efikasan portfolio koji će pružiti najveći očekivani prinos za određeni nivo rizika. Različita ograničenja mogu sprečiti investitora da odabere portfolije na efikasnoj granici, kao što je na primer zauzimanje kratke pozicije, ili različita regulatorna ograničenja. Razlozi mogu biti želja investitora za osiguranjem minimalnog nivoa dividendnog prinosa ili zabrane ulaganja u kompanije koje sprovedu nepoželjne društvene aktivnosti (Bodie, Kane, Marcus, 2009).

Portfolio menadžeri prilagoditi efikasnu granicu tako da uzmu u obzir sva navedena ograničenja. Međutim, treba imati na umu da će svaka korekcija uticati na efikasnost diversifikacije.

Kao što je ranije pomenuto fond novca treba raspodeliti na rizičnu i bezrizičnu aktivu. Uzimajući u obzir ovu podelu, postoji mnogo mogućih alokacija aktive na ove dve klase instrumenta kao što je prikazano na Grafikonu 12.

Grafikon 12: Linije alokacije kapitala



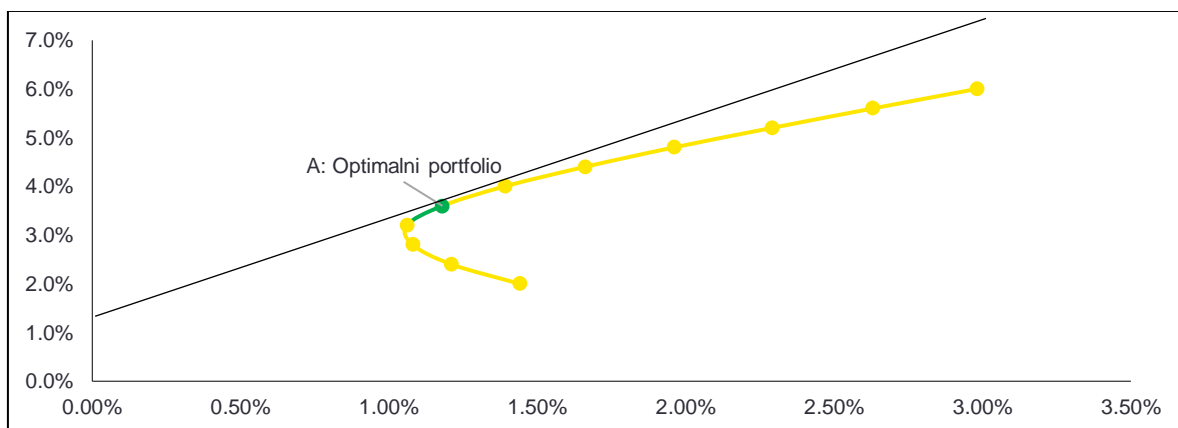
Izvor: Autorski prikaz

Međutim, linija alokacije kapitala koja tangentno dodiruje efikasnu granicu, odnosno liniju efikasnog seta, je linija sa najvećom mogućom nagradom prema riziku (Grafikon 13). Stoga, se tačka A naziva optimalni rizični portfolio za kombinovanje sa bezrizičnom aktivom.

Uzimajući u obzir TAL, investitor sada može da odredi optimalnu alokaciju između rizičnog portfolija i bezrizične aktive. Ako investitor ima veći nivo tolerancije na rizik, veći deo njegovog portfolija će biti alociran na rizični portfolio, dok će se investitori sa nižim nivoom tolerancije na rizik više oslanjati na bezrizičnu aktivu. Međutim, prema Markowitz-u svi investitori će odabrati portfolio A kao optimalni rizični portfolio jer on nudi najveći prinos po jedinici rizika.

Važno je napomenuti da se tangentni portfolio i optimalna alokacija kapitala mogu promeniti u zavisnosti od preferencija investitora, kao i od promena na finansijskom tržištu koje utiču na očekivane prinose i rizike različitih hartija od vrednosti.

Grafikon 13: Optimalni portfolio



Izvor: Autorski prikaz

1.4. Doprinos moderne portfolio teorije

Pre nastanka Markowitz-ovog modela, finansijski rizik je bio smatran korektivnim faktorom očekivanog prinosa. Model srednje vrednosti i varijanse koji je Markowitz razvio predstavlja prvi pokušaj kvantifikacije rizika, a ključna inovacija leži u merenju međuzavisnosti prinosa kroz izračunavanje korelacije. Struktura međuzavisnosti je

prikazana varijansno-kovarijansnom matricom, koja meri uticaj odabira portfolija za svaku aktivu u odnosu na druge, objašnjavajući važnost diversifikacije. Drugim rečima, najvažniji doprinos Markowitz-ove teorije je razgraničavanje varijabilnosti prinosa pojedinačne hartije od vrednosti od rizičnog portfolija (Bodie, Kane, Marcus, 2009).

Pre Markowitz-a, bilo je jasno da investitori teže povećanju svog bogatstva i minimizaciji rizika povezanog sa svojim investicijama. Međutim, Markowitz je odbacio ideju o postojanju portfolija koji bi investitoru pružao maksimalan očekivani prinos uz minimalni rizik, pokazujući da portfolio s maksimalnim očekivanim prinosom ne mora imati minimalnu varijansu.

Moderna teorija portfolija rešila je problem naivne diversifikacije, koji se ogleda u smanjenju efikasnosti kako broj elemenata u portfoliju raste. Markowitz je istakao da, ako želimo smanjiti varijansu, nije dovoljno samo ulagati u veliki broj različitih hartija od vrednosti, već treba izbegavati one hartije od vrednosti koje pokazuju visoku kovarijansu. Model ne samo da ukazuje na važnost diversifikacije investicija u cilju smanjenja ukupnog rizika portfolija, već i na efikasan način sprovođenja diversifikacije. Takođe je pokazao da, umesto slučajnog izbora i ishoda u procesu kreiranja portfolija, postoji optimalan izbor i ishod - optimalni portfolio. Moguće je odrediti skup portfolija koji pružaju najveći mogući očekivani prinos za zadati nivo rizika ili najniži rizik za svaki zadati nivo očekivanog prinosa. Takav skup portfolija čini efikasnu granicu, i svaki portfolio na toj granici ima ekonomski efikasan odnos između prinosa i rizika (Bodie, Kane, Marcus, 2009).

Markowitz-eva linija efikasnosti poslužila je kao teorijska osnova za mnoga unapređenja u pozitivnoj finansijskoj ekonomiji, među kojima se posebno ističe teorija tržišta kapitala, u okviru koje se nalazi Sharpe-ov model vrednovanja kapitala poznatiji kao CAPM, kao i osnovna prepoznavanja fundamentalne razlike između sistemskog i nesistemskog rizika.

CAPM se zasniva na ideji tržišne ravnoteže, gde cene imovine odražavaju njihov rizik u odnosu na celokupno tržište. Model uspostavlja linearnu vezu između očekivanog prinosa imovine i njenog sistemskog rizika, merenog beta koeficijentom. Model pretpostavlja da su investitori racionalni i izbegavaju rizik, težeći optimizaciji svojih portfolija uzimajući u obzir i očekivane prinose i rizik.

Ključni doprinos Sharpe-ovog rada je izvođenje linije tržišne sigurnosti (SML), grafičkog prikaza CAPM-a. SML pokazuje očekivani prinos imovine kao funkciju njene bete, sa tržišnim portfoliom kao referentnom tačkom. Imovina koja se nalazi iznad SML-a smatra se potcenjenom i ima veće prinose za svoj nivo rizika, dok ona ispod SML-a smatra se precenjenom i nudi niže prinose za svoj rizik.

U sažetku, Sharpeov rad iz 1964. godine revolucionirao je oblast finansija uvođenjem CAPM-a, teorije koja je postala temelj moderne teorije portfolija i analize investicija. Pružio je okvir za razumevanje odnosa između rizika i prinosa, omogućavajući investitorima da donose bolje informisane odluke i izgrade efikasnije portfolije.

1.4.1. Kritike moderne portfolio teorije

Najviše kritika se vezuje za **zavisnost moderne portfolio teorije od pretpostavki ulaznih parametara.**

Jedna od prvih kritika Marowitz-evog modela od strane Michaud-a je da procedura optimizacije portfolija koju je predložio Markowitz dovodi do finansijski irelevantnih, ili čak pogrešnih „optimalnih“ portfolija i loše alokacije sredstava. U svom radu iz 1989. godine, "The Markowitz Optimization Enigma: Is Optimized Optimal?", Richard O. Michaud ispituje efikasnost Markowitz-ovog modela optimizacije srednje vrednosti i varijanse (MVO), koji je temelj moderne portfolio teorije. MVO model ima za cilj da konstruiše efikasne investicione portfolije uzimajući u obzir očekivani prinos i rizik pojedinačnih imovina. Međutim, Michaud tvrdi da praktična primena modela može biti ograničena zbog njegove osetljivosti na greške u proceni i pretpostavke.

Michaud pokazuje da male promene u ulaznim podacima, kao što su očekivani prinosi i procene rizika, mogu dovesti do značajnih razlika u optimizovanom portfoliju. Ova osetljivost na greške u proceni naziva se "Markowitz-ova optimizaciona enigma". Kao rezultat, Michaud dovodi u pitanje pouzdanost i stabilnost optimizovanih portfolija dobijenih iz MVO modela. Štaviše, Michaud tvrdi da pretpostavke MVO modela, kao što su normalna raspodela prinosa i konstantne korelacije između imovine, možda neće tačno odražavati stvarna finansijska tržišta. Ova ograničenja bi mogla podrivati sposobnost modela da pruži optimalne portfolije u praksi.

U svom radu "Portfolio Selection: The effects of Uncertain Means, Variances and Covariances" (objavljen u decembru 1971), autori George M. Frankfurter, Herbert E. Phillips i John P. Seagle istražuju posledice neizvesnosti u prosečnim prinosima, varijansama i kovarijansama, na odabir portfolija. Njihova studija ima za cilj procenu efekata ovih neizvesnosti na primenu Markowitz-ovog modela optimizacije srednje vrednosti i varijanse (MVO) u upravljanju portfoliom. Autori prepoznaju da je procena ulaznih parametara, kao što su srednje vrednosti, varijanse i kovarijanse, podložna greškama zbog nesavršenih informacija i tržišnih fluktuacija. Koriste Monte Carlo simulacije kako bi analizirali uticaj ovih neizvesnosti na izbor portfolija i efikasnost portfolija dobijenih iz MVO modela.

Njihovi rezultati ukazuju na to da prisustvo grešaka u proceni može dovesti do značajnih odstupanja od stvarne efikasne granice. To implicira da optimizovani portfoliji možda neće biti efikasni kao što se očekivalo u prisustvu neizvesnosti vezanih za ulazne parametre. Rad ističe važnost obračunavanja ovih neizvesnosti u procesu upravljanja portfoliom i poziva na dalja istraživanja kako bi se razvili robusniji modeli koji mogu da reše ova ograničenja.

Druga grupa kritičkih razmišljanja vezana je za zapostavljanje faktora likvidnosti i nestabilnost portfolija. Optimizacija po Markowitz-u zanemaruje faktore koji su od suštinskog značaja u investicionom menadžmentu, poput faktora likvidnosti. Uticaj likvidnosti na set efikasnih portfolija pokazuje da, u poređenju sa klasičnom efikasnom granicom, nametanje ograničenja likvidnosti dovodi do manjeg povećanja prinosa i/ili manjeg smanjenja rizika.

Philippe Jorion primećuje da tradicionalne metode procene očekivanih prinosa za portfolio pate od problema kao što su prilagođavanje i nestabilnost, posebno kada je broj hartija od vrednosti u portfoliju veliki. Predlaže upotrebu Bayes-Stein estimacije kao alternativne metode koja može rešiti ove probleme (Jorion, 1986).

Bayes-Stein estimacija podrazumeva kombinovanje prethodnih informacija o očekivanim prinosima sa informacijama iz samog portfolija kako bi se dobila procena koja je stabilnija i manje sklonija prilagođavanju. Autor demonstrira efikasnost ovog pristupa koristeći podatke o uzorku portfolija. Rad takođe razmatra upotrebu Bayes-Stein

estimacije u konstrukciji optimalnih portfolija i upoređuje ovaj pristup sa drugim često korišćenim metodama, kao što su optimizacija po srednjoj vrednosti i varijansi.

Važan element moderne portfolio teorije je pretpostavka normalnog rasporeda, tako da se nameću kritike vezane za odsustvo normalnog rasporeda u stvarnom svetu.

Fabrice Lhabitant tvrdi da tradicionalne strategije diversifikacije, zasnovane na optimizaciji srednje vrednosti i varijanse i modernoj teoriji portfolija, imaju ograničenja zbog svoje oslonjenosti na korelaciju kao meru diversifikacije. Predlaže da investitori moraju uzeti u obzir dodatne faktore, kao što su repni rizici i ne-normalnost prinosa, kako bi zaista diversifikovali svoje portfolije.

Lhabitant predlaže nekoliko načina na koje se diversifikacija može poboljšati uključujući (Lhabitant, 2003):

1. Uključivanje ne-linearnih zavisnosti između hartija od vrednosti, kao što su kopule, u modele optimizacije portfolija;
2. Korišćenje alternativnih mera rizika, poput rizika pada vrednosti i vrednosti na granici, kako bi se obuhvatile repne rizike;
3. Uključivanje alternativnih klasa hartija od vrednosti, poput hedge fondova i robe, u portfolio kako bi se pružile dodatne prednosti diversifikacije;
4. Korišćenje aktivnog upravljanja i dinamičkih strategija alokacije sredstava kako bi se prilagodio portfolio u skladu sa promenljivim uslovima tržišta.

John Knight i Stephen Satchel napominju da je volatilitnost ključni faktor u upravljanju finansijskim rizicima i da precizno prognoziranje volatilitnosti može pomoći investitorima da donose informisanije investicione odluke. Predstavljaju različite metode za prognoziranje volatilitnosti, uključujući istorijsku volatilitnost, implicitnu volatilitnost i pristupe zasnovane na ARCH i GARCH modelima.

Rad takođe razmatra ograničenja ovih metoda i predlaže nekoliko načina na koje se mogu poboljšati. Na primer, autori predlažu uključivanje informacija o tržištu i makroekonomskih varijabli u modele volatilitnosti, kao i korišćenje sofisticiranijih statističkih tehnika. Autori ističu važnost razumevanja ograničenja i pretpostavki metoda za prognoziranje volatilitnosti i prilagođavanja pristupa specifičnim potrebama svakog investitora ili tržišta. Takođe napominju da, iako je precizno prognoziranje volatilitnosti

izazovno, to je ključni element uspešnog upravljanja finansijskim rizicima. Ukupno gledano, rad pruža sveobuhvatan pregled metoda za prognoziranje volatilnosti i ističe potrebu za nastavkom istraživanja i inovacija u ovoj oblasti kako bi se poboljšala tačnost i pouzdanost ovih metoda.

U kritikama se izdvajaju dva bitna rada iz biheviorističkih finansija (i) Bihevioralna teorija čiji je autor Statman i (ii) rad koji istražuje ulogu emocija pri donošenju odluka čiji je autor Lopes.

Prema Statmanu, tradicionalna portfolio teorija definisana od strane Markowitz-a, zasnovana na hipotezi efikasnog tržišta, optimizaciji srednje vrednosti i varijanse kao i njene pretpostavke o racionalnosti tržišta i jednostranom fokusu na rizik i prinos često ne uspevaju da objasne složenosti stvarnog ponašanja investitora. Statman osporava ovaj konceptualni okvir i uvodi elemente bihevioralnih finansija i psihologije. Posmatranjem ponašanja investitora kroz prizmu bihevioralnih finansija identifikovana su brojna odstupanja od racionalnosti, kao što su gubitak averzije, preterano samopouzdanje i mentalno računovodstvo.

Kako bi rešio ova ograničenja, Statman uvodi Teoriju bihevioralnog portfolija (BPT), okvir koji priznaje različite ciljeve i aspiracije investitora. Za razliku od tradicionalne teorije portfolija, BPT tvrdi da investitori stvaraju portfolije kako bi izbalansirali kako sigurnosne, tako i aspiracione ciljeve. Portfoliji orijentisani na sigurnost fokusiraju se na očuvanje kapitala i ispunjavanje osnovnih potreba, dok se portfoliji orijentisani na aspiracije usmeravaju na veći prinos kako bi se ostvarili ciljevi poput akumulacije bogatstva ili filantropije.

Mentalno računovodstvo igra značajnu ulogu u BPT-u, jer investitori mentalno razdvajaju svoje investicije u različite kategorije na osnovu svojih ciljeva, tolerancije na rizik i vremenskih horizonta. Ova kompartmentalizacija im pomaže da upravljaju emocionalnim aspektima ulaganja i donose informisanije odluke. Posledično, izgradnja portfolija u BPT-u je personalizovaniji proces, koji odražava jedinstvene aspiracije i psihološke predispozicije investitora (Statman, 2000).

Uzimajući u obzir uloge nade i straha, Lopes pruža uvid u to kako ove emocije oblikuju procese donošenja odluka pod rizikom i izaziva konvencionalne modele koji

pretpostavljaju racionalnost i doslednost u ljudskom ponašanju. Prema Lopes-u, emocije, pre svega strah i nada, imaju presudnu ulogu u donošenju odluka u rizičnim situacijama. Pozitivne emocije koje nastaju u očekivanju željenih rezultata, kao i strah od neželjenih rezultata, utiču na percepciju rizika i prihvatanje rizika od strane investitora. Priznavanjem važnosti ovih emocija možemo bolje razumeti kako pojedinci donose odluke u neizvesnim situacijama. Tradicionalni modeli donošenja odluka, kao što je teorija očekivane koristi, pretpostavljaju da su pojedinci racionalni, sebični i dosledni u svojim izborima. Lopes kritikuje ove modele jer zanemaruju ulogu emocija u oblikovanju donošenja odluka. Kako pokazuje, emocije mogu značajno uticati na percepciju rizika pojedinaca i njihovu volju da preuzimaju rizike, što ih može navesti da prihvate ili izbegavaju neizvesne situacije (Lopes, 1968). Lopes takođe navodi i razliku između pesimista i optimista u donošenju odluka i spremnosti da prihvate rizik. Optimistični individualci obično se fokusiraju na potencijalne nagrade i pozitivne prinose u rizičnim situacijama, dok pesimisti naglašavaju negativne strane pri preuzimanju rizika. Ove razlike u ličnosti mogu dovesti do različitih ponašanja u vezi sa preuzimanjem rizika što dodatno ističe važnost razumevanja emocionalnog konteksta pri proučavanju ponašanja investitora.

Deo II: Pregled relevantne teorijske i empirijske literature

”Nemoguće je sa sigurnošću predvideti budućnost, ali diversifikacijom naših ulaganja možemo se zaštititi od nepoznatog.” Sharpe

Ovo poglavlje predstavlja obimnu analizu literature vezane za prva istraživanja internacionalne diversifikacije investicionog portfolija, kao i novija istraživanja fokusirana na temu preliivanja finansijskih šokova iz zemalja sa razvijenim tržištem kapitala na zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju. Posebna pažnja je posvećena svetskoj ekonomskoj krizi 2008. godine, njenom nastanku kao i posledicama po tržišta kapitala. Pored uticaja na tržišta kapitala, tj. vlasničkih hartija od vrednosti, pažnja će biti posvećena i tržištu roba (plemenitih metala).

Takođe, pregled literature je u skladu sa istraživačkim pitanjima postavljenim u ovoj disertaciji kao sto su: (i) koliki je značaj moderne portfolio teorije u procesu međunarodne diversifikacije investicionog portfolija?, (ii) da li postoje razlike u korelaciji berzanskih indeksa u kriznim nasuprot mirnim vremenima?, (iii) da li tokom kriznih vremena dolazi do preliivanja volatilnosti sa razvijenih tržišta kapitala na tržišta kapitala u nastajanju ?, (iv) da li postoje preliivanja volatilnosti unutar klastera zemalja poput Jugoistočne Evrope?, (v) da li postoji veza preliivanje volatilnosti između tržišta dobara i tržišta kapitala?

Ovaj deo rada je podeljen u sledeće sekcije:

- Pregled radova na temu međunarodne diversifikacije investicionog portfolija;
- Pregled radova na temu nastanka svetske ekonomske krize;
- Pregled radova na temu transmisije volatilnosti sa razvijenih tržišta kapitala na tržišta kapitala u nastajanju;
- Pregled radova na temu transmisije volatilnosti sa razvijenih tržišta kapitala na tržišta roba.

2.1. Pregled radova na temu međunarodne diversifikacije investicionog portfolija

Nacionalna diversifikacija portfolija može do neke granice da smanji rizik portfolija, ali rizik nikada ne može da se spusti ispod određene granice sistemskog rizika. Drugim rečima, portfolio diversifikovan na lokalnom tržištu smanjuje rizik pojedinačne hartije od vrednosti, ali sistemski rizik (rizik zemlje, odnosno tržišta) ne može se otkloniti diversifikacijom.

Međutim, na osnovu postavki modela koje je definisao Markowitz, a koji su se pretežno bavili nacionalnom diversifikacijom portfolija, istraživači su otišli korak dalje i primenili osnovne premise modela na internacionalnu diversifikaciju portfolija. Među najistaknutijima su Grubel (Grubel, 1968) i Solnik (Solnik, 1974).

Grubel-ova istraživanja se zasnivaju na benefitima koje investitori mogu da ostvare investirajući internacionalno. Osnovni cilj istraživanja Grubel-a je da pokaže da investitori mogu da ostvare bolje prinose za dati nivo rizika proširujući svoj portfolio van granica domaćeg tržišta.

Da bi pokazao dobiti od međunarodne diversifikacije, Grubel je posmatrao prinose akcija sa 11 svetskih tržišta (SAD, Kanada, Ujedinjeno Kraljevstvo, Nemačka, Francuska, Italija, Belgija, Holandija, Japan, Australija, Južna Afrika) pokrivajući period od 1959. do 1966. godine. U istraživanju su posmatrani mesečni podaci o cenama hartija od vrednosti, kretanju dividendnog prinosa i kursa lokalne valute u odnosu na dolar. Model uključuje različite faktore, uključujući sklonosti prema riziku, očekivane prinose i korelacije između prinosa imovine.

Model nedvosmisleno pokazuje da ulaganjem u balansirani međunarodni portfolio investitor superiornije ostvaruje nagradu za preuzeti rizik u odnosu na lokalno diversifikovan portfolio. Konkretno, istraživanje je pokazalo da investicija u diversifikovan portfolio, koji se sastoji samo od akcija SAD, donosi prinos od 7.5% nasuprot 12.6% koliko donosi investicija u portfolio sastavljen od akcija 11 pomenutih tržišta. Rezultati istraživanja Grubel-a su potvrđeni naknadnim radovima na ovu temu među kojima su najznačajnija istraživanja Levy i Sarnat (1970) i Errunza (1977).

U svom radu Levy i Sarnat istražuju potencijalne prednosti međunarodne diversifikacije investicionog portfolija koristeći istorijske podatke o indeksima berzi raznih država. Autori pokazuju da međunarodna diversifikacija pruža investitorima mogućnost ulaganja u imovinu koja ima nisku korelaciju sa njihovim domaćim ulaganjima. Ova niska korelacija može pomoći investitorima da postignu optimalniju ravnotežu između rizika i prinosa u svojim portfolijima. Rad naglašava da su prednosti međunarodne diversifikacije značajnije za investitore iz manje razvijenih zemalja jer imaju pristup širem spektru investicionih mogućnosti i potencijalnih izvora za veće prinose nego što mogu da ostvare na nacionalnom tržištu. Autori takođe napominju da međunarodna diversifikacija može pomoći u smanjenju rizika portfolija, ali ga ne eliminiše u potpunosti. Investitori i dalje moraju pažljivo razmotriti svoje investicione izbore i potencijalne rizike povezane sa ulaganjem na stranim tržištima (Levy i Sarnat, 1970).

Autori zaključuju da iako postoje značajni rizici vezani za internacionalnu diversifikaciju investicionog portfolija (kursni rizik, transakcioni troškovi, porezi, regulatorne barijere, itd.) benefiti i dalje nadmašuju ove rizike.

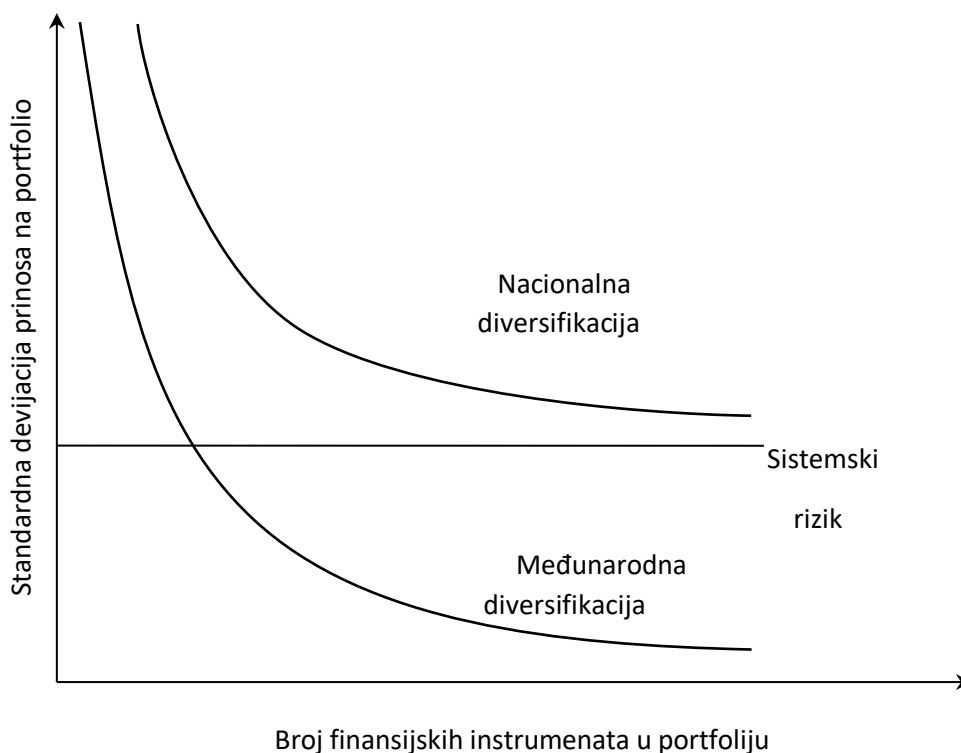
Erranuzza se u svom radu fokusira na investiranje u manje razvijene zemlje i posledice takvog pristupa na investicioni portfolio. Istraživanje se fokusira na analizu podataka o cenama akcija iz 12 zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju tokom desetogodišnjeg perioda. Primenom tehnika optimizacije portfolija, autor pokazuje da uključivanje hartija od vrednosti zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju u investicioni portfolio može dovesti do poboljšanja odnosa rizika i prinosa. Kao jedan od bitnih zaključaka ovog rada navodi se da ulaganja u hartije od vrednosti zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju mogu pružiti investitorima mogućnosti za ostvarivanje većih prinosa za isti nivo rizika u poređenju sa ulaganjem isključivo u hartije od vrednosti razvijenih zemalja. Ovo je posledica relativno viših stopa ekonomskog rasta, podcenjenih vrednosti imovine zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju kao i niske korelacije sa hartijama od vrednosti razvijenih zemalja (Erranuzza, 1977).

Solnik je naslanjajući se na ideje Markowitz-a i Grubel-a predstavio doprinose internacionalne diversifikacije portfolija. Istraživanje se fokusira na analizu podataka o cenama akcija zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju tokom desetogodišnjeg perioda. Primenom tehnika optimizacije portfolija, autor pokazuje da uključivanje hartija od

vrednosti zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju u investicioni portfolio može dovesti do poboljšanja odnosa rizika i prinosa.

U svom radu Solnik tvrdi da ulaganjem u hartije od vrednosti iz različitih zemalja, investitori mogu potencijalno smanjiti uticaj sistematskog rizika na svoje portfolije, budući da globalna tržišta i ekonomije često pokazuju različite stepene korelacije. To dovodi do nižih nivoa rizika u međunarodno diversifikovanim portfolijima u poređenju sa čisto domaćim portfolijima, a istovremeno pruža slične ili čak i veće očekivane prinose (Solnik, 1974).

Grafikon 14: Odnos nacionalne i međunarodne diversifikacije



Izvor: Bruno Solnik, 1974

U svom istraživanju Solnik je diversifikovao portfolio kroz tržišta SAD, Ujedinjenog Kraljevstva, Francuske, Nemačke, Italije, Belgije, Holandije i Švajcarske. Istraživanje je pokazalo značajne benefite internacionalne diversifikacije portfolija. Rezultati su pokazali da je internacionalni portfolio deset puta manje rizičan od pojedinačne hartije od vrednosti u portfoliju i upola manje rizičan od dobro diversifikovanog portfolija SAD.

On priznaje da postoje potencijalni izazovi i troškovi povezani sa međunarodnom diversifikacijom, kao što su valutni rizik, troškovi transakcija, porezi i regulatorne barijere. Međutim, on tvrdi da se ti problemi mogu upravljati ili ublažiti kroz odgovarajuće tehnike upravljanja portfoliom, i da potencijalne koristi međunarodne diversifikacije generalno nadmašuju povezane troškove.

Nadovezujući se na radove Grubel (1968), Solnik (1974), kao i Levy i Sarnat (1970), autori Adler i Dumas istražuju uticaje identifikovanih rizika u međunarodnoj diversifikaciji portfolija kao što su kursni rizik, inflacija, kao i ekonomska izloženost u finansijskim i investicionim odlukama. Oni tvrde da promene deviznih kurseva i inflacije mogu značajno uticati na performanse međunarodnih investicija i kao rezultat, investitori moraju pažljivo razmotriti ove faktore prilikom donošenja investicionih i finansijskih odluka. Autori predlažu da optimalni izbor portfolija i finansijske odluke treba da uzmu u obzir ne samo odnos rizika i prinosa, već i efekat fluktuacija valuta i inflacije na vrednost imovine i obaveza (Adler i Dumas, 1983).

Među začetnicima novog talasa radova na temu međunarodne diversifikacije investicionog portfolija je istraživanje Bakaert-a i Campbell-a koje se fokusira na uticaj stranih investicija na nacionalna tržišta u smislu prinosa, volatilnosti i korelacije između tržišta G-7 zemalja (SAD, Kanade, Francuske, Nemačke, Italije, Japana i Velike Britanije). Autori su poseban akcenat stavili na periode liberalizacije tržišta smatrajući da su ovi trenuci ključni u razumevanju uticaja stranih investicija na nacionalna tržišta.

Istraživanje je pokazalo da je liberalizacija tržišta povezana sa povećanim prilivom stranih investicija što je dovelo do većih prinosa na nacionalnim tržištima kao i nižoj volatilnosti tržišta što su pripisali povećanoj efikasnosti tržišta, boljoj alokaciji kapitala kao i nižim troškovima kapitala. Dodatno, liberalizacija i priliv stranog kapitala doveo je do veće korelacije između tržišta što dovodi do negativnih efekata po sposobnost investitora da međunarodnom diversifikacijom ostvari superiorne prinose. Međutim,

autori takođe priznaju da uticaj stranih investitora na tržišta u nastajanju nije univerzalno pozitivan. Napominju, da strani spekulanti mogu doprineti pojačavanju volatilnosti tržišta u periodima finansijskog stresa jer se mogu upuštati u kratkoročno trgovanje i ponašanje stada (Bakaert i Campbell, 2000).

Ovaj deo pregleda literature prezentovao je najznačajnija istraživanja o benefitima i rizicima međunarodne diversifikacije portfolija. Pomenuta istraživanja saglasna su da investitori međunarodnom diversifikacijom portfolija mogu ostvariti superiornije prinose uz dati nivo rizika od investiranja isključivo u nacionalne ekonomije. Takođe, istaknuti su i značajni rizici vezani za ova ulaganja kao što su rizik zemlje, likvidnosti manje razvijenih tržišta, poreski rizici, rizik deviznog kursa, transakcioni troškovi kao i rizici vezani za regulatorni okvir. Međutim, rizicima se uz pravilne investicione tehnike može upravljati ili se mogu ublažiti tako da potencijalne koristi međunarodne diversifikacije generalno nadmašuju povezane rizike.

Novija literatura se sve više bavi globalizacijom tržišta kapitala kao i sve većoj povezanosti razvijenih i nerazvijenih tržišta, kao i uticaju finansijskih šokova na tržišta širom sveta. Pregled radova na ovu temu je obrađen u poglavlju 2.3.

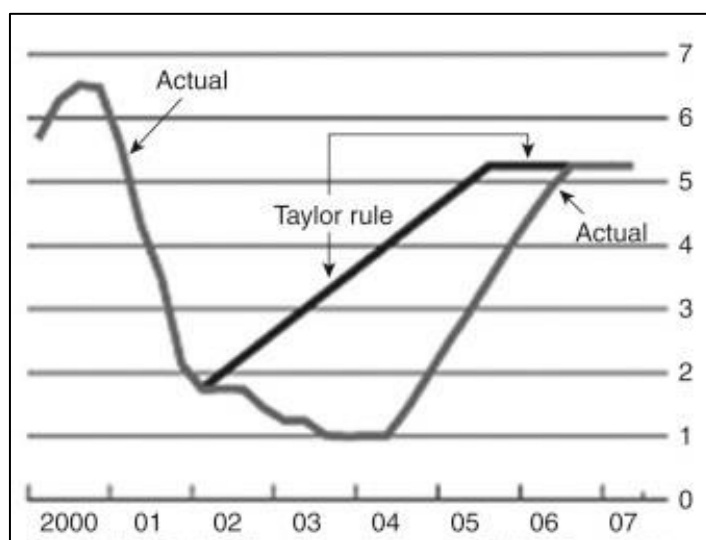
2.2. Pregled radova na temu nastanka svetske ekonomske krize 2008. godine

Svetska ekonomska kriza 2008. godine izazvala je najveću recesiju još od Velike depresije 1930. godine. Iako nastala u SAD, brzo se proširila na ostale zemlje sveta izazivajući velike šokove na berzama, rast stope nezaposlenosti kao i stagnaciju celih privreda. Iako nastala kao bankarska kriza, kriza finansijskog sistema, brzo se proširila na realni sektor širom sveta. Da bismo bolje razumeli prelivanje krize iz SAD na zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju, što je fokus ovog rada, potrebno je razumeti prirodu krize i njen efekat na tržište kapitala SAD.

John Taylor autor je jednog od prvih značajnih radova koji se bavi korenom svetske ekonomske krize. U svom radu, Taylor se fokusira na ulogu monetarne politike i regulative za koje smatra da su u korenu ove krize. Kao glavni razlog nastanka krize navodi se napuštanje tradicionalnog pristupa u određivanju kamatnih stopa i vođenju monetarne politike, tj. suviše niske kamatne stope dovele su do buma na tržištu nekretnina

koji je kasnije praćen ozbiljnim padom. Slika 1 prikazuje monetarnu politiku koju je vodio FED 2000-tih godina nasuprot politike koju su implicirala dotadašnja pravila vođenja monetarne politike. Kao što se može videti na slici, umesto postepenog povećavanja kamatne stope, FED je nastavio da spušta kamatnu stopu do istorijskog minimuma i time izazove preterano kreditiranje stanovništva koje je posledično dovelo do buma na tržištu nekretnina.

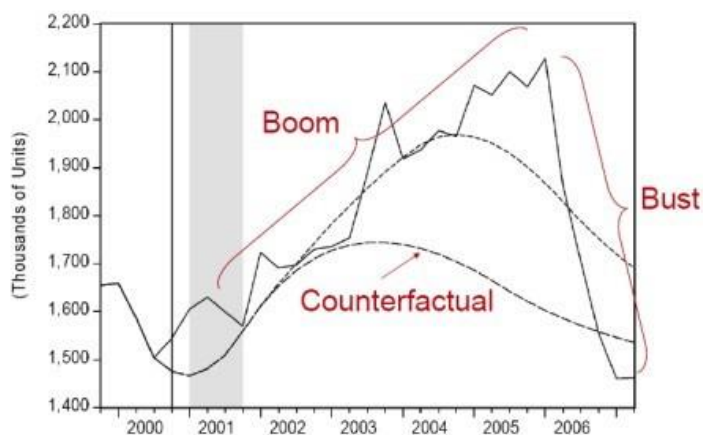
Slika 1: Kretanje referentne kamatne stope



Izvor: Taylor, 2007

Taylor tvrdi , u slučaju da FED nije napustio dotadašnje standarde u vođenju monetarne politike, da je podigao kamatnu stopu na vreme, tržište nekretnina bi se hladilo postepeno i ne bi došlo do ekstremnih vrednosti i buma koji je praćen propadanjem tržišta što je bio osnovni trigger krize. Svoja empirijska istraživanja je predstavio sledećim grafikonom (Slika 2):

Slika 2: Bum i propast tržišta nekretnina



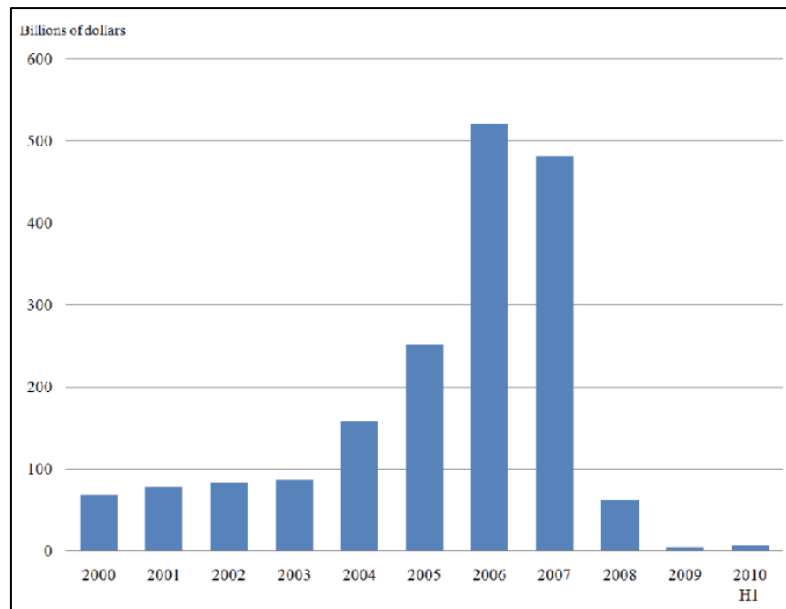
Izvor: Taylor, 2009

Autor navodi i dodatne razloge koji su doprineli da kriza na tržištu nekretnina preraste u problem finansijskog sektora kao što je nedostatak regulative finansijskog sektora i globalne neravnoteže. Ističe se nedostatak efikasne regulative u finansijskom sektoru, što je dozvolilo prekomerno preuzimanje rizika i nagomilavanje neravnoteže. On ukazuje na to da postojeće regulative nisu bile adekvatno sprovedene, da se regulatorni okvir nije brzo prilagodio menjanju finansijske scene.

Autori Gorton i Andrew Metrick u svom radu „Anatomija Globalne finansijske krize: Evolucija panike i kriza 2007-2008. godine“ ispituju uzroke, evoluciju i posledice svetske ekonomske krize. Iako se u principu slažu sa istraživanjem Taylora, da je jedan od okidača za nastanak krize previše labava monetarna politika, oni više pažnje posvećuju razvoju i uticaju kompleksnih finansijskih instrumenata koji su običnim investitorima bili teško razumljivi u smislu procene rizika koji nose, što je na kraju dovelo da se kriza otme kontroli. Ekstreman rast kompleksnih finansijskih instrumenata se može videti na grafikonu (Slika 3).

Dodatno, autori navode da su preterani podsticaji za različite aktere u finansijskom sistemu kao što su banke, hipotekarne agencije i kreditne rejting agencije doprineli podgrevanju krize. Ovi podsticaji doveli su do toga da institucije koje su bila zadužene za kreditiranje stanovništva preuzmu previše rizika i favorizuju kratkoročno razmišljanje što je dovelo do značajnog pogoršanja standarda kreditiranja.

Slika 3: Kretanje kolateralizovanih obaveza po osnovu duga CDO (Collateralised debt obligations)



Izvor: Securities Industry and Financial Markets Association (SIFMA).

Kao jedan od bitnih elemenata naveden je i nedostatak regulative koja bi sprečila rast sistemskog rizika kao i neadekvatan odgovor i kontrolu međusobne povezanosti finansijskih institucija.

