

Sveučilište u Zagrebu
Ekonomski fakultet – Zagreb

Marko Ćurković

Utjecaj svjetske financijske krize na formiranje
multisektorski-diverzificiranih optimalnih portfelja
pomoću Markowitzeve teorije na Zagrebačkoj burzi

Zagreb, 2012.

Ovaj rad izrađen je na Ekonomskom fakultetu sveučilišta u Zagrebu pod vodstvom prof. dr. sc. Vlade Leke i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2012./2013.

Sadržaj rada

1. Uvod	1
2. Uloga Markowitzeve teorije u kreiranju optimalnog portfelja	3
3. Odabir dionica	5
4. Metode istraživanja	7
5. Izračun parametara analize	11
5.1. Izračuna očekivanih prinosa i rizika po sektorima	11
5.2. Izračun očekivanih prinosa i rizika po dionicama	12
5.3. Udio dionica u portfelju.....	14
5.4. Efikasna granica	17
6. Zaključak.....	20
Dodatci	22
Popis literature.....	24
Sažetak	25
Summary	26

1. Uvod

Na Zagrebačku burzu su 22. veljače 2013. godine uvedeni sektorski indeksi iz čega se može zaključiti da u kontekstu razvoja hrvatskog tržišta kapitala na značenju dobiva promatranje prinosa i rizika po sektorima. Cilj ovog rada je analiza utjecaja krize na rizičnost i prinose sektora te analiza utjecaja krize na kretanje udjela sektora u optimalnim portfeljima prije i nakon početka krize ovisno visini zahtijevanog prinosa, a na temelju moderne teorije portfelja koju je razvio Henry Markowitz.

Portfelj predstavlja skup imovine koju posjeduje pojedinac ili organizacija da bi na bazi diversifikacije smanjio rizik ulaganja te tako najbolje zaštitio svoje interese. (Bodie, Kane i Marcus, 2006.) U kontekstu financija, portfelj se promatra u investicijskom smislu, tj. on se sastoji od vrijednosnih papira (Andrijašević i Petranović, 1999), a u ovom radu će se promatrati kao portfelj dionica. Kod odabira portfelja dionica ili drugih vrijednosnih papira, investitor promatra dva osnovna parametra: rizik i prinos, pri čemu je rizik izražen pomoću standardne devijacije, tj. odstupanja prinosa dionica od očekivane vrijednosti, dok se prinos mjeri rastom cijene dionice između dva razdoblja (Jakšić, 2007.). U ovom radu je provedena sektorska analiza dionica prema navedenim parametrima te je na temelju Markowitzeve teorije (Markowitz, 1952.) kreiran optimalan portfelj kako bi se postigla redukcija rizika.

Na početku je dan kratak opis i uloga Markowitzeve teorije portfelja pri kreiranju optimalnog portfelja radi lakšeg razumijevanja problematike. U analizi su uključene dionice iz pet sektorskih indeksa sa Zagrebačke burze te su pritom uvedena ograničenja koje dionice moraju ispunjavati kako bi bile uključene u analizu. Nakon toga slijedi popis svih dionica uvrštenih u sektorske indekse te popis onih dionica koje su zadovoljile ograničenja i razlog otpisa ostalih dionica.

Nakon prikaza formula i metoda istraživanja, interpretirani su rezultati i primjenjene metode empirijske analize u skladu s ograničenjima i pretpostavkama Markowitzeve teorije, a na temelju mjesečnih podataka u razdoblju od 1. siječnja 2005. do 31. siječnja 2013. godine. Uspoređeni su prinosi i rizici pojedinih sektora, prije i nakon početka krize, a kao početak krize, uzet je listopad 2008. godine kada je propala jedna od najvećih investicijskih banaka na

svijetu – Lehman Brothers, a dionički indeks Zagrebačke burze – CROBEX ostvario najveći dnevni pad u povijesti (-11,36%).¹

Na kraju je dan osvrt na mogućnosti i nedostatke korištenja Markowitzove teorije na hrvatskom tržištu kapitala te osvrt na rezultate analize utjecaja krize na prinos i rizičnost pojedinih sektora.

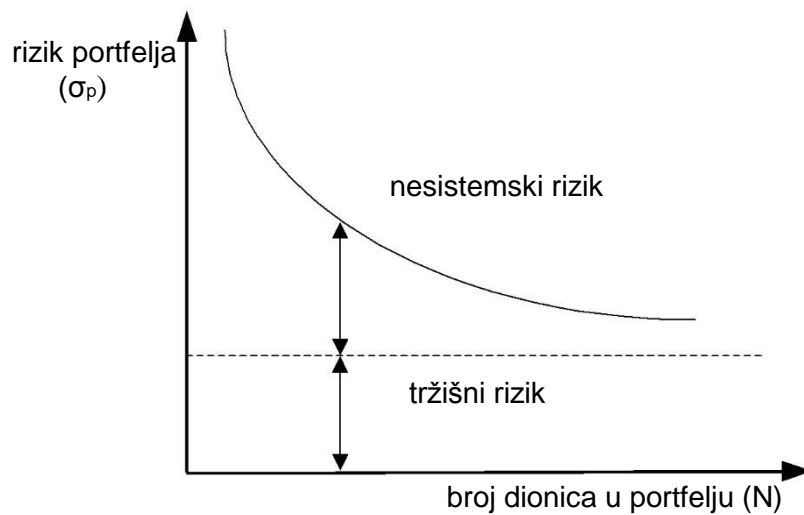
¹ Službena web stranica Zagrebačke burze [online]. Dostupno na:
<http://www.zse.hr/default.aspx?id=44101&index=CROBEX>

2. Uloga Markowitzeve teorije u kreiranju optimalnog portfelja

Jedna od najpoznatijih teorija pronalazanja optimalnog portfelja vrijednosnih papira je Markowitzeva teorija, tj. moderna teorija portfelja (eng. Modern Portfolio Theory – MPT). Temeljni model moderne teorije portfelja jest MV model (eng. Mean-variance model), čiji cilj nije pronaći portfelj kojim se maksimira očekivani prihod, već pronaći ravnotežu između dva osnovna parametra modela, prinosa i rizika (Markowitz, 1952.). To se postiže minimizacijom rizika za zadanu razinu prinosa ili maksimizacijom prinosa za zadanu razinu rizika, a portfelj koji je rezultat tog procesa naziva se efikasan portfelj (Jerončić i Aljinović, 2011.). Visina rizika koju je pojedini investitor spreman prihvatiti ovisi o njegovim preferencijama, a investitori koji imaju veliku averziju prema riziku spremni su prihvatiti niži prihod za veću razinu sigurnosti, tj. manju razinu rizika, a obrnuto vrijedi za investitore koji imaju manju averziju prema riziku (Orsag, 2011.). Sam rizik je izražen pomoću standardne devijacije, tj. odstupanje cijene dionica od njihovih očekivanih vrijednosti, dok se prihod mjeri rastom cijene dionice između dva razdoblja. (Aljinović, Marasović i Šego, 2011.)

Na rizik portfelja utjecaj ima broj dionica uvrštenih u portfelj, s tim da se povećanjem broja dionica rizik može reducirati, tj. smanjiti (Jakšić, 2007.), stoga investitorov interes nije primarno orijentiran na rizičnost i prihod pojedinih dionica, već na rizičnost i prihod skupa dionica, tj. portfelja (Rubenstein, 2002.). Rizik portfelja može se reducirati ulaganjem u dionice poduzeća iz različitih sektora gospodarstva, što se još naziva i diverzifikacija. (Van Horne, 1997.) Diverzifikacijom se može smanjiti specifični rizik tvrtke, koji se može nazivati i diverzificirajućim ili nesistematskim rizikom (Brealey i Myers, 1991.) Takav rizik ovisi o prilikama koje se odnose na jedno jedino konkretno poduzeće zbog čega se takav rizik može ukloniti diverzifikacijom portfelja. Rizik na koji investitor ne može utjecati je tržišni rizik, koji pokazuje stupanj sistemskog kretanja prinosa dionice, povezanog s kretanjem prinosa cjelokupnog tržišta vrijednosnih papira. (Orsag, 2011.)

