



Munich Personal RePEc Archive

# **Comparative analysis of european capital market and Dow Jones Industrial Average Index**

Tomić, Bojan and Sesar, Andrijana and Džaja, Tomislav

Effectus College for Law and Finance, Hrvatska elektroprivreda d.d.,  
Raiffeisen mirovinsko društvo za upravljanje obveznim mirovinskim  
fondom d.d.

June 2014

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/55555/>  
MPRA Paper No. 55555, posted 06 Aug 2014 13:47 UTC

# KOMPARATIVNA ANALIZA EUROPSKOG TRŽIŠTA KAPITALA I DOW JONES INDUSTRIAL AVERAGE INDEKSA

## SAŽETAK RADA

Racionalni pristup investiranju očituje se kroz ostvarivanje što većeg prinosa za danu razinu rizika, odnosno ostvarivanje danog prinosa uz prihvaćanje što manje razine rizika. U procesu investiranja, investitorima se nameće pitanje učinkovite diversifikacije kao nužan preduvjet u ostvarenju svog cilja. Ekonomska kriza u širem smislu, koja se 2007. godine dogodila u SAD-u, generirala je i ekonomsku krizu na području eurozone, odnosno krizu na globalnoj razini. Industrijsko-financijska povezanost SAD-a i Europe doprinijela je bržem „razvoju“ krize te kao uzročno posljedičnu vezu širenju krize i na tržišta kapitala u Europi. Budući da se već postojanjem ekonomske povezanosti potvrđuje njihova međuovisnost, postavlja se pitanje u kojoj se mjeri i koliko točno može opisati utjecaj SAD-a na europsko tržište kapitala. Svrha ovog rada je ustanoviti, kvantificirati i opisati utjecaj, odnosno korelaciju između vodećeg američkog Dow Jones Industrial Average (DJIA) indeksa i europskog tržišta kapitala. U tu svrhu, europsko tržište kapitala je predstavljeno kao optimalni rizični portfelj kreiran od deset odabranih dioničkih indeksa EU-a te je prikazan u obliku europskog tržišnog indeksa. Konačno, modelom jednostavne linearne regresije ustanovljena je značajna zavisnost kreiranog europskog indeksa u odnosu na DJIA indeks što ukazuje da je s visokim postotkom pouzdanosti moguće predvidjeti i objasniti kretanje vrijednosti europskog tržišta kapitala na osnovu promjene vrijednosti DJIA indeksa.

Ključne riječi: optimizacija portfelja, koeficijent korelacije, koeficijent determinacije, linearna regresija, nagib pravca – beta.

## **SUMMARY**

A rational approach to investing is manifested through the realization of a higher yield for a given level of risk, and the realization of a given yield by accepting lower risk levels. Through the investment process, the question that is brought to investors' attention is the importance of effective diversification as a necessary prerequisite for successful goal achievement. Generally speaking, economic (financial) crisis that originally started in the USA in 2007 helped generating the economic crisis in the Eurozone and then globally. Industrial and financial connection between the U.S. and Europe has contributed to the rapid "development" of the crisis and a causal relationship and the spread of the crisis across European capital market. Since the close economic connection already indicates the interdependence between U.S. and European markets, the question is: How large is the influence that the USA has over the European capital and what are the appropriate ways to measure and describe that influence. The purpose of this study is to identify, quantify and describe the impact, and the correlation between the leading U.S. Dow Jones Industrial Average (DJIA) index and European capital markets. In this case, the European capital market is presented as an optimal risk portfolio created from ten selected EU equity indices of and is shown in the form of a European market index. Finally, simple linear regression demonstrated significant dependence of the created European index upon the DJIA index, which indicates that there is a high probability that we can predict and demonstrate how DJIA index value changes affect on European capital market movements.

Keywords: optimization of the portfolio, the correlation coefficient, coefficient of determination, linear regression, slope – beta.

## 1. UVOD I MOTIVACIJA

Širenjem ekonomske krize iz SAD-a na područje eurozone smanjile su se i gospodarske aktivnosti zemalja EU-a što je utjecalo na pad vrijednosti dionica i stagnaciju tržišta kapitala. Sukladno pretpostavci da je vrijednost financijskog instrumenta na sekundarnom tržištu određena sadašnjom vrijednošću očekivanih novčanih tokova vezanih uz financijski instrument, očekivano je da će tržišta kapitala negativno reagirati na slabije rezultate poslovanja tvrtki. Dodatno, negativne promjene nastale i na tržištu kapitala u Republici Hrvatskoj posljedice su prvenstveno globalne ekonomske krize, a naposljetku i krize u eurozoni.

Jedan od prvih i osnovnih modela za kreiranje serije optimalno rizičnih portfelja je Mean Variance (M-V) model kojeg je 1952. godine postavio nobelovac Harry Markowitz. Prioritet njegova istraživanja bio je pronalazak balansa između rizika – izraženog u varijanci i prinosa pojedine dionice. Model je sa svojim brojnim prednostima imao i neke nedostatke, kao što su: pretpostavka da su cijene dionica normalno distribuirane – koja nikada nije dokazana, potpuna točnost ulaznih parametara koje se koriste za analizu u modelu – što je rijedak slučaj, svojstvo koeficijenta korelacije da za vrijeme financijskih kriza konvergira prema vrijednosti jedan te velik broj ulaznih podataka u optimizaciji portfelja, što prilikom analiza traži više sredstava i vremena.

Praktičnom primjenom modela u različitim režimima u kojima se tržište nalazi ustanovljeno je da standardni M-V model ne daje optimalne rezultate. Dokazano je da se za vrijeme turbulentnih razdoblja povećava korelacija promjene vrijednosti dionica na različitim tržištima te se investitori suočavaju s problemom efikasne diversifikacije Kunovac (2010). Budući da je ključni koncept za izgradnju optimalno rizičnog portfelja upravo efikasna diversifikacija – u prvom se dijelu radu opisuje izrada jednog takvog međunarodnog portfelja te se razmatrajući njegove performanse opisuje trenutno stanje tržišta kapitala na području EU-a. Izradi portfelja pristupilo se s pretpostavkom racionalnih investitora, odnosno pretpostavlja se da investitori kreiraju portfelje koji se nalaze na efikasnoj granici M-V modela poštujući unaprijed definirana ograničenja u pogledu udjela u pojedinom indeksu. Isto tako, investitori za ulaganje razmatraju samo ona tržišta čiji su glavni dionički indeksi ostvarili značajnije prinose u proteklih pet godina. Iako glavni dionički indeks na hrvatskom tržištu kapitala – CROBEX u promatranom vremenu nije ostvario pozitivne rezultate koji bi ga svrstali među investitorima kao atraktivnu i poželjnu investiciju – radi doprinosa u daljnjim analizama uvršten je u ovo razmatranje. U drugom dijelu rada modelom linearne

regresije objašnjava se utjecaj i povezanost vodećeg američkog DJIA indeksa na kreirani međunarodni portfelj.