Rad takođe istražuje evoluciju panike tokom krize, koju karakterišu tri faze: početna neizvesnost, panika i *contagion* (zaraza), te politički odgovor i oporavak. U ranoj fazi krize, prevladavala je neizvesnost o obimu problema i potencijalnom uticaju na širi finansijski sistem. Kako se kriza produbljivala, nastupila je panika, što je dovelo do gubitka poverenja i samopouzdanja među finansijskim institucijama. To je rezultiralo zamrzavanjem kredita, kolapsom glavnih institucija i širenjem krize na globalni finansijski sistem.

Gorton se u svom radu „Slapped in the Face by the Invisible Hand: Banking and the Panic of 2007“ naslanja na prethodno opisan rad („Anatomija Globalne finansijske krize“) ali se fokusira na bankarski sistem u senci i njegovu povezanost sa tradicionalnim bankarstvom.

Bankarskim sistemom u senci smatraju se finansijske institucije koje obavljaju slične zadatke kao tradicionalni bankarski sistem ali ne podležu istoj regulativi kao što su hedž fondovi, investicione banke, fondovi tržišta novca, itd. U radu su ove institucije označene kao osnovni krivci za kreiranje kompleksnih finansijskih instrumenata koji u svojoj osnovi zavise od tržišta nekretnina. Sekjuritizacija, proces grupisanja različitih vrsta dugova i njihovo pretvaranje u trgovinske hartije od vrednosti, odigrala je ključnu ulogu u krizi. Doprinela je stvaranju međusobno povezane mreže finansijskih institucija, pojačavajući efekte krize i otežavajući njeno suzbijanje.

Autori smatraju da je kriza pokrenuta gubitkom poverenja u ove finansijske instrumente kao i u institucije koje su ih kreirale i držale u svom portfoliju. Panika koja je nastala dovela je do brzog povlačenja sredstava uzrokujući probleme sa likvidnošću i konačni kolaps nekoliko velikih finansijskih institucija.

Prema autorima, kao jedan od glavnih uzroka pada tržišta sekjuritizovanih hartija od vrednosti, koje je izazvalo svetsku ekonomsku krizu, bio je nedostatak transparentnosti i informacija o rizicima povezanim sa ovim složenim instrumentima. Investitori nisu mogli tačno proceniti kvalitet ovih hartija, što je dovelo do sloma poverenja i samopouzdanja u finansijskom sistemu.

Autori Reinhart i Rogoff istraživali su posledice koje finansijske krize (uključujući svetsku ekonomsku krizu 2008. godine) imaju na ekonomski sistem u celini fokusirajući se na sličnosti i razlike između istorijskih kriza u cilju izvođenja zaključaka o tipičnim obrascima koji se javljaju nakon takvih kriza. Ključni rezultati istraživanja su sledeći (Reinhart i Rogoff, 2009):

1. Bankarske krize obično prate ozbiljni ekonomski padovi, pri čemu prosečan pad realnog BDP-a po glavi stanovnika iznosi 9,3% tokom dvogodišnjeg perioda;
2. Stope nezaposlenosti obično značajno rastu nakon krize, sa prosečnim povećanjem od oko 7% tokom četvorogodišnjeg perioda;
3. Vladin dug obično znatno raste u posledicama krize, sa prosečnim povećanjem realnog državnog duga od 86%.
4. Cene stanova obično doživljavaju dugotrajan pad nakon krize, sa prosečnim realnim padom od 35,5% tokom perioda od šest godina;

5. Cene akcija obično značajno opadaju, sa prosečnim realnim padom od 55,9% tokom perioda od tri i po godine.

S obzirom da je u fokusu ove disertacije uticaj svetske ekonomske krize na tržište kapitala ovo empirijsko istraživanje ima posebnu težinu. Ukoliko se u različitim krizama tržišta kapitala ponašaju slično (tj. cene akcija obično značajno opadaju, sa prosečnim realnim padom od 55,9%) bitno je razumeti kako su tržišta kapitala na kojima investitor planira da investira svoj novac međusobno povezana. Odnosno, da li postoji prelivanje krize iz zemalja sa razvijenim tržištem kapitala na zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju što je jedno od ključnih pitanja koja se obrađuju u ovoj disertaciji.

U narednom delu pregleda literature pažnja je posvećena dosadašnjim istraživanjima na temu prelivanja krize preko granica nacionalnih ekonomija i uticaj efekata prelivanja na diversifikaciju investicionog portfolija.

2.3. Pregled radova na temu povezanosti finansijskih tržišta i prelivanja finansijskih šokova iz zemalja sa razvijenim tržištem kapitala na zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju

U novijim istraživanjima sve više dominiraju radovi koji ispituju kretanje i međuzavisnost svetskih tržišta u kontekstu sve veće globalizacije. Generalni utisak je da pozitivna korelacija između svetskih tržišta postaje sve dominantnija što dovodi do smanjenih benefita međunarodne diversifikacije. U nastavku je dat pregled najvažnijih radova iz ove grupe, podeljen na radove koji ispituju međuzavisnost tržišta kapitala i radove koji ispituju specifični uticaj finansijskih šokova na kretanja na ovim tržištima.

2.3.1. Pregled radova koji ispituju međuzavisnost tržišta kapitala

Prvi značajniji radovi na temu integracije tržišta kapitala su radovi autora Eun i Shim (1989), King i Wadhvani (1989) i Bakaert i Harvey (1994).

U svom radu Eun i Shim istražuju veze i efekte preliivanja među glavnim globalnim berzama. Koriste vektorski autoregresioni model (VAR) i Grejndzerove testove uzročnosti za analizu međuzavisnosti i tokova informacija između berzi Sjedinjenih Država, Velike Britanije, Australije, Kanade, Francuske, Švajcarske, Hong Konga, Nemačke i Japana. Rad adresira sledeće probleme:

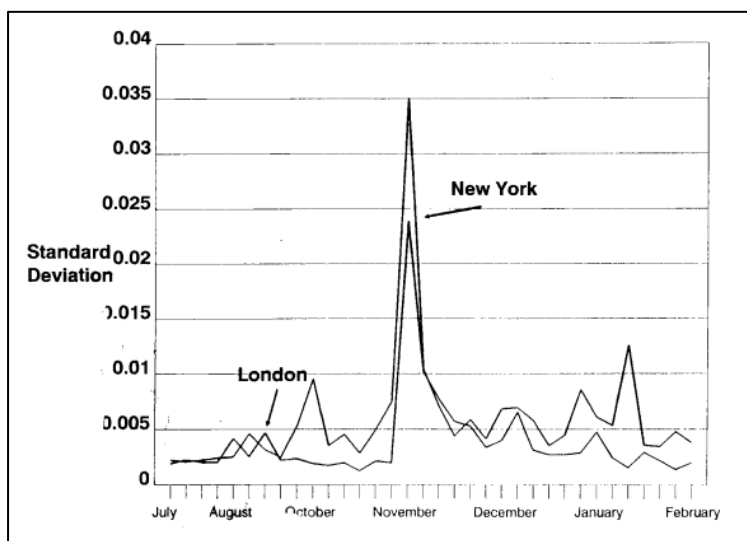
1. U kom obimu se kretanje tržišta kapitala jedne zemlje može objasniti kretanjem na tržišta kapitala druge zemlje?
2. Koliko tržište Sjedinjenih Američkih Država utiče na kretanja na ostalim tržištima?
3. Koliko brzo se promene cena na jednom tržištu prenose na drugo tržište?

Da bi se adresirala navedena pitanja rad koristi pomenuti vektorski autoregresioni model (VAR) i Grejndzerove testove uzročnosti na dnevnim prinosima hartija od vrednosti pomenutih zemalja iz uzorka u periodu od januara 1980. do decembra 1985. Studija otkriva da postoje značajna preliivanja između tržišta, pri čemu američko tržište ima najveći uticaj na ostala tržišta. S obzirom da nijedno drugo tržište nije imalo toliko značajan efekat na ostala tržišta, istraživanje je potvrdilo dominantni položaj američkog tržišta u svetu. Sa aspekta brzine reakcije drugih tržišta na dešavanja na američkom tržištu, rezultati pokazuju da ostala tržišta reaguju sa jednim danom zakašnjenja dok se potpuno preliivanje volatilnosti dešava nakon dva dana čime se zaključuje da su međunarodna tržišta kapitala izuzetno informaciono efikasna.

Rad King-a i Wadhvani-ja (2009) istražuje složenu prirodu finansijskih tržišta i kako volatilnost jednog tržišta može uticati na volatilnost drugog tržišta posmatrajući tržište kapitala oktobra 1987. godine kada su sva razvijena tržišta u jednom mesecu značajno izgubila na vrednosti . Pomenuti oktobar 1987. godine je period jedne od najvećih kriza na tržištu Sjedinjenih Američkih Država, poznatiji kao Crni petak kada je Dow Jones index izgubio 22.6% vrednosti u jednom danu. Istraživanje ima za cilj da otkrije prisustvo i obim efekata preliivanja volatilnosti između različitih berzi širom sveta koristeći napredne ekonometrijske tehnike, kao što je GARCH model (model uopštene autoregresione uslovne heteroskedastičnosti). Model je baziran na kretanju indexa berzi u Londonu, Njujorku i Tokiju u periodu od jula 1987. godine do februara 1988. godine.

Istraživanje je pokazalo da su korelacije između tržišta veće u periodima velikih volatilnosti, dok se u periodima niskih volatilnosti te korelacije smanjuju što se može uočiti na sledećem grafikonu (Slika 4):

Slika 4: Volatilnost berzanskih indeksa londonske i njujorške berze u periodu od jula do oktobra 1987. godine



Izvor: King i Wadhwani, 1989

Ovi nalazi ističu međusobno povezanu prirodu globalnih finansijskih tržišta i ukazuju na to da učesnici na tržištu moraju uzeti u obzir ove efekte preliivanja prilikom donošenja investicionih odluka i kreiranja strategija upravljanja rizikom. Kao posledica toga, investitori koji nisu svesni ovih preliivanja volatilnosti mogu biti izloženi većim nivoima rizika i mogu imati poteškoća u tačnom predviđanju oscilacija na tržištu što se negativno odražava na strategije upravljanja portfoliom.

Istraživanje autora Bekaert-a i Harvey-ja (1994) nastoji da utvrdi stepen integracije svetskog tržišta istražujući veze između različitih berzi tokom različitih vremenskih perioda. Autori koriste napredne ekonometrijske modele, kao što su vremenski promenljiva regresija i faktorska analiza, kako bi analizirali kretanja akcija među najvećim svetskim berzama. Uzorak nacionalnih tržišta kapitala uključuje podatke

razvijenih tržišta iz indeksa Morgan Stanley Capital International (MSCI) i za tržišta u nastajanju iz Međunarodne finansijske korporacije (IFC) Svetske banke. Studija se fokusira na dvanaest tržišta u nastajanju: Čile, Kolumbija, Grčka, Indija, Jordan, Koreja, Malezija, Meksiko, Nigerija, Tajvan, Tajland i Zimbabve.

Rezultati istraživanja otkrivaju da se integracija svetskog tržišta menjala tokom vremena, sa povećanim nivoima međuzavisnosti među globalnim berzama. Nalazi ukazuju na to da je integracija tržišta bila pod uticajem različitih faktora, kao što su liberalizacija finansijskih tržišta, tehnološki napredak i širenje prekograničnih investicija. Posledice ovakvih rezultata za investitore i kreatore monetarne politike su višestruke. Globalno povezano tržište umanjuje benefite međunarodne diversifikacije investicionog portfolija i zahteva razvoj alternativnih pristupa pri upravljanju rizikom. Za kreatore monetarne i fiskalne politike to znači da moraju pažljivo posmatrati dešavanja na centralnim svetskim tržištima kako bi pravovremeno reagovali i ublažili rizike po nacionalnu ekonomiju.

Autori Solnik i Longin (2001) prihvataju rezultate dotadašnjih istraživanja koja su pretežno favorizovala pristup da tržišta postaju sve više integrisana i da se korelacija između tržišta povećava sa povećanjem volatilnosti. Međutim, autori se fokusiraju na ispitivanje da li se tržišta i korelacije među njima ponašaju isto u momentu pozitivnih šokova i momentu negativnih šokova po tržište. Autori koriste napredne ekonometrijske tehnike, uključujući teoriju ekstremnih vrednosti i kopula modele, kako bi analizirali strukturu zavisnosti prinosa međunarodnih tržišta kapitala tokom ekstremnih događaja.

Rezultati su pokazali da visoka volatilnost sama po sebi, tj. veliki pozitivni apsolutni prinosi, ne dovode do povećanja uslovne korelacije i da je korelacija uglavnom pod uticajem tržišnog trenda. Autori smatraju da se uslovna korelacija snažno povećava samo u opadajućim (tj. medveđim) tržištima; dok se čini da uslovna korelacija ne raste na rastućim (tj. bikovskim) tržištima. Empirijska razlika između medveđih i bikovskih tržišta ima potencijalne implikacije za raspodelu imovine i konstrukciju portfolija, ali to nije bilo predmet istraživanja u ovom radu. Ovakvi rezultati pokazuju da u kriznim vremenima kada razvijana tržišta beleže gubitke i kada su investitorima najviše potrebni benefiti međunarodne diversifikacije oni su tada najmanji - drugim rečima, tradicionalni pristup diversifikaciji možda neće biti tako efikasan u ublažavanju rizika portfolija tokom

ekstremnih tržišnih događaja, jer se imovina za koju se prethodno mislilo da nije korelisana može iznenada kretati u istom smeru.

Autori Theodore Syriopoulos, Efthimios Roumpis (2009) ispituju korelaciju prinosa i volatilnosti između balkanskih tržišta i razvijenih tržišta zapadne Evrope. Rad ima za cilj da pruži odgovor na pitanje doprinosa internacionalne diversifikacije portfolija. Istraživanje obuhvata uzorak berzanskih indeksa balkanskih zemalja. Korišćenjem dinamičkih GARCH modela CCC i DCC dolazi se do podataka o povezanosti posmatranih tržišta. Istraživanje je pokazalo značajan dugoročni uticaj razvijenih tržišta na tržišta u nastajanju kao i potencijalnu visoku korelaciju volatilnosti u kriznim periodima što može smanjiti učinak međunarodne diversifikacije portfolija.

Autori Balazs Egert, Evzen Kocenda (2007) istražuju kretanja između tri tržišta akcija u centralnoj i istočnoj Evropi i, pored toga, međuzavisnost, u pogledu preliivanja prinosa i volatilnosti, koja može postojati između zapadnoevropskih (DAX, CAC, UKX) i centralno-istočno-evropskih (BUX, PX-50, VIG-20) tržišta akcija. Analiza je obavljena na uzorku u okviru koga nije došlo do veće ekonomske krize. U radu se koriste uglavnom dnevni 5-minutni podaci za indekse akcija kao i široki spektar ekonometrijskih tehnika. Istraživanje je pokazalo da postoje preliivanja prinosa i volatilnosti iz zapadno-evropskih tržišta na centralno i istočno-evropska tržišta kao i preliivanja unutar samih tržišta. Međutim, istraživanje je ustanovilo da ovakvih preliivanja nema u drugom smeru (iz centralno i istočno-evropska tržišta na zapadna tržišta). Iako ne postoje preliivanja prinosa, istraživači su uspeli da identifikuju preliivanje volatilnosti sa BUX i WIG-20 na DAX i UKX. Finalno, istraživači su došli do zaključka da iako postoje kratkoročne veze između posmatranih tržišta, investiranja u manje razvijena tržišta mogu pozitivno da utiču na diversifikaciju portfolija usled nepostojanja dubokih dugoročnih veza.

Autori Forbes i Rigobon (1999) se bave nešto drugačijom analizom korelacija među tržištima. Oni osporavaju istraživanja koja se isključivo fokusiraju na korelacije u stresnim vremenima i na osnovu tih posmatranja dolaze do zaključka da postoji efekat zaraze odnosno preliivanja krize iz jedne zemlje u drugu. Istraživači u ovom radu posmatraju nešto duži period koji uključuje i periode šokova i mirne periode da bi odgovorili na pitanje da li su visoke korelacije posledica zaraze ili čiste povezanosti između dva tržišta. Kako bi testirao pojam zaraze na berzi rad posmatra krize u istočnoj

Aziji 1997. godine, pada meksičkog pezosa 1994. godine i pada berze u SAD-u 1987. godine.

Istraživači su došli do tri ključna rezultata. Prvo, prilikom testiranja zaraze među berzanskim tržištima, kritično važno je precizno meriti zajedničko kretanje tržišta. Podešavanje koeficijenta korelacije radi korekcije promenljive tržišne volatilnosti neće samo uticati na procene korelacija između tržišta, već može značajno smanjiti procene zaraze tržišta akcija. Drugo, kada se ovi prilagođeni koeficijenti korelacije primene na standardne testove za zarazu, došli su do znatno manje dokaza o zarazi tokom istočnoazijskih kriza, pada meksičkog pezosa i pada američkog tržišta akcija, nego što se prethodno verovalo. Zapravo, u većini ovih testova, nema nijednog slučaja zaraze. Treće, kada se ovi rezultati kombinuju sa приметno visokim nivoom zajedničkog kretanja tržišta tokom perioda nestabilnosti, to naglašava šta se podrazumeva pod pojmom "zaraze" u finansijskim tržištima. Zaraza nije samo visoka korelacija između tržišta nakon šoka. To je značajan porast ove korelacije nakon šoka. Visoki nivoi zajedničkog kretanja na mnogim tržištima akcija tokom ova tri burna perioda odražavaju nastavak jakih veza između tržišta, a ne značajan pomak u tim vezama. Drugim rečima, tokom nedavne azijske krize, pada meksičkog pezosa i pada američkog tržišta akcija iz 1987. godine, nastavak jakih veza između tržišta ukazuje na međuzavisnost umesto na zarazu. Autori sugerišu da se u daljim istraživanjima treba više baviti uzrocima međusobne povezanosti tržišta i zašto su nacionalna tržišta ranjiva na kretanja na drugim tržištima. Postavlja se pitanje da li je ova ranjivost povećana zbog trgovinskih veza ili fundamentalnih karakteristika ekonomije?

Pomenute realne veze između ekonomija su predmet istraživanja autora Kristin J. Forbes i Menzie D. Chinn (2004), koji ispituju da li stvarne i finansijske veze između zemalja mogu objasniti zašto najveća svetska finansijska tržišta često imaju velike, ali raznolike efekte na druga finansijska tržišta i kako se te međusobne veze tokom vremena menjaju.

Konkretnije, rad pokušava da odgovori na četiri pitanja. Prvo, koliko su važne veze među državama sa velikim finansijskim tržištima, u poređenju sa globalnim i sektorskim faktorima, u objašnjavanju prinose na finansijskim tržištima u zemljama širom sveta? Drugo, koliko su važni bilateralni trgovinski tokovi, trgovinska konkurencija na trećim tržištima, zajmovi banaka i izloženost stranim investicijama u objašnjavanju ovih veza

među zemljama? Treće, kako se vremenom promenio relativni značaj ovih različitih globalnih veza? Konačno, kako se relativni značaj ovih globalnih veza razlikuje na različitim berzama i tržištima obveznica? U radu je korišćena faktorska analiza. Rad posmatra kretanje prinosa hartija od vrednosti u zavisnosti od globalnih, sektorskih i bilateralnih faktora. Države su podeljene na 5 razvijenih ekonomija (Francuska, Nemačka, UK, US i Japan) i 40 zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju. Kao odgovor na prvo pitanje, istraživači su došli do zaključka da su veze između država važan faktor u objašnjavanju prinosa na finansijskim tržištima, kao i da kretanje u najvećoj ekonomiji regiona ima najznačajniji uticaj na okolne ekonomije. Istraživači su, kao odgovor na drugo pitanje, došli do zaključka da direktna trgovina (uvoz i izvoz dobara i usluga) između zemalja čini najvažniju kariku u objašnjavanju jačine veza između dve ekonomije.

Posmatrajući ove veze kroz vreme, istraživači su došli do zaključka da su veze između ekonomija u periodima od 1986. do 1995. imale malu objašnjavajuću moć i da su procene veoma osetljive na specifikaciju modela. Međutim, od 1996. do 2000., bilateralne veze kroz trgovinu i finansije postaju znatno važnije determinante načina na koji se šokovi prenose sa velikih ekonomija na tržišta širom sveta. Tačnije, čini se da su bilateralni trgovinski tokovi najvažnija determinanta međudržavnih veza na tržištu obveznica, kao i na tržištu akcija.

Autori Engle i Rangell (2006), predstavljaju model koji obuhvata odnose između makroekonomije i volatilnosti, a zatim ga primenjuju na objašnjavanje finansijske volatilnosti gotovo 50 tržišta tokom vremena. Kao nadogradnju na dotadašnja istraživanja koja su ove pojave modelirala kroz GARCH modele, u radu je predstavljen Spline-GARCH model koji dozvoljava kombinaciju visoko frekventnih podataka sa berzi širom sveta i nisko frekventnih makroekonomskih podataka. Autori primenjuju svoj Spline-GARCH model na skup podataka o dnevnim prinosima berze za 48 zemalja, koje pokrivaju kako razvijena, tako i tržišta u nastajanju, od 1980. do 2004. godine. Koriste ovaj model za procenu komponenti volatilnosti niske učestalosti i istražuju odnos između ovih komponenti i raznih globalnih makroekonomskih faktora, kao što su inflacija, kamatne stope i rast BDP.

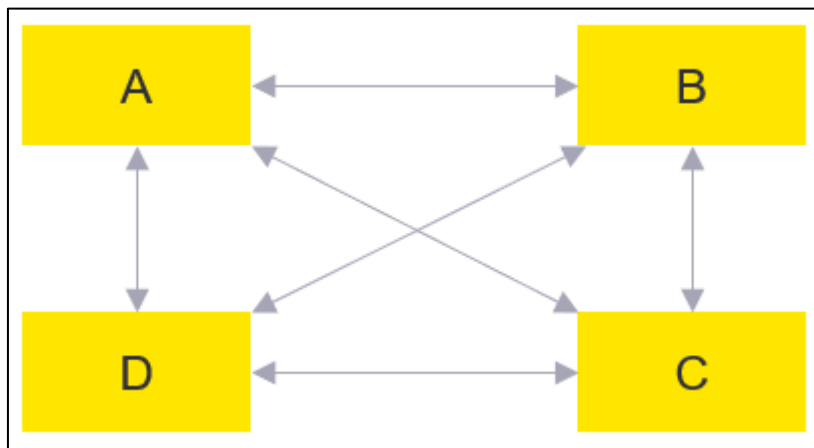
Empirijski dokazi ukazuju da dugoročna volatilnost makroekonomskih osnova, kao što su BDP i kamatne stope, predstavljaju primarne uzroke volatilnosti tržišta niske učestalosti. Ove promenljive pokazuju snažan pozitivan efekat u analizi preseka. Pored toga, volatilnost inflacije takođe ima pozitivan efekat, ali u ovom slučaju, rezultat zavisi od uključivanja jedne zemlje, Argentine. Zemlje sa visokom inflacijom i zemlje sa niskom stopom realnog rasta imaju veću volatilnost, iako značaj realnog rasta takođe zavisi od Argentine. Utvrđeno je da je razvoj tržišta takođe značajan faktor. Veličina tržišta u odnosu na BDP i broj listiranih kompanija, kao pokazatelji veličine mogućnosti za diversifikaciju, smanjuju nisko frekventnu volatilnost. Tržišta u nastajanju pokazuju više nivoe nisko frekventne volatilnosti. Objašnjenje može biti da su tržišta u nastajanju tipično povezana ne samo sa većim stopama inflacije, već i sa dodatnim rizicima izazvanim tržišnim distorzijama i političkom nestabilnošću. Veličina ekonomija, merena BDP-om u američkim dolarima, povećava nisko frekventne volatilnosti; veće zemlje imaju veću volatilnost. Ovaj rezultat može biti povezan sa boljim protokom informacija i mogućim većim zaduživanjem na razvijenim tržištima.

2.3.2. Pregled radova koji ispituju uticaj finansijskih šokova na tržišta kapitala

Pre prelaska na radove koji se bave isključivo prelivanjem finansijskih šokova, posebno svetske ekonomske krize iz zemalja sa razvijenim tržištem kapitala na zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju, potrebno je razumeti kako se finansijski šok širi u samom bankarskom sektoru. U svom radu Allen i Gale, (2000) bave se ispitivanjem povezanosti aktera u bankarskom sektoru i uticaju finansijskih kriza na ekonomiju u celini. Rasprostranjenost finansijskih kriza navela je mnoge da zaključe da je finansijski sektor veoma podložan šokovima. Jedna teorija je da se mali šokovi, koji u početku pogađaju samo nekoliko institucija ili određeni region privrede, šire na ostatak finansijskog sektora, što dovodi do zaraze šire ekonomije. U ovom radu fokus je na kanalu zaraze, odnosno na veze koje različiti region ili sektori bankarskog sistema imaju jedni prema drugima. Kada jedan region doživi bankarsku krizu, ostali region trpe gubitak jer njihova potraživanja od problematičnog regiona padaju u vrednosti. Autori navode da veze između različitih

delova bankarskog sistema pre svega proizilazi iz međubankarskog tržišta depozita. Veze između bankarskog tržišta su prikazane na Slici 5.

Slika 5: Povezanost bankarskog sektora



Izvor: Allan i Gale, 2000

Studija je pokazala da kada dve identične regije, A i B, imaju različite volumene ranih korisnika, mogu iskoristiti tu razliku kako bi uravnotežile svoje potrebe za likvidnošću. Kada regija A ima više ranih korisnika, može likvidirati neke od svojih depozita u bankama regije B pre nego što dođe do šoka likvidnosti. Regija B prihvata ovo zbog svog viška kratkoročnih sredstava. Kasnije, kada regija B suoči s većom potražnjom od kasnijih korisnika, može likvidirati svoje depozite koje drži u regiji A kako bi zadovoljila te potrebe. Ovo u suštini otkriva sistem međusobne podrške između banaka u obe regije, iskoristivši razlike u vremenu i likvidnosti kako bi ispunile svoje odgovarajuće obaveze.

Sistem međuregionalnih depozita funkcioniše efikasno pod uslovom da u celom bankarskom sistemu postoji dovoljna likvidnost. Ako postoji višak potražnje za likvidnošću finansijske veze koje nastaju usled ovih međubankarskih držanja depozita mogu se pretvoriti u katastrofu. Iako su međubankarska držanja depozita korisna za preraspodelu likvidnosti unutar bankarskog sistema, ona ne mogu povećati ukupnu količinu likvidnosti. Ako je potražnja potrošača širom privrede veća od zaliha

kratkoročne imovine, jedini način da se obezbedi veća potrošnja je da se likvidira dugoročna imovina, što je za banku veoma skupo. U ovom slučaju, banke mogu izbeći likvidaciju dugoročne imovine likvidirajući svoja potraživanja prema drugim bankama.

Ova uzajamna likvidacija potraživanja, međutim, ne stvara dodatnu likvidnost. Ona samo uskraćuje likvidnost problematičnom regionu, a posledice mogu biti bankarske panike i stečaj. Ono što počinje kao finansijska kriza u jednom regionu može se proširiti zarazom na druge regione zbog međubankarskih povezanosti.

Rad Allan-a i Gale-a nam pomaže da razumemo okidače koji su doprineli da se svetska ekonomska kriza prelije na ceo bankarski sistem i ekonomiju u celini. Podsetićemo se da je jedan od glavnih okidača krize propast dve značajne finansijske institucije Lehman Brothers u septembru 2008. godine kao i Bear Stearns u martu 2008. godine. Nakon propasti ovih finansijskih institucija panika je zavladała tržištem kapitala i dovela do jedne od najvećih kriza u istoriji Sjedinjenih Američkih Država.

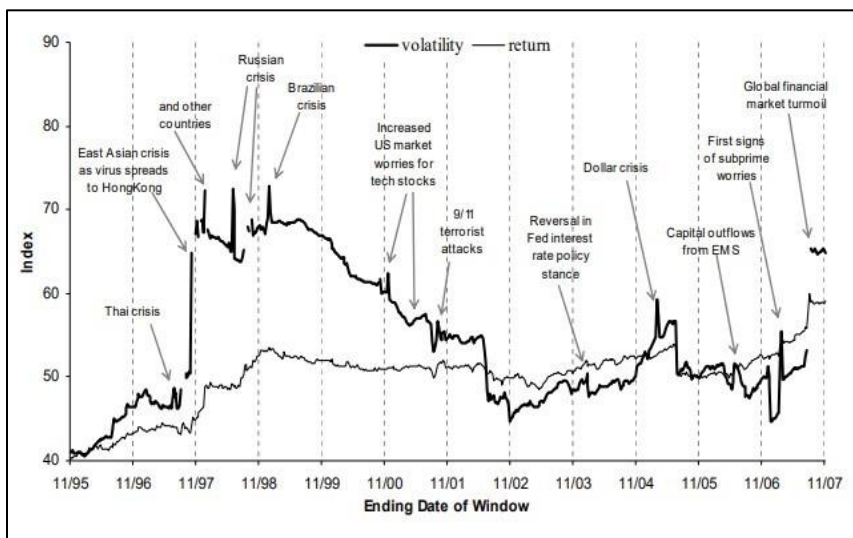
Autori Bekaert, Fratzscher, Ehrmann i Mehl (2011) proučavaju kako se svetska ekonomska kriza burno proširila na svetske ekonomije kao i različite ekonomske sektore. Razvijen je trofaktorski model kako bi se postavile referentne vrednosti za očekivana zajednička kretanja globalnog tržišta akcija, zasnovana na postojećim osnovama. Model razlikuje faktor specifičan za SAD, globalni finansijski faktor i domaći faktor za određivanje cena 415 portfolija akcija zemalja i sektora u 55 zemalja širom sveta. Zaraza se definiše kao zajedničko kretanje koje premašuje ono što podrazumeva faktorski model.

Rezultati su predstavljeni u nekoliko tačaka. Ključni nalaz je da iz perspektive faktorskog modela sa globalnim i domaćim faktorima autori pronalaze dokaze o zarazi. Zajednička kretanja među portfolijima se ne mogu potpuno objasniti faktorskim modelom bez promene u faktorskim izloženostima, međutim model ipak objašnjava 75% ukupne varijacije prinosa. Drugo, uprkos činjenici da je svetska ekonomska kriza nastala u SAD autori nalaze slabe dokaze o zarazi iz američkih tržišta na globalna tržišta akcija tokom krize. Nasuprot tome, rezultati pokazuju da je do zaraze došlo iz domaćih tržišta akcija ka pojedinačnim domaćim portfolijima akcija. Treće, autori tvrde da izloženost spoljnim faktorima, kao što su bankarstvo, trgovina ili finansijske veze, nije imalo značajnu ulogu u globalnom prenosu tržišta akcija tokom finansijske krize 2007-2009. Međutim, portfolija u zemljama sa slabim ekonomskim osnovama, lošim kreditnim rejtingom i

visokim fiskalnim i tekućim deficitima doživela su veću zarazu, i sa američkih i sa domaćih tržišta, i generalno su bili ozbiljnije pogođeni svetskom ekonomskom krizom. Štaviše, prisustvo politika za zaštitu domaćih banaka tokom krize, u obliku garancija za dugove i depozite, bilo je od presudne važnosti za zaštitu domaćih portfolija akcija u određenoj meri od svetske ekonomske krize. Ironija ove možda najglobalnije krize ikada je što je spoljna izloženost tržišta imala tako malu ulogu u određivanju njegove tržišne performanse akcija. Umesto toga, investitori su se pre svega fokusirali na specifične karakteristike zemalja i kažnjavali tržišta sa lošim makroekonomskim osnovama, politikama i institucijama. Predstavljeni rezultati podržavaju napore donosioca odluka i međunarodnih organizacija da bolje razumeju makroprudencijalne rizike i možda ustanove bliži nadzor nad takvim rizicima, kako na nivou zemlje, tako i na globalnom nivou.

Autori Yilmaz i Diebold (2008) proučavali su prelivanje prinosa i volatilnosti u kriznim i mirnim periodima, uključujući trendove i iznenadne skokove u prelivanju ovih pokazatelja. Indeks prelivanja je dizajniran da pruži sažet, ali informativan pregled dinamičke međuzavisnosti između finansijskih tržišta, posmatrajući i pravac i veličinu prelivanja. Osnovni podaci korišćeni u istraživanju su dnevni nominalni indeksi berzi u lokalnoj valuti, januar 1992 - novembar 2007, preuzeti iz Datastream i Global Financial Data, sedam razvijenih berzanskih tržišta (za SAD, Veliku Britaniju, Francusku, Nemačku, Hong Kong, Japan i Australiju) i dvanaest tržišta u nastajanju (Indonezija, Južna Koreja, Malezija, Filipini, Singapur, Tajvan, Tajland, Argentina, Brazil, Čile, Meksiko i Turska). Rezultati istraživanja su pokazali da prelivanja prinosa ne pokazuju iznenadne skokove, već blago rastući trend, koji je verovatno povezan sa postepenim povećanjem integracije finansijskih tržišta tokom poslednjih petnaest godina. Nasuprot tome, prelivanja volatilnosti, ne pokazuju trend, ali pokazuju jasne skokove povezane sa lako prepoznatljivim "kriznim" događajima (Slika 5).

Slika 6: Prelivanje volatilnosti i prinosa sa identifikacijom kriznih događaja



Izvor: Yilmaz i Diebold (2008)

Autori Riadh Aloui, Mohamed Safouane Ben Ad'ssa, Duc Khuong Nguyen (2011) ispituju obim svetske finansijske krize i efekte preliivanja koje ona izaziva sprovođenjem empirijskog istraživanja ekstremne finansijske međuzavisnosti odabranih tržišta u nastajanju (Brazil, Rusija, Indija, Kina) i SAD korišćenjem dnevnih podataka sa tržišta kapitala. U radu je ispitivana i uloga ekonomske strukture posmatranih država u prenosu krize. Kalibracijom nekoliko dobro poznatih kopula na osnovu marginalnih distribucija filtriranih prinosa iz izabranog GARCH modela, istraživači su dokazali značajnu vezu između tržišnih parova kako na levom (medveđa tržišta) tako i na desnom repu (bikovska tržišta). Dalje, rezultati sugerišu da je zavisnost od SAD značajnija za Brazil i Rusiju – zemlje koje su veoma zavisne od cena energenata – nego za Kinu i Indiju na čiji ekonomski rast u velikoj meri utiču nivoi izvoznih cena gotovih proizvoda.

Autor Lalith P. Samarakoon (2011), ispituje prenos šokova između američkog i stranog tržišta kako bi se razgraničila međuzavisnost od “zaraze” finansijskom krizom SAD-a konstruisanjem modela šoka za delomično preklapajuća i nepreklapajuća tržišta. Pitanja na koja se istraživač fokusirao su sledeća: (i) Pruža li pad cena akcija širom sveta tokom finansijske krize u SAD-u dokaze zaraze?, (ii) Ako zaraza postoji tokom američke finansijske krize, kolika je veličina takve zaraze?, (iii) Kako se zaraza tokom ovog

kriznog perioda razlikuje od prenosa šokova tokom relativno mirnih razdoblja? Predmet ovog rada je da odgovori na ova pitanja istražujući širenje povratnih šokova između SAD-a i zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju. Za kalkulaciju očekivanih prinosa korišćen je AR(3) model (Autoregressive model). Za drugi korak, analizu povezanosti kretanja prinosa između US i tržišta u nastajanju korišćen je VAR model. Istraživač je pokazao da postoji značajna dvosmerna, a opet asimetrična međuzavisnost između SAD-a i tržišta u nastajanju, s važnim regionalnim varijacijama. Centralna poruka istraživanja je da postoji značajna senzitivnost tržišta u nastajanju na pad cena akcija u kriznim vremenima u SAD što dovodi do toga da internacionalna portfolio diversifikacija ne pruža zaštitu od šokova na SAD tržištu.

Autori Dimitris Kenourgiosa, Aristeidis Samitas (2011) su ispitivali dugoročnu vezu između pet ekonomija sa Balkana, tržišta SAD i tri tržišta razvijenih zemalja (Nemačke, UK i Grčke) korišćenjem Johansen Maximum Likelihood procedure za ispitivanje kointegracije razvijenih tržišta i balkanskih tržišta. Monte Carlo tehnika simulacije primenjuje se kako bi se istražilo daje li kointegracija lažne signale dok DCC GARCH model ispituje korelaciju i prelivanje između tržišta u posmatranom periodu. Johansen i Gregory – Hansen testovi kointegracije i Monte Carlo simulacija pružaju dokaze u prilog integracije tržišta kapitala u regiji i na globalnom nivou. Dinamička korelacije dobijena DCC GARCH modelom pokazuje da je povećana zavisnost među balkanskim i razvijenim tržištima kapitala, podržavajući ponašanje stada, tokom razdoblja kraha kapitala 2008. godine. Rezultati pokazuju da i interni i eksterni faktori utiču na balkanska tržišta kapitala, oblikujući njihovu dugoročnu ravnotežu. Ključni uticaj „stranih faktora“ na balkanskim tržištima kapitala u nastajanju mogao bi se pripisati njihovoj sve većoj izloženosti stranim tokovima kapitala, finansijskoj liberalizaciji, zajedničkim regionalnim ekonomskim izgledima za puni ulazak u EU, povećanom rastu stranog vlasništva i trgovačkom ponašanju institucionalnih ulagača na tim tržištima tokom turbulentnog razdoblja 2008–2009.

Autori Francesco Guidi, Mehmet Ugur (2014), istražuju da li su tržišta akcija Jugoistočne Evrope (SEE) Bugarske, Hrvatske, Rumunije, Slovenije i Turske integrisana sa svojim razvijenim konkurentima u Nemačkoj, Velikoj Britaniji i SAD. Istraživanje obuhvata

period od 2000. do 2013. godine. Koristeći nedeljne tržišne cene i podatke o prinosima za period 2000–2013, pokazali su da su pet tržišta Jugoistočne Evrope (Bugarske, Hrvatske, Rumunije, Slovenije i Turske) i dva razvijena partnera (Nemačke i Velike Britanije) slabo kointegrirani tokom perioda ispitivanja. Ovaj rezultat ukazuje na mogućnosti arbitraže i koristi od diversifikacije investicionog portfolija. Međutim, s obzirom da je period od 13 godina predug za neke investitore, istraživači su posmatrali i kraće vremenske raspone od 3 godine. Zaključili su da je u periodu od 2007. do 2010. (periodu svetske finansijske krize) kointegracija tržišta značajnija nego u ostalim periodima, što dovodi do zaključka da su benefiti internacionalne diversifikacije smanjeni.

Autori Mustafa Özer, Sandra Kamenković i Zoran Grubišić (2020) istražuju prelivanje prinosa i prelivanje nestabilnosti između tržišta kapitala Jugoistočne Evrope kao i prelivanje prinosa i prelivanje nestabilnosti između zemalja jugoistočne Evrope i zemalja sa razvijenim tržištem kapitala kako bi se ocenila integritetnost pomenutih zemalja u svetske tokove.

U ovom istraživanju korišćen je FDC (Frequency domain causality) pristup kako bi istraživanje pružilo dokaze o prelivanju i / ili nestabilnosti, jer analiza frekvencijskog područja omogućuje razdvajanje sadržaja informacija, analize uzročnosti i ispitivanje trajnih i prolaznih prelivanja. Tačnije, za modeliranje volatiliteta prelivanja, korišćen je GARCH model (za dobijanje standardiziranih reziduala) a zatim je korišćen FDC pristup kako bi se odredilo prelivanje volatiliteta. Korišćenjem FDC pristupa pronađeni su dokazi o značajnim efektima prelivanja između tržišta. Rezultati studije ukazuju na kratkoročna i dugoročna prelivanja prinosa i nestabilnosti između indeksa Jugoistočne Evrope i razvijenih tržišta širom sveta, što implicira ograničene koristi od diversifikacije za međunarodne investitore.

Autori Kouretas i Syllignakis (2011), primenjuju model dinamičke uslovne korelacije (DCC) multivarijantnog GARCH-a koji je razvio Engel (2002) kako bi ispitali vremenski promenljive kondicionalne korelacije u nedeljnim prinosima indeksa sedam tržišta u nastajanju Centralne i Istočne Evrope. Korišćeni su podaci na nedeljnom nivou za period

1997-2009 kako bi uhvatili potencijalne efekte preliivanja među američkim, nemačkim i ruskim tržištima akcija i tržištima akcija CIE.