Slika 1. Nesistemički rizik i tržišni rizik



Na slici 1. prikazano je kako se rizik portfelja (σ_p) smanjuje kako se broj dionica u portfelju (N) povećava, ali po opadajućoj stopi, što znači da redukcija rizika usporava s porastom broja dionica u portfelju. (Orsag, 2011.)

3. Odabir dionica

Pri promatranju dionica, krenulo se od promatranja dionica iz sektorskih indeksa koji su od veljače 2013. godine uvršteni na Zagrebačku burzu. Radi se o indeksima CROBEXindustrija (industrijska proizvodnja), CROBEXkonstrukt (građevinarstvo), CROBEXnutris (proizvodnja i prerada hrane), CROBEXtransport (transport) i CROBEXturist (turizam).² Uvođenje sektorskih indeksa olakšalo je sektorsku analizu dionica na Zagrebačkoj burzi, a dionice uvrštene u sektorske indekse imaju jednaku težinu, tj. jednak ponder. Sektorski indeksi uobičajena su pojava na velikim svjetskim burzama te je uvođenje istih na Zagrebačku burzu logičan nastavak praćenja svjetskih trendova na tržištima kapitala. Osim što su od dionica unutar indeksa, koje zadovoljavaju ograničenja formirani skupovi optimalnih portfelja ovisnih o rizičnosti i prinosu, provedena je i analiza prinosa i rizika sektora prije i poslije početka svjetske financijske krize na temelju mjesečnih podataka od 1. siječnja 2005. do 31. siječnja 2013. godine. Navedeni indeksi se sastoje od ukupno 35 dionica, no samo 21 dionica zadovoljava iduća ograničenja:

- trgovanje na Zagrebačkoj burzi počelo u siječnju 2005. godine ili prije
- dovoljno velika vremenska serija – minimalno 95 mjesečnih podataka

U tablici 1. navedeni su simboli i izdavatelji dionica koje su zadovoljile ograničenja te su razvrstane prema sektorskom indeksu u kojem se nalaze.

Tablica 1. Dionice iz sektorskih dionica koje zadovoljavaju ograničenja

SEKTORSKI INDEKS	SIMBOL	IZDAVATELJ
CROBEXturist	ACI-R-A	ACI d.d.
	ARNT-R-A	Arenaturist d.d.
	HUPZ-R-A	HUP-Zagreb d.d.
	KORF-R-A	Valamar Adria holding d.d.
	RIVP-R-A	Riviera Adria d.d.
CROBEXtransport	ATPL-R-A	Atlantska plovidba d.d.
	JDPL-R-A	Jadranska plovidba d.d.
	JNAF-R-A	Jadranski naftovod d.d.
	LKRI-R-A	Luka Rijeka d.d.
	ULPL-R-A	Uljanik Plovidba d.d.
CROBEXnutris	BD62-R-A	Badel 1862 d.d.
	KRAS-R-A	Kraš d.d.
	LEDO-R-A	Ledo d.d.
	PODR-R-A	Podravka d.d.
CROBEXkonstrukt	DLKV-R-A	Dalekovod d.d.
	IGH-R-A	Institut IGH d.d.

² U radu se riječ „sektor“ koristi kao sinonim za sektorski indeks

	THNK-R-A	Tehnika d.d.
	VDKT-R-A	Viadukt d.d.
CROBEXindustrija	ERNT-R-A	Ericsson Nikola Tesla d.d.
	KOEI-R-A	Končar d.d.
	PTKM-R-A	Petrokemija d.d.

Izvor: službena web stranica Zagrebačke burze [online]. Dostupno na: www.zse.hr

Dionice prikazane u tablici 2. nisu zadovoljile ograničenja te su stoga eliminirane iz daljnje analize, a uz svaku dionicu naveden je razlog eliminacije.

Tablica 2. Dionice eliminirane iz daljnje analize

SEKTORSKI INDEKS	SIMBOL	IZDAVATELJ	RAZLOG ELIMINACIJE
CROBEXtransport	LKPC-R-A	Luka Ploče d.d.	trgovanje počelo 2.9.2005.
CROBEXnutris	ATGR-R-A	Atlantic Grupa d.d.	trgovanje počelo 19.11.2007.
	BLJE-R-A	Belje d.d.	trgovanje počelo 12.4.2005.
	KSST-R-A	Kaštelanski staklenici d.d.	trgovanje počelo 26.9.2006.
	KTJV-R-A	Kutjevo d.d.	trgovanje počelo 15.1.2007.
	VIRO-R-A	Viro tvornica šećera d.d.	trgovanje počelo 10.4.2006.
	VPIK-R-A	VUPIK d.d.	trgovanje počelo 31.5.2006.
CROBEXkonstrukt	HDEL-R-A	Hidroelektra niskogradnja d.d.	trgovanje počelo 25.1.2005.
	INGR-R-A	INGRA d.d.	trgovanje počelo 30.6.2005.
CROBEXindustrija	ADPL-R-A	AD Plastik d.d.	trgovanje počelo 7.9.2005.
	DDJH-R-A	Đuro Đaković Holding d.d.	trgovanje počelo 9.3.2005.
	DIOK-R-A	DIOKI d.d.	trgovanje počelo 8.2.2006.
	INA-R-A	INA-industrija nafte d.d.	trgovanje počelo 1.12.2006.
	KODT-R-A	Končar D&ST d.d.	trgovanje počelo 31.5.2005.

Izvor: službena web stranica Zagrebačke burze [online]. Dostupno na: www.zse.hr

4. Metode istraživanja

Investitori u izgradnji portfelja koriste se dva osnovna izvora informacija o učinku dionica (Markowitz, 1959.). Jedan pristup se temelji na povijesnim podacima o učinku dionica (ex-post), a drugi se temelji na očekivanjima u budućnosti (ex-ante) (Bendeković, 2000.). Uz pretpostavku da su povijesni podaci dobre procjene budućih kretanja, u ovom radu će naglasak upravo na povijesnim podacima. Kao što je već spomenuto, dva osnovna parametra kod odabira portfelja su prinos i rizik. Prinos se mjeri kretanjem tržišne cijene dionica, a iz tog razloga su promatrane prosječne dnevne cijene zadnjeg dana trgovanja u mjesecu u razdoblju od 1. siječnja 2005. do 31. siječnja 2013. godine, a za potrebe analize ovog rada promatrani su samo kapitalni dobitci. Radi mogućnosti usporedbe prinosa između dionica, korištene su relativne mjesečne promjene u logaritamskom obliku za 97 mjesečnih podataka, tj. 45 mjesečnih podataka za razdoblje prije početka krize i 52 mjesečna podatka za razdoblje nakon početka krize. Logaritamski prinos je prirodni logaritam omjera cijena iz razdoblja t i razdoblja $t-1$, što je prikazano u izrazu (1). Za cijenu određenog razdoblja uzet je zadnji dan u kojem se trgovalo promatranom dionicom u razdoblju t , tj. u promatranom mjesecu.

$$R_{it} = \ln\left(\frac{P_{it}}{P_{i,t-1}}\right) \quad (1)$$

R_t = povrat ulaganja u i -tu dionicu u razdoblju t

t = razdoblje t

P_{it} = cijena i -te dionice u razdoblju t

$P_{i,t-1}$ = cijena i -te dionice u razdoblju $t-1$

Kako bi se dobio prosječni prinos i -te dionice u promatranom razdoblju potrebno je podijeliti sumu svih mjesečnih logaritamskih prinosa s brojem podataka, tj. s brojem mjeseci uključenih u analizu, što je prikazano u izrazu (2).

