

Prethodno priopćenje

“UDK: 336.763(497.5)

336.761(497.5)”

DOI <https://doi.org/10.22598/zefzg.2024.1.21>

Datum primitka članka u uredništvo: 31. 5. 2024.

Datum slanja članka na recenziju: 3. 6. 2024.

Datum prihvatanja članka za objavu: 1. 7. 2024.

Izv. prof. dr. sc. Davor Zoričić*

ANALIZA IZVORA SUPERIORNIH PERFORMANSI CROBEX INDEKSA: ZAŠTO JE TEŠKO „POBIJEDITI“ CROBEX INDEKS NA HRVATSKOM TRŽIŠTU DIONICA?

ANALYSIS OF THE SOURCE OF THE CROBEX INDEX'S OUTPERFORMANCE: WHY IS THE CROBEX INDEX A CHALLENGING BENCHMARK TO BEAT IN THE CROATIAN STOCK MARKET?

SAŽETAK: Istraživanje je usmjereno na objašnjenje dominacije profitno-rizičnih obilježja CROBEX indeksa u odnosu na uobičajene portfelje koji se uspoređuju s indeksima temeljenim na tržišnoj kapitalizaciji. Suprotno rezultatima sličnih istraživanja u svijetu, na hrvatskom tržištu dionica tipične strategije ne uspijevaju „pobijediti“ CROBEX indeks kao referentni portfelj. Provedena istraživanja ističu superioran prinos CROBEX indeksa u odnosu na druge analizirane portfelje bez identifikacije njegovih izvora. U radu se u razdoblju ožujak 2005.- ožujak 2023. analiziraju performanse CROBEX indeksa te dva s njim često uspoređivana portfelja – portfelj s jednakim udjelima (EW) i portfelj s najmanjom varijancom (GMV). Temeljem višestruke procjene GMV portfelja izvan uzorka metodom kliznog uzorka te podataka o prinosima i udjelima dionica u analiziranim portfeljima, metodom atribucije portfelja, analizira se razlika u ostvarenim prinosima s ciljem utvrđivanja izvora dominacije CROBEX indeksa. Rezultati analize sugeriraju da ne postoji jedinstveni sektor gospodarstva koji osigurava superioran prinos CROBEX indeksa u odnosu na analizirane portfelje.

KLJUČNE RIJEČI: moderna teorija portfelja, efikasna diversifikacija, strategije znanstvene bete, atribucija portfelja

JEL: G11, G12

* Izv. prof. dr. sc. Davor Zoričić, Ekonomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Trg. J. F. Kennedyja 6, 10000 Zagreb, Hrvatska, e-mail: dzoricic@efzg.hr

ABSTRACT: The study focuses on explaining the dominance of the risk-reward properties of the Crobex index compared to popular portfolio strategies that are often compared to capitalisation-based benchmarks. In contrast to the results of similar studies on global markets, such typical portfolios are not able to outperform the Crobex index in the Croatian market. The research conducted so far highlights the above-average return of the Crobex index compared to other analysed portfolios without naming their sources. The paper analyses the performance of the Crobex index and the two commonly competing portfolios – the equally-weighted (EW) and the global minimum variance (GMV) portfolios - over the period from March 2005 to March 2023. Based on the multiple out-of-sample estimation of the GMV portfolio using rolling window sampling, portfolio attribution is performed to analyse the difference in portfolio returns and identify the source of the Crobex index outperformance. The research results suggest that the outperformance of the Crobex Index compared to other analysed portfolios is not attributable to a single economic sector.

KEY WORDS: modern portfolio theory, efficient diversification, smart beta strategies, portfolio attribution

1. UVOD

Industrija investicijskih fondova čijim se udjelima trguje na burzi, tzv. ETF-ova (engl. exchange-traded funds) porasla je prema podacima mrežnih stranica Statista (2024.) i PwC-a (2024.) s razine od otprilike 200 milijardi američkih dolara imovine pod upravljanjem u 2003. godini na 11,5 bilijuna američkih dolara krajem 2023. Pritom je, kako ističe PwC (2024.), prosječna stopa rasta u posljednjih pet godina iznosila gotovo 19% godišnje. Iako se navedeni investicijski fondovi najčešće i danas povezuju s jeftinim i efikasnim načinima pasivnog investiranja, njihovom snažnom rastu doprinijela je mogućnost primjene investiranja prema faktorima, kao što primjerice ističe Hill (2016.), a s kojim su povezane i strategije investiranja usmjerene na efikasnu diversifikaciju portfelja. Riječ je o tzv. strategijama znanstvene bete (engl. smart beta strategies). S tim u vezi rad Amenc et al. (2006.) predstavlja pregled neefikasnosti (u pogledu diversifikacije) temeljnih referentnih indeksa na tržištima dionica u svijetu, dok istraživanje predstavljeno u Amenc et al. (2013.) sustavno prikazuje strategije investiranja temeljene na efikasnoj diversifikaciji rizika i s njima povezana istraživanja.

Iako su empirijska testiranja čak i najjednostavnijih, odnosno naivnih strategija u vidu držanja portfelja s jednakim udjelima, na razvijenim financijskim tržištima rezultirala boljim performansama portfelja u odnosu na referentni indeks temeljen na tržišnoj kapitalizaciji (za pregled vidjeti Amenc et al. (2006.) i (2013.)), nije se pokazalo da isto vrijedi na hrvatskom tržištu dionica. Naime, istraživanja poput Dolinar et al. (2017.) te Zoričić et al. (2018. i 2020.) opetovano su ukazala na nemogućnost ostvarivanja boljih performansi od CROBEX indeksa. U radu Dolinar et al. (2019.), vezano uz rezultate provedenog istraživanja, istaknut je problem likvidnosti hrvatskog tržišta, dok je istraživanje Zoričić et al. (2020.) dodatno potenciralo navedeni problem budući da niti ponderiranje putem fundamentalnih pokazatelja dionica nije polučilo željene učinke na rezultate istraživanja. Pritom se ključnim izazovom u svim navedenim istraživanjima pokazao veći prinos CROBEX in-

deksa u odnosu na druge analizirane portfelje. Izvor superiornog prinosa CROBEX indeksa istraživanja u navedenom području do sada nisu istražila.

Istraživanje u ovom radu posvećeno je upravo navedenom problemu kako bi se ispitalo je li izloženost CROBEX indeksa određenom sektoru ili sektorima gospodarstva ili pojedinim relativno stabilnim udjelima u dionicama na tržištu uzrok dominacije nad analiziranim portfeljima. U svrhu provođenja istraživanja performanse CROBEX indeksa uspoređuju se s portfeljem s najmanjom varijancom, tzv. GMV portfelj (engl. Global Minimum Variance portfolio). Navedena strategija pokazala se relativno uspješnom u prijašnjim istraživanjima jer je u dijelu analiziranih razdoblja rezultirala odnosom rizika i nagrade boljim od CROBEX indeksa, uz smanjenje volatilnosti portfelja u odnosu na CROBEX indeks u ukupnom promatranom razdoblju. Dodatno, prinos te performanse CROBEX indeksa uspoređuju se i s portfeljem s jednakim udjelima kao temeljnom referentnom, naivnom strategijom ulaganja. GMV portfelj se prema uzoru na ranija istraživanja procjenjuje višestruko izvan uzorka temeljem vremenskog kliznog uzorka podataka, a zatim se atribucijom prinosa portfelja CROBEX indeksa u odnosu na analizirane portfelje ispituje izvor superiornog prinosa portfelja u sastavu CROBEX indeksa.

