

Prethodno priopćenje

UDK: 336.76(497.5)

005.52:005.334

Datum primitka članka u uredništvo: 12. 9. 2022.

Datum slanja članka na recenziju: 10. 11. 2022.

Datum prihvatanja članka za objavu: 13. 12. 2022.

Dr. sc. Zrinka Lovretin Golubić*

MODIFIKACIJA JEDNOFAKTORSKOGA MODELA RAZLIČITIM MJERAMA RIZIKA ZA PROCJENU PREMIJA RIZIKA DIONICA I OBVEZNICA NA HRVATSKOM TRŽIŠTU KAPITALA¹

MODIFICATION OF THE SINGLE-FACTOR MODEL WITH DIFFERENT RISK MEASURES FOR THE ESTIMATION OF THE RISK PREMIUM OF STOCKS AND BONDS IN THE CROATIAN CAPITAL MARKET

SAŽETAK: U radu se polazi od jednofaktorskoga modela kako bi se pojednostavnilo određivanje premije rizika dionica i obveznica na hrvatskom tržištu kapitala. Osim uobičajene mjere sistematskog rizika, bete, uvodi se i modificirana mjera rizika, donjostrana beta, koja je ujedno i mjera averzije prema gubitku. Radom se ispituje je li moć opisivanja presječne varijabilnosti prinosa različitih klasa imovine zajedno veća ako se umjesto bete koristi donjostrana beta. Nadalje, cilj je rada i ispitati mogu li se donjostrana beta i druge mjere rizika koristiti kao mjera aproksimacije (*proxy*) za procjenu očekivanog prinosa na hrvatskom tržištu dionica i obveznica zajedno. U empirijskom dijelu istraživanja provedena je Fama-MacBethova te panel regresijska analiza na prinosima dionica i obveznica na hrvatskom tržištu kapitala. Rezultati istraživanja pokazuju kako donjostrana beta ne dominira kao mjera rizika u odnosu na betu. Također, rezultati pokazuju kako hrvatsko tržište kapitala ne nagrađuje posebno averziju prema gubitku u odnosu na averziju prema riziku te kako donjostrana beta i druge mjere rizika nisu prikladne kao *proxy* za procjenu očekivanog prinosa na hrvatskom tržištu dionica i obveznica zajedno.

KLJUČNE RIJEČI: procjena prinosa dionica i obveznica, jednofaktorski model, donjostrana beta, averzija prema gubitku, biheviorističke financije

JEL: G11, G12, G40

* Dr. sc. Zrinka Lovretin Golubić, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Trg J. F. Kennedyja 6, 10 000 Zagreb, E-mail: zlovretin@net.efzg.hr

¹ U radu su korišteni podaci prikupljeni za potrebe izrade doktorskog rada autorice, koji je napisan pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Denisa Dolinara i obranjen na Ekonomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu u svibnju 2022. godine.

SUMMARY: The paper is based on a single-factor model to simplify the estimation of the risk premium of stocks and bonds in the Croatian capital market. Besides the usual measure of systematic risk, beta, a modified measure of risk, downside beta, is introduced, which is also a measure of loss aversion. The paper examines whether the power to jointly explain the cross-sectional variability of returns of different asset classes is greater if the downside beta is used instead of beta. Furthermore, the paper aims to examine whether the downside beta and other measures of risk can be used as a proxy to estimate the expected return in the Croatian stock and bond market jointly. In the empirical part of the research, Fama-MacBeth and panel regression analysis were performed on the stocks and bonds returns in the Croatian capital market. The research results show that the downside beta does not dominate as a measure of risk in relation to beta. Also, the results show that the Croatian capital market does not particularly reward loss aversion in relation to risk aversion and that the downside beta and other risk measures are not suitable for use as a proxy for estimating the expected return in the Croatian stock and bond market jointly.

KEY WORDS: stock and bond returns, single-factor model, downside beta, loss aversion, behavioral finance

JEL: G11, G12, G40

1. UVOD

Temelje suvremene investicijske analize postavio je Markowitz (1952) optimizacijom portfolija prema prinosu i riziku. Za investitora je relevantan jedino sistematski (tržišni) rizik jer se on ne može izbjeći diversifikacijom. Uobičajena mjera sistematskog rizika je beta koeficijent, koja podrazumijeva normalnost distribucije prinosa vrijednosnih papira (dionica), no brojna istraživanja pokazala su kako distribucije prinosa dionica najčešće ne slijede normalnu distribuciju. Također, poznato je da investitori različito brinu o mogućim gubicima u odnosu na koristi koje mogu imati od dobitaka. U kontekstu distribucije prinosa, zabrinutost oko gubitaka odnosi se na odstupanje prinosa dionica prema dolje, na donji dio distribucije prinosa, ispod prosječnog prinosa.

Zbog problema s brojem potrebnih procjena Markowitzeva modela, predstavljeni su modeli koji pojednostavljaju način određivanja premije rizika na rizične investicije i kombinacije rizičnih investicija, čime se smanjuje i mogućnost pogrešnih procjena inputa koji ulaze u proces optimizacije. Prema jednofaktorskom modelu, na prinos nekog vrijednosnog papira djeluju makrofaktori koji se opisuju pomoću samo jednog jedinog faktora. Nastavak Markowitzeve analize portfolija predstavlja najpoznatiji jednoindeksni model ponašanja tržišta, Model procjenjivanja kapitalne imovine, CAPM. Prema CAPM-u postoji samo jedan faktor koji utječe na prinose imovine, a to je prinos tržišnog portfolija (Ang, 2014, p. 195).