$$E(R_{it}) = \bar{R}_i = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N R_{it} = \frac{1}{N} (R_{i1} + R_{i2} + R_{i3} + \dots + R_{iN}) \quad (2)$$

$E(R_i)$ = očekivani prinos i -te dionice u promatranom razdoblju

\bar{R}_i = prosječan prinos i -te dionice u promatranom razdoblju

R_{it} = povrat ulaganja u i -tu dionicu u razdoblju t

$t =$ razdoblje t

$N =$ broj mjesečnih podataka $= 97$

Prinos portfelja ovisi o prosječnim prinosima pojedinih dionica te o njihovom udjelu u portfelju, što je prikazano u izrazu (3).

$$E(R_P) = \sum_{i=1}^n w_i \bar{R}_i \quad (3)$$

$\bar{R}_i =$ prosječan prinos i -te dionice u promatranom razdoblju

$E(R_P) =$ očekivani prinos portfelja

$w_i =$ udjel i -te dionice u portfelju

$n =$ broj dionica

Drugi osnovni parametar kod odabira portfelja jest rizik. Rizik se mjeri varijancom, odnosno standardnom devijacijom (drugi korijen iz varijance), tj. odstupanjem vrijednosti cijene dionica od njihove prosječne (očekivane) vrijednosti (Statman, 1987.) Varijanca se može izračunati ako se suma kvadrata odstupanja vrijednosti od očekivane vrijednosti podijeli s brojem mjesečnih podataka. Formula je prikazana u izrazu (4). Što su odstupanja od očekivane vrijednosti veća, to je veća i standardna devijacija, što znači da je i rizik promatrane dionice veći.

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (R_{it} - E(R_i))^2 \quad (4)$$

$E(R_i) =$ očekivani prinos i -te dionice u promatranom razdoblju

$R_{it} =$ povrat ulaganja u i -tu dionicu u razdoblju t

$\hat{\sigma}_i^2 =$ varijanca

$t =$ razdoblje t

$N =$ broj mjesečnih podataka $= 97$

No, mnogo važniji rizik za investitora koji drži portfelj je tržišni rizik portfelja. (Rubenstein, 2002.). Tržišni rizik ovisi o očekivanom riziku pojedinih dionica unutar portfelja, očekivanim kovarijancama prinosa između dionica i udjelu dionica u portfelju. No, kod promatranja sektorskih indeksa na način da se svaki indeks može promatrati kao portfelj dionica, svaka dionica ima jednak udjel, tj. težinu u portfelju. Pet različitih sektorskih portfelja korišteni su kod analize utjecaja svjetske financijske krize na pojedini sektor, a kod formiranja optimalnih portfelja MV modelom, sve dionice iz tablice 1. formiraju portfelje

prije i nakon početka krize te je stoga potrebno odrediti optimalan udio svake pojedine dionice u portfelju, ovisno o rizičnosti i visini prinosa, što je napravljeno u tablicama 5. i 6.

$$\hat{\sigma}_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \hat{\sigma}_i^2 + 2 \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (5)$$

$\hat{\sigma}_p^2$ = varijanca portfelja

σ_{ij} = kovarijanca između i-te i j-te dionice

w_i = udjel i-te dionice u portfelju

w_j = udjel j-te dionice u portfelju

n = broj dionica u portfelju

Povezanost prinosa između dvije dionice mjeri se pomoću koeficijenta korelacije i kovarijanca. A povezanost između dionica unutar određenog indeksa ili portfelja iskazuje se pomoću korelacijske matrice. Izrazom (6) je prikazana je kovarijanca (prosječnih mjesečnih) prinosa između dvije promatrane dionice, što se koristi pri izračunu varijance portfelja (izraz 4). Kovarijanca se dobije tako da se suma svih umnožaka odstupanja dionica od svojih prosječnih vrijednosti pomnoži s recipročnom vrijednošću broja podataka, tj. broja mjeseci (N).

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N [R_{it} - E(R_i)][(R_{jt} - E(R_j))] \quad (6)$$

σ_{ij} = kovarijanca između i-te i j-te dionice

$E(R_i)$ = očekivani prinos i-te dionice u promatranom razdoblju

R_{it} = povrat ulaganja u i-tu dionicu u razdoblju t

N = broj mjesečnih podataka = 97

Postoji više različitih vrsta koeficijenta korelacije, no prilikom rada s linearnim modelima koristi se Pearsonov koeficijent korelacije prikazan u izrazu (7), te je stoga korišten i u ovom radu (Rodgers, Nicewander, 1988.). Za izračun koeficijenta korelacije potrebno je izračunati kovarijancu između dionica te standardne devijacije svake od dionica. Ukoliko je koeficijent korelacije jednak -1, to znači da su dionice savršeno negativno korelirane, koeficijent 0 znači da dionice nisu korelirane, a gornja granica 1 predstavlja savršenu pozitivnu korelaciju između dionica.

$$r_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}, -1 \leq r_{ij} \leq 1 \quad (7)$$

r_{ij} = koeficijent korelacije između i-te i j-te dionice

σ_{ij} = kovarijanca između i-te i j-te dionice

σ_i = standardna devijacija i-te dionice

σ_j = standardna devijacija j-te dionice

Koristeći izraz (6) može se izračunati kovarijančna matrica (drugi naziv je matrica varijanci i kovarijanci) koja je označena slovom S (izraz 8). Na glavnoj dijagonali kovarijančne matrice ($i=j$) nalaze se procjene varijanci za određenu dionicu, dok se izvan glavne dijagonale nalaze elementi koji predstavljaju kovarijance između dionica, s tim da vrijedi jednakost $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$, zbog čega se kod izračuna parametara mogu izostaviti vrijednosti iznad glavne dijagonale. Oznaka $\sigma_{ij}, i \in \{1, \dots, N\}, j \in \{1, \dots, M\}$ označava kovarijancu između i-te i j-te dionice. Vrijedi jednakost $N=M$, jer se radi o kvadratnoj matrici.

$$S = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1j} & \dots & \sigma_{1M} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2j} & \dots & \sigma_{2M} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{i1} & \sigma_{i2} & \dots & \sigma_{ij} & \dots & \sigma_{iM} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \dots & \sigma_{Nj} & \dots & \sigma_{NM} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Koristeći se izrazom (7) može se izračunati korelacijska matrica (izraz 9), u kojoj r_{ij} označava korelaciju između i-te i j-te dionice. Na glavnoj dijagonali matrice nalaze se jedinice iz razloga jer vrijedi $r_{ii}=1$, tj. prinos bilo koje dionice u korelaciji sa samim sobom je uvijek jednak vrijednosti jedan. Također, vrijedi i jednakost $r_{ij} = r_{ji}$ što znači da se kod izračuna parametara mogu izostaviti vrijednosti iznad glavne dijagonale, kao što je slučaj i s kovarijančnom matricom.

$$R = \begin{bmatrix} 1 & r_{12} & \dots & r_{1j} & \dots & r_{1M} \\ r_{21} & 1 & \dots & r_{2j} & \dots & r_{2M} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{i1} & r_{i2} & \dots & 1 & \dots & r_{iM} \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ r_{N1} & r_{N2} & \dots & r_{Nj} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

5. Izračun parametara analize

5.1. Izračuna očekivanih prinosa i rizika po sektorima

U tablici 3. prikazana je usporedba prinosa i standardnih devijacija sektorskih indeksa prije početka i nakon početka krize. Svi mjesečni podaci nakon listopada 2008. godine predstavljaju krizno razdoblje, a podaci od siječnja 2005. do rujna 2008. godine pretkrizno razdoblje. Iz ovih podataka može se iščitati na koji je sektor kriza najviše utjecala, a na koji najmanje te rizičnost pojedinih sektora. Dionice iz promatranih sektora uvrštene su u skupove optimalnih portfelja za zadane rizike, a zanimljivo je vidjeti dionice kojeg sektora imaju najveće udjele za određenu zahtijevanu razinu prinosa.