Doprinos rada u odnosu na ranije navedena istraživanja ogleda se primarno u atribuciji portfelja prema sektorima gospodarstva dionica u sastavu CROBEX indeksa. Naime, budući da se analizirani portfelji u ovom radu testiraju u odnosu na tipični indeks temeljen na tržišnoj kapitalizaciji poput CROBEX indeksa, sastavi im se podudaraju u promatranom razdoblju. Razliku u prinosima moguće je tako pripisati različitoj izloženosti sektorima gospodarstva. Dodatna razlika u odabiru dionica između analiziranih portfelja svodi se na eventualno značajniju razliku u udjelima istih dionica u portfelju unutar pojedinog sektora, a koja će u analizi također biti uzeta u obzir. Osim toga, u odnosu na ranija istraživanja u kojima su prilikom mjerenja performansi CROBEX indeksa u njegov sastav bile uključene dionice na temelju izvanrednih revizija, dok to za druge analizirane portfelje nije bio slučaj, u ovom istraživanju sastav svih promatranih portfelja u cjelokupnoj analizi u potpunosti je usklađen.

U nastavku rada slijedi opis prikupljenih podataka i korištenih metoda. Treći dio rada predstavlja i obrazlaže nalaze istraživanja nakon čega slijedi zaključak rada.

2. METODE I PODACI

Istraživanje u ovom radu odnosi se na razdoblje od ožujka 2005. godine do ožujka 2023. godine pri čemu je početak i kraj razdoblja koje se analizira povezan s revizijom CROBEX indeksa. Naime, budući da se CROBEX indeks redovno revidira dva puta godišnje, u ožujku i u rujnu, pri čemu se određuje broj i sastav dionica za idućih šest mjeseci, navedeno utječe na definiranje analiziranog razdoblja. U promatranom razdoblju koje započinje s prvom revizijom u 2005. godini te završava s drugom revizijom u 2022. godini (a čiji sastav vrijedi do ožujka 2023. godine) u analizu su uključene ukupno 32 redovne revizije CROBEX indeksa. Pritom je sastav CROBEX indeksa varirao u rasponu od 15 do 30 dionica, uz prosječni broj od otprilike 23 dionice. Izvanredne revizije indeksa i njihov utjecaj na sastav (a tim i na performanse indeksa) u potpunosti je zanemaren. Ukupno su u istraživanju korišteni podaci za 68 različitih dionica, a koje su sve barem u jednoj reviziji činile sastav indeksa.

Istraživanje počiva na usporedbi profitno-rizičnih obilježja CROBEX indeksa, kao temeljnog referentnog portfelja investitora, i odabranih portfelja koji se temelje na strategijama usmjerenim na postizanje efikasnije diversifikacije. Pritom se sastav dionica među analiziranim portfeljima u potpunosti usklađuje u svakoj reviziji CROBEX indeksa.

Budući da je u skladu s nazivom EW portfelja (portfelj s jednakim udjelima) na početku svake revizije potrebno držati jednake udjele dionica u portfelju, za njegovu konstrukciju nisu potrebne nikakve procjene. Potrebno je samo na početku svake revizije uskladiti sastav s CROBEX indeksom te primjenom 1/N pravila (N je broj dionica u portfelju) odrediti udjele. Navedeni portfelj na taj način eliminira rizik greške procjene parametara, ali maksimizira rizik teorijskog modela na kojem strategija počiva. Naime, optimalna diversifikacija takvom se strategijom postiže samo ako su svi prinosi, varijance i korelacije među investicijama jednake, što je izrazito snažna pretpostavka (više o tome vidjeti u Amenc et al., 2013.). Često se kao dobar kompromis između rizika greške procjene parametara i rizika modela ističu GMV portfelji jer se u njihovom slučaju procjena parametara svodi na procjenu matrice kovarijanci, dok se procjena prinosa (uz što se veže najveći rizik krive procjene parametara), zanemaruje. Imajući to u vidu, kao i relativno dobre rezultate navedenih portfelja čak i za hrvatsko tržište dionica, prema uzoru prije svega na rad Zoričić et al. (2018.) procijenjen je GMV portfelj. Pritom je korištena samo jednostavnija metoda procjene matrice kovarijanci temeljem uzorka, odnosno korištenjem standardnih formula:

$$s_{ii} = \frac{\sum_{t=1}^T (r_{i,t} - \bar{r}_i)^2}{T - 1} \quad (1)$$

$$s_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T (r_{i,t} - \bar{r}_i)(r_{j,t} - \bar{r}_j)}{T - 1} \quad (2)$$

pri čemu je $r_{i,t}$ ($r_{j,t}$) povijesni prinos dionice i (j) u razdoblju t , \bar{r}_i (\bar{r}_j) je aritmetički prosjek povijesnih prinosa, a T predstavlja broj razdoblja u uzorku.

Putem navedenih formula procijenjena je matrica kovarijanci temeljem trogodišnjeg uzorka povijesnih podataka o mjesečnim ukupnim prinosima iznad nerizične stope¹ sastavnica CROBEX indeksa. Trogodišnji uzorak podataka neposredno prethodi reviziji indeksa te je usklađen s njegovim aktualnim sastavom. Matrica kovarijanci se zatim koristi u optimizacijskom modelu kojim se procjenjuju udjeli u dionicama GMV portfelja, a koji je moguće zapisati putem sljedeće formule:

$$\mathbf{w}^* = \arg \min_{\mathbf{w}} \frac{\boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{1}}{\mathbf{1}' \boldsymbol{\Sigma}^{-1} \mathbf{1}} \quad (3)$$

pri čemu je \mathbf{w}^* vektor udjela (optimalnih udjela) koji zadovoljavaju optimizacijski problem, $\mathbf{1}$ je jedinični vektor, a $\boldsymbol{\Sigma}$ je matrica kovarijanci za očekivane prinose sastavnica portfelja.

Navedeni udjeli u GMV portfelju predstavljaju udjele na početku svake revizije CROBEX indeksa te se po njezinom isteku, nakon šest mjeseci, računa polugodišnji prinos. Na taj način GMV portfelj se u promatranom razdoblju procjenjuje 32 puta izvan uzorka.

¹ Riječ je o ukupnom prinosu koji predstavlja zbroj prinosa od kapitalnog dobitka i prinosa od dividendi, a koji je umanjen za iznos prinosa na nerizičnu imovinu. Prinos na tromjesečne trezorske zapise Republike Hrvatske korišten je za aproksimaciju nerizičnog prinosa.

