

Analiza primjenjivosti CAPM-a na tržištu kapitala Republike Hrvatske

An Analysis of the Applicability of the CAPM Model on the Croatian Capital Market

MAJA MARIJANOVIĆ BILIĆ, univ. spec. oec.
Hrvatska poštanska banka d.d.
Anticova 9, 52 000 Pula
maja.marijanovicbilic@hpb.hr

IVANA BELJO, dipl. ing. mat.
Veleučilište u Šibeniku
Trg Andrije Hebranga 11, 22 000 Šibenik
ibeljo@vus.hr

KRISTINA DEVČIĆ, univ. spec. oec.
Veleučilište Nikola Tesla u Gospiću
Bana Ivana Karlovića 16, 53 000 Gospić
kdevcic@velegs-nikolatesla.hr

Prethodno priopćenje / *Preliminary communication*

UDK / UDC: 336.761(497.5)

Primljeno / Received: 31. svibnja 2017. / May 31, 2017

Prihvaćeno za objavu / Accepted for publishing: 27. listopada 2017. / October 27, 2017

Sažetak: Uspješno upravljanje investicijama podrazumijeva vrednovanje financijske imovine, ali i procjenu rizika investiranja u financijsku imovinu. Svakom ulagaču je cilj uložiti u financijsku imovinu koja će mu donijeti što je moguće veći prinos uz minimalni rizik. Upravo odnos između prinosa i rizika predmet je interesa brojnih istraživača. Cilj ovoga rada je analiza primjenjivosti CAPM-a na financijskom tržištu Republike Hrvatske, ispitivanje adekvatnosti beta koeficijenta kao mjere rizika na tržištu te analiza o tome može li se CROBEX smatrati dobrom zamjenom tržišnog portfelja. S obzirom na to da rizik investiranja u financijsku imovinu ovisi o brojnim makroekonomskim varijablama, on se može mjeriti kao osjetljivost prinosa na ulaganje u financijsku imovinu u odnosu na prinos ukupnoga tržišnog portfelja. Kao mjera rizika korišten je beta koeficijent. Provedena je korelacijska i regresijska analiza kojom je pokazano da ne postoji značajna linearna veza između beta koeficijenta i očekivanih prinosa odnosno da beta koeficijent nije adekvatna mjera rizika na tržištu kapitala Republike Hrvatske. Dodatno, pokazano je da službeni burzovni indeks tržišta kapitala Republike Hrvatske (CROBEX) ne može poslužiti kao prihvatljiva zamjena za tržišni portfelj jer ne leži na efikasnoj granici.

Ključne riječi: Republika Hrvatska, tržište kapitala, dionica, rizik, regresijska analiza, CAPM, beta koeficijent

Abstract: Successful investment management implies the valuation of financial assets as well as the assessment of the risk of investing in financial assets. The aim of each investor is to invest in financial assets that will bring him as much yield as possible with minimum risk. It is precisely this relationship between yield and risk that many researchers are interested in. The aim of this paper is to analyse the applicability of the CAPM model on the financial market of the Republic of Croatia, to examine the

adequacy of the beta coefficient as a market risk measure and to analyse whether CROBEX could be considered as a good substitute for the market portfolio. Given that the risk of investing in financial assets depends on numerous macroeconomic variables, it can be measured as the sensitivity of the return on investment in financial assets relative to the yield of the overall market portfolio. The beta coefficient was used as a risk measure. A correlation and regression analysis showed that there is no significant linear relationship between the beta coefficient and the expected yields, or more precisely, that the beta coefficient is not an adequate measure of risk on the Croatian capital market. In addition, it has been shown that the official stock market index of the Croatian capital market (CROBEX) cannot serve as an acceptable substitute for the market portfolio as it does not lie on an efficient border.

Keywords: Republic of Croatia, capital market, stock, risk, regression analysis, CAPM model, beta coefficient

1 Uvod

Financijska tržišta su uglavnom efikasna tržišta što podrazumijeva da na njima sudjeluje velik broj investitora koji imaju ista pravila i jednak pristup svim tržištima te da su sve tržišne informacije transparentne. Uspješno upravljanje investicijama podrazumijeva vrednovanje financijske imovine i procjenu rizika investiranja u financijsku imovinu. Svakom ulagaču je cilj uložiti u financijsku imovinu koja će donijeti što je moguće veći prinos uz minimalni rizik. Financijska imovina na tržištima često je realno vrednovana s obzirom na to da na njima sudjeluju „spretni“ ulagači koji brzo kupuju podcijenjenu imovinu i prodaju precijenjenu imovinu. Odnos između prinosa i rizika predmet je interesa brojnih ekonomskih istraživača.

William F. Sharpe (1964) i John Lintner (1965) razvili su model vrednovanja imovine na tržištu kapitala (engl. *Capital Asset Pricing Model*, CAPM) koji se temelji na načelima Markowitzove (1952) moderne teorije portfelja. CAPM je linearni ravnotežni model koji objašnjava prinose iznad nerizične stope pomoću kovarijanci prinosa na pojedine investicije s cjelokupnim tržištem te omogućuje odabir optimalnog portfelja za investiranje u rizičnu i nerizičnu imovinu.

Predmet istraživanja u ovom radu je model vrednovanja imovine na tržištu kapitala (CAPM). Opisan je CAPM te je analizirana njegova primjenjivost na hrvatskom tržištu kapitala. Analiza primjenjivosti modela temelji se na prosječnim mjesečnim cijenama 24 odabrane dionice koje kotiraju na Zagrebačkoj burzi. Uz prosječne mjesečne cijene promatrana je i prosječna mjesečna vrijednost službenog indeksa hrvatskog tržišta kapitala CROBEX. Analizom je obuhvaćeno razdoblje od sedam godina, od 1. svibnja 2010. do 1. svibnja 2017. Cilj ovoga rada je analiza primjenjivosti CAPM-a na financijskom tržištu Republike Hrvatske, ispitivanje adekvatnosti beta koeficijenta kao mjere rizika na tržištu te analiza o tome može li se CROBEX smatrati dobrom zamjenom tržišnog portfelja.