Tablica 3. Prosječan prinos i standardna devijacija sektorskih indeksa prije i nakon početka krize

	\bar{R}_i	σ_i
CROBEXturist	0,34%	8,72%
-prije krize	1,21%	6,30%
-kriza	-0,41%	8,58%
CROBEXtransport	-0,71%	12,40%
-prije krize	1,40%	11,02%
-kriza	-2,53%	13,21%
CROBEXnutris	0,25%	7,38%
-prije	1,64%	7,42%
-kriza	-0,95%	7,22%
CROBEXkonstrukt	-0,58%	12,19%
-prije krize	2,74%	10,40%
-kriza	-3,45%	13,12%
CROBEXindustrija	0,85%	6,42%
-prije	1,70%	5,67%
-kriza	0,11%	6,98%

Izvor: izračun autora na temelju podataka sa Zagrebačke burze. [online] Dostupno na <http://zse.hr>

Iz podataka se vidi da su najveći ukupni prosječni prinos ostvarile dionice u industrijskoj proizvodnji, tj. dionice koje se uvrštene u indeks CROBEXindustrija – 0,85% mjesečno. To je jedini sektor koji je ostvario pozitivan prosječni mjesečni prinos nakon početka krize. Najmanji prinos u prosjeku su ostvarile dionice iz transportne industrije, tj. dionice uvrštene u indeks CROBEXtransport – prosječni mjesečni pad od 0,71%.

CROBEXturist ostvario je prinos od 0,34% kroz čitavo razdoblje, a pretkrizni prinos je bio pozitivan (1,21%), dok je prosječni prinos nakon početka krize bio negativan (-0,41%). Također, kao i kod ostalih indeksa (osim CROBEXnutris), standardna devijacija je bila manja prije krize (6,30%) u odnosu na standardnu devijaciju u kriznom razdoblju (8,58%). Najrizičniji sektor bio je CROBEXtransport, pošto je njegova standardna devijacija iznosila 12,40%. Ukoliko se gleda pretkrizna rizičnost i rizičnost nakon početka krize, vidi se da je ovaj sektor bio najrizičniji od promatranih sektora u oba razdoblja. Specifičnost sektora prehrambene industrije jest ta da je veća volatilnost zabilježena prije krize. CROBEXkonstrukt je ostvario najveći prosječni prinos u pretkriznom razdoblju – čak 2,74% mjesečno, ali i najveći pad u kriznom razdoblju (3,45% mjesečno), što znači da je kriza imala najveći utjecaj upravo na ovu industriju. Standardna devijacija prije krize iznosila je 10,40%, a nakon krize 13,12% što ukazuje da se volatilnost prinosa povećala nakon početka krize. CROBEXindustrija je indeks koji je imao najveći prinos kroz promatrano razdoblje, a osim toga to je bio i najmanje rizičan indeks, jer su standardne devijacije najmanje u usporedbi s ostalim sektorima promatrano u oba razdoblja.

5.2. Izračun očekivanih prinosa i rizika po dionicama

U tablici 4. su prikazani prosječni mjesečni prinos i standardne devijacija svih dionica, na temelju čega će biti kreirani skupovi optimalnih portfelja, ovisno o rizičnosti i očekivanom prinosu portfelja.

Tablica 4. Prosječan prinos i standardna devijacija za odabrane dionice

Indeks	Dionica	prije početka krize		nakon početka krize	
		\bar{R}_i	σ_i	\bar{R}_i	σ_i
CROBEX turist	ACI-R-A	3,35	11,36	-2,04	12,08
	ARNT-R-A	-0,43	18,39	0,68	19,45
	HUPZ-R-A	3,27	11,90	-1,22	8,19
	KORF-R-A	-1,19	10,65	1,17	16,49
	RIVP-R-A	1,03	10,38	-0,62	13,79
CROBEX transport	ATPL-R-A	2,91	15,17	-3,90	15,12
	JDPL-R-A	-0,10	11,28	-3,14	16,18
	JNAF-R-A	1,18	14,24	-0,04	13,43
	LKRI-R-A	3,04	18,38	-1,77	16,66
	ULPL-R-A	-0,02	16,11	-3,81	14,23
CROBEX nutris	BD62-R-A	1,33	13,64	-3,13	17,06
	KRAS-R-A	0,40	8,28	-0,27	9,04
	LEDO-R-A	3,99	19,81	0,04	13,90
	PODR-R-A	0,83	7,98	-0,46	9,92
CROBEX	DLKV-R-A	2,19	13,20	-4,56	15,09

konstrukt	IGH-R-A	3,46	14,81	-5,08	18,38
	THNK-R-A	1,88	13,66	-2,56	17,21
	VDKT-R-A	3,43	18,46	-1,61	22,35
CROBEX industrija	ERNT-R-A	0,38	10,32	-0,42	10,94
	KOEI-R-A	2,51	12,73	0,54	12,94
	PTKM-R-A	2,20	10,03	0,22	16,34

Izvor: izračun autora na temelju podataka sa Zagrebačke burze. [online] Dostupno na <http://zse.hr>

Pojedinačno gledano, od svih dionica, LEDO-R-A ostvarila je najveći prosječni prinos (3,99% mjesečno) u razdoblju prije krize, ali uz najveću standardnu devijaciju (19,81%), tj. uz najveću rizičnost, dok je dionica KORF-R-A ostvarila najmanji prinos prije krize, tj. pad od 2,05% mjesečno. Dionica s najmanjom standardnom devijacijom je PODR-R-A sa standardnom devijacijom od 7,98%. Nakon početka krize najveći prinos zabilježila je dionica ARNT-R-A (0,68%), a najmanji prinos je iznosio -5,08%, a ostvarila ga je dionica IGH-R-A. Osim što je ostvarila najveći prihod, dionica ARNT-R-A je i najrizičnija dionica u kriznom razdoblju uz standardnu devijaciju od 19,45%. Najmanje rizična dionica nakon početka krize je HUPZ-R-A uz standardnu devijaciju od 8,19%.

Iz korelacijske matrice prinosa za razdoblje prije krize (dodatak 1.) vidi se da u većini slučajeva postoji slaba ili umjerena pozitivna korelacija, a najveća korelacija (0,89) postignuta je između dionica KOEI-R-A i KORF-R-A, što je kontraintuitivno jer se radi o dionicama iz različitih sektora. S druge strane, u korelacijskoj matrici nakon početka krize (dodatak 2.) najveći intenzitet (0,89) je postignut između dionica JDPL-R-A i ULPL-R-A, što je i logično jer se radi o dionicama iz istog sektora (CROBEXtransport). Jak intenzitet korelacije znači da investitor može u slučaju ekspanzije gospodarstva očekivati prinose sličnog intenziteta, a u vrijeme recesije može očekivati gubitke sličnog intenziteta između dionica. S gledišta investitora, najpoželjnija situacija je kada dionice (ili indeksi u ovom slučaju) imaju nisku ili po mogućnosti negativnu korelaciju, što znači da u slučaju kada jedna dionica (indeks) ostvaruje gubitak, druga dionica (indeks) ostvaruje prinos što rezultira redukcijom rizika. Primjer toga je negativna korelacija (-0,21) između dionica PODR-R-A i HUPZ-R-A u portfelju pretkriznog razdoblja ili npr. negativna korelacija (-0,25) između dionica KRAS-R-A i ACI-R-A u portfelju kriznog razdoblja.