### **1.1 Prijašnja istraživanja**

Kod većine dosadašnjih sličnih istraživanja, primarni cilj analize bila je usporedba pojedinačnog tržišta kapitala i njegova ovisnost o nekom drugom vodećem nacionalnom indeksu, poput DAX-a ili DJIA-a. Tako u svom radu Sajter i Ćorić (2009), analiziraju zavisnost CROBEX-a o američkom S&P500 indeksu u razdoblju od 2005. do 2008. godine. U razmatranje uzimaju u obzir i zakašnjeli utjecaj S&P500 indeksa na CROBEX. Rezultati njihovog istraživanja ukazuju da se investitori na hrvatskom tržištu kapitala značajno oslanjaju na kretanje S&P500 prilikom donošenja investicijskih odluka. Isto tako, prema Ang i Bekaert (2004) tržišta kapitala redovito se kreću u jednom od dva moguća režima: mirni režim – u kojem su prinosi pozitivni, varijabilnost niska i relativno slaba korelacija među promatranim dionicama i turbulentni režim – gdje su prinosi niski, varijabilnost velika, a korelacija izraženija. Kunovac (2010) Markow Regime Switching metodologijom utvrđuje i analizira trenutne režime na hrvatskom tržištu kapitala te ukazuje na značajne razlike prilikom izračuna korelacija prinosa u različitim režimima u kojima se tržište nalazi.

U ovom se radu istraživanje proširuje na analizu ovisnosti međunarodnog portfelja kreiranog od vodećih indeksa zemalja EU-a i američkog tržišta kapitala kojeg predstavlja DJIA indeks. Pored toga, obzirom na činjenicu o sve većem stupnju europske financijske integracije, opisuje se i mogućnost efikasne diversifikacije rizika na području Europe. Arnerić (2010) definira financijsku integraciju kao situaciju kada jednako rizična imovina na različitim tržištima ima isti očekivani prinos bez obzira na rezidenciju kupca ili prodavatelja. Iako trenutni stupanj europske financijske integracije u velikoj mjeri odstupa od navedene definicije, spajanje amsterdamske, briselske i pariške burze u zajedničku Euronext burzu sigurno je primjer i korak dalje pri ostvarenju zajedničkog tržišta dionica. Sukladno navedenom te sve većim stupnjem ekonomske integriranosti povećava se i cjenovna korelacija između tržišta kapitala. Iz tog su razloga investitori primorani češće preispitivati primijenjene strategije, odnosno tržišta, kako bi razinu diversifikacije držali na učinkovitom nivou. Za razliku od prethodnih istraživanja, vremenski interval koji je uključen u analizu ovog rada je proteklih 5 godina, od 1. siječnja 2009. do 31. prosinca 2013. godine. Obzirom na njihovo kretanje, odnosno značajan rast vrijednosti promatranih indeksa, pretpostavljen je mirni režim tržišta. Isto tako, prilagodba modela – koji bi uzimao u obzir različite vremenske

zone, zahtijevala bi dodatna promatranja i analize te možda dala i različite rezultate – što ostavlja prostora za daljnju akademsku raspravu i analizu.

## **2. METODOLOGIJA**

Prvi dio ovog rada fokusira se na kreiranje međunarodnog portfelja na području tržišta kapitala EU-a. Latković (2010) dokazuje da portfelj kreiran od stranih poduzeća može znatno smanjiti rizik uz zadržavanje očekivanog prinosa portfelja, pri čemu su problemi poput diversifikacije, analize vrijednosnica i alokacije imovine i dalje prisutni. Međutim, radi pragmatičnosti istraživanja, umjesto kretanja vrijednosti pojedinačne imovine, korištene su promjene vrijednosti odabranih dioničkih indeksa nacionalnih tržišta. Isto tako, izborom internacionalnog ulaganja investitori se suočavaju s dodatnim problemima i rizicima koji nisu prisutni na domaćim tržištima, poput: problem kontroliranog protoka kapitala između tržišta, različitih zakona i različitih računovodstvenih standarda koji se primjenjuju u različitim zemljama, političkog rizika i valutnog rizika Bodie & et al. (2004). Tako u svom radu Latković (2000) kao jedan od problema diversifikacije međunarodnog portfelja navodi valutni rizik te analizira utjecaj promjene tečaja valuta na pronalaženje optimalne kombinacije ulaganja na primjeru domaćeg i stranog portfelja. Prvenstveno radi stabilnog tečaja kune, uočava da ne postoji velika promjena udjela kod portfelja s osiguranjem na promjenu tečaja kune i bez njega. Kako se ovo istraživanje provelo na području EU-a između zemalja potpisnica sporazuma iz Maastrichta, postojanje valutnog rizika je ograničeno u domeni kriterija iz sporazuma, odnosno pretpostavka je da ne postoji značajnija prijetnja valutnog rizika. Osnovni pristup izrade, odnosno optimizacije portfelja bazira se na M-V modelu opisanom u nastavku.

U drugom se djelu rada, kao primarni cilj istraživanja, statističkom analizom te modelom jednostavne linearne regresije razmatra veza američkog tržišta kapitala i promatranog europskog indeksnog portfelja. U cilju predviđanja vrijednosti portfelja i njegove zavisnosti o DJIA indeksu, optimalni portfelj je prikazan u indeksnom obliku prema udjelima koji su rezultat optimizacije. Ulazni podaci potrebni za istraživanje većim su dijelom prikupljeni sa promatranih burzi, gdje su i javno dostupni.

### **2.1 Moderna teorija portfelja (MTP)**

Prvi formalni *Mean Variance* (M-V) model koji opisuje kvantifikaciju rizika te optimizaciju portfelja razvio je Harry M. Markowitz 1952. godine u svojoj knjizi „*Efficient Diversification of Investments*“. Prioritet njegova istraživanja bio je pronalazak balansa

između rizika – izraženog u varijanci i prinosa pojedine dionice. U prvom je redu kvantitativno opisao rizik, dokazao prednosti diversifikacije portfelja te naposljetku i opisao način njegove optimizacije. *Mean Variance* model, kao i moderna teorija portfelja (MTP) koja se temelji na njegovom radu, pretpostavlja da investitori ne vole rizik, odnosno da ako mogu izabrati dvije investicije jednakog očekivanog prinosa, odabrat će onu manje rizičnu. Teorija u svom izvornom obliku govori o odabiru dionica putem funkcije korisnosti kvadratnog oblika, čiji su osnovni elementi očekivani prinosi, rizici i korelacije dionica Latković (1999). Radi praktičnosti istraživanja te analize koja slijedi, u izračunu su korišteni povijesni podaci promatrane imovine, u ovom slučaju indeksa.