Ovaj rad fokusira se na modificirani jednofaktorski model, odnosno modificiranu mjeru sistematskog rizika, donjostranu betu. Osim donjostrane bete, testiraju se i druge mjere rizika: gornjostrana beta, relativna donjostrana i gornjostrana beta, te razlika između gornjostrane i donjostrane bete, a sve u cilju modificiranja jednofaktorskoga modela i procjene statističke značajnosti premija rizika uslijed izloženosti rizicima koje te mjere opisuju. Nadalje, cilj rada jest ispitati mogućnost procjene modificiranog jednofaktorskoga modela tako da se premije rizika različitih vrsta imovine na hrvatskom tržištu kapitala procijene

zajedno. Modeli procjenjivanja uglavnom testiraju dionice, no tržište kapitala je šire te tradicionalno uključuje obveznice. Tradicionalna alokacija kapitala uključuje ulaganje i u dionice i u obveznice. Radom se također ispituje nagrađuje li hrvatsko tržište kapitala averziju prema gubitku u odnosu na averziju prema riziku.

U skladu s time, definirane su dvije istraživačke hipoteze. U prvoj hipotezi ispituje se dominira li donjostrana beta kao mjera rizika u odnosu na uobičajenu mjeru sistematskog rizika, betu, kako bi se opisala presječna (*cross-sectional*, kros-sekcijska) varijabilnost prinosa različitih klasa imovine zajedno, konkretno dionica i obveznica.

H1. *Moć opisivanja presječne varijabilnosti prinosa različitih klasa imovine zajedno veća je ako se umjesto bete koristi donjostrana beta.*

U drugoj hipotezi provedena je analiza izvan uzorka kako bi se ispitalo može li se donjostrana beta (i druge mjere rizika) koristiti kao mjera aproksimacije (*proxy*) za procjenu očekivanog prinosa na hrvatskom tržištu dionica i obveznica zajedno. Ujedno se ispituje i nagrađuje li hrvatsko tržište kapitala averziju prema gubitku u odnosu na averziju prema riziku.

H2. *Moguće je procijeniti premije rizika dionica i obveznica zajedno koristeći indeks CROBEX kao benchmark.*

Kako bi se zajednički procijenile premije rizika za različite vrste vrijednosnih papira, konkretno dionica i obveznica, koristi se metodologija iz rada Lettau et al. (2014). U svom radu Lettau et al. (2014) procjenjuju CAPM u kojem koriste modificiranu mjeru sistematskog rizika, donjostranu betu (nazivajući model DR-CAPM, *downside risk CAPM*).² Osim prinosa dionica, koriste prinose opcija na dioničke indekse, prinose državnih obveznica, prinose roba i prinose deviznih tečajeva. Rezultati pokazuju kako je moć opisivanja presječne varijabilnosti prinosa svih tih klasa imovine zajedno veća ako se umjesto bete, uobičajene mjere sistematskog rizika, koristi donjostrana beta. Po njima, prevladavajuća karakteristika u različitim klasama imovine jest upravo averzija prema gubitku, mjerena donjostranom betom. Iz tog razloga beta nije dovoljna da bi se objasnila presječna varijabilnost u prinosima različitih klasa imovine.

Za testiranje definiranih hipoteza u ovom radu koristi se Fama-MacBethova regresijska analiza, a kako bi se iskoristila istovremena prisutnost jedinične (vrijednosni papiri) i vremenske komponente, koristi se i panel analiza podataka. Inicijalno su testirane različite specifikacije regresijskih modela panel podataka. Primjenom odgovarajućih testova ispitana je prikladnost svih modela: združeni model, model s fiksnim efektima te model sa slučajnim efektima. Rezultat provedenih analiza jest procjena parametara koji predstavljaju nagradu za izloženost riziku (averziji prema gubitku) mjereno različitim mjerama rizika te je testirana i njihova statistička značajnost.

U nastavku rada slijedi pregled literature, dok su u trećem dijelu opisani podaci i korištena metodologija. U četvrtom dijelu prikazani su rezultati empirijskog istraživanja, dok posljednji, peti dio predstavlja zaključak.

² Zapravo se radi o procjeni jednofaktorskoga modela. Budući da je CAPM izrazito teorijske prirode i zasnovan na brojnim pretpostavkama koje najčešće ne vrijede u stvarnom svijetu, naziv DR-CAPM može se smatrati neprikladnim.

2. PREGLED LITERATURE

Za razliku od tradicionalnih financija koje se temelje na racionalnim preferencijama investitora, biheviorističke pristranosti naglašavaju ulogu averzije prema gubitku, odnosno donjostranog rizika u objašnjavanju prinosa imovine. Markowitz u svojoj knjizi raspravlja o semivarijanci kao mjeri rizičnosti, a ne samo o uobičajeno korištenoj mjeri rizika, varijanci (Markowitz, 1959, p. 194). Semivarijanca, slično kao i varijanca, odnosno standardna devijacija, opisuje prosječno odstupanje prinosa od očekivanog prinosa investicije, samo što semivarijanca uzima u obzir odstupanja prinosa na „donju granicu” (prema dolje), odnosno opažanja koja su ispod prosjeka. U kasnijim radovima Markowitz navodi kako zbog činjenice da su investitori zabrinutiji oko gubitaka i lošijih performansi portfolija nego oko dobitaka i boljih performansi portfolija, semidevijacija (kao pozitivan drugi korijen iz semivarijance) je prikladnija mjera rizika ulaganja investitora (Markowitz et al., 1993, p. 307). Njegovo je razmišljanje u skladu s biheviorističkim financijama i percepcijom investitora oko očekivanih dobitaka odnosno gubitaka.