U uvodnom dijelu rada opisan je problem istraživanja. U drugom dijelu definirani su osnovni pojmovi tržišta kapitala i CAPM-a. U trećem dijelu dan je pregled dosadašnjih istraživanja primjenjivosti CAPM-a u Republici Hrvatskoj. U četvrtom dijelu govori se o tržištu kapitala Republike Hrvatske. U petom dijelu prikazani su rezultati provedene empirijske analize. U šestom, zaključnom poglavlju iznesena su zaključna razmatranja.

2 Model vrednovanja imovine na tržištu kapitala (CAPM)

Financijsko tržište je središte financijskog sustava, mjesto na kojem dolazi do protoka sredstava odnosno mjesto na kojem se izdaju vrijednosni papiri i mjesto na kojem se njima trguje. Postoji nekoliko podjela financijskih tržišta. Financijsko tržište s obzirom na izvore financiranja dijeli se na tržište novca kao tržište kratkoročnog izvora financiranja te tržište kapitala kao tržište dugoročnog

izvora financiranja. Tržište kapitala je tržište na kojem se trguje financijskom imovinom, vlasničkim udjelima (dionicama) i dužničkim instrumentima (obveznicama) s dospijecom duljim od godinu dana. Glavni nositelji vrijednosnih papira odnosno korisnici sredstava su korporacije i vlade, dok su kućanstva glavni dobavljači sredstava za te vrijednosne papire (Saunders i Cornett, 2006, 8).

Model vrednovanja imovine na tržištu kapitala 60-ih godina 20. stoljeća razvili su William F. Sharpe i John Lintner. Model se temelji na Markowitzevom M-V modelu uz razliku da CAPM utvrđuje da će ulagači investirati u kombinaciju imovine bez rizika i portfelja rizične imovine. CAPM se definira kao model kojim se za stanje ravnoteže utvrđuje postojanje pozitivne linearne veze između tražene stope prinosa vrijednosnice ili portfelja i pripadajućeg rizika. Temelj modela je jednadžba koja izračunava očekivani prinos vrijednosnice ili portfelja polazeći od stope prinosa nerizične vrijednosnice na koju se dodaje premija za rizik koja odražava diversifikaciju (Vidučić, 2006, 82-83). Točnije, model definira rizik pomoću beta koeficijenta koji mjeri rizik kojem je izložena vrijednosnica uspoređujući je s cijelim tržištem (Vidučić, 2006, 71).

Prema Bodie et al. (2006), CAPM se temelji na nekoliko osnovnih pretpostavki efikasnog tržišta: niti jedan ulagač nije dovoljno velik da bi mogao utjecati na cijene vrijednosnica na tržištu kapitala, na tržištima nema poreznih opterećenja, transakcijskih troškova, inflacije i promjene kamatnih stopa, svi ulagači imaju jednako razdoblje ulaganja, svi ulagači su racionalni, svi ulagači izgrađuju portfelje od raznovrsne svima dostupne financijske imovine, svi ulagači posjeduju iste informacije.

Ulaganje u financijsku imovinu omogućuje ostvarivanje prinosa, ali i donosi nužno izlaganje različitim vrstama rizika. Na tržištima postoje dvije vrste ulagača, a to su agresivni i pasivni ulagači. Agresivni ulagači ulažu u imovinu koja donosi veće prinose od prosječnih na tržištu uz izlaganje većim rizicima i mogućnostima ostvarivanja gubitaka, dok pasivni ulagači ostvaruju prosječne prinose na tržištu bez prekomjernog izlaganja riziku. Rizici kojima se ulagači izlažu su rizik pojedinačne imovine i tržišni rizik (rizik na koji utjecaj imaju razne makroekonomske varijable kao što su zakonodavno i političko okruženje, fiskalna i monetarna politika, cijena nafte na svjetskom tržištu, promjena kamatnih stopa, stanje u određenoj djelatnosti, državna potrošnja itd.).

Sharpe (1964) i Lintner (1965) smatraju da ukupni rizik pojedinačne vrijednosnice nije bitan s obzirom na to da se može eliminirati diversifikacijom portfelja. Diversifikacija portfelja je sposobnost ekonomskog subjekta da smanji rizik držeći veći broj vrijednosnih papira u portfelju (Saunders i Cornett, 2006, 16). U dobro i na razuman način diversificiranom portfelju bitan je samo tržišni rizik. Tržišni rizik mjeri se beta koeficijentom. Beta koeficijent je mjera osjetljivosti prinosa vrijednosnica (prinosa koji se nalaze iznad nerizične stope) u odnosu na prinose tržišnog portfelja (Bodie et al., 2006, 206). Beta koeficijent izračunava se kao omjer kovarijance prinosa na vrijednosnicu i prinosa na tržišni portfelj i varijance prinosa na tržišni portfelj (Vidučić, 2006, 89):

$$\beta_j = \frac{Cov(R_j, R_M)}{\sigma^2(R_M)} \quad (1)$$

pri čemu je $Cov(R_j, R_M)$ kovarijanca između prinosa vrijednosnice j i prinosa tržišnog portfelja M , $\sigma^2(R_M)$ varijanca prinosa tržišnog portfelja M .

