

Efekt rebalansiranja na Zagrebačkoj burzi

Uvod

Efikasno upravljanje investicijskim portfeljima institucionalnih investitora zahtjeva njihovo rebalansiranje, najčešće prema graničnom ili kalendarskom principu (Harvey, Mazzoleni, and Melone 2025). Granično rebalansiranje odvija se kada alokacija imovine odstupa od unaprijed definiranih granica, dok kalendarsko rebalansiranje podrazumijeva redovite prilagodbe u jednakim vremenskim intervalima, obično mjesečno, tromjesečno ili godišnje. Iako postojeća literatura opsežno razmatra rebalansiranje portfelja i povezane kalendarske efekte na međunarodnim financijskim tržištima (Athanasakos 2022; Hoffstein, Sibears, and Faber 2019b), manje je pažnje posvećeno tržištima u nastajanju poput Zagrebačke burze (ZSE).

Ovaj rad ispituje kalendarski efekt rebalansiranja na hrvatskom financijskom tržištu analizirajući mjesečne sezonske obrasce u prinosima dioničkog indeksa CROBEX i obvezničkog indeksa CROBIS u razdoblju od rujna 2003. do ožujka 2025. godine. Točnije, istraživanje analizira utječu li sustavne razlike prinosa između dionica i obveznica na početku mjeseca na prinose ostvarene u zadnjim trgovinskim danima mjeseca. Za razliku od prethodnih istraživanja ovaj rad uvodi robusni metodološki okvir koji kombinira regresijsku analizu sa simuliranom investicijskom strategijom. Empirijska strategija u radu dodatno uključuje provjeru robusnosti rezultata varirajući točku unutar mjeseca u kojoj se provodi rebalans, kako bi se utvrdilo jesu li uočeni kalendarski efekti osjetljivi na specifičan vremenski okvir rebalansiranja.

Rezultati potvrđuju postojanje kalendarskog efekta. Regresija razlike prinosa pokazuje negativan odnos, što potvrđuje kalendarski efekt. Investicijska strategija koja kupuje podcijenjenu imovinu 5 dana prije kraja mjeseca ostvaruje značajno bolje rezultate od strategije koja uvijek drži CROBEX ili CROBIS zadnjih 5 dana u mjesecu ili tijekom cijelog razdoblja. Sharpovi omjeri su duplo veći u odnosu na strategiju kupi i drži CROBEX.

U analizi robusnosti testira se osjetljivost rezultata na 2 promjene u analizi. Prvo, procjenjuje se efekt rebalansiranja na početku mjeseca umjesto na kraju mjeseca. Izračunava se prinos CROBEX i CROBIS indeksa u posljednjih 15-ak trgovinskih dana u mjesecu, te se potom na početku sljedećeg mjeseca kupuje imovina koja je ostvarila relativno manji prinos. Rezultati pokazuju da ovakva strategija ostvaruje znatno lošije rezultate od bazične strategije koja

kupuje relativno podcijenjenu imovinu 5 dana prije kraja mjeseca. Drugi dio analize robusnosti analizira utjecaj pomaka u broju dana od kraja mjeseca prema sredini mjeseca. Utvrđuje se utjecaj na rezultat s obzirom na pomak varijable od 2 do 10 dana od kraja prema sredini mjeseca. Rezultati pokazuju da se najbolji rezultati postižu kada se kupuje podcijenjena imovina 5 dana prije kraja mjeseca. Sharpeov omjer se smanjuje kako se broj dana smanjuje ili povećava, ali je konzistentno veći od Sharpeov omjera CROBEX indeksa po principu kupi i drži.

Doprinos rada očituje se u tri ključna aspekta. Prvo, rad pruža empirijski uvid u odnos između dinamike dioničkog i obvezničkog tržišta na Zagrebačkoj burzi. Drugo, rezultati potvrđuju postojanje i ekonomsku značajnost mjesečnih kalendarskih efekata u prinosima, naglašavajući tako mogućnosti za povećanje profitabilnosti portfeljnih menadžera i individualnih investitora. Konačno, rad razmatra praktične implikacije nalaza, sugerirajući moguće poboljšanje strategija rebalansiranja portfelja koje bi mogle doprinijeti većoj tržišnoj efikasnosti, profitabilnosti i prinosima investitora. Razumijevanje ovih kalendarskih efekata stoga može biti od koristi investitorima, kreatorima politika i regulatornim tijelima u cilju optimizacije tržišnih performansi i stabilnosti.

U nastavku rada slijedi pregled literature koji donosi teorijske i empirijske uvide o rebalansiranju portfelja i kalendarskim efektima. U poglavlju 3 opisani su korišteni podaci i metodologija, dok poglavlje 4 prezentira rezultate regresijske analize i simulirane investicijske strategije. U poglavlju 5 se provodi analiza robusnosti. Zaključni dio rada (poglavlje 5) sažima ključne nalaze te razmatra praktične implikacije.

Literatura

Kalendarske anomalije već desetljećima predstavljaju jedno od najčešćih područja istraživanja u okviru testiranja hipoteze efikasnog tržišta (Fama 1970). Opsežna literatura dokumentirala je različite anomalije, od kojih su najpoznatije efekt ponedjeljka, siječanjski efekt, učinak prelaska mjeseca, polumjesečni učinak, učinak blagdana te Halloween efekt.

Efekt ponedjeljka, poznat i kao vikend ili učinak dana u tjednu, odnosi se na pojavu sustavno nižih prinosa ponedjeljkom u odnosu na ostale dane u tjednu. Ovaj fenomen potvrđen je na različitim tržištima, uključujući i ona u razvoju (Cross 1973; Gibbons and Hess 1981; Dubois and Louvet 1996; Dicle and Levendis 2014; Chiah and Zhong 2019). Siječanjski efekt, ili mjesečni efekt, opisuje anomaliju većih prinosa u siječnju u usporedbi s drugim mjesecima, često objašnjavan poreznim efektima ili institucionalnim ponašanjem poput „window dressinga“ (Gultekin and Gultekin 1983; Haugen and Jorion 1996; Mehdian and Perry 2002; Chen and Schmidt 2021).

Efekt prelaska mjeseca podrazumijeva više prosječne prinose tijekom zadnjih dana jednog mjeseca i prvih dana sljedećeg mjeseca (Ariel 1987; Lakonishok and Smidt 1988; Barone 1990; Kunkel, Compton, and Beyer 2003; McConnell and Xu 2008). Polumjesečni efekt odnosi se

na tendenciju ostvarenja većih prinosa u prvoj polovici mjeseca u odnosu na drugu polovicu (@ Lakonishok and Smidt 1988; Mills and Coutts 1995; Tonchev and Kim 2004). Učinak blagdana manifestira se višim prinosima neposredno prije prazničnih dana kada burze ne rade (Ariel 1990). Halloween efekt, ili „prodaj u svibnju“ fenomen, karakteriziran je iznadprosječnim prinosima u razdoblju od studenog do travnja u odnosu na razdoblje od svibnja do listopada (Bouman and Jacobsen 2002; Doeswijk 2008; Dichtl and Drobetz 2015; Carrazedo, Curto, and Oliveira 2016).

Iako je literatura o kalendarskim anomalijama opsežna, većina postojećih radova fokusirana je na razvijena tržišta poput SAD-a i europskih burzi (Tadepalli and Jain 2018). Međutim, posljednjih godina sve je veći interes za istraživanja kalendarskih efekata na tržištima zemalja u razvoju i tržištima u nastajanju, potaknut globalizacijom, integracijom financijskih tržišta te razvojem elektroničke trgovine (Al-Loughani and Chappell 2001; Basher and Sadorsky 2006; Ariss, Rezvanian, and Mehdian 2011; Seif, Docherty, and Shamsuddin 2017). Razumijevanje ovih anomalija važno je lokalnim i međunarodnim investitorima zbog mogućnosti optimizacije portfelja, odabira investicijskih strategija i ostvarivanja bolje diverzifikacije. Pored toga, istraživanja kalendarskih anomalija na tržištima u nastajanju predstavljaju vrijedan test efikasnosti tržišta izvan uzorka razvijenih zemalja, posebice zbog specifičnosti institucionalnih okvira, pravnih sustava, sentimenta investitora, likvidnosti i veličine tržišta.