Kompleksnija metoda procjene GMV portfelja korištena u radu Zoričić et al. (2018.) nije korištena jer, iako je popravila performanse GMV portfelja (smanjujući volatilnost), nije donijela prevagu u odnosu na CROBEX indeks. Međutim, i u ovom istraživanju korišteno je ograničenje na minimalni udio dionice u sastavu portfelja u postupku optimizacije u vidu parametra lambda (λ) putem formule:

$$w_i^* \geq \frac{1}{\lambda N} \quad (4)$$

pri čemu w_i^* predstavlja optimalni udio u dionici i GMV portfelja, N predstavlja broj sastavnica u svakoj reviziji, a λ predstavlja parametar fleksibilnosti. Navedeno ograničenje ima za cilj regulirati (de)koncentraciju portfelja. Naime, uz parametar $\lambda=1$ GMV portfelj se svodi na EW portfelj jer je maksimalno dekoncentriran. U ovom istraživanju su prema uzoru na ranija istraživanja za hrvatsko tržište procijenjeni GMV portfelji uz parametre $\lambda=1,5$ i $\lambda=4$.

Oslanjajući se na opisane metode izračunati su polugodišnji prinosi (prinosi prema revizijama CROBEX indeksa), a temeljem njih i performanse analiziranih portfelja u promatranom razdoblju. U nastavku je zatim analizirana atribucija portfelja CROBEX indeksa u odnosu na EW i GMV portfelj. Pritom je za razliku od uobičajenog pristupa, a s obzirom na superioran prinos CROBEX indeksa, CROBEX promatran kao analizirani portfelj, a EW portfelj i GMV portfelj (svaki zasebno u odvojenim analizama) promatrani su kao referentni portfelji.

Općenito se metoda atribucije portfelja može prikazati na sljedeći način. Tipično se polazi od prinosa referentnog portfelja kao ponderiranog prosjeka indeksiranih prinosa pojedinih klasa imovine pri čemu ponderi predstavljaju udjele neutralnog portfelja (Bodie et al., 2018., str. 836-837):

$$r_B = \sum_{i=1}^n w_{Bi} r_{Bi} \quad (5)$$

pri čemu je w_{Bi} udio klase imovine i u referentnom portfelju B , a r_{Bi} prinos klase imovine i u referentnom portfelju B . S druge strane, investitor odabire portfelj s udjelima u svakoj klasi imovine w_{Pi} , a svaka klasa imovine zarađuje prinos r_{Pi} u analiziranom razdoblju tako da je prinos analiziranog portfelja:

$$r_P = \sum_{i=1}^n w_{Pi} r_{Pi} \quad (6)$$

Razlika između prinosa referentnog portfelja i analiziranog portfelja je prema tome:

$$r_P - r_B = \sum_{i=1}^n w_{Pi} r_{Pi} - \sum_{i=1}^n w_{Bi} r_{Bi} = \sum_{i=1}^n (w_{Pi} r_{Pi} - w_{Bi} r_{Bi}) \quad (7)$$

pri čemu je navedeno moguće dekomponirati na sljedeći način:

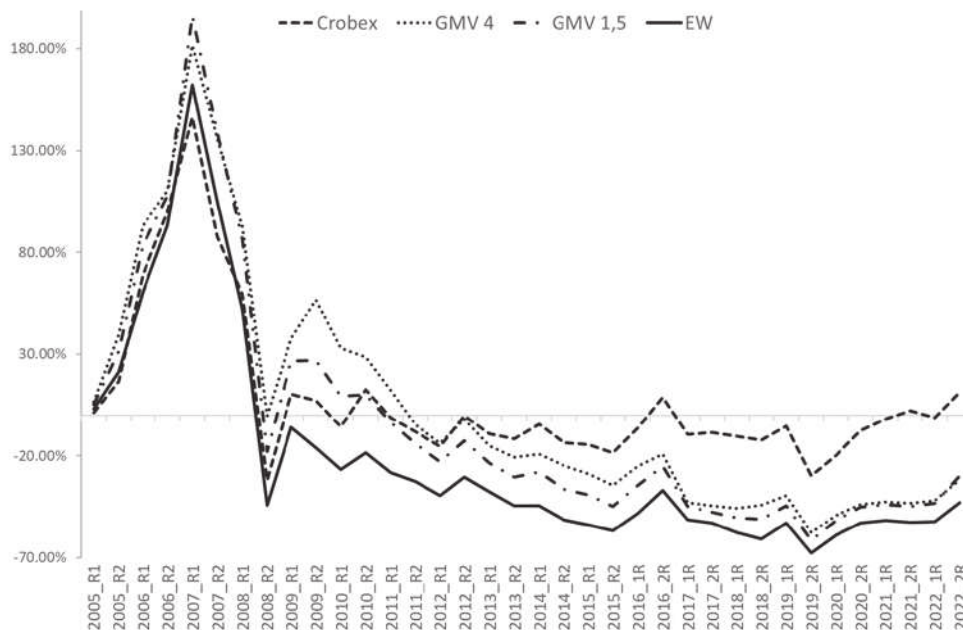
$$\begin{aligned} \text{razlika udjela među portfeljima u klasi imovine} \times \text{referentni prinos} &= (w_{Pi} - w_{Bi}) r_{Bi} \\ \text{udjel u klasi imovine} \times \text{višak prinosa u odnosu na referentni portfelj} &= w_{Pi} (r_{Pi} - r_{Bi}) \\ \text{= ukupan doprinos (atribucija) klase imovine} &= w_{Pi} r_{Pi} - w_{Bi} r_{Bi} \end{aligned}$$

Budući da se u ovom radu istraživanje odnosi isključivo na dionice, atribucija se umjesto prema klasama imovine analizira u odnosu na sektore gospodarstva. Dodatno, budući da su sastavi dionica oba portfelja u cjelokupnom analiziranom razdoblju savršeno usklađeni, nije moguće ustanoviti višak prinosa koji bi se mogao povezati s drugačijim odabirom dionica. Moguće je, međutim, ustanoviti dio prinosa koji proizlazi iz drugačijeg udjela odabranih (istih) dionica unutar tih portfelja (u okviru istog gospodarskog sektora).

3. ANALIZA I DISKUSIJA REZULTATA

Primjenom opisane optimizacijske metode procijenjen je GMV portfelj, kako uz ograničenje na minimalni udjel u portfelju uz parametar $\lambda=1,5$, tako i $\lambda=4$. Kretanje vrijednosti procijenjenih GMV portfelja te CROBEX indeksa i EW portfelja prikazano je na Grafikonu 1. kao kumulativna postotna promjena vrijednosti portfelja u odnosu na ožujak 2005. godine. Moguće je primijetiti snažno korelirano kretanje analiziranih portfelja pri čemu sva četiri promatrana portfelja najvišu vrijednost dosežu u rujnu 2007. godine (na kraju prve revizije CROBEX indeksa 2007.) te najnižu u ožujku 2020. godine (kraj druge revizije CROBEX indeksa 2019.). Navedena najniža točka pokazuje da je utjecaj koronakrize na Zagrebačku burzu bio snažniji od utjecaja globalne financijske krize, vrhunac čijeg utjecaja je moguće primijetiti u ožujku 2009. godine (kraj druge revizije CROBEX indeksa 2008.), a od čega se tržište, kao što je moguće vidjeti na grafikonu, nikad nije oporavilo.