5.3. Udio dionica u portfelju

Ukupan zbroj svih dionica u konačnom portfelju iznos 1, s tim da svaka dionica ima udio ovisno o zadanom riziku čitavog portfelja te ovisno o zadanim ograničenjima. U izrazu 10 prikazan je uvjet kojeg smo opisali.

$$\sum_{i=1}^{21} w_i = 1 \quad (10)$$

w_i = udjel i-te dionice u portfelju

Udjeli u portfelju moraju biti pozitivne veličine uz dani uvjet da nema posuđivanja dionica (eng. short-selling) (Markowitz, 1959.). U ovom radu će se primijeniti taj uvjet iz razloga što na Zagrebačkoj burzi još uvijek ne postoji mogućnost posuđivanja dionica.

$$w_i \geq 0 \quad (11)$$

w_i = udjel i-te dionice u portfelju

Kada bi svaka dionica imala jednak ponder u portfelju, on bi iznosio 0,047619 pošto je u portfelju 21 dionica. Kod formiranja portfelja, udjeli dionica u portfelju ograničeni su izrazom:

$$0,02 \leq w_i \leq 0,15 \quad (12)$$

w_i = udjel i-te dionice u portfelju

Sama optimizacija portfelja napravljena je pomoću Microsoft Excela, tj. potprograma Solvera koji se može ugraditi u sam program. Solver omogućava vrlo brz i precizan izračun udjela dionica u portfelju uz zadana ograničenja (izrazi 10 i 11), a prema zadanoj razini rizika. Standardne devijacije portfelja koje predstavljaju rizičnost mogu se izračunati ako je poznata kovarijančna matrica te ukoliko su poznati udjeli dionica u portfelju. Kako je kovarijančna matrica nepromjenjiva, mijenjajući stupnjeve rizičnosti, mijenjaju se i udjeli dionica unutar portfelja. Optimizacija je napravljena tako što je maksimiziran prinos s obzirom na zadanu razinu rizika (standardne devijacije) portfelja i zadana ograničenja opisana u izrazima 10 i 11.

Tablica 5. Prinosi i standardne devijacije portfelja prije početka krize (izraženo u %)

Portfelj	1	2	3	4	5	6	7
	udjeli dionica u portfelju (w_i)						
ACI-R-A	3,10	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00

ARNT-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ATPL-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
BD62-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
DLV-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ERNT-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
HUPZ-R-A	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	11,41	8,00
IGH-R-A	2,00	2,00	7,48	14,12	15,00	15,00	15,00
JDPL-R-A	5,93	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
JNAF-R-A	5,72	2,82	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
KOEI-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
KORF-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
KRAS-R-A	12,24	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
LEDO-R-A	2,00	9,94	13,15	15,00	15,00	15,00	15,00
LKRI-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
PODR-R-A	15,00	12,24	4,37	2,00	2,00	2,00	2,00
PTKM-R-A	15,00	15,00	15,00	8,88	2,78	2,00	2,00
RIVP-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
THNK-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ULPL-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
VDKT-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	7,22	11,59	15,00
$E(R_p)$	1,65	2,27	2,51	2,66	2,74	2,75	2,76
$\hat{\sigma}_p$	7,11	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	9,93
CROBEX	zbroj udjela dionica u portfelju iz sektorskih indeksa						
turist	24,10	36,00	36,00	36,00	36,00	32,41	29,00
transport	17,66	10,82	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
nutris	31,24	26,18	21,52	21,00	21,00	21,00	21,00
konstrukt	8,00	8,00	13,48	20,12	26,22	30,59	34,00
industrija	19,00	19,00	19,00	12,88	6,78	6,00	6,00

Izvor: izračuna autora na temelju podataka s web stranice Zagrebačke burze [online].

Dostupno na: <http://www.zse.hr>

U tablici 5. prikazano je devet različitih skupova portfelja ovisnih o riziku i prinosima portfelja za razdoblje prije krize. Vidljivo je kako porastom traženog prinosa raste i rizik mjeren standardnom devijacijom. Uz ograničenja, najveći mogući prinos portfelja iznosi 2,76% mjesečno, a ostvaruje se uz standardnu devijaciju od 9,93% (portfelj 9). U tom portfelju, četiri dionice s najvišim pojedinačnim prinosima imaju i najveće udjele (15%), dionica koja je ostvarivala peti najviši prinos (HUPZ-R-A) ima udio od 8%, dok sve ostale dionice imaju minimalni udio od 2%. Uz kretanje u lijevo prema manje rizičnim portfeljima, raste i udio onih dionica koje su imale najmanje standardne devijacije. Krajnje lijevo nalazi se portfelj 1 pri kojem je rizik maksimalno reduciran s obzirom na ograničenja. Maksimalne udjele od 15% imaju dionice PODR-R-A, PTKM-R-A i HUPZ-R-A koje pojedinačno gledano imaju najmanji stupanj rizičnosti (standardne devijacije) u promatranom razdoblju. U

portfeljima od 1 do 3 postignuta je redukcija rizika, pošto je rizik portfelja manji od rizika najmanje rizične dionice KRAS-R-A koja ima standardnu devijaciju od 8,28%. Ako se udjeli sektora u portfelju gledaju kao zbroj udjela pripadajućim im dionicama, mogu se uočiti neke pravilnosti. Iz tablice IV. se može iščitati kako udjeli sektora CROBEXtransport, CROBEXindustrija i CROBEXnutris padaju kako se krećemo prema desno k rizičnijim portfeljima. CROBEXturist najprije bilježi rast udjela do 36%, a nakon toga se taj udio smanjuje na 29% u portfelju 7. Trend rasta kako se krećemo prema portfeljima s većim zahtjevanim prinosom ima CROBEXkonstrukt, što se može objasniti činjenicom da u se u tom sektoru nalaze dionice koje nose visoki prinos.³

Tablica 6. Prinosi i standardne devijacije portfelja nakon početka krize (izraženo u %)

Portfelj	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	udjeli dionica u portfelju (w_i)								
ACI-R-A	15,00	7,36	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ARNT-R-A	11,77	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
ATPL-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
BD62-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
DLV-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ERNT-R-A	11,23	7,11	8,92	7,39	5,96	2,00	2,00	2,00	2,00
HUPZ-R-A	15,00	15,00	13,22	9,24	5,57	2,00	2,00	2,00	2,00
IGH-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
JDPL-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
JNAF-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,64	2,00	2,00	2,00
KOEI-R-A	2,00	10,53	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
KORF-R-A	2,00	2,00	2,87	8,37	13,47	15,00	15,00	15,00	15,00
KRAS-R-A	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	10,66	3,84	2,00
LEDO-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,58	2,00	6,16	8,00
LKRI-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
PODR-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
PTKM-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	4,78	12,34	15,00	15,00
RIVP-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
THNK-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
ULPL-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
VDKT-R-A	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
$E(R_P)$	-1,07	-0,83	-0,67	-0,55	-0,44	-0,36	-0,33	-0,30	-0,30
$\hat{\sigma}_P$	6,97	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	10,50	10,62
CROBEX	zbroj udjela dionica u portfelju iz sektorskih indeksa								
turist	45,77	41,36	35,08	36,61	38,04	36,00	36,00	36,00	36,00
transport	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	12,64	10,00	10,00	10,00
nutris	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	21,58	16,66	14,00	14,00

³ izračun autora

konstrukt	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
industrija	15,23	19,64	25,92	24,39	22,96	21,78	29,34	32,00	32,00

Izvor: izračuna autora na temelju podataka s web stranice Zagrebačke burze [online].

