

**NESINHRONO TRGOVANJE  
I  
PRORAČUN SISTEMATSKOG RIZIKA**

**Mladen Latković**

(HAGENA)

**Zagreb, srpanj 2001.**

mr. sc. Mladen Latković

*Agencija za nadzor mirovinskih fondova i osiguranja  
Gajeva 5  
10000 Zagreb*

Tel: 01-4923-800

E-mail: [mladen.latkovic@hagena.hr](mailto:mladen.latkovic@hagena.hr)

Mišljenja iznesena u ovom radu predstavljaju osobni stav autora

## **Sažetak**

U ovom radu analiziramo sistematski rizik dionica na hrvatskom tržištu kapitala uz prisustvo nesinhronog trgovanja koje se pojavljuje zbog njihove nedovoljne likvidnosti. Analizom procesa nesinhronog trgovanja mogu se odrediti beta koeficijenti koji predstavljaju poboljšane ocjene sistematskog rizika. Pokazuje se da postoje značajne razlike između beta koeficijenata dobivenih standardnim postupkom izračuna te postupkom koji vodi računa o nesinhronom trgovanju kod dionica kojima se vrlo slabo trguje. Također, razlike se čine neovisnim o odabiru tržišnog portfelja.

# 1. Uvod

Problem pouzdanosti kvantitativnih analiza na razvijenim tržištima kapitala oduvijek je bio izražen, iako nikada u prvome planu. Dovoljan broj dionica iz različitih industrijskih grana kojima se vrlo često i u velikim iznosima trguje, omogućava analitičarima koji proučavaju razvijena tržišta kapitala da ne dovode u pitanje kvalitetu podataka. S obzirom da na takvim tržištima postoje i slabije likvidne dionice, a pogotovo sve češće korištenje podataka u realnom vremenu koji su nužni za sve složenije izvedene financijske instrumente, analitičari su se posvetili proučavanju problema nesinhronog trgovanja koje umnogome može umanjiti ili potpuno poništiti rezultate analiza. Nesinhrono trgovanje skupni je naziv za niz pojava kod kojih se cijene vrijednosnica bilježe s greškom (Campbell *et al.*, 1997). Najčešće se takav proces povezuje s bilježenjem cijena vrijednosnica u pravilnim razmacima (na kraju dana, tjedna ili mjeseca) iako su se trgovanja odvijala u nepravilnim razmacima, tj. ne nužno u zadnjim trenucima trgovanja.

Situacija na tržištima u nastajanju s obzirom na pojavu nesinhronog trgovanja je daleko složenija jer osim izraženog problema slabe učestalosti trgovanja u malim količinama postoji i daleko manji broj dionica koje kotiraju na burzama. To uzrokuje probleme u definiranju tržišnog indeksa čime se dovodi u pitanje i mogućnost primjene ravnotežnih teorija kojima se vrši vrednovanje cijena dionica. Također, usko povezan problem sa slabom likvidnošću je i daleko veća rizičnost dionica na tržištima u nastajanju te česta pojava ekstremnih prinosa koji nemaju opravdanja u definiranju cijene dionice putem odnosa između ponude i potražnje kao i u pristizanju informacija na tržište. Od problema mogu se istaknuti i kratka povijest trgovanja, nedostatak transparentnosti podataka o poslovanju i dioničkoj strukturi poduzeća, te pojava tzv. nevidljivih oblika rizika od kojih je najvažniji rizik nelikvidnosti (Latković i Boršić, 2000).

U svojim je počecima Markowitzeva teorija portfelja imala praktičnih nedostataka prilikom primjene u praksi, a najveći problem je bio veliki broj ulaznih parametara u optimizaciji (Barac i Latković, 1999). Pojavom modela s jednim indeksom (*single-index model*), u kojem je prinos neke dionice povezan linearno s prinosom tržišta, došlo je do značajnog pojednostavljenja u odabiru portfelja. Značenje koeficijenta proporcionalnosti, tj. beta koeficijenta, između prinosa dionice i tržišta ogleđa se kao sistematski rizik kojem je dionica izložena i kojeg se ne može ukloniti daljnjom diverzifikacijom. Nadalje, osnovni model koji opisuje ravnotežu na tržištu kapitala je model vrednovanja cijena dionica (*Capital Asset Pricing Model - CAPM*), koji formalno ima istu funkcionalnu ovisnost kao i model jednog indeksa, te također opisuje sistematske rizike pojedinih dionica u portfelju u odnosu na tržište (Sharpe, 1964). Beta koeficijenti su dakle nezaobilazni u postupku određivanja optimalnog portfelja kao i u utvrđivanju efikasnosti tržišta, a njihov proračun je na razvijenim tržištima predmet od komercijalnog interesa. S obzirom na probleme s kojima se susreću ekonometrijske analize na tržištima u nastajanju, od iznimne je važnosti promotriti proračun beta koeficijenata na hrvatskom tržištu kapitala.

Rad je organiziran na sljedeći način. U drugom poglavlju promotrit ćemo поближе osnove modela jednog indeksa kao i modela vrednovanja cijena dionica, te opisati metode proračuna beta koeficijenata. U trećem poglavlju opisat ćemo pojavu nesinhronog trgovanja, te dati osnovne naznake za postupak izračuna sistematskog rizika uz prisustvo nesinhronog trgovanja. Četvrto poglavlje daje analizu sistematskog rizika dionica vrlo različitih likvidnosti na hrvatskom tržištu kapitala. Na kraju, peto poglavlje odnosi se na zaključak.