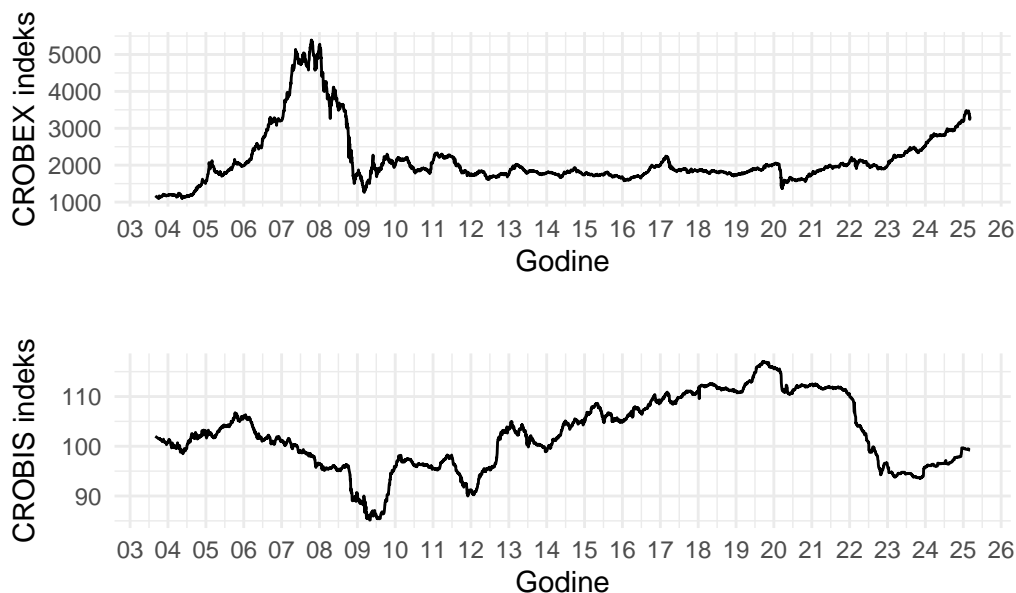
U literaturi o tržištima srednje i istočne Europe, uključujući Hrvatsku, postoje različiti rezultati o prisutnosti kalendarskih anomalija, poput negativnih prinosa ponedjeljkom ili pozitivnih učinaka prelaska mjeseca (Patev, Lyrouti, and Kanaryan 2003; Stoica and Diaconășu 2011). Ipak, hrvatsko tržište još uvijek nije dovoljno istraženo, a empirijski nalazi o prisutnosti kalendarskih anomalija nisu konzistentni (Fruk 2004; Škrinjarić 2012).

Upravljanje investicijskim portfeljima u kontekstu kalendarskih anomalija često uključuje strategije rebalansiranja. Strategija kalendarskog rebalansiranja podrazumijeva prilagodbu sastava portfelja u jednakim vremenskim intervalima, primjerice mjesečno ili kvartalno, pri čemu izbor vremenske točke rebalansiranja može utjecati na ukupni prinos i volatilnost portfelja (Harvey, Mazzoleni, and Melone 2025; Hoffstein, Sibears, and Faber 2019a). Hoffstein, Sibears, and Faber (2019b) naglašavaju važnost „sreće rebalansiranja“ (engl. rebalance timing luck), upozoravajući na značajne razlike u prinosima ovisno o odabiru dana unutar mjeseca kada se provodi rebalans. Slično tome, Athanassakos (2022) povezuje mjesečne sezonalnosti prinosa s institucionalnim strategijama rebalansiranja, poput „window dressinga“ i „performance chasinga“.

Nadovezujući se na postojeću literaturu, ovaj rad istražuje kalendarske efekte i utjecaj kalendarskog rebalansiranja na hrvatskom financijskom tržištu, kombinirajući regresijsku analizu i simulaciju različitih strategija. Cilj je identificirati moguće anomalije te njihovu iskoristivost za povećanje profitabilnosti ulaganja na Zagrebačkoj burzi, doprinoseći pritom boljem razumijevanju tržišne dinamike i efikasnosti hrvatskog tržišta kapitala.

Podaci i metodologija

U radu se koriste podatci za CROBEX index, koji odražava dinamiku dioničkog tržišta RH i CROBIS index, koji prati kretanje obvezničkog tržišta RH. Podatci su preuzeti su s internetskih stranica Zagrebačke burze na dnevnoj frekvenciji, za razdoblje od 1. rujna 2003. do 7. ožujka 2025. Prinose CROBEX indeksa karakterizira veća standardna devijacija (0.0104) i prosječni dnevni prinos (2.6256×10^{-4}) te veći raspon, u odnosu na standardnu devijaciju dnevnih prinosa (-2.8648×10^{-6}) i prosječni dnevni prinos (0.0104) CROBIS indeksa. Tri korelacijske mjere (Pearson (0.0283), Spearman (0.0186), Kendall (0.0125)) između CROBEX i CROBIS indeksa upućuju da među njima nema izražene međuovisnosti. Korelacije upućuju na to da se CROBEX i CROBIS kreću neovisno jedan o drugom. Ovakva dinamika indicira veću potencijalnu profitabilnost investicijske strategije koja kupuje podcijenjenu imovinu, a prodaje precijenjenu imovinu. Ako bi ove vremenske serije bile snažno korelirane, tada bi se očekivala i slična kretanja indeksa, što bi otežalo ostvarivanje profita kroz investicijske strategije temeljenim na razlici prinosa između dionica i obveznica.



Slika 1: Kretanje CROBEX i CROBIS indeksa u razdoblju 2003. do 2025. godine

Slika 1 prikazuje kretanje CROBEX i CROBIS indeksa od 2003. godine do danas. Vidljivo je da su indeksi slijedili različite putanje, pod utjecajem kako domaćih gospodarskih okolnosti, tako i globalnih trendova. Kretanje indeksa CROBEX, koji je dosegno povijesni vrhunac u prosincu 2007. godine (5.239 bodova), a u veljači 2025. godine iznosi oko 3.300 bodova, odražava volatilnu prirodu tržišta dionica. CROBEX indeks karakterizira izrazita volatilnosti,

s jakim rastom prije globalne financijske krize, nakon čega je uslijedio pad 2008. i 2009. godine, a zatim dugoročno razdoblje stagnacije, tijekom kojeg nije dosegnoo ranije ostvarene razine. S druge strane, indeks CROBIS, koji je vrhunac dosegnoo u rujnu 2019. godine (116,901 bodova), pokazuje manju volatilnost te je u veljači 2025. godine iznosio 99,255 bodova. Dugoročno gledajući, CROBIS je uglavnom ostvarivao stabilan rast, potaknut globalnim razdobljem niskih kamatnih stopa, uz iznimku snažnog pada tijekom 2022. godine zbog porasta kamatnih stopa kao posljedice inflacijskih pritisaka.

Kako bi se utvrdilo postojanje kalendarskog efekta na Zagrebačkoj burzi, provedena je regresijska analiza i simulacija investicijske strategije (IS) pri čemu je cilj analize identificirati obrasce kretanja CROBEX i CROBIS indeksa u posljednjim trgovinskim danima kalendarskog mjeseca. Regresijski model kojim se ispituje kalendarski efekt ima sljedeći oblik:

$$Ret_e = \alpha + \beta_1 Ret_b + \delta' X_t + \epsilon_t$$

gdje je Ret_e razlika prinosa CROBEX i CROBIS indeksa zadnjih 5 trgovinskih dana u kalendarskom mjesecu, a Ret_b razlika prinosa CROBEX i CROBIS indeksa prvih 15 trgovinskih dana u kalendarskom mjesecu. Koeficijent β_1 mjeri utjecaj razlike prinosa prvih 15 dana u mjesecu na razliku prinosa zadnjih 5 dana u mjesecu. Statistički značajan i negativan β_1 koeficijent ukazuje na postojanje kalendarskog efekta. Matrica X_t sadrži kontrolne varijable mjesečnih i godišnjih momentuma, koje predstavljaju kretanja cijena u prethodnim razdobljima i kontroliraju za momentum faktor. ϵ_t predstavlja greške modela i obuhvaća sve ostale, neobjašnjene varijacije u prinosima. Dodatno, kako bi se provjerila robusnost procjena, koriste se i heteroskedastički-robustne standardne pogreške, čime se osigurava konzistentnost testova značajnosti.