Dostupno na: <http://www.zse.hr>

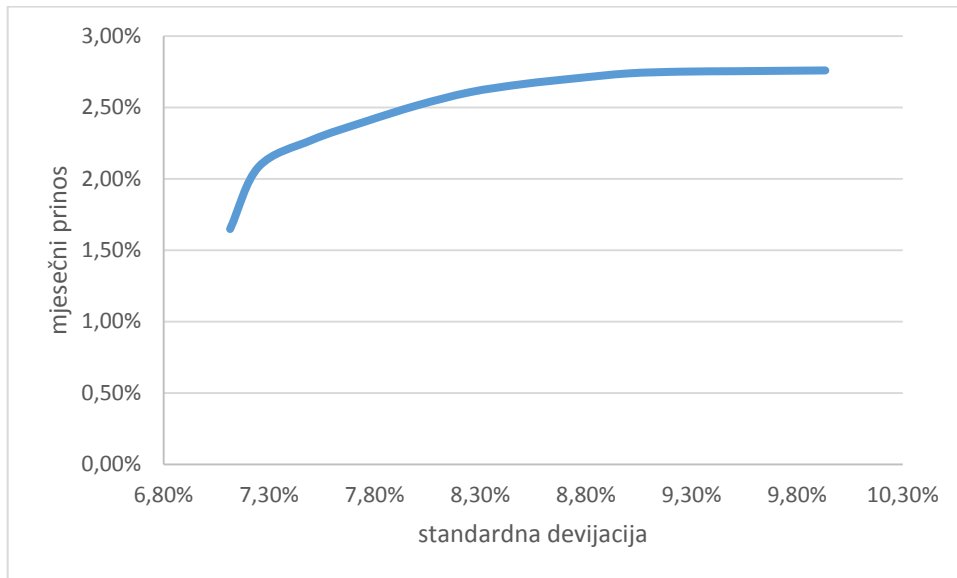
U kriznom portfelju prikazano je sedam različitih portfelja poredanih s lijeva na desno uz rastuću razinu rizičnosti, tj. uz rastuću standardnu devijaciju portfelja. Uz zadana ograničenja u izrazima 10., 11. i 12. maksimalan očekivani prinos portfelja iznosi -0,30%, što znači da niti jedna kombinacija dionica ne daje profitabilan portfelj. Taj prinos je ostvaren uz standardnu devijaciju od 10.62%, što je za 0,69 postotnih poena više od standardne devijacije kombinacije dionice koja daje najviši prinos za razdoblje prije početka krize. Iako se u usporedbi s pretkriznim portfeljem može postići niži rizik, tj. niža standardna devijacija za 0,14 postotnih poena, očekivani prinos za tu razinu rizika iznosi -1,07%, dok za razdoblje prije krize prinos uz najnižu razinu rizika iznosi 1,65%. U svim portfeljima, izuzev portfelja 6, sve dionice iz sektora CROBEXkonstrukt i CROBEXtransport imaju minimalan udio što je pokazatelj kako je kriza imala velik utjecaj na prinose i rizik dionica u tim sektorima. Udio CROBEXkonstrukta iznosi 8% za sve portfelje u tablici 6., dok udio CROBEXtransporta, uz izuzetak portfelja 6, iznosi 12% za sve portfelje. Iako nema pravilnosti kretanja udjela sektorskih indeksa CROBEXindustrija, CROBEXnutris i CROBEXindustrija, vide se razlike između udjela za niže i više razine očekivanog prinosa. Tako pada udio CROBEXturista s 45,77% (portfelj 1) na 36% (portfelj 9) dok udio CROBEXnutrisa pada s 21% na 14% kako se povećava očekivani prinos. Udio sektora CROBEXindustrije je porastao kada uspoređujemo portfelje 1 i 9.

5.4. Efikasna granica

Pomoću više skupova različitih portfelja koji se razlikuju po rizičnosti i prinosu, moguće je nacrtati efikasnu granicu. Efikasan portfelj su one kombinacije dionica uz koje se uz zadani rizik maksimizira prinos ili uz zadani prinos minimizira razina rizika, a portfelj je neefikasan ako je moguće postići viši prinos uz istu razinu rizika ili smanjiti razinu rizika uz istu razinu prinosa (Markowitz, 1959.). Skup efikasnih portfelja naziva se efikasna granica. Na slici II. nacrtana je efikasna granica za skup portfelja prikazan u tablici 5, tj. za skup portfelja prije početka krize, a na slici III. je efikasna granica za skup portfelja nakon početka krize. Lijevo od efikasne granice nalaze se portfelji koje nije moguće postići uz zadana ograničenja i zadani skup dionica, a desno od efikasne granice nalaze se skupovi portfelja koji su manje poželjni (nisu optimalni) od onih portfelja koji se nalaze na efikasnoj granici.

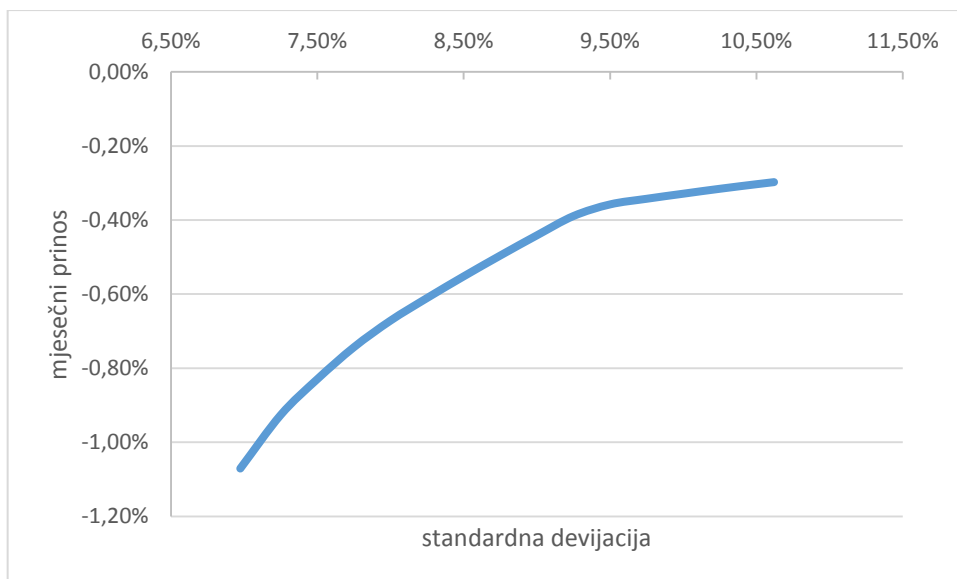
(Haugen, 1993.) To se može obrazložiti činjenicom da je uz zadanu razinu prinosa, optimalan onaj portfelj kojemu je razina rizika što manja ili uz zadanu razinu rizika, optimalan je onaj portfelj koji ima najviši prinos. (Orsag, 2011.)

Slika II. Efikasna granica za razdoblje prije početka krize



Pošto nakon krize maksimalan očekivani prinos i dalje nije pozitivna vrijednost, na slici III. prikazan je četvrti kvadrant, tj. kvadrant u kojem su vrijednosti na osi apscisa pozitivne, a vrijednosti na osi ordinata negativne.

Slika III. Efikasna granica nakon početka krize



Pronalazak optimalnog portfelja ovisi o investitorovom međuodnosu rizika i prinosa sadržanom u nekom optimalnom portfelju, odnosno o investitorovoj averziji prema riziku

(Brigham, Gapenski i Ehrardt, 1999.), što je moguće prikazati krivuljama indiferencije za svakog investitora. Točka u kojoj krivulja indiferencije nekog investitora tangira efikasnu granicu je upravo optimalni portfelj za tog investitora. Konzervativni investitori imati će veći nagib krivulje indiferencije pošto imaju veću averziju prema riziku, dok će agresivniji investitor imati manji nagib krivulje indiferencije pošto ima manju averziju prema riziku.