Kod ulaganja u financijsku imovinu korisno je gledati povijest prinosa i rizika kojima su ulagači bili izloženi, no istodobno valja biti oprezan kako ne bi došlo do sidrenja na događaje iz prošlosti. Empirijska istraživanja stabilnosti beta koeficijenta u prošlosti pokazuju da su prošli beta koeficijenti korisni u predviđanju budućih beta koeficijenata. Međutim, sposobnost predviđanja varira s veličinom portfelja. Što je veći broj vrijednosnica u portfelju, to je veća stabilnost beta koeficijenta koji pripada tom portfelju (Van Horne, 1997, 68). Temeljna jednadžba modela definira vezu između tražene stope

prinosu vrijednosnice i procijenjenog rizika. Tražena stopa prinosa jednaka je nerizičnoj stopi prinosa uvećanoj za premiju rizika (Vidučić, 2006, 86):

$$R_j = R_f + RP \quad (2)$$

gdje je R_j očekivana stopa prinosa na vrijednosnicu ili portfelj, R_f stopa prinosa nerizične vrijednosnice ili nerizična stopa i RP premija rizika (suvišak iznad nerizične stope prinosa).

Izraz (2) može se zapisati kao

$$R_j = R_f + (R_M - R_f)\beta_j \quad (3)$$

gdje je R_M očekivani prinos na tržišni portfelj, R_f nerizična stopa, a β_j beta koeficijent za j -tu vrijednosnicu.

Izraz (3) definira premiju rizika na vrijednosnicu kao suvišak iznad nerizične stope prinosa (Vidučić, 2006, 86). Ako veza između beta koeficijenta i očekivanog prinosa vrijedi za pojedinačnu vrijednosnicu, onda vrijedi i za kombinacije vrijednosnica. Beta koeficijent portfelja je ponderirani prosjek beta koeficijenata u portfelju pri čemu su ponderi udjeli dionica u portfelju (Bodie et al., 2006, 237).

3 Dosadašnja istraživanja CAPM-a u Republici Hrvatskoj

Primjenjivost CAPM-a na tržištu kapitala Republike Hrvatske istraživali su brojni autori. Fruk i Huljak (2004) su na temelju mjesečnih podataka o 17 dionica Zagrebačke burze za razdoblje od 1998. do 2003. godine zaključili da CAPM nije primjenjiv na hrvatsko tržište kapitala odnosno da investitori moraju biti oprezni koriste li se beta koeficijentom pri donošenju odluka o ulaganju u pojedine dionice te da postoji pozitivna veza između prinosa i beta koeficijenta. Perković (2011) je ispitao primjenjivost CAPM-a na primjeru mjesečnih cijena dionica za 15 hrvatskih poduzeća na hrvatskom tržištu dionica od 1. siječnja 2005. do 31. prosinca 2009.

Rezultati su pokazali da beta koeficijent ne može biti pouzdan prilikom donošenja investicijskih odluka i odbacuje se valjanost CAPM-a na hrvatskom tržištu dionica. Džaja i Aljinović (2013) ispitali su je li CAPM primjenjiv na financijskim tržištima srednje i jugoistočne Europe uključujući i financijsko tržište Republike Hrvatske. Korišteni su mjesečni podaci za devet zemalja za razdoblje od siječnja 2006. do prosinca 2010. godine. Na svakom tržištu je razmatrano 10 dionica. Pokazalo se da se beta koeficijent ne može koristiti kao mjera rizika na navedenim financijskim tržištima. Pokazali su i da se burzovni indeks CROBEX ne nalazi na efikasnoj granici.

Odošić et al. (2014) ispitali su primjenjivost CAPM-a na temelju prosječnih cijena šest odabranih dionica na Zagrebačkoj burzi za razdoblje od 2008. do 2014. godine i pokazali da CAPM nije primjenjiv na hrvatsko tržište kapitala. Minović i Živković (2014) su analizirali primjenjivost CAPM-a na temelju dnevnih podataka za 350 dionica na Zagrebačkoj burzi za razdoblje od 2005. do 2009. godine. Rezultati su pokazali da CAPM nije primjenjiv, međutim LCAPM (engl. *Liquidity CAPM*) bi mogao biti bolji izbor. LCAPM bolje objašnjava prinose dionica od CAPM-a. Razlog tome je što klasični CAPM ne uzima u obzir rizik likvidnosti koji je ključni problem na malim i nerazvijenim tržištima.

Bilić Marijanović et al. (2016) ispitivale su primjenjivost CAPM-a na primjeru najlikvidnijih dionica na odabranim tržištima osam europskih tranzicijskih zemalja uključujući Republiku Hrvatsku u dva razdoblja nakon krize (2009. – 2013., 2011. – 2015.). Za svaku zemlju je u obzir uzeto 10 dionica. Pokazale su da CAPM nije primjenjiv na tržištima kapitala europskih zemalja u tranziciji. Nadalje,

službeni burzovni indeksi u promatranim zemljama ne leže na efikasnoj granici i ne mogu poslužiti kao odgovarajuća zamjena za tržišni portfelj. Beta koeficijent nije se pokazao prikladnom mjerom sustavnog rizika. Bez obzira na različit vremenski period koji su autori uzeli u obzir i na broj dionica koje su uključene u analizu, sva analizirana istraživanja upućuju na zaključak o neprimjenjivosti CAPM-a na hrvatskom tržištu kapitala.

4 Tržište kapitala Republike Hrvatske

Tržište kapitala Republike Hrvatske odvija se preko Zagrebačke burze koja je osnovana kao središnje mjesto trgovine vrijednosnim papirima u Republici Hrvatskoj. Danas je na Zagrebačku burzu uvršteno više od 150 društava. Ulagači mogu birati među velikim brojem različitih vrijednosnih papira koji kotiraju na brojnim svjetskim tržištima kapitala stoga ne mogu pratiti svaku vrijednosnicu zasebno nego se pouzdaju u tržišne indekse kao mjeru uspješnosti svih investiranja na tržištu kako bi prikazali prinos na različite klase vrijednosnica (Brealey et al., 2007, 269).