Osim regresijskog pristupa, kalendarski efekt se ispituje simuliranjem investicijske strategije (IS) temeljene na rebalansiranju portfelja tijekom posljednjih pet trgovinskih dana u svakom kalendarskom mjesecu. IS je ustrojena na sljedeći način. Prvo se računa se razlika u kumulativnim dnevnim prinosima indeksa tijekom 15 trgovinskih dana kalendarskog mjeseca:

$$RelR_t = \sum_{i=t-15}^{t-1} (R_i^{CROBEX} - R_i^{CROBIS})$$

gdje je R_i^{CROBEX} prinos CROBEX indeksa, a R_i^{CROBIS} prinos CROBIS indeksa. Ova razlika predstavlja relativnu snagu CROBEX indeksa u odnosu na CROBIS indeks tijekom prvih 15 trgovinskih dana mjeseca. Ako je razlika pozitivna, to sugerira da su dionice (CROBEX) nadmašile obveznice (CROBIS), dok negativna razlika ukazuje na suprotan trend. Na temelju ove razlike donosi se odluka o alokaciji portfelja za sljedećih pet trgovinskih dana.

Ako je razlika prinosa CROBEX i CROBIS indeksa u prvih 15 trgovinskih dana pozitivna, zauzima se duga pozicija u CROBIS-u, a ako je negativna ili jednaka nuli, ulaže se u CROBEX.

Zauzimaju se isključivo duge pozicije zbog ograničenja na Zagrebačkoj burzi, gdje kratka prodaja dionica nije moguća. Formalno, portfelj se rebalansira prema pravilu:

$$Portfelj_t = \begin{cases} \text{kupi CROBIS,} & \text{ako je } RelR_t > 0 \\ \text{kupi CROBEX,} & \text{ako je } RelR_t \leq 0 \end{cases}$$

Odabrani portfelj zadržava se idućih pet trgovinskih dana, do kraja kalendarskog mjeseca, nakon čega se postupak ponavlja. Rezultati IS prikazani su pomoću kumulativnog prinosa, te vrednovani standardnim pokazateljima performansi portfelja: Sharpeovim omjerom, godišnjim prinosom i maksimalnim gubitkom vrijednosti od posljednje najviše ostvarene vrijednosti (engl. „drawdown“).

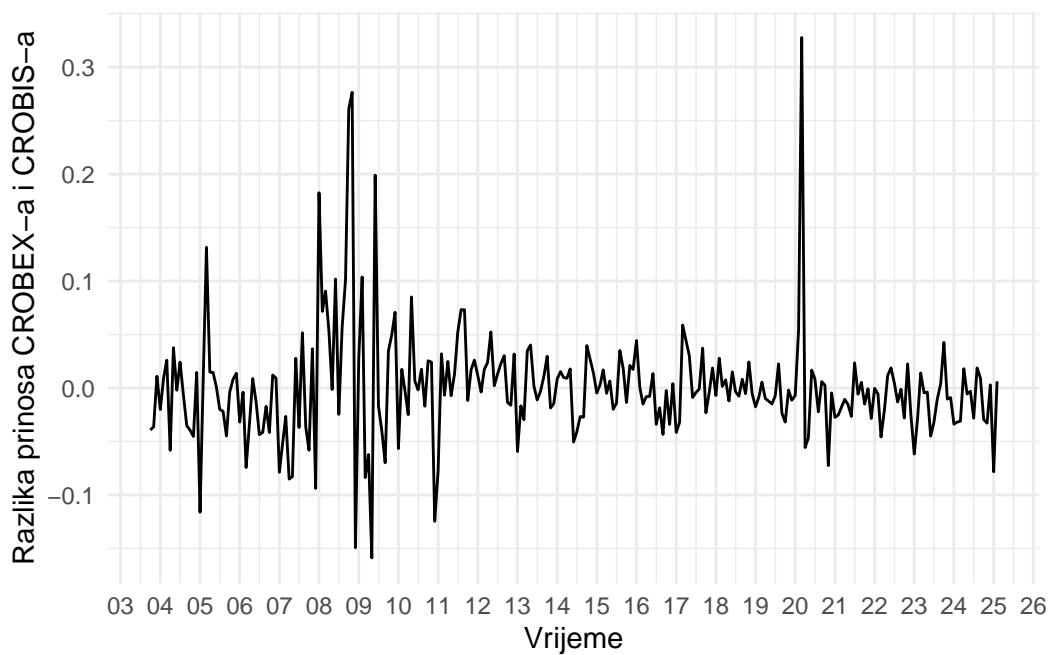
Za dodatnu validaciju strategije, provedene su varijacije početnih dana rebalansa u drugom dijelu mjeseca, čime se testira robusnost rezultata na vremensku specifikaciju. Uz to, provedena je i verzija strategije s uključenim transakcijskim troškovima, kako bi se procijenila njezina izdržljivost u realnijim tržišnim uvjetima. Troškovi su zadani fiksno, u iznosu od 0,1 % po transakciji.

Kombinacijom regresijske analize i simulacije, metodološki okvir rada omogućuje istovremeno testiranje postojanja anomalije i procjenu njezine potencijalne iskoristivosti u praksi. Takav pristup doprinosi empirijskoj literaturi o tržišnoj efikasnosti, s posebnim naglaskom na mala tržišta u nastajanju, poput Zagrebačke burze.

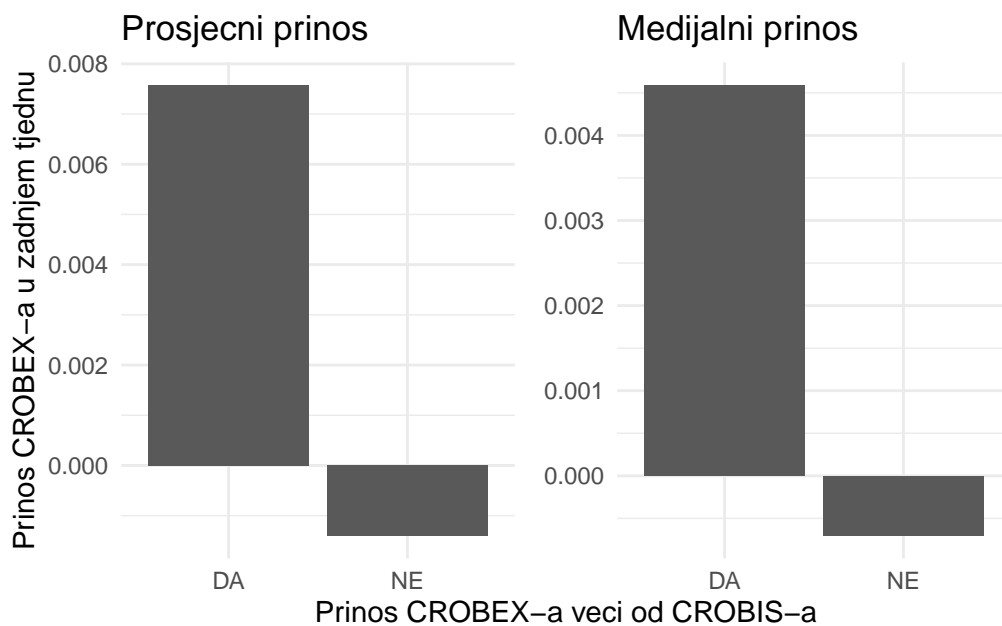
U nastavku se analizira kalendarski efekt metodama deskriptivne statistike. Slika 2 prikazuje dinamiku ključne nezavisne varijable kao razliku prinosa između CROBEX i CROBIS indeksa tijekom prvog dijela mjeseca (prvih 15 trgovinskih dana). Pozitivne vrijednosti ukazuju na relativno snažniji rast CROBEX-a u odnosu na CROBIS, dok negativne vrijednosti pokazuju suprotan odnos. Centralna tendencija razlike varira oko nule, uz brze korekcije odmak nazad prema toj razini. U posljednjem tjednu u mjesecu u pravilu dolazi do povratka u relativnom učinku dionica u odnosu na obveznice. Ako su dionice tijekom mjeseca nadmašivale obveznice, u zadnjem tjednu ta prednost često slabi ili se čak poništava. Ova pojava može biti posljedica portfeljskih prilagodbi institucionalnih investitora koji zatvaraju pozicije ili rebalansiraju imovinu pred kraj mjeseca.