## 2. Beta koeficijenti

U Markowitzovoj teoriji optimalni portfelj se određuje na osnovu očekivanog prinosa i rizika portfelja (Markowitz, 1991). Za optimizaciju portfelja prema Markowitzu potrebno je odrediti velik broj parametara, a to su očekivani prinosi i varijance svih dionica koje čine portfelj, te kovarijance između parova dionica. Tako je za portfelj od 20 dionica potrebno odrediti ukupno 230 ulaznih parametara. Zbog praktičnih razloga ubrzo se krenulo u analizu odnosa između pojedinih dionica u portfelju i tržišnog portfelja. Uočeno je da su dionice međusobno korelirane zbog njihovog sličnog ponašanja na promjene stanja na tržištu. Stoga se prinos dionice pokušava razdvojiti na prinos koji dolazi od promjene prinosa tržišta i na prinos koji ne ovisi o tržištu. Jednadžba koja opisuje takvo ponašanje ima linearni oblik:

$$R_i = \alpha_i + \beta_i R_M + e_i, \quad (1)$$

gdje je koeficijent  $\beta_i$  mjera osjetljivosti prinosa dionice na promjene prinosa tržišta, koeficijent  $\alpha_i$  je očekivani prinos koji je specifičan za svaku dionicu zasebno, a  $e_i$  je slučajna varijabla za koju pretpostavljamo da je nezavisna od prinosa tržišta. Upravo iskazana povezanost prinosa dionice i tržišta osnova je modela s jednim indeksom kojim se još zahtjeva da slučajne varijable  $e_i$  i  $e_j$  za dvije dionice budu nekorelirane. Time se osigurava da su jedini razlog promjene prinosa neke dionice promjene stanja na tržištu i to bez utjecaja dodatnih faktora kao što je npr. promjena prinosa pripadne skupine dionica iz iste industrijske grane.

Očekivani prinos neke dionice bit će dan sumom očekivanog prinosa karakterističnog za samu dionicu ( $\alpha_i$ ), te očekivanog prinosa tržišta,  $E[R_M]$ , pomnoženog s koeficijentom  $\beta_i$ . Posebno se pojednostavljuje struktura kovarijanci potrebnih za optimizaciju koje se mogu izračunati kao umnožak beta koeficijenata dionica i varijance tržišta:  $\beta_i \beta_j \sigma_M^2$ . Za portfelj od 20 dionica sada je potrebno odrediti samo 62 parametra što je puno manje od početnih 230. Napomenimo da za slučaj efikasnog tržišta koeficijent  $\alpha_i$  mora biti jednak nuli s obzirom da on ima značenje natprosječnog prinosa.

Ako promotrimo CAPM model, tj. model vrednovanja cijena dionica, uviđamo da jednadžba (1) koja opisuje model jednog indeksa formalno ima istu strukturu kao i CAPM model:

$$E[R_i] = R_F + \beta_i (E[R_M] - R_F), \quad (2)$$

tj. očekivani prinos dionice linearna je funkcija očekivanog prinosa tržišta. U CAPM modelu prinosi se promatraju relativno u odnosu na prinos bezrizične vrijednosnice  $R_F$ . Koeficijent beta ima značenje sistematskog rizika kojeg nije moguće odstraniti putem dodatne diverzifikacije portfelja, a dan je omjerom kovarijance dionice i tržišta te varijance tržišta:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{iM}}{\sigma_M^2}. \quad (3)$$

Testiranje CAPM modela i određivanje beta koeficijenata formalno se svodi na problem regresije opisane jednadžbom (1). S obzirom da za određivanje beta koeficijenta nije potrebno znati prinos bezrizične vrijednosnice, u ovom radu ćemo se ograničiti na model s jednim indeksom. Međutim, ukoliko bismo željeli znati da li je neka dionica ostvarila natprosječan prinos, tj. da li je njezin nesistematski rizik (koeficijent  $\alpha_i$ ) različit od nule, tada je potrebno uzeti u obzir prinos bezrizične vrijednosnice.

Standardna procjena beta koeficijenata vrši se putem regresije, tj. primjenom metode najmanjih kvadrata gdje se promatraju prinosi dionice u odnosu na prinos tržišta. Na taj način dolazi se do povijesnih vrijednosti beta koeficijenata na osnovu kojih se određuju budući, tj. očekivani beta koeficijenti. Iako se očekuje da su beta koeficijenti neovisni o promatranom periodu, istraživanja pokazuju da to nije slučaj. Beta koeficijenti također ovise i o odabiru horizonta (tjedni, mjesečni ili kvartalni prinosi), te o odabiru tržišnog portfelja. Promjene beta koeficijenata u vremenu mogu se analizirati Blumeovom tehnikom (Blume, 1975) pomoću koje se određuje ovisnost beta koeficijenata u uzastopnim periodima. Druga tehnika sastoji se u prilagođavanju beta koeficijenata prema nekom određenom prosječnom beta koeficijentu korištenjem Bayesovih procjena (Vasicek, 1973). Istraživanja su pokazala da takve poboljšane procjene beta koeficijenata daju bolje rezultate od standardnih procjena (Elton and Gruber, 1995).

Iako se kao uobičajeni horizonti za analize koriste mjesečni prinosi, odabir tjednih pa i dnevnih prinosa također je od interesa kako zbog dinamičnosti promjena na tržištima tako i zbog kratkoće trgovanja na pojedinim tržištima kapitala. Smatra se da je korištenje mjesečnih prinosa uglavnom pogodno za pasivne strategije investiranja (*buy and hold*). Kod aktivnih strategija gdje se često vrše rebalansiranja, kao i u slučaju strategije praćenja indeksa (*index tracking*), potrebno je imati ocjene beta koeficijenata kroz kraća razdoblja. Međutim, zbog pojave vremenske ovisnosti volatilnosti prinosa na kraćim horizontima, u analizama je potrebno koristiti neki model koji opisuje dinamiku volatilnosti. Istraživanja provedena na hrvatskom tržištu kapitala pokazuju također mogućnost predviđanja volatilnosti dionica (Šestović i Latković, 1998). S obzirom da se u ovome radu koriste tjedni prinosi kod kojih utjecaj vremenske ovisnosti volatilnosti nije jako izražen, prvenstveno ćemo se posvetiti istraživanju utjecaja nesinhronog trgovanja na proračun beta koeficijenata. Napomenimo još da se beta koeficijenti koriste za mjerenje rizika dionica na razvijenim tržištima kapitala u svrhu upravljanja rizicima (J.P. Morgan, 1996). Naime, standardna VaR (*Value-at-Risk*) metodologija mjerenja rizika koristi beta koeficijente za proračun rizika pojedine dionice na način da se izračuna umnožak beta koeficijenta i volatilnosti indeksa tržišta,  $\sigma_i = \beta_i \sigma_M$ , čime se izbjegava proračun velikog broja kovarijanci.