Najpoznatiji tržišni indeks u SAD-u je burzovni indeks Dow Jones, dok je tržišni indeks za Republiku Hrvatske CROBEX, službeni indeks Zagrebačke burze. U sustav indeksa CROBEX ulazi najmanje 15, a najviše 25 dionica s najvećim rangom. Rang svake dionice koja je uvrštena na uređeno tržište kojom se trgovalo više od 80 % ukupnog broja trgovinskih dana u šestomjesečnom razdoblju koje prethodi reviziji, a određuje se na temelju dva kriterija: udio u *free float* tržišnoj kapitalizaciji i udio u prometu ostvarenom unutar knjige ponuda u šestomjesečnom razdoblju koje prethodi reviziji.

Bazna vrijednost indeksa na bazni datum indeksa, 1. srpnja 1997., iznosi 1000 baznih poena. Indeks se računa kao omjer *free float* tržišne kapitalizacije (umnožak broja izdanih dionica, *free float* faktora i zadnje cijene dionice) i divizora indeksa odnosno

$$I_t = \frac{\sum_{i=1}^n p_{i,t} \cdot q_{i,T} \cdot f_{i,T} \cdot w_{i,T}}{D_t} \quad (4)$$

pri čemu je I vrijednost indeksa CROBEX, p zadnja cijena dionica, q broj izdanih dionica, f *free float* faktor, w težinski faktor, D divizor indeksa, i brojač koji predstavlja dionice uključene u sustav indeksa, T datum revizije indeksa, a t trenutak izračuna indeksa. Udio *free float* tržišne kapitalizacije pojedine dionice u ukupnoj *free float* tržišnoj kapitalizaciji indeksa na zadnji dan mjeseca koji prethodi redovnoj reviziji ne može prijeći 10 % što se osigurava primjenom težinskog faktora. Težinski faktor iznosi 1 za dionice čiji je udio u ukupnoj *free float* kapitalizaciji indeksa manji ili jednak 10 %, a za dionice čiji je udio veći od 10 % težinski faktor je manji od 1 (Odluka o indeksu CROBEX, OU/2017-7).

5 Empirijski rezultati

Testiranje CAPM-a na razvijenim tržištima kapitala obično pretpostavlja razdoblje promatranja od minimalno pet godina kako bi se beta koeficijenti prilagodili svojim dugoročnim vrijednostima. U ovome radu u obzir je uzeto razdoblje od 1. svibnja 2010. do 1. svibnja 2017., a promatrane su 24 dionice, sastavnice indeksa CROBEX na dan 22. svibnja 2017. Za odabrane dionice iz uzorka zabilježeno je prosječno kretanje cijena na mjesečnoj razini. Podaci su preuzeti sa službene internetske stranice Zagrebačke burze.

Korištenje dnevnih ili tjednih cijena uzrokovalo bi problem nesinkroniziranog trgovanja zbog prekida vremenskih serija podataka te su stoga korištene cijene na mjesečnim razinama. Tablicom 1. prikazane su dionice odabrane u uzorak. Na temelju podataka o cijenama odabranih dionica primjenom formule

$$R_j = \ln\left(\frac{P_{j,t}}{P_{j,t-1}}\right) \quad (5)$$

izračunati su prinosi za svako razdoblje, za svaku dionicu i za cijeli portfelj, a na temelju dobivenih vrijednosti izračunati su prosječni odnosno očekivani prinosi za svaku dionicu i za cijeli portfelj. Primjenom izraza (1) izračunati su i beta koeficijenti.

Tablica 1 Uzorak dionica odabranih za analizu
Izvor: Izrada autorica (2017)

R. br.	Simbol	Izdavatelj
1.	ADPL-R-A	AD Plastik d.d.
2.	ADRS-P-A	Adris grupa d.d.
3.	ARNT-R-A	Arena Hospitality Group d.d.
4.	ATGR-R-A	Atlantic grupa d.d.
5.	ATPL-R-A	Atlantska plovidba d.d.
6.	BLJE-R-A	Belje d.d. Darda
7.	DDJH-R-A	ĐURO ĐAKOVIĆ GRUPA d.d.
8.	DLKV-R-A	Dalekovod d.d.
9.	ERNT-R-A	Ericsson Nikola Tesla d.d.
10.	HT-R-A	HT d.d.
11.	INGR-R-A	Ingra d.d.
12.	KOEI-R-A	Končar - Elektroindustrija d.d.
13.	KRAS-R-A	Kraš d.d.
14.	LEDO-R-A	Ledo d.d.
15.	LKPC-R-A	Luka Ploče d.d.
16.	MAIS-R-A	Maistra d.d.
17.	OPTE-R-A	OT-OPTIMA TELEKOM d.d.
18.	PODR-R-A	Podravka d.d.
19.	PTKM-R-A	Petrokemija d.d.
20.	RIVP-R-A	Valamar Riviera d.d.
21.	ULPL-R-A	Uljanik Plovidba d.d.
22.	VDKT-R-A	Viadukt d.d.
23.	VPIK-R-A	Vupik d.d.
24.	ZABA-R-A	Zagrebačka banka d.d.