Istraživanja Quirk i Saposnik (1962), Hogan i Warren (1974) i Ang i Chua (1979) pokazuju superiornost semivarijance u odnosu na varijancu. Daljnjim istraživanjima dolazi do razvoja donjih parcijalnih momenata distribucija prinosa (*lower partial moment*, LPM) (Bawa, 1975; Fishburn, 1977). Razvoj takvih mjera omogućava ukidanje ograničavanja investitora na samo jednu funkciju korisnosti (što je prihvatljivo ako je funkcija korisnosti investitora najbolje opisana kvadratnom funkcijom, odnosno mjerama varijancom ili semivarijancom). Bawa (1975) je bio prvi koji je definirao donje parcijalne momente kao općeniti naziv za mjere rizika, koje se odnose na odstupanja ispod definirane razine, a jedna od njih je i semivarijanca s odstupanjima prinosa ispod određene razine. Bawa i Lindenberg (1977) razvijaju modificirani CAPM koristeći donje parcijalne momente distribucije oko sredine. Harlow i Rao (1989) razvijaju novi model procjenjivanja kapitalne imovine, koji predstavlja generalizaciju prethodno dobivenih rezultata vezanih uz donjostrani rizik u literaturi. Definišu rizik kao odstupanja ispod bilo koje referentne vrijednosti. U svojim radovima Estrada (2000, 2001, 2004) predlaže zamjenu bete iz CAPM-a omjerom semidevijacije prinosa dionica i semidevijacije tržišnog prinosa. Pokazao je kako takva mjera ukupnog donjostranog rizika objašnjava presječnu varijaciju prinosa indeksa 28 zemalja u razvoju, prinosa industrijskih indeksa zemalja u razvoju te varijaciju prinosa dionica internetskih poduzeća. U istraživanju iz 2002. godine Estrada (2002) navodi donjostranu betu kao mjeru sistematskog donjostranog rizika. Dokazuje superiornost donjostrane bete u odnosu na tradicionalni beta koeficijent na uzorku zemalja u razvoju. Ang et al. (2006) istražuju odnos između donjostrane bete i prinosa dionica na razvijenom, američkom tržištu. U svom uzorku koriste sve dionice listane na NYSE-u (*The New York Stock Exchange*) za razdoblje od srpnja 1963. do prosinca 2001. godine. Istraživanje je pokazalo kako dionice s većim donjostranim betama ostvaruju veće prinose za svoje investitore. Pokazuju kako je donjostrana beta mjera rizika jer dionice koje značajno koreliraju s tržištem kada je ono u padu u odnosu kada raste ostvaruju veće prosječne prinose u istom periodu. Atilgan et al. (2019) testiraju odnos između različitih mjera donjostranog rizika i očekivanih prinosa dionica. Koriste prinose dionica 26 razvijenih zemalja za razdoblje od siječnja 1988. do prosinca 2014. Za donjostranu betu za većinu zemalja u uzorku ne postoji premija rizika, već diskont – za 7 od 21 zemlje diskont je i statistički značajan. Rezultati sugeriraju kako ne postoji premija

rizika za preuzimanje donjostranog rizika u međunarodnom kontekstu. Osim donjostrane bete, testiraju i betu u repu distribucije (*tail beta*), a za aproksimaciju veličine i vjerojatnosti sloma cijena poduzeća koriste mjere *value at risk (VaR)* i očekivani gubitak (*expected shortfall*). U istraživanju iz 2020., Atilgan et al. (2020) revidiraju nalaze istraživanja Ang et al. (2006). Istražuju ekonomske razloge na kojima se temelje različiti nalazi njihova istraživanja za različitu korištenu metodologiju te zaključuju kako donjostrana beta ne može generirati dovoljnu presječnu varijabilnost u prinosima dionica.

Brojna istraživanja pokazala su kako postoji mnoštvo varijabli koje imaju moć objašnjavanja presječne varijabilnosti u prinosima dionica. Cochrane (2011) naglašava kako se prije mislilo da je varijacija u prinosima nepredvidiva te da je za objašnjenje presječne varijabilnosti dovoljan jedan faktor, a to je beta iz CAPM-a. U svom istraživanju kategorizira teorije za određivanje očekivanih prinosa (primjerice, makroekonomske teorije, biheviorističke i financijske teorije) (Cochrane, 2011, p. 1065). Svojim radom potiče na istraživanje i identificiranje varijabli koje su specifične za pojedina poduzeća i koje omogućavaju jedinstvenu i statistički značajnu moć procjenjivanja i objašnjavanja prinosa dionica. Također, jedan je od prvih čije istraživanje naglašava mogućnost procjene očekivanog prinosa za različite razrede imovine zajedno (ne samo dionice). Iz tog razloga u ovom radu procjenjuju se premije rizika za dionice i obveznice zajedno.