6. Zaključak

Uvidom u podatke Zagrebačke burze jasno se da iščitati da je svjetska financijska kriza uzrokovala pad prinosa svih indeksa i većine dionica, no nameće se pitanje koji sektor je bio pogođeniji svjetskom financijskom krizom. Analizom se došlo do zaključka da su građevinski sektor (CROBEXkonstrukt) i sektor transporta (CROBEXtransport) doživjeli najveći pad prosječnih prinosa nakon početka krize. Uz prosječni rast od 2,74% mjesečno prije početka krize CROBEXkonstrukt je imao najveći prinose, dok je nakon početka krize uz pad od 3,45% mjesečno ostvarivao najveće gubitke što znači da je kriza uzrokovala smanjenje prosječnih prinosa od čak 6,19 postotnih poena, a za CROBEXtransport taj pad iznosi 3,93 postotna poena. Sektor industrijske proizvodnje jedini je sektor koji je ostvario pozitivan prosječni mjesečni prinos u oba promatrana razdoblja, a upravo je na taj sektor kriza imala najmanji utjecaj uz smanjenje prosječnih mjesečnih prinosa od 1,59 postotnih poena.

Također, rezultati analize ukazuju na razlike u portfeljima prije i nakon početka svjetske financijske krize koja je znatno utjecala na prinose i rizičnost dionica, a samim time i na rizičnost određenih sektora. Tako se prije početka krize udio dionica iz sektorskog indeksa CROBEXturist povećava kako raste zahtijevani prinos, a nakon početka krize taj udio u prosjeku pada, dok za CROBEXindustriju vrijedi obratna situacija, jer prije početka krize udio pada s porastom zahtjevanog prinosa, a nakon početka krize udio raste s porastom zahtjevanog prinosa. Isti smjer kretanja udjela, tj. pad udjela s porastom zahtjevanog prinosa, neovisno o razdoblju nalazimo kod sektora proizvodnje i prerade hrane (CROBEXnutris), dok građevinski sektor i sektor transporta imaju konstantan udio nakon početka krize bez obzira na razinu zahtjevanog prinosa te stoga analiza kretanja njihovih udjela s obzirom na razdoblje nije prikladna.

No, treba biti svjestan da je Markowitz svoju teoriju razvio na temelju visoko likvidnog američkog tržišta dionica, što nije slučaj s hrvatskim tržištem dionica gdje je prosječni dnevni promet dionica u sastavu referentnog indeksa CROBEX na Zagrebačkoj burzi pao za 83,27% od 2008. do 2012. godine.⁴ To ukazuje na znatan pad likvidnosti trgovanja. Također pad realnih dohodaka i rast nezaposlenosti izazvao je smanjenje zainteresiranosti domaćih ulagača, tako da se daljnji rast prometa na Zagrebačkoj burzi može očekivati kada se hrvatsko gospodarstvo nađe na uzlaznoj putanji rasta. Tada bi na popularnosti trebali dobiti i sektorski indeksi, koji su uobičajena pojava na velikim svjetskim burzama te je stoga uvođenje istih na

⁴ Izračun autora na temelju podataka Zagrebačke burze [online]. Dostupno na: <http://www.zse.hr>

Zagrebačku burzu logičan nastavak praćenja svjetskih trendova na tržištima kapitala. No ulazak u EU bi trebao izazvati veću zainteresiranost stranih ulagača u hrvatsko tržište kapitala, što bi moglo rezultirati rastom obujma trgovanja dionica na Zagrebačkoj burzi i rastom popularnosti analize dioničkog tržišta pomoću raznih alata, a među kojima je i Markowitzeva teorija koja je često korištena na razvijenim tržištima kapitala.

Zaključno, izračunom standardnih devijacija kao mjere rizičnosti i prinosa kao mjere profitabilnosti utvrđeno je da je kriza imala znatan utjecaj na poslovne rezultate promatranih sektora što se reflektiralo kroz pad cijene dionica u razdoblju nakon početka krize i kroz činjenicu da u kriznom razdoblju niti jedna kombinacija dionica nije dala portfelj s pozitivnim prinosom. Sam utjecaj krize na poslovne rezultate izazvao je i promjene u rizičnosti i profitabilnosti sektora te shodno tome i na njihove udjele u portfeljima prije i nakon početka krize.

Dodatci

Dodatak 1. Korelacijska matrica za razdoblje prije početka krize

	ACI	ARNT	ATPL	BD62	DLKV	ERNT	HUPZ	IGH	JDPL	JNAF	KOEI	KORF	KRAS	LEDO	LKRI	PODR	PTKM	RIVP	THNK	ULPL	VDKT	
ACI	1																					
ARNT	0,46	1																				
ATPL	0,61	0,53	1																			
BD62	0,55	0,58	0,64	1																		
DLKV	0,55	0,52	0,76	0,67	1																	
ERNT	0,54	0,64	0,65	0,65	0,65	1																
HUPZ	0,15	0,12	0,17	0,25	0,03	-0,10	1															
IGH	0,35	0,39	0,62	0,51	0,79	0,52	-0,04	1														
JDPL	0,29	0,27	0,64	0,39	0,52	0,53	0,04	0,49	1													
JNAF	0,05	0,26	0,12	0,39	0,36	0,34	0,04	0,53	0,09	1												
KOEI	0,57	0,59	0,71	0,71	0,83	0,82	0,10	0,69	0,53	0,55	1											
KORF	0,54	0,61	0,67	0,62	0,73	0,82	0,04	0,56	0,47	0,43	0,89	1										
KRAS	0,51	0,58	0,69	0,64	0,69	0,66	0,15	0,63	0,48	0,28	0,71	0,65	1									
LEDO	0,18	0,23	0,32	0,20	0,40	0,27	-0,12	0,42	0,27	0,29	0,44	0,29	0,28	1								
LKRI	0,52	0,47	0,68	0,58	0,67	0,59	-0,01	0,61	0,52	0,19	0,62	0,50	0,54	0,31	1							
PODR	0,62	0,54	0,51	0,54	0,61	0,80	-0,21	0,53	0,33	0,33	0,74	0,74	0,69	0,35	0,41	1						
PTKM	0,24	0,30	0,29	0,39	0,41	0,42	0,08	0,46	0,42	0,27	0,52	0,39	0,39	0,26	0,42	0,28	1					
RIVP	0,51	0,51	0,62	0,64	0,56	0,65	0,02	0,51	0,37	0,21	0,62	0,60	0,64	0,25	0,52	0,57	0,45	1				
THNK	0,34	0,45	0,58	0,68	0,67	0,54	0,26	0,66	0,58	0,49	0,73	0,62	0,62	0,40	0,53	0,48	0,57	0,63	1			
ULPL	0,39	0,44	0,69	0,60	0,65	0,45	0,18	0,55	0,35	0,20	0,56	0,49	0,54	0,18	0,55	0,32	0,26	0,63	0,47	1		
VDKT	0,23	0,52	0,60	0,58	0,68	0,53	0,27	0,60	0,55	0,34	0,66	0,55	0,63	0,43	0,54	0,41	0,49	0,34	0,61	0,48	1	

Izvor: izračuna autora na temelju podataka s web stranice Zagrebačke burze [online]. Dostupno na: <http://www.zse.hr>