Istraživanja su pokazala sledeće rezultate: Prvo, ispitivanje procenjenih koeficijenata korelacije između prinosa na akcijama američkog i nemačkog tržišta akcija i odgovarajućih prinosa tržišta akcija zemalja CIE bilo je statistički značajno, pružajući dokaze o značajnom uticaju ova dva razvijena tržišta kapitala na posmatrana tržišta u nastajanju (CIE). Nasuprot tome, rusko tržište akcija imalo je ograničen uticaj na prinose na akcijama tržišta CIE. Drugo, procenjeni koeficijenti korelacije pokazali su značajne promene tokom celog uzorka, a posebno oko finansijskih nestabilnosti 2007-2009. Treće, analiza dinamičkih koeficijenata korelacije pružila je značajan dokaz o postojanju efekata zaraze zbog efekta ponašanja stada tokom perioda pada berze 2007-2009, a posebno u drugoj polovini 2008. godine. Ovo ponašanje stada može se pripisati povećanom učešću stranih investitora na tržištima akcija zemalja CIE, kao i povećanoj finansijskoj liberalizaciji, posebno nakon pristupanja zemalja CIE Evropskoj uniji 2004. godine. Četvrto, analiza pokretnih regresija kondicionalnih korelacija sa kondicionalnom volatilnošću pružila je dalje dokaze o prisustvu efekata zaraze oko vrhunca finansijske krize u oktobru 2008. godine.

2.4. Pregled relevantne literature na temu povezanosti tržišta plemenitih metala i tržišta kapitala

Deo rada koji se bavi pregledom literature zatvaramo radovima na temu povezanosti tržišta roba i tržišta kapitala. Uopšteno, radovi koji istražuju odnose između tržišta kapitala i plemenitih metala nastoje da opišu dinamiku odnosa između ovih klasa aktive i njihovu ulogu u investicionim portfolijima. Ove studije se obično fokusiraju na zlato, srebro i platinu jer su to najčešće trgovani i najpoznatiji plemeniti metali. S tim u vezi i ovaj rad se fokusira na pomenute metale.

Ključni ciljevi pomenutih radova mogu se svrstati u nekoliko grupa: (i) razumevanje korelacije između kretanja indeksa akcija i plemenitih metala u cilju pružanja investitorima više informacija o potencijalnim prednostima diversifikacije portfolija na

pomenute robe, (ii) istraživanja uloge plemenitih metala kao sigurnih utočišta tokom perioda finansijskih šokova ili tržišnih nestabilnosti; istraživanje uticaja makroekonomskih faktora, kao što su kamatne stope, inflacija i devizni kursevi, na odnos između kretanja akcija i plemenitih metala.

Pregled radova na ovu temu započinjemo radom koji se bavi istraživanjem jednog od najaktuelnijih pitanja: Da li je zlato zaštita ili sigurno utočište? Autori Baur i Lucey (Baur i Lucey, 2010) istražuju ulogu zlata u procesu investiranja i pokušavaju da prikažu dublje razumevanje funkcije zlata u diversifikaciji investicionog portfolija kroz analizu njegovog odnosa sa akcijama i obveznicama tokom različitih tržišnih uslova. U cilju sprovođenja analize, autori koriste dnevne i mesečne podatke od 1979. do 2008. godine za indekse akcija tržišta SAD, Velike Britanije i Nemačke - dok za tržište obveznice koriste američke, britanske i nemačke desetogodišnje državne obveznice. U radu su korišćeni GARCH modeli i kvantilna regresija. Rezultati su podeljeni u tri grupe:

1. Zlato kao zaštita: Autori otkrivaju da zlato služi kao zaštita od akcija, ali ne i od obveznica. Zlato pokazuje nisku korelaciju sa akcijama, što ukazuje na to da može pozitivno uticati na diversifikacije portfolijima. Međutim, zlato ne pokazuje iste karakteristike zaštite u odnosu na obveznice.
2. Zlato kao sigurno utočište: Autori otkrivaju da zlato deluje kao sigurno utočište za akcije tokom perioda ekstremnog tržišnog stresa što znači da zlato može pružiti zaštitnu ulogu u investicionom portfoliju tokom vremena visoke tržišne nestabilnosti ili finansijskih kriza. Rezultati takođe pokazuju da zlato deluje kao sigurno utočište za obveznice, ali samo kratkoročno.
3. Zlato i inflacija: Autori nalaze dokaze da zlato deluje kao zaštita od inflacije. Ovaj nalaz podržava ideju da zlato može pomoći investitorima da zaštite svoju kupovnu moć tokom perioda rastuće inflacije.

Rad autora Hood i Malik (2016) takođe ispituje ulogu zlata i plemenitih metala kao zaštite i sigurnog utočišta usled različitih nivoa volatilnosti tržišta. U radu su korišćeni podaci sa američke berze u periodu od 1995. godine do 2010. godine. Pojamovi zaštite i sigurnog utočišta u radu su definisani na sledeći način:

- Snažna (slaba) zaštita definiše se kao imovina koja je negativno korelisana (nekorelisana) sa drugom imovinom u proseku. Međutim, treba napomenuti da

zaštita ne mora nužno imati svojstvo smanjenja gubitaka u periodima izuzetno opadajućih tržišta, jer imovina može pokazivati pozitivnu korelaciju u takvim periodima i negativnu korelaciju u normalnim vremenima, što bi moglo rezultirati negativnom korelacijom u proseku.

- Snažno (slabo) sigurno utočište definiše se kao imovina koja je negativno korelisana (nekorelisana) sa berzom u periodima ekstremnog pada berze. Specifično svojstvo imovine sigurnog utočišta je ne-pozitivna korelacija sa berzom u ekstremnim tržišnim uslovima. Međutim, treba napomenuti da ovo svojstvo ne zahteva da korelacija bude pozitivna ili negativna u proseku, već samo da bude nula ili negativna u specifičnim periodima pada berze.

Rezultati su pokazali da zlato, za razliku od drugih plemenitih metala (platine i srebra) služi kao zaštita i slabo sigurno utočište za američko tržište akcija. Takođe autori navode da VIX služi kao veoma snažna zaštita i veoma snažno sigurno utočište tokom posmatranog perioda. U periodima niske volatilnosti i visoke volatilnosti, zlato nema negativnu korelaciju sa američkim tržištem akcija. S druge strane, korelacija VIX-a sa ukupnim tržištem akcija ostaje negativna u svim trenucima i čak je jača u vremenima tržišne turbulencije (period visoke volatilnosti). Ukupni rezultati ukazuju da je VIX superiorniji alat za zaštitu i služi kao bolje sigurno utočište od zlata tokom posmatranog perioda.

Autori Shahzad, Nor, Mensi I Kumar (2017) ispituju dinamički odnos između tržišta kapitala i plemenitih metala, zlata, srebra i platine. Rad koristi dnevne podatke vrednosti indeksa S&P500, FTSE100, NIKKEI225 i Euro Stoxx50 i cene plemenitih metala od januara 1990. godine do 2015. godine. U modeliranju se koriste modeli Grangerove uzročnosti i koherenciji talasne dužine. Opšti zaključak ovog rada je da zajednička kretanja na pomenutim berzama variraju i da odnosi između tržišta kapitala i tržišta plemenitih metala nisu konstantna tokom vremena (beleže periode pozitivnih i negativnih korelacija). Prinosi indeksa i cene plemenitih metala pokazuju jače korelacije tokom perioda visoke tržišne nestabilnosti i neizvesnosti. Rezultati ukazuju na to da se tokom vremena finansijskog stresa investitori okreću plemenitim metalima kao sigurnom utočištu ili kao sredstvu za diversifikaciju svojih portfolija.

Odnosi vođstva i zaostajanja između berzi i plemenitih metala nisu uniformni među različitim sredstvima. Na primer, autori otkrivaju da cene zlata obično vode kretanje berzi, dok cene srebra i platine uglavnom prate kretanje berzi. Ovo ukazuje na to da zlato ima značajniju ulogu u pokretanju dinamike finansijskog tržišta u poređenju sa srebrom i platinom.

U svom radu autori Arouri, Hammoudeh, Lahiani, Nguyen, (2012) istražuju dinamiku prinosa i volatilnosti plemenitih metala, zlata, srebra, platine i paladijuma, razmatrajući dugotrajno pamćenje i strukturne promene u njihovim kretanjima. Empirijski, primenjuju se tri testa dugotrajnog pamćenja kako bi se analizirala dugoročna zavisnost u uslovnim srednjim vrednostima i varijansama ovih plemenitih metala. Takođe, korišćena je modifikovana verzija Inclan i Tiao (1994) algoritma iterativne kumulativne sume kvadrata (ICSS) za detektovanje strukturalnih promena u vremenskim serijama podataka o plemenitim metalima. Rezultati ukazuju da je dugotrajno pamćenje bitna empirijska osobina za serije plemenitih metala i da se zaključci ne menjaju kada se uzmu u obzir potencijalne strukturalne promene. U šest od osam situacija, otkriveni su značajni dokazi da su modeli dvostrukog dugog pamćenja i ARFIMA-FIGARCH klase pogodniji za opisivanje vremenskih varijacija u prinosima i volatilnosti plemenitih metala. Analiza van uzorka pokazuje da ARFIMA-FIGARCH klasa modela pruža preciznije prognoze volatilnosti u većini slučajeva u poređenju sa drugim konkurentnim GARCH modelima.

Poredeći empirijske nalaze među metalima, serija prinosa na fjučersima platine pokazuje najviši stepen dugotrajnog pamćenja u jednačini varijanse, ukazujući na to da se platina može dugo udaljavati od proseka. Zbog toga, platina nije dobar instrument zaštite tokom medvedih ili kriznih tržišta. Dodatno, za ovu seriju je neophodno primeniti IGARCH modeliranje uslovne varijanse. Među posmatranim metalima, zlato može poslužiti kao dobra zaštita tokom tržišnih padova, jer njegov prinos ima relativno mala odstupanja od proseka i varijanse, potvrđujući najuočljiviji status sigurne luke za ovaj metal. Rezultati takođe ističu značaj asimetrije u dinamici prinosa i volatilnosti plemenitih metala, jer je model zasnovan na EGARCH-u najbolji model za predviđanje prinosa i volatilnosti, respektivno. Stoga, proširivanje ARFIMA-FIGARCH modela kako bi se uključila asimetrija u serijama prinosa i volatilnosti može dovesti do povećanja njihove prediktivne moći.

Rad autora Batten, Ciner i Lucey (2010) istražuje makroekonomske faktore koji utiču na nestabilnost na tržištima dragocenih metala, posebno se koncentrišući na zlato, srebro, platinu i paladijum. Cilj studije je shvatiti faktore koji utiču na promene cena i njihov uticaj na investitore, donosiocce politika i učesnike tržišta. Proučavajući obimne podatke i primenjujući različite ekonometrijske metode, rad ističe povezanost između makroekonomskih promenljivih i nestabilnosti na tržištima plemenitih metala.

Posmatrajući individualno plemenite metale, autori navode da je zlato uglavnom pod uticajem monetarnih faktora, poput količine novca u opticaju. Ovaj nalaz se u velikoj meri slaže sa idejom da se zlato može posmatrati kao finansijska imovina, možda čak i kao zamena za valutu, pa su zato promene njegove cene osetljive na akcije monetarnih vlasti (ili centralnih banaka).

Takođe, navedena je značajna zavisnost u uslovnoj volatilnosti cene zlata o sopstvenim kašnjenjima, što je naravno u skladu sa ARCH efektima dokumentovanim i poznatim u finansijskoj literaturi. Ustvari, ovaj fenomen se primećuje i kod cena drugih plemenitih metala. Pored toga, postoje dokazi o prelivanju volatilnosti sa tržišta srebra na tržišta zlata, što pokazuje značaj test statistike za varijablu uslovne volatilnosti srebra sa kašnjenjem. Autori otkrivaju da su uslovne volatilnosti finansijskih varijabli, i S&P 500 i njegovog dividendnog prinosa, kao i količina novca u opticaju, značajni kao determinante volatilnosti cena paladijuma.

Nalazi za platinu i srebro prikazuju drugačiju sliku. Konkretno, autori navode da nijedan od makroekonomskih faktora ne objašnjava korisno strukturu volatilnosti ovih plemenitih metala. Autori navode da je ovo je posebno zanimljivo za srebro, jer prethodna empirijska istraživanja tvrde da srebro ima značajne ekonomske upotrebe i može se smatrati industrijskim metalom.

Deo III: Istraživačka metodologija

„Ekonometrija se može definisati kao društvena nauka u kojoj se alati ekonomske teorije, matematike i statističkog zaključivanja primenjuju na analizu ekonomskih pojava.“

Arthur S. Goldberger

U istraživanju je korišćen veći broj naučnih metoda i tehnika koje su svojstvene ekonomskim i ekonometrijskim istraživanjima iz oblasti portfolio teorije i međunarodnog tržišta kapitala. S obzirom da su podaci u formi vremenskih serija, njihovo ekonometrijsko ocenjivanje zahteva razumevanje osnovnih karakteristika i specifičnosti. U narednom delu rada prikazane su specifičnosti i ciljevi analize vremenskih serija kao i osnovne karakteristike GARCH modela i testova koji služe za proveru ispunjenosti kriterijuma GARCH modela.

3.1. Specifičnosti analize vremenskih serija

Ekonomске vremenske serije imaju bar jedno od sledećih svojstava (Mladenović, Nojković, 2012):

1. Postojanje trenda
2. Postojanje sezonske komponente
3. Postojanje strukturnog loma i
4. Postojanje nestabilne varijanse

Postojanje trenda

Trend se odnosi na dugoročni pravac kretanja ekonomske vremenske serije. U zavisnosti od toga da li se vrednosti vremenske serije sistematski smanjuju ili povećavaju tokom vremena, trend može biti opadajući ili rastući. Većina ekonomskih vremenskih serija pokazuje uzlazni

trend, što znači da se generalno povećavaju tokom vremena. U zavisnosti od toga da li se promene u nizu tokom vremena mogu predvideti, trend je ili deterministički (predvidljiv) ili stohastički (slučajan).

Deterministički trend se modeluje uključivanjem funkcije kao što je $a+bt$ u analizu, gde je 't' oznaka promenljive trenda, a 'a' i 'b' su parametri ($b>0$ za uzlazni trend). Varijabla trenda je definisana tako da uzima vrednosti 1, 2 itd. Ako su vrednosti parametara 'a' i 'b' poznate, onda se kretanje vremenske serije može predvideti korišćenjem ove funkcije linearnog trenda.

Stohastički trend označava dugoročnu tendenciju rasta koja se ne može predvideti na osnovu poznavanja podataka u prošlosti. Iako oba trenda, deterministički i stohastički, opisuju tendenciju dugoročne promene, u pitanju su dva potpuno različita pristupa u modeliranju vremenske serije. Deterministički trend podrazumeva zanemarljivu ulogu stohastičke komponente na dugi rok, koja je, sa druge strane, dominantna kod stohastičkog trenda. Najveći broj ekonomskih vremenskih serija poseduje trend stohastičkog tipa (Mladenović, Nojković, 2012).

Postojanje sezonske komponente

Određene vremenske serije prikazuju obrasce koji se ponavljaju tokom kalendarske godine. Ove vremenske serije imaju primetnu sezonsku komponentu i često se nazivaju sezonskim vremenskim serijama. U mnogim ekonomskim vremenskim serijama koje se mere kvartalno ili mesečno, sezonske fluktuacije čine značajan deo ukupne varijacije. Vremenske serije koje odražavaju aktivnosti kao što su turizam, građevinarstvo ili saobraćaj često imaju sezonsku komponentu. U privredi Republike Srbije postoje izražene sezonske varijacije u nekoliko vremenskih serija kao što su indeks industrijske proizvodnje, izvoz, uvoz, promet u maloprodaji, javni prihodi itd. Na primer, indeks industrijske proizvodnje obično pada u januaru i jula, ali raste u drugoj polovini godine. Prisustvo sezonske komponente znači da postoji veći stepen korelacije između posmatranja istih meseci u različitim godinama nego između susednih meseci (kao što su januar i februar) u okviru jedne kalendarske godine (Mladenović, Nojković, 2012).

Postojanje strukturnog loma

Strukturalni prekid ukazuje na skup zapažanja koja nisu u skladu sa prethodnim tokom vremenske serije. To je rezultat intervencije, što u ovom kontekstu znači poznati spoljašnji događaj koji utiče na kretanje vremenske serije. Na primer, početak procesa tranzicije može uključivati niz radikalnih mera ekonomske politike (devalvacija valute, promena režima deviznog kursa, liberalizacija cena i spoljne trgovine, reforma poreskog sistema, privatizacije, itd.). Takve radnje mogu promeniti kretanje nekoliko vremenskih serija kao što su inflacija, izvoz, uvoz, nominalni i realni kursevi, zaposlenost i tako dalje. Prvi talas globalne ekonomske krize krajem 2008. godine izazvao je značajan pomak u kretanju ključnih makroekonomskih vremenskih serija u mnogim privredama, uključujući i srpsku. Pored sezonskih varijacija, indeks industrijske proizvodnje Srbije beleži i pad nivoa komponente dugoročnog trenda počev od novembra 2008. godine (Mladenović, Nojković, 2012).

Postojanje nestabilne varijanse

Varijabilnost je uobičajena karakteristika vremenskih serija na finansijskim tržištima, posebno u pogledu cena finansijskih instrumenata. Učesnici na berzi reaguju na svaku novu informaciju prodajom postojećih akcija ili kupovinom novih. Ova akcija izaziva pomeranje cene akcije, a samim tim i promenu njene stope prinosa. Pažljivije ispitivanje novih informacija može uticati na smirenost berze, odnosno smanjiti obim transakcija. Dakle, dolazak svežih vesti utiče na povećanje varijabilnosti, koja se zatim smanjuje, a sa pojavom novih informacija može se očekivati ponovni porast varijabilnosti. Može se reći da stope prinosa finansijskih instrumenata prolaze kroz različite faze varijabilnosti. Primećeno je da stepen varijabilnosti zavisi od toga da li investitori vest percipiraju kao pozitivnu ili negativnu. Konkretno, varijabilnost je veća u slučaju negativnih vesti. Važno je napomenuti da razmatramo ono što je ovde poznato kao uslovna varijansa, koja se takođe naziva volatilnost. Promena volatilnosti tokom vremena je u literaturi poznata i kao uslovna heteroskedastičnost (Mladenović, Nojković, 2012).

3.2. Ciljevi analize vremenskih serija i različiti pristupi analizi

Upotrebom raznih metoda analize vremenskih serija, može se opisati proučavani fenomen i, ako je moguće, pružiti objašnjenje zašto i kako se dogodio, potom predvideti njegovo kretanje u predstojećem razdoblju i konačno, manipulacijom veličina koje uslovljavaju posmatranu pojavu, istu držati pod kontrolom. Da bismo zadovoljili ove ciljeve, možemo upotrebiti alternativne pristupe analizi vremenskih nizova, odnosno razna metodološka i modelna rešenja u okviru svakog pojedinačnog pristupa.

Prema Kovačiću (Kovačić, 1995) analizom vremenskih serija želimo postići sledeća četiri parcijalna cilja, koji se mogu smatrati delovima jednog sveopštog cilja:

1. **Deskripcija.** Da bismo ispitali osnovne karakteristike vremenske serije, koristimo njene grafičke prikaze i zbirnu statistiku. Opisivanje ključnih karakteristika serije je vredno samo po sebi, ali obično predstavlja početnu fazu analize vremenskih serija. Ova faza je veoma preporučljiva. Drugim rečima, često se dešava da suštinska karakteristika posmatranog fenomena dolazi do izražaja sa jednostavnim grafičkim prikazom i nema potrebe da se pribegava složeniji statističkoj metodi analize vremenskih serija.
2. **Objašnjenje.** Kada se radi o više serija, moguće je koristiti varijacije u jednoj seriji da bi se objasnile promene u drugoj vremenskoj seriji. U ovom kontekstu mogu se koristiti dva pristupa. Prvi je zasnovan na regresionoj analizi vremenskih serija (model jedne jednačine ili simultanih jednačina), a drugi je zasnovan na analizi modela prenosa (ulazni niz se konvertuje u izlazni niz linearnom transformacijom). Uopštavanjem jednodimenzionalnih modela vremenskih serija, kao što su modeli autoregresije, dobijamo višedimenzionalne modele vremenskih serija, takođe poznate kao vektorski autoregresivni modeli. Ovi modeli su u poslednje vreme postali osnova za strukturnu analizu posmatranog fenomena (ispitivanje egzogenosti, uzročnosti i sl.).
3. **Prognoziranje.** Na osnovu prethodnih pojava, identifikuje se i procenjuje model vremenske serije na osnovu prošlih zapažanja, koji se zatim koristi za generisanje

budućih vrednosti serije. Tokom svake faze izgradnje ovog modela, koriste se različiti statistički testovi i kriterijumi da bis proverili validnost korišćenog modela prognoze u poređenju sa drugim konkurentskim modelima.

4. **Kontrola.** Da bismo postigli cilj analize, razvijamo model funkcije prenosa vremenske serije i iz njega generišemo predviđanje. Zatim modifikujemo ulaznu seriju tako da se rezultujući izlazni proces približi željenom cilju. Aspekt kontrole u analizi je posebno uočljiv kada se posmatraju vremenske serije u kontekstu statističke kontrole kvaliteta.

3.3. Model uopštene autoregresione uslovne heteroskedastičnosti (GARCH model)²

GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) modeli nastali su kao nadogradnja ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) modela, koje je prvi put predstavio ekonomista Robert F. Engle 1982. godine. ARCH modeli su osmišljeni kako bi se identifikovala promenljiva volatilitnost često zastupljena u finansijskim podacima, posebno rešavajući problem heteroskedastičnosti - promenljive varijanse grešaka u vremenskim serijama.

GARCH model je kasnije razvio Tim Bollerslev 1986. godine kao generalizaciju ARCH modela. GARCH model je poboljšao ARCH model uključivanjem autoregresivnih (prethodne greške) i klizajućih proseka (prethodne varijanse) komponenti, omogućavajući fleksibilniji prikaz strukture volatilitnosti u vremenskim serijama. Od njihovog uvođenja, GARCH modeli su postali široko korišćeni u finansijama i ekonomiji za modelovanje i prognoziranje volatilitnosti finansijskih tržišta, upravljanje rizikom i određivanje cena opcija.

Ključna karakteristika vremenskih serija čiji se podaci registruju na finansijskim tržištima jeste nestabilnost uslovne varijanse. Imajući u vidu terminologiju klasične ekonometrije, reč je o svojstvu uslovne heteroskedastičnosti. Pri tome, najčešći tip vremenskih serija koje se

² Ovaj deo rada je dominantno preuzet iz Mladenović, Nojković, 2012

razmatraju na finansijskim tržištima jesu prinosi finansijskih instrumenata. Standardni ekonometrijski okvir analize finansijskih vremenskih serija, a time i prinosa, jeste model uopštene autoregresione uslovne heteroskedastičnosti:

Jednačina A

$$y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + e_t - \sum_{j=1}^q \theta_j e_{t-j}, e_t = \sigma_t u_t, u_t: N(0,1)$$

Jednačina B

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_i e_{t-1}^2 + \sum_{j=1}^s \beta_j \sigma_{t-1}^2$$

Jednačinom A opisuje se nivo prinosa koji smo označili sa y_t . Jednačinom A modelira se uslovna varijansa, $\sigma_t^2 = E((y_t - E(y_t))^2 | \Omega_{1-t})$, prinosa y_t , gde je Ω_{t-1} raspoloživi skup informacija zaključno sa trenutkom t-1, dok je $E(\bullet | \Omega_{t-1})$ oznaka za uslovnu očekivanu vrednost u odnosu na dati skup informacija. Ovako definisana uslovna varijansa se uobičajeno naziva volatilitnost. Njena ocena često se koristi za aproksimikaciju rizika zbog posedovanja finansijskog instrumenta.

Jednačina B predstavlja autoregresioni model pokretnih sredina reda p i q, ARMA(p,q). Slučajan član modela e_t , je funkcija od u_t , gde u_t označava niz nezavisnih i jednako raspedeljenih slučajnih promenljivih nulte srednje vrednosti i jedinične varijanse, koje imaju normalnu raspodelu. Moguća je i varijanta modela u kojoj u_t poseduje t-raspodelu. Slučajan član modela e_t svakako ne poseduje normalnu raspodelu, jer ga karakteriše koeficijent spljoštenosti koji je veći od 3. To se pokazuje u nastavku na primer A.

Jednačinom B se opisuje uslovna varijansa prinosa y_t u funkciji od kvadrata slučajnih šokova u trenucima t-1, t-2, ..., t-s.

Model predstavljen relacijama jednačina A i B uobičajeno se naziva GARCH(m,s) model (Tsay, 2010). Sama skraćenica potiče od engleskog naziva modela (engl. generalized

autoregressive conditional heteroskedasticity model). Sa $\phi_0, \phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q$ su obeleženi parametri jednačine A. Parametri $\alpha_0, \alpha_1, \dots, \alpha_m, \beta_1, \dots, \beta_s$ jednačine uslovnog varijabiliteta B zadovoljavaju sledeće uslove:

Jednacina C

$$\alpha_0 > 0, \alpha_1, \dots, \alpha_m \geq 0, \beta_1, \dots, \beta_s \geq 0, \sum_{i=1}^{\max(m,s)} (\alpha_i + \beta_i) < 1.$$

Ovde se podrazumeva da je $\alpha_i = 0$ za $i > m$ i $\beta_j = 0$ za $j > s$.

Uz ograničenje $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_s = 0$, GARCH(m,s) specifikacija se svodi na model autoregresione uslovne heteroskedastičnosti, u oznaci ARCH(m).

Navedenim uslovima C obezbeđuje se stabilnost bezuslovne varijanse serije prinosa, što će se pokazati u nastavku. Neka je $\xi_t = e_t^2 - \sigma_t^2$. Odavde imamo da je: $\sigma_t^2 = e_t^2 - \xi_t$, odnosno $\sigma_{t-i}^2 = e_{t-i}^2 - \xi_{t-i}$, $i = 0, 1, \dots, s$. Koristeći ovu vezu jednačina uslovnog varijabiliteta polaznog GARCH(m,s) modela postaje:

Jednačina D

$$e_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{\max(m,s)} (\alpha_i + \beta_i) e_{t-i}^2 + \xi_t - \sum_{j=1}^s \beta_j \xi_{t-j}$$

Nova slučajna greška, ξ_t , ima nultu srednju vrednost i nulte vrednosti autokovarijacionih koeficijenata. Može se, ipak, pokazati, da u opštem slučaju nije u pitanju niz nezavisnih slučajnih promenljivih.

Primećujemo da je jednačinom D definisan ARMA(m*,s) model za vremensku seriju e_t^2 , gde je $m^* = \max(m,s)$. Zaključujemo da je GARCH specifikacija ekvivalentna ARMA modelu kvadrata slučajne greške te specifikacije. To nam omogućava da do izraza za varijansu slučajne greške polaznog GARCH modela $E(e_t^2)$, dođemo preko izraza za očekivanu vrednost slučajne promenjive, e_t^2 , koja se opisuje ARMA formom D:

Jednacina E

$$E(e_t^2) = \frac{\alpha_0}{1 - \sum_{i=1}^{\max(m,s)} (\alpha_i + \beta_i)}$$

Izrazom E definisana je konačna i pozitivna vrednost uz prethodno postavljene uslove C. Prema tome, GARCH modelima opisuje se kretanje vremenskih serija čija je bezuslovna varijansa stabilna, dok se uslovna varijansa menja tokom vremena.

GARCH(1,1) model ima sledeći oblik:

$$y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + e_t - \sum_{j=1}^q \theta_j e_{t-j}$$

$$e_t = \sigma_t u_t, u_t: N(0,1)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

Stvarna vrednost uslovnog varijabiliteta u prvom nepoznatom trenutku T+1 je:

$$\begin{aligned} \sigma_{T+1}^2 &= \alpha_0 + \alpha_1 e_T^2 + \beta_1 \sigma_T^2 \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 (u_T^2 \sigma_T^2) + \beta_1 \sigma_T^2 + \alpha_1 \sigma_T^2 - \alpha_1 \sigma_T^2 \\ &= \alpha_0 + (\alpha_1 + \beta_1) \sigma_T^2 + \alpha_1 (u_T^2 - 1) \sigma_T^2. \end{aligned}$$

Slično, uslovni varijabilitet u trenutku T+2 je:

$$\sigma_{T+2}^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{T+1}^2 + \beta_1 \sigma_{T+1}^2 = \alpha_0 + (\alpha_1 + \beta_1) \sigma_{T+1}^2 + \alpha_1 (u_{T+1}^2 - 1) \sigma_{T+1}^2.$$

Ocena $\hat{\sigma}_T^2(1)$ uslovnog varijabiliteta σ_{T+1}^2 u trenutku T+1, prema uzorku zaključno sa podatkom u trenutku T, dobija se na sledeći način:

$$\hat{\sigma}_T^2(1) = E(\sigma_{T+1}^2 | \Omega_T) = \alpha_0 + \alpha_1 e_T^2 + \beta_1 \sigma_T^2.$$

Ocena $\hat{\sigma}_T^2(2)$ uslovnog varijabiliteta σ_{T+2}^2 u trenutku T+2, dobija se na osnovu uzorka koji se završava u trenutku T prema:

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_T^2(2) &= E(\sigma_{T+2}^2 | \Omega_T) \\ &= \alpha_0 + (\alpha_1 + \beta_1) \sigma_T^2(1) + \alpha_1 E((u_{T+1}^2 - 1) | \Omega_T) \sigma_{T+1}^2 \end{aligned}$$

$$= \alpha_0 + (\alpha_1 + \beta_1)\sigma_T^2(1), \text{ zbog } E((u_{T+1}^2 - 1)|\Omega_T) = 0.$$

U opštem slučaju, ocena $\hat{\sigma}_T^2(h)$ uslovnog varijabiliteta σ_{T+h}^2 u trenutku T+h, je:

$$\begin{aligned} \hat{\sigma}_T^2(h) &= \alpha_0[1 + (\alpha_1 + \beta_1) + (\alpha_1 + \beta_1)^2 + \dots + (\alpha_1 + \beta_1)^{(h-2)}] + (\alpha_1 + \beta_1)^{h-1}\hat{\sigma}_T^2(1) \\ &= \alpha_0 \frac{1 - (\alpha_1 + \beta_1)^{h-1}}{1 - (\alpha_1 + \beta_1)} + (\alpha_1 + \beta_1)^{h-1}\hat{\sigma}_T^2(1). \quad (\text{jednačina F}) \end{aligned}$$

Kako je prema definiciji modela zbir $\alpha_1 + \beta_1$ strogo manji od 1, to se za dovoljno dugi horizont predviđanja ($h \rightarrow \infty$) prognoza uslovnog varijabiliteta svodi na $\frac{\alpha_0}{1 - (\alpha_0 + \beta_1)}$, što predstavlja безусловnu varijansu članova polaznog procesa y_t .

Ako je zbir parametara u jednačini promenljivosti GARCH(1,1) modela tačno jedan, $\alpha_1 + \beta_1 = 1$, tada model opisuje proces koji karakteriše neograničen rast uslovne varijabilnosti. Ovo je poznato kao integrisani GARCH model (IGARCH(1,1)). Korišćenjem jednačine F dobijamo sledeću procenu buduće uslovne varijanse za IGARCH(1,1) model:

$$\hat{\sigma}_T^2(h) = \alpha_0(h - 1) + \hat{\sigma}_T^2(1).$$

Primećujemo da se dugoročno predviđanje uslovne varijabilnosti oslanja na procenu uslovne varijabilnosti u najranijoj budućoj tački. Od ove tačke, on raste linearno na osnovu vrednosti slobodnog člana α_0 i predviđanja h. Ovo implicira da početna procena volatiliteta ima trajan uticaj na predviđanje dugoročne volatiliteta. Kada je vrednost slobodnog termina jednačine uslovne varijanse nula, onda je $s_T^2(h)$ jednako $s_T^2(1)$. To znači da je za sve horizonte predviđanja prognoza jednaka rezultatu uslovne varijabilnosti u trenutku T+1.

Dugoročno prognoziranje uslovne varijabilnosti temelji se na proceni uslovne varijabilnosti u najbližoj budućoj tački. Od te tačke nadalje, linearno se povećava zavisno od vrednosti izraza slobodnog člana α_0 i projekcije h. To implicira da početna procena volatiliteta ima trajni učinak na dugoročnu prognozu volatiliteta.

3.3.1. Modifikacije GARCH modela

U literaturi su predložene modifikacije GARCH i ARCH modela sa ciljem da se obuhvate pojedine moguće specifičnosti kretanja finansijskih vremenskih serija. Navodimo sledeće tri varijante modela, koje se često koriste u praktičnom radu: 1. ARCH-M model, 2. T-GARCH model i 3. APARCH model. Radi jednostavnosti izlaganja koristi se GARCH(1,1) forma da bi se objasnile najavljene modifikacije.

3.3.1.1. ARCH-M

ARCH-M model predstavlja modifikovanu verziju ARCH ili GARCH modela (engl. ARCH-in-mean), koja menja samo jednačinu A koja se odnosi na srednju vrednost. Ova modifikacija uključuje dodavanje nove objašnjavajuće promenljive, koja predstavlja uslovnu varijansu iz jednačine B. Cilj ovog pristupa je da se razmotri kako promene u volatilnosti utiču na srednju vrednost vremenske serije.

U ARCH-M modelu, srednja vrednost zavisi ne samo od prethodnih vrednosti vremenske serije, već i od njenih prethodnih uslovnih varijansi. Time se omogućava bolje razumevanje povezanosti između volatilnosti i srednje vrednosti, što može biti važno za analizu i prognoziranje finansijskih tržišta, kao što su tržišta akcija, obveznica i deviza.

Nova jednačina srednje vrednosti u ARCH-M modelu kombinuje informacije iz prethodnih vrednosti vremenske serije i njihovih uslovnih varijansi. To doprinosi boljem modeliranju dinamike vremenskih serija, uzimajući u obzir kako promene u volatilnosti utiču na očekivane prinose ili druge finansijske pokazatelje. Kao rezultat, ARCH-M model pruža dodatne informacije koje mogu poboljšati analizu finansijskih tržišta i donošenje odluka u vezi sa investicijama i upravljanjem rizikom.

$$y_t = \phi_0 + \sum_{i=1}^p \phi_i y_{t-i} + e_t - \sum_{j=1}^q \theta_j e_{t-j} + \zeta \sigma_t^2$$

Parametrom uz σ_t^2 , ζ , meri se premija rizika. Ukoliko je njegova vrednost pozitivna, tada veći rizik dovodi do rasta nivoa prinosa. Umesto σ_t^2 u jednačini se mogu javiti i nešto izmenjene mere volatilnosti, kao što je, na primer, uslovna standardna devijacija σ_t .

3.3.1.2. T-GARCH

T-GARCH model predstavlja GARCH model sa pragom (engl. threshold GARCH). Cilj ove varijante GARCH specifikacije je da modeluje potencijalno asimetrične reakcije volatilnosti na pozitivne i negativne šokove. Ovaj model uzima u obzir činjenicu da negativni šokovi iz prethodnog perioda ($e_{t-1} < 0$) obično imaju veći uticaj na trenutni nivo volatilnosti od pozitivnih šokova ($e_{t-1} > 0$). Drugim rečima, negativne informacije obično uzrokuju veću nestabilnost u kretanju prinosa nego pozitivne informacije.

T-GARCH model prepoznaje asimetriju u reakciji volatilnosti, omogućavajući bolje razumevanje i predviđanje promena volatilnosti u finansijskim tržištima. Ovaj model je posebno koristan u situacijama kada su negativni šokovi, kao što su loše ekonomske vesti ili pad tržišta, značajniji u smislu uticaja na volatilnost u odnosu na pozitivne šokove.

Jednačina volatilnosti za T-GARCH(1,1) model je formulisana tako da uključuje dodatne parametre koji se odnose na negativne šokove, čime se omogućava asimetrični odgovor volatilnosti. Ovi parametri se procenjuju na osnovu dostupnih podataka, što omogućava bolje razumevanje i modeliranje dinamike volatilnosti i njenih reakcija na različite vrste šokova.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 e_{t-1}^2 + \alpha_1^* N_{t-1} e_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2, \alpha_1^* > 0$$

$$N_{t-1} = \begin{cases} 1, & e_{t-1} < 0 \\ 0, & e_{t-1} \geq 0. \end{cases}$$

Primećujemo da se efekat asimetričnog uticaja šokova različitog znaka jednostavno modelira na osnovu veštačke promenjive, N_{t-1} , koja uzima nenultu vrednost jedan samo za negativnu vrednost šoka iz perioda t-1. Uticaj pozitivnog šoka meri se parametrom α_1 , dok se uticaj negativnog šoka na volatilnost opisuje uvećanom vrednošću ($\alpha_1 + \alpha_1^*$). Model je tako postavljen da je nivo zadatog praga nula.

3.3.1.3. APARCH

APARCH model odnosi se na asimetrični stepeni ARCH model (engl. asymmetric power ARCH model). Kao kod TGARCH modela, i ovde se ne menja samo jednačina volatilnosti sa ciljem obuhvatanja nejednakog uticaja slučajnih šokova različitog znaka. Jednačina volatiliteta APARCH(1,1) modela je:

$$\sigma_t^\varpi = \alpha_0 + \alpha_1(|e_{t-1}| - \alpha_1^{**} e_{t-1})^\varpi + \beta_1 \sigma_{t-1}^\varpi$$

Poredeći opšti GARCH(1,1) model jednačina volatiliteta sadrži dva nova parametra: ϖ i α_1^{**} . Parametar ϖ ($\varpi > 0$) označava eksponent uslovne standardne devijacije. Parametar α_1^{**} ($-1 < \alpha_1^{**} < 1$) ocrta efekat asimetrije, gde negativni i pozitivni šokovi imaju različite uticaje na nivo volatilnosti.

3.3.1.4. DCC GARCH

Dinamički uslovljeni korelacioni (DCC) GARCH model je statistički metod koji se koristi za procenu vremenski promenljivih uslovljenih korelacija između finansijskih imovina. Robert Engle ga je predstavio 2002. godine kao proširenje tradicionalnog GARCH modela, koji procenjuje samo uslovne varijanse. DCC GARCH model je posebno koristan za upravljanje portfoliom, upravljanje rizikom i razumevanje dinamike finansijskih tržišta.

Glavne karakteristike DCC GARCH modela:

1. **Fleksibilnost:** Omogućava promenljive korelacije između finansijskih imovina tokom vremena, što može pružiti preciznije razumevanje njihovih odnosa.
2. **Štedljivost:** Model zahteva manje parametara od alternativnih multivarijantnih GARCH modela, čineći ga računski efikasnijim.
3. **Uslovne korelacije:** Model procenjuje uslovne korelacije, koje predstavljaju dinamički odnos između prinosa imovine, uzimajući u obzir informacije dostupne do određenog trenutka u vremenu.
4. **Dvostepeni proces procene:** DCC GARCH model prati dvostepeni postupak procene. Prvi korak podrazumeva procenu univarijantnih GARCH modela za prinos

svake imovine, dok drugi korak procenjuje vremenski promenljivu uslovnu korelacionu matricu.

Prema Engle (2002), DCC GARCH ima fleksibilnost univarijatnih GARCH, ali ne i složenost konvencionalnih multivarijatnih GARCH modela. Ovi modeli, koji direktno parametrizuju uslovne korelacije, prirodno se procenjuju u dva koraka - prvi je niz univarijatnih GARCH procena, a drugi procena korelacije. Ove metode imaju jasne računске prednosti nad multivarijatnim GARCH modelima, jer je broj parametara koji treba proceniti u procesu korelacije nezavisan od broja serija koje treba korelirati. Stoga se potencijalno mogu proceniti vrlo velike korelacione matrice. U ovom radu, tačnost korelacija procenjenih različitim metodama se upoređuje u bivarijatnim postavkama gde su mnoge metode izvodljive i došlo se do zaključka da DCC-GARCH ostvaruje superiorne rezultate u odnosu na druge modele.