Prinos u razdoblju ulaganja osnovna je mjera uspjeha investiranja na tržištu kapitala. Prinosi na indeks  $i$  u vremenskom razdoblju  $t$  računaju se kao kontinuirani prinosi izrazom 1.

$$r_{it} = \ln\left(\frac{P_{it}}{P_{it-1}}\right) \quad (1)$$

Gdje je:  $r_{it}$  – prinos u razdoblju ulaganja,  $\ln$  – prirodni logaritam,  $P_{it}$  – vrijednost indeksa  $i$  u trenutku  $t$ ,  $P_{it-1}$  – vrijednost indeksa  $i$  u trenutku  $t-1$ . Očekivani (prosječni) prinos indeksa dan je kao aritmetička sredina prinosa indeksa u promatranom razdoblju.

$$E(r_i) = \bar{r}_i = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n r_{it} \quad (2)$$

Gdje je:  $E(r_i)$  – očekivani (prosječni) prinos,  $n$  – broj vremenskih razdoblja. Očekivani prinos portfelja od  $m$  indeksa dan je kao ponderirani prinos očekivanih prinosa pojedinih indeksa u portfelju kao što prikazuje izraz 3.

$$E(r_p) = \sum_{i=1}^m w_i E(r_i) \quad (3)$$

Gdje je:  $E(r_p)$  – očekivani prinos portfelja,  $w_i$  – udjeli pojedinih indeksa u portfelju. Slijedeći potrebni parametar za konstruiranje portfelja je rizik pojedinačno promatrane imovine. Rizik se u investiranju može prikazati pomoću disperzije oko očekivane srednje vrijednosti. Za mjeru disperzije koristi se varijanca kao očekivana vrijednost kvadriranih odstupanja od očekivane (prosječne) vrijednosti prinosa promatrane imovine, u ovom slučaju – odstupanje od prosječne vrijednosti indeksa. Varijanca je dana izrazom 4<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Kada se u izračunu koristi odstupanje od prosječnih prinosa za određeno razdoblje uzorka (izračun na temelju povijesnih podataka) potrebno je napraviti korekciju za statistički naziv „izgubljeni stupanj slobode“  $\frac{n}{n-1}$ . Međutim, u ovom istraživanju korišten je velik broj uzoraka pa korekcija nije značajna jer je  $\frac{1}{n-1} \approx \frac{1}{n}$ .

$$\sigma_i^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (r_{it} - E(r_i))^2 \quad (4)$$

Gdje je:  $\sigma_i^2$  – varijanca indeksa  $i$ . Da bi se rizik izrazio u istoj veličini kao i očekivani prinos koristi se standardna devijacija prinosa koja je rezultat drugog korijena iz varijance. Povezanost kretanja prinosa različite pojedinačne imovine (indeksa) u portfelju najviše utječe na mjeru disperzije portfelja. Ukoliko bi se prinosi kretali u suprotnim smjerovima, utjecali bi na smanjivanje rizika portfelja, i obratno. Mjera povezanosti dviju imovina izražava se kroz njihovu kovarijancu, odnosno koeficijent korelacije. Kovarijanca je dana izrazom 5., a koeficijent korelacije izrazom 6.

$$Cov_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [r_{it} - E(r_i)] [r_{jt} - E(r_j)] \quad (5)$$

Gdje je:  $Cov_{ij}$  – kovarijanca između  $i$  i  $j$  indeksa, a  $\rho_{ij}$  – koeficijent korelacije između  $i$  i  $j$  indeksa.

$$\rho_{ij} = \frac{Cov_{ij}}{\sigma_i \sigma_j} \quad (6)$$

Koeficijent korelacije stavlja u odnos kovarijancu prinosa promatranih indeksa s umnoškom standardnih devijacija prinosa svakog indeksa te se izražava u vrijednosti od -1 do +1. U cilju smanjenja rizika portfelja, negativne ili nepostojeće korelacije (korelacije jednake nuli) su ono za čim investitori teže, jer pružaju veće mogućnosti diversifikacije ulaganja. Konačno, zbroj varijanci indeksa u portfelju, uvećan za korelacijski koeficijent prinosa pojedinačnih indeksa u portfelju, predstavlja rizik portfelja izražen kroz varijancu, odnosno standardnu devijaciju portfelja – drugi korijen iz varijance<sup>3</sup>. Iz tog je razloga njihova povezanost od iznimne važnosti za diversifikaciju portfelja.

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^m w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^m w_i w_j \sigma_{ij} \quad (7)$$

Gdje je:  $\sigma_p^2$  – varijanca portfelja. Optimizacija portfelja se odnosi na određivanje udjela pojedinih vrijednosnica u portfelju za koje će prinos portfelja biti maksimalan, dok rizik portfelja neće biti veći od unaprijed zadane razine rizika. Moguća su dodatna ograničenja kao

---

<sup>3</sup> U literaturi se navodi i drugačiji izraz standardne devijacije portfelja koji umjesto koeficijenta korelacije promatrane imovine u portfelju koristi njihovu kovarijancu. Konačni je rezultat isti neovisno o načinu izračuna.

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^m w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^m w_i w_j Cov_{i,j}}$$



što su nemogućnost kratke prodaje, definirani minimalni, odnosno maksimalni udjeli pojedine imovine u portfelju te ciljana vrijednost očekivanog prinosa portfelja.

Problem optimizacije se može svesti na matrični račun, tj. na sustav linearnih jednadžbi Latković (2000), pri čemu se inicijalni model optimizacije može napisati kao izraz 8.

$$\max_{w_i} E(r_p) = \sum_{i=1}^m w_i \times E(r_i) \quad (8)$$

Uz ograničenja:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^m w_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^m w_i w_j \sigma_{ij}} \leq c \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^m w_i = 1 \quad w_i \geq 0, \quad i = 1, \dots, m \quad (10)$$

Model, ovisno o zadanim ograničenjima, maksimizira očekivani prinos portfelja mijenjajući vrijednosti udjela pojedinog indeksa u portfelju. Ograničenje 9. ukazuje da standardna devijacija portfelja mora biti manja ili jednaka zadanoj standardnoj devijaciji portfelja – konstanti  $c$ , koju je investitor, u skladu sa svojim odnosom prema riziku, spreman prihvatiti. Ograničenje 10. ukazuje da su svi udjeli u portfelju pozitivne veličine čime je onemogućena kratka prodaja dionica.

## 2.2 Odnos investitora prema riziku

Racionalni investitori odabiru portfelje u skladu sa svojom averzijom (odnosom) prema riziku koja se može izvesti iz zahtijevane premije na rizik. Zahtijevana premija na rizik je razlika između očekivanog prinosa portfelja i nerizične kamatne stope. S pretpostavkom da investitori odabiru svoj portfelj isključivo na osnovu očekivane stope prinosa portfelja i njihove varijabilnosti, zahtijevana premija rizika se može napisati kao funkcija varijabilnosti, odnosno rizika Bodie & et al. (2004).

$$E(r_p) - r_f = \frac{1}{2} A \sigma_p^2 \quad (11)$$

Gdje je:  $E(r_p) - r_f$  – zahtijevana premija na rizik,  $r_f$  – nerizična stopa prinosa,  $\frac{1}{2}$  – faktor skale – pogodna mjera koja nema utjecaja na analizu,  $A$  – averzija prema riziku. Navedena međuovisnost rizika i prinosa ukazuje da investitori kod odabira portfelja s pozitivnom varijabilnosti zahtijevaju naknadu za preuzeti rizik. Može se uočiti da povećanje averzije investitora prema riziku proporcionalno povećava i premiju za rizik. Kao rezultat toga, na

temelju stvarnih vrijednosti premije rizika i varijabilnosti portfelja, može se izračunati odnos investitora prema riziku – faktor  $A$ .