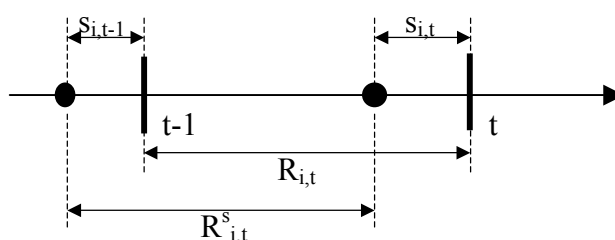
### 3. Nesinhrono trgovanje

U nastavku ćemo se osvrnuti na problem nedovoljne likvidnosti dionica, a iz kojega nužno proizlazi i pojam nesinhronog trgovanja. Nelikvidnost se prije svega očituje u slabom volumenu trgovanja nekom dionicom, te učestalošću razdoblja kada se dionicom uopće ne trguje. Štoviše, vremenski raskorak između dva uzastopna trgovanja može biti i nekoliko tjedana. Takva situacija nije uobičajena kod trgovanja dionicama na razvijenim tržištima kapitala gdje se pod pojmom nelikvidnosti uglavnom promatra nelikvidnost nekih obveznica, te u kontekstu kreditnog rizika.

Pojam nesinhronog trgovanja (*nonsynchronous trading*) sastoji se u osnovi od bilježenja cijena u jednakim vremenskim intervalima iako su one zapravo bilježene u različitim intervalima (Campbell *et al.*, 1997). Nesinhrono trgovanje unosi ozbiljan problem prilikom ekonometrijskih analiza potrebnih za donošenje investicijskih odluka jer ocjene parametara postaju nepouzdanе. Jedan od načina da se umanjí utjecaj nesinhronog trgovanja je putem nadomještanja podataka koji nedostaju. Npr., u slučaju da se dionicom ne trguje jedan dan moguće je provesti račun kojim se

približno nadomještava cijena dionice. Procjena cijene dionice moguća je i putem raspona između kupovne i prodajne cijene (*bid-ask spread*), te korištenjem ekstrapolacijskih metoda. Prethodno spomenute metode imaju smisla samo ako se dionicom nije trgovalo jedan dan ili eventualno nekoliko dana. Ako se nekom dionicom ne trguje duže vrijeme postoje poteškoće u određivanju prinosa jer, iako se cijena neke dionice realno ne mijenja, možemo govoriti o tzv. *virtualnoj* promijeni cijene kako informacije stižu na tržište. Investitori računavaju njihov utjecaj na cijenu što se manifestira u realnoj promjeni cijene dionice onog trenutka kada se njome ponovo počinje trgovati. Napomenimo da pojava nesinhronog trgovanja može dovesti do lažnog utiska o predvidljivosti prinosa iako su u biti oni statistički nezavisni.

Promotrimo sliku 1 na kojoj je prikazan proces nesinhronog trgovanja (Scholes and Williams, 1977). Cijene dionica obično se bilježe u pravilnim vremenskim razmacima. Promotrimo dva trenutka  $t-1$  i  $t$  koja mogu predstavljati, npr., zadnji dan trgovanja dionicom u dva uzastopna mjeseca. Pretpostavimo da se zbog slabe likvidnosti dionicom trgovalo nekoliko dana prije zadnjeg dana trgovanja u mjesecu. Vremenska razlika između dana trgovanja i trenutka bilježenja konačnih mjesečnih cijena iznosi  $s_{i,t}$ . Označimo sa  $R_{i,t}$  prave prinose dionice koji se bilježe u pravilnim vremenskim razmacima i koji nam nisu poznati jer se dionicom tada nije trgovalo. Prinosi se mogu promatrati jedino između razdoblja u kojima se trgovanje ostvarilo i tako dobiti opažene prinose koje smo označili sa  $R_{i,t}^s$ .



**Slika 1:** Prikaz nesinhronog trgovanja. Dionicom se trguje u vremenima označenima punim krugovima, a koja se razlikuju od vremena bilježenja cijena označena punim okomitim linijama.

Za proračun beta koeficijenata prisiljeni smo koristiti informacije o opaženim prinosima, tj. onim prinosima koji su dobiveni na osnovu cijena dionica ostvarenih u trenucima kada se dionicom uistinu i trgovalo. Model vrednovanja cijena s opaženim prinosima ima oblik:

$$R_{it}^s = \alpha_i^s + \beta_i^s R_{Mt}^s + e_{it}^s, \quad (4)$$

gdje je beta koeficijent dan omjerom kovarijance između prinosa dionice i tržišta te varijance tržišta:

$$\beta_i^s = \frac{\text{cov}(R_{it}^s, R_{Mt}^s)}{\text{var}(R_{Mt}^s)}. \quad (5)$$

Uz pretpostavku da su periodi netrgovanja  $s_{it}$  potpuno slučajni i međusobno nezavisni, dobivaju se sljedeće ocjene za očekivane vrijednosti prinosa i rizika:

$$E[R_{it}^s] = \mu_i, \quad (6)$$

$$\text{var}(R_{it}^s) = \left(1 + \frac{2 \text{var}(s_i)}{v_i^2}\right) \sigma_i^2, \quad (7)$$

gdje je varijabla  $v_i$  omjer volatilnosti i očekivanog prinosa:

$$v_i = \frac{\sigma_i}{\mu_i}, \quad (8)$$

koja određuje veličinu efekta nesinhronog trgovanja. Slični, ali nešto složeniji, izrazi dobivaju se za kovarijance između prinosa dionica u istom trenutku,  $\text{cov}(R_{i,t}^s, R_{j,t}^s)$ , te za autokovarijance prinosa iste dionice u uzastopnim trenucima,  $\text{cov}(R_{i,t}^s, R_{i,t-1}^s)$ .