3. METODOLOGIJA I PODACI

Vremensko razdoblje obuhvaćeno istraživanjem odnosi se na razdoblje od kolovoza 2009. do travnja 2019. godine. Odabrano vremensko razdoblje rezultat je dostupnosti podataka. Istraživanje se bazira na 62 dionice koje su bile kotirane na Zagrebačkoj burzi i uključene u indeks CROBEX u promatranom razdoblju. Također, u istraživanje je uključeno i 13 državnih obveznica koje su bile kotirane na Zagrebačkoj burzi. Korporacijske obveznice na hrvatskom tržištu kapitala nisu zastupljene u tolikoj mjeri da bi se mogle uključiti u analizu. Likvidnost im je slaba, odnosno njima se rijetko trguje, tako da su isključene iz analize. Za potrebe provođenja empirijskog istraživanja koriste se ukupni mjesečni prinosi iznad nerizične kamatne stope. Ukupni prinos ili prinos za razdoblje držanja vrijednosnog papira predstavlja zbroj tekućeg prinosa i prinosa od kapitalnog dobitka ili gubitka. Kao aproksimacija nerizične kamatne stope korišteni su tromjesečni prinosi na trezorske zapise Ministarstva financija Republike Hrvatske.

Većina istraživanja koristi Fama-MacBethovu metodu (1973) kako bi se testirala statistička značajnost premija rizika koje nose pojedini faktori ili mjere rizika. Spomenuta metoda uključuje dva seta regresijske analize. Najprije se vremenska serija prinosa dionica (ili nekog drugog vrijednosnog papira) regresira na vremensku seriju jednog (ili više) faktora rizika (najčešće je to prinos tržišnog indeksa) kako bi se dobile procjene faktorskih osjetljivosti (bete). U drugom su setu regresija faktorske osjetljivosti nezavisne varijable. U svakoj vremenskoj točki, presječni prinosi dionica (ili nekog drugog vrijednosnog papira) regresiraju se na faktorske osjetljivosti kako bi se dobila vremenska serija premija rizika za svaki faktor, odnosno mjeru rizika. Pod mjerama rizika u ovom radu podrazumijevaju se beta, donjostrana beta, gornjostrana beta, relativna donjostrana beta, relativna gornjostrana beta te razlika između gornjostrane i donjostrane bete. Donjostrane bete izračunate su u

promatranom razdoblju za svaku dionicu i obveznicu prema sljedećoj formuli (Bawa i Lindenberg, 1977):

$$\beta^- = \frac{\text{cov}(k_i, k_m | k_m < \mu_m)}{\text{var}(k_m | k_m < \mu_m)} \quad (1)$$

pri čemu je k_i ostvareni prinos i -te dionice (obveznice), k_m prinos tržišnog indeksa, a μ_m prosječni tržišni prinos. Kao aproksimacija tržišnog prinosa koristi se prinos indeksa CROBEX (također se razmatra prinos iznad nerizične kamatne stope). Bez obzira na to što se radi o različitim klasama imovine, po uzoru na istraživanje Borri i Verdelhan (2011) te Lettau et al. (2014) tržišni je prinos predstavljen prinosom dioničkog indeksa. Prinosi dioničkog indeksa korišteni su kako bi se konzervativno izbjeglo povećanje kovarijanci između prinosa klase imovine koja se testira i premija rizika uključivanjem i drugih vrsta imovine u tržišni indeks.

Donjostrani beta koeficijent jest modificirana mjera rizika, koja uzima u obzir odstupanja prinosa dionica (obveznica) samo prema dolje, odnosno prinose koji su ispod prosječnog tržišnog prinosa. Na taj način testira se zajedničko kretanje prinosa dionica (obveznica) s tržištem. Kada je tržišni prinos ispod prosječnog tržišnog prinosa, smatra se da je tržište u padu, pa se prilikom izračuna kovarijance u obzir uzimaju samo prinosi koji su ispod prosječnog tržišnog prinosa. Smatra se da te dionice (obveznice) koreliraju (kreću se zajedno) s tržištem. Zbog testiranja robusnosti podataka, izračunata je i relativna donjostrana beta (Ang et al., 2006) kao razlika između donjostrane bete i bete ($\beta^- - \beta$), pri čemu se beta koeficijent uobičajeno računa prema formuli:

$$\beta = \frac{\text{cov}(k_i, k_m)}{\text{var}(k_m)} \quad (2)$$

Kako bi se mjerila osjetljivost dionice (obveznice) prema dobicima u uvjetima kada tržište raste, izračunate su i gornjostrane bete prema sljedećoj formuli (Bawa i Lindenberg, 1977):

$$\beta^+ = \frac{\text{cov}(k_i, k_m | k_m > \mu_m)}{\text{var}(k_m | k_m > \mu_m)} \quad (3)$$

U ovom se slučaju u obzir uzimaju odstupanja prinosa dionica (obveznica) samo prema gore, odnosno prinosi koji su iznad prosječnog tržišnog prinosa. Slično kao i za donjostranu betu, izračunata je i relativna gornjostrana beta kao razlika između gornjostrane bete i bete ($\beta^+ - \beta$) (Ang et al., 2006). Dodatno, kao mjera rizika izračunata je i razlika između gornjostrane i donjostrane bete ($\beta^+ - \beta^-$).