$$A = \frac{E(r_p) - r_f}{\frac{1}{2}\sigma_p^2} \quad (12)$$

Promjenom odnosa investitora prema riziku, može se dobiti serija različito efikasnih portfelja koja se zove efikasna granica u kojoj svaki portfelj daje maksimalni očekivani prinos za navedenu vrijednost rizika, odnosno minimalni rizik uz ciljanu vrijednost očekivanog prinosa<sup>4</sup>. Efikasni portfelj sa  $A = 0$  je portfelj s minimalnom varijancom. Odnos nagrade i varijabilnosti dan je izrazom 13.

$$S = \frac{E(r_p) - r_f}{\sigma_p} \quad (13)$$

Gdje je:  $S$  – odnos nagrade i varijabilnosti. Portfelj koji daje najbolje rezultate odnosa nagrade i varijabilnosti je optimalan portfelj. Nalazi se na sjecištu granice efikasnosti i krivulje indiferencije investitora<sup>5</sup>. Budući da odnos nagrade i varijabilnosti pokazuje promjenu premije na rizik očekivanog prinosa u odnosu na promjenu standardne devijacije portfelja, viša vrijednost odnosa je ono za čime investitori teže. Isto tako, odnos nagrade i varijabilnosti u literaturi je poznat i kao nagib pravca alokacije kapitala.

### 2.3 Definiranje udjela i kreiranje optimalnog indeksnog portfelja

Dinamika korelacije među nacionalnim burzama ima izravne posljedice na performanse međunarodnih portfelja. Jedan od osnovnih razloga zbog kojih investitori drže internacionalne portfelje je mogućnost kvalitetnije diversifikacije portfelja u svrhu zadovoljavajuće distribucije rizika Kunovac (2010). Kao što je prethodno navedeno, ukoliko je vrijednost  $A = 0$ , standardni optimizacijski program favorizira portfelj s minimalnom varijabilnošću. Povećanjem tolerancije prema riziku, tj. povećanjem očekivanog prinosa portfelja, optimizacijski program u portfelj uključuje imovinu koja odgovara preferencijama investitora, ali s višim postotkom udjela pri čemu se iz optimizacije vrlo brzo isključuje ostala imovina – što je uočeno i u ovom radu. Ovdje se, između ostalog, ističe i problem optimizacije s kojim su suočeni institucionalni investitori obzirom na njihova zakonska ograničenja u pogledu unaprijed definiranih minimalnih, odnosno maksimalnih udjela u različito rizičnoj imovini.

---

<sup>4</sup> Grafički prikaz efikasne granice kreiranog portfelja prikazan je u rezultatima.

<sup>5</sup> Različite kombinacije rizika i prinosa mogu biti jednako privlačne investitoru. Kada se u koordinatni sustav prikažu točke koje oslikavaju takve izbore investitora njihovim se spajanjem dobije krivulja indiferencije. To je krivulja koja oslikava jednako poželjne točke odnosa prinosa i rizika za investitora, tj. investitor je indiferentan pri odabiru kombinacije očekivanog prinosa i standardne devijacije uzduž pojedine krivulje Živković (2005).

Obzirom na navedeno te u svrhu efikasne međunarodne diversifikacije, u ovom su radu uvedena dodatna ograničenja u vidu donjih i gornjih granica na udjele. Ograničenja prikazuje izraz 14.

$$w_i \geq 2\% \quad i \quad w_i \leq 20\% \quad (14)$$

U skladu s pretpostavkom racionalnih investitora, odabrano je 10 indeksa EU-a koji se po svojim performansama svrstavaju kao atraktivna i poželjna investicija. Tablica 1. komparativno prikazuje odabrane indekse zajedno sa pripadajućom očekivanom mjesečnom stopom prinosa i standardnom devijacijom prinosa u razdoblju 2009. do 2013. godine.

Tablica 1: Deset odabranih indeksa zemalja EU-a

Država	Indeks	Stopa prinosa $E(r_i)$	Standardna devijacija $\sigma$
DEU	DAX	1,49%	6,57%
ESP	IBEX 35	0,49%	7,36%
FIN	OMX HELSINKI 25	1,28%	6,95%
FRA	CAC 40	0,73%	5,96%
GBR	FTSE 100	0,93%	4,97%
HRV	CROBEX	0,57%	8,12%
ITA	FTSE MIB	0,30%	7,77%
POL	WIG 20	0,88%	6,74%
ROU	BET	1,65%	8,75%
SWE	OMX STOCKHOLM 30	1,41%	5,16%

Izvor: Izračun autora. Svi podaci potrebni za izračun prikupljeni su sa promatranih nacionalnih burzi.

## 2.4 Model za vrednovanje kapitalne imovine (CAPM)

Kako bi objasnio učinke diversifikacije, primjenu regresijskog modela u financijama među prvima je opisao William S. Sharpe (1963) te kasnije Lintner (1965), razvijajući Model za vrednovanje kapitalne imovine – *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Obzirom na nedostatak M-V modela, u smislu velikog broja ulaznih parametara, CAPM je linearni ravnotežni model prinosa na investicije koji značajno simplificira već postojeći Markowitzev model. CAPM objašnjava očekivane prinose iznad nerizične stope pomoću kovarijanci očekivanih prinosa pojedinačne investicije (portfelja) i kovarijanci očekivanih prinosa s cjelokupnim tržištem.

Navedeni model razdvaja rizik neke vrijednosnice na sistematski i nesistematski rizik, odnosno na čimbenike koji ga uzrokuju. Sukladno tome, ukupni prinos neke vrijednosnice može se podijeliti na prinos koji je vezan uz tržište i na prinos koji ne ovisi o tržištu. Povećanjem broja vrijednosnica, odnosno diversifikacijom portfelja, model predviđa svođenje specifičnog – nesistematskog rizika portfelja na željenu razinu tj. ukazuje da na promjene

tržišne vrijednosti dobro diversificiranog portfelja utječe neka druga sistematska varijabla – tržište, čiji utjecaj nije moguće izbjeći, odnosno diversificirati. Iz tog razloga investitori zahtijevaju premiju na svoje ulaganje kao kompenzaciju za sistematski rizik – koja je proporcionalna mjeri tog rizika.