Na osnovu jednadžbe (6) vidimo da se očekivana vrijednost prinosa ne mijenja, dok jednadžba (7) pokazuje da su opažene varijance veće od pravih varijanci te da su razlike to veće što je manji omjer  $v_i$  dan jednadžbom (8). Za kovarijance razlike ovise o učestalosti trgovanja. One su veće za one dionice kojima se u prosjeku trguje manje često, a pogotovo za one kod kojih se jednom dionicom trguje vrlo slabo, a drugom vrlo često. Razlike u kovarijancama su takve da su opažene kovarijance manje po apsolutnom iznosu od pravih kovarijanci. S obzirom da varijanca portfelja uglavnom ovisi o kovarijancama između pojedinih dionica, to znači da će opažene varijance portfelja vjerojatno biti manje od pravih varijanci. Također, što portfelj sadrži veći broj dionica kojima se slabije trguje, to će razlike između opaženih i pravih varijanci portfelja biti sve izraženije. Takve razlike dolaze posebno kod portfelja gdje su udjeli pojedinih dionica uravnoteženi kao što je to npr. portfelj s jednakim udjelima (*equally weighted portfolio*).

Za proračun beta koeficijenata uobičajeno se koristi metoda najmanjih kvadrata kojom se ispituje linearna ovisnost između prinosa tržišta i prinosa neke dionice. Zbog prisustva nesinhronog trgovanja, ocjene za beta i alfa koeficijente bit će pristrane, te je potrebno izvršiti korekcije kako bi se njihove vrijednosti što bolje približile pravim vrijednostima. U tu svrhu definiraju se pomoćni beta koeficijenti:

$$\beta_i^{s-} = \frac{\text{cov}(r_{it}^s, r_{M,t-1}^s)}{\text{var}(r_{M,t-1}^s)}, \quad (9)$$

$$\beta_i^{s+} = \frac{\text{cov}(r_{it}^s, r_{M,t+1}^s)}{\text{var}(r_{M,t+1}^s)}, \quad (10)$$

te autokorelacijski koeficijent za tržišni portfelj:

$$\rho_M^s = \frac{\text{cov}(r_{M,t}^s, r_{M,t-1}^s)}{\text{std}(r_{M,t}^s)\text{std}(r_{M,t-1}^s)}. \quad (11)$$

Za beta koeficijent najbolja se ocjena dobiva na osnovu izraza:

$$\beta_i = \frac{\beta_i^{s-} + \beta_i^s + \beta_i^{s+}}{1 + 2\rho_M^s}. \quad (12)$$

Gornji izraz nam omogućuje da iznesemo ocjenu o razlikama između opaženih i pravih beta koeficijenata kod dionica s različitom likvidnošću u odnosu na portfelj koji se sastoji pretežno od likvidnih dionica. Za one dionice kojima se trguje vrlo slabo očekuje se da će opaženi beta koeficijenti biti manji od pravih. Za dionice kojima se ne trguje vrlo učestalo, a niti vrlo slabo, opaženi beta koeficijenti bi trebali biti također manji ili približno isti kao i pravi. S druge strane će opaženi beta koeficijenti vrlo likvidnih dionica biti veći od pravih iako je moguće opaziti i suprotni odnos kao kod nelikvidnih dionica. Također se može pokazati da će u prosjeku beta koeficijenti biti jednaki, tj. vrijedi relacija:

$$\sum_{i=1}^N \beta_i^s w_i = \sum_{i=1}^N \beta_i w_i, \quad (13)$$

gdje su  $w_i$  udjeli pojedinih dionica u portfelju.



## 4. Proračun beta koeficijenata na hrvatskom tržištu kapitala

U prethodnom smo poglavlju promatrali način na koji se mogu izvršiti popravke u proračunu beta koeficijenata ako je nesinhrono trgovanje izraženo. U nastavku ćemo promotriti situaciju na hrvatskom tržištu kapitala gdje velik broj dionica pripada upravo skupini slabo likvidnih dionica kod kojih je efekt nesinhronog trgovanja vrlo izražen. Kako bi smo mogli napraviti pouzdanu analizu potrebno je prije svega odabrati tržišni portfelj, te odrediti vremenski horizont za račun prinosa.

Odabir tržišnog portfelja vrlo je delikatna stvar zbog malog broja likvidnih dionica, te velikog udjela u tržišnoj kapitalizaciji dviju najznačajnijih dionica, Plive i Zagrebačke banke. Na razvijenim tržištima kapitala obično se za reprezentativni portfelj uzima neki od tržišnih indeksa kao što je SP-500. Za hrvatsko tržište jedan od mogućih izbora je indeks Zagrebačke burze CROBEX. S obzirom da je CROBEX u velikom dijelu opterećen udjelima Plive i Zagrebačke banke, poželjno je odabrati za analizu i neki drugačije strukturirani portfelj. Stoga ćemo za primjer odabrati najjednostavniju moguću kombinaciju tržišnog portfelja kao što je portfelj s jednakim udjelima (*Equally Weighted Portfolio*).

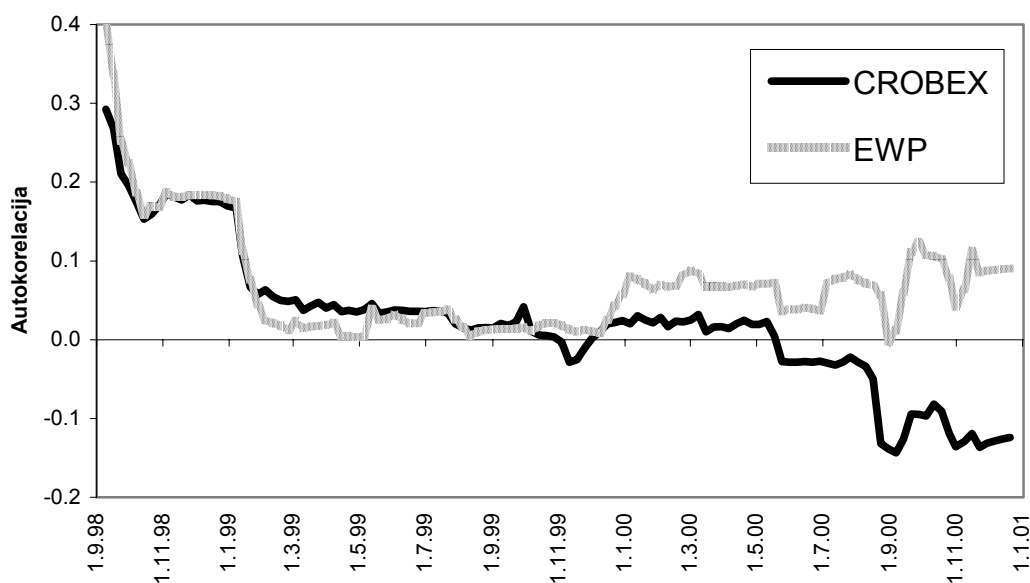
Za portfelj s jednakim udjelima (EWP) odabrano je 12 dionica iz različitih industrijskih grana koje su po svojim karakteristikama privlačne investitorima (dovoljna tržišna kapitalizacija, transparentnost poslovanja, likvidnost), a to su Pliva (PLVA-R-A), Zagrebačka banka (ZABA-R-A), Podravka (PODR-R-A), Plava Laguna (PLAG-R-A), Kraš (KRAS-R-A), Riviera Poreč (RIVP-R-A), Varaždinska banka (VABA-R-1), Istraturist Umag (ISTT-R-A), Karlovačka pivovara (KAPI-R-A), Končar (KOEI-R-A), Riječka banka (RIBA-R-A), te Privredna banka (PBZ-R-A). S obzirom na dinamiku razvoja tržišta neke su dionice kasnije uključene u indeks, a neke su zbog preuzimanja uklonjene iz indeksa.

