MYKOLO ROMERIO UNIVERSITETAS
VIEŠOJO VALDYMO IR VERSLO FAKULTETAS

DOMANTAS ILGUTIS

INVESTICINIO PORTFELIO FORMAVIMO MODELIŲ TYRIMAS

Magistro baigiamasis darbas

Vadovas
Dr. T. Mendelsonas

VILNIUS, 2022

MYKOLO ROMERIO UNIVERSITETAS
VIEŠOJO VALDYMO IR VERSLO FAKULTETAS

INVESTICINIO PORTFELIO FORMAVIMO MODELIŲ TYRIMAS

Finansų valdymo magistro baigiamasis darbas
Studijų programa 6211LX065

Konsultantas

_____ _____
(parašas) **Pareigos, V. Pavardė**
2022 - __ - __

Recenzentas

_____ _____
(parašas) **Pareigos, V. Pavardė**
2022 - __ - __

Vadovas

_____ **dr. T. Mendelsonas**
(parašas)
2022 - __ - __

Atliko
FVvmis20-01 gr. stud.

_____ **D. Ilgutis**
(parašas)
2022 - __ - __

VILNIUS, 2022

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS 4
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS 5
ĮVADAS 6
1. INVESTICINIO PORTFELIO FORMAVIMO TEORINIAI ASPEKTAI 9
1.1. Investicinio portfelio formavimo procesas 9
1.2. Portfelio formavimo modeliai 13
1.2.1. Modernaus portfelio teorija 13
1.2.2. Kapitalo įkainojimo modelis 17
1.2.3. „Fama“ ir „French“ trijų faktorių modelis 20
1.2.4. „Fama“ ir „French“ penkių faktorių modelis 21
2. TYRIMO METODOLOGIJA 24
2.1. Ankstesnių tyrimų apžvalga 24
2.2. Tyrimo metodika 25
2.2.1. Tyrimo duomenys 26
2.2.2. Investicinių portfelių optimizavimas 27
2.2.3. Portfelių efektyvumo vertinimas 30
3. INVESTICINIO PORTFELIO FORMAVIMO MODELIŲ TYRIMO ANALIZĖ 32
3.1. MPT portfelis 32
3.2. CAPM portfelis 36
3.3. FF3F portfelis 40
3.4. FF5F portfelis 44
3.5. Portfelių efektyvumo analizė 48
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI 51
LITERATŪRA 53
ANOTACIJA 59
ANNOTATION 60
SANTRAUKA 61
SUMMARY 62
PRIEDAI 63
1 PRIEDAS. OPTIMIZUOTŲ PORTFELIŲ AKCIJŲ SVORIAI 64
2 PRIEDAS. METINIAI OPTIMIZUOTŲ PORTFELIŲ EFEKTYVUMO RODIKLIAI 67

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1-1 lentelė. Efektyvumo rodiklių formulės 12
1-2 lentelė. Grąžos formulės 13
1-3 lentelė. "Fama French" faktorių formulės 22
3-1 lentelė. MPT grąžos ir rizikos charakteristikos 32
3-2 lentelė. CAPM grąžos ir rizikos charakteristikos 36
3-3 lentelė. FF3F grąžos ir rizikos charakteristikos 40
3-4 lentelė FF5F grąžos ir rizikos charakteristikos 44
3-5 lentelė. Portfelių efektyvumo rodikliai 48

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1-1 pav. Investicijų valdymo procesas 10
1-2 pav. Efektyvi riba 15
1-3 pav. Konservatyvaus investuotojo abejingumo kreivės 15
1-4 pav. Agresyvaus investuotojo abejingumo kreivės 16
1-5 pav. Sisteminė ir nesisteminė rizika 17
1-6 pav. Vertybinių popierių rinkos linija 18
1-7 pav. Kapitalo rinkos linija 19
3-1 pav. MPT standartinio nuokrypio palyginimas 33
3-2 pav. MPT tikėtinos grąžos palyginimas 34
3-3 pav. MPT faktinės grąžos palyginimas 34
3-4 pav. MPT faktinės ir tikėtinos grąžos palyginimas 35
3-5 pav. CAPM standartinio nuokrypio palyginimas 37
3-6 pav. CAPM tikėtinos grąžos palyginimas 38
3-7 pav. CAPM faktinės grąžos palyginimas 38
3-8 pav. CAPM faktinės ir tikėtinos grąžos palyginimas 39
3-9 pav. FF3F standartinio nuokrypio palyginimas 41
3-10 pav. FF3F tikėtinos grąžos palyginimas 41
3-11 pav. FF3F faktinės grąžos palyginimas 42
3-12 pav. FF3F faktinės ir tikėtinos grąžos palyginimas 43
3-13 pav. FF5F standartinio nuokrypio palyginimas 45
3-14 pav. FF5F tikėtinos grąžos palyginimas 45
3-15 pav. FF5F faktinės grąžos palyginimas 46
3-16 pav. FF5F faktinės ir tikėtinos grąžos palyginimas 47
3-17 pav. Portfelių bendros grąžos palyginimas 49

ĮVADAS

Temos aktualumas. Investavimo tikslas yra ilgalaikė finansinė nauda, kurios siekiama nusistatant investavimo tikslus, įvertinant finansinę padėtį, sudarant strategiją bei formuojant tinkamą investicijų portfelį. Natūralu, kad investuotojai siekia gauti kaip įmanoma didesnę grąžą, tačiau pelnas visada ateina kartu su rizika, ir kuo didesnis potencialus pelnas, tuo didesnė rizika. Rizikos valdymas yra vienas iš pagrindinių veiksnių, padedančių investuotojams numatyti galimas pajamas ir optimizuoti jų portfelio grąžą, todėl itin svarbią dalį investavimo sėkmei turi tinkamos strategijos pasirinkimas. Kalbant apie rizikos valdymą, kiekvienas investuotojas turi omenyje diversifikavimą. Diversifikavimas susijęs su investicijų įvairinimu ir rizikos paskirstymu, siekiant subalansuoti portfelį ir sumažinti bendrą portfelio riziką, tuo pačiu metu nesumažinant potencialios investicinės grąžos, arba padidinti potencialią grąžą, nedidinant rizikos. Šio tyrimo metu siekiama įvertinti investicinio portfelio formavimo modelių efektyvumą investuojant ilguoju laikotarpiu. Tyrime nagrinėjami modeliai paremti „Modernaus portfelio“, „Kapitalo įkainojimo“, „Fama ir Frech“ 3 faktorių bei „Fama ir French“ 5 faktorių teorijomis. Šie modeliai dažnai taikomi praktikoje, o minėtas „Fama ir French“ 5 faktorių modelis, palyginus su kitais tiriamais modeliais, yra ganėtinai naujas.

Temos ištirtumas. Analizuojant mokslinę literatūra pastebėta, kad dažnu atveju investicinio portfelio formavimo modeliai yra tiriami atskirai. Tyrimuose, remiantis minėtomis teorijomis, siekiama įvertinti jų tikslumą vertinant grąžą, bet ne formuoti portfelius. Taip pat, dažniausiai jie tiriami ganėtinai trumpą laikotarpį, vos kelerius metus. Investuotojams aktualu žinoti, kaip portfelis, suformuotas remiantis vienu ar kitu modeliu, pasirodys ilguoju laikotarpiu, keičiantis sąlygoms ekonomikoje. Formuojant investicinį portfelį ir norint pasirinkti efektyviausią, svarbu žinoti, kokiomis savybėmis jie pasižymi, kokie yra jų skirtumai. Tyrimo metu siekiama suformuoti portfelius, investuojant į didelės kapitalizacijos, stabilių įmonių akcijas. Jie formuojami minėtų modelių pagrindu 20-ies metų laikotarpiui ir lyginamos jų efektyvumo charakteristikos. Svarbus tyrimo aspektas yra 2015 metais aprašytas „Fama ir French“ 5 faktorių modelis, kuris lyginant su kitais tiriamais modeliais yra dar naujas. Aktualu įvertinti jo efektyvumą lyginant jį su kitomis teorijomis ir įvertinti ar „Fama ir French“ 3 faktorių modelio patobulinimai yra reikšmingi šiame kontekste.

Tyrimo objektas: Investicinio portfelio formavimo modeliai.

Problema: Kaip investicinio portfelio formavimo modelių pasirinkimas veikia investicinio portfelio efektyvumą?

Tyrimo hipotezė: Investicinio portfelio formavimo modelių pagrindu formuojami portfeliai duoda geresnius rezultatus nei rinkos indeksai, o tiriamų modelių tarpe „Fama ir French“ 5 faktorių modelis grąžą nusako tiksliausiai, kadangi šis modelis atsižvelgia į daugiau grąžai įtaką turinčių veiksnių.

Tikslas: Išanalizavus investicinio portfelio formavimo modelių teoriją, sudaryti investicinius portfelius, palyginti jų savybes bei efektyvumą.

Darbo uždaviniai:

1. Apibūdinti investavimo proceso koncepciją;
2. Išanalizuoti investicinio portfelio formavimo modelių teorinius aspektus;
3. Parengti investicinių portfelių formavimo metodologiją;
4. Suformuoti investicinius portfelius remiantis nagrinėtomis teorijomis;
5. Pagal gautus tyrimo rezultatus, įvertinti formavimo modelių efektyvumą.