Grafikon 1. Kretanje kumulativne vrijednosti portfelja – CROBEX indeks, GMV portfelj (uz lambda 1,5 i 4) te EW portfelj



Izvor: izrada autora

Kretanja na grafikonu pokazuju da su u fazi ekspanzije (do rujna 2007.) sva tri promatrana portfelja kao alternativa CROBEX indeksu iskazala veći rast vrijednosti. Nakon toga, s pojavom krize najveći pad doživio je EW portfelj, a vrijednost oba GMV portfelja pala je manje od CROBEX indeksa (pri čemu je GMV s većim parametrom λ , odnosno manjim ograničenjem, pao manje). Za opisana kretanja bi se moglo reći da su u skladu s očekivanjima s obzirom na teorijske osnove temeljem kojih su portfelji konstruirani. U nastavku međutim, od rujna 2010. godine (kraj prve revizije 2010.) oba GMV portfelja kontinuirano smanjuju svoju prednost u odnosu na CROBEX indeks te je i gube (najprije GMV uz $\lambda=1,5$ u ožujku 2011., a zatim i $\lambda=4$ u ožujku 2013.). Nadalje, od ožujka 2020. kao da nema niti razlike između dva GMV portfelja. Opisana kretanja su iznenađujuća, bez obzira na trend pada vrijednosti svih portfelja, imajući u vidu uspješno smanjenje pada vrijednosti GMV portfelja u odnosu na CROBEX s pojavom krize 2008. Za EW portfelj je, s druge strane, lakše objasniti izostanak oporavka vrijednosti portfelja (te najlošiji rezultat) u uvjetima kontinuiranog blagog pada ili stagnacije tržišta. Međutim, i u tom slučaju teško je u potpunosti objasniti dominaciju CROBEX indeksa.

Prikazana kretanja na grafikonu, moguće je upotpuniti podacima o prosječnom prinosu, riziku (mjerenom putem volatilnosti) te odnosu rizika i nagrade. Navedena profitno-rizična obilježja analiziranih portfelja prikazana su u tablicama 1. i 2.

Tablica 1. Profitno-rizična obilježja analiziranih portfelja*

	CROBEX	GMV 4	GMV 1,5	EW
prosječni prinos	2,44%	0,78%	1,38%	1,26%
volatilnost	20,31%	18,88%	21,44%	22,94%
odnos rizika i nagrade	0,1202	0,0411	0,0643	0,0550

*prinos mjereno aritmetičkom sredinom

Izvor: izrada autora

Tablica 1. prikazuje navedene varijable za analizirane portfelje u cjelokupnom promatranom razdoblju. Iz navedenih podataka moguće je primijetiti da GMV portfelj s manjim ograničenjem ($\lambda=4$) ostvaruje manju volatilnost, ali nauštrb značajno većeg smanjenja prinosa u odnosu na CROBEX indeks. Preostala dva portfelja ostvaruju veće prinose, ali i dalje manje od CROBEX indeksa. S druge strane, volatilnost im je veća nego u slučaju CROBEX indeksa. Na temelju navedenog moguće je zaključiti da u navedenim portfeljima nije došlo niti do poboljšanja u eliminaciji specifičnog rizika, niti do boljeg izlaganja dionicama koje investitora nagrađuju za preuzeti sistematski rizik. U tablici 1 prosječni prinos je izračunat kao aritmetička sredina što je korisno za analizu izvora većeg ostvarenog prinosa putem atribucije portfelja CROBEX indeksa koja slijedi u nastavku, ali ne predstavlja precizan način mjerenja prinosa (geometrijskom sredinom) koji je usklađen s kretanjima prikazanim na grafikonu ranije. Zbog toga su u nastavku u tablici 2., a i u skladu s opisanim grafičkim kretanjima vrijednosti analiziranih portfelja, iskazana njihova profitno-rizična obilježja.

Tablica 2. Profitno-rizična obilježja analiziranih portfelja ukupno i za podrazdoblja*

		CROBEX	GMV 4	GMV 1,5	EW
ukupno promatrano razdoblje**	prosječni prinos	0,30%	-1,06%	-0,98%	-1,54%
	volatilnost	20,31%	18,88%	21,44%	22,94%
	odnos rizika i nagrade	0,0148	-0,0020	-0,0021	-0,0035
	prosječni prinos	19,77%	23,01%	24,26%	21,28%
ekspanzija (3/2005 - 9/2007)	volatilnost	15,76%	14,84%	16,16%	12,94%
	odnos rizika i nagrade	1,2546	1,5506	1,5010	1,6446
	prosječni prinos	-4,90%	-7,30%	-7,82%	-8,03%
kriza** (9/2007 - 3/2020)	volatilnost	21,13%	17,26%	20,18%	23,67%
	odnos rizika i nagrade	-0,0104	-0,0126	-0,0158	-0,0190
	prosječni prinos	8,01%	8,28%	10,43%	9,95%
post-kriza (3/2020 - 3/2023)	volatilnost	7,17%	8,96%	11,60%	11,72%
	odnos rizika i nagrade	1,1177	0,9246	0,8993	0,8491

*prinos mjeren geometrijskom sredinom

**zbog negativnih prinosa odnos rizika i nagrade izračunat je prema Israelsen (2005.)

Izvor: izrada autora

Negativni prinos u ukupnom promatranom razdoblju za sve analizirane portfelje osim CROBEX indeksa u skladu je s konačnim stanjem portfelja na Grafikonu 1. na kojemu je vidljivo da je CROBEX indeks ne samo ostvario najbolji rezultat, nego se jedino za CROBEX vrijednost portfelja povećala u promatranom razdoblju. Najlošiji rezultat ostvario je EW indeks, a dva GMV portfelja se u ukupnom promatranom razdoblju razlikuju značajnije prema volatilnosti. Prema tom obilježju, na koje je ovaj portfelj dominantno orijentiran, bolji je (u skladu s očekivanjima zbog manjeg ograničenja) GMV uz $\lambda=4$. Za navedeni portfelj volatilnost je manja i u odnosu na CROBEX indeks i to kako u ukupnom promatranom razdoblju, tako i u fazi ekspanzije i krize koje su istaknute u tablici 2. U fazi ekspanzije GMV uz $\lambda=4$ dominira nad CROBEX indeksom i prinosom i rizikom, ali u krizi dolazi do pada prinosa koji je veći od smanjenja rizika. EW portfelj dominira nad ostalim portfeljima i prinosom i rizikom u ekspanziji, ali je u obje kategorije najlošiji u razdoblju krize. U postkriznom razdoblju iznenađuje niska volatilnost CROBEX indeksa kojom dominira prema odnosu rizika i nagrade, dok su kretanja za ostale portfelje više-manje u skladu s očekivanjima.