Odabir vremenskog horizonta s kojim se računaju prinosi prvenstveno ovisi o strategiji investitora, te novčanoj veličini portfelja. U slučaju manjeg portfelja s kratkoročnim ciljevima horizont će biti kraći i tjedni prinosi su bolji odabir. Također, s obzirom na kratku povijest trgovanja na Zagrebačkoj burzi, odabir mjesečnih prinosa za sada ne daje pouzdane rezultate. Kada se za analizu beta koeficijenata koriste tjedni prinosi onda je uobičajen odabir vremenskog razdoblja od dvije godine ili ukupno 104 vremenska perioda (kod mjesečnih prinosa obično se uzima razdoblje od 5 godina ili ukupno 60 perioda).

Likvidnosti pojedinih dionica koje čine tržišne portfelje CROBEX i EWP vrlo je različita i seže od relativno vrlo likvidnih *blue-chip* dionica Plive i Zagrebačke banke do vrlo slabo likvidnih dionica Istraturista i Končara. Vremenski period u kojem je vršena analiza kreće se od početka rujna 1996. godine pa sve do kraja 2000. godine, a prve dvije godine su korištene za račun varijanci i kovarijanci. Nakon toga se svaki tjedan promatraju uzastopna dvogodišnja razdoblja čime se dobiva dinamika beta koeficijenata u razdoblju do rujna 1998. godine pa sve do kraja 2000. godine.

Na slici 2 prikazani su autokorelacijski koeficijenti indeksa CROBEX i portfelja EWP koji su potrebni za proračun pravih beta koeficijenata na osnovu jednadžbe (12). U početnom razdoblju su iznosi autokorelacijskih koeficijenata vrlo veliki zbog utjecaja ekstremnih prinosa uslijed nekoliko globalnih financijskih kriza (listopad 1997. godine i rujna 1998. godine) koje su se odrazile i na hrvatsko tržište kapitala. Nakon toga dolazi do pada autokorelacija na malu vrijednost, ali i njihovog ponovnog intenziviranja u toku 2000. godine. Nadalje, na osnovu jednadžbe (7) očekujemo da

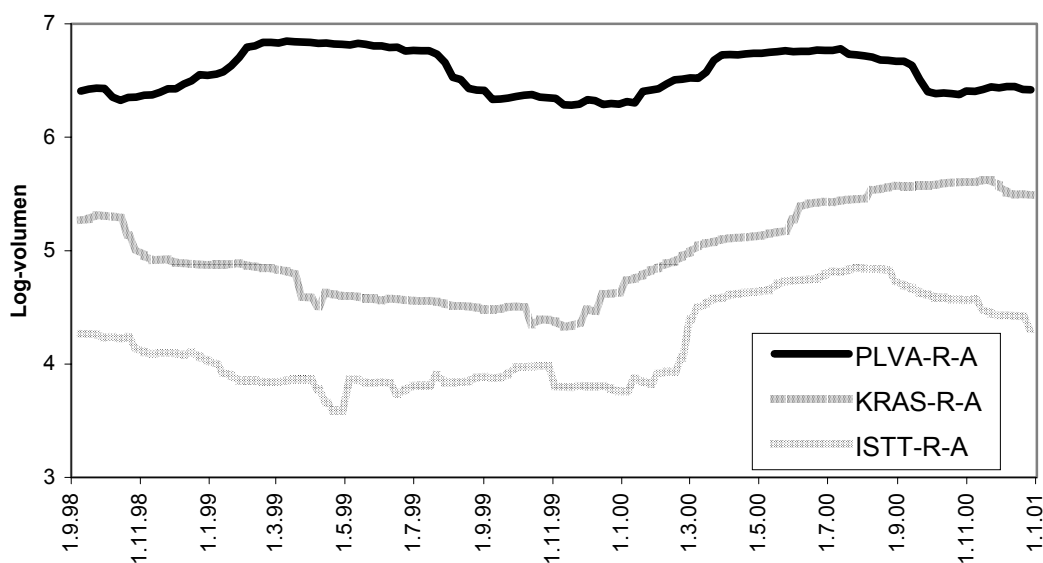
će opažene varijance tržišnog indeksa biti manje od pravih čime se dobiva i pozitivna vrijednost autokorelacijskog koeficijenta. Za portfelj EWP autokorelacijski koeficijent je pozitivan i u skladu s očekivanjima, dok je za indeks CROBEX uglavnom pozitivan.