Tyrimo planas. Teorinėje darbo dalyje, naudojant dedukcinį metodą, išnagrinėjama investicinio proceso teorija, nagrinėjami mokslinėje literatūroje aprašyti investicinio portfelio formavimo modeliai. Antrojoje darbo dalyje sudaroma tyrimo metodologija, duomenų rinkimo etape taikomas duomenų analizės metodas, remiantis teorijoje išnagrinėtais modeliais, atliekami matematiniai skaičiavimai, formuojami investiciniai portfeliai, gaunami suformuotų portfelių efektyvumo rodikliai. Trečiojoje darbo dalyje atliekama rezultatų analizė, taikomi statistiniai metodai, aprašomosios statistikos metodas, dispersinės analizės metodas, palyginamoji analizė. Analizuojami rezultatai vaizduojami grafiškai.

Darbo struktūra. Magistro baigiamąjį darbą sudaro trys dalys. Pirmoje darbo dalyje analizuojama mokslinė literatūra, aptariama investavimo proceso koncepcija, aptariami investicinio portfelio formavimo modeliai. Antroje dalyje aprašoma baigiamojo darbo tyrimo metodika. Trečioje dalyje analizuojami ir vertinami tyrimo metu gauti rezultatai. Pabaigoje pateikiamos tyrimo išvados ir pasiūlymai.

1. INVESTICINIO PORTFELIO FORMAVIMO TEORINIAI ASPEKTAI

1.1. Investicinio portfelio formavimo procesas

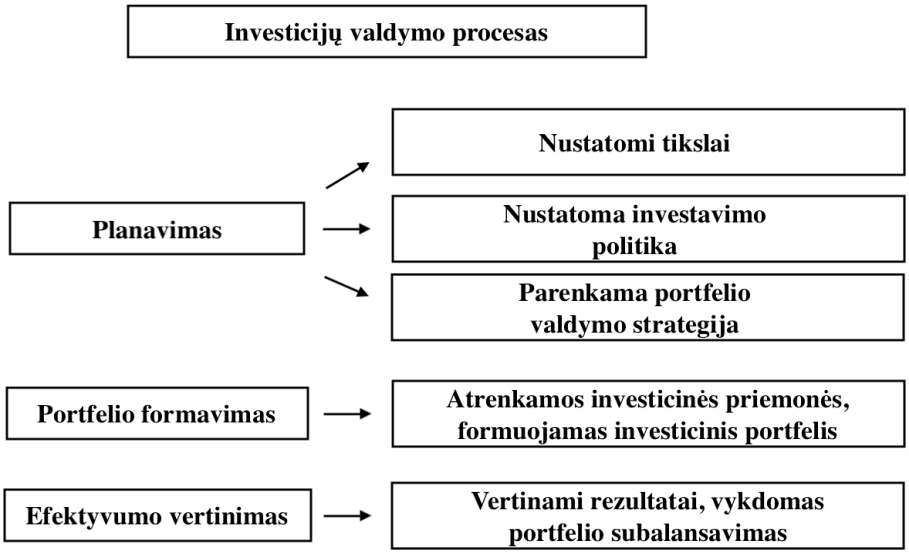
Investavimas yra nuolatinis portfelių kūrimo bei valdymo procesas, subalansuojantis investuotojo tikslus ir portfelio valdytojo lūkesčius dėl ateities finansų rinkose. Portfelis – tai investuotojui priklausančio investicinio turto rinkinys. Atsižvelgiant į portfelio perspektyvą, atskiros investicijos turėtų būti vertinamos atsižvelgiant į tai, kiek rizikos jos prideda portfeliui, o ne į tai, kiek rizikingos jos yra atskirai. Šiame procese, sudarydamas diversifikuotą portfelį, portfelio valdytojas gali sumažinti riziką tam tikrame tikėtinos grąžos lygyje. Remiantis šiuolaikine portfelio teorija, investuotojai, kurie nesiremia portfelio formavimo teorijomis, prisiima riziką, kuri nėra apdovanota didesne laukiama grąža.[1] Investuotojai yra linkę pinigus investuoti į skirtingus aktyvus tam, kad būtų sumažinta finansinės žalos tikimybė. Formuojant investicinį portfelį pinigai yra investuojami į skirtingus aktyvus ir jei kažkuri iš investicijų nebūtų sėkminga, gerai diversifikuotam portfeliui neigiamas poveikis bus mažesnis, nes tai bus tik tam tikra dalis visų investicijų. Portfelio diversifikavimas geriausiai veikia tada, kai finansų rinkos veikia įprastai, palyginti su rinkos suirutės laikotarpiais. Sumaišties laikotarpiais koreliacijos linkusios stiprėti, todėl sumažėja diversifikacijos nauda.

Portfelio formavimas yra investicinio proceso dalis, o pagrindinė investuotojo užduotis yra suformuoti tokį investicinį portfelį, kuriame būtų suderintas norimas pelningumas bei priimtina rizika[2]. Svarbi užduotis yra pasirinkti tinkamas turto klases (pvz. akcijas, obligacijas, auksą, nekilnojamąjį turtą), kurios geriausiai padėtų pasiekti norimų tikslų. Strateginio turto paskirstymas, vadinamas turto alokacija, formuojant portfelį, padeda suderinti turto vienetus taip, kad būtų užtikrintas tinkamas efektyvumo lygis rizikos-pelno atžvilgiu[3].

Investavimo procesas reikalauja daug žinių, laiko bei gebėjimo priimti tinkamus sprendimus, todėl dažnai šį darbą atlieka savo srities profesionalai, kurie strategiškai planuoja, vykdo bei nuolatos vertina investicijų efektyvumą. Moksliniuose šaltiniuose investicijų valdymas skirstomas į šiuos tris pagrindinius etapus: planavimo, portfelio formavimo, investicijų efektyvumo vertinimo[4] (1 pav.).

---

[1] Baker, H. K., Filbeck, G., (2013). Portfolio theory and management. *Oxford University Press.* 1, 2.
[2] Lileikienė, A., Dauginytė, D., (2009). Investicinio portfelio valdymas: investicinės grąžos ir rizikos subalansavimas. *Journal of Management.* Vol. 14, No. 1
[3] Aleknevičienė, V., Mušeikytė G. (2020). Globalaus portfelio turto alokacija verslo ciklų kontekste. *Vytauto Didžiojo universitetas.* Vol. 14, no 1: 1-11.
[4] Maginn, J. L., Tuttle, D. L., McLeavey, D. W., Pinto, J. E. (2007). Managing investment portfolios workbook (Third edition). *Jonh Wiley & Sons Inc*. 3.



Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus pagal Baker H. K., Filbeck G., 2013

1-1 pav. Investicijų valdymo procesas

Investavimo tikslų nustatymas priklauso nuo subjekto, kurio lėšos yra valdomos. Subjektai gali būti klasifikuojami į individualius investuotojus ir institucinius investuotojus. Pagal investuotojų klasifikaciją atitinkamai skiriasi ir jų tikslai. Instituciniai subjektai gali būti: pensijų fondai, komerciniai bankai, draudimo bendrovės, reguliuojamos investavimo bendrovės (fondai), vyriausybės agentūros[5]. Investavimo tikslai yra orientuoti į siekiamą pelną ir priimtiną riziką. Žinant siekiamą pelną ir priimtiną riziką, investuotojas gali pasirinkti atitinkamus instrumentus savo tikslams pasiekti. Pavyzdžiui siekiant išsaugoti kapitalą, vertėtų rinktis tokias finansines priemones, kurių grąža padengtų infliacijos lygį, o jei norima ne tik išsaugoti pinigų vertę, bet ir uždirbti, į portfelį turėtų būti įtraukta rizikingesnių instrumentų, kurie turi didesnį pelningumą.

Investavimo politikos nustatymas prasideda nuo investicinio turto paskirstymo portfelyje. Čia numatoma, kokia dalis turto bus investuota į akcijas, obligacijas, nekilnojamąjį turtą, pinigų ekvivalentus ar kitas alternatyvias investicijas. Šioje vietoje turi būti nustatoma, kokią portfelio dalį sudarys tam tikra turto klasė, ir apibrėžiama, kiek ji gali kisti. Kai kurie instituciniai investuotojai turto paskirstymo sprendimus priima remiantis vien rizikos ir pelno charakteristikomis, tačiau plėtojant investavimo politiką, vertėtų atkreipti dėmesį į kitus su investavimu susijusius faktorius: apribojimus, reguliavimus, mokesčius, apskaitą, likvidumą bei kitus faktorius. Investavimo politikoje taip pat apibrėžiama kaip bus

[5] Fabozzi, F. J., Markowitz, H. M. (2011). The Theory and Practice of Investment Management: Asset Allocation, Valuation, Portfolio Construction, and Strategies, Second Edition. *John Willey & Sons, Inc.* 3, 4.

valdomos rizikos, kokiu būdu vertinamas portfelio efektyvumas, apibrėžiama investavimo strategija[6]. Investavimo politika padeda priimti teisingus sprendimus, tačiau negarantuoja investicijų sėkmės.