3.3.2. Izgradnja GARCH modela

Osnovni principi Box-Jenkins strategije modeliranja održavaju se i kada se koriste GARCH modeli. Međutim, istovremeno modeliranje dve jednačine, gde jedna analizira uslovnu varijansu, zahteva određena prilagođavanja i izmene u standardnom postupku. U nastavku su objašnjene ključne promene:

Identifikacija modela

Specifikacija jednačine srednje vrednosti GARCH modela se realizuje kroz primenu uobičajenih metoda identifikacije. Posle procene i provere prikladnosti te jednačine, potrebno je istražiti da li određena vremenska serija pokazuje nestabilnost uslovne varijanse. To se postiže analiziranjem reziduala procenjenog ARIMA modela. Obično se koriste ove dve test-statistike: (i) Boks-Ljungova statistika Q^2 i (ii) Engleova statistika za proveru postojanja ARCH efekta:

- a) Boks-Ljungova statistika Q^2 je već razjašnjena tokom predstavljanja Boks-Dženkinsove strategije modeliranja. Podsetimo, radi se o Boks-Ljungovoj statistici koja se koristi na kvadratne vrednosti reziduala. Na ovaj način se ispituje prisustvo

statistički značajne korelacione strukture u kvadratima reziduala, koji predstavljaju meru varijabilnosti vremenske serije. Drugim rečima, značajnost Q^2 statistike ukazuje na nestabilnost varijanse vremenske serije u smislu autoregresivne heteroskedastičnosti.

- b) Engleova statistika za proveru postojanja ARCH efekta temelji se na sličnom konceptu kao i Q^2 statistika. Da bi se istražilo da li varijansa vremenske serije u trenutku t zavisi od varijansi u prethodnim momentima ($t-1, t-2, \dots, t-m$), procenjuje se model sledećeg oblika:

$$\hat{\epsilon}_t^2 = d_0 + d_1 \hat{\epsilon}_{t-1}^2 + d_2 \hat{\epsilon}_{t-2}^2 + \dots + d_m \hat{\epsilon}_{t-m}^2 + \text{greška}$$

gde su, kao i ranije, sa $\hat{\epsilon}_t$ označeni reziduali iz prethodno ocenjenog ARMA modela za srednju vrednost vremenske serije. Nulta hipoteza o stabilnoj varijansi definiše se kao odsustvo postojanja autokorelacije u varijansi vremenske serije, što se prikazuje na sledeći način:

$$H_0 : d_1 = d_2 = \dots = d_m = 0$$

Validnost nulte hipoteze proverava se F-statistikom kojom se upoređuju vrednosti rezidualne sume kvadrata iz dva modela: modela sa ograničenjem nulte hipoteze na parametre jednačine i modela bez ograničenja. Odgovarajući broj stepeni slobode u primeni testa je: m i $T-2m-1$. Uobičajena oznaka testa je: ARCH $F(m)$.

Test- statistika poseduje i formu χ^2 raspodele sa m stepeni slobode kada se računa kao proizvod obima uzorka T (ili efektivnog $T-m$) i koeficijenta determinacije iz modela. Korepondirajuća oznaka testa je: ARCH $\chi^2(m)$.

Ocene parametara modela

Istovremena procena parametara jednačine srednje vrednosti i jednačine volatiliteta može se postići primenom metode maksimalne verodostojnosti. U praktičnoj primeni, kriterijumi metode maksimalne verodostojnosti zadovoljavaju se numerički kroz primenu algoritama numeričke optimizacije. Jedan od najpouzdanijih je BHHH algoritam. Standardne greške procenjenih parametara obično se prilagođavaju prema Bolerslev-Vuldridževom (engl. Bollerslev-Wooldridge) pristupu kako bi se omogućilo standardno statističko zaključivanje čak i kada slučajna greška modela nema normalnu raspodelu.

Provera adekvatnosti modela

U vezi provere adekvatnosti ocenjenog GARCH modela koriste se standardizovani reziduali. Oni se dobijaju tako što se obični reziduali dele korespondirajućim ocenama standardne devijacije koje se izvode iz jednačine volatilnosti:

$$r_t^s = \frac{\hat{\epsilon}_t}{\hat{\sigma}_t}, t = 1, 2, \dots, T.$$

Za ovako obrazovane rezidualne računa se Q statistika. Q statistika se koristi za ispitivanje da li je autokorelacija na nivou serije adekvatno modelirana, dok su Q^2 i ARCH statistika u F ili χ^2 formi namenjeni za proveru da li jednačina volatilnosti odgovara korelacionoj strukturi varijabilnosti modelirane vremenske serije.

Drugim rečima, GARCH model pruža prihvatljivu aproksimaciju kretanja vremenske serije ako vremenske serije standardizovanih reziduala i kvadrata standardizovanih reziduala ispunjavaju karakteristike belog šuma.

U ovoj fazi modeliranja klasičnih ARIMA modela optimalnost izabrane specifikacije procenjuje se i na osnovu vrednosti informacionih kriterijuma. Kako je objašnjeno u delu III-3, informacioni kriterijumi su definisani pod pretpostavkom da je varijansa slučajne greške modela stabilna. Budući da je svrha primene GARCH specifikacije modeliranje nestabilne uslovne varijanse vremenske serije, to osnovna forma informacionih kriterijuma nije

primenjiva za izbor prihvatljivog GARCH modela. Međutim, moguća je modifikacija informacionog kriterijuma koja se sastoji u tome da se prvi sabirak u formuli informacionog kriterijuma $\ln(s^2)$, zameni vrednošću, $\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln \hat{\sigma}_t^2$. U pitanju je element koji eksplicitno uključuje ocenu uslovne varijanse za svaki podatak vremenske serije. Na primer, AIC kriterijum modifikovan je za upotrebu kod GARCH modeliranja (oznaka AIC-GARCH) je (Brooks and Burke, 2003):

$$\text{AIC-GARCH} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \ln \hat{\sigma}_t^2 + 2((p + q + m + s)/T)$$

Brojilac drugog člana se dodatno povećava za jedan ili dva, u zavisnosti od toga da li jednačine srednje vrednosti i varijabilnosti imaju slobodan član.

Pored korišćenja informacionih kriterijuma definisanih na ovaj način, odabir bolje specifikacije može se postići i na osnovu boljih rezultata u predviđanju. Primena Diebold-Marianovog testa, definisanog u delu III-4, omogućava procenu tačnosti predviđanja, kako nivoa vremenske serije, tako i njene volatilnosti.

3.3.3. Značaj GARCH modela u dosadašnjim istraživanjima

Značaj GARCH modela u istraživanjima volatilnosti indeksa predstavljen je u tabeli ispod:

Tabela 2 *Primena GARCH modela u istraživanjima volatilnosti indeksa (ograničena selekcija)*

Autor(i)	Godina	Naslov	Korišćeni GARCH model(i)	Ključni nalazi
Bollerslev	1986	„Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity“	GARCH(1,1)	Uvođenje GARCH(1,1) modela, ističući njegovu primenljivost na nestabilnost berzanskih indeksa.
Engle	1982	„Autoregressive Conditional Heteroskedasticity“	ARCH	Uvođenje ARCH modela, preteče GARCH modela, kao alata za merenje nestabilnosti berzanskih indeksa.

Glosten, Jagannathan	1993	„On the Relation Between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks“	GARCH-M	Razvoj modificiranog GARCH-M modela koji objašnjava asimetriju u nestabilnosti berzanskih indeksa.
Nelson	1991	„Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach“	EGARCH	Uvođenje EGARCH modela koji objašnjava asimetriju i efekte poluge u nestabilnosti berzanskih indeksa.
Pagan, A.R., i Schwert, G.W.	1990	„Alternative Models for Conditional Stock Volatility“	GARCH-M, TGARCH	Evaluacija alternativnih GARCH modela (GARCH-M, TGARCH) u objašnjavanju nestabilnosti berzanskih indeksa.
Hentschel, L.	1995	„All in the Family Nesting Symmetric and Asymmetric GARCH Models“	AGARCH, APARCH	Razvoj AGARCH i APARCH modela, hvatanje viših trenutaka raspodele u nestabilnosti berzanskih indeksa.
Kenourgios, D., i Padhi, P.	2012	„Emerging Markets and Financial Crises: Regional, Global or Isolated Shocks?“	Multivarijantni GARCH modeli (BEKK, DCC)	Ispitivanje efekta zaraze finansijske krize 2008. na indekse tržišta u nastajanju pomoću multivarijantnih GARCH modela.
Chiang, T.C., and Doong, S.C.	2011	„Empirical Analysis of Stock Returns and Volatility: Evidence from Seven Asian Stock Markets Based on TAR-GARCH Model“	TAR-GARCH	Primena TAR-GARCH modela na analizu volatilnosti azijskih tržišta tokom krize 2008. godine.
Syriopoulos, Roumpis	2009	„Dynamic correlations and volatility effects in the Balkan equity markets“	GARCH, DCC-GARCH	Ispitivanje korelacije prinosa i volatilnosti između balkanskih tržišta i razvijenih tržišta zapadne Evrope.
Engle i Rangel	2006	„The Spline-GARCH Model for Low-frequency Volatility and Its Global	GARCH, Spline-GARCH	Ispitivanje veza makroekonomije i volatilnosti, a zatim objašnjavanje finansijske volatilnosti gotovo 50 tržišta tokom vremena.

		Macroeconomic Causes“		
--	--	-----------------------	--	--

Izvor: Autorski prikaz

Značaj GARCH modela u istraživanjima volatilnosti roba predstavljen je u tabeli ispod:

Tabela 3: *Primena GARCH modela u istraživanjima volatilnosti roba (ograničena selekcija)*

Autor(i)	Godina	Naslov	Plemeniti metal(i)	Korišćeni GARCH model(i)	Primena
Hammoudeh, S., i Yuan, Y.	2008	„Metal Volatility in Presence of Oil and Interest Rate Shocks“	Zlato, srebro, platina, paladijum	VAR-GARCH	Analiza nestabilnosti metala u odnosu na šokove cena nafte i kamatne stope pomoću VAR-GARCH modela.
Reboredo, J.C.	2013	„Is Gold a Safe Haven or a Hedge for the US Dollar? Implications for Risk Management“	Zlato	GJR-GARCH, EGARCH	Ispitivanje uloge zlata kao sigurnog utočišta ili zaštite za američki dolar, koristeći GJR-GARCH i EGARCH modele.
Tully, E., i Lucey, B.M.	2007	„A Power GARCH Examination of the Gold Market“	Zlato	PGARCH	Primena Power GARCH (PGARCH) modela za analizu dinamike nestabilnosti na tržištu zlata.
Mensi, Hammoudeh, Kang	2015	„Precious metals, cereal, oil and stock market linkages and portfolio risk management: Evidence from Saudi Arabia“	Zlato i srebro	DCC-FIAPARCH	Istraživanje dinamičke korelacije između TASI indeksa i zlata i srebra, nafte i poljoprivrednih roba.

Urom, Anochiwa, Yuni, Idume	2019	„Asymmetric linkages among precious metals, global equity and bond yields: The role of volatility and business cycle factors“	Zlato i srebro	DCC-GARCH i ADCC-GARCH	Istraživanje dinamičke korelacije između zlata, srebra, S&P500, obveznica, nafte i Eurodolara kroz DCC i asimetrični DCC GARCH.
-----------------------------------	------	---	----------------	------------------------	---

Izvor: Autorski prikaz

3.4. Analiza reziduala³

3.4.1. Test normalnosti reziduala – Žark-Bera test

Ovim testom ispituje se, na osnovu analize trećeg i četvrtog momenta, koliko empirijska raspodela reziduala odstupa od normalne raspodele. U ovom delu rada objasnićemo osnovna svojstva ovog testa.

Ukoliko sa r^s označimo stvarne standardizovane reziduale (reziduali koji su podeljeni sa korenom iz varijanse, tako da je njihova varijansa jedan). Testom se ispituje validnost sledeće nulte hipoteze:

$$H_0: E(r^s)^3 = 0 \text{ i } E(r^s)^4 = 3$$

protiv alternativne:

$$H_1: E(r^s)^3 \neq 0 \text{ ili } E(r^s)^4 \neq 3.$$

Nultom hipotezom se definišu vrednosti koje odgovaraju normalnoj raspodeli. Naime, ukoliko je serija standardizovanih reziduala normalno raspodeljena, onda je njen treći moment, $E(r^s)^3$, jednak nuli, a četvrti moment $E(r^s)^4$ jednak vrednosti 3. Stepen asimetrije date empirijske raspodele se proverava na bazi koeficijenta asimetrije α_3 , a stepen spljoštenosti se procenjuje na osnovu spljoštenosti α_4 .

³ Ovaj deo rada je pretežno preuzet iz Kovačić, 1995., Mališić, 2022. i Mladenović, Nojković, 2012.

Ocene koeficijenta asimetrije

α_3 , i koeficijenta spoljoštenosti α_4 , definišu se na sledeći način:

$$\hat{\alpha}_3 = \frac{\sum \hat{r}_t^3}{T}, \hat{\alpha}_4 = \frac{\sum \hat{r}_t^4}{T},$$

gde su \hat{r}_t standardizovani reziduali dobijeni ocenom konkretnog modela. Pod pretpostavkom da je tačna nulta hipoteza ove ocene imaju sledeću raspodelu: $\hat{\alpha}_3 : N\left(0, \frac{6}{T}\right)$, $\hat{\alpha}_4 : N\left(3, \frac{24}{T}\right)$, tako da važi:

$$\sqrt{\frac{T}{6}} \hat{\alpha}_3 : N(0,1), \sqrt{\frac{T}{24}} (\hat{\alpha}_4 - 3) : N(0,1)$$

Kvadriranjem ove dve slučajne promenjive i njihovim sabiranjem dobija se slučajna promenjiva sa χ_2^2 raspodelom. To je upravo JB test-statistika, koja ima χ_2^2 raspodelu pri tačnoj hipotezi H_0 .

Praktično, ako je izračunata vrednost JB test-statistike manja od odgovarajuće kritične vrednosti χ_2^2 (5.99 na nivou značajnosti 5%) onda se može smatrati da su reziduali normalno raspodeljeni. Naravno, validnost nulte hipoteze ne znači uvek da je raspodela normalna, već samo da prva četiri momenta pripadaju normalnoj raspodeli. Budući da su upravo prva četiri momenta od interesa u empirijskim istraživanjima, ovaj test je izuzetno popularan. Treba imati u vidu da se često precenjuje vrednost nulte hipoteze na uzorcima manjeg obima. Odgovarajuće kritične vrednosti su date u Tabeli 4.

Tabela 4: Kritične vrednosti JB testa za uzorke različitog obima

T	40	50	75	100	150	200	500	∞
Nivo znač. 10%	2.99	3.19	3.49	3.67	3.90	4.05	4.35	4.61
Nivo znač. 5%	4.74	5.00	5.30	5.44	5.60	5.71	5.89	5.99

Izvor: Patterson (2000).

3.4.2. Test autokorelisanosti reziduala

U postupku ispitivanja postojanja autokorelacije relevantno je postaviti dva pitanja:

1. Da li postoji autokorelacije na određenoj k-toj, docnji ? ($H_0: \rho_k = 0$) i
2. Da li postoji autokorelacije na svim docnjama do K-te ? ($H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$).

1. Validnost nulte hipoteze $H_0: \rho_k = 0$ protiv alternativne $H_1: \rho_k \neq 0$ se testira tako što se proverava da li ocena datog korelacionog koeficijenta,

$$\hat{\rho}_k = \frac{\sum_{t=k+1}^T \hat{e}_t \hat{e}_{t-k}}{\sum_{t=1}^T \hat{e}_t^2}, \text{ serije reziduala, } \hat{e}_t, t=1,2,\dots,T, \text{ pripada intervalu } (-2/\sqrt{T}, 2/\sqrt{T}).$$

2. Validnost nulte hipoteze $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_K = 0$ testira se protiv alternativne da li je bar jedan od prvih K autokorelacionih koeficijenata serije reziduala različit od nule na osnovu Boks-Pirsove (engl, Box-Pierce) statistike (oznaka BP(K)):

$$\hat{\rho}_k: N(0, \frac{1}{T}), k=1,2,\dots,K \Rightarrow BP(K) = T \sum_{k=1}^K \hat{\rho}_k^2$$

Ako je nulta hipoteza tačna, onda BP(K) statistika prati asimptotičku χ^2 distribuciju sa K-p-k stepenima slobode. U manjim uzorcima, distribucija BP(K) statistike ne aproksimira χ^2 raspodelu dovoljno precizno, što implicira da korišćenje standardnih kritičnih vrednosti ove distribucije može potceniti postojanje autokorelacije. Drugim rečima, korišćenje Bok-Pearsonove statistike u manjim uzorcima može dovesti do pogrešnog prihvatanja nulte hipoteze da ne postoji autokorelacija. Ovaj problem se može zaobići korišćenjem modifikovane verzije Bok-Pearsonove statistike, koju su razvili Bok i Ljung (simbol K). Ova statistika je definisana na sledeći način:

$$Q(K) = BLj(K) = T(T+2) \sum_{k=1}^K \frac{\hat{\rho}_k^2}{T-1}$$

i ima χ^2_{K-p-q} raspodelu pri tačnoj hipotezi H_0 . Mogu se koristiti i ocene parcijalnih autokorelacionih koeficijenata za definisanje statistike sličnog tipa.

Primećujemo da kada se koristi Q statistika, svaki kvadrat koeficijenta autokorelacije podeljen je sa stvarnom (efikasnom) veličinom uzorka iz koje je rezultat izveden. Ovo povećava tačnost u proceduri statističkog zaključivanja.

Bitno praktično pitanje je odabir broja zakašnjenja K za koje se ispituje prisustvo autokorelacije. Iako ne postoji univerzalan odgovor na ovo pitanje, K se obično određuje na jedan od sledećih načina:

$$K = \frac{T}{4}, K = \sqrt{T}, K = 2\sqrt{T}, K = \ln(T).$$

Ukoliko se Q statistika primeni na kvadrirane vrednosti reziduala onda se testira validnost nulte hipoteze oblika:

$$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0,$$

gde je ρ_k k-ti autokorelacioni koeficijent kvadrata slučajnih greški. Na ovaj način se ispituje postojanje autokorelacije u kvadriranim rezidualima, što može biti indicija specifične forme heteroskedastičnosti) koja se naziva autoregresiona heteroskedastičnost. Autori ove statistike su McLeod i Li. Data statistika se obično označava sa $Q^2(K)$. Ona takođe poseduje asimptotski χ^2 raspodelu sa brojem stepeni slobode K-p-q.

U standardnim statističkim paketima, uobičajeno je da se uz vrednosti test-statistike prikazuje i takozvana p-vrednost. Koncept p-vrednosti se objašnjava uzimajući u obzir jednostranu alternativnu hipotezu kod Q test-statistike. Ova vrednost predstavlja najmanji nivo značajnosti za koji se može odbaciti nulta hipoteza kao neistinita. To je najveći nivo značajnosti na kojem se sa datom statistikom ne odbacuje nulta hipoteza. Dakle, test-statistikom se odbacuje nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti veće od p-vrednosti, odnosno ne odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti manje od p-vrednosti (Davidson i MacKinnon, 2004). Prednost upotrebe p-vrednosti u odnosu na standardne tabele kritičnih vrednosti je veća jednostavnost i jasnoća u testiranju. Na primer, ako je p-vrednost Q-statistike 0,03, onda je marginalni nivo značajnosti ove statistike 3%. To znači da bi se nulta hipoteza o nepostojanju autokorelacije prihvatila kao tačna za sve nivoe značajnosti manje od 0,03. Drugim rečima, odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti veće od 0,03.

Međutim, ako je p-vrednost 0,40, onda se hipoteza o nepostojanju autokorelacije prihvata za sve nivoe značajnosti manje od 0,40. U praksi se dobijena p-vrednost najčešće upoređuje sa 0,05 ili 0,10. Ako je p-vrednost veća od 0,10, onda se nulta hipoteza može prihvatiti kao tačna na nivou značajnosti 0,10. Suprotno, ako je p-vrednost manja od 0,10, onda se na tom nivou značajnosti odbacuje nulta hipoteza kao netačna.

Pominje se i da se slučajnost vremenske serije reziduala može proveriti i primenom testova slučajnosti (test tačaka zaokreta, test promene znakova ispod i iznad medijane, test koraka, test razlike rangova, itd (Mališić, 2022).

3.4.3. Testovi jediničnog korena (Unit Root Tests)

Testovi jediničnog korena predstavljaju statističke testove koji se upotrebljavaju za određivanje da li je skup podataka iz vremenske serije stacionaran ili nestacionaran. U ekonometriji i analizi vremenskih serija, stacionarnost predstavlja značajnu karakteristiku podataka, jer većina statističkih metoda podrazumeva da su podaci stacionarni. Stacionarna vremenska serija ima konstantnu srednju vrednost, varijansu i autokorelaciju tokom vremena, dok nestacionarna vremenska serija iskazuje trendove, cikluse ili druge šablone koji dovode do promena ovih osobina tokom vremena.

U literaturi je definisan veliki broj testova jediničnog korena među kojima su najznačajniji testovi koje su definisali (i) Dickey i Fuller (Dickey i Fuller, 1976) koji se po autorima naziva Diki-Fulerov test (sa oznakom DF) i (ii) KPSS test koji su definisali Kwiatkowski, Phillips, Schmidt i Shin 1992. godine.

3.4.3.1. Diki-Fulerov (DF) test

Pretpostavimo da je vremenska serija X_t generisana AR(1) modelom:

$$X_t = \phi X_{t-1} + e_t$$

i da je njena srednja vrednost 0, $E(X_t) = 0$.

Priroda kretanja X_t zavisi od vrednosti parametra ϕ : za $\phi < 1$, X_t sledi stacioniranu putanju, dok za $\phi = 1$, X_t poseduje jedinični koren. Ovo tvrđenje se može predstaviti sledećim hipotezama:

H_0 : $\phi = 1$ (X_t poseduje jedan jedinični koren)

H_1 : $\phi < 1$ (X_t je stacionirana vremenska serija).

Validnost nulte hipoteze ispitujemo na osnovu primene odgovarajuće test-statistike koja se računa prema podacima iz uzorka obima T: X_1, X_2, \dots, X_t . Na bazi ovog uzorka prvo se ocenjuje parametar ϕ primenom metoda ONK:

$$\hat{\phi} = \frac{\sum_{t=2}^T X_t X_{t-1}}{\sum_{t=2}^T X_{t-1}^2}$$

Potom se računa standardna greška ocene $\hat{\phi}$, $s(\hat{\phi})$ na sledeći način:

$$s(\hat{\phi}) = \sqrt{\frac{s^2}{\sum_{t=2}^T X_{t-1}^2}}, \quad s^2 = \frac{\sum_{t=2}^T X_t^2 - \hat{\phi} \sum_{t=2}^T X_t X_{t-1}}{(T-1)-1}$$

„Prirodno je očekivati da je nulta hipoteza tačna ukoliko se ocena $\hat{\phi}$ ne razlikuje mnogo od 1. Imajući u vidu klasičnu teoriju statičkog zaključivanja, može se obrazovati test-statistika oblika $\frac{\hat{\phi}-1}{s(\hat{\phi})}$. Pod pretpostavkom da je $\hat{\phi}$ ocena parametra standardnog linearnog modela, statistika $\frac{\hat{\phi}-1}{s(\hat{\phi})}$ bi imala t-raspodelu. Međutim, ako je tačna nulta hipoteza da vremenska serija poseduje jedinični koren, tada ocena $\hat{\phi}$ nema normalnu raspodelu, što znači da količnik $\frac{\hat{\phi}-1}{s(\hat{\phi})}$ nema t-raspodelu (Mladenović, Nojković, 2012).“ Kao što su prvi pokazali Dickey i Fuller, raspodela ovog količnika je nestandardna, jer ne pripada klasi poznatih teorijskih raspodela (Fuller, 1976). Ova raspodela se označava kao τ -raspodela ili raspodela DF testa jediničnog korena. Možemo pisati:

$$\tau = \frac{\hat{\phi}-1}{s(\hat{\phi})}$$

Funkcija gustine distribucije t je nakrivljena ulevo i za uzorak veličine 100, približno 68% njene površine leži u negativnom delu ose. Diki i Fuller su koristili metode simulacije da

odrede kritične vrednosti za uzorke različitih veličina. Kritična vrednost τ^k se može odrediti za svaku veličinu uzorka korišćenjem specifične formule, koja, za nivo značajnosti od 5%, navodi (MacKinnon, 1991):

$$\tau^k = -1.9393 - \frac{0.398}{T}$$

Ako je izračunata vrednost DF statistike niža od kritične vrednosti, onda se nulta hipoteza odbacuje kao netačna na datom nivou značajnosti, a alternativna hipoteza da je serija stacionarna se prihvata. Obrnuto, ako je dobijena vrednost DF statistike veća od kritične vrednosti, onda se prihvata nulta hipoteza da vremenska serija ima jedinični koren. Procedura testiranja se zatim nastavlja kako bi se utvrdilo da li je broj jediničnih korena zapravo jedan ili možda dva. U drugoj iteraciji testa ispituje se da li prva razlika vremenske serije ima jedinični koren ili je stacionarna. Ako test pokaže da je nulta hipoteza netačna, test zaključuje da je prva razlika stacionarna, što znači da početna vremenska serija ima tačno jedan jedinični koren. U suprotnom, ako je nulta hipoteza tačna, zaključuje se da niz ima najmanje dva jedinična korena. U tom slučaju, test bi se nastavio sa trećom iteracijom da bi se proverilo da li je druga razlika stacionarna ili ne.

Autokorelacija u AR(1) modelu

Postojanje autokorelacije u polaznom AR(1) modelu znači da ta specifikacija nije dovoljna da obuhvati dinamičke odnose. Ovaj problem se prevazilazi dodavanjem objašnjavajućih promenljivih oblika ΔX_{t-1} , ΔX_{t-2} , ..., ΔX_{t-K} . Faktički, polazni model se proširuje novim promenljivima, tako da je sada relevantna specifikacija oblika:

$$\Delta X_t = \beta_0 + \beta_t + \varphi X_{t-1} + \delta_1 \Delta X_{t-1} + \delta_2 \Delta X_{t-2} + \dots + \delta_K \Delta X_{t-K} + e_t$$

i $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_K$ su parametri.

Može se pokazati da je model ekvivalentan AR($\mathbf{K}+1$) reprezentaciji vremenske serije X_1 . Izračunata DF statistika iz ovog modela naziva se proširena (engl. Augmented) Diki Fulerova statistika. Obično se koristi oznaka ADF(\mathbf{K}). Obe statistike, DF i ADF, poseduju identičnu a simptomsku raspodelu i u praksi se koriste iste kritične vrednosti (Patterson, 2000), Hamilton, 1994). Ocene parametara $\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_K$ imaju normalnu raspodelu.

3.4.3.2. KPSS test

Osim DF i ADF test-statistika, postoje i drugi testovi jediničnog korena. Veliki broj njih je definisan kao neka vrsta korekcije DF testa, što će biti prikazano kasnije. Ipak, KPSS test jediničnog korena temelji se na sasvim drugačijem pristupu u odnosu na DF test. Koncept KPSS testa objašnjen je u daljem tekstu.

Posmatra se model:

$$X_t = X_0 + \beta t + e_t, t=1,2,\dots,T$$

i pretpostavimo da e_t poseduje jedan jedinični koren:

$$e_t = e_{t-1} + v_t, e_0 = 0$$

tako da je sada v_t proces beli šum sa srednjom vrednošću 0 i varijansom σ_v^2 .

Zamenom dobijamo:

$$X_t = X_0 + \beta t + e_t = X_0 + \beta t + e_{t-1} + v_t = X_0 + \beta t + e_{t-2} + v_t + v_{t-1} = \dots = X_0 + \beta t + \sum_{j=1}^t v_j, t=1,2,\dots$$

„Ono što određuje prirodu vremenske serije X_t u pogledu stacionarnosti jeste komponenta kumulisanih slučajnih greški $\sum_{j=1}^t v_j$. Ukoliko su zaista u pitanju slučajne komponente sa varijansom koja je različita od nule, tada će posmatrana vremenska serija posedovati jedinični koren, jer je dobijena sabiranjem stacionarnih slučajnih promenljivih. Vremenska serija X_t će biti stacionarna jedino onda kada je varijansa slučajne komponente v_t jednaka 0. Na osnovu ovog razmatranja postavljaju se odgovarajuće hipoteze u primeni KPSS testa“ (Mladenović, Nojković, 2012):

$H_0: \sigma_v^2 = 0$, odnosno X_t je stacionarna vremenska serija

$H_0: \sigma_v^2 > 0$, odnosno X_t ima jedan jedinični koren.

„Osnova KPSS testa leži u oceni varijanse. Kada ocenimo relaciju prema datom uzorku primenom metoda ONK dobijamo prvo reziduala \hat{e}_t , a potom i parcijale sume reziduala $S_t =$

$\sum_{t=1}^t \hat{e}_t$, $t= 1, \dots, T$. Zatim se formira veličina $\sum_{j=1}^T S_j^2$. koja se normira ocenom dugoročne varijanse S^2_∞ slučajne komponente $\sum_{j=1}^t v_j$. KPSS test-statistika je oblika“ (Mladenović, Nojković, 2012):

$$KPSS = \frac{1}{T^2} \sum_{t=1}^T S^2 t / S^2_\infty$$

Sa S^2_∞ smo označili Njui-Vestovu ocenu dugoročne varijanse

$$\sigma_\infty^2 = \lim_{T \rightarrow \infty} T^{-1} \text{var} (\sum_{t=1}^T vt)$$

Koja se dobija prema:

$$s_\infty^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \hat{e}_t^2 + 2 \sum_{j=1}^L w_j \left(\frac{1}{T} \sum_{t=j+1}^T \hat{e}_t \hat{e}_{t-j} \right) = \frac{\sum_{t=1}^T \hat{e}_t^2}{T} (1 + 2w_1 \frac{\sum_{t=2}^T \hat{e}_t \hat{e}_{t-1}}{\sum_{t=1}^T \hat{e}_t^2} + \dots + 2w_L \frac{\sum_{t=L+1}^T \hat{e}_t \hat{e}_{t-L}}{\sum_{t=1}^T \hat{e}_t^2}$$

Reč je o uobičajenoj oceni varijanse slučajne greške modela, $s^2 = \sum_{t=1}^T \hat{e}_t^2 / T$, koja se množi određenim elementom u zagradama kako bi se uključila informacija o autokorelisanosti podataka. Prilikom izračunavanja procene s_∞^2 , potrebno je unapred odgovoriti na dva pitanja: 1. u kojoj meri zakašnjenja L treba uzeti u obzir i 2. na koji način modelirati nizu autokorelaciju u posmatranom vremenskom periodu, odnosno kako definisati zakašnjenja w_j . Parametar L se odabira na sledeći način: $L = [4(T/100)^{1/4}]$. Zakašnjenja w_j predstavlja Bartletov (trougoni) prozor zakašnjenja i definiše se kao $w_j = 1 - j/(L + 1)$, $j = 1, \dots, L$ i 0 za ostala zakašnjenja. Na ovaj način se pretpostavlja da autokorelacija opada linearno tokom vremena i da ne postoji za zaostajanja veća od L .

Deo IV: Empirijski analiza i rezultati istraživanja preliivanja svetske ekonomske krize

*"Svetska ekonomska kriza je oštar podsetnik da smo svi povezani i da nijedna zemlja ili region ne može da se zaštiti od posledica lošeg upravljanja, pohlepe i slabe regulacije."
Ban Ki-Mun*

Ovo poglavlje se bavi deskripcijom prikupljenih podataka, nakon čega je izvršena analiza ponašanja, korelacije i uzročnosti varijanse između SAD, zemalja sa razvijenim tržištem kapitala i zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju sa ciljem proučavanja prenosa volatilnosti u vreme svetske ekonomske krize.

Uzimajući u obzir prethodno opisane karakteristike analize vremenskih serija i pomenute modele nestabilne varijanse (GARCH, TGARCH, DCC GARCH), empirijska analiza se, prateći Boks-Dženkinsovu strategiju modeliranja, sastoji iz sledećih koraka:

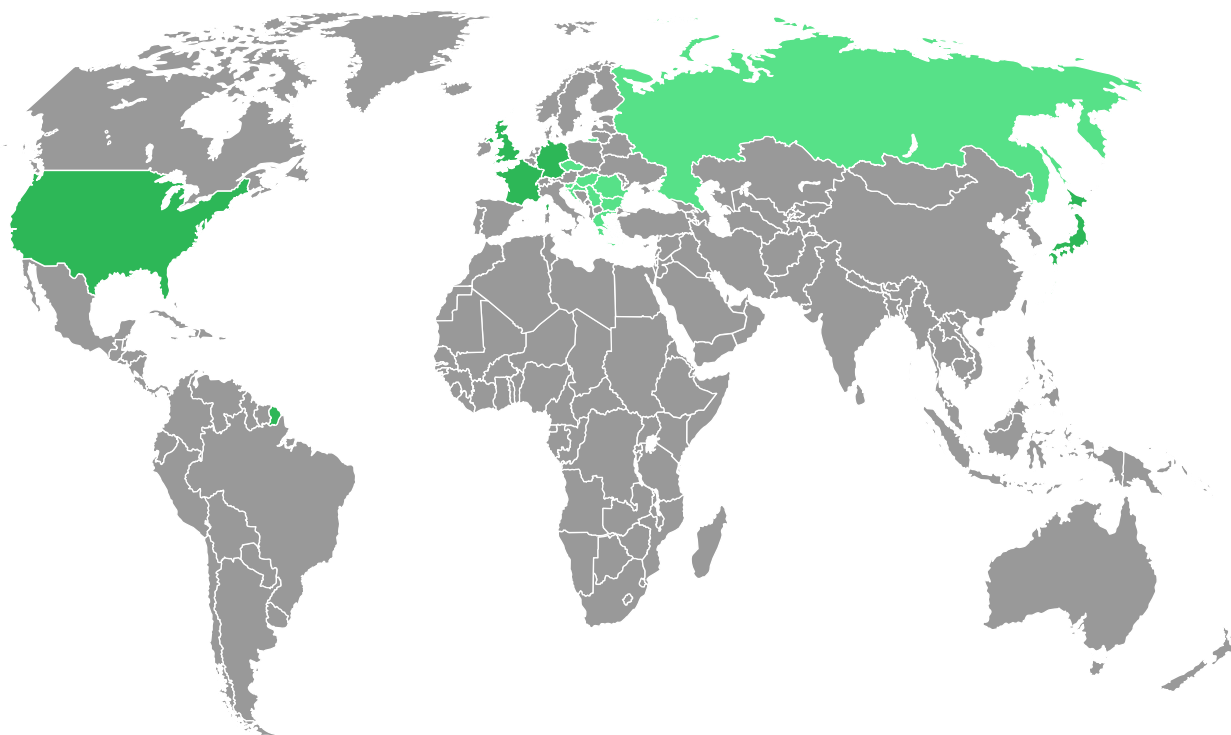
1. **Grafički prikaz podataka** – Vizuelni prikaz kretanja cena i volatilnosti indeksa na izabranim berzama;
2. **Test normalnosti reziduala** – Kroz Žark-Bera test ispituje se koliko empirijska raspodela reziduala odstupa od normalne raspodele;
3. **Test jediničnog korena** – Kroz testove jediničnog korena (Diki-Fulerov test, prošireni Diki-Fulerov test i KPSS) testirana je stacionarnost vremenskih serija;
4. **Test heteroskedastičnosti** – Testiranje postojanja ARCH efekta kroz ARCH LM test;
5. **Test autokorelisanosti reziduala** – Kroz Boks-Pirs i Ljung-Boks test testirano je prisustvo autokorelacije;

6. **Formiranje modela** – Na osnovu selektiranih podataka, korišćenjem linearnog programiranja u Excel-u, kreirani su modeli iz GARCH porodice;
7. **Ocene parametara modela i procena adekvatnosti modela** – Parametri modela su ocenjeni primenom metode maksimalne verodostojnosti dok se u proceni adekvatnosti modela koristi Q statistika standardizovanih reziduala da bi se ispitalo da je li korelacija u nivou serije korektno modelirana.

4.1. Podaci

U cilju testiranja hipoteza formiran je relevantan skup zemalja koje su podeljene na zemlje sa razvijenim tržištem kapitala i zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju prema MSCI (Morgan Stanley Capital International) klasifikaciji.

Slika 7: Posmatrane zemlje



Izvor: Autorski prikaz

MSCI definiše i klasifikuje zemlje prema nizu kriterijuma koji se odnose na ekonomski razvoj, veličinu tržišta, likvidnost i kvalitet infrastrukture. Neki od kriterijuma koje MSCI koristi za klasifikaciju su sledeći:

1. **Ekonomski razvoj:** Razvijene zemlje obično imaju visok nivo BDP-a per capita, stabilne i snažne ekonomske pokazatelje, kao i razvijene finansijske i institucionalne strukture.
2. **Veličina tržišta:** Razvijene zemlje imaju velika i razvijena tržišta kapitala, što se može meriti brojem listiranih kompanija, ukupnom tržišnom kapitalizacijom i trgovanjem akcijama.
3. **Likvidnost:** Likvidnost se odnosi na mogućnost kupovine i prodaje hartija od vrednosti bez značajnog uticaja na njihove cene. Razvijena tržišta imaju visoku likvidnost, što znači da investitori mogu brzo i lako kupovati i prodavati hartije od vrednosti.
4. **Tržišna infrastruktura i pravna zaštita:** Razvijene zemlje imaju efikasnu tržišnu infrastrukturu, stabilan regulatorni okvir, transparentnost i zaštitu prava investitora. Ovi kriterijumi pomažu u obezbeđivanju pouzdanog poslovnog okruženja za investitore.
5. **Otvorenost prema stranim vlasništvu:** Razvijene zemlje obično imaju liberalne politike prema stranim vlasništvu, dozvoljavajući stranim investitorima da učestvuju u domaćim tržištima kapitala.
6. **Dostupnost tržišnih instrumenata:** U razvijenim zemljama investitori imaju pristup širokom spektru finansijskih instrumenata i mogućnostima investiranja, uključujući akcije, obveznice, derivativne instrumente i druge investicione proizvode.
7. **Jednostavnost kapitalnih tokova:** Razvijene zemlje obično omogućavaju nesmetan protok kapitala, što olakšava prenos sredstava i investicija između zemalja.

U skladu sa navedenim kriterijumima, uzorkom su obuhvaćene sledeće zemlje sa pripadajućim berzanskim indeksima:

- Zemlje sa razvijenim tržištem kapitala: SAD (S&P500), Nemačka (DAX), Francuska (CAC40), Japan (NIKKEI225) i Velika Britanija (FTSE100);

- Zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju: Srbija (Belex15), Hrvatska (CROBEX), Slovenija (SBITOP), Grčka (ATX), Bugarska (SOFIX), Rumunija (BET) i Rusija (MOEX).

Potrebno je napomenuti da je centralna pojava, svetska ekonomska kriza, nastala u SAD, stoga centralno mesto u istraživanju zauzima analiza kretanja indeksa S&P500 u odnosu na zemlje sa razvijenim tržištem kapitala i zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju.

U pogledu vremenske dimenzije, uzorak je ograničen na period od 2006. godine do kraja 2020. godine. Iako je u radu centralna tema svetska ekonomska kriza 2008 godine, period obuhvata i dva dodatna događanja: Evropska dužnička kriza i početak krize izazvane pandemijom COVID-19, 2020. godine.

Za modeliranje volatilnosti i istraživanje preliivanja korišćeni su nedeljni podaci u prethodno navedenom vremenskom okviru. U skladu sa praksom (Caporole i Spagnolo, 2011; Ozer, Grubišić, Kamenković, 2020; Khalifa, Hammoudeh, Otranto (2014)) nedeljni podaci omogućavaju da se suočimo sa problemom asinhronog trgovanja koji se javlja u dnevnim podacima i koji može dovesti do pristrasnih rezultata.

Kao dodatni razlog, pored asinhronog trgovanja, nedeljni podaci bolje oslikavaju promene na tržištima kapitala posmatranih zemalja u nastajanju koja nisu razvijena u meri kao razvijena tržišta kapitala na kojima je prisutna visoka aktivnost i likvidnost na tržištu.

Podaci o berzanskim indeksima korišćenim u istraživanju primarno su prikupljeni sa profesionalne investicione platforme Seaking Alpha, specijalizovane za investiranje u hartije od vrednosti.

4.2. Preliminarna analiza podataka

Performanse posmatranih berzanskih indexa u posmatranom periodu značajno variraju. Primetno je da je svim posmatranim indeksima zajednički pad vrednosti u vreme nastanka svetske ekonomske krize septembra 2008. godine. S obzirom da podaci obuhvataju i dve naknadne krize manjeg obima, takođe je primetno da su indeksi izgubili na vrednosti i u vreme Evropske dužničke krize i u vreme krize izazvane pandemijom COVID-19. Međutim, fokus ovog rada je na uticaju svetske ekonomske krize, kao najizraženije, i njenih posledica.