Slika 3 prikazuje usporedbu prinosa CROBEX indeksa u posljednjem tjednu mjeseca. Lijevi stupac na oba grafikona prikazuje prinose CROBEX indeksa, kada je njegov prinos u prvom dijelu mjeseca bio niži od CROBIS indeksa, dok desni stupac prikazuje prinose CROBEX indeksa u svakom posljednjem tjednu mjeseca, neovisno o razlici prinosa CROBEX-a i CROBIS-a u prvom dijelu mjeseca. Prosječni i medijalni prinosi CROBEX indeksa su otprilike 0,5 % veći kada ih se uvjetuje razlikom prinosa između CROBEX i CROBIS indeksa u prvih 15 trgovinskih dana, što se može tumačiti kao naznaka kalendarskog efekta.

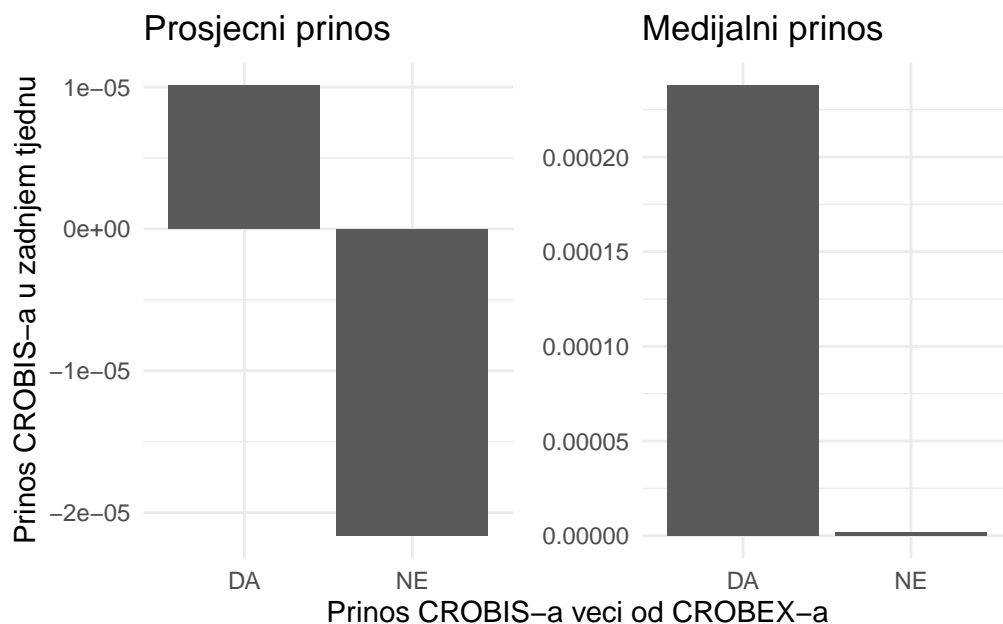
Na Sliku 4 su vidljivi viši prosječni i medijalni prinosi CROBIS indeksa kada su oni uvjetovani razinom prinosa CROBEX indeksa u odnosu na prinos CROBIS indeksa u prvom dijelu



Slika 2: Nezavisna varijabla - razlika prinosa CROBEX-a i CROBIS-a u prvih 15 regovinskih dana u mjeescu



Slika 3: Prosječni i medijalni prinosi CROBEX-a u zadnjem tjednu



Slika 4: Prosječni i medijalni prinosi CROBIS-a u zadnjem tjednu

mjeseca. Na lijevom panelu je vidljivo kako su prosječni prinosi CROBIS indeksa negativni kada se promatraju svi posljednji tjedni u svim mjesecima, a postaju pozitivni kada se uzmu u obzir samo slučajevi u kojima je prinos CROBEX indeksa bio relativno veći u prvoj polovici mjeseca. Na jednak zaključak navode i medijalni prinosi, prikazani na desnome panelu.

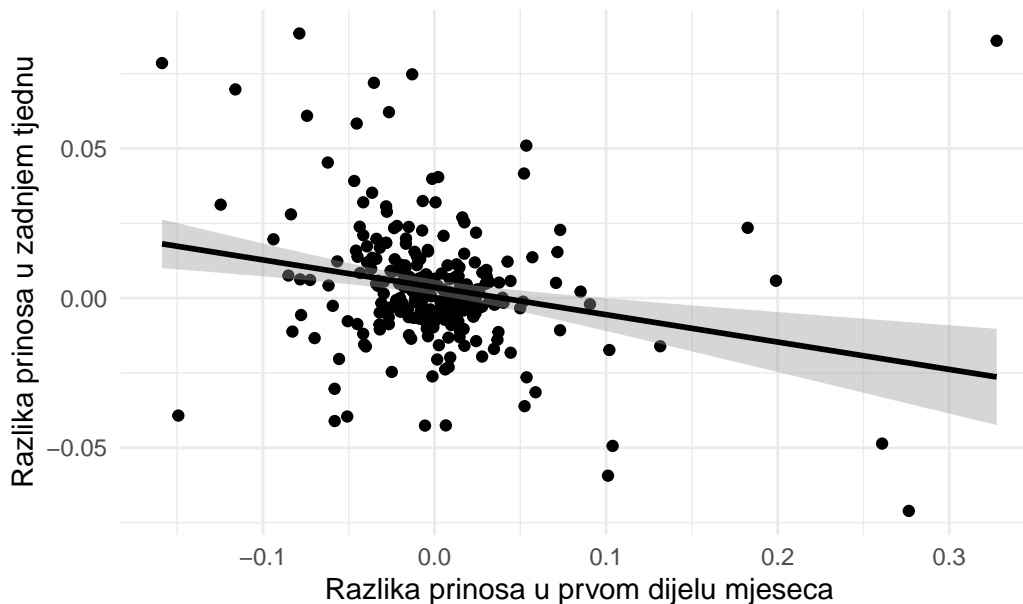
Rezultati

U prvom dijelu ovoga poglavlja prikazani su rezultati provedene regresijske analize, uključujući dvije specifikacije regresijskog modela. U drugome dijelu poglavlja prikazani su rezultati simulirane investicijske strategije.

Statistička analiza

Zavisna varijabla u regresijskom modelu definirana je kao razlika prinosa CROBEX i CROBIS indeksa u zadnjem dijelu mjeseca (od 16. trgovinskog dana do zadnjeg trgovinskog dana u mjesecu), dok nezavisna varijabla predstavlja razliku prinosa u prvom dijelu mjeseca (od 1. do 15. trgovinskog dana u mjesecu). Pri tome se očekuje negativna povezanost između ovih dviju varijabli. Ukoliko je CROBEX indeks ostvario relativno viši prinos u prvoj polovici mjeseca, u prosjeku se očekuje korekcija (smanjenje) viška prinosa u odnosu na CROBIS

indeks u drugoj polovici mjeseca. U drugoj regresijskoj specifikaciji, provedenoj u cilju kontrole robusnosti rezultata, model je proširen kontrolnim varijablama mjesečnog i godišnjeg momentuma oba indeksa, te je iz uzorka isključena ekstremna opservacija, karakteristične za razdoblje pandemije COVID-19. Kontrolne varijable uključuju mjesečni i godišnji momentum. Mjesečni momentum se računa kao omjer cijene indeksa na kraju prethodnog mjeseca i cijene dva mjeseca unatrag, umanjen za jedan. Godišnji momentum se računa kao omjer cijene na kraju prethodnog mjeseca i cijene 12 mjeseci unazad, također umanjen za jedan.



Slika 5: Dijagram raspršenosti razlike prinosa CROBEX-a nad CROBIS-om i jednostavna linearna regresija razlike prinosa u zadnjem tjednu na razliku prinosa u prvom dijelu mjeseca

Slika 5 prikazuje razlike prinosa CROBEX i CROBIS indeksa u drugom dijelu mjeseca (na osi Y) u odnosu na razlike njihovih prinosa u prvom dijelu mjeseca (na osi X) i pripadajući regresijski pravac. Vidljiv je negativan nagib regresijskog pravca, što sugerira da se veća odstupanja u prvoj polovici mjeseca korigiraju prema srednjoj vrijednosti do kraja mjeseca. Ovakav obrazac ukazuje na postojanje kalendarskog efekta, gdje se razlike u prinosima između CROBEX-a i CROBIS-a smanjuju prema kraju mjeseca. Jedan od razloga može biti rebalansiranje investicijskih fondova na kraju mjeseca prema kalendarskom pravilu rebalansiranja.