Definirane mjere rizika izračunate su za 36-mjesečna razdoblja koja se pomiču za jedan mjesec svaki put. Na taj su način dobivene vremenske serije faktorskih osjetljivosti uslijed izloženosti dionica (obveznica) različitim mjerama rizika. U Fama-MacBethovoj regresijskoj analizi (regresija na prosječnim podacima) zavisna varijabla su ostvareni mjesečni prinosi dionica (obveznica), a nezavisna varijabla različite procijenjene mjere rizika. U formuli je kao nezavisna varijabla navedena donjostrana beta, a za ostale mjere rizika, potrebno je zamijeniti oznaku nezavisne varijable.

$$k_{it} = \alpha_{it} + \gamma_t \beta_{it}^- + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

U ovom radu koristi se i panel analiza podataka. Rezultat provedenih analiza (kao i Fama-MacBethove analize) jest procjena parametara koji predstavljaju nagradu za izloženost riziku (averziji prema gubitku) mjereno različitim mjerama rizika te je testirana i njihova statistička značajnost.

U nastavku su prikazane formule za: model s fiksnim efektima u kojem se konstantni član mijenja u svakoj jedinici promatranja, ali je konstantan s obzirom na vrijeme (formula (5)); model s vremenskim fiksnim efektima u kojem se konstantni član mijenja u svakoj jedinici vremena, ali je konstantan s obzirom na jedinice promatranja (formula (6)); model sa slučajnim efektima (formula (7)); model s vremenskim slučajnim efektima (formula (8)). U formulama je kao nezavisna varijabla prikazana donjostrana beta, a za ostale mjere rizika, potrebno je zamijeniti oznaku nezavisne varijable.

$$k_{it} = \alpha_i + \gamma\beta_{it}^- + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

$$k_{it} = \alpha_t + \gamma\beta_{it}^- + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

$$k_{it} = \alpha + \gamma\beta_{it}^- + u_i + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

$$k_{it} = \alpha + \gamma\beta_{it}^- + u_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Osim provedene analize unutar uzorka, kojom se utvrđuje odnos između ostvarenih prinosa dionica i obveznica te različitih mjera rizika, provedena je i analiza izvan uzroka kako bi se ocijenila prognostička snaga promatranih mjera rizika za procjenu očekivanih prinosa na hrvatskom tržištu kapitala. U tom slučaju, zavisne varijable su ostvareni mjesečni prinosi dionica i obveznica izvan uzorka (za naredni mjesec), a nezavisne varijable različite procijenjene mjere rizika. Metode koje se koriste kod analize izvan uzorka istovjetne su metodama kao i kod analize unutar uzorka (Fama-MacBethova i panel regresijska analiza).

4. ANALIZA REZULTATA I DISKUSIJA

4.1. Opisivanje presječne varijabilnosti prinosa dionica i obveznica zajedno

Sukladno opisanoj metodologiji u prethodnom poglavlju, najprije su prikazani rezultati provedene Fama-MacBethove regresijske analize, a zatim panel regresijske analize podataka.

Tablica 1. Premije rizika različitih klasa imovine dobivene Fama-MacBethovom regresijskom analizom unutar uzorka

premija rizika						
mjera rizika ³	broj opažanja	\bar{y}	s.e.	t-stat	p-value	R ² avg
DsB	82	-0,1744	0,3412	-4,63	0,0000 ***	0,094
B	82	-0,8004	0,5646	-12,84	0,0000 ***	0,114
UsB	82	-0,3628	0,2105	-15,61	0,0000 ***	0,047
relDsB	82	0,0028	0,4178	0,06	0,9521	0,067
relUsB	82	-0,0933	0,3975	-2,12	0,0366 **	0,017
diffB	82	-0,0030	0,2671	-0,10	0,9194	0,051

Napomena: Koeficijenti i standardne pogreške su ($\times 10^2$). Oznake razine signifikantnosti su *** 1 %, ** 5 %, * 10 %. Isto vrijedi u cijelom radu.

Izvor: Izračun autora

Premija rizika ostvarena za dionice i obveznice zajedno, koja je rezultat investitorove averzije prema gubitku, statistički je značajna, no predznak koeficijenta nije u skladu s očekivanjima, odnosno s teorijskom podlogom. U istraživanju Lettau et al. (2014) moć opisivanja presječne varijabilnosti prinosa dionica i obveznica veća je ako se kao mjera rizika koristi donjostrana beta, a ne beta. Ovdje to nije slučaj, pa se može zaključiti kako donjostrana beta ne dominira kao mjera rizika u odnosu na betu. Općenito je moć opisivanja presječne varijabilnosti prinosa na vrlo niskim razinama (mjereno koeficijentom determinacije). Kod bete je premija rizika statistički značajna, ali predznak također nije u skladu s očekivanjima, kao ni kod većine drugih mjera.

Kako bi se odabrao prikladan procjenitelj za panel regresijsku analizu provedeni su odgovarajući testovi. Ispitano je jesu li prisutni vremenski fiksni efekti, odnosno postoji li heterogenost sadržana u vremenu. Rezultati testa upućuju na prisutnost vremenskih fiksnih efekata kod svih mjera rizika. Testiranjem statističke značajnosti za svaku mjeru rizika posebno, rezultati su pokazali kako je za donjostranu betu i betu prikladan model s vremenskim slučajnim efektima. Za gornjostranu betu i relativnu gornjostranu betu to je model s vremenskim fiksnim efektima, a za relativnu donjostranu betu i mjeru koja uzima u obzir razliku u gornjostranoj i donjostranoj beti rezultati upućuju na primjenu združenog modela.