Obzirom na navedeno, investitoru je korisno kvantificirati utjecaj sistematske varijable na promjenu vrijednosti pojedinačne imovine kako izbjegao dodavanje više rizične imovine u portfelj pri čemu se otvara mogućnost primjene modela jednostavne linearne regresije s ciljem utvrđivanja ovisnosti između njih. Kao i M-V model, bazira se na određenim pretpostavkama koje omogućuju shvaćanje logike modela<sup>6</sup>. Model jednostavne linearne regresije dan je izrazom 15.

$$Y = a + \beta X + u \quad (15)$$

Gdje je:  $Y$  – vrijednost zavisne varijable,  $a$  – regresijski odsječak pravca (očekivana vrijednost zavisne varijable kada je vrijednost nezavisne varijable nula),  $\beta$  – regresijski koeficijent beta (nagib pravca – pokazuje prosječnu promjenu zavisne varijable kada se nezavisna varijabla poveća za jednu jedinicu mjerenja),  $X$  – nezavisna varijabla,  $u$  – odstupanje od funkcionalnog odnosa. Primjenom regresije, prinos portfelja se može napisati kao izraz 16.

$$R_i = a_i + \beta_i R_M + e_i \quad (16)$$

Gdje je:  $R_i$  – prinos portfelja,  $a_i$  – regresijski odsječak pravca alfa (prinos portfelja kada je prinos DJIA indeksa nula),  $\beta_i$  – regresijski koeficijent beta (nagib pravca – pokazuje prosječni prinos portfelja kada se DJIA indeks poveća za jednu jedinicu mjerenja),  $R_M$  – prinos DJIA indeksa,  $e_i$  – rezidualni (neobjašnjivi) prinos portfelja. Obzirom na konačni cilj predviđanja zavisne varijable, postavlja se pitanje pouzdanosti modela. Kao mjere reprezentativnosti modela, u ovom će se radu koristiti koeficijent determinacije regresije koji je dan kao kvadrirani korelacijski koeficijent promatranih varijabli.

$$R^2 = \rho^2 \quad (17)$$

Gdje je:  $R^2$  – koeficijent determinacije. Navedena mjera pokazuje koliki se dio promjenjivosti prinosa dionice (portfelja) u promatranom razdoblju može pripisati promjenama u prinosu tržišta Bedeković (2000), pri čemu vrijedi da je model pouzdaniji što je koeficijent determinacije bliži vrijednosti jedan.

S druge strane, dodatni problem u analizi vremenskih serija predstavlja mogućnost postojanja trenda, odnosno nestacionarnih serija gdje je potrebno provesti testiranje.

---

<sup>6</sup> Vidjeti: Bodie & et al. (2004). Essentials of Investments. New York: McGraw-Hill/Irwin, str. 232.

Testiranje nestacionarnosti vremenskih nizova uvjet je za donošenje pravilne odluke o daljem ekonometrijskom tretmanu modela Koški (2009). Naime, moguće je da koeficijent determinacije pokazuje visoku vrijednost, što inicijalno sugerira na visoku pouzdanost modela, iako to ne mora biti slučaj. Jednako kao Sajter i Ćorić (2009), diferenciranjem početnih vrijednosti indeksa na kratkoročne prinose, otklonjena je mogućnost trenda. Dodatno, na temelju dobivenih vrijednosti proveden je Dickey-Fuller-ov test jediničnog korijena gdje je potvrđena stacionarnost serija. Pored toga, prilikom analize financijskih serija regresijskim modelom, potrebno je razmotriti pojavu heteroskedastičnosti kratkoročnih prinosa Latković (2000), odnosno postojanje trenda rezidualnih odstupanja  $u$  od funkcionalnog odnosa. Budući da je u analizu uključen duži vremenski horizont od pet godina, sa 60 mjesečnih uzoraka, heteroskedastičnost ne dolazi do izražaja, što je i vizualno utvrđeno na dijagramu rasipanja.

### **3. REZULTATI**

#### **3.1 Karakteristike optimalnog indeksnog portfelja**

Tablica 2. prikazuje rezultate optimizacije za tri odabrana portfelja s efikasne granice. Portfelj 1. je portfelj s minimalnom standardnom devijacijom od 5,26% – gdje je  $A = 0$ , očekivani prinos 0,96%, a odnos nagrade i varijabilnosti 0,1825. Povećavajući vrijednost  $A$ , portfelj koji ostvaruje najvišu stopu prinosa je portfelj 3., s očekivanim prinosom od 1,32, standardnom devijacijom 5,93% te odnosom nagrade i varijabilnosti od 0,2226. Razlika očekivanih prinosa između portfelja s minimalnim rizikom i portfelja s najvišim prinosom je povećanje stope prinosa za 38,00%. S druge strane, povećanje standardne devijacije između promatranih graničnih portfelja je samo 13,00%. Navedeni rezultati ukazuju na korisnost optimalne alokacije imovine u portfelju, tj. diversifikacije. Naime, diversifikacija omogućava zadržavanje standardne devijacije ispod razine prosječne standardne devijacije imovine u portfelju uz mogućnost ostvarivanja većih očekivanih prinosa portfelja od prosječne vrijednosti prinosa imovine.

Obzirom na dobivene rezultate odnosa nagrade i varijabilnosti, struktura udjela portfelja koja će se koristiti u daljnjoj analizi pripada optimalnom portfelju 2. sa prinosom 1,28%, standardnom devijacijom 5,73% te najvišim odnosom nagrade i varijabilnosti od 0,2235.

Tablica 2.: Rezultati optimizacije tri portfelja s efikasne granice

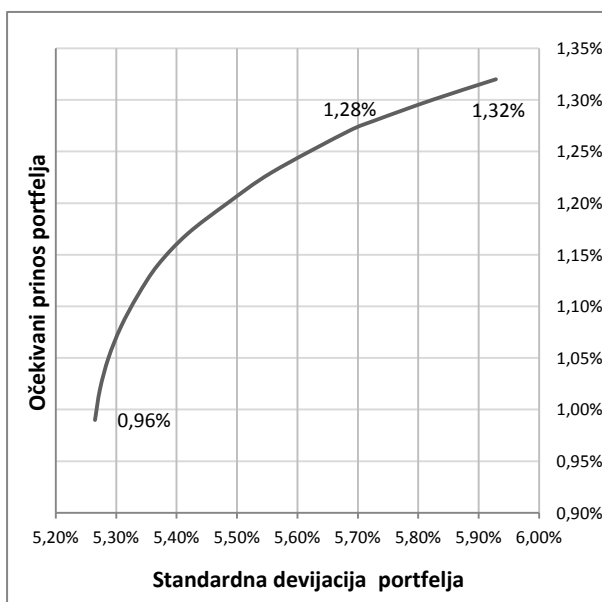
Indeks	Udjeli u portfelju		
	Portfelj 1.	Portfelj 2.	Portfelj 3.
DAX	6,98%	20,00%	20,00%
IBEX 35	2,00%	2,00%	2,00%
OMX HELSINKI 25	2,00%	11,26%	20,00%
CAC 40	20,00%	2,00%	2,00%
FTSE 100	20,00%	20,00%	10,00%
CROBEX	17,63%	2,00%	2,00%
FTSE MIB	2,00%	2,00%	2,00%
WIG 20	7,39%	2,00%	2,00%
BET	2,00%	18,74%	20,00%
OMX STOCKHOLM 30	20,00%	20,00%	20,00%
Stopa prinosa portfelja $E(r_p)$	0,96%	1,28%	1,32%
Standardna devijacija portfelja $\sigma_p$	5,26%	5,73%	5,93%
Odnos nagrade i varijabilnosti $S^*$	0,1825	0,2234	0,2226

Izvor: Izračun autora. Svi rezultati prikazani su na mjesečnoj razini.