Nakon deskriptivne analize podataka, rezultati procjene parametara prvog regresijskog modela prikazani su u Tablica 1. U prve dvije kolone tablice (LM 1 i LM 2) prikazane su procjene uz pretpostavku homoskedastičnosti rezidualne strukture, dok su u trećoj i četvrtoj koloni (LM HAC 1 i LM HAC 2) prikazane procjene standardnih pogrešaka prilagođene

Tablica 1: Rezultati regresijske analize kalendarskog efekta

	LM 1	LM 2	LM HAC 1	LM HAC 2
Odsječak	0.004**	0.003*	0.004**	0.003*
	0.001 (0.005)	0.001 (0.012)	0.001 (0.007)	0.001 (0.013)
RelR	−0.091***	−0.089***	−0.091	−0.089
	0.025 (<0.001)	0.025 (<0.001)	0.073 (0.214)	0.075 (0.233)
Mom_mjesec		0.000		0.000
		0.000 (0.717)		0.000 (0.620)
Mom_godina		0.000		0.000
		0.000 (0.134)		0.000 (0.338)
Num.Obs.	257	245	257	245
R2	0.051	0.063	0.051	0.063
R2 Adj.	0.048	0.051	0.048	0.051
AIC	−1259.3	−1203.8	−1259.3	−1203.8
BIC	−1248.7	−1186.3	−1248.7	−1186.3
Log.Lik.	632.657	606.890	632.657	606.890
F	13.780	5.392	1.552	1.308
RMSE	0.02	0.02	0.02	0.02
Std.Errors	IID	IID	HC3	HC3

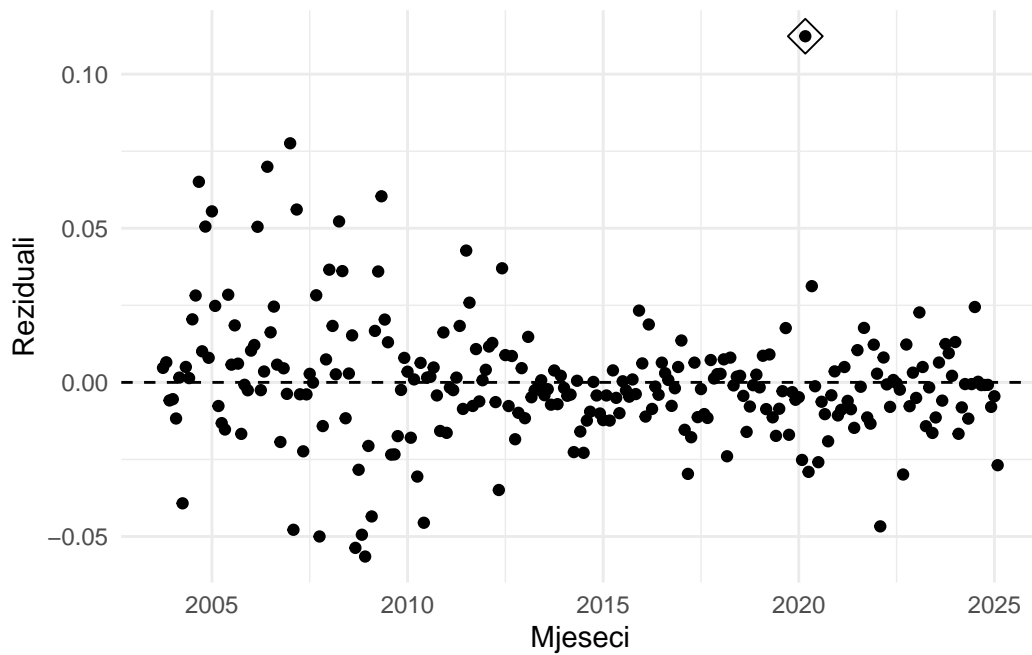
za heteroskedastičnost (robustne standardne pogreške). Rezultati iz prve specifikacije (LM 1) pokazuju da je koeficijent β_1 statistički značajan i negativan, što potvrđuje postojanje kalendarskog efekta. U specifikaciji s kontrolnim varijablama (LM 2), koeficijent β_1 zadržava negativan predznak, ali uz prilagodbu standardnih pogrešaka na heteroskedastičnost (LM HAC 1 i LM HAC 2) koeficijent gubi statističku značajnost.

Uvidom u rezidualne, ustanovljeno je da postoji jedna ekstremna opservacija koja značajno utječe na rezultate regresijske analize. Slika 6 pokazuje ekstremnu vrijednost u ožujku 2020. godine, za vrijeme COVID-a. Kako bi se provjerila robusnost rezultata na ovo opažanje, provedena je regresijska analiza bez ekstremne opservacije.

Rezultati druge regresijske specifikacije, prikazani su u tablici Tablica 2, iz koje je vidljivo da koeficijent β_1 ponovno postaje statistički značajan u svim specifikacijama, uz razinu značajnosti od 0,1%. Efekt je dakle mnogo snažniji kada se eliminira jedno ekstremno opažanje. Dobiveni nalazi stoga robusno potvrđuju postojanje kalendarskog efekta rebalansiranja u dinamici razlika prinosa između CROBEX-a i CROBIS-a.

Simulirana regresijska strategija

Nakon regresijske analize, u nastavku su prikazani rezultati simulirane investicijske strategije (SI) rebalansiranja portfelja, zasnovane na potvrđenom kalendarskom efektu. Prvo se računa razlika prinosa u prvih 15 trgovinskih dana kalendarskog mjeseca, a zatim se na temelju te



Slika 6: Reziduali regresijskog modela

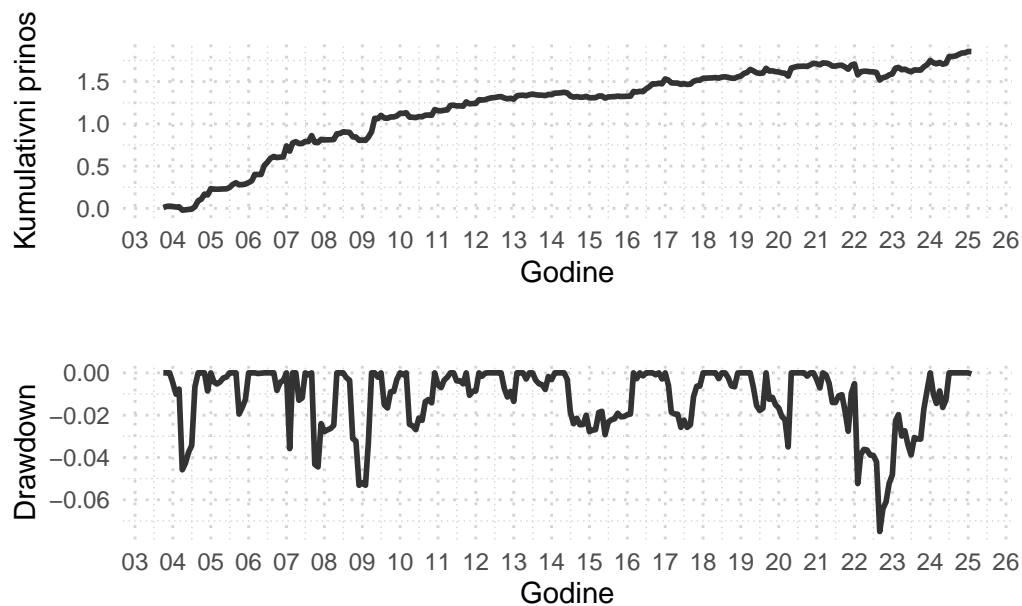
Tablica 2: Rezultati regresijske analize kalendarskog efekta bez jedne opservacije

	LM 1	LM 2	LM HAC 1	LM HAC 2
Odsječak	0.003** 0.001 (0.010)	0.003* 0.001 (0.018)	0.003* 0.001 (0.010)	0.003* 0.001 (0.020)
RelR	-0.153*** 0.025 (<0.001)	-0.152*** 0.025 (<0.001)	-0.153*** 0.043 (<0.001)	-0.152*** 0.043 (<0.001)
Mom_mjesec		0.000 0.000 (0.914)		0.000 0.000 (0.863)
Mom_godina		0.000 0.000 (0.299)		0.000 0.000 (0.470)
Num.Obs.	256	244	256	244
R2	0.129	0.142	0.129	0.142
R2 Adj.	0.126	0.132	0.126	0.132
AIC	-1290.9	-1235.5	-1290.9	-1235.5
BIC	-1280.3	-1218.0	-1280.3	-1218.0
Log.Lik.	648.466	622.751	648.466	622.751
F	37.708		12.826	
RMSE	0.02	0.02	0.02	0.02
Std.Errors	IID	IID	HC3	HC3

Tablica 3: Performance of the calendar effect strategy

Mjera performansi	Kalendar	CROBEX	CROBIS
Anualizirani Sharpeov omjer	0.8834	0.3275	-0.0399
Anualizirani prinos	0.0502	0.0540	-0.0011
Drawdown	-0.0750	-0.7659	-0.2022

razlike donosi odluka o ulaganju u CROBEX ili CROBIS indeks. U slučaju pozitivne razlike, kupuje se CROBIS indeks, a u slučaju negativne razlike kupuje se CROBEX indeks. Portfelj se drži do kraja mjeseca, nakon čega se ponavlja postupak. Zauzimaju se samo duge pozicije zbog ograničenja na Zagrebačkoj burzi, gdje kratka prodaja dionica nije moguća.