Investavimo strategijos parinkimas yra sekantis investavimo proceso žingsnis. Portfelio strategija turi atitikti investavimo tikslus ir investavimo politiką. Investicinio portfelio valdymo strategijos skirstomos į dvi pagrindines grupes: aktyviai valdomi portfeliai ir pasyviai valdomi portfeliai. Pasyvus valdymas laikomas tokiu, kai vertybiniai popieriai įsigyjami ilgam laikui, papildomos operacijos vykdomos retai, dažniausiai investuojama į stabilias, aukštos kokybės įmones. Pasyvūs investuotojai neturi didelių pirkimo ir pardavimo apimčių, todėl tai yra gan ekonomiškas būdas investuoti. Aktyvus valdymas – tai valdymo būdas, kai vertybiniai popieriai perkami ir parduodami remiantis ateities tendencijų prognozavimu, stengiamasi išanalizuoti bei pasinaudoti rinkoje vykstančiais kainų pokyčiais. Kuri iš šių strategijų yra priimtinesnė, priklauso nuo investuotojo rizikos tolerancijos bei požiūrio.

Portfelio formavimas yra ketvirtasis žingsnis investavimo procese. Būtent šiame valdymo proceso etape investuotojai pasirenka akcijas ir kapitalo dalį, kuri bus investuota į kiekvieną akciją. Taip siekiama suformuoti efektyvų portfelį. Tai reiškia, kad portfelis atneša didžiausią tikėtiną grąžą pasirinktam rizikos lygiui arba atneša mažiausią riziką pasirinktam pelno lygiui. Efektyviam portfeliui suformuoti naudojami portfelio formavimo modeliai, kurie, atliekant matematines optimizavimo procedūras, padeda suformuoti tinkamą portfelį rizikos-grąžos atžvilgiu bei diversifikuoti portfelį tarp pasirinkto turto[7].

Investicijų efektyvumo vertinimas yra paskutinysis proceso etapas. Tai yra per tam tikrą laiko tarpą gaunamas grąžos apskaičiavimas. Šiame etape yra apžvelgiami tokie aspektai kaip: ar buvo pasiektas grąžos tikslas; kokiu būdų portfelio valdytojas pasiekė rezultatą; ar rezultatai buvo pasiekti portfelio valdytojo įgūdžių dėka ar sėkmės dėka.

Dažnai investicinio portfelio rezultatai yra lyginami su indeksais, tačiau toks lyginimas neapibrėžia, kodėl portfelio valdytojas pasiekė geresnių ar blogesnių rezultatų nei indeksas. Gan plačiai naudojamas būdas įvertinti investicinio portfelio efektyvumą yra „Sharpe ratio“, kuris parodo, kiek investicija yra pranašesnė arba mažiau pranaši lyginant su nerizikinga grąžos norma[8]. Šis rodiklis vertina grąžos ir rizikos santykį, o kaip rizikos matas, šiam rodikliui apskaičiuoti, naudojamas standartinis investicijos nuokrypis.

Kitas dažnai naudojamas efektyvumo matas yra „Alfa“ rodiklis arba dar vadinamas „Jenseno alfa“ (rodiklis buvo pristatytas mokslininko M. Jensen). Šis rodiklis skirtas parodyti, kiek portfelio vertė didesnė nei rinkos, atsižvelgiant į portfelio rizikingumą. Šiuo būdu apskaičiuojant efektyvumą reikia

[6] CFA Institute (2010). Elements of an investment policy statement for individual investors. *CFA Institute*
[7] Bartkus, E. V., Paleviciene, A. (2013). The optimization and evaluation of investment portfolio. *Kaunas university of technology*. 24(4), 282-290
[8] Chua, C. T., Koh, W. T. H. (2007). Measuring investment skills of fund managers. *Applied financial economics*. 17, 1359-1368

įsistatyti „beta“ reikšmę, kad būtų įvertintas portfelio rizikingumas, taip pat atsižvelgiama į nerizikingą grąžos normą. Teigiama „alfa“ reikšmė rodo, kad portfelis veikia efektyviau nei rinka.

Trečias būdas įvertinti portfelio efektyvumą yra „Treynor“ rodiklis, kuris rodo, kokia grąža gaunama lyginant su nerizikinga grąžos norma. Kaip ir „alfa“ rodiklio skaičiavimuose, čia naudojamas portfelio „beta“ koeficientas bendrai portfelio rizikai nustatyti, tam kad būtų galima įvertinti rizikos-grąžos santykį. Efektyvumo rodiklių formulės pateiktos 1-1 lentelėje.

1-1 lentelė. Efektyvumo rodiklių formulės

Rodiklis	Formulė	Reikšmės
Sharpe	$\frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$	Rp – investicinio portfelio grąža; Rf – nerizikinga grąžos norma; σp – standartinis portfelio nuokrypis.
Jenseno alfa	$\alpha = R_p - R_f - ß_p(R_m - R_f)$	Rp – investicinio portfelio grąža; Rf – nerizikinga grąžos norma; Rm – rinkos tikėtina grąžą; ßp – portfelio beta koeficientas; α – alfa koeficientas.
Treynor	$\frac{R_p - R_f}{ß_p}$	Rp – investicinio portfelio grąža; Rf – nerizikinga grąžos norma; ßp – portfelio beta koeficientas.

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus pagal Baker H. K., Filbeck G., 2013

Kalbant apie investicinio portfelio grąžą, yra keli aspektai, kuriuos labai svarbu įvertinti. Per investavimo laikotarpį investuotojai iš portfelio gali išimti ar įnešti pinigų į portfelį bei gauti dividendus už investavimą į įmonių akcijas ir reinvestuoti juos. Tai svarbu įtraukti į portfelio grąžos skaičiavimus[9]. Svarbu įvertinti, kada šie pinigai yra investuojami. Tam, kad būtų galima išspręsti šias praktines problemas, atliekami trumpo laikotarpio skaičiavimai (pvz. mėnesio, ketvirčio). Grąžos apskaičiavimui praktikoje galima naudoti tokius metodus kaip: aritmetinis vidurkis, geometrinis vidurkis, vidinė grąžos norma.

Aritmetinis vidurkis skaičiuojamas kaip portfelio trumpųjų laikotarpių grąžos suma, padalyta iš skaičiuojamų laikotarpių skaičiaus. Geometrinis vidurkis – tai yra skaičių eilė, kuri apskaičiuojama imant jų sandaugą ir padidinant ją iki atvirkštinės serijos ilgio. Skirtingai nei aritmetinio vidurkio skaičiavimo būdu, šiuo atveju atsižvelgiama į sudėtinės vertės poveikį. Vidinės grąžos normos skaičiavimuose, taip pat kaip ir geometrinio vidurkio skaičiavimuose, yra įtraukiamas sudėtinės vertės poveikis. Skaičiuojant grąžą šiuo būdu nėra būtina žinoti kiekvieno laikotarpio portfelio vertę, tačiau būtina žinoti portfelio vertę laikotarpio pradžioje, laikotarpio pabaigoje bei žinoti, kokie trumpųjų laikotarpių pinigų srautai. 1-2 lentelėje pateiktos grąžos normos formulės.

[9] Weigand, R. A. (2014). Applied equity analysis and portfolio management. *John Willey & Sons, Inc.* 296

1-2 lentelė. Grąžos formulės

Grąžos apskaičiavimo būdas	Formulė	Reikšmės
Aritmetinis vidurkis	$R_A = \frac{R_{P1} + R_{P2} + \cdots + R_{PN}}{N}$	R_A – aritmetinis vidurkis; R_{Pk} – portfelio grąža per trumpąjį laikotarpį, kur k = 1, 2, ... , N; N – trumpųjų laikotarpių skaičius per investicinį laikotarpį.
Geometrinis vidurkis	$R_T = [(1 + R_{P1})(1 + R_{P2}) \dots (1 + R_{PN})]^{1/N} - 1$	R_p – geometrinis vidurkis; R_{Pk} – portfelio grąža per trumpąjį laikotarpį, kur k = 1, 2, ... , N; N – trumpųjų laikotarpių skaičius per investicinį laikotarpį.
Vidinė grąžos norma	$V_0 = \frac{C_1}{(1 + R_D)} + \frac{C_2}{(1 + R_D)^2} + \cdots + \frac{C_N + V_N}{(1 + R_D)^N}$	R_D – vidinė grąžos norma; V_N – portfelio vertė investicinio laikotarpio pabaigoje; V_0 – portfelio vertė investicinio laikotarpio pradžioje; C_K – portfelio pinigų srautai, per trumpąjį laikotarpį, kur k = 1, 2, ... , N.

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus pagal Baker H. K., Filbeck G., 2013

Apibendrinant galima teigti, kad investavimo procesas padeda investuotojui sistemingai siekti savo tikslų. Planavimo etape išsikeliami tikslai, sudaroma investavimo politika, pasirenkama valdymo strategija. Šie veiksniai aiškiai apibrėžia, kaip bus valdomas investicinis portfelis, kaip bus valdomos su juo susijusios rizikos ir kaip bus vykdomas sekantis proceso etapas – portfelio formavimas. Suformuotas investicinis portfelis reikalauja efektyvumo vertinimo, todėl portfelio valdytojas pasirinktinai naudoja rodiklius, tokius kaip: „Sharpe ratio“, „Jenseno alfa“ ar „Treynor ratio“ ir pagal investavimo strategiją pasirenka labiausiai priimtiną vidutinės portfelio grąžos apskaičiavimo būdą. Tai gali būti aritmetinis vidurkis, geometrinis vidurkis ar vidinė grąžos norma.