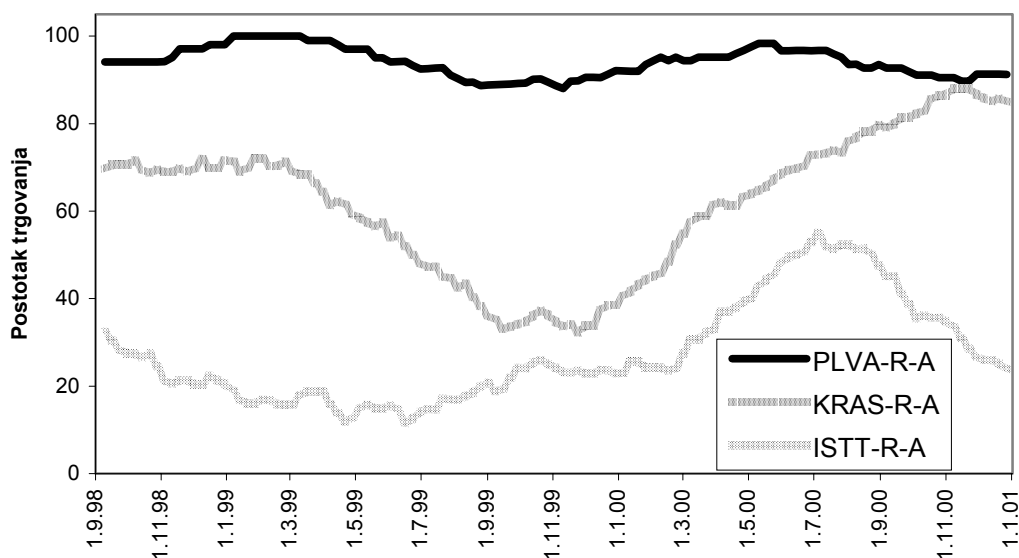
**Slika 2:** Autokorelacijski koeficijenti za indekse CROBEX i EWP.

Odabir dionica za analizu je na osnovu dva pokazatelja, a to su prosječni tjedni volumen trgovanja i učestalost trgovanja. Odabrane su tri dionice koje se zamjetno razlikuju na osnovu ta dva kriterija, a to su dionice Plive, Kraša i Istraturista. Tako se u razdoblju od početka rujna 1998. godine pa sve do kraja 2000. godine prosječan tjedni volumen trgovanja dionicom Plive mjerio u milijunima kuna, za dionicu Kraša on je iznosio nešto malo više od stotinjak tisuća kuna, a za Istraturist skromnih dvadesetak tisuća kuna. S druge strane je učestalost trgovanja dionicom Plive iznosila 94%, Kraša 63.2%, a Istraturista svega 27.6%.

Kako bismo dobili što bolji uvid u dinamiku trgovanja pojedinim dionicama, promotrit ćemo njihov prosječan volumen i broj dana trgovanja kroz promatrano razdoblje. Na slici 3 prikazan je logaritamski iznos prosječnog volumena trgovanja dionicama Plive, Kraša i Istraturista. Usrednjenje se vršilo kroz razdoblje od šest mjeseci zbog velikih oscilacija u dnevnom trgovanju dionicama. Ovdje se odmah može uočiti razlika u opsegu prosječnog volumena trgovanja između pojedinih dionica koju smo malo prije istaknuli. Na slici 4 prikazan je prosječan broj dana trgovanja dionicama koji je dobiven također usrednjavanjem na osnovu trgovanja kroz prethodnih šest mjeseci. I ovdje se uočavaju značajne razlike u trgovanju pojedinim dionicama. Dionica Plive nema značajne oscilacije u pokazateljima učestalosti trgovanja i vrlo je likvidna. Za manje likvidne dionice Kraša i Istraturista vidimo da je promjena prosječnog volumena trgovanja u uskoj vezi s promjenom prosječnog broja dana trgovanja kao što se i očekuje.



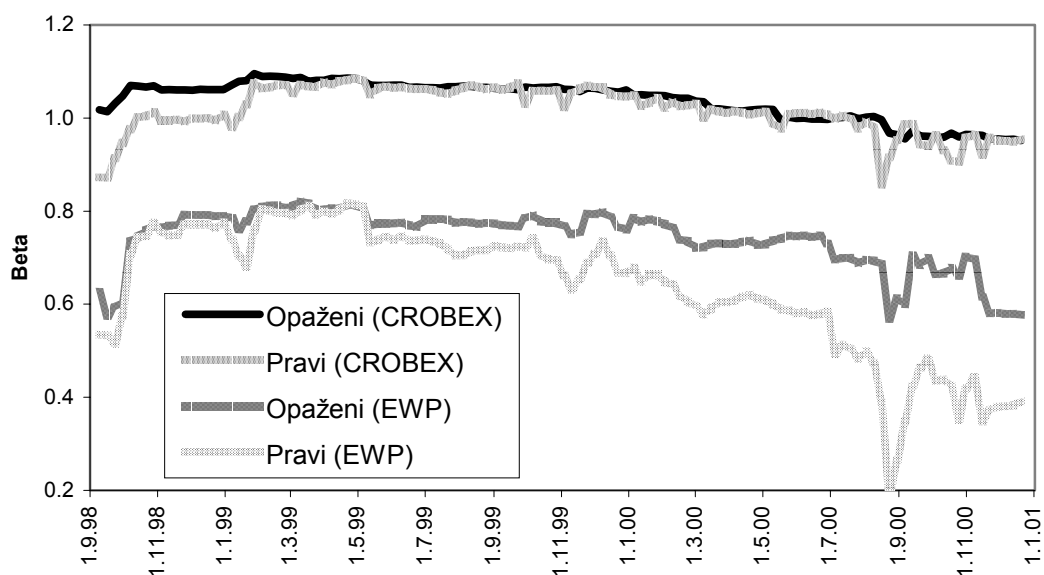
**Slika 3:** Logaritamski iznos prosječnog volumena trgovanja dionicama Plive, Kraša i Istraturista u razdoblju od početka rujna 1998. godine do kraja 2000. godine.



**Slika 4:** Prosječan broj dana trgovanja dionicama Plive, Kraša i Istraturista u razdoblju od početka rujna 1998. godine do kraja 2000. godine.