\*Radi praktičnosti, nerizična stopa prinosa je izostavljena iz izračuna  $S$  vrijednosti.

Slika 1. ilustrira efikasnu granicu za niz portfelja dobivenih optimizacijom. Očekivani prinosi prikazanih portfelja kreću se u rasponu od 0,96% do 1,32% sa standardnom devijacijom od 5,26% do 5,93%.

Slika 1.: Efikasna granica optimalnih portfelja



Izvor: Izrada autora

### 3.2 Regresijska analiza reprezentativnog indeksa EU-a i DJIA indeksa

Konačno, u cilju kvalitetnije analize ovisnosti europskog indeksnog portfelja i američkog tržišta kapitala, od dobivenih parametara portfelja 2. – portfelja koji ostvaruje najviši odnos nagrade i varijabilnosti, konstruiran je indeks europskog tržišta kapitala koji se koristi kao ulazni podatak zavisne varijable u regresijskoj analizi. Reprezentativni indeks je vremenska serija podataka koja je rezultat zbroja svakog pojedinačnog indeksa pomnoženog s njegovim udjelom u optimalnom indeksnom portfelju 2. Primjenom modela jednostavne linearne regresije utvrđuje se zavisnost kretanja kreiranog indeksa sa kretanjima Dow Jones Industrial Average indeksa. Rezultati dobiveni regresijskom analizom prikazani su u Tablici 3., stupac tri.

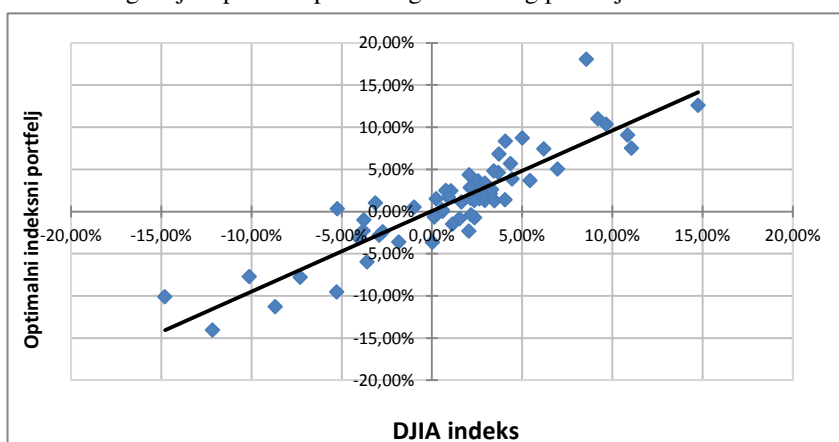
Tablica 3.: Rezultati regresijske analize i koeficijenta korelacije

Pokazatelj	Simbol	Indeks	Vagana sredina
Regresijski koeficijent	Beta ( $\beta$ )	0,95	0,95
Regresijski odsječak	Alfa ( $a$ )	0,00	0,00
Koeficijent determinacije	$R^2$	0,80	<b>0,66</b>
Koeficijent korelacije	$\rho$	0,90	<b>0,81</b>

Izvor: Izrada autora

Vrijednost regresijskog pravca ( $\beta$ ) od 0,95 ukazuje na prosječno manju dinamiku kretanja vrijednosti europskog indeksnog portfelja u odnosu na DJIA indeks. Regresijski koeficijent je ujedno i nagib regresijskog pravca te je prikazan na Slici 4. Odsječak regresijskog pravca koji siječe vertikalnu koordinatu alfa ( $a$ ) je nula što sugerira da optimalni portfelj neće ostvarivati dodatne prinose kada DJIA indeks stagnira.

Slika 2.: Regresijski pravac optimalnog indeksnog portfelja



Izvor: Izrada autora

Pozitivna vrijednost koeficijenta korelacije ukazuje na visoku statističku povezanost između portfelja i indeksa. Pored toga, koeficijent determinacije potvrđuje da promjenu vrijednosti portfelja u potpunosti opisuje promjena vrijednosti DJIA indeksa. Naime, 80% ukupne varijance rezidualnih prinosa optimalnog indeksnog portfelja (varijance portfelja) definirano je rezidualnim odstupanjima (varijancom) nezavisne varijable.

#### 4. ANALIZA ZAVISNOSTI PROMATRANIH TRŽIŠTA

##### 4.1 Učinak diversifikacije portfelja

Kako bi se dobio bolji uvid u učinak diversifikacije indeksnog portfelja, potrebno je uzeti u obzir rezultate regresijske analize i statističkih pokazatelja svakog indeksa pojedinačno. Komparativni rezultati prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4.: Pojedinačni rezultati regresijske analize i statističkih pokazatelja

Simbol	DAX	IBEX 35	HELSINKI 25	CAC 40	FTSE 100	<b>CROBEX</b>	FTSE MIB	WIG 20	BET	STOCKHOLM 30	<b>DJIA</b>
Beta ( $\beta$ )	1,04	0,96	0,94	0,94	0,84	<b>0,79</b>	1,08	0,96	1,24	0,73	/
Alfa ( $\alpha$ )	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<b>0,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	/
$R^2$	0,73	0,50	0,53	0,73	0,83	<b>0,28</b>	0,57	0,61	0,59	0,59	/
$\rho$	0,86	0,71	0,73	0,85	0,91	<b>0,53</b>	0,75	0,78	0,77	0,77	/
$E(r_i)$	1,49	0,49	1,28	0,73	0,93	<b>0,57</b>	0,30	0,88	1,65	1,41	<b>1,28</b>
$\sigma$	6,57	7,36	6,95	5,96	4,97	<b>8,12</b>	7,77	6,74	8,75	5,16	<b>5,42</b>

Izvor: Izrada autora

Pregledom pojedinačnih rezultata može se uočiti visoka statistička povezanost između nacionalnih indeksa zemalja EU-a i američkog tržišta kapitala – izuzevši hrvatski indeks CROBEX. Očekivano, najveće korelacije s američkim tržištem kapitala ostvaruju engleski FTSE 100 indeks te njemački DAX, s visokim koeficijentom determinacije. Nadalje, diversifikacijom ulaganja između samo deset različitih indeksa, tendencija ukupnog rizika portfelja je smanjivanje na sistematski tj. tržišni rizik – što potvrđuje jednu od pretpostavki CAPM-a. U kontekstu navedenog, komparirajući pojedinačne rezultate regresije s rezultatima regresije portfelja, uočava se povećana međuovisnost kreiranog portfelja i DJIA indeksa, čak i u slučaju FTSE 100 indeksa čiji je regresijski pravac manji nego u slučaju regresijskog pravca portfelja. Naime, visokim koeficijentom korelacije portfelja i DJIA indeksa očekuje se i visoki koeficijent determinacije<sup>7</sup>. Nadalje, visoki koeficijent determinacije – koji kvantificira utjecaj rezidualnih odstupanja nezavisne varijable na rezidualna odstupanja zavisne varijable, znatno je veći u slučaju portfelja nego pojedinačno promatrani rezultati što ukazuje da je

<sup>7</sup> Kada je korelacijski koeficijent 1,0 ili -1,0, nezavisna varijabla regresijskog modela u potpunosti objašnjava prinos portfelja – sve točke na dijagramu rasipanja nalaze se na regresijskom pravcu.