1.2. Portfelio formavimo modeliai

1.2.1. Modernaus portfelio teorija

Moderniosios portfelio teorijos (toliau „MPT“) pradininku laikomas H. Markowitz, kuris 1952 m. pirmasis matematiškai pagrindė diversifikacijos efektyvumą. Ši teorija leidžia sukurti optimalų portfelį, kuris esant tam tikram rizikos lygiui leidžia maksimaliai padidinti investicijų grąžą arba tam tikram grąžos lygiui, leidžia sumažinti rizikos lygį iki minimalaus[10]. MPT paaiškina, kodėl į portfelį įtraukus daugiau turto, sumažėja bendra portfelio rizika, kuri matuojama pagal portfelio standartinį nuokrypį.

[10] Alexandru, C.D. (2020). The use of a Simplified Markowitz Model in Choosing Profitable Portfolio. “*Ovidius” University Annals, Economic Sciences Series.* Volume XX, 126-130.

Formuojant investicinį portfelį įvertinami visų investicijų pelno ir rizikos rodikliai bei investicijų tarpusavio sąveika. Bendrą portfelio riziką lemia du veiksniai: individuali vertybinių popierių rizika ir vertybinių popierių sąveika tarpusavyje.

Matematiniai sprendimai MPT teorijoje parodo, kurie vertybiniai popieriai yra tinkami ir kurie turi būti atmesti, tam kad būtų sudarytas optimalus portfelis, turintis norimą tikėtiną grąžą[11]. Tiksliai numatyti ateities įvykius yra sudėtinga, tačiau remiantis prieš tai buvusiais kintamojo kainos pokyčiais, galima apskaičiuoti tikėtiną grąžą, standartinį nuokrypį ir kovariaciją. Turint šiuos duomenis, galima suformuoti efektyvų investicinį portfelį. Turint istorinius duomenis, tikėtina grąža MPT teorijoje apskaičiuojama aritmetinio vidurkio principu, o investicinio portfelio tikėtina grąža yra jo komponentų tikėtinos grąžos svertinis vidurkis.

Investicijos rizikai nustatyti reikia apskaičiuoti standartinį nuokrypį. Standartinis nuokrypis parodo, kaip stipriai investicijos kaina linkusi judėti vidutinės grąžos atžvilgiu[12]. Investicinio portfelio standartinį nuokrypį apskaičiuoti yra šiek tiek sudėtingiau, kadangi jis sudarytas iš daugiau nei vieno kintamojo, taip pat svarbu atkreipti dėmesį į kintamųjų sąveiką tarpusavyje[13].

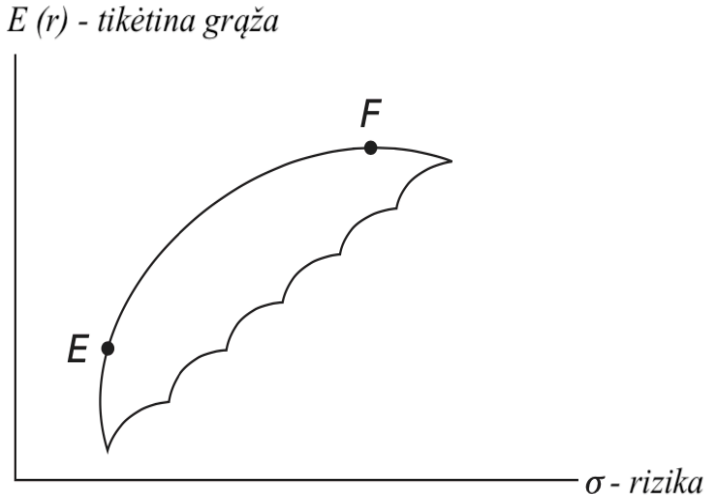
Koreliacija tarp skirtingo turto apibrėžia, kiek galima sumažinti riziką diversifikuotame portfelyje[14]. Koreliacijos rodiklis visada būna mažesnis arba lygus 1 ir didesnis arba lygus -1. Jei koreliacija tarp dviejų kintamųjų yra lygi 1, reiškia kintamieji tobulai koreliuoti ir juda ta pačia kryptimi, jei koreliacija lygi 0, reiškia kad kintamieji nėra priklausomi vienas nuo kito, o jei koreliacijos rodiklis lygus -1, reiškia kintamieji juda į priešingas puses.

Dar vienas statistiškai pagrįstas ryšys tarp dviejų skirtingų kintamųjų vadinamas kovariacija. Kovariacija parodo laipsnį, kuriuo investicijų grąža yra linkusi judėti kartu[15]. Kovariacija yra teigiama, kai skirtingi kintamieji yra linkę judėti ta pačia kryptimi. Kai kovariacija yra neigiama, kintamieji linkę judėti į priešingas kryptis.

MPT modelis teigia, kad galima nustatyti efektyvių portfelių aibę, kurioje visi portfeliai yra optimalūs. Paveiksle 1.2 pavaizduota, kaip kinta portfelio tikėtinos grąžos ir rizikos santykis formuojant portfelį esant skirtingiems investicinių priemonių svoriams. Linija, jungianti E ir F, kai grąžos ir rizikos santykis yra geriausias portfelį formuojant iš pasirinktų akcijų, vadinama „efektyvia riba“. Visi portfeliai

[11] Francis, J.C., Kim, D. Modern portfolio theory. Foundation, analysis and new developments. *John Wiley & Sons, Inc*., New Jersey (2013): 3,16.
[12] Grujic, M. (2016). Application of the modern portfolio theory in diversification of the debt securities portfolio in emerging markets. *Proceedings of the Faculty of Economics in East Sarajevo.* Issue 13, pp. 67-80
[13] Turcas, A., Dumiter, P., Brezeanu, P., Farcas, P., Coroiu, S. (2017). Practical aspects of portfolio selection and optimisation on the capital market. *Economic research-ekonomska istraživanja.* Vol. 30, No. 1, 14-30.
[14] Yeter, B., Garbatov, Y. (2021). Optimal life extension management of offshore wind farms based on the modern portfolio theory. *Oceans.* 2, 566-582
[15] Bajaj, S. (2021). Interplay of equity shares: allocating investments via Markovitz model. *IUP journal of applied finance*. Vol. 27, No. 1.

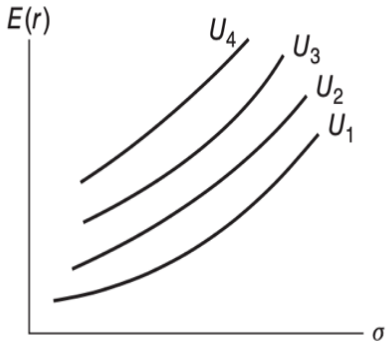
esantys žemiau šios ribos nėra optimalūs, nes portfeliai esantys ant efektyvios ribos turi geresnį grąžos-rizikos santykį.



Šaltinis: Francis, J.C., Kim, D., 2013, p. 4

1-2 pav. Efektyvi riba

MPT modelis nenurodo optimalaus portfelio sandaros, tik nurodo portfelių aibe, kurioje visi portfeliai yra optimalūs. Pasirinkti tinkamą portfelio sandarą padeda abejingumo kreives. Investuotojams nepatinka rizika, tačiau jie mėgsta pelną, todėl jie pasirenka sau priimtina rizikos-grąžos santykį. Abejingumo kreivėms kylant aukštyn, didėja rizikos tolerancija. Kadangi investuotojams nepatinka riziką, jiems reikia daugiau tikėtinos grąžos tam pačiam kiekiui rizikos. Investuotojai pasirenka sandarą portfelio, kuriame efektyvi riba susikerta su abejingumo kreive.

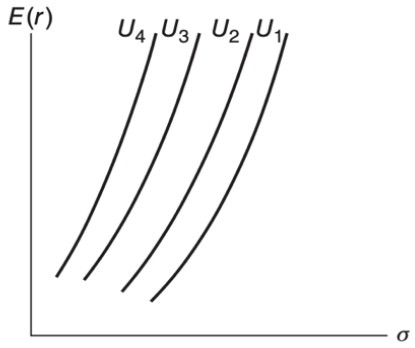


Šaltinis: Francis, J.C., Kim, D., 2013, p. 35

1-3 pav. Konservatyvaus investuotojo abejingumo kreivės

Konservatyvaus investuotojo abejingumo kreivės pavaizduotos 1-3 paveiksle. Toks investuotojas siekia sumažinti riziką, todėl jam reikia daugiau tikėtinos grąžos tam, kad jo tolerancija rizikai padidėtų

lyginant su agresyviu investuotoju. 1-4 paveiksle pavaizduota agresyvaus investuotojo abejingumo kreivės. Agresyvus investuotojas turi didesnę toleranciją rizikai, todėl jis labiau linkęs pakelti rizikos lygį tam, kad pasiektų norimą tikėtiną grąžą.