Primjenom metode najmanjih kvadrata procijenjen je linearni model

$$E(R_j) = \alpha + \pi\beta_j + \varepsilon \quad (6)$$

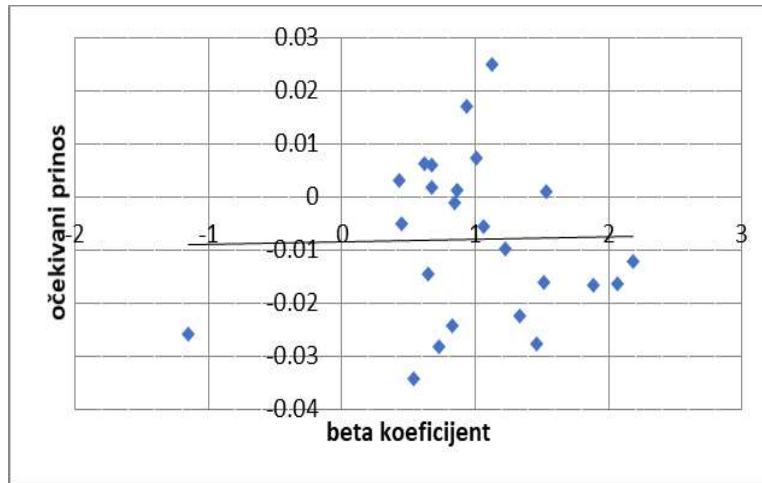
pri čemu je $E(R_j)$ očekivani prinos j -te dionice, β_j beta koeficijent j -te dionice, α slobodni član, π koeficijent regresije, a ε pogreške relacije. Korelacijska i regresijska analiza provedene su primjenom programskog paketa Stata v.12. Očekivan prinos svih dionica i očekivani prinos cijelog portfelja izračunati su kao aritmetičke sredine mjesečnih prinosa svih dionica i cijelog portfelja.

Primjenom formule (1) izračunate su vrijednosti beta koeficijenta za sve dionice u uzorku. Tablicom 2. prikazani su očekivani prinosi, beta koeficijenti, varijance i standardne devijacije svih dionica uključenih u analizu i cijelog portfelja. Procijenjen je linearni model (6) kojim se ispituje postojanje veze između očekivanog prinosa i beta koeficijenta.

Tablica 2 Pokazatelji odabranih dionica i portfelja Zagrebačke burze
Izvor: Izračun autorica (2017)

Dionica	Očekivani prinos	Beta koeficijent	Varijanca	Standardna devijacija
ADPL-R-A	0,007162	1,007923	0,004647	0,068171
ADRS-P-A	0,006223	0,619977	0,001736	0,041662
ARNT-R-A	0,001718	0,671437	0,002148	0,046346
ATGR-R-A	-0,00976	1,227432	0,014409	0,120038
ATPL-R-A	-0,0012	0,845495	0,003716	0,060957
BLJE-R-A	-0,0052	0,448634	0,001228	0,035043
DDJH-R-A	0,006087	0,67314	0,001639	0,040485
DLKV-R-A	-0,00549	1,061831	0,008396	0,091627
ERNT-R-A	0,001184	0,862777	0,002199	0,046897
HT-R-A	-0,01631	2,064202	0,071735	0,267834
INGR-R-A	-0,03418	0,536285	0,015578	0,124811
KOEI-R-A	0,024959	1,126415	0,028702	0,169416
KRAS-R-A	0,000989	1,535417	0,016762	0,12947
LEDO-R-A	-0,02598	-1,1495	0,511748	0,715366
LKPC-R-A	0,003162	0,431528	0,002293	0,047882
MAIS-R-A	-0,02254	1,338441	0,009669	0,09833
OPTE-R-A	-0,0242	0,828344	0,010773	0,103791
PODR-R-A	0,017074	0,935106	0,005328	0,072991
PTKM-R-A	-0,02817	0,732743	0,02338	0,152904
RIVP-R-A	-0,02761	1,457629	0,029403	0,171474
ULPL-R-A	-0,01468	0,650406	0,003377	0,058108
VDKT-R-A	-0,01232	2,180783	0,028839	0,16982
VPIK-R-A	-0,01611	1,511874	0,142075	0,376928
ZABA-R-A	-0,01672	1,884291	0,028112	0,167665
CROBEX	-0,00089	1	0,001376	0,037095

Slikom 1. prikazan je dijagram rasipanja za beta koeficijent i očekivane prinose dionica. Iz prikazanog dijagrama rasipanja nije moguće jasno odrediti radi li se o pozitivnoj ili negativnoj vezi.



Slika 1 Dijagram rasipanja beta koeficijenta i očekivanih prinosa dionica
Izvor: Izračun autorica (2017)

Kako bi se izvršilo dodatno ispitivanje, provedena je regresijska analiza i procijenjen je linearni model (6). Rezultati provedene analize prikazani su Tablicom 3.

Tablica 3 Linearni model $E(R_j) = \alpha + \pi\beta_j + \varepsilon$

Izvor: izračun autorica (2017)

Varijabla	Očekivani prinos	Standardna pogreška	t-vrijednost	p-vrijednost
konstanta	-.008509	0.0057	-1.49	0.150
beta	.000525	0.0048	0.11	0.915
R ²	0.0005			
Adj R ²	-0.0449			
F test (p-value)	0.9148			

Procijenjeni model može se zapisati kao

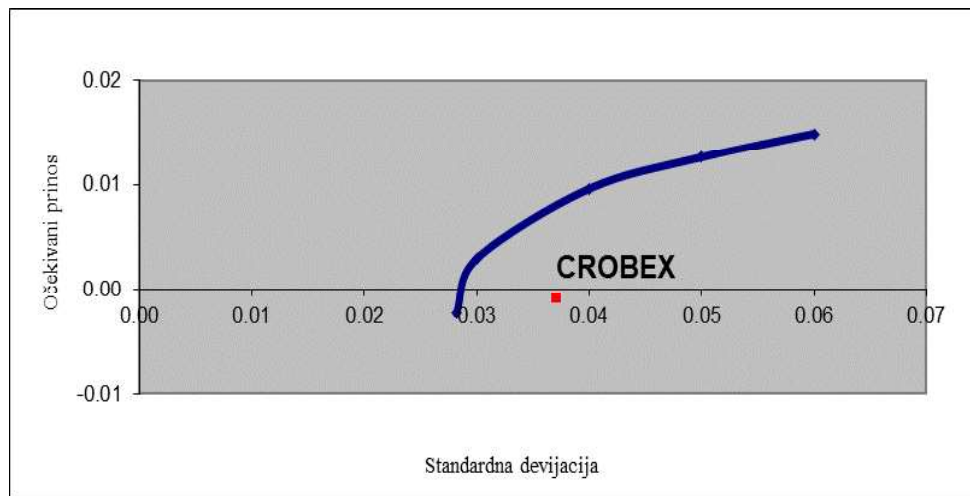
$$E(R_j) = -0.008509 + 0.000525\beta_j + \varepsilon \quad (7)$$