Dok su se indeksi razvijenih tržišta kapitala brzo vratili na nivoe pre krize i nastavili svoj rast, indeksi zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju se nisu oporavili od šokova izazvanih svetskom ekonomskom krizom. U posmatranom periodu S&P500 ostvario je najveći rast, 191%, praćen indeksima Rusije, 167%, Nemačke, 128%, i Japana, 74%. Indeksi Velike Britanije i Francuske su se takođe brzo oporavili od šoka izazvanog svetskom ekonomskom krizom, međutim njihov rast je bio limitiran, posebno u slučaju Francuske koja sa porastom od 7.8% u posmatranom periodu predstavlja razvijeno tržište sa najnižim rastom.

Nasuprot zemljama sa razvijenim tržištem kapitala, zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju, izuzev Rumunije i Rusije, se nikada nisu vratile na nivoe pre svetske ekonomske krize. Najveći pad vrednosti indeksa beleži Bugarska sa padom od 48.5%, za kojom slede Grčka sa padom od 34.7%, i Srbija sa padom od 34.6%.

Iako je indeks moskovske berze zabeležio značajan rast u posmatranom periodu on je ujedno i indeks volatilnosti sa standardnom devijacijom od 4.1%, i razlikom između minimalne i maksimalne vrednosti prinosa indeksa od 73.6%. Najnižu volatilnost u uzorku beleže SBITOP i S&P500 sa standardnom devijacijom od 2.5% i razlikom između minimalne i maksimalne vrednosti prinosa indeksa od približno 30%. Velike razlike između minimalne i maksimalne vrednosti prinosa indeksa ukazuju na to da je u periodu posmatranja bilo značajnih oscilacija kako na tržištima zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju tako i na razvijenim tržištima.

Generalno, svi posmatrani podaci uključeni u istraživanje pokazali su tipične karakteristike finansijskih vremenskih serija. Dodatno, analiza asimetrije i spljoštenosti merena kroz JB test daje rezultate koji su manji od nivoa značajnosti (1%, 5%, 10%) što znači da se može odbaciti nulta hipoteza o normalnoj raspodeli podataka za sve posmatrane berzanske indekse u pomenutom vremenskom razdoblju.

Dodatno, Bollerslev i sar. (1994) su sproveli studiju visokofrekventnih finansijskih prinosa i otkrili da podaci pokazuju normalnu leptokurtičnu raspodelu. Normalna leptokurtična distribucija je vrsta distribucije koja je više uspravna od normalne distribucije (odnosno ima veće kurtosis vrednosti), ali ima sličnu rasprostranjenost. To znači da distribucija ima više težine u repovima od normalne distribucije, što ukazuje na veću verovatnoću pojavljivanja ekstremnih događaja. Bollerslev i sar. (1994) su otkrili da je kurtosis vrednost bila veća od 3 za sve posmatrane prinose, što je karakteristika leptokurtične distribucije. Što znači da kurtosis vrednosti u podacima pokrivenim ovim istraživanjem, koje u posmatranim periodima beleže vrednosti značajno veće od 3 (Tabela 5), daju dodatno uverenje da postoji odsustvo normalne raspodele u podacima.

S obzirom na potvrđeno odsustvo normalne distribucije u podacima, razumno je i prihvatljivo koristiti modele iz GARCH porodice za modeliranje volatilnosti. Dodatno, u narednom delu rada sprovedeni su testovi jediničnog korena (stacionarnosti), heteroskedastičnosti i autokorelacije koji zajedno sa JB testom upotpunjuju set statistika koju su preduslov za upotrebu GARCH modela. Napominjemo, navedene statistike otkrivaju da su sve serije autokorelisane, heteroskedastične i odstupaju od normalne distribucije što su osobine vremenskih serija u skladu sa principima GARCH modela.

Tabela 5: Deskriptivna statistika razvijenih tržišta kapitala i zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju u posmatranom periodu

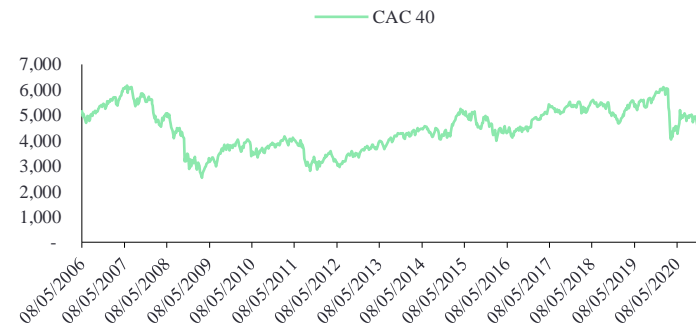
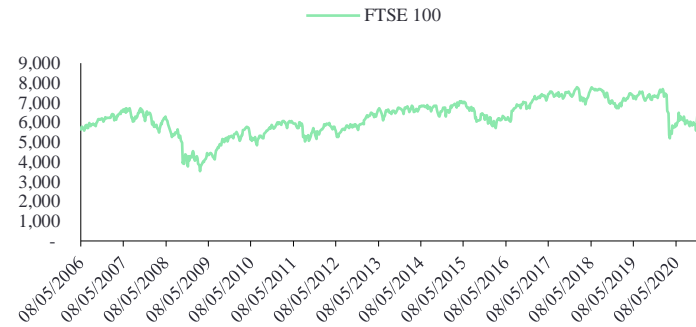
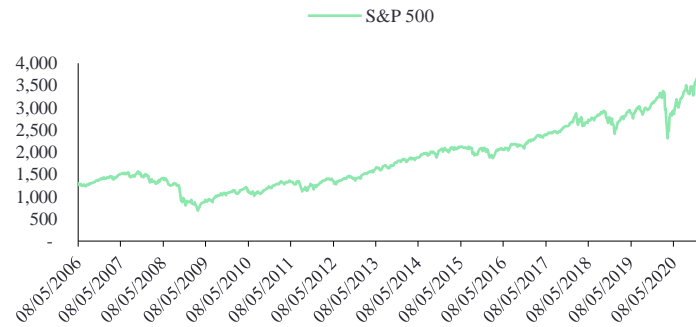
Razvijena tržišta	S&P 500	FTSE 100	DAX	CAC 40	NIKKEI 225
Srednja vrednost	0.2%	0.0%	0.2%	0.1%	0.1%
Mediana	0.3%	0.2%	0.4%	0.3%	0.3%
Minimum	-18.2%	-21.1%	-21.6%	-22.2%	-24.3%
Maksimum	12.1%	13.4%	16.1%	13.2%	17.1%
Standardna devijacija	2.5%	2.5%	3.1%	3.0%	3.1%
Skewness	-0.75	-1.06	-0.81	-0.97	-0.78
Excess kurtosis	7.97	11.08	7.09	7.02	7.32
Broj opservacija	787	787	787	787	787
Jarque-Bera*	2157.26	4176.72	1733.93	1741.27	1838.78
p-vrednost	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Trzista u nasajanju	ATX	BELEX15	BET	CROBEX	MOEX	PFTS	PX	SOFIX	SBITOP
Srednja vrednost	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
Mediana	0.2%	0.1%	0.2%	0.1%	0.3%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%
Minimum	-28.9%	-25.6%	-27.0%	-25.5%	-24.3%	-24.6%	-26.3%	-22.1%	-17.5%
Maksimum	18.8%	20.0%	11.1%	15.3%	49.3%	28.0%	16.9%	16.1%	11.8%
Standardna devijacija	3.6%	3.2%	3.3%	2.6%	4.1%	4.1%	3.0%	2.7%	2.5%
Skewness	-1.13	-0.55	-1.56	-1.50	1.50	0.43	-0.95	-1.24	-0.88
Excess kurtosis	9.78	10.92	11.21	18.62	29.14	8.76	11.99	12.40	7.99
Broj opservacija	787	787	787	787	787	787	787	787	775
Jarque-Bera*	3302.08	3951.14	4439.75	11664.19	28137.11	2540.37	4836.78	5241.95	2163.88
p-vrednost	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%

Izvor: Autorski prikaz

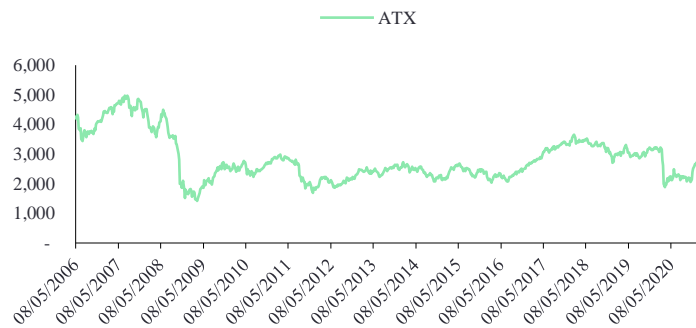
*Napomena: JB test statistika prati distribuciju hi-kvadrat sa 2 stepena slobode u okviru nulte hipoteze normalnosti. Nulta hipoteza je da su podaci uzorka normalno raspoređeni, dok je alternativna hipoteza da nisu. P-vrednost koja je povezana sa Jarque-Bera test statistikom pokazuje verovatnoću posmatranja test statistike ekstremnijih ili jednakih od posmatrane, uz pretpostavku da je nulta hipoteza tačna. Test statistikom odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su veći od p vrednosti, odnosno ne odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su manji od p vrednosti.

Grafikon 15: Grupa grafikona kretanja vrednosti indeksa razvijenih tržišta kapitala



Izvor: Autorski prikaz baziran na cenama sa platforme Seeking Alpha

Grafikon 16: Grupa grafikona kretanja vrednosti indeksa zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju



Izvor: Autorski prikaz baziran na cenama sa platforme Seeking Alpha

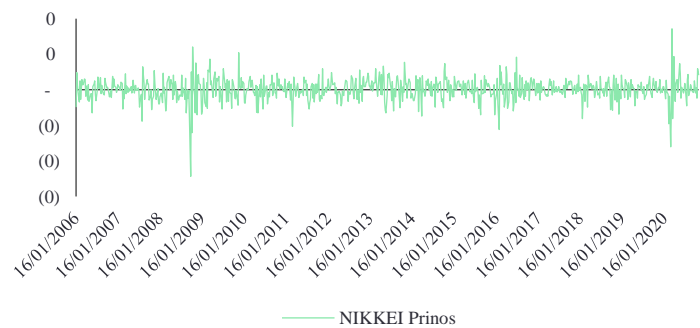
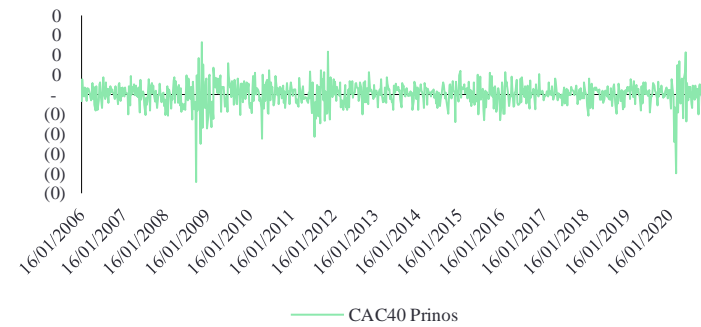
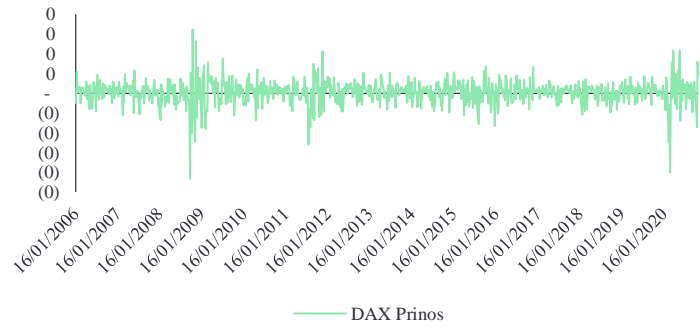
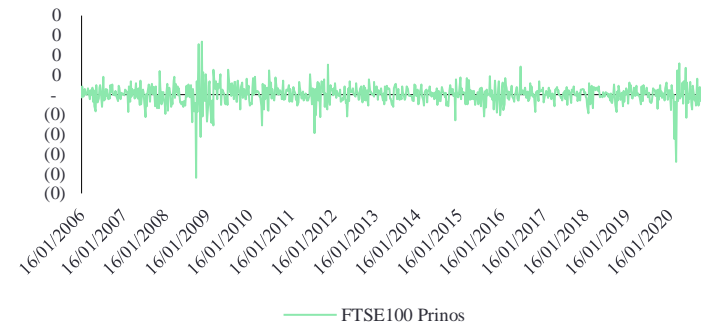
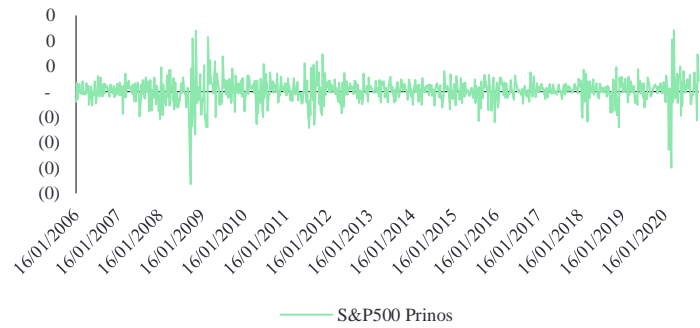
Grafikon 16: Grupa grafikona kretanja vrednosti indeksa zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju (nastavak)



Izvor: Autorski prikaz baziran na cenama sa platforme Seeking Alpha

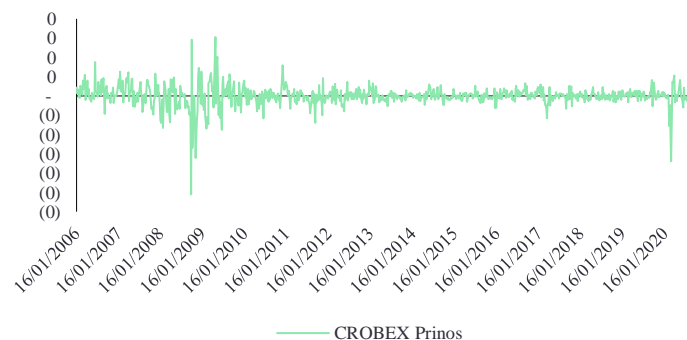
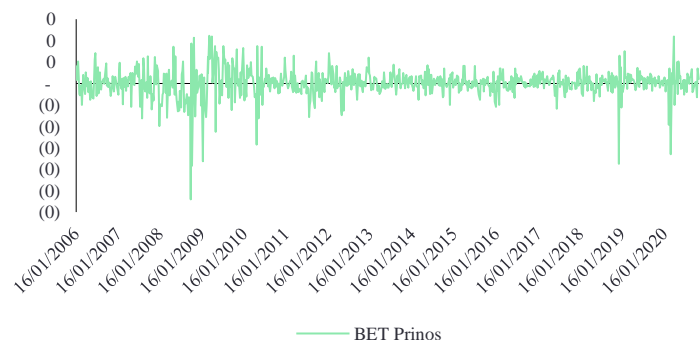
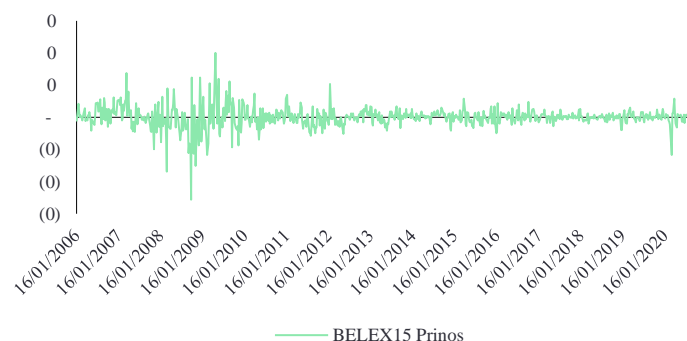
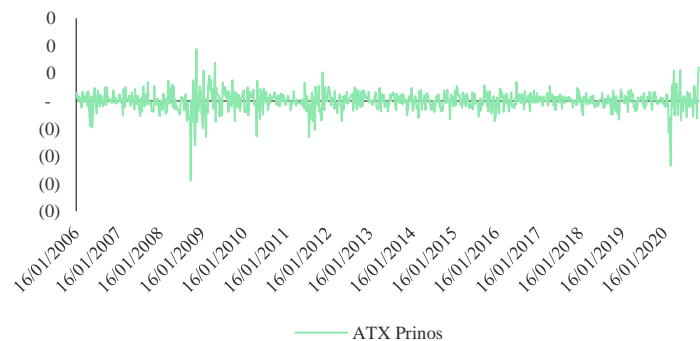
Napomena: Cene indeksa su prikazane od maja 2006. godine s obzirom da je SBITOP tada formiran , dok je volatilnost indeksa posmatrana od januara 2006. godine za sve indekse izuzev SBITOP.

Grafikon 17: Grupa grafikona kretanja prinosa indeksa razvijenih tržišta kapitala



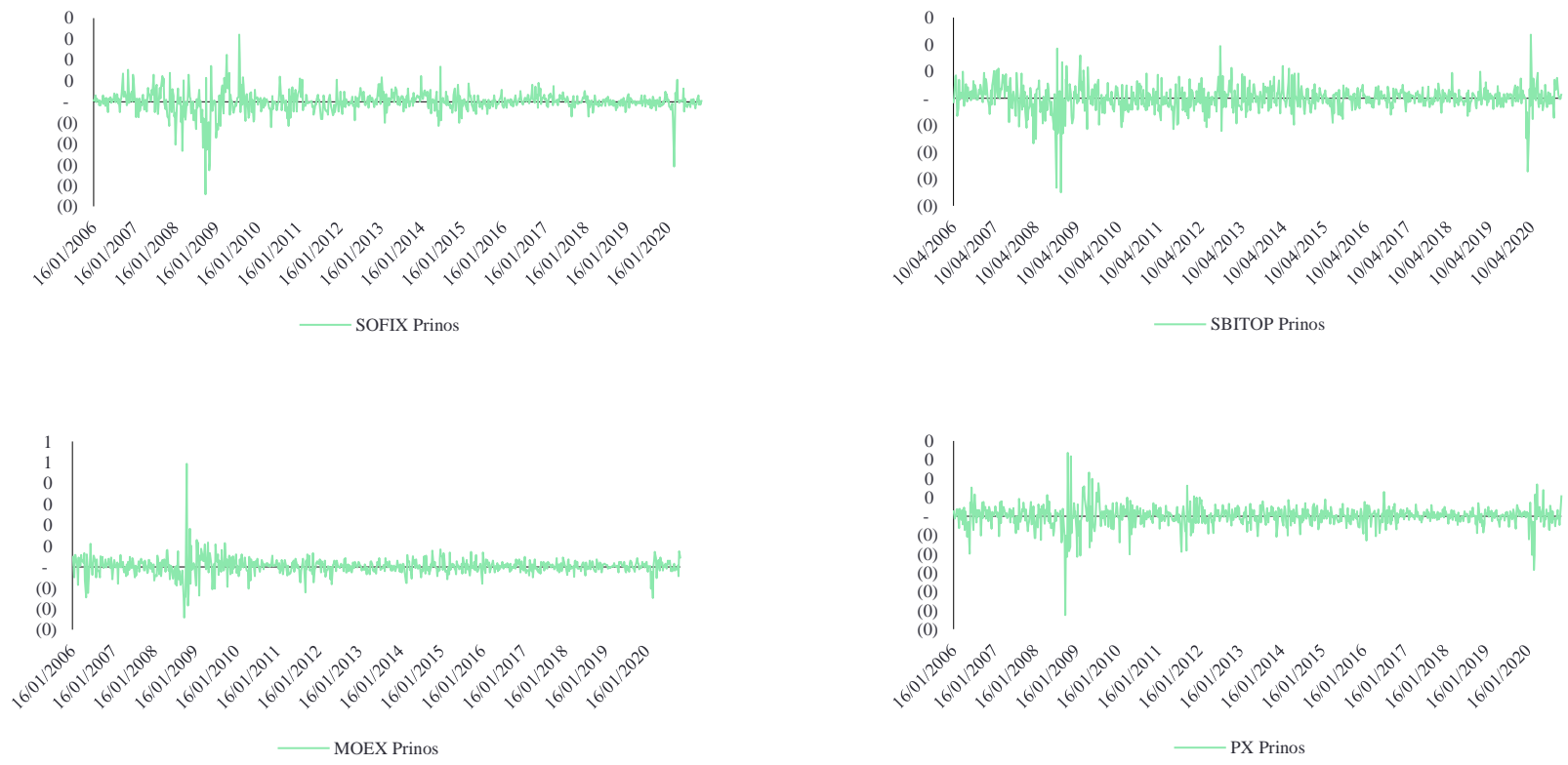
Izvor: Autorski prikaz baziran na cenama sa platforme Seeking Alpha

Grafikon 18: Grupa grafikona kretanja prinosa indeksa zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju



Izvor: Autorski prikaz baziran na cenama sa platforme Seeking Alpha

Grafikon 18: Grupa grafikona kretanja prinosa indeksa zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju (nastavak)



Izvor: Autorski prikaz baziran na cenama sa platforme Seeking Alpha

Napomena: Cene indeksa su prikazane od maja 2006. godine s obzirom da je SBITOP tada formiran , dok je volatilnost indeksa posmatrana od januara 2006. godine za sve indekse izuzev SBITOP.

Posmatrajući opštu korelaciju između indeksa primećujemo da su indeksi razvijenih tržišta kapitala značajno pozitivno korelisani (koeficijent korelacije se kreće između 0.7 do čak 0.93). Visoka opšta korelacija potvrđuje stavove o integrisanosti razvijenih tržišta i sve manjim potencijalnim koristima koje međunarodna diversifikacija investicionog portfolija kroz ova tržišta može da donese. Sa druge strane, izuzev ATX i PX, indeksi zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju iako pozitivno korelisani sa razvijenim tržištima pokazuju značajno niži intenzitet te korelacije. Indeksi sa najnižom stopom korelacije sa razvijenim tržištima su BELEX15, SOFIX i SBITOP. Stiče se utisak da je, iako među indeksima prevladava pozitivna korelacija, moguće ostvariti benefite kroz međunarodnu diversifikaciju investicionog portfolija s ozbirom da je intenzitet korelacije slabiji između zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju i razvijenih tržišta kapitala nego unutar razvijenih tržišta.

U narednom delu istraživanja, prikazaćemo kretanje korelacije kroz vreme sa posebnim fokusom na periode krize kada je investicionim menadžerima diversifikacija rizika najbitnija.

Tabela 6: Korelacija indeksa u uzorku

	S&P 500	FTSE 100	DAX	CAC 40	NIKKEI 225	ATX	BELEX 15	BET	CROBEX	MOEX	PX	SOFIX	SBITOP
S&P 500	1.00												
FTSE 100	0.82	1.00											
DAX	0.81	0.86	1.00										
CAC 40	0.81	0.90	0.93	1.00									
NIKKEI 225	0.67	0.67	0.69	0.70	1.00								
ATX	0.74	0.80	0.81	0.85	0.67	1.00							
BELEX 15	0.29	0.27	0.25	0.27	0.30	0.34	1.00						
BET	0.53	0.52	0.53	0.53	0.51	0.62	0.36	1.00					
CROBEX	0.49	0.48	0.47	0.48	0.45	0.51	0.48	0.52	1.00				
MOEX	0.55	0.61	0.61	0.58	0.49	0.63	0.17	0.43	0.38	1.00			
PX	0.67	0.69	0.70	0.71	0.64	0.81	0.32	0.60	0.47	0.64	1.00		
SOFIX	0.34	0.35	0.35	0.34	0.33	0.42	0.43	0.41	0.44	0.26	0.40	1.00	
SBITOP	0.43	0.44	0.45	0.44	0.41	0.49	0.39	0.48	0.52	0.32	0.46	0.43	1.00

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Vrednosti koeficijenta korelacije pokazuju jačinu veze između dva indeksa. Vrednosti +1 ili -1 ukazuju na perfektno pozitivnu odnosno negativnu korelaciju, dok vrednost 0 ukazuje na odsustvo korelacije.

4.2.1. Testovi jediničnog korena

Podsećamo, testovi jediničnog korena su statistički testovi koji se koriste za određivanje da li je vremenska serija stacionarna ili ne. Ukoliko vremenska serija nije stacionarna, to znači da nema konstantan nivo i da se menja tokom vremena. Jedna od najvažnijih karakteristika stacionarnih vremenskih serija je da se očekivana vrednost i varijansa ne menjaju tokom vremena.

Postoji nekoliko testova jediničnog korena, kao što su Dickey-Fuller test (DF test), augmented Dickey-Fuller test (ADF test) i Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test (KPSS test). DF test i ADF test testiraju nultu hipotezu da vremenska serija ima jedinični koren (nestacionarnost), dok KPSS test testira nultu hipotezu da je vremenska serija stacionarna.

Rezultati testova jediničnog korena su prikazani u Tabeli 7: rezultati DF testa bez trenda, sa trendom i ADF testa. Rezultati testiranja ukazuju da se nulta hipoteza o nestacionarnosti odbacuje na nivou značajnosti 1% i 5%.

Tabela 8 prikazuje KPSS test. S obzirom da su t-statistike veće od kritičnih vrednosti, nulta hipoteza o stacionarnosti je prihvaćena na nivou značajnosti od 1% i 5% što znači da svi skupovi podataka pokazuju stacionarnost.

Shodno rezultatima sprovedenih testova jediničnog korena, dalje ekonometrijsko modeliranje ne zahteva transformaciju originalnih podataka kome se pribegava kada se u podacima identifikuje prisustvo nestacionarnih varijabli.

Dodatno, da s obzirom da sprovedeni testovi nesumnjivo pokazuju da su podaci stacionarni, ostvaren je jedan od preduslova za korišćenje modela iz GARCH porodice za modeliranje rizika odnosno volatilnosti posmatranih vremenskih serija.

Tabela 7: Test jediničnog korena DF i ADF

DF i ADF		S&P 500	FTSE 100	DAX	CAC 40	NIKKEI 225	ATX	BELEX 15	BET	CROBEX	MOEX	PX	SOFIX	SBITOP	
No drift	coefficient	-1.07	-1.09	-1.07	-1.08	-1.03	-1.01	-0.79	-1.01	-0.87	-1.01	-0.95	-0.75	-0.98	
	standard error	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	
	t-stat	-30.16	-30.60	-30.02	-30.48	-28.93	-28.15	-22.60	-28.19	-24.50	-28.20	-26.55	-21.59	-27.11	
Drift+ trend	coefficient	-1.08	-1.09	-1.07	-1.09	-1.04	-1.01	-0.79	-1.01	-0.87	-1.01	-0.95	-0.75	-0.98	
	standard error	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	
	t-stat	-30.32	-30.57	-30.09	-30.47	-29.00	-28.12	-22.57	-28.21	-24.49	-28.25	-26.52	-21.56	-27.08	
Augmented (2 lags)	coefficient	-1.10	-1.13	-1.09	-1.11	-0.99	-0.99	-0.61	-0.78	-0.68	-1.19	-1.00	-0.54	-0.78	
	standard error	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	
	t-stat	-17.16	-17.74	-17.17	-17.15	-15.98	-16.15	-11.81	-13.38	-12.84	-19.03	-17.20	-11.14	-13.22	
DF critical values	no trend	trend													
	1%	-3.43	-3.96												
	5%	-2.86	-3.41												

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: U slučaju da je test statistika manja od kritične vrednosti nulta hipoteza o nestacionarnosti se odbacuje i vremenska serija se smatra stacionarnom.

Tabela 8: Test jediničnog korena KPSS

	S&P	FTSE	DAX	CAC 40	NIKKEI	ATX	BELEX	BET	CROBEX	MOEX	PX	SOFIX	SBITOP
KPSS Statistic	0.15	0.03	0.03	0.07	0.24	0.05	0.16	0.13	0.17	0.03	0.04	0.25	0.22
Critical value (95%)	0.46												
Critical value (99%)	0.74												

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Ako je test statistika manja od kritične vrednosti, nulta hipoteza se ne odbacuje i zaključuje se da je vremenska serija stacionarna.

4.2.2. Test heteroskedastičnosti – postojanja ARCH efekta

Jedan od preduslova za korišćenje GARCH modela je postojanje takozvanog ARCH efekta za koji se koristi ARCH LM (Autoregresivni uslovni heteroskedastični model) test. Statistika provere postojanja ARCH efekta zasniva se na sličnoj ideji kao Q statistika i kroz ovaj test se ispituje da li varijansa vremenske serije u trenutku t zavisi od varijansi u prethodnim trenucima.

Tabela 9 pokazuje da su f-statistike i chi-sq statistike statistički značajne na nivou od 1% za sve posmatrane indekse što potvrđuje postojanje ARCH efekta u podacima odnosno heteroskedastičnosti, što se takođe poklapa sa grafičkim prikazom kretanja prinosa na kojima se jasno vide klasteri varijabilnosti. Rezultati ARCH LM testa su u skladu sa mnogim drugim studijama koje su dokazale postojanje ARCH efekta na finansijskim tržištima.

Tabela 9: Postojanje ARCH efekta

Index	Test	ARCH LM Test			
		F-stat		Chi-sq stat	
		Vrednost	p-vrednost	Vrednost	p-vrednost
S&P500	ARCH (2)	57.2229	0.0000	160.1701	0.0000
FTSE 100	ARCH (2)	14.6721	0.0000	45.3703	0.0000
DAX	ARCH (2)	33.7372	0.0000	99.6477	0.0000
CAC40	ARCH (2)	22.2884	0.0000	67.6536	0.0000
NIKKEI	ARCH (2)	43.9160	0.0000	126.6800	0.0000
ATX	ARCH (2)	19.2384	0.0000	58.8293	0.0000
BELEX15	ARCH (2)	44.6351	0.0000	128.5420	0.0000
BET	ARCH (2)	45.1737	0.0000	129.9326	0.0000
CROBEX	ARCH (2)	49.6617	0.0000	141.3883	0.0000
MOEX	ARCH (2)	29.0689	0.0000	86.8122	0.0000
PX	ARCH (2)	23.3159	0.0000	70.5969	0.0000
SOFIX	ARCH (2)	49.3814	0.0000	140.6797	0.0000
SBITOP	ARCH (2)	21.4817	0.0000	66.2953	0.0000

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Nulta hipoteza o stabilnoj varijansi definiše se kao odsustvo postojanja autokorelacije u varijansi vremenske serije. Validnost nulte hipoteze se proverava f-statistikom i chi-sq statistikom uz odgovarajuće stepene slobode. Test statistikom odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su veći od p vrednosti, odnosno ne odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su manji od p vrednosti.

4.2.3. Testovi autokorelacije

Poslednji u nizu testova su testovi autokorelacije. U Tabeli 10 su prikazana dva testa autokorelacije, Box Ljung i Box Pierce test. Autokorelacija se javlja kada su vrednosti u vremenskom nizu međusobno korelisane na osnovu njihovih docnji. Drugim rečima, testira se da li su prethodne vrednosti u nizu povezane sa trenutnim ili budućim vrednostima na predvidljiv način što smo delom utvrdili i kroz testiranje postojanja ARCH efekta.

Glavna razlika između dve prikazane statistike je u tome što Box Ljung statistika uključuje korektivni faktor za konačnu veličinu uzorka, što je čini tačnijom i manje pristrasnom, posebno kada se radi sa manjim veličinama uzorka. Zbog toga se Box Ljung statistika generalno preferira u praksi u odnosu na Box Pierce statistiku. Međutim, za velike veličine uzorka, oba testa daju slične rezultate i razlika između njih postaje manje značajna kao što možemo da vidimo u prikazanim rezultatima.

Tabela 10 pokazuje da rezultati obe statistike prikazuju značajno prisustvo autokorelacije što je u skladu sa velikim brojem prethodnih istraživanja koja su ustanovila prisustvo autokorelacije u podacima sa finansijskih tržišta.

Prisustvo autokorelacije predstavlja još jedan u nizu pokazatelja da je za modeliranje volatilnosti berzanskih indexa GARCH model prikladan.

Tabela 10: Testovi postojanja autokorelacije

	<i>S&P500</i>		<i>FTSE100</i>		<i>DAX</i>		<i>CAC40</i>		<i>NIKKEI</i>	
	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value
<i>Box-Pierce</i>	100.66	0.0000%	57.59	0.0000%	66.55	0.0000%	66.38	0.0000%	51.41	0.0000%
<i>Ljung-Box</i>	101.15	0.0000%	57.89	0.0000%	66.87	0.0000%	66.70	0.0000%	51.64	0.0000%

	<i>ATX</i>		<i>BELEX15</i>		<i>BET</i>		<i>CROBEX</i>		<i>MOEX</i>		<i>PX</i>	
	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value
<i>Box-Pierce</i>	58.79	0.0000%	130.18	0.0000%	78.82	0.0000%	111.98	0.0000%	114.95	0.0000%	79.98	0.0000%
<i>Ljung-Box</i>	59.07	0.0000%	130.77	0.0000%	79.18	0.0000%	112.46	0.0000%	115.58	0.0000%	80.38	0.0000%

	<i>SOFIX</i>		<i>SBITOP</i>	
	stat	p-value	stat	p-value
<i>Box-Pierce</i>	108.58	0.0000%	50.15	0.0000%
<i>Ljung-Box</i>	109.06	0.0000%	50.38	0.0000%

Izvor: Autorski prikaz.

Napomena: Nulta hipoteza je da ne postoji autokorelacija. Test statistikom odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su veći od p vrednosti, odnosno ne odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su manji od p vrednosti.

4.2.4. Modeliranje volatilnosti: TGARCH

Prethodna analiza podataka kroz deskriptivnu statistiku, analizu jediničnog korena, heteroskedastičnosti i autokorelacije, pokazala je da se kao najprikladniji način za modeliranje volatilnosti nameću modeli iz GARCH porodice.

U radu su predstavljeni rezultati modeliranja volatilnosti kroz ARCH, GARCH i TGARCH proces. S obzirom da je TGARCH model dao najbolje rezultate, on je korišćen kao osnova za modeliranje dinamičke korelacije (DCC). Svrha ove varijante GARCH specifikacije je modeliranje moguće asimetrične reakcije volatilnosti na pozitivne i negativne šokove pri čemu negativan šok iz prethodnog perioda obično ima veći uticaj na nivo tekuće volatilnosti od pozitivnog šoka.

U grupi grafikona 19 možemo posmatrati procenjenu volatilnost iz TGARCH modela uporedo sa ostvarenom volatilnošću tržišta. Horizontalna osa predstavlja vremenski period, dok vertikalna osa prikazuje nivo volatilnosti. Ostvarena volatilnost, prikazana sivom linijom, predstavlja stvarnu tržišnu volatilnost zabeleženu tokom posmatranog vremenskog perioda. Procenjena volatilnost, prikazana crvenom linijom, dobijena je iz TGARCH modela na osnovu istorijskih podataka.

Na osnovu vizuelne inspekcije, možemo uočiti da procenjena volatilnost TGARCH modela usko prati ostvarenu volatilnost tokom celog vremenskog perioda. Crvena linija konzistentno prati fluktuacije sive linije, što ukazuje na to da GARCH model efikasno prati promene volatilnosti tržišta.

Postoje periodi visoke volatilnosti, kada i ostvarena i procenjena volatilnost pokazuju značajne skokove, što sugerise da GARCH model uspeva da prepozna periode tržišne nestabilnosti. Slično tome, tokom perioda niske volatilnosti, linija procenjene volatilnosti GARCH modela ostaje blizu linije ostvarene volatilnosti, što ukazuje na sposobnost modela da prati stabilne tržišne uslove.

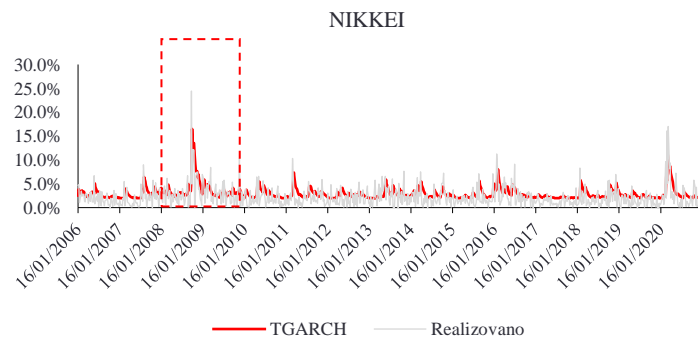
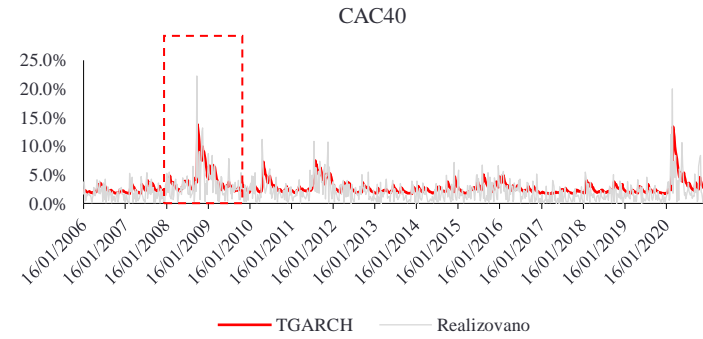
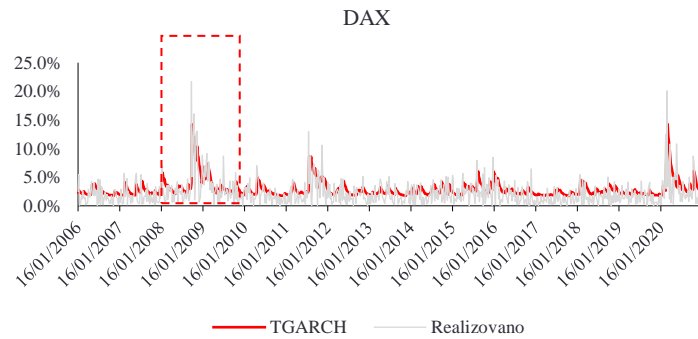
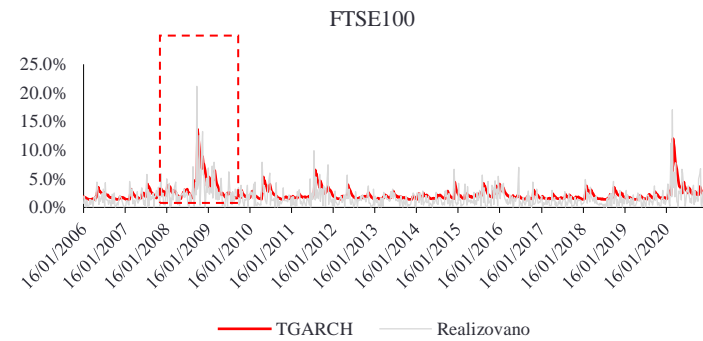
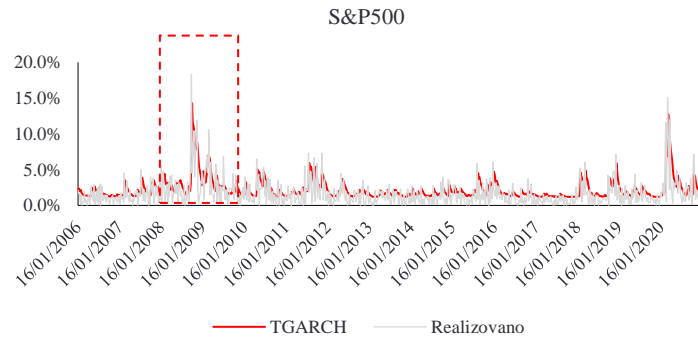
U celini posmatrano, vizuelna analiza TGARCH dijagrama ukazuje na to da model daje prilično precizan prikaz ostvarene tržišne volatilnosti. To zauzvrat ukazuje na potencijalnu korisnost modela u prognoziranju buduće volatilnosti, upravljanju rizikom i optimizaciji portfolija.