Kvantitativno pojašnjenje opisane dominacije CROBEX indeksa, koja je prisutna i u ranijim istraživanjima, pokušalo se pronaći na temelju analize dekoncentracije promatranih portfelja, pa je navedena analiza prikazana i ovdje u tablici 3. Moguće je primijetiti da je dekoncentracija CROBEX indeksa više nego dvostruko veća s obzirom na GMV portfelj uz $\lambda=4$. Dekoncentracija GMV portfelja uz $\lambda=1,5$ je značajno veća i bliža dekoncentraciji CROBEX indeksa, ali prema performansama portfelja u ukupnom promatranom razdoblju iz tablice 2. to rezultira boljim performansama portfelja za tri promatrane kategorije samo u odnosu na EW portfelj (koji je po definiciji maksimalno dekoncentriran). U odnosu na GMV portfelj uz $\lambda=4$, volatilnost portfelja se uz $\lambda=1,5$ kviri uz nedovoljno poboljšanje profitabilnosti. Time je navedeni portfelj lošiji od GMV portfelja uz $\lambda=4$ te još više zaostaje

za CROBEX indeksom. Na temelju opisanog se nameće zaključak da je CROBEX indeks kvalitetno dekoncentriran jer u odnosu na EW portfelj i GMV portfelj uz $\lambda=1,5$ u pravilu ostvaruje manju volatilitnost (što upućuje na bolju eliminaciju specifičnog rizika), dok s druge strane takva dekoncentracija omogućava i bolju izloženost (nagrađenim) faktorima sistematskog rizika.

Tablica 3. Prosječni stvarni i efektivni broj dionica te dekoncentracija portfelja

	CROBEX	GMV 4	GMV 1,5
prosječni broj dionica	23,22	23,25	23,25
prosječni efektivni broj dionica ²	12,62	4,82	9,94
prosječna dekoncentracija ³	55,20%	21,43%	43,66%

Izvor: izrada autora

Zbog toga što se prema svojim profitno-rizičnim obilježjima nalazi između GMV uz $\lambda=4$ i EW portfelja, iz daljnje analize isključen je GMV portfelj uz $\lambda=1,5$. Analiza izvora dominacije CROBEX indeksa na taj način temelji se na usporedbi s GMV (uz $\lambda=4$) portfeljem koji CROBEX indeksu najznačajnije konkurira, a značajno je manje dekoncentriran, te na usporedbi s EW portfeljem kao jednim od temeljnih referentnih (naivnih, heurističkih) portfelja.

Analiza dominacije CROBEX indeksa usmjerena je prije svega na izvor ostvarivanja „ekstra“, odnosno viška prinosa u odnosu na analizirane portfelje s obzirom da se kako u prijašnjim istraživanjima, tako i ovom pokazalo da je CROBEX indeks u tom pogledu najteže nadmašiti. Zbog toga je u nastavku analize prikazana atribucija portfelja CROBEX indeksa najprije u odnosu na EW portfelj, a zatim i na GMV portfelj uz $\lambda=4$. Atribucija portfelja analizirana je kako za ukupno promatrano razdoblje, tako i zasebno u uvjetima ekspanzije i krize. Pritom je važno naglasiti da je iz analize u tablici 2. vidljivo da se dominacija CROBEX indeksa (što se prinosa tiče) temelji na značajno većem prinosu (manjem padu) u razdoblju krize. U razdoblju ekspanzije prednost je na strani ostalih analiziranih portfelja, ali je ekspanzija prekratko trajala kako bi njezin efekt imao učinka na ukupan rezultat. Analiza postkriznog razdoblja nije prikazana jer se, kao što je upravo pojašnjeno, pokazalo da se ključne razlike u prinosima u ukupnom promatranom razdoblju mogu povezati s razdobljem ekspanzije i krize.

3.1. Atribucija portfelja CROBEX indeksa u odnosu na EW portfelj

Imajući u vidu zaključna razmatranja uvodne analize u nastavku su izračunati prosječni udjeli i ponderirani prinosi⁴ CROBEX indeksa i EW portfelja te atribucija CROBEX indeksa u odnosu na referentni EW portfelj. Izračunati podaci prikazani su kako za ukupno promatrano razdoblje, tako i za razdoblje ekspanzije i krize u tablici 4.

² Efektivni broj dionica = $1/\text{zbroj kvadriranih udjela dionica u portfelju}$

³ Dekoncentracija portfelja = $\text{efektivni broj dionica/broj dionica}$

⁴ Riječ je o aritmetičkoj sredini pa je razlike u prinosima potrebno povezati s prosječnim prinosima iz tablice 1.

Tablica 4. Atribucija CROBEX indeksa u odnosu na referentni EW portfelj

		CROBEX		EW		CROBEX - EW	
		prosječni udio	prosječni prinos	prosječni udio	prosječni prinos	razlika udjela	atribucija prinosa
ukupno promatrano razdoblje	Energetika	5,55%	0,30%	2,07%	0,16%	3,48%	0,14%
	Farmaceutika	2,24%	0,56%	0,64%	0,12%	1,60%	0,44%
	Financijski sektor	8,42%	0,64%	7,10%	0,24%	1,32%	0,40%
	Građevinski sektor	5,34%	-0,45%	12,72%	-1,10%	-7,37%	0,66%
	Industrijska proizvodnja	17,86%	0,22%	20,21%	-0,03%	-2,34%	0,25%
	IT sektor	0,09%	0,03%	0,27%	0,09%	-0,18%	-0,06%
	Ostalo/mješovito	10,24%	0,23%	4,43%	0,09%	5,81%	0,14%
	Prehrambena industrija	19,84%	0,56%	18,17%	0,33%	1,67%	0,24%
	Telekomunikacije	10,04%	-0,11%	5,94%	0,44%	4,10%	-0,55%
	Transport	7,91%	-0,07%	14,34%	0,49%	-6,43%	-0,56%
	Trgovina na veliko i malo	0,63%	-0,05%	1,42%	-0,15%	-0,79%	0,09%
	Turizam	11,82%	0,57%	12,69%	0,58%	-0,88%	-0,01%
	Energetika	3,86%	-0,16%	0,67%	-0,03%	3,20%	-0,13%
	Farmaceutika	16,00%	4,05%	3,80%	0,95%	12,20%	3,10%
	Financijski sektor	19,68%	4,50%	10,26%	1,62%	9,41%	2,88%
	Građevinski sektor	6,44%	3,00%	11,06%	4,45%	-4,62%	-1,46%
ekspanzija	Industrijska proizvodnja	9,91%	1,84%	15,40%	3,48%	-5,48%	-1,64%
(3/2005 - 9/2007)	IT sektor	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Ostalo/mješovito	8,61%	0,34%	4,47%	0,17%	4,14%	0,17%
	Prehrambena industrija	9,48%	1,37%	12,89%	2,06%	-3,40%	-0,69%
	Telekomunikacije	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Transport	9,41%	2,87%	16,46%	5,32%	-7,06%	-2,45%
	Trgovina na veliko i malo	0,96%	0,09%	1,67%	0,21%	-0,71%	-0,12%
	Turizam	15,65%	2,67%	23,33%	3,61%	-7,68%	-0,95%
	Energetika	7,22%	0,46%	2,84%	0,23%	4,38%	0,23%
	Farmaceutika	0,03%	0,00%	0,16%	-0,01%	-0,13%	0,01%
	Financijski sektor	5,71%	-0,21%	6,01%	-0,25%	-0,30%	0,04%
	Građevinski sektor	6,03%	-1,28%	13,29%	-2,57%	-7,27%	1,29%
kriza	Industrijska proizvodnja	18,32%	-0,53%	20,06%	-1,37%	-1,74%	0,84%
(9/2007 - 3/2020)	IT sektor	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Ostalo/mješovito	10,72%	0,16%	4,28%	0,04%	6,44%	0,12%
	Prehrambena industrija	21,55%	0,08%	20,18%	-0,23%	1,37%	0,30%
	Telekomunikacije	11,66%	-0,24%	6,38%	0,55%	5,28%	-0,79%
	Transport	8,32%	-0,88%	14,46%	-1,07%	-6,14%	0,19%
	Trgovina na veliko i malo	0,57%	-0,09%	1,52%	-0,25%	-0,95%	0,16%
	Turizam	9,87%	-0,03%	10,82%	-0,13%	-0,95%	0,10%