Šaltinis: Francis, J.C., Kim, D., 2013, p. 35

1-4 pav. Agresyvaus investuotojo abejingumo kreivės

Problema, su kuria susiduria MPT, yra diversifikacijos efektyvumas finansinių krizių laikotarpiu. Diversifikacija veikia normaliomis sąlygomis, tačiau 2008 metais ir 2009 metų pradžioje buvo pastebėta, kad rinkų sunkmečių investicijos pradeda koreliuoti tarpusavyje[16]. Žinant, kad MTP modelio taikymas yra pagrįstas rizikos valdymu diversifikuojant portfelį, tai buvo įvykis, kuris privertė suabejoti modelio efektyvumu finansinių krizių laikotarpiu.

MPT teorija ne kartą buvo nagrinėta moksliniuose tyrimuose. 2021 metais Sushil Bajaj vykdė tyrimą, kurio metu buvo formuojami MPT pagrindu paremti investiciniai portfeliai[17]. Portfeliai buvo formuojami iš Indijos indekso „NIFTY“ akcijų. Tyrimas parodė, kad MPT pagrindu suformuoti portfeliai pranoko „NIFTY“ akcijų indeksą. Formuojant MPT portfelį, sumažėjo akcijų skaičius, tam kad būtų gautas optimalus portfelis.

2014 metais Mikica Drenovak ir Vladimir Rankovic vykdė MPT tyrimą, kuriame buvo formuojamas portfelis iš „S&P 100“ indekso 40 didžiausia kapitalizaciją turinčių įmonių akcijų. Tyrime didelis dėmesys buvo skiriamas portfelio subalansavimui, siekiant gauti geresnius rezultatus. Formuoti du portfeliai: minimalios rizikos ir optimalus portfelis, kuris formuojamas gaunant maksimalų „Sharpe“ rodiklį. Tyrimo rezultatai parodė, kad optimalus portfelis duoda gerus rezultatus, tačiau toks būdas būtų neįgyvendinamas dėl didelių prekybos apyvartų, kurios susidaro dėl dažno portfelio subalansavimo. Apyvartos apribojimo taikymas padarė neigiamą įtaką rezultatams. Minimalios rizikos portfelis parodė geresnius rezultatus nei palyginamasis indeksas ir portfelis, sudarytas iš lygių dalių.

[16] Miccolis, J. A., Goodman, M. (2012). Next generation investment risk management: putting „modern“ back in modern portfolio theory. *Journal of financial planning*. Vol. 25, issue 1, p. 44-51

[17] Bajaj, S. (2021). Interplay of equity shares: allocating investments via Markovitz model. *IUP journal of applied finance*. Vol. 27, No. 1.

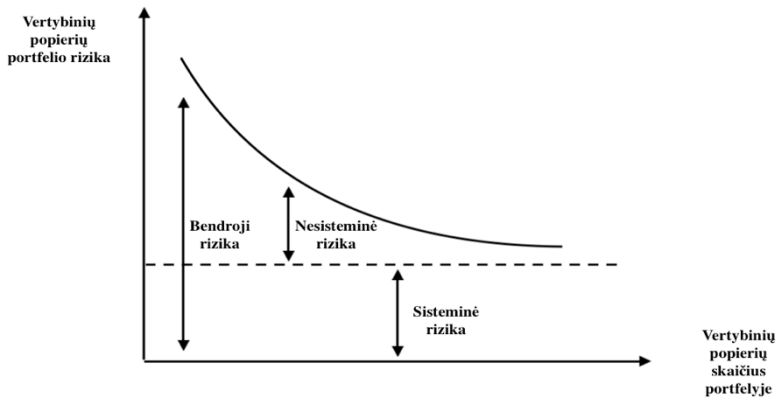
Remiantis moksliniais tyrimais galima teigti, kad MPT pagrindu formuojami portfeliai yra efektyvūs. Atsižvelgiant į atskirų investicijų sąveiką tarpusavyje, valdomas portfelio rizikos-grąžos santykis, o tai padeda pasiekti geresnių investavimo rezultatų.

1.2.2. Kapitalo įkainojimo modelis

Kapitalo įkainojimo modelis (toliau – CAPM, angl. „Capital Asset Pricing Model“) buvo aprašytas 1964 m. Nobelio premijos laureato William Sharpe. Modelis naudojamas finansinio turto vertinimui, kuris yra pagrįstas turto ir rinkos grąžos santykiu. CAPM modelis sukurtas MPT pagrindu ir jis pasižymi tokiomis prielaidomis[18]:

- visi investuotojai pageidauja turėti VP portfelius ant Markowitz efektyvumo linijos, t.y. visi jie siekia maksimalios grąžos esant apibrėžtam rizikos lygiui arba minimalios rizikos esant apibrėžtam grąžos lygiui;
- investuotojai gali skolinti arba skolintis neribotą lėšų kiekį už nerizikingų VP palūkanų normą;
- visi investuotojai turi homogeniškus lūkesčius dėl tikėtinos grąžos ir rizikos;
- visų investuotojų laiko horizontas tas pats;
- neatsižvelgiama į mokesčius bei operacines sąnaudas;
- eliminuojama infliacija bei palūkanų normų pokyčiai;
- kapitalo rinkos yra pusiausvyroje.

Šio modelio prielaidos leidžia suprasti, kad investuotojai formuodami portfelį neatkreipia dėmesio į rinkoje vykstančius pokyčius bei su investavimu susijusias išlaidas. Investuotojai turi panašų požiūrį



Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus pagal Lileikienė, A., Dauginytė, D., 2009

1-5 pav. Sisteminė ir nesisteminė rizika

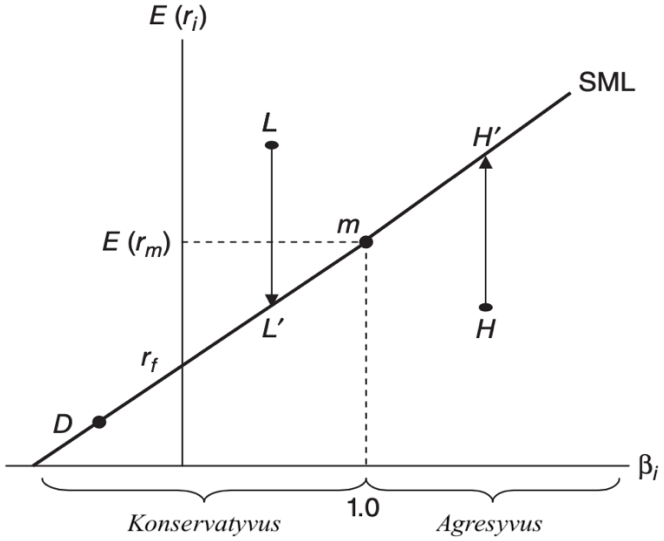
[18] Dubinskas, P. (2009). Deterministiniu modelių taikymo problemos optimizuojant vertybinių popierių portfelį rinkos sukrėtimo metu. *Verslo ir teisės aktualijos* t. 4.

pajamingumo atžvilgiu: jie tikisi gauti geresnį rizikos-grąžos santykį nei gali pasiūlyti bendras rinkos portfelis.

CAPM teigia, kad bendrą riziką sudaro sisteminė ir nesisteminė rizikos (1-5 pav.). Nesisteminė rizika gali būti sumažinta investuojant į daugiau skirtingų vertybinių popierių. Nesisteminė rizika mažiausia tada, kai portfelyje yra visos rinkoje esančios akcijos. Sisteminė rizika – tai tokia rizika, kuri veikia visą rinką ir ji nėra diversifikuojama[19].

Sumažinti sisteminę riziką galima pasirenkant vertybinius popierius su mažesniu *beta* koeficientu. Visos vertybinių popierių rinkos *beta* koeficientas lygus 1, todėl jei pasirinktos akcijos *beta* koeficientas yra daugiau nei 1, reiškia sisteminė rizika yra atitinkamai didesnė, jei *beta* koeficientas yra mažiau nei 1, sisteminė rizika yra atitinkamai mažesnė, jei *beta* koeficientas yra lygus 0, akcija sisteminės rizikos neturi, o jei *beta* koeficientas turi neigiamą reikšmę, tai rodo jog akcijos rizika yra atitinkamai priešinga rinkos rizikai[20]. *Beta* koeficientas išreiškiamas kaip santykis tarp turto ir rinkos.

Pagal CAPM akcijos pelningumas priklauso nuo jos *beta* koeficiento, o rinkos rizikos premija gaunama iš tikėtinos rinkos grąžos atėmus nerizikingą tikėtiną grąžą[21]. Grafiškai CAPM galima atvaizduoti su vertybinių popierių rinkos linija (SML, angl. Security Market Line).



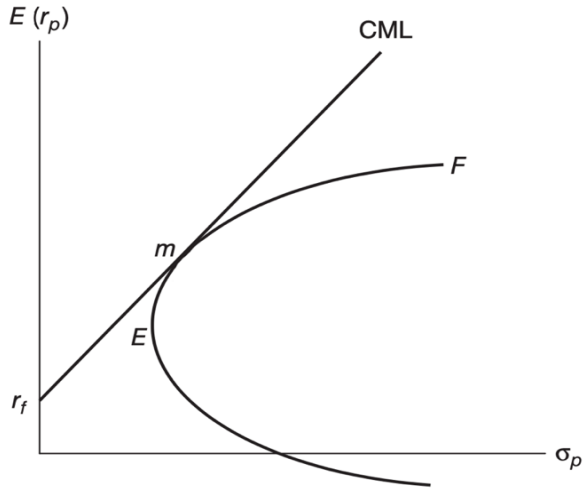
Šaltinis: Francis, J.C., Kim, D., 2013, p. 299

1-6 pav. Vertybinių popierių rinkos linija

[19] Marcišauskienė, J., Balinskienė, V., Vilimė, M. (2015). Investicinio portfolio formavimo modelių tyrimų apžvalga ir taikymo galimybės. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos.* 2 (37). 64-72.
[20] Francis, J.C., Kim, D. (2013). Modern portfolio theory. Foundation, analysis and new developments. *John Wiley & Sons, Inc.,* New Jersey.
[21] Kristoufek, L., Ferreira, P. (2018). Capital asset pricing modeli n Portugal: evidence from fractal regressions. *Portuguese economic journal*. 17: 173-183.