S obzirom da je fokus ovog rada uticaj svetske ekonomske krize na volatilnost tržišta, primećujemo da tokom krize i procenjena TGARCH volatilnost (crvena linija) i ostvarena tržišna volatilnost (siva linija) pokazuju oštre poraste, pri čemu obe linije dostižu svoje najviše tačke tokom ovog perioda. Povećana neizvesnost tokom krize, kao i strukturni lomovi bankarskog sektora, dovela je do perioda povećane tržišne neizvesnosti kako na razvijenim tržištima tako i na tržištima u nastajanju.

Pored posmatrane svetske ekonomske krize, primećujemo dva dodatna porasta volatilnosti na svim tržištima. Primitan je porast volatilnosti tokom 2011. godine koja je bila prilično turbulentna u finansijskom svetu. Najbitnija dešavanja koja su izazvala porast volatilnosti te godine su intenziviranje evropske dužničke krize, pregovori oko povećanja nivoa zaduživanja američke vlade koja je dovelo do obaranja rejtinga američkih obveznica sa AAA na AA+ kao i generalno usporavanje svetske ekonomije uključujući i geopolitičke tenzije (Arapsko proleće).

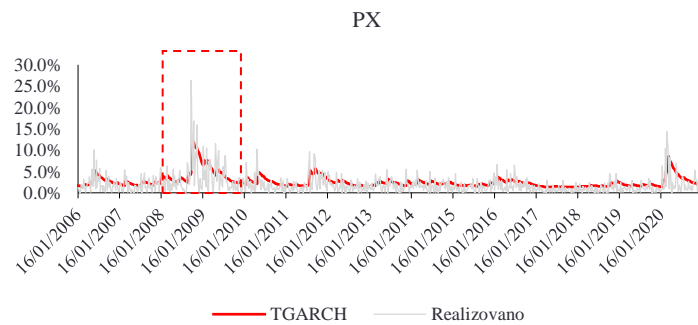
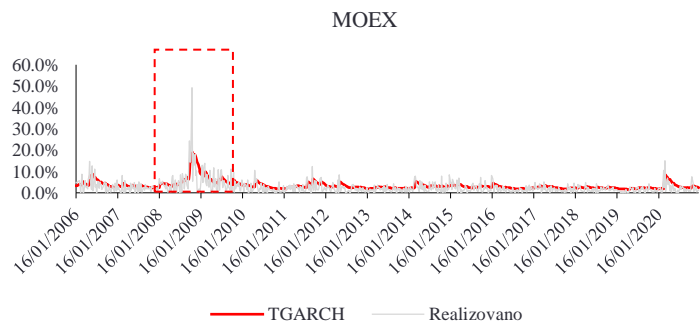
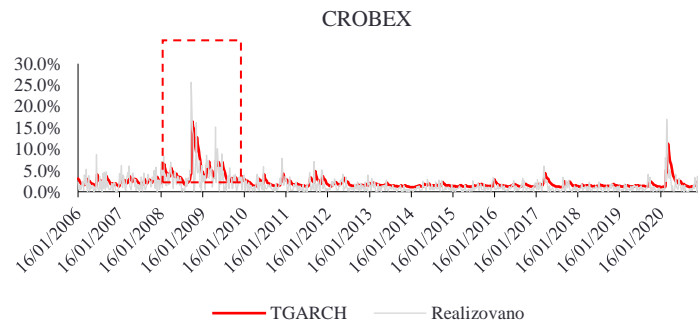
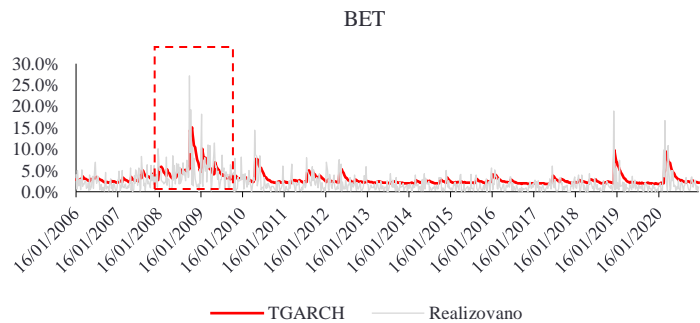
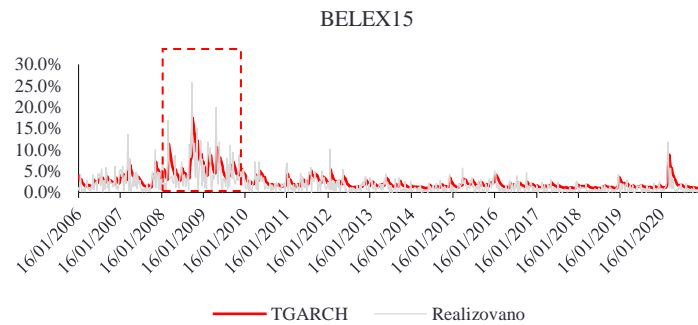
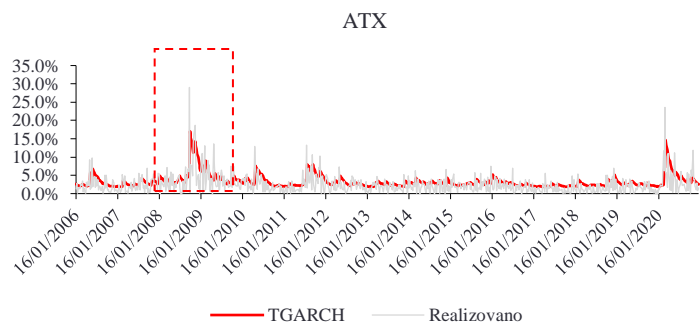
Pored izrazite volatilnosti 2008. i 2011. godine, kriza izazvana pandemijom COVID-19 dovela je do dodatnih šokova na tržištu. Pandemija je izazvala značajnu volatilnost na tržištima, na berzama širom sveta koje su doživele oštre padove, a zatim i brze oporavke pre svega zbog neizvesnosti u vezi sa uticajem virusa na ekonomije, reakcijama vlada i vremenskim okvirom za oporavak.

Grafikon 19: Grupa grafikona koji prikazuju modeliranje volatilnosti indeksa razvijenih tržišta kapitala korišćenjem TGARCH modela



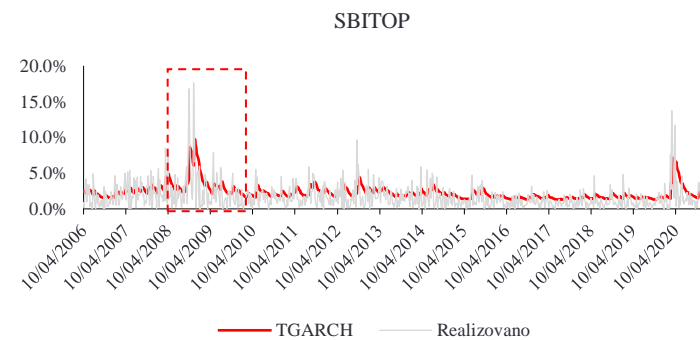
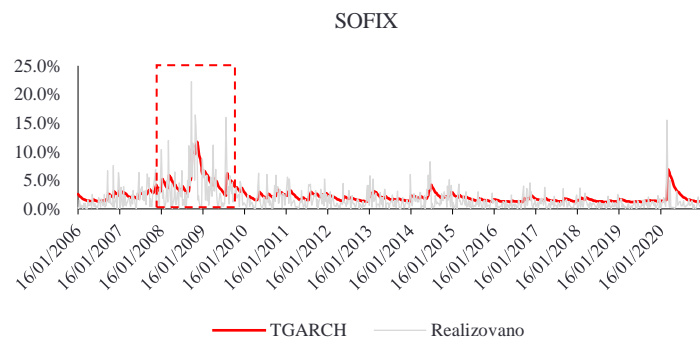
Izvor: Autorski prikaz

Grafikon 20: Grupa grafikona koji prikazuju modeliranje volatiliteta indeksa zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju korišćenjem TGARCH modela



Izvor: Autorski prikaz

Grafikon 20: Grupa grafikona koji prikazuju modeliranje volatilnosti indeksa zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju korišćenjem TGARCH modela (nastavak)



Izvor: Autorski prikaz

4.2.5. Testovi adekvatnosti modela

Ispitivanje TGARCH modela sprovedeno je korišćenjem testa maksimalne verodostojnosti i testova autokorelacije, Box-Pierce i Ljung-Box. Rezultati ovih testova pokazuju da je TGARCH model dobro prilagođen datim podacima.

Test maksimalne verodostojnosti testira kvalitet prilagođavanja GARCH modela procenjujući parametre modela koji maksimiziraju verodostojnost posmatranja datih podataka. Viša vrednost verodostojnosti ukazuje na bolje prilagođavanje modela. U tabeli 11 dat je prikaz maksimalne verodostojnosti modela ARCH, GARCH, TGARCH gde možemo videti da sa svakom dodatnom karakteristikom, odnosno koeficijentom, model postaje tačniji u smislu sve veće vrednosti maksimalne verodostojnosti.

Posmatranjem svakog zasebnog koeficijenta (prikazanog u Tabeli 12) možemo primetiti da u svim modelima dodavanjem koeficijenta TGARCH modela, koji se odnosi na moguće asimetrične reakcije volatilnosti na pozitivne i negativne šokove pri čemu negativan šok iz prethodnog perioda obično ima veći uticaj na nivo tekuće volatilnosti od pozitivnog šoka, dolazi do pozitivnog doprinosa tačnosti modela sa na nivou značajnosti od 10%.

Pored testa maksimalne verodostojnosti, korišćeni su autokorelacioni testovi da bi se procenila sposobnost modela da uhvati autokorelacionu strukturu podataka. Ovi testovi se koriste za otkrivanje preostale autokorelacije u standardizovanim rezidualima, što ukazuje na to da li je TGARCH model adekvatno uhvatio dinamiku volatilnosti u podacima. Rezultati ovih testova prikazanih u tabeli 13 ukazuju da nema značajne autokorelacije u standardizovanim rezidualima, što pruža dodatne dokaze o dobroj prilagođenosti modela posmatranim podacima.

Sumirano, primena testa maksimalne verodostojnosti i autokorelacionih testova (Box-Pierce i Ljung-Box) za procenu performansi TGARCH modela sugeriše da je model dobro prilagođen datim podacima i da je pogodan za modeliranje volatilnosti posmatranih indeksa.

Tabela 11: Test maksimalne verodostojnosti modela

<i>S&P500</i>	<i>Model</i>	<i>ARCH</i>	<i>GARCH</i>	<i>TGARCH</i>
	Chi-sq	219.38	335.90	368.05
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>FTSE 100</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	76.07	194.71	259.98
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>DAX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	118.01	189.40	231.91
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>CAC40</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	75.72	167.04	218.11
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>NIKKEI</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	97.93	139.98	184.10
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>ATX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	128.08	229.55	266.03
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>BELEX15</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	338.71	559.79	565.59
	df	1.00	2.00	3.00

	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>BET</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	105.61	229.61	247.93
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>CROBEX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	297.84	461.29	472.25
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>MOEX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	267.00	442.19	458.27
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>PX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	178.90	310.31	339.40
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>SOFIX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	247.02	364.01	367.57
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00
<i>SBITOP</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	88.53	198.91	203.12
	df	1.00	2.00	3.00
	p-value	0.00	0.00	0.00

Izvor: Autorski prikaz

Tabela 12: Test maksimalne verodostojnosti koeficijenata

<i>S&P500</i>	<i>coeff</i>	α	β	ϑ
	Chi-sq	219.38	116.51	32.15
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.00%
<i>FTSE 100</i>	<i>coeff</i>	α	β	θ
	Chi-sq	76.07	118.64	65.27
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.00%
<i>DAX</i>	<i>coeff</i>	α	β	θ
	Chi-sq	118.01	71.39	42.52
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.00%
<i>CAC40</i>	<i>coeff</i>	α	β	θ
	Chi-sq	75.72	91.32	51.07
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.00%
<i>NIKKEI</i>	<i>coeff</i>	α	β	θ
	Chi-sq	97.93	42.05	44.12
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.00%
<i>ATX</i>	<i>coeff</i>	α	β	θ
	Chi-sq	128.08	101.47	36.48
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.00%
<i>BELEX15</i>	<i>coeff</i>	α	β	θ
	Chi-sq	338.71	221.08	5.80

	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	1.60%
<i>BET</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	105.61	123.99	18.32
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.00%
<i>CROBEX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	297.84	163.45	10.96
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.09%
<i>MOEX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	267.00	175.19	16.08
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.01%
<i>PX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	178.90	131.41	29.09
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	0.00%
<i>SOFIX</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	247.02	116.99	3.56
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	5.92%
<i>SBITOP</i>	coeff	α	β	θ
	Chi-sq	88.53	110.38	4.22
	df	1.00	1.00	1.00
	p-value	0.00%	0.00%	4.00%

Izvor: Autorski prikaz

Tabela 13: Autokorelacija standardizovanih reziduala TGARCH modela

	S&P500		FTSE100		DAX		CAC40		NIKKEI	
	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value
Box-Pierce	2.20	53.2272%	2.62	45.4711%	0.91	82.2755%	0.19	97.8668%	0.90	82.6428%
Ljung-Box	2.21	53.0317%	2.63	45.1971%	0.92	82.1756%	0.19	97.8509%	0.90	82.5293%

	ATX		BELEX15		BET		CROBEX		MOEX		PX	
	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value
Box-Pierce	1.77	62.2518%	0.90	82.6223%	2.19	53.4371%	1.73	62.9914%	2.10	55.1219%	2.90	40.7536%
Ljung-Box	1.77	62.0910%	0.90	82.5063%	2.20	53.2370%	1.74	62.7834%	2.11	54.9188%	2.92	40.4653%

	SOFIX		SBITOP	
	stat	p-value	stat	p-value
Box-Pierce	2.64	44.9692%	0.20	97.7420%
Ljung-Box	2.66	44.7529%	0.20	97.7214%

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Nulta hipoteza je da ne postoji autokorelacija. Test statistikom odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su veći od p vrednosti, odnosno ne odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su manji od p vrednosti.

4.2.6. Formiranje DCC GARCH

Ko što smo napomenuli u prethodnim delovima rada, svetska ekonomska kriza, koja je potekla iz SAD, imala je dubok uticaj na finansijska tržišta širom sveta. Da bi se istražio obim preliivanja efekata iz SAD-a na druga razvijena tržišta i tržišta u nastajanju, korišćen je DCC GARCH model za praćenje dinamičke korelacije između posmatranih berzanskih indeksa. Model je omogućio ispitivanje korelacije koja varira tokom vremena, što je ključna za shvatanje promenjive prirode međuzavisnosti na finansijskim tržištima. Korišćenje DCC GARCH modela je široko prihvaćeno u literaturi (Engle, 2002; Cappiello, Engle, Sheppard, 2006; Billio, Caporin, Gobbo, 2006; Chiang, Jeon, Li, 2007, i drugi).

Rezultati analize pokazuju da je korelacija između SAD-a i razvijenih tržišta kapitala relativno visoka tokom celog perioda posmatranja, što ukazuje na snažnu međuzavisnost ovih tržišta. Međutim, ta korelacija je tokom svetske ekonomske krize porasla još više, ističući ranjivost razvijenih tržišta kapitala na finansijske šokove u SAD. Posmatrajući tržišta Nemačke, Velike Britanije i Francuske, možemo primetiti da je u predkriznom periodu korelacija između SAD i ovih tržišta bila na nivou od 0.8 dok je u periodu izbijanja svetske ekonomske krize korelacija dostizala 0.9. U slučaju Japana, korelacija u predkriznom periodu je bila nešto niža, 0.65 dok je u periodu izbijanja krize takođe dostizala 0.9.

Sa druge strane, korelacija između tržišta SAD i tržišta u nastajanju nije bila toliko visoka u celini (korelacija je varirala između 0.2 i 0.6) kao između SAD i razvijenih tržišta. Ipak, korelacija je tokom svetske ekonomske krize značajno skočila što ukazuje na značajan uticaj finansijske nestabilnosti u SAD na tržišta u nastajanju.

Na primeru tržišta Srbije i Bugarske, korelacija između indeksa u predkriznom periodu se kretala u rasponu od -0.1 do 0.2 dok je u kriznom periodu dostizala maksimalnih 0.8. Slično zapažanje se može uočiti na primerima Slovenije i Hrvatske gde se u predkriznom periodu korelacija kretala u rasponu od 0.2 do 0.35 dok je u periodu svetske ekonomske krize korelacija dostizala 0.6 u slučaju Slovenije, odnosno 0.8 u slučaju Hrvatske. Tržišta Rusije, Rumunije, Grčke i Česke su u predkriznom periodu prikazivala nešto veću korelaciju od ostalih tržišta u nastajanju koja se kretala u rasponu od 0.5 do 0.6 dok se i kod ovih država

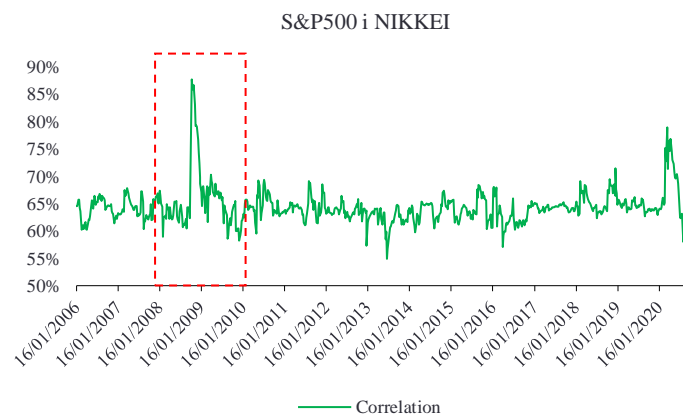
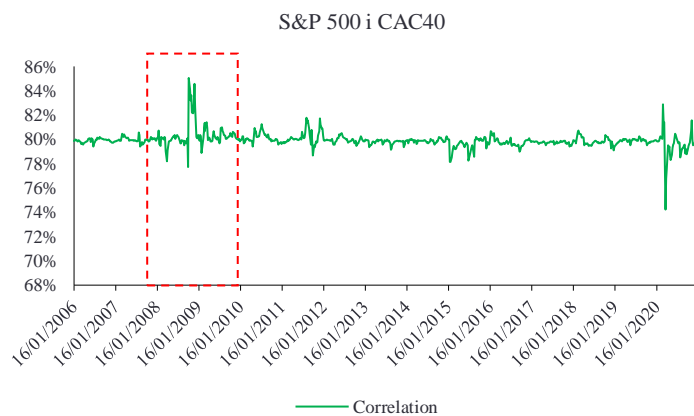
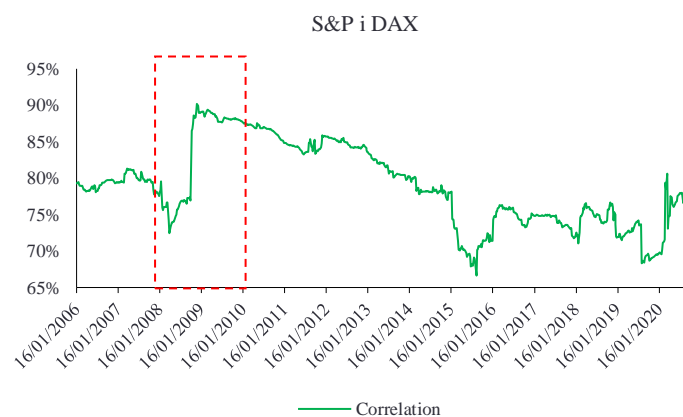
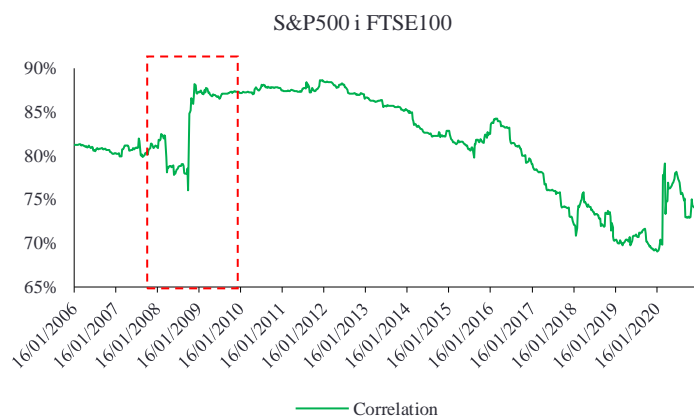
primećuje porast korelacije u vreme izbijanja krize gde je korelacija dostizala nivoe od 0.7 do 0.9.

Kao dodatno zapažanje pri posmatranju dinamičke korelacije indeksa primećujemo određene poraste korelacije u periodima Evropske dužničke krize, a značajne skokove u korelaciji u periodima krize izazvane pandemijom COVID-19.

Dodatno, posmatrajući rangiranu matricu prinosa prikazanu u Tabeli 14 primećujemo da u periodima najnižih prinosa (rang od 0% do 5%) korelacija između posmatranih indeksa sa indeksom SAD je najveća kako razvijenih tržišta kapitala tako i onih u nastajanju. Dok u mirnijim periodima, odnosno periodima osrednjih prinosa, razlike u korelaciji među indeksima postaju sve izraženije.

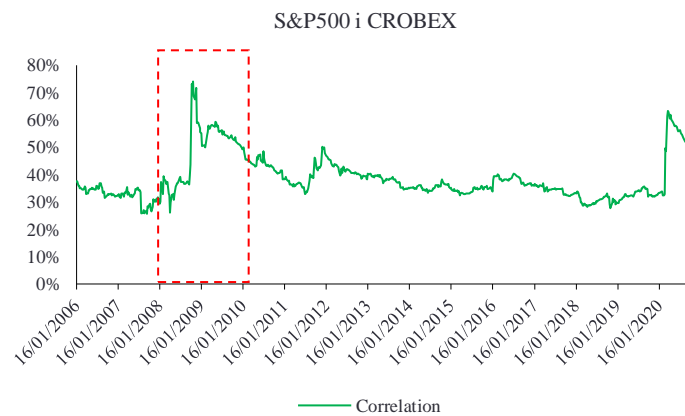
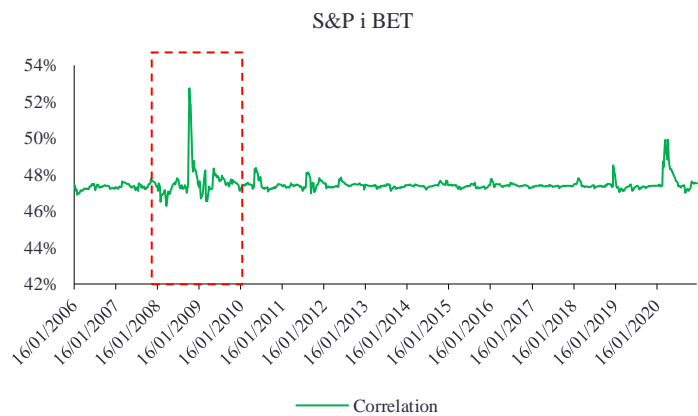
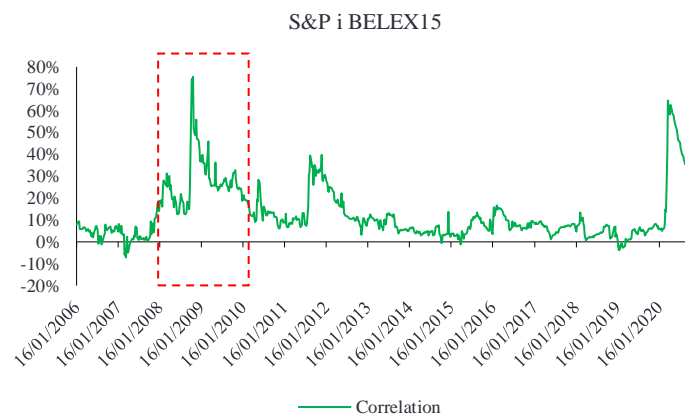
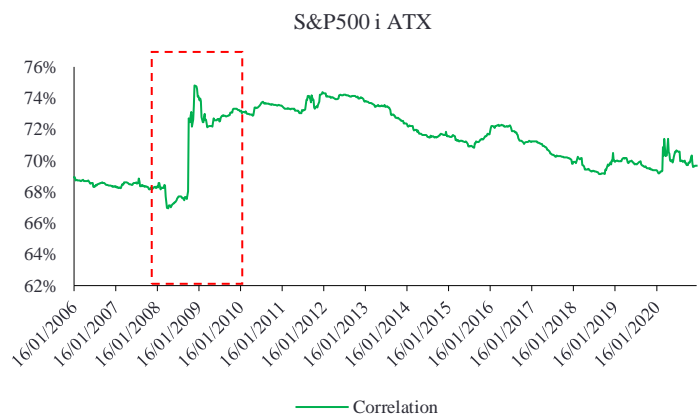
Da se indeksi kreću sinhronizovano u kriznim periodima, potvrđuje i matrica volatilnosti prikazana u tabeli 15. Primećujemo da se u periodima izuzetne volatilnosti (rang od 95% do 100%) korelacija između indeksa SAD i indeksa razvijenih tržišta kapitala i zemalja u nastajanju značajno povećava.

Grafikon 21: Grupa grafikona DCC-GARCH – razvijena tržišta



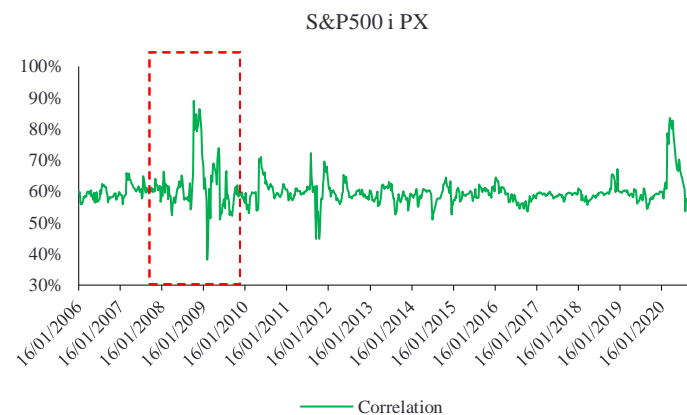
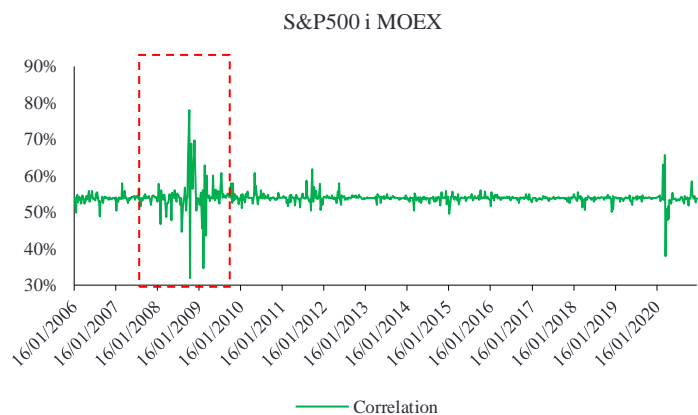
Izvor: Autorski prikaz

Grafikon 22: Grupa grafikona DCC-GARCH – tržišta u nastajanju



Izvor: Autorski prikaz

Grafikon 22: Grupa grafikona DCC-GARCH – tržišta u nastajanju (nastavak)



Izvor: Autorski prikaz

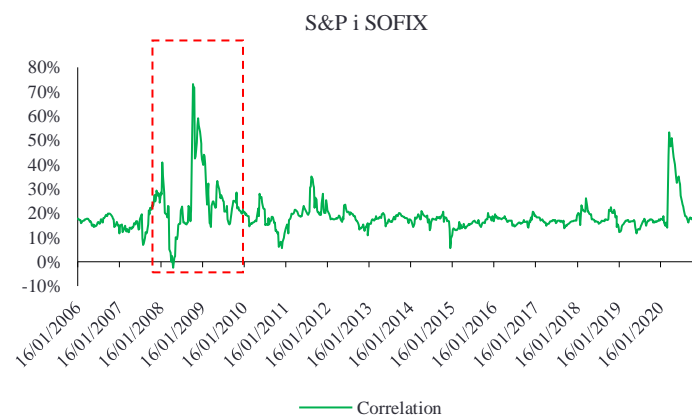
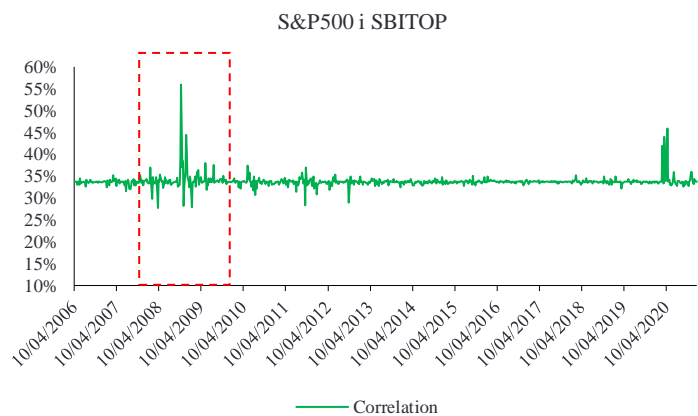


Tabela 14: Matrica korelacije prinosa

Uslovna korelacija		S&P 500	FTSE 100	DAX	CAC 40	NIKKEI	ATX	BELEX 15	BET	CROBEX	MOEX	PX	SOFIX	SOFIX
0%	5%	1.00	0.72	0.70	0.67	0.74	0.72	0.65	0.61	0.68	0.52	0.79	0.57	0.67
5%	10%	1.00	0.25	0.00	0.12	0.10	-0.02	-0.04	0.03	-0.24	-0.11	-0.06	0.08	0.03
10%	20%	1.00	0.39	0.33	0.39	0.09	0.20	-0.04	0.10	0.13	0.15	0.30	0.04	0.07
20%	30%	1.00	0.16	0.11	0.14	0.25	0.13	0.08	-0.14	0.16	0.17	0.09	0.05	0.14
30%	40%	1.00	-0.09	-0.10	-0.07	0.11	0.04	0.14	0.13	0.15	0.01	-0.02	-0.03	0.06
40%	50%	1.00	0.32	0.16	0.27	0.31	0.17	-0.15	0.05	0.17	0.16	0.23	-0.02	-0.07
50%	60%	1.00	-0.01	0.07	0.03	0.00	0.01	-0.02	0.03	-0.02	-0.09	-0.04	0.02	0.11
60%	70%	1.00	0.31	0.30	0.16	0.16	0.37	0.06	0.03	0.17	0.34	0.25	0.18	0.26
70%	80%	1.00	0.09	0.04	0.11	0.11	0.18	0.15	0.30	0.04	0.08	0.09	-0.09	0.14
80%	90%	1.00	0.33	0.23	0.21	0.20	0.33	0.09	0.18	-0.02	0.21	0.25	0.15	0.05
90%	100%	1.00	0.68	0.70	0.66	0.57	0.53	-0.18	0.07	0.05	0.55	0.59	0.03	0.20

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Korelaciona matrica predstavlja korelaciju svih indeksa sa baznim indeksom S&P500. Korelacija je uslovljena nivoom prinosa baznog indeksa s tim što rang od 0% do 5% predstavlja period u kom je bazni indeks ostvario 5% najnižih prinosa.

Tabela 15: Matrica korelacije volatilnost TGARCH

Uslovna korelacija		S&P 500	FTSE 100	DAX	CAC 40	NIKKEI	ATX	BELEX 15	BET	CROBEX	MOEX	PX	SOFIX	SBITOP
0%	5%	1.00	0.00	0.12	0.04	0.21	0.13	0.35	-0.11	-0.17	0.30	0.23	0.13	0.03
5%	10%	1.00	-0.07	0.19	0.11	-0.04	0.08	0.08	0.26	0.09	0.17	-0.08	-0.11	0.00
10%	20%	1.00	-0.09	0.05	-0.07	0.14	0.02	-0.10	-0.13	-0.07	0.09	-0.08	-0.14	-0.02
20%	30%	1.00	0.15	0.24	0.26	0.18	0.16	-0.04	-0.10	-0.09	-0.16	0.02	-0.07	0.15
30%	40%	1.00	0.07	0.21	0.26	0.11	0.17	0.04	0.17	-0.10	-0.02	0.08	0.00	-0.01
40%	50%	1.00	0.34	0.22	0.28	0.15	0.14	0.01	-0.03	-0.05	-0.03	0.10	0.10	0.16
50%	60%	1.00	0.15	0.03	0.14	0.08	0.10	0.17	0.17	0.17	-0.10	0.09	-0.10	0.03
60%	70%	1.00	0.08	0.02	0.07	0.00	0.02	0.11	0.07	0.11	-0.06	0.03	-0.06	0.14
70%	80%	1.00	0.23	0.15	0.19	0.12	0.20	0.05	0.13	0.15	0.05	0.14	0.00	0.12
80%	90%	1.00	0.23	0.25	0.27	0.07	0.18	-0.01	0.09	-0.03	0.04	0.11	0.02	-0.04
90%	95%	1.00	0.29	0.41	0.37	0.11	0.25	0.19	0.17	0.23	0.23	0.24	0.18	0.13
95%	100%	1.00	0.72	0.62	0.63	0.76	0.68	0.45	0.52	0.71	0.51	0.60	0.50	0.58

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Korelaciona matrica predstavlja korelaciju svih indeksa sa baznim indeksom S&P500. Korelacija je uslovljena nivoom volatilnosti baznog indeksa s tim što rang od 95% do 100% predstavlja period u kom je indeks ostvario 5% najviše volatilnosti.

4.3. Intraregionalno prelivanje finansijskih šokova

Kao dodatno pitanje istražene su i veze unutar samog regiona u kom se nalaze Srbija, Hrvatska, Bugarska i Rumunija. Posmatrane su veze između ovih tržišta i da li dolazi do prelivanja volatilnosti unutar pomenutih država regiona. Korišćena metodologija je identična prethodno opisanom istraživanju sa razlikom u posmatranoj baznoj zemlji. U ovom slučaju za baznu zemlju izabrana je Srbija, odnosno njen Belex15 index dok je dinamička korelacija modelirana pomoću DCC-GARCH modela.

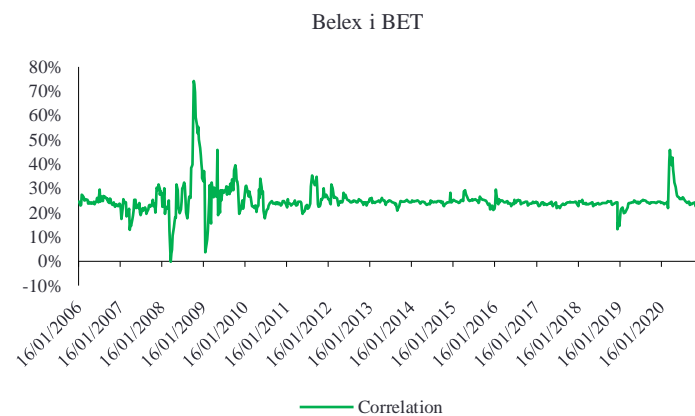
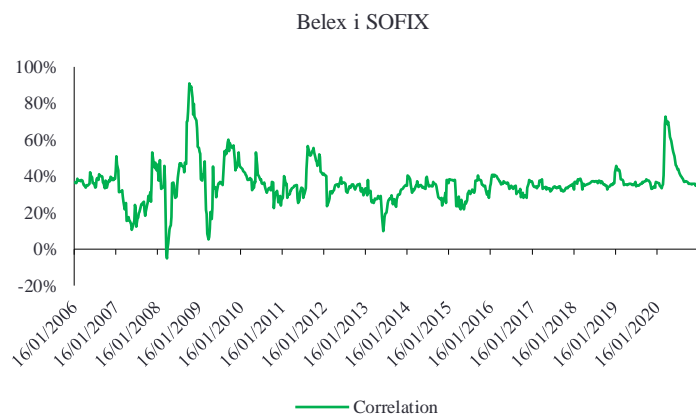
Posmatranjem dinamičke korelacije prikazane na Grafikonu 23, možemo primetiti da je u predkriznom periodu korelacija između Srbije i posmatranih zemalja regiona bila na dosta nižem nivou, u nekim periodima i negativna. U predkriznom periodu Belex15 je pokazivao znake izuzetne volatilnosti koji nisu praćeni skokovima volatilnosti na ostalim tržištima.

Kao što smo već naglasili u prethodnom delu rada, u periodima svetske ekonomske krize dolazi do pikova volatilnosti na pomenutim tržištima i u tom periodu se korelacija penje na maksimalne nivoe i kreće u rasponu od 0.7 do 0.9. Takođe, moguće je primetiti i povećane nivoe korelacije u periodima dva druga značajna šoka, evropske dužničke krize kao i krize izazvane pandemijom COVID-19, što je detaljno objašnjeno u prethodnom delu rada.

Izuzimajući periode eksternih finansijskih šokova, šokova koji nisu imali poreklo unutar regiona, prelivanje volatilnosti unutar samog regiona nije toliko izraženo. Iako u postkriznom periodu nivoi korelacije ostaju na nešto višem nivou u slučaju Hrvatske tokom vremena korelacija prikazuje silaznu putanju. Takođe, visoki nivoi korelacije između Srbije i Bugarske kao i Srbije i Slovenije ostaju na nešto višem nivou u kratkom periodu nakon krize, međutim u narednom periodu ova dinamika je dosta volatilna. Dok se u slučaju Srbije i Rumunije u postkriznom periodu korelacija vraća na istorijski prosek.

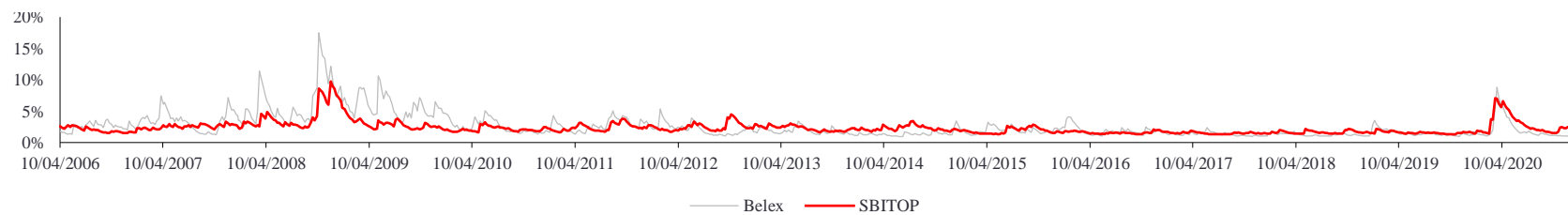
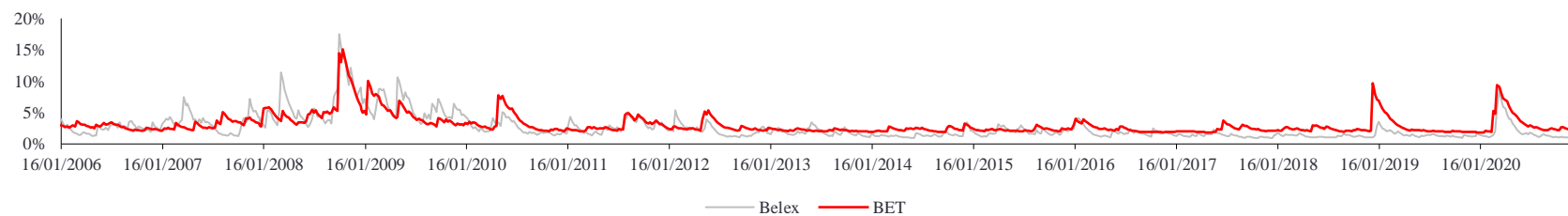
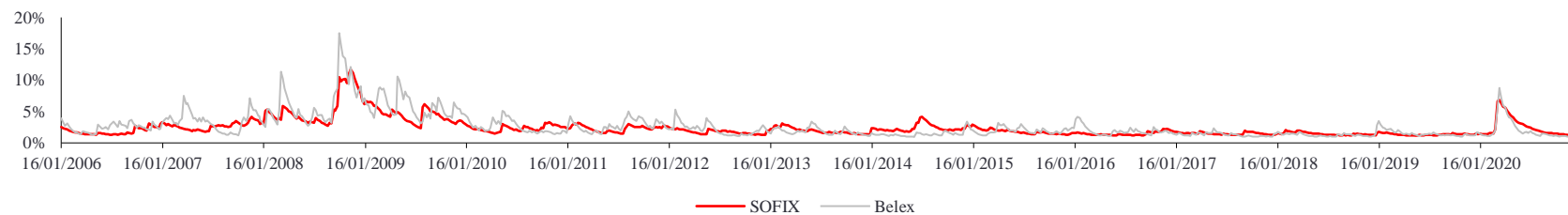
Intraregionalnom analizom, možemo reći da se region ponaša kao jedinstven skup u smislu reakcije na eksterne šokove dok se u smislu postojanja internog prelivanja ne može naći dovoljno dokaza.