Nakon procjene modela analizirana je adekvatnost modela. Dobiven koeficijent determinacije iznosi 0.0005 što znači da je samo 0,05 % varijacije zavisne varijable objašnjeno ovim modelom. Iz navedenog slijedi da je koeficijent korelacije po svojoj apsolutnoj vrijednosti jednak 0.0224 što upućuje na zaključak da se radi o slaboj linearnoj vezi između promatranih varijabli. Proveden je i F-test o značajnosti svih varijabli u modelu. Nulta hipoteza F-testa je da su sve nezavisne varijable u modelu nesignifikantne, dok se u alternativnoj hipotezi tvrdi da je barem jedna od nezavisnih varijabli u modelu statistički signifikantna. Rezultat provedenog F-testa dao je vrijednost $F(1,22) = 0.01$ s pripadajućom p -vrijednosti jednakom 0.9148 što upućuje na zaključak da nezavisna varijabla u modelu nije statistički signifikantna. Iz navedenog se može zaključiti da ne postoji statistički signifikantna veza između beta koeficijenta i očekivanih prinosa dionica.

U nastavku analize ispitano je je li burzovni indeks prihvatljiva zamjena za tržišni portfelj i određeni su efikasni portfelji, efikasna granica tržišta i ispitano je nalazi li se službeni burzovni indeks CROBEX na efikasnoj granici. U tablici 5 (u prilogu). prikazane su vrijednosti varijanci i kovarijanci dionica obuhvaćenih analizom. Navedene vrijednosti koriste se u izračunu efikasnih portfelja.

Primjenom Solvera u programskom alatu MS Excel riješen je problem maksimizacije očekivanih prinosa uz zadovoljenje uvjeta nenegativnosti udjela i dozvoljenog maksimalnog udjela svake dionice u portfelju. Dobiveno je pet efikasnih portfelja s pripadajućim vrijednostima očekivanih prinosa i rizika. Dobiveni efikasni portfelji prikazani su tablicom 6 (u prilogu). Na temelju dobivenih vrijednosti može se zaključiti da s povećanjem rizika portfelj postaje sve manje diversificiran.

Standardne devijacije i očekivani prinosi efikasnih portfelja prikazani su Slikom 2. Na istoj slici prikazan je i indeks CROBEX.



Slika 2 Efikasna granica i burzovni indeks CROBEX

Izvor: Izračun autorica (2017)

Službeni burzovni indeks CROBEX ne pripada krivulji efikasne granice što dokazuje da se CROBEX ne može smatrati adekvatnim nadomjeskom za tržišni portfelj.

6 Zaključak

Svaki ulagač nastoji ulagati na način da ostvari što je moguće veći prinos uz izlaganje što je moguće nižem riziku u skladu sa svojom spremnošću izlaganju riziku i želji za maksimiziranjem prinosa. Velik je broj modela koji se bave odnosom između količine ostvarenog prinosa i količine rizika. U ovom radu analizirana je primjena modela vrednovanja imovine na tržištu kapitala (CAPM) Republike Hrvatske. CAPM-om se tvrdi da ulagači investiraju u kombinaciju imovine bez rizika i portfelja rizične imovine u skladu sa svojim sklonostima preuzimanju rizika. Rizik se mjeri beta koeficijentom. Analiza primjenjivosti CAPM-a temeljena je na podacima o prosječnim mjesečnim cijenama 24 odabrane dionice koje kotiraju na Zagrebačkoj burzi i prosječnoj mjesečnoj vrijednosti indeksa CROBEX za razdoblje od 1. svibnja 2010. do 1. svibnja 2017. godine. Ispitana je adekvatnost beta koeficijenta kao mjere rizika na promatranom tržištu. Također, ispitano je može li se službeni indeks hrvatskog tržišta kapitala CROBEX smatrati dobrom zamjenom tržišnog portfelja.

Rezultati analize su pokazali da ne postoji statistički signifikantna veza između očekivanog prinosa dionica i beta koeficijenta. Procijenjeni parametar linearnog modela pokazao se statistički nesignifikantan ($p = 0.915$) uz koeficijent determinacije jednak 0.0005 i vrijednost F-testa jednaku $F(1,22) = 0.01$ s pripadajućom p -vrijednosti jednakom 0.91 što upućuje na zaključak da nezavisna varijabla u modelu nije statistički signifikantna. Beta koeficijent se ne može koristiti kao indikator rizika ulaganja u određenu dionicu nego je potrebno razmotriti i neke druge mjere rizika prilikom donošenja odluka. Nadalje, pokazalo se da službeni burzovni indeks CROBEX ne može biti prihvatljiva zamjena za tržišni portfelj s obzirom na to da se ne nalazi na krivulji efikasne granice. Dobiveni rezultati u skladu su s dosad provedenim istraživanjima.

Literatura:

Bilić, M. M., Dimitrić, M., Škalamera-Alilović, D. (2016). CAPM on post crisis capital markets of European transition countries, In *The EU Economic Environment Post-Crisis: Policies, Institutions and Mechanisms*, Juraj Dobrila University of Pula.

Bodie, Z., Kane, A., Marcus, A. J. (2006). *Počela ulaganja*, četvrto izdanje, Mate d.o.o., Zagreb.

Brealey, R. A., Myers, S. C., Marcus, A. J. (2007). *Osnove korporativnih financija*, Mate d.o.o., Zagreb.

Džaja, J., Aljinović, Z. (2013). Testing CAPM model on the emerging markets of the Central and Southeastern Europe, *Croatian Operational Research Review*, 4 (1), 164-175.