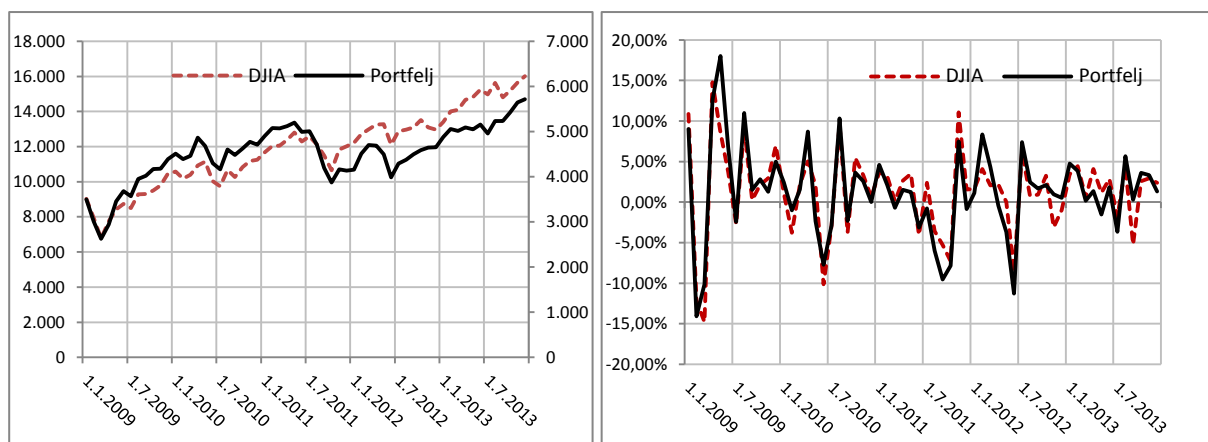


specifična rezidualna varijanca portfelja relativno nevažna, odnosno može se konstatirati tendencija svođenja rizika portfelja na sistematski rizik tržišta. Osjetljivost kretanja kreiranog indeksa na promjene DJIA indeksa objašnjena je regresijskim koeficijentom – betom koja iznosi 0,95. U kontekstu CAPM modela, beta je mjera sistematskog rizika te se interpretira kao:  $\beta < 1,0$  ispodprosječno rizično ulaganje,  $\beta > 1,0$  iznadprosječno rizično ulaganje,  $\beta = 1,0$  prosječno rizično ulaganje i  $\beta = 0$  nerizično ulaganje. Nadalje, beta portfelja (sistematski rizik portfelja) dana je kao prosječna beta imovine u portfelju – ovisno o udjelu te imovine u portfelju. Međutim, za razliku od navedenog, ostali pokazatelji koji objašnjavaju zavisnost kretanja vrijednosti portfelja u odnosu na DJIA indeks, nisu jednaki ukoliko bi se konstruirali kao vagana sredina – rezultati prikazani Tablici 3., stupac četiri. Prema tome, ovdje se proširuje pristup u analizi ovisnosti indeksnog portfelja te se sugerira da je investitoru korisno primijeniti opisanu metodologiju kreiranja vremenske serije podataka kako bi utvrdio stvarnu relaciju između svog portfelja i neke promatrane sistematske varijable.

#### 4.2 Kretanje vrijednosti DJIA indeksa i optimalnog indeksnog portfelja

Slika 3. uspoređuje kretanje vrijednosti DJIA indeksa i optimalnog indeksnog portfelja EU-a u razdoblju 1.siječnja 2009. do 31.prosnica 2013. godine (prva slika) te kretanje njihovih nominalnih prinosa u tom istom razdoblju (druga slika). Može se uočiti da je do svibnja 2011. godine europski indeksni portfelj ostvarivao bolji ukupni prinos u odnosu na DJIA indeks. Ostvareni prinos u promatranom razdoblju je iznosio 49,00%, dok je prinos DJIA indeksa iznosio 42,00%.

Slika 3.: Usporedni prikaz kretanja vrijednosti DJIA indeksa i optimalnog indeksnog portfelja (prva slika) te usporedni prikaz njihovih nominalnih prinosa (druga slika)



Izvor: Izrada autora

U slijedećih pet mjeseci uočava se znatan pad vrijednosti oba tržišta. Međutim, pad DJIA indeksa se zaustavlja na vrijednosti od 18,00% ukupnog prinosa, dok vrijednost europskog portfelja nastavlja padati do 11,00% ukupnog prinosa. Ipak, nakon navedenog perioda, oba tržišta nastavljaju s porastom vrijednosti, pri čemu DJIA indeks ostvaruje viši ukupni prinos od 77,00%, a optimalni indeksni portfelj 64,00%.

Opisani pregled podataka daje povijesnu sliku kretanja vrijednosti hipotetskog europskog portfelja i DJIA indeksa u cilju dodatne ilustracije visoke povezanosti europskog i američkog tržišta kapitala. U prilog tome govori i visina očekivane stope prinosa portfelja koja je jednaka očekivanoj stopi prinosa DJIA indeksa. Na ovako postavljen optimalni portfelj, razlika je samo u standardnoj devijaciji koja je nešto manja kod DJIA indeksa. Očekivani prinos i standardna devijacija DJIA indeksa prikazani su u zadnjem stupcu Tablice 4.

### **4.3 Kratki osvrt na pokazatelje CROBEX-a**

Korelacija između CROBEX-a i DJIA indeksa je značajno niža u odnosu na ostale promatrane indekse. Na osnovu tog pokazatelja, može se zaključiti da CROBEX ostvaruje nižu razinu korelacije s ostalim pojedinačnim indeksima u portfelju. Iz tog je razloga, optimizacijski program kod izračuna optimalnog portfelja s minimalnom varijancom, inicijalno CROBEX svrstavao u portfelj sa visokim udjelom od 17,63%. Međutim, kako bi se dobila holistička slika u pogledu CROBEX-a kao atraktivne investicije, potrebno je uzeti u obzir relevantne pokazatelje; stopu očekivanog prinosa indeksa – koja je ispod prosjeka prinosa indeksa te standardnu devijaciju indeksa – koja je izrazito visoka u odnosu na ostale indekse. Vrijednosti su prikazane u Tablici 4., stupac sedam. U pogledu očekivanog prinosa i standardne devijacije prinosa slične karakteristike dijele i španjolski indeks IBEX 35, francuski CAC 40 i talijanski FTSE MIB indeks. Međutim, za razliku od navedenih indeksa, koeficijent korelacije, odnosno koeficijent determinacije CROBEX-a je znatno slabiji, što upućuje da je od svih sagledanih tržišta u navedenom razdoblju, promjena vrijednosti DJIA indeksa imala najmanji utjecaj na promjenu vrijednosti CROBEX-a.