Grafikon 23: Grupa grafikona DCC-GARCH u odnosu na BELEX15



Izvor: Autorski prikaz

Grafikon 24: Uporedni prikaz TGARCH regionalnih indeksa sa Belex15



Izvor: Autorski prikaz

Prethodni deo rada pruža sveobuhvatnu analizu prelivanja volatilnosti u vreme svetske ekonomske krize iz SAD na razvijena tržišta i tržišta u nastajanju. Iako je u fokusu rada svetska ekonomska kriza, analiza obuhvata prelivanje nestabilnosti tokom dva druga značajna krizna perioda, evropske dužničke krize i krize izazvane pandemijom COVID-19.

Pre same analize volatilnosti sprovedeni su opsežni statistički testovi na vremenskim serijama posmatranih indeksa u periodu između 2006. godine i 2020. godine. Testovi normalne raspodele, stacionarnosti, heteroskedastičnosti i autokorelacije pokazali su, u skladu sa velikim brojem istraživanja, da ne prate normalnu distribuciju već leptokurtičnu, kao i da su podaci stacionarni. ARCH LM test pokazao je da su f-statistike i chi-sq statistike statistički značajne na nivou od 1% za sve posmatrane indekse što potvrđuje postojanje ARCH efekta u podacima odnosno heteroskedastičnosti, što se takođe poklapa sa grafičkim prikazom kretanja prinosa na kojima se jasno mogu uočiti klasteri varijabilnosti.

Na osnovu ispunjenih pretpostavki, u radu su predstavljeni rezultati modeliranja volatilnosti kroz ARCH, GARCH i TGARCH proces. S obzirom da je TGARCH model dao najbolje rezultate, on je korišćen kao osnova za modeliranje dinamičke korelacije (DCC). Vizuelna inspekcija TGARCH grafikona sugerise da model pruža prilično tačan prikaz ostvarene tržišne volatilnosti. To zauzvrat ukazuje na potencijalnu korisnost modela u prognoziranju buduće volatilnosti, upravljanju rizikom i optimizaciji portfolija.

S obzirom da je fokus ovog rada na uticaju svetske ekonomske krize na volatilnost tržišta, primećujemo da tokom svetske ekonomske krize i procenjena TGARCH volatilnost (crvena linija) i ostvarena tržišna volatilnost (siva linija) pokazuju oštre poraste, pri čemu obe linije dostižu svoje najviše tačke tokom ovog perioda. Povećana neizvesnost tokom krize, kao i strukturni lomovi bankarskog sektora, dovela je do perioda povećane tržišne neizvesnosti kako na razvijenim tržištima tako i na tržištima u nastajanju.

Pored posmatrane svetske ekonomske krize, primećujemo dva dodatna porasta volatilnosti na svim tržištima. Primetan je porast volatilnosti tokom 2011 godine koja je bila prilično turbulentna u finansijskom svetu. Najbitnija dešavanja koja su izazvala porast volatilnosti te godine su intenziviranje evropske dužničke krize, pregovori oko povećanja nivoa

zaduživanja američke vlade koja je dovelo do obaranja rejtinga američkih obveznica sa AAA na AA+ kao i generalno usporavanje svetske ekonomije uključujući i geopolitičke tenzije (Arapsko proleće).

Rezultati analize dinamičke korelacije posmatranih indeksa korišćenjem DCC-GARCH modela nedvosmisleno su pokazali da u periodima svetske ekonomske krize dolazi do značajne porasti korelacije svih posmatranih indeksa sa indeksom S&P500, sa posebnim akcentom na skokove u volatilnosti indeksa tržišta u nastajanju. Dodatno, posmatrajući rangiranu matricu prinosa primećujemo da u periodima najnižih prinosa (rang od 0% do 5%) korelacija između indeksa sa indeksom SAD je najveća kako razvijenih tako i tržišta u nastajanju. Dok u mirnijim periodima, odnosno periodima osrednjih prinosa, razlike u korelaciji među indeksima postaju sve izraženije. Da se indeksi kreću sinhronizovano u kriznim periodima, potvrđuje i matrica volatilnosti. Primećujemo da se u periodima izuzetne volatilnosti (rang od 95% do 100%) korelacija između indeksa SAD i indeksa zemalja sa razvijenim tržištem kapitala i zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju značajno povećava.

S obzirom na navedene rezultate analize dinamičke korelacije možemo potvrditi nultu hipotezu da postoji transmisija volatilnosti između razvijenih tržišta i tržišta Jugoistočne Evrope (tržišta u nastajanju) kao i da je transmisija volatilnosti veća u kriznim vremenima poput svetske ekonomske krize kao i Evropske dužničke krize i krize izazvane pandemijom COVID-19.

Dodatno, izuzimajući periode eksternih finansijskih šokova, finansijskih šokova koji nisu imali poreklo unutar regiona Srbije, Hrvatske, Bugarske, Slovenije i Rumunije, prelivanje volatilnosti unutar samog regiona nije toliko izraženo. Iako u postkriznom periodu nivoi korelacije ostaju na nešto višem nivou u slučaju Hrvatske, tokom vremena korelacija, prikazuje silaznu putanju. Takođe, visoki nivoi korelacije između Srbije i Bugarske i Srbije i Slovenije ostaju na nešto višem nivou u kratkom periodu nakon krize, međutim u narednom periodu ova dinamika je dosta volatilna. Dok se u slučaju Srbije i Rumunije u postkriznom periodu korelacija vraća na istorijski prosek.

Intraregionalnom analizom, možemo reći da se region ponaša kao jedinstven skup u smislu reakcije na eksterne šokove dok se u smislu postojanja internog prelivanja ne može naći dovoljno dokaza.

Ovi nalazi imaju važne implikacije za kreatore monetarnih politika i portfolio menadžere, jer naglašavaju potrebu za dubljim razumevanjem mehanizma prenosa putem kojih se nestabilnost sa jednog tržišta može širiti kroz ceo finansijski sistem. Drugim rečima, sa stanovišta međunarodne portfolio diversifikacije, međunarodni investitore, usled navedenih veza među tržištima, treba da uzmu u obzir ograničene koristi od diversifikacije koje su posebno naglašene u periodima velike volatilnosti kao što je svetska ekonomska kriza kada im je diversifikacija najpotrebnija.

Deo V: Analiza povezanosti tržišta dobara i tržišta kapitala

"Zlato je valuta. I dalje je, sudeći po svim dokazima, vrhunska valuta. Nijedna fiducijarna valuta, uključujući dolar, ne može da mu parira." - Alan Grinspen

Sve veći broj radova se bavi alternativnim pristupima investiranju i kombinovanju različitih derivativnih instrumenata i investicija u robna tržišta u pokušaju da se finansijski portfolio dodatno diversifikuje. Radovi opisani u pregledu literature (Baur, Lucey, 2010; Sari, Hammoudeh, Soytaş, 2010; Ciner, Gurdgiev, Lucey, 2013; Arouri, Hammoudeh, Lahiani, Nguyen, 2012; Reboredo, 2013; Shahzad, Nor, Mensi, Kumar, 2017; Capie, Mills, Wood, 2005; i drugi) samo su neki od radova koji ispituju veze između tržišta roba i tržišta kapitala.

Dosta pažnje je posvećeno ispitivanju da li je zlato, koje tradicionalno predstavlja sigurno utočište za investitore u trenucima finansijskog stresa, zadržalo svoje tradicionalne investicione karakteristike. Dodatno, u portfolija se uvode i drugi metali, pre svega srebro i platina. Ispitivanje veza i kretanja ova tri metala su pokrivena kroz mnogobrojna istraživanja (Batten, Ciner, Lucey, 2010; Shahzad, Nor, Mensi, Kumar, 2017; Hood, Malik, 2013; Tully, Lucey, 2007; i drugi).

U ovom delu rada posmatraćemo tri metala (zlato, srebro i platinu) u periodu od 2006. godine do kraja 2020. godine. Kretanja ovih metala su prvenstveno posmatrana izolovano kroz deskriptivnu statistiku, testove normalnosti, jediničnog korena, heteroskedastičnosti, autokorelacije. Na osnovu ispunjenosti svih pretpostavki, formirani su GARCH modeli za svaki metal koji su kasnije korišćeni u analizi dinamičke korelacije između ovih metala i indeksa S&P500 u cilju posmatranja transmisije volatilnosti sa tržišta kapitala na tržište roba.

5.1. Preliminarna analiza podataka

U posmatranom periodu zlato je ostvarilo najbolje performanse sa rastom od 236% dok je srebro takođe ostvarilo značajan rast od 180%. Međutim, platina je ostvarila minimalan rast od 1% u posmatranom periodu. Dodatno, sa aspekta volatilnosti merene standardnom devijacijom zlato je ostvarilo najstabilniji prinos sa standardnom devijacijom od 2.4% dok je platina bila nešto volatilnija sa 3.4% i srebro dodatno volatilno sa 4.4%.

Posmatrajući kretanje ovih metala kroz period svetske ekonomske krize, srebro i platina su ostvarili značajan pad vrednosti, dok se zlato, iako je na početku pokazalo pad vrednosti, vrlo brzo se oporavilo i nastavilo uzlaznom putanjom. Interesantno je da je srebro pokazalo najoštrij rast nakon krize od svih metala, ali je ostvarilo i značajan pad u vreme evropske dužničke krize.

Generalno, svi posmatrani podaci uključeni u istraživanje pokazali su tipične karakteristike finansijskih vremenskih serija. Dodatno, analiza asimetrije i spljoštenosti merena kroz JB test daje rezultate koji su manji od nivoa značajnosti (1%, 5%, 10%) što znači da se može odbaciti nulta hipoteza o normalnoj raspodeli podataka za sve posmatrane metale u pomenutom vremenskom razdoblju.

Korelacija posmatranih metala i indeksa S&P500 prikazanih u Tabeli 17 pokazuje niže rezultate nego posmatrana korelacija ostalih indeksa istraženih u radu i S&P500. Posebno u slučaju zlata koje pokazuje izuzetno nisku korelaciju sa S&P500 u posmatranom periodu od 0.04. Međutim, metali između sebe pokazuju značajan stepen korelacije koji je najveći u slučaju zlata i srebra od 0.8, dok je između ovih metala i platine korelacija nešto niža, ali i dalje značajno visoka od 0.6.

Tabela 16: Deskriptivna statistika i JB test metala

	Zlato	Platina	Srebro
Srednja vrednost	0.2%	0.1%	0.2%
Mediana	0.3%	0.1%	0.2%
Minimum	-8.6%	-19.8%	-25.8%
Maksimum	14.1%	21.3%	17.8%
Standardna devijacija	2.4%	3.4%	4.4%
Skewness	-0.10	-0.28	-0.55
Excess kurtosis	2.21	4.73	3.84
Broj opservacija	787	787	787
Jarque-Bera*	160.87	743.68	523.17
p-vrednost	0.00%	0.00%	0.00%

Izvor: Autorski prikaz

*Napomena: JB test statistika prati distribuciju hi-kvadrat sa 2 stepena slobode u okviru nulte hipoteze normalnosti. Nulta hipoteza je da su podaci uzorka normalno raspoređeni, dok je alternativna hipoteza da nisu. P-vrednost koja je povezana sa Jarque-Bera test statistikom pokazuje verovatnoću posmatranja test statistike ekstremnijih ili jednakih od posmatrane, uz pretpostavku da je nulta hipoteza tačna. Test statistikom odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su veći od p vrednosti, odnosno ne odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su manji od p vrednosti.

Tabela 17: Korelacija metala u uzorku i S&P500

	S&P 500	Zlato	Platina	Srebro
S&P 500	1			
Zlato	0.047028	1		
Platina	0.330631	0.61896	1	
Srebro	0.271504	0.805545	0.66304	1

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Vrednosti koeficijenta korelacije ukazuju na jačinu veze između dva indeksa. Vrednosti +1 ili -1 ukazuju na perfektno pozitivnu odnosno negativnu korelaciju, dok vrednost 0 ukazuje na odsustvo korelacije.

Grafikon 25: Grupa grafikona koji prikazuju kretanje cena posmatranih roba



Izvor: Autorski prikaz

Grafikon 26: Grupa grafikona koja pokazuje kretanje volatilnost prinosa posmatranih roba



Izvor: Autorski prikaz

5.1.1. Test jediničnog korena

Rezultati testova jediničnog korena su prikazani u Tabeli 18. U pomenutoj tabeli su prikazani rezultati DF testa bez trenda, sa trendom i ADF testa. Rezultati testiranja ukazuju da se nulta hipoteza o nestacionarnosti odbacuje na nivou značajnosti 1% i 5%.

Tabela 19 prikazuje KPSS test. S obzirom da su t-statistike veće od kritičnih vrednosti, nulta hipoteza o stacionarnosti je prihvaćena na nivou značajnosti od 1% i 5% što znači da svi skupovi podataka pokazuju stacionarnost.

Shodno rezultatima sprovedenih testova jediničnog korena, dalje ekonometrijsko modeliranje ne zahteva transformaciju originalnih podataka kome se pribegava kada se u podacima identifikuje prisustvo nestacionarnih varijabli.

Tabela 18: DF i ADF test statistika roba

DF i ADF test		Platina	Zlato	Srebro
<i>no drift</i>	coefficient	-0.99	-1.00	-0.97
	standard error	0.04	0.04	0.04
	t-stat	-27.67	-28.11	-27.13
<i>drift + trend</i>	coefficient	-0.99	-1.01	-0.97
	standard error	0.04	0.04	0.04
	t-stat	-27.65	-28.26	-27.18
<i>augmented (2 lags)</i>	coefficient	-0.89	-1.05	-1.02
	standard error	0.06	0.06	0.06
	t-stat	-14.68	-16.63	-16.83
<i>DF critical values</i>	no trend	trend		
	1%	-3.43	-3.96	
	5%	-2.86	-3.41	

Izvor: Autorski prikaz

Tabela 19: KPSS statistika roba

	Platina	Zlato	Srebro
KPSS Statistic	0.11	0.21	0.16
Critical value (95%)	0.46		
Critical value (99%)	0.74		

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: U slučaju (u obe tabele) da je test statistika manja od kritične vrednosti nulta hipoteza o nestacionarnosti se odbacuje i vremenska serija se smatra stacionarnom.

5.1.2. Test heteroskedasticnosti – postojanja ARCH efekta

Jedan od preduslova za korišćenje GARCH modela je postojanje takozvanog ARCH efekta za koji se koristi ARCH LM (Autoregresivni uslovni heteroskedastični model) test. Statistika provere postojanja ARCH efekta zasniva se na sličnoj ideji kao Q statistika i kroz ovaj test se ispituje da li varijansa vremenske serije u trenutku t zavisi od varijansi u prethodnim trenucima.

Tabela 20 pokazuje da su f-statistike i chi-sq statistike statistički značajne na nivou od 1% za sve posmatrane indekse što potvrđuje postojanje ARCH efekta u podacima odnosno heteroskedastičnosti, što se takođe poklapa sa grafičkim prikazom kretanja prinosa na kojima se jasno vide klasteri varijabilnosti. Rezultati ARCH LM testa su u skladu sa mnogim drugim studijama koje su dokazale postojanje ARCH efekta na finansijskim tržištima.

Tabela 20: Postojanje ARCH efekta

<i>ARCH LM Test</i>					
<i>Index</i>	<i>F-stat</i>			<i>Chi-sq stat</i>	
	<i>Test</i>	<i>Vrednost</i>	<i>p-vrednost</i>	<i>Vrednost</i>	<i>p-vrednost</i>
<i>Zlato</i>	ARCH (2)	13.5068	0.0000	41.8870	0.0000
<i>Platina</i>	ARCH (2)	78.2754	0.0000	209.2786	0.0000
<i>Srebro</i>	ARCH (2)	10.4796	0.0000	32.7439	0.0000

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Nulta hipoteza o stabilnoj varijansi definiše se kao odsustvo postojanja autokorelacije u varijansi vremenske serije. Validnost nulte hipoteze se proverava f-statistikom i chi-sq statistikom uz odgovarajuće stepene slobode. Test statistikom odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su veći od p vrednosti, odnosno ne odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su manji od p vrednosti.

5.1.3. Test Autokorelacije

Tabela 21 pokazuje da rezultati obe statistike prikazuju značajno prisustvo autokorelacije što je u skladu sa velikim brojem prethodnih istraživanja koja su ustanovila prisustvo autokorelacije u podacima sa finansijskih tržišta.

Prisustvo autokorelacije predstavlja još jedan u nizu pokazatelja da je za modeliranje volatilnosti berzanskih indexa GARCH model prikladan.

Tabela 21: Autokorelacija u podacima – robe

	PLATINA		ZLATO		SREBRO	
	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value
BOX-PIERCE	41.95	0.00000	28.38	0.00000	31.18	0.0000
LIUNG-BOX	42.14	0.00000	28.51	0.00000	31.34	0.0000

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Nulta hipoteza je da ne postoji autokorelacija. Test statistikom odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su veći od p vrednosti, odnosno ne odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su manji od p vrednosti.

5.1.4. Modeliranje volatilnosti TGARCH

U radu su predstavljeni rezultati modeliranja volatilnosti kroz ARCH, GARCH i TGARCH proces. S obzirom da je TGARCH model dao najbolje rezultate, on je korišćen kao osnova za modeliranje dinamičke korelacije (DCC). Svrha ove varijante GARCH specifikacije je modeliranje moguće asimetrične reakcije volatilnosti na pozitivne i negativne šokove pri čemu negativan šok iz prethodnog perioda obično ima veći uticaj na nivo tekuće volatilnosti od pozitivnog šoka.

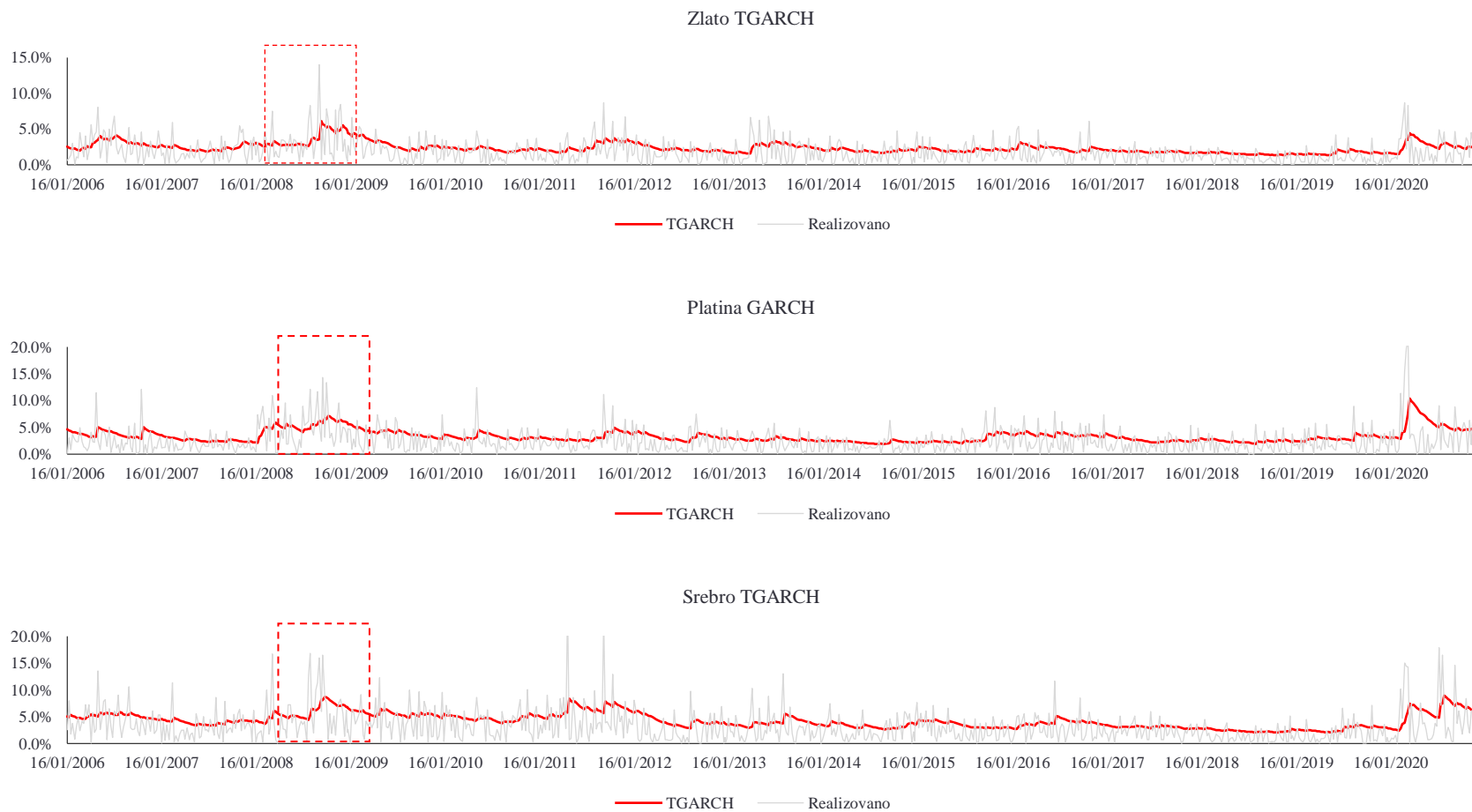
U grupi grafikona 27 možemo posmatrati procenjenu volatilnost iz TGARCH modela uporedo sa ostvarenom volatilnošću tržišta. Horizontalna osa predstavlja vremenski period, dok vertikalna osa prikazuje nivo volatilnosti. Ostvarena volatilnost, prikazana sivom linijom, predstavlja stvarnu tržišnu volatilnost zabeleženu tokom posmatranog vremenskog perioda. Procenjena volatilnost, prikazana crvenom linijom, dobijena je iz TGARCH modela na osnovu istorijskih podataka.

Na osnovu vizuelne inspekcije, možemo uočiti da procenjena volatilnost TGARCH modela usko prati ostvarenu volatilnost tokom celog vremenskog perioda. Crvena linija konzistentno prati fluktuacije sive linije, što ukazuje na to da GARCH model efikasno prati promene volatilnosti tržišta.

Kao i u slučaju berzanskih indeksa, primećujemo da tokom svetske ekonomske krize i procenjena TGARCH volatilnost (crvena linija) i ostvarena tržišna volatilnost (siva linija) pokazuju oštre poraste, pri čemu obe linije dostižu svoje najviše tačke tokom ovog perioda. Povećana neizvesnost tokom krize, kao i strukturni lomovi bankarskog sektora, dovela je do perioda povećane tržišne neizvesnosti kako na berzanskim tržištima tako i na robnim tržištima.

Pored izrazite volatilnosti 2008 godine, kriza izazvana pandemijom COVID-19 dovela je do dodatnih šokova na tržištu. Pandemija je izazvala značajnu volatilnost na tržištima sirom sveta koja se odrazila značajno i na tržišta posmatranih roba.

Grafikon 27: Grupa grafikona koji prikazuju modeliranje volatilnosti tržišta roba korišćenjem TGARCH modela



Izvor: Autorski prikaz

5.1.5. Test maksimalne verodostojnosti

Ispitivanje TGARCH modela, kao i u slučaju indeksa, sprovedeno je korišćenjem testa maksimalne verodostojnosti i testova autokorelacije, Box-Pierce i Ljung-Box. Rezultati ovih testova pokazuju da je TGARCH model dobro prilagođen datim podacima. S obzirom da smo svrhu ovih testiranja sumirali u prethodnom delu rada sada ćemo samo komentarisati rezultate. Primena testa maksimalne verodostojnosti i autokorecionih testova (Box-Pierce i Ljung-Box) za procenu performansi TGARCH modela sugerise da je model dobro prilagođen datim podacima i da je pogodan za modeliranje volatilnosti posmatranih indeksa. Međutim, GARCH model u slučaju platine daje veće vrednosti u testu maksimalne verodostojnosti, tako da smo za modeliranje volatilnosti platine koristili GARCH umesto TGARCH modela.

Tabela 22: Testiranje modela metodom maksimalne verodostojnosti

Zlato	Model	ARCH	GARCH	TGARCH	
	Chi-sq	43.89	120.62	123.72	<i>Izvor: Autorski prikaz</i>
	df	1.00	2.00	3.00	
	p-value	0.00	0.00	0.00	
Platina	Chi-sq	63.87	125.84	118.84	
	df	1.00	2.00	3.00	
	p-value	0.00	0.00	0.00	
Srebro	Chi-sq	20.25	129.12	134.00	
	df	1.00	2.00	3.00	
	p-value	0.00	0.00	0.00	

Tabela 23: Autokorelacija standardizovanih reziduala TGARCH (GARCH) modela

	Zlato		Platina		Srebro	
	stat	p-value	stat	p-value	stat	p-value
Box-Pierce	2.16	53.9430%	1.66	64.6005%	1.34	71.9980%
Ljung-Box	2.17	53.7422%	1.67	64.3715%	1.35	71.8116%

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Nulta hipoteza je da ne postoji autokorelacija. Test statistikom odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su veći od p vrednosti, odnosno ne odbacuje se nulta hipoteza za sve nivoe značajnosti koji su manji od p vrednosti.

5.1.6. DCC GARCH i matrica

Kao što smo već napomenuli u prethodnom delu rada, da bi se istražio obim prelivanja korišćen je DCC GARCH model za praćenje dinamičke korelacije između indeksa S&P500 i tržišta roba.

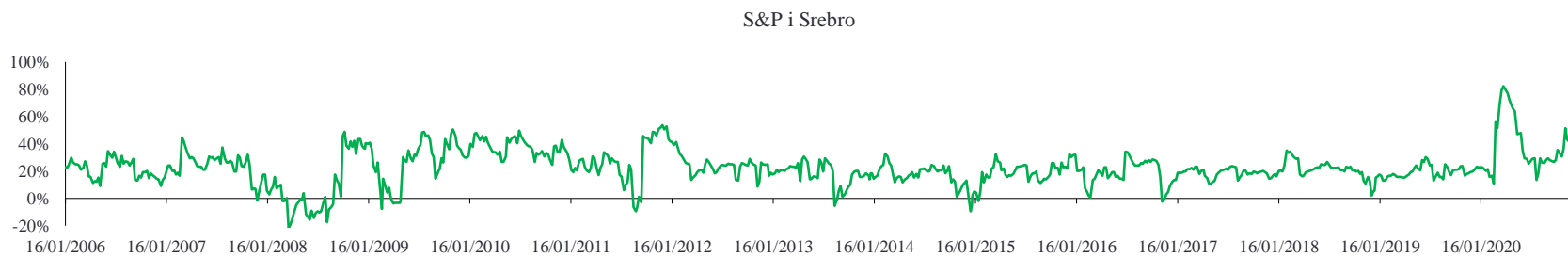
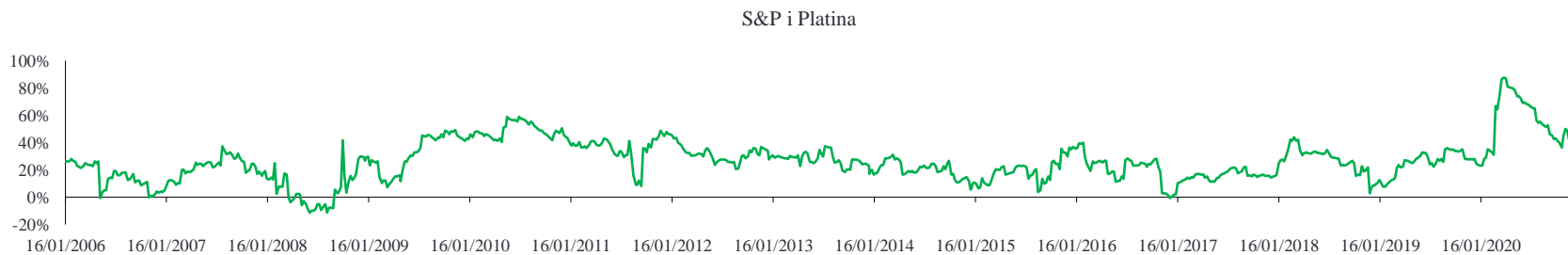
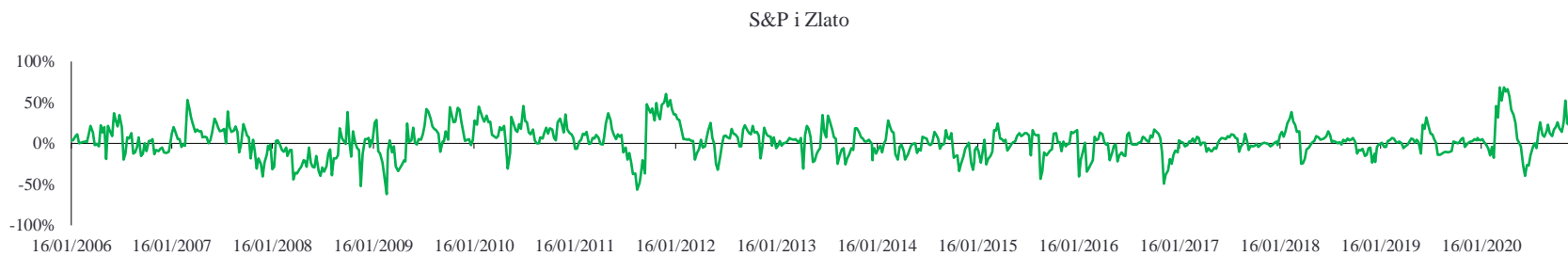
Korelacija modelirana kroz DCC GARCH, je izuzetno volatilna u slučaju zlata. Čak i u periodima krize nije moguće sa sigurnošću zaključiti kako je kriza uticala na kretanje cene zlata. U slučaju srebra i platine situacija je nešto jasnija. Oba metala su pokazala značajne poraste korelacije sa S&P500 indeksom u momentima svetske ekonomske krize. Ono što je zajedničko za sva tržišta roba je porast volatilnosti u slučaju krize izazvane pandemijom Covid-19. U posmatranom periodu zlato pokazuje najnižu korelaciju sa S&P500 koja često prelazi i u negativne vrednosti, dok platina pokazuje najvišu prosečnu korelaciju sa indeksom S&P500.

Da bismo jasnije izolovali momente krize i posmatrali reakcije tržišta roba kreirali smo uslovnu korelacionu matricu koja pokazuje da u slučaju najvolatilnijih momenata indeksa S&P500 (rang 95% do 100% u Tabeli 24) korelacija između tržišta roba i posmatranog indeksa je na najvećem nivou što daje jasan dokaz o prelivanju volatilnosti u kriznim vremenima na tržište roba.

Međutim, u slučaju zlata, možemo primetiti da je u kriznim vremenima po S&P500 (rang od 0% do 5% prikazanih u Tabeli 25 i grupi grafikona 29) zlato pokazalo odsustvo korelacije sa posmatranim indeksom što je u skladu sa shvatanjima zlata kao sigurnog utočišta u kriznim vremenima, dok su platina i srebro pokazali značajne nivoe korelacije prinosa u datom rang.

S obzirom na pozitivnu uopštenu korelaciju između tržišta roba i S&P500 možemo reći da postoji transmisija volatilnosti između ovih tržišta koja se intenzivira u slučajevima šokova na finansijskim tržištima i time potvrditi hipoteze 3 i 4.

Grafikon 28: Grupa grafikona DCC-GRACH – robe i S&P



Izvor: *Autorski prikaz*

Tabela 24: Matrica korelacije TGARCH

Uslovna korelacija	Rang	S&P 500	Platina	Zlato	Srebro
0%	5%	1.00	0.27	0.11	0.18
5%	10%	1.00	-0.30	-0.03	0.01
10%	20%	1.00	0.05	0.02	-0.02
20%	30%	1.00	-0.10	-0.09	-0.02
30%	40%	1.00	0.10	0.13	0.10
40%	50%	1.00	-0.02	0.19	0.06
50%	60%	1.00	0.11	0.16	0.01
60%	70%	1.00	0.02	-0.05	0.06
70%	80%	1.00	0.13	-0.10	-0.07
80%	90%	1.00	0.03	0.05	0.09
90%	95%	1.00	0.15	0.29	0.29
95%	100%	1.00	0.65	0.53	0.50

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Korelaciona matrica predstavlja korelaciju roba sa baznim indeksom S&P500. Korelacija je uslovljena nivoom volatilnosti baznog indeksa s tim što rang od 95% do 100% predstavlja period u kom je indeks ostvario 5% najviše volatilnosti.

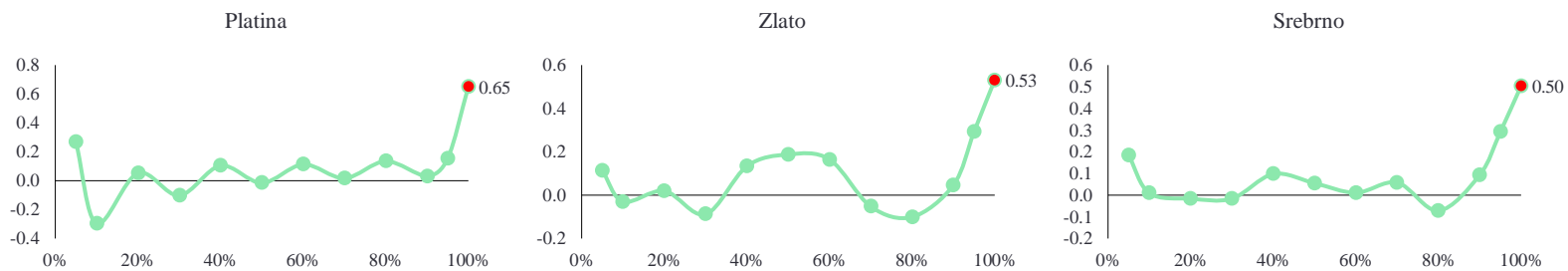
Tabela 25: Matrica korelacije prinosa

Uslovna korelacija	Rang	S&P 500	Platina	Zlato	Srebro
0%	5%	1.00	0.38	0.07	0.40
5%	10%	1.00	0.18	0.09	-0.01
10%	20%	1.00	0.21	0.21	0.23
20%	30%	1.00	-0.08	-0.14	-0.09
30%	40%	1.00	0.22	0.11	0.08
40%	50%	1.00	-0.13	0.09	0.07
50%	60%	1.00	-0.16	-0.02	-0.11
60%	70%	1.00	-0.01	-0.03	0.07
70%	80%	1.00	0.02	0.05	-0.06
80%	90%	1.00	0.25	0.01	0.16
90%	95%	1.00	0.03	0.04	-0.01
95%	100%	1.00	0.40	0.20	0.26

Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Korelaciona matrica predstavlja korelaciju roba sa baznim indeksom S&P500. Korelacija je uslovljena nivoom prinosa baznog indeksa s tim što rang od 0% do 5% predstavlja period u kom je bazni indeks ostvario 5% najnižih prinosa.

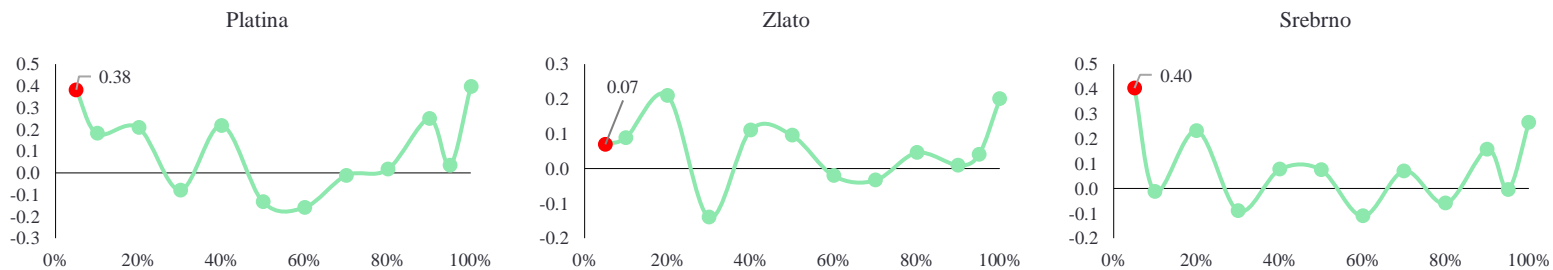
Grafikon 29: Korelacija GARCH



Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Kretanje korelacije u odnosu na rang volatilnosti (grafički prikazana Tabela 21)

Grafikon 30: Korelacija prinos



Izvor: Autorski prikaz

Napomena: Kretanje korelacije u odnosu na rang prinosa (grafički prikazana tabela 22)

Ovo poglavlje pruža analizu preliivanja volatilnosti svetske ekonomske krize iz SAD na tržišta plemenitih metala (zlata, srebra i platine). Kao i u prethodnom delu rada, iako je u fokusu rada svetska ekonomska kriza, analiza obuhvata i preliivanje nestabilnosti tokom dva druga značajna krizna perioda, evropske dužničke krize i krize izazvane pandemijom COVID-19.

Pre same analize volatilnosti sprovedeni su opsežni statistički testovi na vremenskim serijama indeksa S&P500 i cene plemenitih metala u periodu između 2006. godine i 2020. godine. Testovi normalne raspodele, stacionarnosti, heteroskedastičnosti i autokorelacije pokazali su, u skladu sa velikim brojem istraživanja, da ne prate normalnu distribuciju već leptokurtičnu, kao i da su podaci stacionarni. ARCH LM test pokazao je da su f-statistike i chi-sq statistike statistički značajne na nivou od 1% za sve posmatrane indekse što potvrđuje postojanje ARCH efekta u podacima odnosno heteroskedastičnosti, što se takođe poklapa sa grafičkim prikazom kretanja prinosa na kojima se jasno mogu uočiti klasteri varijabilnosti.

Primena testa maksimalne verodostojnosti i autokorecionih testova (Box-Pierce i Ljung-Box) za procenu performansi TGARCH modela sugerise da je model dobro prilagođen datim podacima i da je pogodan za modeliranje volatilnosti posmatranih indeksa. Međutim, GARCH model u slučaju platine daje veće vrednosti u testu maksimalne verodostojnosti, tako da smo za modeliranje volatilnosti platine koristili GARCH umesto TGARCH modela.

Korelacija modelirana kroz DCC-GARCH, je izuzetno volatilna u slučaju zlata. Čak i u periodima krize nije moguće sa sigurnošću zaključiti kako je kriza uticala na kretanje cene zlata. U slučaju srebra i platine situacija je nešto jasnija. Oba metala su pokazala značajne poraste korelacije sa S&P500 indeksom u momentima svetske ekonomske krize. Ono što je zajedničko za sva tržišta roba je porast volatilnosti u slučaju krize izazvane pandemijom Covid-19. U posmatranom periodu zlato pokazuje najnižu korelaciju sa S&P500 koja često prelazi i u negativne vrednosti, dok platina pokazuje najvišu prosečnu korelaciju sa indeksom S&P500.

Međutim, u slučaju zlata, primenom korelacione matrice, možemo primetiti da je u kriznim vremenima po S&P500 (rang od 0% do 5%) zlato pokazalo odsustvo korelacije sa

posmatranim indeksom što je u skladu sa shvatanjima zlata kao sigurnog utočišta u kriznim vremenima, dok su platina i srebro pokazali značajne nivoe korelacije prinosa u datom rangu.

S obzirom na pozitivnu uopštenu korelaciju između tržišta roba i S&P500 možemo reći da postoji transmisija volatilnosti između ovih tržišta, da se transmisija intenzivira u slučajevima šokova na finansijskim tržištima i time potvrditi hipoteze 3 i 4.

Ovi nalazi imaju važne implikacije za kreatore monetarnih politika i portfolio menadžere, jer naglašavaju potrebu za dubljim razumevanjem mehanizma prenosa putem kojih se nestabilnost sa jednog tržišta može širiti kroz ceo finansijski sistem i uticati na tržište roba, u ovom slučaju plemenitih metala. Možemo reći da je istraživanje u skladu sa dosadašnjim viđenjem veza između tržišta kapitala i tržišta roba. U velikom broju radova se apostrofira uloga zlata kao ili sigurnog utočišta ili hedž instrumenta, dok druga dva metala ne pokazuju tako dobre odlike u smislu benefita koje mogu doneti portfolio menadžerima.