³ DsB = donjostrana beta, B = beta, UsB = gornjostrana beta, relDsB = relativna donjostrana beta, relUsB = relativna gornjostrana beta, diff B = razlika između gornjostrane i donjostrane bete.

Tablica 2. Premije rizika različitih klasa imovine dobivene panel regresijskom analizom unutar uzorka – model s vremenskim slučajnim, vremenskim fiksnim efektima i združeni model

konstanta modela						premija rizika				
mjera rizika	br. op.	konst.	s.e.	t-stat	p-value	koeficijent	s.e.	t-stat	p-value	R ²
Model s vremenskim slučajnim efektima										
DsB	5092	-0,2594	0,0562	-4,61	0,0000	-0,2076	0,0470	-4,42	0,0000***	0,0270
B	5092	0,4099	0,0898	4,56	0,0000	-0,8689	0,0780	-11,14	0,0000***	0,0767
Model s vremenskim fiksnim efektima⁴										
UsB	5092	-0,0871	0,0326	-2,67	0,0076	-0,3112	0,0321	-9,70	0,0000***	0,4973
relUsB	5092	-0,3980	0,0026	-152,31	0,0000	-0,0653	0,0317	-2,06	0,0397**	0,5060
Združeni model										
relDsB	5092	-0,0042	0,0005	-8,17	0,0000	-0,0861	0,0519	-1,6589	0,0972	0,0036
diffB	5092	-0,0042	0,0003	-13,20	0,0000	0,0374	0,0315	1,1878	0,2350	0,0012

Napomena: Koeficijenti i standardne pogreške su ($\times 10^2$).

Izvor: Izračun autora

Većina predznaka premija rizika nije u skladu s očekivanjima, što je u skladu s nalazima Fama-MacBethove regresije. Za donjostranu betu predznak nije u skladu s očekivanjima, te je moć opisivanja presječne varijabilnosti prinosa dionica i obveznica zajedno manja nego što je slučaj kada se kao mjera rizika koristi beta. U tom smislu, donjostrana beta ne dominira kao mjera rizika u odnosu na betu, što je slučaj i kod Fama-MacBethove regresije.

Rezultati nisu u skladu s očekivanim odnosom između mjera sistematskog rizika i prinosa. U literaturi se ovakvo ponašanje prinosa dionica karakterizira kao anomalija niske volatilnosti (*low-volatility anomaly*). U literaturi se postojanje takve anomalije povezuje s ponašanjem i preferencijama investitora (u podlozi su biheviorističke financije) za isplata koje su nalik igranju lutrije i ostvarene trgovanjem dionicama izrazito visoke volatilnosti (Baker et al., 2011, p. 40). Veliko samopouzdanje investitora te potražnja za dionicama izrazito visoke volatilnosti dovodi do rasta cijena takvih dionica i posljedično nižih očekivanih prinosa. Drugo objašnjenje odnosi se na činjenicu kako dobiveni empirijski nalazi nisu robusni i rezultati analize mogu biti značajno različiti ako se odaberu drugačije metode. Rezultati najčešće nisu robusni na promjene frekvencije podataka.

4.2. Procjena premija rizika dionica i obveznica zajedno

Kako bi se ocijenila prognostička snaga procijenjenih mjera rizika za predviđanje očekivanog prinosa na hrvatskom tržištu kapitala općenito, provedena je analiza izvan uzorka za različite klase imovine zajedno. Postupci testiranja su istovjetni postupcima analize unutar uzorka. Kod gotovo svih mjera rizika, izostale su statistički značajne procijenjene

⁴ *xtreg* naredba u Stati prikazuje nepotpun R² jer se naredba odnosi na procjenu ispravnog *within* procjenitelja. Kako bi se prikazao potpun R² potrebno je koristiti model s fiksnim efektima koristeći naredbu *regress* (OLS s *dummy* varijablom) ili *areg*. U ovom radu korištena je naredba *regress* s *dummy* varijablom.

premije rizika. Najprije su prikazani rezultati provedene Fama-MacBethove regresijske analize, a zatim panel regresijske analize podataka. Testovi su uglavnom pokazali kako su prikladni procjenitelji dobiveni primjenom združenog modela kod panel analize podataka.

Tablica 3. Premije rizika različitih klasa imovine dobivene Fama-MacBethovom regresijskom analizom izvan uzorka

premija rizika						
mjera rizika	broj opažanja	\bar{y}	s.e.	t-stat	p-value	R ² avg
DsB	81	0,2334	2,3372	0,90	0,3715	0,047
B	81	-0,1380	4,0623	-0,31	0,7606	0,055
UsB	81	-0,1931	2,0076	-0,87	0,3893	0,040
relDsB	81	0,2464	2,2632	0,98	0,3302	0,050
relUsB	81	-0,3263	2,5265	-1,16	0,2486	0,031
diffB	81	-0,1444	1,3234	-0,98	0,3290	0,039

Napomena: Koeficijenti i standardne pogreške su ($\times 10^2$).