1-6 paveiksle pavaizduota turto tikėtinos grąžos priklausomybė nuo *beta* koeficiento. Kai vertybinių popierių rinkos linija viršija *beta* koeficiento 1 reikšmę, investavimas laikomas agresyviu, o kai *beta* koeficiento reikšmė išlieka žemiau 1, toks investavimas laikomas konservatyviu. SML linija rodo rizikos lygį tam tikrai grąžai. Vertybinis popierius esantis virš SML linijos yra nuvertintas, nes jis suteikia didesnę grąžą už patirtą riziką. Investuotojai, remiantis CAPM teorija, perka vertybinius popierius virš SML linijos. 1-6 paveiksle L taškas vaizduoja, kad akcijos tikėtina grąža yra didesnė nei turėtu būti tokiame rizikos lygyje, todėl tam, kad vertybinis popierius būtų įvertintas sąžiningai, tikėtina grąža turėtų pasiekti L‘ tašką. Priešingai yra su pervertintomis akcijomis (taškas H): tikėtina grąža yra žemiau rinkos linijos, reiškia toks vertybinis popierius reikalauja daugiau rizikos nei suteikia pelningumo.

Dar viena CAPM modelio sudedamoji dalis yra kapitalo rinkos linija arba CML (angl. Capital Market Line) (1-7 paveikslas). Ši linija nurodo, kuris iš efektyvių portfelių aibės turi geriausią rizikos bei pelningumo santykį, kai portfelio derinys skaičiuojamas kartu su nerizikinga rinkos norma[22]. CML linija jungia nerizikingą normą su efektyvių portfelių aibe.



Šaltinis: Francis, J.C., Kim, D., 2013, p. 297

1-7 pav. Kapitalo rinkos linija

1-7 paveiksle pavaizduota CML linija, kuri liečia efektyvių portfelių aibę taške m. Tai reiškia, kad taške m yra efektyviausia investicinio portfelio sandara.

Moksliniuose tyrimuose yra skirtingos nuomonės dėl CAPM modelio efektyvumo ir pritaikomumo praktikoje. 2020 metais buvo atliktas tyrimas, kuriuo buvo siekiama sudaryti optimalius

[22] Martinez, F. P., deLlano-Paz, F., Calvo-Silvosa, A., Soares, I. (2018). Pollutant versus non-pollutant generation technologies: a CML-analogous analysis. *Environment, Development & Sustainability*.

portfelius, besiformuojančiose Kinijos, Čekijos, Vengrijos ir Rusijos rinkose[23]. Rezultatai parodė, kad daugeliui akcijų CAPM modelio *beta* rodiklis gan gerai paaiškina kainodarą, tačiau kai kurios akcijos parodė, kad einant laikui, jų grąža yra veikiama kitų veiksnių, todėl vien *beta* rodiklis nėra pakankamas akcijos grąžai nusakyti.

Beta rodiklis nusako rinkos riziką, tačiau rinkoje vykstantys dažni svyravimai pažeidžia CAPM teorinius pagrindus, todėl modelio grąža lieka iškreipta[24]. Tačiau *beta* rodiklis išlieka svarbus faktorius darantis įtaką grąžai, o dėl CAPM modelio paprasto pritaikymo, jis vis dar plačiai naudojamas praktikoje.

1.2.3. „Fama“ ir „French“ trijų faktorių modelis

Finansų rinkos yra veikiamos daugelio faktorių, turinčių įtaką ir akcijų pelningumui. Pradžioje buvo sukurtas, prieš tai nagrinėtas, vieno veiksnio modelis, dar vadinamas kapitalo įkainojimo modeliu (CAPM). Šis vienintelis veiksnys buvo *beta*, kuris rodo, kokie yra akcijos kainos svyravimai lyginant su rinka. 1993 m. G. Fama ir K. French pateikė trijų veiksnių modelį (toliau – FF3F), kurio du papildomi veiksniai yra dydis ir vertė. Trijų veiksnių modelis buvo reikšmingas patobulinimas palyginti su CAPM, nes jis privedė prie geresnių rezultatų[25].

G. Fama ir K. French pastebėjo, jog pajamų bei buhalterinės vertės ir rinkos (B/M) koeficientas, kuris nustatomas įmonės buhalterinę vertę dalinant iš įmonės rinkos vertės, tiksliau nustato tikėtiną grąža, kuri yra sąlygota β koeficiento. Taip pat pastebėjo, kad vidutinės tikėtinos grąžos ir β koeficiento ryšys nėra toks tikslus kaip nustatyta CAPM modelyje[26].

Visgi G. Fama ir K. French pripažįsta β koeficiento svarbą, bet ne mažiau svarbūs yra įmonės dydis bei buhalterinės vertės ir rinkos koeficientas. Buvo pastebėta, jog mažo kapitalo įmonės ir aukštą buhalterinės vertės ir rinkos koeficientą turinčios įmonės vertybiniai popieriai lenkia rinką. Todėl į CAPM buvo įtraukti du papildomi veiksniai: dydžio faktorius – SMB (angl. Small Minus Big) ir vertės faktorius – HML (angl. High Minus Low). Praktikoje SMB rodiklis, kitaip vadinamas „dydžio priemoka” apskaičiuojamas kaip vidutinė mažiausių 30 % akcijų grąža atėmus vidutinę didžiausių 30 % akcijų grąžą tą laikotarpį. Teigiamas rodiklis rodo, kad mažos kapitalizacijos akcijos tą laikotarpį pranoko dideles kapitalizacijos akcijas. Neigiamas SMB tam tikrą laikotarpį rodo, kad didelės

[23] Tilfani O., Ferriera P., El Boukfaoui M. Y. (2020) Multiscale optimal portfolios using CAPM fractal regeression: estimation for emerging stock markets. *Post-communist economies*. Vol. 32, No. 1, 77-112.
[24] Chen J. M. (2021) The capital asset pricing model. *Encyclopedia*. 1, 915-933.
[25] Abd-Alla, M. H., Sobh, M. 2020. Empirical Test of Fama and French Three-Factor Model in the Egyptian Stock Exchange. *Sadat Academy for Management Sciences Department of Business Administration.* Cairo, Egypt.
[26] Blanco B. 2012. The use of CAPM and Fama and French Three Factor Model: portfolios selection. *Public and Municipal Finance*, 1(2)

kapitalizacijos įmonės buvo našesnės[27]. HML buvo sukurtas siekiant įvertinti „vertės priemoką“, suteikiamą investuotojams už investavimą į įmones, kurių buhalterinė vertė yra didelė. Sukurta panašiai kaip SMB, HML apskaičiuojama iš vidutinės 50 % akcijų su didžiausiu B/M grąža atėmus vidutinę 50 % akcijų su mažiausiu B/M grąžą pasirinktu laikotarpiu. Teigiamas HML rodo, kad vertės akcijos viršijo augimo akcijas. Neigiamas HML tam tikrą mėnesį rodo, kad augimo akcijos buvo pranašesnės[3].

2015 metais Duc Hong Vo atliko tyrimą, kurio tikslas buvo įvertinti FF3F faktorių reikšmingumą Australijos rinkoje[28]. Tyrimo rezultatai parodė, kad vertės faktorius turėjo reikšmingą įtaką nusakant grąžą, tačiau dydžio faktorius tokios reikšmingos įtakos neturėjo. Taip pat empirinio tyrimo rezultatai parodė, kad faktorių reikšmingumas priklauso nuo to, iš kokių įmonių akcijų yra sudarytas portfelis.

Kitame tyrime, kuris buvo atliktas 2011, buvo testuojama FF3F modelio faktorių reikšmė Maroko akcijų rinkoje[29]. Šio tyrimo rezultatai parodė, kad rinkos ir vertės faktoriai turėjo įtakos nusakant grąžą, tačiau dydžio faktoriaus efekto pastebėta nebuvo. Taip pat pastebėta, kad mažos kapitalizacijos įmonių akcijos neuždirba didesnės grąžos nei didelės kapitalizacijos įmonių akcijos.

1.2.4. „Fama“ ir „French“ penkių faktorių modelis

2015 m. „Fama“ ir „French“ pateikė penkių veiksnių modelį (toliau – FF5F), įtraukiant dar du veiksnius – pelningumą ir investicijas. Šis modelis atsirado po to, kai buvo pastebėta, kad trijų veiksnių modelis nepastebi daugelio vidutinės grąžos svyravimų, susijusių su pelningumu ir investicijomis[30]. Todėl į tikėtinos grąžos skaičiavimus buvo įtraukti dar du faktoriai: pelningumo faktorius – RMW (angl. Robust Minus Weak) ir investavimo faktorius – CMA (angl. Conservative Minus Agressive).