Deo VI: Zaključna razmatranja

„Podizanje novih pitanja, novih mogućnosti, sagledavanje starih problema iz novog ugla, zahteva kreativnu maštu i označava stvarni napredak u nauci.“ – Albert Einstein

Pre pojave savremene portfolio teorije, investitori su gradili portfolije tako što su birali hartije od vrednosti sa najvećim prinosima, verujući da će ovakav pristup dovesti do stvaranja izuzetnih portfolija. Iako su bili svesni rizika povezanih sa svojim ulaganjima, rizik kao faktor u proceni performansi portfolija nije bio uziman u obzir. U to vreme, metode procene rizika nisu bile dovoljno razvijene, te se sam pojam rizika nije ni uzimao u razmatranje. Uvođenje savremene teorije portfolija (MPT) koje je predstavio Hari Markowitz pruža mnoge prednosti investorima širom sveta. MPT služi kao osnova za shvatanje i upravljanje rizicima u investicionim portfolijima. Prema MPT, investitori mogu unaprediti svoje portfolije kombinujući sredstva sa raznovrsnim karakteristikama rizika i prinosa. Ovaj proces diverzifikacije smanjuje celokupan rizik portfolija, a pritom ne utiče negativno na očekivane prinose.

Savremena teorija portfolija rešava problem neefikasne diversifikacije, koji se manifestuje kao smanjenje efikasnosti dok broj komponenti portfolija raste. Markowitz je naglasio da, kako bismo smanjili varijansu, nije dovoljno samo uložiti u velik broj različitih hartija od vrednosti; takođe je neophodno izbegavati one hartije od vrednosti koje imaju visoku kovarijansu. Model ne samo da ističe značaj diversifikacije investicija u svrhu smanjenja ukupnog rizika portfolija, već i načine za efikasno sprovođenje te diversifikacije. Takođe je pokazao da, umesto nasumičnog izbora i ishoda u procesu kreiranja portfolija, postoji optimalan izbor i rezultat - optimalni portfolio. Moguće je odrediti skup portfolija koji pružaju najveći očekivani prinos za određeni nivo rizika ili najniži rizik za svaki nivo očekivanog prinosa. Takav skup portfolija čini efikasnu granicu, i svaki portfolio na toj granici ima ekonomski efikasan odnos između prinosa i rizika.

Markowitz-eva efikasna linija poslužila je kao teorijski temelj za mnoga poboljšanja u pozitivnoj finansijskoj ekonomiji, među kojima se posebno izdvaja teorija tržišta kapitala, koja obuhvata Šarpe-ov model procene kapitala, poznatiji kao CAPM, kao i temeljno razumevanje osnovne razlike između sistemskog i nesistemskog rizika.

Međutim, na osnovu postavki modela koje je definisao Markowitz, a koji su se pretežno bavili nacionalnom diversifikacijom portfolija, istraživači su otišli korak dalje i primenili osnovne premise modela na internacionalnu diversifikaciju portfolija. Među najistaknutijima su Grubel (Grubel, 1968) i Solnik (Solnik, 1974). Pomenuta istraživanja saglasna su da investitori međunarodnom diversifikacijom portfolija mogu ostvariti superiornije prinose uz dati nivo rizika od investiranja isključivo u nacionalne ekonomije. Takođe, istaknuti su i značajni rizici vezani za ova ulaganja kao što su rizik zemlje, likvidnosti manje razvijenih tržišta, poreski rizici, rizik deviznog kursa, transakcioni troškovi kao i rizici vezani za regulatorni okvir. Međutim, rizicima se uz pravilne investicione tehnike može upravljati ili se mogu ublažiti tako da da potencijalne koristi međunarodne diversifikacije generalno nadmašuju povezane rizike.

Iako je teorija donela dosta benefita u razumevanju investiranja naišla je i na značajne kritike. Najčešće kritike moderne portfolio teorije odnose se na zavisnost od pretpostavki ulaznih parametara i nepraktičnost u stvarnom svetu. Michaud tvrdi da su optimizovani portfoliji finansijski nevažni ili čak pogrešni zbog osetljivosti na greške u proceni i pretpostavke. Frankfurter, Phillips i Seagle istražuju neizvesnosti u srednjim prinosima, varijansama i kovarijansama, pokazujući da neizvesnost može uticati na efikasnost portfolija. Kritike se takođe bave zanemarivanjem faktora likvidnosti, nestabilnošću portfolija i pretpostavkom normalne raspodele prinosa.

Biheviorističke finansije takođe kritikuju modernu portfolio teoriju, kao što su Statmanova Bihevioralna teorija i Lopesov rad o ulozi emocija u donošenju odluka. Statman uvodi Teoriju bihevioralnog portfolija koja priznaje različite ciljeve i aspiracije investitora, dok Lopes pruža uvid u uloge nade i straha u donošenju odluka pod rizikom.

Uz navedene kritike, moderna portfolio teorija predstavlja temelj za upravljanje diversifikacijom investicionih portfolija. Ova teorija omogućuje investitorima da optimiziraju svoje investicije, uzimajući u obzir očekivane prinose i rizike različitih vrsta imovine, kako bi stvorili uravnotežen portfolio koji maksimizira potencijalni profit uz minimalan rizik. Kroz ovaj pristup, investitori mogu kombinovati različite vrste imovine i strategije, čime se smanjuje ukupna volatilnost portfolija i poboljšava postignuti rezultat u odnosu na preuzeti rizik.

6.1. Zaključci i ograničenja ove disertacije

Ova disertacija je prvenstveno imala za cilj sprovođenje empirijskog istraživanja kako bi se utvrdio prenos finansijskih šokova i efekata preliivanja svetske ekonomske krize 2008. godine na zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju i, u drugom delu empirijskog istraživanja, na tržišta roba odnosno plemenitih metala. U cilju testiranja hipoteza formiran je relevantan skup zemalja koje su podeljene na zemlje sa razvijenim tržištem kapitala i zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju prema MSCI (Morgan Stanley Capital International) klasifikaciji. U skladu sa navedenim kriterijumima, uzorkom su obuhvaćene sledeće zemlje sa pripadajućim berzanskim indeksima:

- Zemlje sa razvijenim tržištem kapitala: SAD (S&P500), Nemačka (DAX), Francuska (CAC40), Japan (NIKKEI225) i Velika Britanija (FTSE100);
- Zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju: Srbija (Belex15), Hrvatska (CROBEX), Slovenija (SBITOP), Grčka (ATX), Bugarska (SOFIX), Rumunija (BET) i Rusija (MOEX).

Dodatno u cilju ispitivanja preliivanja na tržište roba posmatrani su plemeniti metali najčešće istraživani u dosadašnjoj literaturi – zlato, srebro i platina.

Potrebno je napomenuti da je centralna pojava, svetska ekonomska kriza nastala u SAD, stoga centralno mesto u istraživanju zauzima analiza kretanja indeksa S&P500 u odnosu na zemlje sa razvijenim tržištem kapitala, zemlje sa tržištem kapitala u nastajanju i plemenite metale.

U pogledu vremenske dimenzije, uzorak je ograničen na period od 2006. godine do kraja 2020. godine. Iako je u centralna tema svetska ekonomska kriza 2008 godine, period obuhvata i dva dodatna događanja kao što su Evropska dužnička kriza i početak krize izazvane pandemijom COVID-19 2020. godine.

Za modeliranje volatilnosti i istraživanje preliivanja korišćeni su nedeljni podaci u prethodno navedenom vremenskom okviru. U skladu sa praksom (Caporale i Spagnolo, 2011; Ozer, Grubišić, Kamenković, 2020; Khalifa, Hammoudeh, and Otranto (2014) nedeljni podaci omogućavaju da se suočimo sa problemom asinhronog trgovanja koji se javlja u dnevnim podacima i koji može dovesti do pristrasnih rezultata.

Kao dodatni razlog, pored asinhronog trgovanja, nedeljni podaci bolje oslikavaju promene na tržištima kapitala posmatranih zemalja sa tržištem kapitala u nastajanju koja nisu razvijena u meri kao razvijena tržišta na kojima je prisutna visoka aktivnost i likvidnost na tržištu.

Analiza podataka kroz deskriptivnu statistiku, analizu jediničnog korena, heteroskedastičnosti i autokorelacije, pokazala je da se kao najprikladniji način za modeliranje volatilnosti nameću modeli iz GARCH porodice.

U radu su predstavljeni rezultati modeliranja volatilnosti kroz ARCH, GARCH i TGARCH proces. S obzirom da je TGARCH (izuzev platine gde je GARCH pokazao bolje rezultate) model dao najbolje rezultate, on je korišćen kao osnova za modeliranje dinamičke korelacije (DCC). Svrha ove varijante GARCH specifikacije je modeliranje moguće asimetrične reakcije volatilnosti na pozitivne i negativne šokove pri čemu negativan šok iz prethodnog perioda obično ima veći uticaj na nivo tekuće volatilnosti od pozitivnog šoka.

Tokom svetske ekonomske krize, primećeni su oštri porasti procenjene TGARCH volatilnosti i ostvarene tržišne volatilnosti. Slični porasti zabeleženi su tokom evropske dužničke krize i krize izazvane pandemijom COVID-19. DCC-GARCH model je pokazao povećanje korelacije između posmatranih indeksa sa S&P500 indeksom, posebno u tržištima u nastajanju, što potvrđuje transmisiju volatilnosti između tržišta, naročito u kriznim vremenima. Intraregionalna analiza istraženih tržišta Jugoistočne Evrope pokazuje različite

nivoe korelacije unutar regiona, ali ne može se tvrditi da postoji snažno interno prelivanje volatilnosti.

U slučaju roba rezultati su nešto drugačiji. Korelacija modelovana pomoću DCC-GARCH metode je izuzetno nestabilna u slučaju zlata. Tokom kriznih perioda, nije moguće sa sigurnošću utvrditi uticaj krize na promene cena zlata. Međutim, situacija sa srebrom i platinom je nešto jasnija. Oba metala su pokazala značajne poraste korelacije sa S&P500 indeksom tokom svetske ekonomske krize. Sva tržišta roba su pokazala povećanu volatilnost tokom krize izazvane pandemijom COVID-19. U posmatranom periodu, zlato ima najnižu korelaciju sa S&P500, koja često prelazi u negativne vrednosti, dok platina pokazuje najvišu prosečnu korelaciju sa S&P500 indeksom.

U slučaju zlata, korišćenjem korelacione matrice, primećujemo da u kriznim vremenima za S&P500, zlato ne pokazuje korelaciju sa posmatranim indeksom, što je u skladu sa percepcijom zlata kao sigurnog utočišta u kriznim periodima. Nasuprot tome, platina i srebro pokazuju značajne nivoe korelacije prinosa u navedenom rangju.

Ovi nalazi imaju važne implikacije za kreatore monetarnih politika i portfolio menadžere, jer naglašava potrebu za dubljim razumevanjem mehanizma prenosa putem kojih se nestabilnost sa jednog tržišta može širiti kroz ceo finansijski sistem. Drugim rečima, sa stanovišta međunarodne portfolio diversifikacije, međunarodni investitori, usled navedenih veza među tržištima, treba da uzmu u obzir ograničene koristi od diversifikacije koje su posebno naglašene u periodima velike volatilnosti kao što je svetska ekonomska kriza kada im je diversifikacija najpotrebnija.

Empirijske studije opisane u ovoj tezi, iako sveobuhvatne u pokrivenosti i ekonometrijskoj metodologiji sa značajnim implikacijama za upravljanje finansijskim portfolijima, podložne su određenim ograničenjima. Glavno ograničenje je što se tokom istraživanja teza fokusira isključivo na finansijske tržišne uslove posmatrane kroz efekat svetske ekonomske krize iz perspektive tržišnih indeksa i cena roba na berzi. Istraživanje ne pokriva druge faktore koji mogu da utiču na povezanost između zemalja kao što su trgovinski tokovi, bruto domaći proizvod, inflacija, povezanost bankarskih sektora itd. Pomenute realne veze između

ekonomija su predmet istraživanja autora Kristin J. Forbes i Menzie D. Chinn (2004), koji ispituju da li stvarne i finansijske veze između zemalja mogu objasniti zašto najveća svetska finansijska tržišta često imaju velike, ali raznolike efekte na druga finansijska tržišta i kako se te međusobne veze tokom vremena menjaju.

Takođe, rad se fokusira na mali broj zemalja u kontekstu globalne ekonomije i s tim u vezi ne može dati odgovor na mogućnosti globalne diversifikacije portfolija na zemlje koje nisu pokrivena uzorkom.

Dodatno, sa obzirom na limitirani period posmatranja i promena koja se dešavaju na globalnom nivou, rezultati rada su ograničeni na taj period i ne garantuju da će isti trendovi biti nastavljeni u budućnosti.

6.2. Preporuke za dalja istraživanja

U skladu sa ograničenjima ovog rada predloženo je nekoliko pravaca u kom se mogu kretati dalja istraživanja na ovu temu:

1. S obzirom da istraživanje obuhvata isključivo tržište kapitala i selektirane plemenite metale, analiza se može proširiti na druge klase aktiva kao što su obveznice, razni valutni parovi, derivati, nekretnine, itd.
2. Rad se fokusira na period svetske ekonomske krize dok se uključivanjem kriza iz raznih delova sveta (kriza u Aziji, Južnoj Americi, Bliskom Istoku) može doći do sveobuhvatnijeg shvatanja reakcije tržišta i potencijalnih prilika za diversifikaciju.
3. Kao što smo pomenuli, rad ne uzima u obzir makroekonomske varijable i karakteristike pojedinih zemalja. Proširivanje rada na varijable kao što su bruto domaći proizvod, inflacija, strane direktne investicije, kamatne stope, međunarodna trgovina, itd., dovelo bi do poboljšanog razumevanja veza između ekonomija i samim tim preliivanja šokova sa jednog tržišta na drugo.
4. S obzirom da ova tema ima značajne implikacije za kreatore politika, značajno bi bilo proširiti istraživanje na ispitivanje uloge centralnih banaka i politika vlada u ublažavanju ili pogoršavanju preliivanja volatilnosti tokom kriznih perioda, kao što su

kvantitativno ublažavanje, prilagođavanje kamatnih stopa ili mere fiskalnih podsticaja.

5. Takođe, istraživanje uloge učesnika na tržištu kao što je: analiziranje ponašanja različitih učesnika na tržištu, institucionalnih investitora, hedž fondova i maloprodajnih investitora, dovelo bi do boljeg razumevanja kako njihove akcije mogu doprineti međuzavisnosti tržišta i prelivanju volatilnosti tokom kriza.

Spisak literature

1. Abbassi, P. & Linzert, T. (2012). The effectiveness of monetary policy in steering money market rates during the financial crisis, Volume 34, Issue 4, December 2012, Pages 945-954.
2. Acemoglu, D., & Autor, D. (2011). Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings. *Handbook of Labor Economics*, 4, 1043-1171.
3. Acharya, V. V., & Richardson, M. (Eds.). (2009). *Restoring Financial Stability: How to Repair a Failed System*. John Wiley & Sons.
4. Adler, M., & Dumas, B. (1983). International portfolio choice and corporation finance: A synthesis. *Journal of Finance*, 38(3), 925-984.
5. Adrian, T., & Shin, H. S. (2010). Liquidity and leverage. *Journal of Financial Intermediation*, 19(3), 418-437.
6. Alam, A. (2012). Crisis Transmission: Global Financial Crisis, *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, Vol. 2, No. 3, 157-165.
7. Alberg, D., Shalit, H., & Yosef, R. (2008). Estimating stock market volatility using asymmetric GARCH models. *Applied Financial Economics*, 18(15), 1201–1208.
8. Allen, F., & Gale, D. (2000). Financial contagion. *Journal of Political Economy*, 108(1), 1-33.
9. Aloui, R., Aïssa, M., & Nguyen, D. (2011). Global financial crisis, extreme interdependences, and contagion effects: The role of economic structure? *Journal of Banking & Finance*, 35(1), 130–141.
10. Arezki, R., Candelon, B., Sy, A. & Nicolas, R (2011). Sovereign Rating News and Financial Markets Spillovers: Evidence from the European Debt Crisis, IMF Working Paper No. 11/68.

11. Arouri, M. E. H., Hammoudeh, S., Lahiani, A., & Nguyen, D. K. (2012). Long memory and structural breaks in modeling the return and volatility dynamics of precious metals. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 52(2), 207-218.
12. Arouri, M., Jouini, J., & Nguyen, D. (2011). Volatility spillovers between oil prices and stock sector returns: Implications for portfolio management. *Journal of International Money and Finance*, 30 (7), 1387–1405.
13. Bae, K. H., Karolyi, G. A., & Stulz, R. M. (2003). A new approach to measuring financial contagion. *The Review of Financial Studies*, 16(3), 717-763.
14. Balakrishnan, R.; S. Danninger; S. Elekdag; and I. Tytell. (2009). The Transmission of Financial Stress from Advanced to Emerging Economies. Working paper no. WP/09/133, International Monetary Fund, Washington DC.
15. Bartram, S. M., & Wang, Y. H. (2005). Another look at the relationship between cross-market correlation and volatility. *Finance Research Letters*, 2(2), 75-88.
16. Basher, S. A., & Sadorsky, P. (2006). Oil price risk and emerging stock markets. *Global Finance Journal*, 17(2), 224-251.
17. Bates, S., Vaugirard, V. (2009), Monetary Transmission Channels Around the Subprime Crisis: The US experience, *Global Economy & Finance Journal*, Vol. 2 No. 2 September, p. 153.
18. Baur, D. G., & Lucey, B. M. (2010). Is gold a hedge or a safe haven? An analysis of stocks, bonds, and gold. *Financial Review*, 45(2), 217-229.
19. Beirne, J., Caporale, G. M., Schulze-Ghattas, M., & Spagnolo, N. (2010). Global and regional spillovers in emerging stock markets: A multivariate GARCH-in-mean analysis. *Emerging Markets Review*, 11(3), 250–260.
20. Bekaert, G., & Harvey, C. R. (1995). Time-varying world market integration. *The Journal of Finance*, 50(2), 403-444.

21. Bekaert, G., & Harvey, C. R. (2000). Foreign speculators and emerging equity markets. *The Journal of Finance*, 55(2), 565-613.
22. Bekaert, G., Ehrmann, M., Fratzscher, M., & Mehl, A. (2014). The Global Crisis and Equity Market Contagion. *The Journal of Finance*, 69(6), 2597-2649.
23. Bekaert, G., Ehrmann, M., Fratzscher, M., & Mehl, A. (2014). The global financial crisis and the role of emerging market economies in the transmission of shocks to stock markets. *Journal of International Money and Finance*, 49, 129-154.
24. Bera, A. K., & Jarque, C. M. (1981). Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals: Monte Carlo evidence. *Economics letters*, 7(4), 313-318.
25. Bollerslev, T. (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity, *Journal of Econometrics* 31(3): 307-327.
26. Bollerslev, T. (1990). Modelling the coherence in short-run nominal exchange rates: A multivariate generalized ARCH model. *Review of Economics & Statistics*, 72(3).
27. Bollerslev, T., & Mikkelsen, H. O. (1996). Modeling and pricing long memory in stock market volatility. *Journal of Econometrics*, 73(1), 151-184.
28. Bollerslev, T., Engle, R. F., & Nelson, D. B. (1994). ARCH Models. In: Engle, R.F. and McFadden, D., (Eds.), *Handbook of Econometrics*, (Vol. 4, pp. 2959–3038), North-Holland, Amsterdam.
29. Breitung, J., & Candelon, B. (2006). Testing for short- and long-run causality: A frequency-domain approach. *Journal of Econometrics*, 132(2), 363–378.
30. Brooks, Robin and Marco del Negro (2002a). The Rise in Comovement Across National Stock Markets: Market Integration or Global Bubble? IMF Working Paper #WP/02/147.
31. Brooks, Robin and Marco del Negro (2002b). International Diversification Strategies. Mimeo.

32. Brooks, Robin and Marco del Negro (2003). Firm-level Evidence on Globalization. IMF mimeo.
33. Brunnermeier, M. K. (2009). Deciphering the Liquidity and Credit Crunch 2007-2008. *Journal of Economic Perspectives*, 23(1), 77-100.
34. Capie, F., Mills, T. C., & Wood, G. (2005). Gold as a hedge against the dollar. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 15(4), 343-352.
35. Caporale G., M., Spagnolo, N. (2011). Stock Market Integration between Three CEECs, Russia, and the UK. *Review of International Economics* 19 (1): 158–169.
36. Caporale, G. M., Cipollini, A., & Spagnolo, N. (2005). Testing for contagion: a conditional correlation analysis. *Journal of Empirical Finance*, 12(3), 476-489.
37. Caramazza, Francesco, Luca Ricci, and Ranil Salgado (2000). Trade and Financial Contagion in Currency Crises. IMF Working Paper # WP/00/55.
38. Cardarelli, R.; S. Elekdag; and S. Lall. (2011). Financial Stress and Economic Contractions. *Journal of Financial Stability* 7, no. 2: 78-97.
39. Cardona, L., Gutiérrez, M., & Agudelo, D. A. (2017). Volatility transmission between US and Latin American stock markets: Testing the decoupling hypothesis. *Research in International Business and Finance*, 39, 115–127.
40. Cavaglia, Stefano, Christopher Brightman, and Michael Aked (2000). The Increasing Importance of Industry Factors. *Financial Analysts Journal* 56(September/October): 41-54.
41. Cecchetti, S., Kohler, M. & Upper, C. (2009). Financial Crises and Economic Activity, National Bureau of Economic Research, Working Paper Series, 15379.
42. Chamon, M.; P. Manasse; and A. Prati. (2007). Can We Predict the Next Capital Account Crisis?, IMF Staff Papers 54, no. 2: 270-305.
43. Chen, G. M., Firth, M., & Rui, O. M. (2002). Stock market linkages: Evidence from Latin America. *Journal of Banking & Finance*, 26(6), 1113-1141.

44. Christoffersen, P., & Jacobs, K. (2004). Which GARCH model for option valuation? *Management Science*, 50(9), 1204-1221.
45. Ciner, C., Gurdgiev, C., & Lucey, B. M. (2013). Hedges and safe havens: An examination of stocks, bonds, gold, oil, and exchange rates. *International Review of Financial Analysis*, 29, 202-211.
46. Claessens, S., Dell'Ariccia, G., Igan, D., & Laeven, L. (2010). Cross-country experiences and policy implications from the global financial crisis. *Economic Policy*, 25(62), 267-293.
47. Dajcman, S., & Festic, M. (2012). Interdependence between the Slovenian and European stock markets—A DCC-Garch analysis. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, 25(2), 379–395.
48. Dedi, L., & Skorjanec, D. (2017). Volatilities and equity market returns in selected Central and SouthEast European countries. *Ekonomski Pregled*, 68 (4), 384–398.
49. Diamond, D. W., & Rajan, R. G. (2009). The Credit Crisis: Conjectures about Causes and Remedies. *American Economic Review*, 99(2), 606-610.
50. Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2009). Measuring Financial Asset Return and Volatility Spillovers, with Application to Global Equity Markets. *The Economic Journal*, 119(534), 158-171.
51. Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2009). Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets. *Economic Journal*, 119(534), 158-171.
52. Dominguez, Kathryn and Linda Tesar (2001b). Trade and Exposure. *American Economic Review, Papers and Proceedings* 91(2): 367-70.
53. Dungey, M., Fry, R., Gonzalez-Hermosillo, B., & Martin, V. L. (2006). Contagion in international bond markets during the Russian and the LTCM crises. *Journal of Financial Stability*, 2(1), 1-27.

54. Egert, B., & Kocenda, E. (2007). Interdependence between Eastern and Western European stock markets: Evidence from intraday data. *Economic Systems*, 31(2), 184–203.
55. Egert, B., & Kocenda, E. (2011). Time-varying synchronization of European stock markets. *Empirical Economics*, 40(2), 393–407.
56. Ehrmann, M. & Fratzscher, M. (2009). Global financial transmission of monetary policy shocks, ECB Working Paper, No. 616.
57. Elton E., Gruber M., Brown S., Goetzmann W. (2007), *Modern portfolio theory and investment analysis*, John Wiley & Sons, New York.
58. Engle, F., Takatoshi, I. & Wen-Ling, L. (1990), Meteor Showers or Heat Waves? Heteroskedastic Intra-Daily Volatility in the Foreign Exchange Market, *Econometrica*, 58, 525-542.
59. Engle, R. F., & Ng, V. K. (1993). Measuring and testing the impact of news on volatility. *The Journal of Finance*, 48(5), 1749-1778.
60. Engle, R. F., & Rangel, J. G. (2008). The Spline-GARCH Model for Low-frequency Volatility and Its Global Macroeconomic Causes. *Review of Financial Studies*, 21(3), 1187-1222.
61. Engle, R. F., & Susmel, R. (1993). Common volatility in international equity markets. *Journal of Applied Econometrics*, 8(1), 27-45.
62. Engle, R., & Sheppard, K. (2001). Theoretical and empirical properties of dynamic conditional correlation multivariate GARCH. National Bureau of Economic Research Working Paper No. 8554.
63. Erb, C. B., Harvey, C. R., & Viskanta, T. E. (1994), Forecasting international equity correlations. *Financial Analysts Journal*, 50(6), 32-45.
64. Eun, C. S., & Shim, S. (1989), International transmission of stock market movements. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 24(2), 241-256.

65. Evans, J., Archer, S. (1968), Diversification and the reduction of dispersion: an empirical analysis, *Journal of Finance*, 23, 761-767.
66. Fama, E. F. (1970), Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *Journal of Finance*, 25(2), 383–417.
67. Fama, E., French K. (1992), The Cross- Section of Expected Stock Returns, *Jurnal of finance*, str. 427-465.
68. Fama, E., French, K. (1992), Common risk factors in the returns on stocks and bonds, *Jurnal of Financial Economics*, p 3-56.
69. Faust, J. (1998), The Robustness of Identified VAR Conclusions About Money, *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 49, 207-244.
70. Ferreira, P. (2018). What guides Central and Eastern European stock markets? A view from detrended methodologies. *Post-Communist Economies*, 30(6), 805–819.
71. Forbes KJ, Rigobon R (2002) No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. *J Finan* 57(5):2223–2261.
72. Forbes, K. J., & Rigobon, R. (2002). No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. *The Journal of Finance*, 57(5), 2223-2261.
73. Forbes, K. J., & Warnock, F. E. (2012). Capital flow waves: Surges, stops, flight, and retrenchment. *Journal of International Economics*, 88(2), 235-251.
74. Forbes, K., & Rigobon, R. (2002). No contagion, only interdependence: measuring stock market comovements. *The Journal of Finance*, 57(5), 2223-2261.
75. Forbes, K., and M.D. Chinn. (2004). A Decomposition of Global Linkages in Financial Markets over Time, *Review of Economics and Statistics* 86, no. 3: 703-722.
76. Forbes, Kristin J. (2002). Are Trade Linkages Important Determinants of Country Vulnerability to Crises? In Sebastian Edwards and Jeffrey A. Frankel, eds., *Preventing Currency Crises in Emerging Markets*. Chicago: National Bureau of Economic Research, pp. 77-124.

77. Forbes, Kristin J. (2003). The Asian Flu and Russian Virus: Firm-Level Evidence on How Crises are Transmitted Internationally. *Journal of International Economics*, forthcoming.
78. Fratzscher, M. & Chudik, A. (2011). Identifying the global transmission of the 2007-09 financial crisis in a GVAR Model, Working Paper Series 1285, European Central Bank.
79. Fratzscher, M. & Chudik, A. (2012). Liquidity, risk and the global transmission of the 2007-08 financial crisis and the 2010-2011 sovereign debt crisis, ECB Working Paper, No. 1416.
80. Fratzscher, M. (2009). What explains global exchange rate movements during the financial crisis?, *Journal of International Money and Finance*, Volume 28, Issue 8, December 2009, Pages 1390-140.
81. Gallo, GM., & Otranto, E. (2008). Volatility spillovers, interdependence and comovements: A Markov Switching approach, *Computational Statistics & Data Analysis*, Volume 52, 3011-3026.
82. Gardo, S. & Reiner, M. (2010). The Impact of the Global Economic and Financial Crisis on Central, Eastern and South-Eastern Europe: A Stock-Taking Exercise, ECB Occasional Paper, No. 114.
83. Gelos, Gaston and Ratna Sahay (2001). Financial Market Spillovers: How Different are the Transition Economies? In Stijn Claessens and Kristin Forbes, eds., *International Financial Contagion*. Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, pp. 329-366.
84. Gjika, D., & Horvath, R. (2013). Stock market comovements in Central Europe: Evidence from the asymmetric DCC model. *Economic Modelling*, 33, 55–64.
85. Glick, Reuven and Andrew Rose (1999). Contagion and Trade: Why Are Currency Crises Regional? *Journal of International Money and Finance* 18: 603-617.

86. 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.
87. Goldfajn, Ilan and Rodrigo Valdés (1997). *Capital Flows and Twin Crises: The Role of Liquidity*. IMF Working Paper #WP/97/87.
88. Gorton, G. (2010). *Slapped by the Invisible Hand: The Panic of 2007*. Oxford University Press.
89. Gorton, G. (2010). *Slapped in the Face by the Invisible Hand: Banking and the Panic of 2007*. Prepared for the Federal Reserve Bank of Atlanta's 2009 Financial Markets Conference.
90. Gradojević, N., Dobardžić, E. (2013). Causality between Regional Stock Markets: A Frequency Domain Approach, *Panoeconomicus*, 5, p. 633-647.
91. Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424–438.
92. Grosvenor, T., and Greenidge, K. (2010). *Stock Market Volatility from Developed Markets to Regional Markets*, Research and Economic Analysis Department Central Bank of Barbados, Barbados.
93. Grubel, H. G. (1968). Internationally diversified portfolios: welfare gains and capital flows. *American Economic Review*, 58(5), 1299-1314.
94. Guidi, F., & Ugur, M. (2014). An analysis of South-Eastern European stock markets: Evidence on cointegration and portfolio diversification benefits. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 30, 119–136.
95. Hammoudeh, S., & Li, H. (2008). Sudden changes in volatility in emerging markets: The case of Gulf Arab stock markets. *International Review of Financial Analysis*, 17(1), 47-63.

96. Jeong, J. (1999). Cross-border transmission of stock price volatility: Evidence from the overlapping trading hours. *Global Finance Journal*, 10(1), 53–70.
97. Kamin, S. B., & DeMarco, L. P. (2010). How did a domestic housing slump turn into a global financial crisis?. *Journal of International Money and Finance*, 29(1), 10-34.
98. Kaminsky, G., and C.M. Reinhart. (2003). The Center and the Periphery: The Globalization of Financial Turmoil. Working paper no. 9479, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA, January.
99. Karolyi, G. A., & Stulz, R. M. (1996). Why do markets move together? An investigation of U.S.-Japan stock return comovements. *The Journal of Finance*, 51(3), 951-986.
100. Kenourgios, D., & Padhi, P. (2012). Emerging markets and financial crises: Regional, global or isolated shocks?. *Journal of Multinational Financial Management*, 22(1-2), 24-38.
101. Kenourgios, D., & Samitas, A. (2011). Equity market integration in emerging Balkan markets. *Research in International Business and Finance*, 25(3), 296–307.
102. Kenourgios, D., Samitas, A., & Paltalidis, N. (2011). Financial crises and stock market contagion in a multivariate time-varying asymmetric framework. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 21(1), 92-106.
103. Khalifa, A. A. A., Hammoudeh, S., & Otranto, E. (2014). Patterns of volatility transmissions within regime switching across GCC and global markets. *International Review of Economics & Finance*, 29, 512–524.
104. King, M. A., & Wadhvani, S. (1990). Transmission of volatility between stock markets. *The Review of Financial Studies*, 3(1), 5-33.
105. King, M., Enrique, S. and Sushil, W. (1994). Volatility and Links Between National Stock Markets, *Econometrica*, 62, 901-933.

106. Kose, M.A.; E. Prasad, and M.E. Terrones. (2005). How Do Trade and Financial Integration Affect the Relationship Between Growth and Volatility? *Journal of International Economics* 69, no. 1: 176-202.
107. Lane, P. R., & Milesi-Ferretti, G. M. (2011). The Cross-Country Incidence of the Global Crisis. *IMF Economic Review*, 59(1), 77-110.
108. Levy, H., & Sarnat, M. (1970). International diversification of investment portfolios. *American Economic Review*, 60(4), 668-675.
109. Lewis, K. K. (1999). Trying to explain home bias in equities and consumption. *Journal of Economic Literature*, 37(2), 571-608.
110. Lin, W. L., Engle, R. F., & Ito, T. (1994). Do bulls and bears move across borders? International transmission of stock returns and volatility. *Review of Financial Studies*, 7(3), 507-538.
111. Longin, F., & Solnik, B. (2001). Extreme correlation of international equity markets. *The Journal of Finance*, 56(2), 649-676.
112. Markowitz, H. (1952), Portfolio Selection, *The Journal of Finance*, Volume 7, p 77-91.
113. Markowitz, H. (1991), Foundations of Portfolio Theory, *The Journal of Finance*, Vol. 46, str. 469-477.
114. Markowitz, H. M. (2016). Risk-return analysis, volume 2: The theory and practice of rational investing. McGraw-Hill Education.
115. Mendoza, E. G., & Terrones, M. E. (2012). An Anatomy of credit booms and their demise. *Journal of International Money and Finance*, 31(6), 1652-1667.
116. Meric, I., Ratner, M., & Meric, G. (2008). Co-movements of sector index returns in the world's major stock markets in bull and bear markets: Portfolio diversification implications. *International Review of Financial Analysis*, 17(1), 156-177.
117. Mian, A., & Sufi, A. (2010). Household Leverage and the Recession of 2007 to 2009. *IMF Economic Review*, 58(1), 74-117.

118. Mian, A., & Sufi, A. (2014). *House of Debt: How They (and You) Caused the Great Recession, and How We Can Prevent It from Happening Again*. University of Chicago Press.
119. Michaud R.O., 1989, The Markowitz Optimization Enigma: Is Optimized Optimal, *Financial Analysis Journal*, Vol. 45, str. 31-42.
120. Mustafa, Ö., Sandra, K., Zoran, G. (2020), Frequency domain causality analysis of intra- and inter-regional return and volatility spillovers of South-East European (SEE) stock markets, *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 33:1, 1-25,
121. Obstfeld, M., & Rogoff, K. (2009). Global Imbalances and the Financial Crisis: Products of Common Causes. In *Asia Economic Policy Conference*, Federal Reserve Bank of San Francisco.
122. Okicic, J. (2015). An Empirical analysis of stock returns and volatility: The case of stock markets from Central and Eastern Europe. *South East European Journal of Economics and Business*, 9(1), 7–15.
123. Peek, Joe, and Eric Rosengreen (1997). The International Transmission of Financial Shocks: The Case of Japan. *American Economic Review* 87(4): 495-505.
124. Philippon, T., & Reshef, A. (2012). Wages and Human Capital in the U.S. Finance Industry: 1909-2006. *The Quarterly Journal of Economics*, 127(4), 1551-1609.
125. Reboredo, J. C. (2013). Is gold a safe haven or a hedge for the US dollar? Implications for risk management. *Journal of Banking & Finance*, 37(8), 2665-2676.
126. Reboredo, J., Tiwari, A. K., & Albuлесcu, C. T. (2015). An analysis of dependence between Central and Eastern European stock markets. *Economic Systems*, 39(3), 474–490.
127. Reinhart, C. M., & Rogoff, K. S. (2009). The Aftermath of Financial Crises. *American Economic Review*, 99(2), 466-472.

128. Reinhart, C. M., & Rogoff, K. S. (2009). *This Time is Different: Eight Centuries of Financial Folly*. Princeton University Press.
129. Reinhart, C.M., and K.S. Rogoff. (2009). The Aftermath of Financial Crises. *American Economic Review* 99, no. 2: 466-472.
130. Roll, Richard (1992). Industrial Structure and the Comparative Behavior of International Stock Market Indices. *The Journal of Finance* 47(1, March):3-41.
131. Samarakoon, L. (2011). Stock market interdependence, contagion, and the U.S. financial crisis: The case of emerging and frontier markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 21(5), 724–742.
132. Sari, R., Hammoudeh, S., & Soytas, U. (2010). Dynamics of oil price, precious metal prices, and exchange rate. *Energy Economics*, 32(2), 351-362.
133. Shahzad, S. J. H., Nor, S. M., Mensi, W., & Kumar, R. R. (2017). Examining the dynamic relationship between stock markets and precious metals. *Financial Innovation*, 3(1), 7.
134. Solnik, B. (1974). Why Not Diversify Internationally Rather Than Domestically? *Financial Analysts Journal*, 30(4), 48-54.
135. Stiglitz, J. E. (2010). *Freefall: America, Free Markets, and the Sinking of the World Economy*. W. W. Norton & Company.
136. Stoica, O., Perry, M.J., Mehdian, S. (2015). An empirical analysis of the diffusion of information across stock markets of Central and Eastern Europe, *Prague Economic Papers*, 24:2; p192-210.
137. Syllignakis, M. N., & Kouretas, G. P. (2011). Dynamic correlation analysis of financial contagion: Evidence from the Central and Eastern European markets. *International Review of Economics & Finance*, 20(4), 717-732.

138. Syriopoulos, T., & Roumpis, E. (2009). Dynamic correlations and volatility effects in the Balkan equity markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 19(4), 565–587.
139. Van Rijckeghem, Caroline and Beatrice Weder (2001). Sources of Contagion: Is it Finance or Trade? *Journal of International Economics* 54(2, August): 293-308.
140. Van Rijckeghem, Caroline and Beatrice Weder (2002). Spillovers Through Banking Centers: A Panel Data Analysis. *Journal of International Money and Finance*. Forthcoming.
141. Wehinger, G. (2008). Lessons from the Financial Market Turmoil: Challenges ahead for the Financial Industry and Policy Makers, *Financial Market Trends*, OECD, p. 1-8.

Biografija kandidata

Edo Duran rođen je 12. novembra 1990. godine u Prijepolju, gde je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je 2012. na Beogradskoj bankarskoj akademiji sa prosečnom ocenom 9,92 kao jedan od najboljih studenata u generaciji. Na istom fakultetu je završio poslediplomske studije na smeru Investiciono bankarstvo i 2014. godine odbranio master rad pod naslovom „Primena moderne portfolio teorije na međunarodnu diversifikaciju investicionog portfolija”.

Zvanje investicionog savetnika stekao je 2014. godine položivši test serije 65 (FINRA Serie 65 Uniform Investment Adviser Law Examination). Član je globalne organizacije profesionalaca iz oblasti računovodstva sa sedištem u Londonu (ACCA - Association of Chartered Certified Accountants) od 2020. godine kada je položio sve ispite predviđene planom i programom i stekao potrebno profesionalno iskustvo.

Nakon završenih master studija zaposlio se u kompaniji EY (Ernst & Young) u kojoj je karijeru započeo u sektoru revizije i povezanih usluga. Bio je član tima za reviziju nekih od najvećih multinacionalnih korporacija kao i finansijskih institucija. Nakon rada u reviziji, prelazi u sektor za savetovanje pri poslovnim transakcijama na kojima je angažovan kao konsultant za finansijski due diligence. Trenutno je zaposlen kao menadžer u savetovanju za finansijski due diligence u Stokholmu. Radio je na nekim od najvećih transakcija u Srbiji, ali i širom Evrope i SAD.

Svoju akademsku karijeru je započeo 2013. godine na Beogradskoj bankarskoj akademiji kao saradnik u nastavi. Učestvovao je u izradi naučnih radova, istraživanja i izvođenju nastave, a 2020. godine biran je u zvanje predavača van radnog odnosa.

Izjava o autorstvu

Izjavljujem da je doktorska disertacija pod naslovom

Uticaj svetske ekonomske krize na međunarodnu diversifikaciju investicionog portfolija

- rezultat sopstvenog istraživačkog rada,
- da predložena disertacija u celini ni u delovima nije bila predložena za dobijanje bilo koje diplome prema studijskim programima drugih visokoškolskih ustanova,
- da su rezultati korektno navedeni i
- da nisam kršio/la autorska prava i koristio/la intelektualnu svojinu drugih lica.

Popis Doktoranda



Izjava o istovetnosti štampane i elektronske verzije doktorskog rada

Izjavljujem da je štampana verzija mog doktorskog rada istovetna elektronskoj verziji koju sam predala za objavljivanje na portalu Digitalnog repozitorijuma Univerziteta "Union" u Beogradu.



Popis Doktoranda