Na kraju, ukoliko je u analiziranom razdoblju CROBEX ostvario viši stvarni – odnosno viši očekivani prinos od nekih promatranih indeksa, a ustanovljeno je da ne ovisi toliko o promjenama DJIA indeksa, nameću se otvorena pitanja trenutnog stanja hrvatskog tržišta kapitala, čimbenicima koji utječu na promjenu vrijednosti CROBEX-a te pitanja o razini i tretmanu rizika koji investitori ulažući svoja sredstva preuzimaju. Opisane konstatacije se navode kao poticaj za daljnju raspravu i analizu.

## 5. ZAKLJUČAK

Analiza zavisnosti europskog tržišta kapitala u odnosu na američko tržište kapitala primarna je tema ovog rada, pri čemu prikazani metodološki pristup pruža višestruku korist u analizi ovisnosti promatranih tržišta. Sukladno navedenom, ovaj se rad može podijeliti u dva dijela.

U prvom se dijelu rada opisuje europsko tržište kapitala predstavljeno kao optimalni rizični portfelj kreiran od deset nacionalnih dioničkih indeksa koji su ostvarili značajne prinose u promatranom razdoblju. Kako bi se determinirao optimalni portfelj, u nastavku se opisuje metodologija kreiranja efikasne granice niza indeksnih portfelja. Pored toga, analizira se učinak diversifikacije portfelja te se opisuju karakteristike dobivenog optimalnog rizičnog portfelja. Dobiveni rezultati sugeriraju na korisnost optimalne alokacije imovine, pri čemu odabrani portfelj ostvaruje viši prinos od prosječnog prinosa svih indeksa u portfelju, odnosno manju varijancu od prosječne varijance promatranih indeksa.

U drugom se dijelu rada pomoću statističke analize te modelom jednostavne linearne regresije objašnjava povezanost, odnosno utjecaj vodećeg američkog DJIA indeksa na optimalni rizični portfelj. Kako bi se formalno utvrdio utjecaj američkog tržišta kapitala, optimalni indeksni portfelj je prikazan kao povijesna vremenska serija podataka na koju je primijenjen regresijski model. Dodatno, u cilju kvalitetnije analize rezultata, prikazana je zavisnost i pojedinačnih indeksa portfelja u odnosu na DJIA indeks. Osim CROBEX-a, dobiveni rezultati ukazuju na visoku zavisnost europskog tržišta kapitala u odnosu na DJIA indeks. Očekivano, diversifikacijom ulaganja uočena je tendencija pada rezidualne varijance portfelja, pri čemu je kreirani indeksni portfelj ostvario značajno višu ovisnost o američkom tržištu kapitala.

Iako je već u prethodno sličnim istraživanjima dokazana povezanost, odnosno utjecaj američkog tržišta kapitala u svjetskim razmjerima, u ovom se radu analiza konkretizira na utjecaj i dinamiku kretanja međunarodnog europskog portfelja, njegove performanse te mogućnost predviđanja njegove vrijednosti u odnosu na promjene vrijednosti DJIA indeksa. Nadalje, u kontekstu faktorskog CAPM modela, s visokom razinom pouzdanosti se može konstatirati da je moguće predvidjeti i objasniti kretanje vrijednosti europskog tržišta kapitala na osnovu promjene vrijednosti DJIA indeksa.

## LITERATURA

1. Ang, A. and Bekaert, G. (2004). How do regimes affect asset allocation. [http://www.nber.org/papers/w10080.pdf?new\\_window=1](http://www.nber.org/papers/w10080.pdf?new_window=1), pristupljeno:01.02.2014.
2. Arnerić, J. (2010). Univarijantni i multivarijantni GARCH modeli u analizi integriranosti hrvatskog tržišta kapitala, doktorska disertacija, Sveučilište u Splitu, Ekonomski fakultet Split.
3. Bahovec, V., Škrinjarić, T. (2012). Mogućnost optimizacije portfelja na Zagrebačkoj burzi uz pomoć odabranih metoda multivarijantne analize. <http://hrcak.srce.hr/98725>, pristupljeno: 10.02.2014.
4. Bendeković, D. (2000). Pristup procjeni rizika i povrata kod ulaganja u obične dionice. <http://hrcak.srce.hr/file/45249>, pristupljeno: 05.02.2014.
5. Bodie, Z., Kane, A., Marcus, A. (2004). Essentials of Investments. New York: McGraw-Hill/Irwin.
6. Fruk, M., Huljak, I. (2003). Testiranje Sharpe-Lintnerova modela na Zagrebačkoj burzi. <http://hrcak.srce.hr/file/8905>, pristupljeno: 01.02.2014.
7. Jerončić, M., Aljinović, Z. (2011). Formiranje optimalnog portfelja pomoću markowitzevog modela uz sektorsku podjelu kompanija. <http://hrcak.srce.hr/72849>, pristupljeno: 02.02.2014.
8. Koški, D., (2009). Utjecaj promjene deviznog tečaja na bilancu roba republike hrvatske: ekonometrijska analiza. <http://hrcak.srce.hr/36849>, pristupljeno: 24.02.2014.
9. Kunovac, D. (2010). Asimetrične korelacije na tržištu kapitala u Hrvatskoj. <http://www.ijf.hr/OP/7.pdf>, pristupljeno: 02.02.2014.
10. Latković, M. (1999). Optimizacija dioničkih portfelja na rubnim tržištima kapitala. <http://www.phy.pmf.unizg.hr/~laci/art/portfolio>, pristupljeno: 15.02.2014.
11. Latković, M. (2000). Internacionalna diverzifikacija portfelja za hrvatsko tržište kapitala. <http://www.phy.pmf.unizg.hr/~laci/art/int-div.pdf>, pristupljeno:10.02.2014.
12. Latković, M. (2001). Nesinhrono trgovanje i proračun sistematskog rizika. <http://www.phy.pmf.unizg.hr/~laci/art/beta.pdf>, pristupljeno: 02.03.2014.
13. Markowitz, H.M, (1952). Portfolio Selection. [https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz\\_JF.pdf](https://www.math.ust.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf), pristupljeno: 10.02.2014.
14. Mishkin, F. S., Eakins S. G. (2005). Financijska tržišta i institucije, Boston: Addison-Wesley Publishing Company.
15. Sajter, D., Čorić, T. (2009). (I)rationality of Investors on Croatian Stock Market – Explaining the Impact of American Indices on Croatian Stock Market. <http://web.efzg.hr/repec/pdf/Clanak%2009-01.pdf>, pristupljeno: 20.02.2014.
16. Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk, Journal of Finance 19.
17. Tomić, B. (2014). The application of the capital asset pricing model on the croatian capital market. *Financije i pravo* vol.1, no.1 pages 105-123.
18. Van Horne J. C. (2002). *Financijsko upravljanje i politika*. Englewood Cliff: N.J. Prentice Hall Inc.
19. Živković, S. (2005). Formiranje optimalnog portfolija hrvatskih dionica i mjerenje tržišnog rizika primjenom VaR metode. <http://www.cek.ef.uni-lj.si/magister/zikovic513.pdf>, pristupljeno: 21.02.2014.