Fruk, M., Huljak, I. (2004). Testiranje Sharpe-Lintnerova modela na Zagrebačkoj burzi, *Financijska teorija i praksa*, 28 (1), 77-91.

Lintner, J. (1965). The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. *Review of Economics and Statistics*, 47 (1), 13-37.

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection, *The Journal of Finance*, 7 (1), 77-91.

Minović, J., Živković, B. (2014). CAPM augmented with liquidity and size premium in the Croatian stock market, *Economic research – Ekonomska istraživanja*, 27 (1), 191-206.

Odobašić, S., Tolušić, M., Tolušić, Z. (2014). The application of the CAPM model on selected shares on the Croatian capital market, *Ekonomski vjesnik: Review of Contemporary Entrepreneurship, Business, and Economic Issues*, XXVII (2), 297-311.

Perković, A. (2011). Research of beta as adequate risk measure-is beta still alive?. *Croatian Operational Research Review*, 2(1), 102-111.

Saunders, A., MillonCornet, M. (2006). *Financijska tržišta i institucije*, Masmedia d.o.o., Zagreb

Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices, A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk, *The Journal of Finance*, 19 (3), 425-442.

Van Horne, J. C. (1997). *Financijsko upravljanje i politika (Financijski menadžment)*, Mate d.o.o., Zagreb.

Vidučić, Lj. (2006). *Financijski menadžment, RRiF plus*, Zagreb.

Žiković, S. (2005). Formiranje optimalnog portfelja hrvatskih dionica i mjerenje tržišnog rizika primjenom Var metode, magistarski rad, Ljubljana.

Odluka o indeksu CROBEX, OU/2017-7, raspoloživo na
<http://zse.hr/UserDocsImages/dokumenti_indeksi/CROBEX_20170209142316-2017-CROBEX-Odluka.pdf (pristupljeno 22. svibnja 2017.)

<http://zse.hr/> (pristupljeno 22. svibnja 2017.)

Tablica 5. Matrica varijanci i kovarijanci dionica obuhvaćenih analizom
Izvor: Izračun autorica (2017)