Slika 7: Kumulativni prinos i maksimalni nerealizirani gubitak investicijske (“drawdown”) strategije

Slika 7 prikazuje kumulativne prinose IS te pripadajući graf maksimalnog nerealiziranog pada vrijednosti portfelja od prethodnog vrha (“drawdown”). Vidljivo je da IS ostvaruje stabilan i relativno ujednačen rast kapitala tijekom promatranog razdoblja pri čemu je kumulativni prinos veći od 150 %, a maksimalni zabilježeni pad iznosi samo 7,5 %. Glatka krivulja kapitala ukazuje na stabilnost i nisku volatilnost portfelja.

Usporedba ključnih pokazatelja performansi IS u odnosu na prinos CROBEX i CROBIS indeksa prikazana je u Tablica 3. Vidljivo je da IS ostvaruje značajno bolje omjere prinosa i rizika. Iako je ukupni prinos strategije približno jednak prinosu indeksa CROBEX, IS to

Tablica 4: Performance of the calendar effect strategy

Mjera performansi	Kalendar	CROBEX	CROBIS
Anualizirani Sharpeov omjer	0.4465	0.3275	-0.0399
Anualizirani prinos	0.0254	0.0540	-0.0011
Drawdown	-0.1478	-0.7659	-0.2022

postizhe uz znatno niži rizik: najveći gubitak CROBEX-a tijekom analiziranog razdoblja iznosio je čak 76 %, dok je najveći gubitak strategije ostao ograničen na spomenutih 7,5 %. Pri tome valja istaknuti Sharpeov omjer IS od 0,88, koji je višestruko viši u odnosu na prinose promatranih indeksa. CROBIS je u istom razdoblju ostvario kumulativni gubitak od 0.4 %, uz Sharpeov omjer od 0,20. Ovi rezultati ukazuju na to da je IS superiorna u odnosu na pasivno ulaganje u indekse CROBEX i CROBIS, a istovremeno ostvaruje znatno niži rizik.

Prikazani rezultati IS ne uzimaju u obzir troškove trgovanja, a koji uključuju brokerske naknade, razliku između ponude i potražnje (bid-ask spreadove), tržišni utjecaj, poreze i druge troškove. Zanemarivanje ovih troškova stoga može značajno precijeniti stvarnu profitabilnost strategije. Zbog toga je u nastavku provedena proširena IS uz pretpostavku fiksnih transakcijskih troškova od 0,1 % za svaku izvršenu transakciju. Budući da strategija na kraju svakog mjeseca provodi jednu kupnju i jednu prodaju, ukupni mjesečni troškovi trgovanja iznose 0,2 postotnih bodova. Rezultati proširene IS prikazani su u tablici Tablica 4, u kojoj je sada vidljiv niži ukupni prinos. Ipak, uzevši u obzir i dalje izraženo viši Sharpeov omjer i niži rizik, IS potvrđuje svoju ekonomsku i investicijsku relevantnost.

Analiza robusnosti

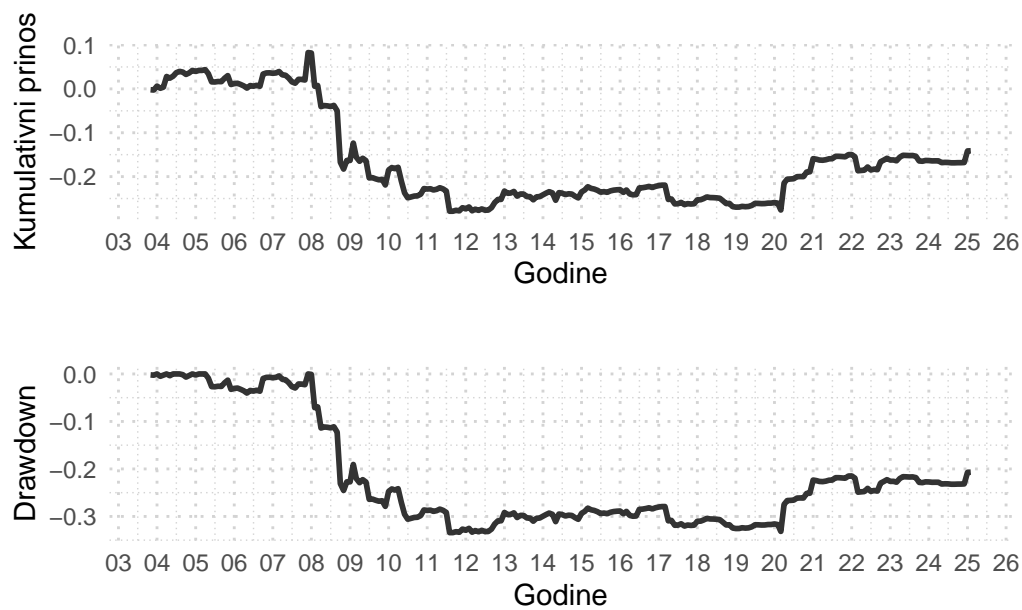
Kalendarski efekt početkom mjeseca

Prethodno potvrđeni kalendarski efekt je nastao uvjetovanjem prinosa indeksa CROBEX i CROBIS u zadnjem tjednu mjeseca na njihove prinose u prvoj polovici mjeseca. U cilju robusnosti potvrde kalendarskog efekta, u provedena je analiza drugačije specificiranog vremenskog razdoblja: prinosi u zadnja tri tjedna kalendarskog mjeseca (od 6. do 21. trgovinskog dana) kao prvi period, a prinosi u prvom tjednu sljedećeg mjeseca kao drugi period. Na ovaj način se testira je li riječ o poopćenom efektu, koji nije direktno vezan za kraj kalendarskog mjeseca. Ključni razlog izbora kraja mjeseca bio je rebalansiranje portfelja investicijskih fondova prema kalendarskom pravilu rebalansiranja. Ovdje se testira mogućnost da je riječ o općem efektu koji nije vezan za kraj mjeseca.

Rezultati regresijske analize prikazani su u tablici Tablica 5. Vrijednost koeficijenta β_1 u ovoj specifikaciji gotovo je dvostruko manja u odnosu na originalnu specifikaciju te ima suprotan smjer (pozitivan). Pod pretpostavkom homoskedastičnosti, koeficijent je statistički značajan,

Tablica 5: Rezultati regresijske analize kalendarskog efekta

	LM 1	LM HAC 1
Odsječak	0.000	0.000
	0.001 (0.834)	0.001 (0.839)
RelR	0.070*	0.070
	0.031 (0.023)	0.067 (0.300)
Num.Obs.	256	256
R2	0.020	0.020
R2 Adj.	0.016	0.016
AIC	−1210.2	−1210.2
BIC	−1199.5	−1199.5
Log.Lik.	608.081	608.081
F	5.253	1.081
RMSE	0.02	0.02
Std.Errors	IID	HC3