Penki veiksniai yra šie: β koeficientas, dydis, vertė, pelningumas ir investicijos. Kintamųjų konstrukcija, atspindinti pelningumo efektą ir investicijų efektą, yra atitinkamai[31]:

$$OP = \frac{EBIT}{Buhalterinė\ vertė} \quad (1)$$

Čia: OP – reiškia veiklos pelningumą;

EBIT – pelnas prieš palūkanų išlaidas ir mokesčius (EBIT);

Buhalterinė vertė – buhalterinė nuosavybės vertė.

---

[27] Tuck School of Business at Dartmouth, 2003. Understanding Risk and Return, the CAPM, and the Fama-French Three-Factor Model. *Tuck School of Business at Dartmouth*, Case 03-111

[28] Hong Vo D. (2015), Which factors are priced? An application of the Fama French three-factor model in Australia. *Economic papers*. Vol 34, No 4, 290-301.

[29] Aguenaou S., Abrache J., El Kadiri B. (2011) Testing Fama French three factor modeli n the Moroccan stock market. International journal of business, accounting, & finance. Vol. 5, No. 2.

[30] Fama, E., French, K. (2015). Dissecting anomalies with a five-factor model. *Social Science Research Network.*

[31] Martins, C. C., Eid Jr, W. Pricing Assets with Fama and French 5-Factor Model: a Brazilian market novelty.

$$INV = \frac{(turtas(t-1) - turtas(t-2)}{turtas(t-1)} \quad (2)$$

Čia: INV – reiškia investavimo galimybes;
Turtas 1 – visa turto vertė t-1 metais;
Turtas 2 – visa t-2 metų turto vertė.

RMW rodiklis apskaičiuojamas iš 50% didesnes pajamas generuojančių įmonių atėmus 50% mažesnes pajamas generuojančių įmonių grąžą per pasirinktą laikotarpį. Panašiu principu apskaičiuojamas ir CMA rodiklis: iš 50% konservatyviai investuojančių įmonių grąžos atėmus 50% agresyviai investuojančių įmonių grąžą per pasirinktą laikotarpį[32]. 1-3 lentelėje pateiktos visų modelio rodiklių formulės.

1-3 lentelė. "Fama French" faktorių formulės

Faktorius	Formulė
SMB (B/M)	1/3 (Mažos kapitalizacijos vertės + Mažos kapitalizacijos neutralios + Mažos kapitalizacijos augimo) - 1/3 (Didelės kapitalizacijos vertės + Didelės kapitalizacijos neutralios + Didelės kapitalizacijos augimo)
SMB (OP)	1/3 (Mažos kapitalizacijos pelningos + Mažos kapitalizacijos neutralios + Mažos kapitalizacijos mažiausiai pelningos)- 1/3 (Didelės kapitalizacijos pelningos + Didelės kapitalizacijos neutralios + Didelės kapitalizacijos mažiausiai pelningos)
SMB (INV)	1/3 (Mažos kapitalizacijos konservatyvios + Mažos kapitalizacijos neutralios + Mažos kapitalizacijos agresyvios) - 1/3 (Didelės kapitalizacijos konservatyvios + Didelės kapitalizacijos neutralios + Didelės kapitalizacijos agresyvios)
SMB	1/3 (SMB(B/M) + SMB(OP) + SMB(INV))
HML	1/2(Mažos kapitalizacijos vertės + Mažos kapitalizacijos augimo)- 1/2 (Didelės kapitalizacijos vertės + Didelės kapitalizacijos augimo)
RMW	1/2(Mažos kapitalizacijos pelningos + Mažos kapitalizacijos pelningos)- 1/2 (Didelės kapitalizacijos mažiausiai pelningos + Didelės kapitalizacijos mažiausiai pelningos)
CMA	1/2 (Mažos kapitalizacijos konservatyvios+ Mažos kapitalizacijos konservatyvios)- 1/2 (Didelės kapitalizacijos agresyvios + Didelės kapitalizacijos agresyvios)

Šaltinis: sudaryta darbo autoriaus pagal French, K. R., 2021

[32] French, K. R. (2021). Description of Fama/French 5 Factors (2x3).

Nagrinėjant FF5F moksliniuose tyrimuose, pastebėta, kad yra keletas faktorių, lemiančių šio modelio efektyvumą. 2019 metais Tzu-Lun Huang vykdė FF5F modelio tyrimą Kinijos akcijų rinkose[33]. Buvo siekiama išsiaiškinti ar FF5F modelis geriau paaiškina atskirų akcijų grąžą lyginant su kitais turto įkainojimo modeliais, tokiais kaip CAPM, FF3F bei šiame darbe nenagrinėtu Carhart keturių faktorių modeliu. Rezultatai parodė, kad FF5F modelis, iš visų minėtų modelių, geriausiai paaiškino atskirų akcijų grąžą Kinijos akcijų rinkoje. Buvo pastebėta, kad investicijų ir pelningumo faktoriai pagerina rezultatus, tačiau ne taip reikšmingai kaip dydžio faktorius, o vertės faktorius nebuvo toks reikšmingas. Taip pat šio tyrimo rezultatai parodė, kad faktorių reikšmingumas priklauso nuo akcijų rinkos ypatybių. Kinijoje esančios dvi rinkos (Šendženo ir Šanchajaus) parodė skirtingą faktorių efektyvumą. Dydžio ir vertės poveikis Šendženo rinkoje buvo stipresnis nei Šanchajaus. Investavimo faktorius taip pat turėjo skirtingą poveikį šiose rinkose. Dar vienas pastebėjimas buvo tas, kad faktorių poveikis keitėsi bėgant laikui.

2021 metais buvo atliktas FF5F modelio tyrimas Brazilijos rinkose[34]. Šiame tyrime FF5F modelis buvo lyginamas su FF3F ir su Carhart keturių faktorių modeliu bei buvo siekiama išsiaiškinti FF5F faktorių reikšmę nusakant akcijų grąžą. Rezultatai parodė, kad FF5F geriausiai paaiškino analizuojamų portfelių grąžą. Kalbant apie faktorius, tyrimas atskleidė, kad dydžio faktorius buvo statistiškai reikšmingiausias visuose analizuotuose modeliuose. Vertės, pelningumo ir investicijų faktoriai nesukūrė didelės vertės nusakant grąžą, bet čia buvo daroma prielaida, kad taip atsitiko todėl, kad tyrime dauguma analizuojamų įmonių buvo mažos, mažiau pelningos ir nedarančios daug investicijų.

Moksliniuose tyrimuose buvo pastebėta, kad FF3F ir FF5F modelių faktorių reikšmingumui įtakos turi rinkos sąlygos. Modeliai buvo nagrinėjami įvairiose pasaulio rinkose ir tyrimų rezultatai parodė, kad skirtingose rinkose tam tikri faktoriai turėjo didesnį reikšmingumą, tačiau šie modeliai buvo vertinami teigiamai nusakant investicijų grąžą.

[33] Huang T. (2019). Is the Fama and French five-factor model robust in the Chinese stock market? *Asia pacific management review*. 24, 278-289

[34] Maciel C. F., Coreila L. F., Amaral H. F., Cavalcanti J. M. M. (2021). Performance of the Fama-French five-factor model in pricing of anomalies in the Brazilian market. *Revista contemporanea de contabilidade.* 49, 145-161

2. TYRIMO METODOLOGIJA

2.1. Ankstesnių tyrimų apžvalga

Analizuojant mokslinius straipsnius buvo pastebėtas ne vienas empirinis tyrimas, kuomet buvo siekiama suformuoti efektyviai optimizuotą investicinį portfelį bei atlikti portfelio efektyvumo vertinimą. Tyrimuose išsamiai pateikiama ir aprašoma darbo eiga, taikomi metodai ir gauti rezultatai. Darbuose analizuojami skirtingose finansų rinkose optimizuojami investiciniai portfeliai. Siekiant suformuoti investicinio portfelio formavimo modelių metodologiją, aprašomi keturi nagrinėti tyrimai.

2021 metais Sushil Bajaj vykdytas tyrimas apie akcijų sąveika bei paskirstymą, naudojant MPT modelį[35]. Tyrime buvo formuojami du portfeliai MPT teorijos pagrindu, kurie sudaryti iš 50-ies akcijų esančių Indijos akcijų indekse „NIFTY“. Du suprojektuoti portfeliai buvo testuojami laikotarpiu nuo 2010 metų iki 2019 metų. Vienas iš portfelių optimizuojamas siekiant gauti mažiausią įmanoma rizikingumą, kuris matuojamas standartiniu nuokrypiu, kitas portfelis optimizuojamas siekiant gauti optimalų rizikos-grąžos santykį, kuris buvo matuojamas „Sharpe“ rodiklio pagalba. Tyrime atliekama vidutinės dispersijos analizė, kuriai atlikti, reikėjo žinoti tris pagrindinius rodiklius: tikėtiną grąžą, standartinį nuokrypį bei koreliaciją. Tyrimas parodė, kad tiek minimalios rizikos portfelis tiek optimalus portfelis parodė geresnius rezultatus nei Indijos akcijų rinkos indeksas „NIFTY“.