Izvor: Izračun autora

Tablica 4. Premije rizika različitih klasa imovine dobivene panel regresijskom analizom izvan uzorka – model s vremenskim slučajnim efektima i združeni model

konstanta modela						premija rizika				
mjera rizika	br. op.	konst.	s.e.	t-stat	p-value	koeficijent	s.e.	t-stat	p-value	R ²
Model s vremenskim slučajnim efektima										
relDsB	4630	0,4132	0,4005	1,03	0,3023	-0,9104	0,1679	-5,42	0,0000***	0,0000
Združeni model										
DsB	4630	0,4639	0,1983	2,34	0,0194	-0,0660	0,1684	-0,39	0,6954	0,0001
B	4630	0,5943	0,3027	1,96	0,0497	-0,1869	0,3654	-0,51	0,6091	0,0001
UsB	4630	0,5829	0,2196	2,65	0,0080	-0,1607	0,1909	-0,84	0,3999	0,0003
relUsB	4630	0,4357	0,1908	2,28	0,0224	-0,1817	0,2444	-0,74	0,4572	0,0002
diffB	4630	0,4313	0,1948	2,21	0,0268	-0,0282	0,1104	-0,26	0,7984	0,0000

Napomena: Koeficijenti i standardne pogreške su ($\times 10^2$).

Izvor: Izračun autora

Rezultati analize izvan uzorka pokazuju kako je moguće zajednički procijeniti premije rizika dionica i obveznica, ali su rezultati loši te je, u odnosu na analizu unutar uzorka, statistička značajnost premija rizika izostala kod (gotovo) svih mjera rizika. Budući da procijenjene premije rizika nisu statistički značajne, ne može se zaključiti kako hrvatsko tržište kapitala posebno nagrađuje averziju prema gubitku (mjereno donjostranom betom) u odnosu na averziju prema riziku (mjereno betom).

Nekoliko je razloga zašto je analiza izvan uzorka rezultirala lošijim nalazima. Prvo, procjena izvan uzorka iznimno je osjetljiva na parametre koji se koriste kao inputi te može

uključivati veliku grešku procjene. Drugo, razdoblje obuhvaćeno analizom korespondira s razdobljem kada traje svjetska financijska kriza, čiji su učinci prelijevanja vidljivi i u prezentiranim rezultatima. Posljednji razlog loših rezultata odnosi se i na frekvenciju podataka. Korišteni su mjesečni podaci, a korištenjem tjednih ili dnevnih prinosa moguće je ostvariti preciznije procjene (Lovretin Golubić, 2022, p. 158). Ovakvi rezultati analize izvan uzorka u skladu su s prijašnjim istraživanjem Dolinar et al. (2019), u kojem se semidevijacija koristi kao aproksimacija za očekivani prinos na hrvatskom tržištu dionica. Uključivanje dodatne klase imovine, u ovom slučaju obveznica, nije popravilo rezultate.

5. ZAKLJUČAK

U radu se ispituje modificirani jednofaktorski model kako bi se utvrdilo dominira li donjostrana beta, kao mjera averzije prema gubitku, u odnosu na betu, uobičajenu mjeru sistematskog rizika, prilikom opisivanja presječne varijabilnosti prinosa dionica i obveznica zajedno. Također, jednofaktorski model se modificira kako bi se procijenile premije rizika dionica i obveznica zajedno na hrvatskom tržištu kapitala, koristeći indeks CROBEX kao *benchmark*. Modeli procjenjivanja uglavnom se fokusiraju na testiranje dionica, no tržište kapitala je šire te tradicionalno uključuje obveznice. Modificirana mjera sistematskog rizika, odnosno mjera averzije prema gubitku, donjostrana beta i druge mjere rizika, testiraju se kako bi se ispitalo nagrađuje li hrvatsko tržište kapitala posebno averziju prema gubitku u odnosu na averziju prema riziku. Na taj se način u područje upravljanja investicijskim portfolijem uključuju elementi biheviorističkih financija. U empirijskom dijelu istraživanja provedena je Fama-MacBethova te panel regresijska analiza, unutar i izvan uzorka na prinosima dionica i obveznica na hrvatskom tržištu kapitala.

Dobiveni rezultati nisu u skladu s istraživanjem provedenim na razvijenom financijskom tržištu (Lettau et al., 2014) u kojem je moć opisivanja presječne varijabilnosti prinosa dionica i obveznica veća ako se kao mjera rizika koristi donjostrana beta, a ne beta. Ovdje to nije slučaj, pa se može zaključiti kako donjostrana beta ne dominira kao mjera rizika u odnosu na betu. Općenito je moć opisivanja presječne varijabilnosti prinosa na vrlo niskim razinama. Analiza unutar uzorka je, očekivano, polučila bolje rezultate, dok kod gotovo svih mjera rizika u analizi izvan uzorka procijenjene premije rizika nisu statistički značajne. Temeljem nalaza ne može se zaključiti kako hrvatsko tržište kapitala nagrađuje posebno averziju prema gubitku u odnosu na averziju prema riziku. Također, donjostrana beta i druge mjere rizika nisu prikladne kao mjera aproksimacije (*proxy*) za procjenu očekivanog prinosa na hrvatskom tržištu dionica i obveznica zajedno. U budućnosti bi trebalo pokušati filtrirati uzorak analiziranih dionica i obveznica budući da je moguće da u uvjetima slabe razvijenosti i likvidnosti hrvatskog tržišta kapitala prevelika količina podataka s previše šuma i nepouzdanih podataka dovodi do lošijih rezultata istraživanja. Nastojanje autorice da se smanji greška procjene očekivanog prinosa koristeći modificiranu mjeru sistematskog rizika, što bi omogućilo i druge procjene, konkretno procjenu portfolija s najvećim Sharpeovim omjerom izvan uzorka, nije ostvareno te rezultati istraživanja ukazuju da trenutačno nije moguće procijeniti prinos.