Izvor: izrada autora

Atribucija portfelja iskazana je primarno prema sektorima gospodarstva dionica u sastavu CROBEX indeksa. Dva stupca sasvim desno iskazuju razliku između CROBEX indeksa i EW portfelja tako što je u prvom iskazana razlika u prosječnom udjelu u portfelju po sektoru, dok je u drugom iskazana razlika u prosječnim ponderiranim prinosima u promatranom razdoblju. Značajnije razlike u tablici istaknute su podebljanim brojevima.

Moguće je primijetiti da u ukupnom promatranom razdoblju razlika između prinosa CROBEX indeksa i EW portfelja dominantno proizlazi iz financijskog i građevinskog sektora te farmaceutike. Ostvarene prednosti u ta tri sektora dovoljno su velike da kompenziraju podbačaje CROBEX indeksa u sektorima telekomunikacija i transporta. Značajna razlika u udjelima u sektoru „ostalo/mješovito“ zanemariva je s obzirom na utjecaj na prinos portfelja.

Nadalje, ako se ranije spomenutih pet sektora promatra u kontekstu razdoblja ekspanzije i krize moguće je primijetiti da su financijski sektor i farmaceutika značajno doprinijeli rastu CROBEX indeksa u razdoblju ekspanzije. Riječ je o razdoblju u kojem je CROBEX ostvario niži prinos od EW portfelja, prije svega zbog propuštenih prinosa u sektorima transporta, industrijske proizvodnje, građevinskom sektoru, turizmu i prehrambenoj industriji. Redom je riječ o velikim razlikama u atribuciji portfelja koja proizlazi iz značajnih prosječnih razlika u udjelima portfelja u pojedinom sektoru. S druge strane, ako se detaljnije analizira razdoblje krize u kojem CROBEX indeks dominira prinosom, vidljivo je da razlika u prinosu u korist CROBEX indeksa proizlazi iz smanjene izloženosti građevinskom sektoru te sektoru industrijske proizvodnje. Značajno smanjenje prosječnog udjela u sektoru transporta nije imalo niti približno značajan utjecaj na prinos portfelja kao u slučaju građevinskog sektora, što je moguće objasniti kako dvostruko manjim (negativnijim) prinosom građevinskog sektora, tako i vjerojatno značajno drugačijim udjelima dionica unutar samog građevinskog sektora. Primjerice, izloženost dionicama Dalekovoda je u kriznom razdoblju ukupno otprilike 40 postotnih poena manja kod CROBEX indeksa, a dionice Ingre u istom razdoblju čine ukupno tek trećinu u odnosu na EW portfelj. Na sličan način moguće je protumačiti blago smanjenje izloženosti u sektoru industrijske proizvodnje koje je dovelo do značajnog ublažavanja pada prinosa, što je moguće protumačiti različitim izloženostima dionicama Đuro Đaković holdinga (ukupno čini 15% u portfelju CROBEX-a naspram gotovo 90% u EW portfelju), Ericsson Nikole Tesle i Končar elektroindustrije (obje dionice su otprilike ukupno za 70 postotnih poena zastupljenije u CROBEX indeksu).

Jedina značajnija prednost EW portfelja u promatranom razdoblju proizlazi iz sektora telekomunikacija, ali je nedovoljna da kompenzira nedostatke u ostalim spomenutim sektorima.

3.2. Atribucija portfelja crobex indeksa u odnosu na GMV portfelj

Po uzoru na prethodno poglavlje istraživanja u nastavku su izračunati prosječni udjeli i ponderirani prinosi CROBEX indeksa i GMV portfelja uz $\lambda=4$ te atribucija CROBEX indeksa u odnosu na referentni GMV portfelj. Također su, kao i u prethodnom poglavlju, izračunati podaci prikazani kako za ukupno promatrano razdoblje tako i za razdoblje ekspanzije i krize uz atribuciju portfelja prema sektorima gospodarstva dionica u sastavu CROBEX indeksa. Podaci su prikazani u tablici 5., a obrazloženje dva stupca sasvim desno analogno je objašnjenju navedenom u prethodnom poglavlju.

Za razliku od usporedbe CROBEX indeksa i EW portfelja, u ovom slučaju u ukupnom promatranom razdoblju CROBEX indeks gubi dio prinosa na temelju manjeg udjela u farmaceutskoj industriji. S druge strane i dalje ostvaruje veći prinos temeljem veće izloženosti financijskom sektoru, ali i bolje raspodjele udjela dionica unutar samog sektora (GMV portfelj ostvaruje u prosjeku negativan prinos u sektoru, dok je prinos EW portfelja u sektoru pozitivan). Spomenuta dva sektora imaju isti utjecaj na kretanje prinosa promatrana dva portfelja u razdoblju ekspanzije, ali prevagu u korist GMV portfelja u tom razdoblju donosi značajno veća izloženost prehrambenoj industriji. Suprotno od slučaja s EW portfeljem, veća izloženost građevinskom sektoru donosi prednost CROBEX indeksu u ovom razdoblju. Što se tiče razdoblja krize CROBEX indeks prednost dominantno ostvaruje putem izloženosti prehrambenoj industriji, ali prije svega ostvarujući bolju raspodjelu udjela dionica unutar sektora, dominantno u pogledu udjela u dionicama Kraša (gotovo 3 puta veći udio kod GMV indeksa) i Podravke (gotovo 4 puta veći udio kod CROBEX indeksa). Osim toga, isto se može navesti i za izloženost u sektoru turizma, dok se veći prinos ostvaren u sektoru „ostalo/mješovito“ svodi na dominantno veću izloženost sektoru. Suprotno od slučaja s EW portfeljem, manja izloženost GMV portfelja građevinskom sektoru ide u prilog GMV portfelju, ali nedovoljno da kompenzira ranije nedostatke.