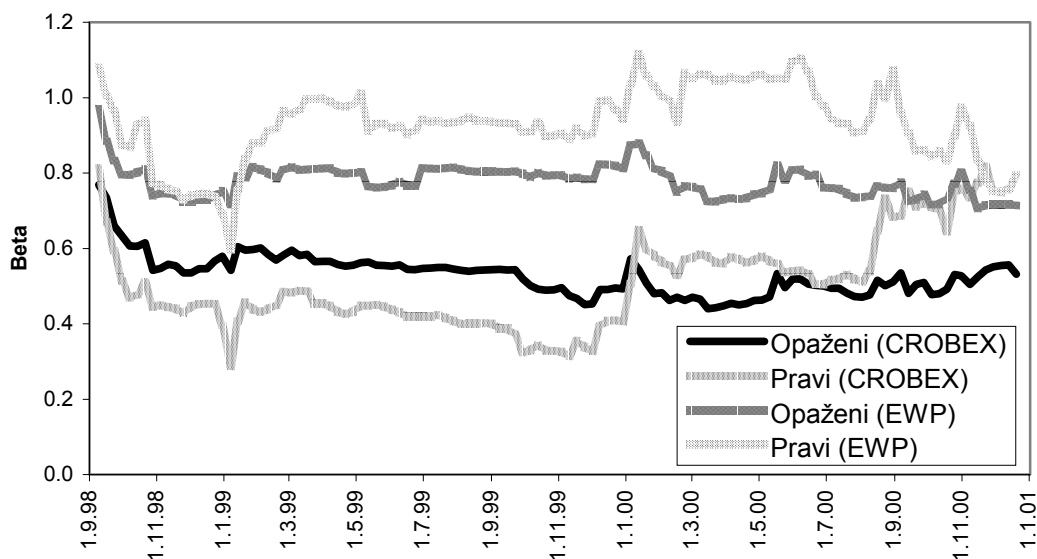
Na osnovu prethodno spomenutih pokazatelja očekujemo da će efekt nesinhronog trgovanja biti to veći što se dionicom manje trguje. Također, možemo promotriti omjer volatilnosti na tjednoj razini i prosječnog tjednog prinosa  $v$  dan jednadžbom (8) koji nam služi za ocjenu efekta nesinhronog trgovanja. Na primjer, za dionicu Plive  $v$  iznosi 33.8, za dionicu Kraša koja je manje likvidna  $v=-30.15$ , a za vrlo slabo likvidnu dionicu Istraturista  $v=-20.6$ . Omjer  $v$  se može izračunati i za indekse, pa tako za CROBEX on iznosi 30.85, dok se za indeks EWP dobiva  $v=-115.9$  što je nerealno jer EWP sadrži veći udio manje likvidnih dionica. Ipak, znajući da su procjene prosječnih prinosa vrlo osjetljive (Merton, 1980), omjer  $v$  za indeks EWP vjerojatno je slučajno tako velik.

Promotrimo prvo slučaj dionice Plive koja je vrlo likvidna i kojom se učestalo trguje. Proračun beta koeficijenata u odnosu na indeks CROBEX i EWP (slika 5) pokazuje da su razlike između opaženih i pravih beta koeficijenata relativno male. Beta koeficijent Plive u odnosu na CROBEX kreće se približno u rasponu od 0.95 do 1.1 (zanemarimo li početno razdoblje gdje je utjecaj ekstremnih prinosa značajan). Pravi beta koeficijent prati opaženi koji ima i manje oscilacije. Razlog zašto su razlike u beta koeficijentima male, osim zbog toga što je dionica Plive vrlo likvidna, leži u činjenici da je udio Plive u CROBEX-u vrlo veliki zbog velike tržišne kapitalizacije Plive (prilikom proračuna indeksa CROBEX u početku se nije vodila briga o ograničavanju udjela pojedinih dionica u indeksu). Stoga je ovdje teško zaključiti da li su razlike između beta koeficijenata iznesene u 3. poglavlju u skladu s očekivanjima. Situacija s beta koeficijentima u odnosu na indeks EWP nešto je drugačija, tj. razlike između pravog i opaženog beta koeficijenta su veće i to posebno od sredine 1999. godine. Pravi beta koeficijent je manji od opaženog u skladu s očekivanjima za likvidnu dionicu.



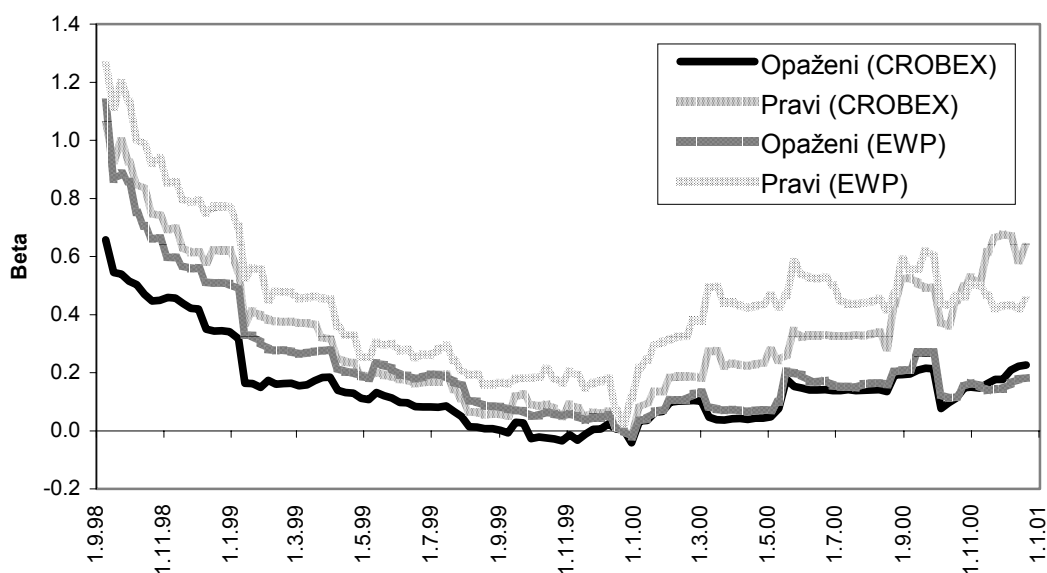
**Slika 5:** Dinamika opaženih i pravih beta koeficijenta Plive u odnosu na indeks CROBEX i EWP.