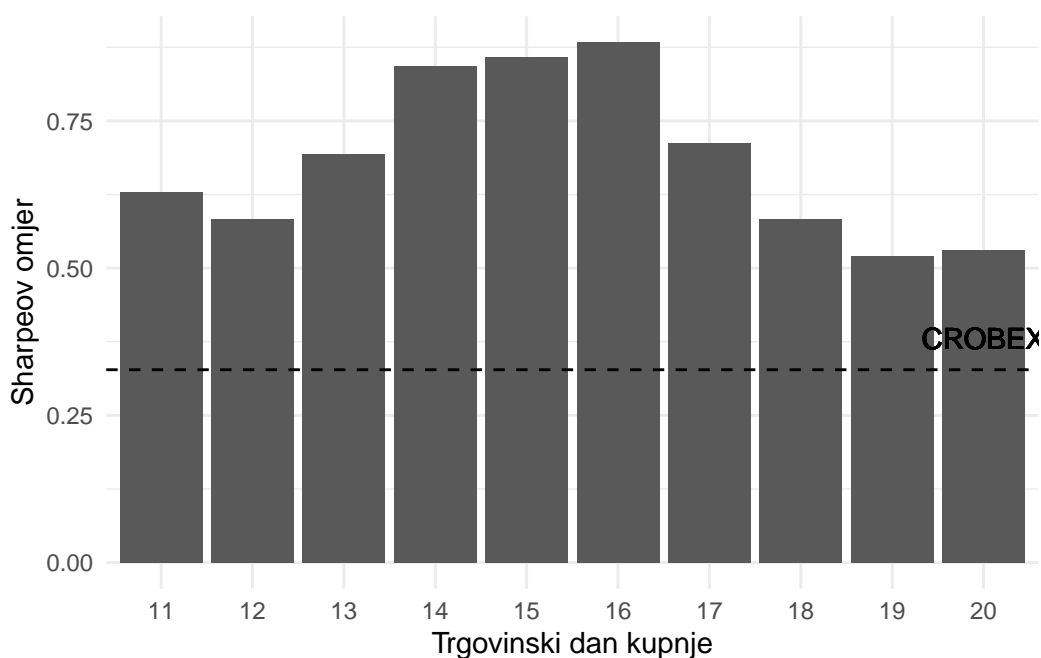


Slika 8: Prinos investicijske strategije

ali uz znatno nižu razinu značajnosti. Kada se koriste robustne standardne pogreške (prilagođene heteroskedastičnosti), koeficijent gubi statističku značajnost. Ovi nalazi upućuju na to da kalendarski efekt nije prisutan u slučaju rebalansiranja na početku mjeseca, što dodatno potvrđuje zaključak da je efekt specifično vezan uz rebalansiranje fondova na kraju mjeseca. Na slici Slika 8 prikazane su performanse IS temeljene na ovakvoj specifikaciji. Tijekom cijelog promatranog razdoblja IS nije ostvarila značajniji rast, te je ukupno izgubila preko 10 % vrijednosti.

Osjetljivost rezultata na broj dana krajem mjeseca

U osnovnom modelu izabran je 16. trgovinski dan kao početak drugog razdoblja u mjesecu (od 16. do 21. trgovinskog dana u kojem se drži duga pozicija u CROBEX-u ili CROBIS-u). U cilju provjere robusnosti rezultata, provedena je dodatna analiza u kojoj se varira početni dan trgovanja između 11. i 20. trgovinskog dana. Primjerice, ako se kao početni dan uzme 11., tada se prinosi od 1. do 11. dana promatraju kao prvi period, a prinosi od 11. do 21. dana kao drugi (test) period. Cilj je analizirati osjetljivost rezultata na promjenu početnog dana trgovanja.



Slika 9: Prinos investicijske strategije uz različite veličine perioda

Na slici Slika 9 prikazan je Sharpeov omjer investicijske strategije za sve odabrane početne dane. Vidljivo je da je Sharpeov omjer najviši upravo u osnovnoj varijanti (16. trgovinski dan), gdje dostiže 0,88, što je znatno iznad vrijednosti za CROBEX. S udaljavanjem od 16.

dana (bilo prema ranijem ili kasnijem datumu), Sharpeov omjer opada. Ovi nalazi ukazuju na to da je osnovna postavka s 16. danom optimalna te time potvrđuju stabilnost i robusnost bazičnog modela

Diskusija i implikacije rezultata

Dobiveni nalazi imaju višestruke implikacije za različite sudionike na tržištu kapitala. Prije svega, potvrda postojanja kalendarskog efekta na Zagrebačkoj burzi ukazuje na neefikasnost tržišta u smislu hipoteze o efikasnim tržištima. U efikasnom tržištu, kalendarski efekti ne bi trebali postojati. Ovdje uočeni efekt sugerira da određeni sudionici tržišta, posebno institucionalni investitori, djeluju prema unaprijed definiranim pravilima rebalansiranja, čime dolazi do predvidljivih promjena u dinamici cijena.

S obzirom na ograničenu likvidnost i dubinu domaćeg tržišta, takvi obrasci mogu imati izraženiji učinak nego na većim, razvijenim tržištima. Mirovinski fondovi, koji čine velik udio ukupne kapitalizacije ZSE-a, često provode rebalans portfelja krajem mjeseca kako bi uskladili alokaciju s ciljnim ponderima. Ovakvo ponašanje generira dodatnu potražnju ili ponudu za određenom klasom imovine, što može izazvati privremene cjenovne distorzije. Primjerice, mirovinski fondovi oko 20 % imovine drže u dionicama i oko 70 % imovine u obveznicama. Ovaj odnos mijenja jedino ako dolazi do promjene zakonske regulative i pravilnika o upravljanju imovinom mirovinskih fondova.

Jedna od važnih praktičnih implikacija jest mogućnost implementacije jednostavne, ali učinkovite taktike rebalansiranja portfelja temeljem relativne snage dioničkog i obvezničkog segmenta tijekom mjeseca. Ovo posebno može biti korisno investitorima koji upravljaju manjim portfeljima i nisu ograničeni regulatornim pravilima kao što su veliki institucionalni ulagači.

Dodatno, rezultati ukazuju na potencijalne koristi za kreatore politika i regulatorna tijela. Identifikacija ponavljajućih obrazaca ponašanja institucionalnih ulagača može pomoći u boljem razumijevanju dinamike tržišta, a moguće i u dizajnu politika koje bi poticale veću tržišnu efikasnost i smanjenje volatilnosti.

Zaključak

Rezultati istraživanja potvrđuju postojanje kalendarskog efekta rebalansiranja na Zagrebačkoj burzi. Regresijska analiza ukazuje na negativan odnos razlika prinosa dionica i obveznica u prvoj polovici mjeseca te njihovih razlika u posljednjem tjednu, što sugerira sustavni povratak cijena prema ravnoteži. Nadalje, simulacija investicijske strategije temeljene na ovom efektu pokazala je znatno bolje performanse u usporedbi s jednostavnim pristupom „kupi i drži”.

Analiza robusnosti dodatno je potvrdila ovakve nalaze, pri čemu je potvrđeno kako kalendarski efekt nije prisutan na početku mjeseca, što isključuje mogućnost da je uočeni obrazac rezultat općih tržišnih trendova. Uz to, promjenom broja dana za obračun razdoblja potvrđeno je da je bazična postavka optimalna, pružajući dodatnu sigurnost u stabilnost rezultata.

Ovi zaključci imaju važne implikacije za investicijske fondove, koji bi mogli razmotriti optimizaciju kalendarskog načina rebalansiranja kako bi smanjili transakcijske troškove i tržišne distorzije. Također, investitori s višom tolerancijom prema riziku mogu iskoristiti kalendarski efekt za oblikovanje vlastitih strategija trgovanja, dok regulatorna tijela i tvorci politika mogu rezultate primijeniti pri donošenju smjernica za efikasnije funkcioniranje tržišta kapitala u Hrvatskoj.