Suprotno očekivanjima analiza pokazuje da nema naznaka sektorskoj izloženosti koja bi se očekivala od GMV portfelja, a koja bi bila usmjerena na smanjenje volatilnosti. Naime, udjeli u sektoru turizma i prehrambenoj industriji veći su kod CROBEX indeksa, a dodatno njihova raspodjela unutar tih sektora ide u prilog CROBEX indeksu. Slično je i u sektoru energetike, a potpuno je iznenađujuća izrazito velika izloženost GMV portfelja telekomunikacijskom sektoru. Sve navedeno vrijedi kako u ukupnom promatranom razdoblju, tako i u razdoblju krize.

Tablica 5. Atribucija CROBEX indeksa u odnosu na referentni GMV portfelj

		CROBEX		GMV 4		CROBEX - GMV4	
		prosječni udio	prosječni prinos	prosječni udio	prosječni prinos	razlika udjela	atribucija prinosa
ukupno promatrano razdoblje	Energetika	5,55%	0,30%	2,52%	0,06%	3,03%	0,24%
	Farmaceutika	2,24%	0,56%	4,45%	1,20%	-2,21%	-0,64%
	Financijski sector	8,42%	0,64%	4,69%	-0,28%	3,72%	0,92%
	Građevinski sector	5,34%	-0,45%	3,27%	-0,30%	2,07%	-0,15%
	Industrijska proizvodnja	17,86%	0,22%	13,83%	0,01%	4,03%	0,21%
	IT sector	0,09%	0,03%	1,21%	0,40%	-1,12%	-0,37%
	Ostalo/mješovito	10,24%	0,23%	2,68%	-0,13%	7,56%	0,36%
	Prehrambena industrija	19,84%	0,56%	18,03%	-0,21%	1,81%	0,77%
	Telekomunikacije	10,04%	-0,11%	31,91%	-0,15%	-21,87%	0,04%
	Transport	7,91%	-0,07%	7,67%	0,08%	0,24%	-0,15%
	Trgovina na veliko i malo	0,63%	-0,05%	0,36%	-0,04%	0,28%	-0,01%
Turizam	11,82%	0,57%	9,37%	0,13%	2,45%	0,44%	
	Energetika	3,86%	-0,16%	0,17%	-0,01%	3,70%	-0,15%
	Farmaceutika	16,00%	4,05%	31,83%	8,63%	-15,83%	-4,58%
	Financijski sector	19,68%	4,50%	7,17%	0,54%	12,51%	3,96%
	Građevinski sector	6,44%	3,00%	2,77%	1,11%	3,67%	1,88%
ekspanzija	Industrijska proizvodnja	9,91%	1,84%	10,29%	2,49%	-0,38%	-0,65%
(3/2005 - 9/2007)	IT sector	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Ostalo/mješovito	8,61%	0,34%	1,12%	0,04%	7,49%	0,30%
	Prehrambena industrija	9,48%	1,37%	23,40%	6,45%	-13,92%	-5,09%
	Telekomunikacije	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Transport	9,41%	2,87%	7,01%	2,15%	2,40%	0,72%
	Trgovina na veliko i malo	0,96%	0,09%	0,42%	0,05%	0,54%	0,04%
	Turizam	15,65%	2,67%	15,84%	2,28%	-0,19%	0,39%
	Energetika	7,22%	0,46%	3,59%	0,08%	3,62%	0,38%
	Farmaceutika	0,03%	0,00%	0,04%	0,00%	-0,01%	0,00%
	Financijski sector	5,71%	-0,21%	3,97%	-0,51%	1,75%	0,30%
	Građevinski sector	6,03%	-1,28%	3,46%	-0,68%	2,57%	-0,61%
kriza	Industrijska proizvodnja	18,32%	-0,53%	16,04%	-0,81%	2,28%	0,27%
(9/2007 - 3/2020)	IT sector	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
	Ostalo/mješovito	10,72%	0,16%	3,20%	-0,23%	7,52%	0,39%
	Prehrambena industrija	21,55%	0,08%	19,64%	-1,71%	1,91%	1,78%
	Telekomunikacije	11,66%	-0,24%	32,99%	-0,58%	-21,33%	0,35%
	Transport	8,32%	-0,88%	8,19%	-0,61%	0,12%	-0,28%
	Trgovina na veliko i malo	0,57%	-0,09%	0,38%	-0,06%	0,19%	-0,03%
	Turizam	9,87%	-0,03%	8,50%	-0,59%	1,37%	0,56%

Izvor: izrada autora

4. ZAKLJUČAK

Analiza provedena u ovom istraživanju ukazuje na bolje performanse CROBEX indeksa koje se dominantno temelje na većem prinosu ostvarenom u razdoblju krize. Pritom GMV portfelj uz $\lambda=4$ (s manjim ograničenjima na pondere) ostvaruje bolje rezultate od drugih strategija kojima se želi nadmašiti CROBEX indeks. Međutim, veći pad volatilnosti GMV portfelja u odnosu na CROBEX prati još veći pad prinosa. Uzimajući u obzir opisana profitno-rizična obilježja analiziranih portfelja kao i značajniju dekoncentraciju portfelja CROBEX indeksa u odnosu na GMV portfelj uz $\lambda=4$, istraživanje sugerira efikasniju diversifikaciju CROBEX indeksa kako u pogledu eliminacije specifičnog rizika, tako i izlaganju sistematskom riziku. Opisano predstavlja potvrdu ranije provedenih istraživanja poput, primjerice, Zoričić et al. (2018.) i Škrinjaric et al. (2018.) te Amenc et al. (2014.).