	ADPL -R-A	ADRS -P-A	ARNT -R-A	ATGR -R-A	ATPL -R-A	BLJE -R-A	DDJH -R-A	DLKV -R-A	ERNT -R-A	HT -R-A	INGR -R-A	KOEI -R-A	KRAS -R-A	LEDO -R-A	LKPC -R-A	MAIS -R-A	OPTE -R-A	PODR -R-A	PTKM -R-A	RVP -R-A	ULPL -R-A	VDKT -R-A	VPIK -R-A	ZABA -R-A
ADPL -R-A	0,00465	0,00045	0,00098	0,00196	0,00110	0,00056	0,00110	0,00050	0,00117	0,00261	0,00182	0,00318	-0,0084	0,00019	0,00176	0,00029	0,00123	0,00111	0,00209	0,00115	0,00168	0,00327	0,0037	
ADRS -P-A	0,00045	0,00174	0,00099	0,00162	0,00082	0,00069	0,00082	0,00118	0,00087	0,00270	0,00028	0,00094	-0,0027	0,00046	0,00130	0,00104	0,00141	0,00126	0,00104	0,00060	0,00278	0,00101	0,0036	
ARNT -R-A	0,00098	0,00099	0,00215	0,00125	0,00075	0,00054	0,00075	0,00172	0,00107	0,00402	0,00003	0,00102	0,00116	0,00024	0,00114	0,00098	0,00131	0,00079	0,00098	0,00062	0,00318	0,00215	0,0026	
ATGR -R-A	0,00196	0,00162	0,00125	0,01441	0,00093	0,00093	0,00163	-0,00018	0,00171	0,00563	0,00159	0,00082	0,00311	0,00079	0,00115	-0,0009	0,00353	0,00303	0,00437	0,00428	0,00121	0,00169	0,0102	
ATPL -R-A	0,00110	0,00101	0,00090	0,00225	0,00037	0,00072	0,0009	0,00118	0,00118	0,00333	0,00125	0,00042	-0,0015	0,00046	0,0015	0,00124	0,00093	0,00027	0,00155	0,0012	0,00392	0,00233	0,0030	
BLJE -R-A	0,00056	0,00069	0,00054	0,00093	0,0007	0,00123	0,00039	0,00035	0,00058	-0,00018	0,0001	-0,0003	0,00108	-0,0001	0,00051	0,00028	0,00041	0,00051	-0,00003	0,00051	0,00051	0,00010	0,0017	
DDJH -R-A	0,00110	0,00081	0,00075	0,00163	0,00039	0,00039	0,00164	0,0012	0,00120	0,00339	0,0009	0,00163	-0,0009	0,00041	0,00138	0,00108	0,00142	0,00180	0,00176	0,00068	0,00061	0,00273	0,00397	
DLKV -R-A	0,00050	0,00118	0,00172	-0,00018	0,0012	0,00035	0,0012	0,00084	0,00189	0,00436	-0,0009	0,00375	-0,0034	0,00158	0,00561	0,00224	0,00180	0,00029	0,00224	0,00068	0,000161	0,01166	0,00582	
ERNT -R-A	0,00120	0,0009	0,00107	0,00171	0,00120	0,00058	0,00120	0,00189	0,00220	0,00354	0,0008	0,00165	-0,0001	0,00066	0,00150	0,00162	0,00152	0,00162	0,00068	0,00079	0,00335	0,0058	0,0028	
HT -R-A	0,00261	0,00270	0,00402	0,00562	0,0033	-0,00018	0,00339	0,00436	0,00354	0,07174	0,00139	0,00217	-0,0048	-0,0004	0,00142	0,00176	0,00518	0,00152	0,00092	0,00490	0,0075	0,00076	0,0075	
INGR -R-A	0,0018	0,00028	0,00002	0,00159	0,0012	0,00014	0,00091	-0,00089	0,00080	0,00139	0,01558	0,00068	0,00198	0,00195	0,00015	0,00027	-0,00002	-0,00005	0,00307	0,00564	0,00129	0,00152	0,00169	
KOEI -R-A	0,00182	0,00086	0,00172	0,00082	0,0004	0,00030	0,00163	0,00205	0,00165	0,0022	0,00068	0,02933	-0,0022	0,0001	0,00235	0,00202	0,00432	0,00316	0,00214	-0,0002	-0,0002	0,00527	-0,0198	
KRAS -R-A	0,00318	0,0009	0,00102	0,00311	0,00209	0,00108	0,00209	0,00375	0,00254	0,00298	0,00198	0,00390	0,01676	-0,0093	0,00019	0,00570	0,00301	0,00270	0,00331	0,00490	0,00188	0,00828	0,00587	
LEDO -R-A	-0,0084	-0,0027	0,00116	0,00079	-0,001	0,00189	-0,0009	-0,00343	-0,0001	-0,0048	0,00195	-0,0022	-0,0093	0,51175	0,00119	-0,0139	0,00578	0,00078	0,00129	-0,0004	-0,0019	0,00228	-0,0120	
LKPC -R-A	0,00019	0,03803	0,01978	0,05223	0,0385	0,04268	0,03409	0,13091	0,05466	-0,0304	0,01211	0,00935	0,1612	0,09855	0,19029	0,15016	0,15305	0,07494	0,00869	0,07098	0,02908	0,27973	0,15787	
MAIS -R-A	0,00176	0,00130	0,00114	0,00115	0,0015	0,00098	0,00138	0,00561	0,00150	0,00142	0,00127	0,00967	-0,014	0,00181	0,00967	0,00620	0,0019	0,00154	0,00378	0,00106	0,00106	0,00473	0,0043	
OPTE -R-A	0,00029	0,00160	0,00160	-0,00093	0,0012	0,00041	0,00108	0,00696	0,00158	0,00176	0,00002	0,00202	0,00301	0,00578	0,006195	0,01077	0,0019	0,00103	0,0009	0,00013	0,01325	0,00518	0,0048	
PODR -R-A	0,00122	0,00141	0,00131	0,00354	0,0009	0,00051	0,00142	0,00180	0,00152	0,00518	-0,00053	0,00432	0,00270	0,00078	0,0009	0,00191	0,0019	0,00533	0,00181	0,00073	0,00142	0,00391	-0,0006	
PTKM -R-A	0,00111	0,0013	0,00079	0,00304	0,0003	0,00028	0,00093	0,00029	0,00162	0,00691	0,00307	0,00332	0,00130	-0,0001	0,00154	0,00103	0,00181	0,02338	0,00318	0,00318	0,00171	0,00015	-0,0036	
RVP -R-A	0,00209	0,00104	0,00098	0,00437	0,0016	-0,00004	0,00176	0,00224	0,00068	0,00092	0,00564	0,00214	-0,0004	0,00086	0,00378	0,0009	0,00073	0,00318	0,02940	0,00092	0,00092	0,00558	0,0027	
ULPL -R-A	0,00115	0,00060	0,00062	0,00428	0,0012	0,00051	0,0006	0,00016	0,00079	0,00490	0,00129	-0,0002	0,00188	-0,0019	0,00035	0,00106	0,00013	0,00142	0,00092	0,00092	0,00338	0,00095	-0,0012	
VDKT -R-A	0,00168	0,00278	0,00318	0,00121	0,0039	0,00147	0,00273	0,01166	0,00333	0,0075	0,00152	0,00527	0,00828	0,00228	0,00337	0,01066	0,01325	0,00392	0,00558	0,00095	0,00095	0,02884	0,01179	
VPIK -R-A	0,00327	0,00101	0,00215	0,001685	0,0023	0,00010	0,00397	0,00583	0,00578	0,00076	0,00169	-0,0198	0,005871	-0,01203	0,0019	0,00473	0,00518	-0,000625	0,00364	0,00364	-0,0012	0,01179	0,14207	
ZABA -R-A	0,00368	0,00356	0,00265	0,010197	0,003	0,00166	0,00280	0,00227	0,00280	0,00746	-0,00056	0,00345	0,003582	0,00397	0,00133	0,00428	0,00478	0,003684	0,00322	0,00274	0,00318	0,00708	0,00274	

Tablica 4. Efikasni portfelji
Izvor: izračun autorica (2017)

	Efikasni portfelj 1	Efikasni portfelj 2	Efikasni portfelj 3	Efikasni portfelj 4	Efikasni portfelj 5
Očekivani prinos portfelja	-0,0023	0,0030	0,0096	0,0126	0,0149
Standardna devijacija portfelja	0,0282	0,0300	0,0400	0,0500	0,0600
ADPL-R-A	0,70%	6,89%	11,59%	11,90%	12,27%
ADRS-P-A	7,16%	23,31%	36,45%	26,76%	21,21%
ARNT-R-A	9,19%	5,96%	0,00%	0,00%	0,00%
ATGR-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ATPL-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
BLJE-R-A	45,88%	29,23%	0,00%	0,00%	0,00%
DDJH-R-A	23,18%	30,96%	24,99%	9,17%	0,00%
DLKV-R-A	1,33%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ERNT-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
HT-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
INGR-R-A	2,37%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
KOEI-R-A	1,05%	1,77%	4,57%	8,00%	16,53%
KRAS-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
LEDO-R-A	0,43%	0,44%	0,00%	0,00%	0,00%
LKPC-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
MAIS-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
OPTE-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PODR-R-A	0,00%	1,43%	22,40%	44,17%	50,00%
PTKM-R-A	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
RIVP-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ULPL-R-A	8,62%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
VDKT-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
VPIK-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
ZABA-R-A	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%