POPIS LITERATURE

1. Ang, A. (2014). *Asset Management: A Systematic Approach to Factor Investing*. Oxford University Press.
2. Ang, A., Chen, J., & Xing, Y. (2006). Downside risk. *Review of Financial Studies*, 19(4), 1191–1239. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhj035>
3. Ang, J. S., & Chua, J. H. (1979). Composite measures for the evaluation of investment performance. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 14(2), 361–384. <https://doi.org/10.2307/2330509>
4. Atilgan, Y., Bali, T. B., Demirtas, K. O., & Gunaydin, A. D. (2019). Global Downside Risk and Equity Returns. *Journal of International Money and Finance*, 98, 1–36. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2019.102065>
5. Atilgan, Y., Demirtas, K. O., & Gunaydin, A. D. (2020). Downside beta and the cross section of equity returns: A decade later. *European Financial Management*, 26(2), 316–347. <https://doi.org/10.1111/eufm.12258>
6. Baker, M., Bradley, B., & Wurgler, J. (2011). Benchmarks as limits to arbitrage: Understanding the low-volatility anomaly. *Financial Analysts Journal*, 67(1), 40–54. <https://doi.org/10.2469/faj.v67.n1.4>
7. Bawa, V. S. (1975). Optimal Rules for Ordering Uncertain Prospects. *Journal of Financial Economics*, 2(1), 95–121. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(75\)90025-2](https://doi.org/10.1016/0304-405X(75)90025-2)
8. Bawa, V. S., & Lindenberg, E. B. (1977). Capital market equilibrium in a mean-lower partial moment framework. *Journal of Financial Economics*, 5(2), 189–200. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(77\)90017-4](https://doi.org/10.1016/0304-405X(77)90017-4)
9. Borri, N., & Verdelhan, A. (2011). Sovereign Risk Premia, *Working paper della American Finance Association annual meeting*. Available at: <https://economics.ceu.edu/sites/economics.ceu.edu/files/attachment/event/164/26sept-nicola-borri.pdf>
10. Cochrane, J. H. (2011). Presidential address: Discount rates. *The Journal of Finance*, 66(4), 1047–1108. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2011.01671.x>
11. Dolinar, D., Zoričić, D., & Lovretin Golubić, Z. (2019). Application of semi-deviation as a proxy for the expected return estimation in the Croatian equity market. *Croatian Review of Economic, Business and Social Statistics*, 5(1), 9–20. <https://doi.org/10.2478/crebss-2019-0002>
12. Estrada, J. (2000). The cost of equity in emerging markets: a downside risk approach. *Emerging Markets Quarterly* 4, 19–30.
13. Estrada, J. (2001). The cost of equity in emerging markets: a downside risk approach (II). *Emerging Markets Quarterly*, 63–72. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.249579>
14. Estrada, J. (2002). Systematic risk in emerging markets: the D-CAPM. *Emerging Markets Review*, 3(4), 365–379. [https://doi.org/10.1016/S1566-0141\(02\)00042-0](https://doi.org/10.1016/S1566-0141(02)00042-0)
15. Estrada, J. (2004). The cost of equity of internet stocks: a downside risk approach. *The European Journal of Finance*, 10(4), 239–254. <https://doi.org/10.1080/1351847032000137429>
16. Fama, E. F., & MacBeth, J. D. (1973). Risk, Return, and Equilibrium: Empirical Tests. *Journal of Political Economy*, 81(3), 607–636. <https://doi.org/10.1086/260061>

17. Fishburn, P. C. (1977). Mean-risk analysis with risk associated with below-target returns. *The American Economic Review*, 67(2), 116-126.
18. Harlow, W. V., & Rao, R. K. S. (1989). Asset Pricing in a Generalized Mean-Lower Partial Moment Framework: Theory and Evidence. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 24(3), 285-311. <https://doi.org/10.2307/2330813>
19. Hogan, W. W., & Warren, J. M. (1974). Toward the development of an equilibrium capital-market model based on semivariance. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 9(1), 1-11. <https://doi.org/10.2307/2329964>
20. Lettau, M., Maggiori, M., & Weber, M. (2014). Conditional risk premia in currency markets and other asset classes. *Journal of Financial Economics*, 114(2), 197-225. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2014.07.001>
21. Lovretin Golubić, Z. (2022). *Mogućnosti modifikacije jednofaktorskoga modela na hrvatskom tržištu kapitala* [Doctoral dissertation, University of Zagreb]. Available at: <https://repositorij.efzg.unizg.hr/islandora/object/efzg:8559>
22. Markowitz, H. M. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
23. Markowitz, H. M. (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. John Wiley & Sons.
24. Markowitz, H. M., Todd, P., Xu, G., & Yamane, Y. (1993). Computation of mean-Semi-variance efficient sets by the Critical Line Algorithm. *Annals of Operations Research*, 45(1), 307-317. <https://doi.org/10.1007/BF02282055>
25. Quirk, J. P., & Saposnik, R. (1962). Admissibility and measurable utility functions. *The Review of Economic Studies*, 29(2), 140-146. <https://doi.org/10.2307/2295819>