Međutim, ranije opisane i potvrđene nalaze ovo istraživanje dopunjuje analizom atribucije portfelja CROBEX indeksa u odnosu na GMV i EW portfelj. Provedena analiza pokazuje da je u ukupnom promatranom razdoblju veći prinos CROBEX indeksa u odnosu na oba dodatna analizirana portfelja moguće povezati s većom izloženošću financijskom sektoru. Međutim, taj izvor većeg prinosa CROBEX indeksa dominantan je u razdoblju ekspanzije, razdoblju u kojem i EW i GMV portfelj ostvaruju veći prinos te općenito bolje performanse u pogledu odnosa rizika i nagrade u odnosu na CROBEX indeks. Naime, u razdoblju ekspanzije EW portfelj ostvaruje veći prinos u odnosu na CROBEX indeks temeljem izloženosti sektorima transporta, industrijske proizvodnje, građevinskog sektora, turizma i prehrambene industrije. GMV portfelj u istom razdoblju veći prinos ostvaruje dominantno putem izloženosti prehrambenoj industriji. U razdoblju krize prinos CROBEX indeksa toliko je veći (i u toliko dugom razdoblju) u odnosu na ostale analizirane portfelje, da učinak obilježava cjelokupno promatrano razdoblje. Rezultat analize pokazuje da CROBEX indeks dominaciju u pogledu prinosa nad ostala dva portfelja temelji na različitim izvorima. Veći prinos u odnosu na EW portfelj ostvaruje putem manje izloženosti građevinskom sektoru i industrijskoj proizvodnji, dok veći prinos u odnosu na GMV portfelj ostvaruje putem izloženosti prehrambenoj industriji, turizmu i sektoru „ostalo/mješovito“. Pritom je u svim navedenim sektorima prisutna značajno drugačija raspodjela udjela dionica unutar samih sektora (osim u slučaju sektora „ostalo/mješovito“).

Osim navedenog, bitno je naglasiti i da provedena analiza ne pokazuje očekivanu sektorsku izloženost GMV portfelja. Naime, udjeli u sektorima turizma, prehrambenoj industriji i energetici veći su kod CROBEX indeksa (a i raspodjela udjela dionica unutar tih sektora ide CROBEX indeksu u prilog). Također, GMV portfelj iskazuje izrazito veliku izloženost telekomunikacijskom sektoru (u prosjeku 20 postotnih poena veću) u odnosu na CROBEX indeks.

Na taj način provedena analiza pokazuje da ne postoji izloženost CROBEX indeksa određenom konkretnom sektoru ili sektorima gospodarstva zbog kojih ostvaruje bolje rezultate na druge analizirane portfelje, odnosno investicijske strategije. Analiza također sugerira i da smanjenje volatilnosti GMV portfelja ne proizlazi iz izloženosti gospodarskim sektorima koji bi dugoročno trebali osigurati manju volatilnost portfelja, što je u suprotnosti s nalazima, primjerice u Amenc et al. (2013.). Navedeni zaključci govore u prilog hipotezi da je neuspjeh strategija temeljenih na efikasnoj (pametnoj) diversifikaciji vjerojatno moguće povezati s nelikvidnošću dionica u sastavu CROBEX indeksa te slabijom mogućnosti

prognoziranja njihovih profitno-rizičnih obilježja, a ne s relativno stabilnom izloženosti CROBEX indeksa određenim (istim) dionicama kao izvoru superiornih performansi indeksa u određenom razdoblju. Time rezultati istraživanja razrješuju dilemu istaknutu u istraživanju Zoričić et al. (2020.). Dodatno, nalaze istraživanja potkrepljuju i rezultat istraživanja Tušek et al. (2024.) koji dokazuje da strategije efikasne diversifikacije pobjeđuju indekse temeljene na tržišnoj kapitalizaciji i na istočnoeuropskim tržištima u slučaju veće likvidnosti na tržištu.

Provedeno istraživanje moguće je proširiti tako da se uz kretanje vrijednosti analiziranih portfelja promatra i broj transakcija te vrijednost prometa na tržištu koja može poslužiti za drugačije klasificiranje razdoblja ekspanzije i krize. Osim toga atribuciju portfelja moguće bi bilo analizirati i klasificirajući promatrano razdoblje u razdoblje visoke i niske volatilnosti prema uzoru na, primjerice, rad Bubalo et al. (2022.) te testirajući statističku značajnost razlike u prinosima i volatilnosti analiziranih portfelja.

LITERATURA

1. Amenc, N., Goltz, F., & Le Sourd, V. (2006.). Assessing the Quality of Stock Market Indices: Requirements for Asset Allocation and Performance Measurement. *An EDHEC Risk & Asset Management Research Centre Publication*.
2. Amenc, N., Goltz, F., Lodh, A., & Martellini, L. (2014). Towards Smart Equity Factor Indices: Harvesting Risk Premia without Taking Unrewarded Risks. *Journal of Portfolio Management*, Vol. 40, No. 2, str. 106–22.
3. Amenc, N., Goltz, F., & Martellini, L. (2013.). Smart Beta 2.0. *An EDHEC-Risk Institute Publication*. EDHEC-Risk Institute.
4. Bodie, Z., Kane, A., Marcus, A. J. (2018.). *Investments* (11th ed.), McGraw-Hill.
5. Bubalo, D., Zoričić, D., Pecina, E. (2022.) Međuovisnost prinosa i rizika dionica u uvjetima visoke i niske volatilnosti tržišta na Zagrebačkoj burzi. *Zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu*, 20, 1; 57-71 doi:10.22598/zefzg.2022.1.57
6. Dolinar, D., Zoričić, D. & Kožul, A. (2017.). Towards the Estimation of an Efficient Benchmark Portfolio: The Case of Croatian Emerging Market. *Zagreb International Review of Economics & Business*, Vol. 20, str. 13–24. doi:10.1515/zireb-2017-0002.
7. 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*, Vol. 5 No. 1, str. 9-20.
8. Hill, J. (2016.). The Evolution and Success of Index Strategies in ETFs. *Financial Analysts Journal*, Vol. 72.
9. Israelsen, C. L. (2005.). A refinement to the Sharpe ratio and information ratio. *Journal of Asset Management*, 5 (6), 423-427.
10. PwC. (2024, June 1). *ETFs 2028: Shaping the future*. <https://www.pwc.com/gx/en/industries/financial-services/publications/etfs-2028-shaping-the-future.html>
11. Statista (2024.). *ETFs - statistics & facts*. <https://www.statista.com/topics/2365/exchange-traded-funds>

12. Škrinjarić, T., Zoričić, D. & Dolinar, D. (2018.). Application of Luenberger shortage function on the Zagreb Stock Exchange: Analysis of efficient market portfolio. *Croatian Operational Research Review*, Vol. 9, str. 183–97. doi:10.17535/corr.2018.0014
13. Tušek, M., Zoričić, D., Dolinar, D., Lovretin Golubić, Z. & Orlović, Z. (2024.) Estimation of an efficient benchmark portfolio for the Eastern european market. *Ekonomski vjesnik/Econviews*, Vol. 37, No. 1, str. 1-9.
14. Zoričić, D., Dolinar, D. & Lovretin Golubić, Z. (2018.). A test of global minimum variance portfolio in the Croatian capital market. *Proceedings of 7th International Scientific Symposium Economy of Eastern Croatia-Vision and Growth*, Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Ekonomski fakultet u Osijeku, str. 1165–73.
15. Zoričić, D., Dolinar, D. & Lovretin Golubić, Z. (2020.). Factor-Based Optimization of a Fundamentally-Weighted Portfolio in the Illiquid and Undeveloped Stock Market. *Journal of Risk and Financial Management*, Vol. 13, No. 12; str. 1-12. doi:10.3390/jrfm13120302