Promotrimo sada beta koeficijente za dionicu Kraša koji su prikazani na slici 6. Dionicu Kraša odlikuje u prosjeku dobar volumen trgovanja, te relativno dobra učestalost trgovanja. U odnosu na indeks CROBEX, opaženi beta koeficijent dionice Kraša isprva je veći od pravog, ali se taj trend mijenja početkom 2000. godine kada dolazi do rasta likvidnosti dionice. U tom drugom razdoblju su rezultati u skladu s očekivanjima za dionice srednje likvidnosti. Nadalje, opaženi beta koeficijent Kraša u odnosu na portfelj EWP uglavnom je manji od pravoga u cijelom razdoblju analize kao što se i očekuje. Primijetimo da je udio Kraša u EWP portfelju veći nego u indeksu CROBEX, te su i iznosi beta koeficijenata nešto veći.



**Slika 6:** Dinamika opaženih i pravih beta koeficijenta Kraša u odnosu na indeks CROBEX i EWP.

Na primjeru nelikvidne dionice Istraturista možemo vidjeti da su razlike između opaženih i pravih beta koeficijenata vrlo značajne (slika 7). U početnom razdoblju je trgovanje dionicom Istraturista bilo vrlo slabo, a beta koeficijenti su po iznosu bivali sve manji kako u odnosu na indeks CROBEX tako i u odnosu na portfelj EWP. Tijekom 1999. godine činilo se da dionica Istraturista uopće nije korelirana s tržištem kako je to pokazivao opaženi beta koeficijent. S druge strane, pravi beta koeficijent je uvijek bio veći od opaženog u skladu s očekivanjima, a tijekom 1999. godine pokazivao je blagu koreliranost s tržištem. Tijekom 2000. godine razlike između beta koeficijenata postaju značajnije kako se likvidnost dionice poboljšava.



**Slika 7:** Dinamika opaženih i pravih beta koeficijenta Istraturista u odnosu na indeks CROBEX i EWP.

Kako bi smo što lakše vidjeli kolike su razlike između opaženih i pravih beta koeficijenata, pogledajmo koliko se ta dva koeficijenta u prosjeku razlikuju za svaku pojedinu dionicu. U tablici 1 dane su srednje vrijednosti relativnih razlika beta koeficijenta  $(\beta^s - \beta) / \beta$  zajedno s prosječnim volumenima i učestalošću trgovanja u razdoblju kada je vršena analiza.

	Prosječni volumen (mil. HRK)	Učestalost trgovanja (%)	Relativne razlike (CROBEX)	Relativne razlike (EWP)
PLVA-R-A	4.10	94.0	0.02	0.22
KRAS-R-A	0.15	63.2	0.10	-0.15
ISTT-R-A	0.02	27.6	-0.63	-0.55

**Tablica 1:** Prosjek razlika između opaženih i pravih beta koeficijenata.

Na osnovu podataka iz tablice vidimo da su relativne razlike između opaženih i pravih beta koeficijenata to veće što se dionicom slabije trguje. Da efekt uglavnom ne ovisi o izboru tržišnog portfelja, tj. indeksa, možemo zaključiti na osnovu ponašanja dva indeksa koji su različito konstruirani.

## 5. Zaključak

Na razvijenim tržištima kapitala problem nelikvidnosti dionica se vrlo često zanemaruje u analizama. Dovoljna likvidnost na tim tržištima također opravdava i zanemarivanje problema nesinhronog trgovanja, osim u slučaju analiza podataka u realnom vremenu. S druge strane, tržišta u nastajanju okarakterizirana su slabijim trgovanjem i prisutnošću rizika nelikvidnosti. U takvom okruženju ekonometrijske analize koje služe za ocjenu sistematskog rizika dionica lako mogu dati pogrešne rezultate.

U ovom članku promatrali smo utjecaj nesinhronog trgovanja na proračun beta koeficijenata na hrvatskom tržištu kapitala. Pokazano je kako treba vršiti korekciju za beta koeficijente kako bi se umanjio utjecaj nesinhronog trgovanja. Promatranjem tjednih prinosa triju dionica vrlo različitih likvidnosti i učestalosti trgovanja, Plive, Kraša i Istraturista, pokazano je da su korekcije to veće što je likvidnost dionice i učestalost njezinim trgovanjem manja. Razlike između opaženih i pravih beta koeficijenata iznose svega nekoliko postotaka za likvidne dionice, pa sve do oko 60% za nelikvidne dionice. Nesinhrono trgovanje uzrokuje prividnu nekoreliranost slabo likvidnih dionica s tržištem i time pravi ozbiljan problem prilikom odabira portfelja.

## Literatura

1. Barac, Z. i Latković, M., 1999, Kako riješiti problem odabira portfelja na hrvatskom tržištu kapitala, *Hrvatsko gospodarstvo u tranziciji*, str. 143, Ekonomski institut, Zagreb.
2. Blume, M., 1975, Betas and Their Regression Tendencies, *Journal of Finance* 10, 785-795.
3. Campbell, J. Y., Lo, A. W. and MacKinlay, A. C., 1997, *The Econometrics of Financial Markets*, Princeton University Press, Princeton.
4. Elton, E. J. and Gruber, M. J., 1995, *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*, 5<sup>th</sup> ed., John Wiley & Sons, New York.
5. J.P. Morgan and Reuters, 1996, RiskMetrics Technical Document, New York.
6. Latković, M. i Boršić, D., 2000, Rizik nelikvidnosti aktivno i pasivno upravljanih dioničkih portfelja, *Računovodstvo i financije*, lipanj 2000, Zagreb.
7. Markowitz, H. M., 1991, *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*, 2<sup>nd</sup> ed., Basil Blackwell, Cambridge, Massachusetts.
8. Merton, R. C., 1980, On Estimating the Expected Return on the Market, *Journal of Financial Economics* 8, 323-361.
9. Scholes, M. and Williams, J., 1977, Estimating Betas Form Nonsynchronous Data, *Journal of Financial Economics* 5, 309-327.
10. Sharpe, W. F., 1964, Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium Under Conditions of Risk, *Journal of Finance* 19, 425-442.
11. Šestović, D. i Latković, M., 1998, Modeliranje volatilnosti vrijednosnica na Zagrebačkoj burzi, *Ekonomski pregled* 49, 292-303.
12. Vasicek, O., 1973, A Note on Using Cross-Sectional Information in Bayesian Estimation of Security Betas, *Journal of Finance* 8, 1233-1239.