Istovremeno, ova studija ima i određena ograničenja. Procjena kalendarskog efekta temelji se na aproksimaciji ponašanja mirovinskih fondova, budući da detaljni podaci o točnim rebalansima nisu javno dostupni. Moguće je da postoje i drugi faktori koji objašnjavaju uspješnost investicijske strategije, poput takozvanih „zoo faktora“, koji u ovoj analizi nisu bili obuhvaćeni. Konačno, pretpostavka linearnosti odnosa može biti pojednostavljeno stvarnih tržišnih mehanizama, s obzirom na to da su nelinearnosti i promjene tržišnih režima česte u financijskom okruženju. Potencijalna nadogradnja rada stoga uključuje analizu pojačanom novim skupovima podataka te razmatranje alternativnih nelinearnih pristupa

Reference

- Al-Loughani, Naser E., and David Chappell. 2001. “Modelling the Day-of-the-Week Effect in the Kuwait Stock Exchange: A Nonlinear GARCH Representation.” *Applied Financial Economics* 11 (4): 353–59. <https://doi.org/10.1080/096031001300313910>.
- Ariel, Robert A. 1987. “A Monthly Effect in Stock Returns.” *Journal of Financial Economics* 18 (1): 161–74. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(87\)90066-3](https://doi.org/10.1016/0304-405X(87)90066-3).
- . 1990. “High Stock Returns Before Holidays: Existence and Evidence on Possible Causes.” *The Journal of Finance* 45 (5): 1611–26. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1990.tb03731.x>.
- Ariss, Rima T., Rasoul Rezvanian, and Seyed Mehdian. 2011. “Calendar Anomalies in the Gulf Cooperation Council Stock Markets.” *Emerging Markets Review* 12 (3): 293–307. <https://doi.org/10.1016/j.ememar.2011.04.002>.
- Athanassakos, George. 2022. “Portfolio Rebalancing, Conflicts of Interest of Delegated Investment Management and Seasonality in Canadian Financial Markets.” *Journal of Investment Strategies* 10 (4): 1–28. <https://doi.org/10.21314/JOIS.2022.002>.
- Barone, Enrico. 1990. “The Italian Stock Market: Efficiency and Calendar Anomalies.” *Journal of Banking & Finance* 14 (2-3): 483–510. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(90\)90061-6](https://doi.org/10.1016/0378-4266(90)90061-6).
- Basher, Syed A., and Perry Sadorsky. 2006. “Day-of-the-Week Effects in Emerging Stock Markets.” *Applied Economics Letters* 13 (10): 621–28. <https://doi.org/10.1080/13504850600825238>.
- Bouman, Sven, and Ben Jacobsen. 2002. “The Halloween Indicator, ‘Sell in May and Go Away’.” *American Economic Review* 92 (5): 1618–35. <https://www.jstor.org/stable/3083268>.

- Carrazedo, Tiago, José Dias Curto, and Luís Oliveira. 2016. "The Halloween Effect in European Sectors." *Research in International Business and Finance* 37: 489–500. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.01.003>.
- Chen, Hai, and Adam L. Schmidt. 2021. "Retail Investor Risk-Seeking, Attention, and the January Effect." *Global Finance Journal* 49: 100651. <https://doi.org/10.1016/j.jbef.2021.100511>.
- Chiah, Menzie, and Alex Zhong. 2019. "Day-of-the-Week Effect in Anomaly Returns: International Evidence." *Economics Letters* 182: 90–92. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2019.05.042>.
- Cross, Frank. 1973. "The Behavior of Stock Prices on Fridays and Mondays." *Financial Analysts Journal* 29 (6): 67–69. <https://www.jstor.org/stable/4529641>.
- Dichtl, Hubert, and Wolfgang Drobetz. 2015. "Are Stock Markets Really so Inefficient? The Case of the 'Halloween Indicator'." *Finance Research Letters* 14: 222–32. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2013.10.001>.
- Dicle, Mehmet F., and John Levendis. 2014. "The Day-of-the-Week Effect Revisited: International Evidence." *Journal of Economics and Finance* 38 (3): 407–37. <https://doi.org/10.1007/s12197-011-9223-6>.
- Doeswijk, Ronald Q. 2008. "The Optimism Cycle: Sell in May." *De Economist* 156 (2): 175–200. <https://doi.org/10.1007/s10645-008-9088-z>.
- Dubois, Marc, and Philippe Louvet. 1996. "The Day-of-the-Week Effect: The International Evidence." *Journal of Banking & Finance* 20 (9): 1463–84. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(95\)00054-2](https://doi.org/10.1016/0378-4266(95)00054-2).
- Fama, Eugene F. 1970. "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work." *Journal of Finance* 25 (2): 383–417. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1970.tb00518.x>.
- Fruk, Mladen. 2004. "Sezonalnost Prinosna Dionica Na Zagrebačkoj Burzi." *Financijska Teorija i Praksa* 28 (4): 435–44. <https://hrcak.srce.hr/file/8874>.
- Gibbons, Michael R., and Patrick Hess. 1981. "Day of the Week Effects and Asset Returns." *The Journal of Business* 54 (4): 579–96. <https://doi.org/10.1086/296147>.
- Gultekin, Mustafa N., and N. Bulent Gultekin. 1983. "Stock Market Seasonality: International Evidence." *Journal of Financial Economics* 12 (4): 469–81. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(83\)90044-2](https://doi.org/10.1016/0304-405X(83)90044-2).
- Harvey, Campbell R., Michele G. Mazzoleni, and Alessandro Melone. 2025. "Portfolio Rebalancing, Conflicts of Interest of Delegated Investment Management and Seasonality in Canadian Financial Markets." Working Paper 33554. Working Paper Series. National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w33554>.
- Haugen, Robert A., and Philippe Jorion. 1996. "The January Effect: Still There After All These Years." *Financial Analysts Journal* 52 (1): 27–31. <https://doi.org/10.2469/faj.v52.n1.1963>.
- Hoffstein, Corey, Daniel "Justin" Sibears, and Nathan Faber. 2019a. "Rebalance Timing Luck: The Difference Between Hired and Fired." *The Journal of Index Investing* 10 (1): 27–36. <https://doi.org/10.3905/jii.2019.1.070>.
- Hoffstein, Corey, David J. Sibears, and Nathan Faber. 2019b. "Rebalance Timing Luck: The Difference Between Hired and Fired." *The Journal of Index Investing* 10 (1): 27–36.

- <https://doi.org/10.3905/jii.2019.1.070>.
- Kunkel, Robert A., William S. Compton, and Scott Beyer. 2003. "The Turn-of-the-Month Effect Still Lives: The International Evidence." *International Review of Financial Analysis* 12 (2): 207–21. [https://doi.org/10.1016/S1057-5219\(03\)00007-3](https://doi.org/10.1016/S1057-5219(03)00007-3).
- Lakonishok, Josef, and Seymour Smidt. 1988. "Are Seasonal Anomalies Real? A Ninety-Year Perspective." *The Review of Financial Studies* 1 (4): 403–25. <https://doi.org/10.1093/rfs/1.4.403>.
- McConnell, John J., and Wei Xu. 2008. "Equity Returns at the Turn of the Month." *Financial Analysts Journal* 64 (2): 49–64. <https://doi.org/10.2469/faj.v64.n2.7>.
- Mehdian, Seyed, and Mark J. Perry. 2002. "Anomalies in US Equity Markets: A Re-Examination of the January Effect." *Applied Financial Economics* 12 (2): 141–45. <https://doi.org/10.1080/09603100110088067>.
- Mills, Terence C., and J. Andrew Coutts. 1995. "Calendar Effects in the London Stock Exchange FT–SE Indices." *Applied Financial Economics* 5 (2): 79–93. <https://doi.org/10.1080/13518479500000010>.
- Patev, Plamen, Katerina Lyroudi, and Nedyalko K. Kanaryan. 2003. "The Day of the Week Effect in the Central European Transition Stock Markets." Finance and Credit Working Paper. Tsenov Academy of Economics. https://www.academia.edu/26180058/The_Day_of_the_Week_Effect_in_the_Central_European_Transition_Stock_Markets.
- Seif, Mostafa, Paul Docherty, and Abul Shamsuddin. 2017. "Seasonal Anomalies in Advanced Emerging Stock Markets." *The Quarterly Review of Economics and Finance* 66: 169–81. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2017.02.009>.
- Škrinjarić, Tihana. 2012. "KALENDARSKI UČINCI u PRINOSIMA DIONICA." *Ekonomski Pregled* 63 (11): 651–78. <https://hrcak.srce.hr/93448>.
- Stoica, Ovidiu, and Delia-Elena Diaconășu. 2011. "An Examination of the Calendar Anomalies on Emerging Central and Eastern European Stock Markets." *Annals of the University of Oradea, Economic Science Series* 20 (2): 748–55. <https://doi.org/http://www.wseas.us/e-library/conferences/2011/Iasi/AEBD/AEBD-19.pdf>.
- Tadepalli, Meher Shiva, and Ravi Kumar Jain. 2018. "Persistence of Calendar Anomalies: Insights and Perspectives from Literature." *American Journal of Business* 33 (1/2): 18–60. <https://doi.org/10.1108/AJB-08-2017-0020>.
- Tonchev, D., and T. H. Kim. 2004. "Calendar Effects in Eastern European Financial Markets: Evidence from the Czech Republic, Slovakia and Slovenia." *Applied Financial Economics* 14 (14): 1035–43. <https://doi.org/10.1080/0960310042000263901>.