Dodatak 2. Korelacijska matrica za razdoblje poslije početka krize

	ACI	ARNT	ATPL	BD62	DLKV	ERNT	HUPZ	IGH	JDPL	JNAF	KOEI	KORF	KRAS	LEDO	LKRI	PODR	PTKM	RIVP	THNK	ULPL	VDKT	
ACI	1																					
ARNT	-0,05	1																				
ATPL	0,03	0,08	1																			
BD62	0,12	0,03	0,41	1																		
DLKV	-0,08	0,14	0,61	0,40	1																	
ERNT	0,10	-0,08	0,58	0,49	0,53	1																
HUPZ	0,06	0,17	0,36	0,11	0,32	0,13	1															
IGH	0,09	-0,01	0,44	0,32	0,73	0,61	0,13	1														
JDPL	0,16	0,01	0,84	0,38	0,70	0,51	0,23	0,59	1													
JNAF	0,15	0,15	0,55	0,35	0,58	0,50	0,43	0,48	0,57	1												
KOEI	0,25	-0,21	0,59	0,36	0,72	0,64	0,24	0,68	0,68	0,55	1											
KORF	0,22	0,12	0,70	0,41	0,64	0,59	0,30	0,63	0,77	0,60	0,75	1										
KRAS	-0,25	-0,09	0,34	0,09	0,63	0,27	0,21	0,48	0,38	0,20	0,44	0,33	1									
LEDO	0,11	-0,07	0,60	0,27	0,65	0,68	0,31	0,65	0,61	0,72	0,79	0,66	0,48	1								
LKRI	0,14	0,02	0,58	0,36	0,72	0,51	0,25	0,67	0,78	0,60	0,74	0,73	0,48	0,65	1							
PODR	0,30	-0,04	0,61	0,36	0,59	0,54	0,31	0,57	0,74	0,51	0,75	0,73	0,36	0,63	0,69	1						
PTKM	0,00	0,03	0,54	0,43	0,70	0,50	0,24	0,58	0,66	0,59	0,72	0,64	0,60	0,71	0,77	0,61	1					
RIVP	0,30	0,20	0,41	0,22	0,24	0,36	0,26	0,26	0,32	0,60	0,30	0,48	0,03	0,36	0,35	0,21	0,26	1				
THNK	0,01	0,18	0,63	0,46	0,80	0,58	0,25	0,70	0,74	0,57	0,76	0,76	0,52	0,69	0,79	0,66	0,83	0,28	1			
ULPL	0,11	0,00	0,87	0,38	0,58	0,56	0,25	0,51	0,89	0,55	0,61	0,69	0,35	0,62	0,73	0,65	0,61	0,34	0,62	1		
VDKT	0,03	0,27	0,71	0,52	0,79	0,59	0,31	0,65	0,76	0,51	0,65	0,66	0,45	0,62	0,74	0,62	0,70	0,26	0,80	0,70	1	

Izvor: izračuna autora na temelju podataka s web stranice Zagrebačke burze [online]. Dostupno na: <http://www.zse.hr>

Popis literature

1. Aljinović, Z., Marasović, B., Šego, B., 2011. Financijsko modeliranje, 2. izmijenjeno i dopunjeno izdanje. Split: Ekonomski fakultet u Splitu
2. Andrijašević, S., Petranović, V., 1999. *Ekonomika osiguranja*, Alfa, Zagreb
3. Bendeković, D., 2000. Pristup procjeni rizika i povrata kod ulaganja u obične dionice, *Ekonomski pregled*, 51 (11-12) 1282-1312
4. Bodie Z., Kane A., Marcus A. J., 2006. Počela ulaganja. Mate, Zagreb
5. Brealey, R. A., Myers, S. C., 1991. Principles of Corporate Finance, McGraw-Hill, Sixth Edition, New York, str. 160-168.
6. Brigham, E.F., Gapenski, L.C., Ehrardt, M.C., 1999. Financial Management, Theory and Practice, deveto izdanje, The Dryden Press, Hinsdale, Illinois, str. 187.
7. Haugen, R.A., 1993. Modern Investment Theory, treće izdanje, Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, New Jersey
8. Jakšić, S., 2007. Primjena Markowitzve teorije na tržište dionica Zagrebačke burze, *Zbornik ekonomskog fakulteta*, Vol. 5 No. 1, Zagreb
9. Jerončić, M. i Aljinović, Z., 2011. Formiranje optimalnog portfelja pomoću Markowitzevog modela uz sektorsku podjelu, *Ekonomski pregled*, 62 (9-10) 583-606
10. Markowitz, H. M., 1952. *Portfolio Selection*, The Journal of Finance, Vol. 7, Issue 1
11. Markowitz, H. M., 1959. *Portfolio Selection (Efficient Diversification of Investment)*, John Wiley & Sons, New York
12. Orsag, S., 2011. Vrijednosni papiri, Revicon, Sarajevo
13. Rodgers, J.L., Nicewander W. A., 1988. Thirteen ways to look at the correlation coefficient. *The American Statistician*, Vol. 42, No. 1
14. Rubinstein, M., 2002. Markowitz's "Portfolio Selection": A Fifty-Year Retrospective, *The Journal of Finance*, Vol. 57, No. 3, str. 2.
15. Statman, M., 1987. How Many Stocks Make a Diversified Portfolio?, *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, Vol. 22, No. 3
16. Van Horne, J. C., 1997. *Financijsko upravljanje i politika (Financijski menedžment)*, deveto izdanje, MATE, Zagreb

Marko Ćurković

**Utjecaj svjetske financijske krize na formiranje multisektorski-
diverzificiranih optimalnih portfelja pomoću Markowitzove teorije na
Zagrebačkoj burzi**

Sažetak

Na Zagrebačku Burzu su 22. veljače 2013. godine uvedeni sektorski indeksi iz čega se može zaključiti da u kontekstu razvoja hrvatskog tržišta kapitala na značenju dobiva promatranje prinosa i rizika po sektorima. Cilj ovog rada je prikaz rezultata statističke analize povrata i rizika na odabrane dionice uvrštene u sektorske indekse kroz duže vremensko razdoblje kako bi se dobila slika o rezultatima pojedinih sektora u razdoblju prije i za vrijeme krize pri čemu je pomoću korelacijske matrice provedena analiza povezanosti kretanja cijene dionica. U dosadašnjim radovima vezanima uz kreiranje optimalnog portfelja pomoću Markowitzove teorije na hrvatskom tržištu kapitala, optimalni portfelj se kreirao na bazi tjednih podataka ili na bazi mjesečnih podataka prije 2005. godine. Doprinos ovog rada predstavlja analiza utjecaja svjetske financijske krize na uspješnost različitih sektorskih indeksa Zagrebačke burze.

KLJUČNE RIJEČI: Markowitzeva teorija, moderna teorija portfelja, Zagrebačka burza, sektorska diverzifikacija, svjetska financijska kriza

Marko Ćurković

The Impact of Global Financial Crisis on Creation of Multisectoral Diversificated Optimal Portfolios by Using Markowitz Theory on the Zagreb Stock Exchange

Summary

On 22nd February 2013 sectoral indices were introduced in Zagreb Stock Exchange, from which can be concluded that in the context of the development of the Croatian capital market the observation of sectoral yields and risks gained more importance. The purpose of this paper is to present the results of risk and return statistical analysis of selected stocks listed in the sectoral indices over a long period of time. In this way, it is possible to obtain performance results of individual sector indices before and after the beginning of the financial crisis. The analysis of connection between observed stock price changes is conducted by using correlation matrix. Previous researches have primarily focused on creation of an optimal portfolio by using weekly or monthly data without analyzing the impact of financial crisis. Therefore, the contribution of this paper can be seen in analyzing the impact of financial crisis on performance different sector indices.

KEY WORDS: Markowitz theory, Modern Portfolio Theory, Zagreb Stock Exchange, Sectoral Diversification, Global Financial Crisis