2014 metais Mikica Drenovak ir Vladimir Rankovic vykdytas tyrimas apie Markowitz portfelio subalansavimą ir portfelio apyvartos stebėjimą[36]. Šiame tyrime taip pat buvo formuojami du portfeliai: minimalios rizikos portfelis ir optimalaus „Sharpe“ rodiklio portfelis. Tyrime buvo taikoma aktyvaus valdymo strategija, kuomet perbalansavimu siekiama pagerinti portfelio rezultatus. Portfeliai buvo sudaromi iš „S&P 100“ indekso 40 didžiausia kapitalizaciją turinčių įmonių akcijų. Balansavimas vyko laikotarpiu nuo 2009 metų sausio mėnesio iki 2010 metų gruodžio mėnesio, naudojant 500 paskutinių dienų duomenis. Rodikliu perskaičiavimas vykdomas kiekvienai dienai, o portfeliai buvo perbalansuojami tik tada, jei standartinis portfelio nuokrypis parodydavo 1% geresnį rezultatą. Portfeliai buvo lyginami su lygių dalių portfeliu bei „S&P 100“ indeksu. Rezultatai parodė, kad maksimalaus „Sharpe“ rodiklio būdu optimizuojamas portfelis, neparodė gerų rezultatų dėl didelių apyvartų ir dažno perbalansavimo skaičiaus, o kai testavimo metu apyvartos dydis buvo sąlygotas, šis portfelis neparodė gerų rezultatų rizikos-grąžos atžvilgiu. Tuo tarpu minimalios rizikos portfelis buvo efektyvus.

[35] Bajaj, S. (2021). Interplay of equity shares: allocating investments via Markovitz model. *IUP journal of applied finance*. Vol. 27, No. 1.
[36] Drenovak, M., Rankovic, V. (2014). Markowitz portfolio rebalancing with turnover monitoring. *Economic horizons.* Vol. 16, No. 3, 207-217

2013 metais dr. Bhupendra Singh Hada vykdytas investicinio fondų efektyvumo tyrimas[37]. Vykdomas investicinių Indijoje esančių fondų vertinimas naudojant „Sharpe“ rodiklį, „Treynor“ rodiklį bei „Jenseno“ rodiklį. Analizuojami tokie fondai, kurie veikė daugiau nei 5 metus, tyrimas vyko naudojant duomenis laikotarpiu nuo 2007 metų iki 2012 metų. Atliekamas kiekybinis tyrimas ir naudojamas aprašomosios statistikos analizės metodas. Rezultatai tyrime pateikti apibūdinat fondus pagal tiriamus rodiklius, grąžą bei rizikos rodiklius: *beta* ir standartinį nuokrypį.

2016 metų N. Bhagysree ir B. Kishori tyrimas apie investicinių fondų efektyvumo vertinimą[38]. Šiame darbe nagrinėjami Indijos investiciniai fondai, kurie nagrinėjami naudojant duomenis nuo 2011 metų iki 2015 metų. Buvo pasirinkta 30 atsitiktinių fondų Indijos rinkoje, kurie lyginami su „S&P- BSE Sensex“ indeksu. Fondų efektyvumui vertinti buvo naudojami „Sharpe“, „Treynor“, „Jenseno“ rodikliai, taip pat buvo atsižvelgiama į tokius rizikingumo rodiklius kaip standartinis nuokrypis ir *beta* koeficientas. Visi fondai buvo išrikiuoti pagal efektyvumą tiriamo rodiklio atžvilgiu. Tyrimo rezultatai parodė, kad 14 iš 30 fondų buvo efektyvesni už palyginamąjį indeksą.

Apžvelgus anksčiau atliktus tyrimus, buvo pastebėta, kad taikyti metodai formuojant investicinį portfelį buvo optimizuojant „Sharpe“ rodiklį arba sudarant mažiausią standartinio nuokrypio reikšmę. Investicijų efektyvumo vertinimui buvo pasitelkti tokie matai kaip „Sharpe“, „Treynor“, „Jensen“ rodikliai, standartinis nuokrypis, portfelio *beta* rodiklis. Galima teigti, kad šie būdai yra naudojami ir yra veiksmingi, todėl padės atlikti investicinių portfelių formavimo modelių tyrimą.

2.2. Tyrimo metodika

Atlikti investicinio portfelio formavimo modelių tyrimo analizei buvo pasirinkti statistinės analizės metodai. R. Valkauskas statistinius metodus apibūdina kaip „statistinės informacijos, kuri apibūdina tiriamų ekonominių, socialinių, demografinių ir kitų masinių reiškinių ir procesų kiekybines charakteristikas, surinkimo, apdorojimo ir analizės moksliniai metodai“ [39].

Tyrimo tikslas – įvertinti MPT, CAPM, FF3F, FF5F modelių efektyvumą, investicinio portfelio formavimo kontekste.

Tyrimo uždaviniai:

1. Parengti investicinio portfelio formavimo modelių tyrimo metodiką.
2. Atlikti investicinio portfelio formavimo modelių tyrimą.

[37] Hada, B., S. (2013). Critical studies of risk and return on mutual funds. *CLEAR international journal of research in commerce & management.* Vol. No. 4, Issue No. 06.
[38] Bhagyasree, N., Kishori, B. (2016). A study on performance evaluation of mutual funds schemes in India. *International journal for innovative research in science & technology*. Vol. 2, issue 11.
[39] Valkauskas, R., (2022). Statistiniai metodai. *Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras.*

3. Išanalizuoti gautus tyrimo rezultatus.

Tyrimo objektas – investicinio portfelio formavimo modeliai.

Tyrimo metodai: dokumentų analizė, modeliavimo metodas, dispersinė analizė.

2.2.1. Tyrimo duomenys

Duomenų rinkimo etape buvo pasirinktas dokumentų analizės metodas. Remiantis šiuo metodu, tyrimui reikalingi duomenys gali būti gaunami iš įvairių šaltinių, tokių kaip archyvai bei statistinė medžiaga[40]. Dėl šios priežasties tai yra tyrimui tinkamas metodas. Šiame tyrime buvo svarbu įvertinti analizuojamų modelių efektyvumą investuojant ilguoju laikotarpiu. Tokiu būdu galima įvertinti, kaip modelių pagrindu suformuoti portfeliai reaguoja į skirtingas ekonomikos ciklo stadijas ir įvertinti bendra portfelių rizikingumą bei jų pelningumą. Pasirinkta analizuoti „Dow Jones Industrial Average“ indekso akcijas. Šio indekso pasirinkimą nulėmė dvi pagrindinės priežastys: indeksas sudarytas iš didelės kapitalizacijos stabilių įmonių, nesudėtinga tyrimui reikiamų duomenų prieiga. Vienam portfeliui suformuoti panaudota 10-ies metų įmonės akcijos kainos istorijos mėnesiniai duomenys, kur buvo atsižvelgta į grąžai poveikį turėjusius faktorius (dividendus, akcijų padalijimus, akcijų supirkimus). Duomenys paimti iš „finance.yahoo.com“ duomenų bazės.

Tyrimui atlikti atrinkta paskutinius 30 metų buvusių įmonių akcijų, kurios turi bent 10 metų kainų kitimo istoriją analizuojamam laikotarpiui. Tiriamuoju laikotarpiu indekso sudėtis keitėsi, kai kurios akcijos buvo išimtos, kai kurios pridėtos į šį indeksą. Iš viso atrinkta 40-ies įmonių akcijos: „Alcoa Corporation (AA)“, „Apple (AAPL)“, „American International Group, Inc. (AIG)“, „Amgen Inc.(AMGN)“, „American Express Company (AXP)“, „The Boeing Company (BA)“, „Bank of America Corporation (BAC)“, „Citygroup Inc. (C)“, „Caterpillar Inc. (CAT)“, „Cisco Systems, Inc. (CSCO)“, „Chevron Corporation (CVX)“, „DuPont de Nemours, Inc. (DD)“, „The Walt Disney Company (DIS)“, „Foot Locker, Inc. (FL)“, „General Electric Company (GE)“, „The Goodyear Tire & Rubber Company (GT)“, „The Home Depot, Inc. (HD)“, „Honeywell International Inc. (HON)“, „International Business Machines Corporation (IBM)“, „Intel Corporation (INTC)“, „International Paper Company (IP)“, „Johnson & Jphnson (JNJ)“, „JPMorgan Chase & Co. (JPM)“, „The Coca-Cola Company (KO)“, „McDonald‘s Corporation (MCD)“, „3M Company (MMM)“, „Altria Group, Inc. (MO)“, „Merck & Co, Inc. (MRK)“, „Microsoft Corporation (MSFT)“, „Nike, Inc. (NKE)“, „Pfizer Inc. (PFE)“, „The Procter & Gamble Company (PG)“, „Raytheon Technologies Corporation (RTX)“, „AT&T Inc. (T)“, „The Travelers Companies, Inc. (TRV)“, „UnitedHealth Group Incorporated (UNH)“, „Verizon

[40] Tidikis, R. (2003). Socialinių mokslų tyrimo metodologija. *Lietuvos teisės universitetas, Vilnius.* P. 488

Communications Inc. (VZ)“, „Walgreens Boots Alliance, Inc. (WBA)“, „Walmart Inc. (WMT)“, „Exxon Mobil Corporation (XOM)“.

2.2.2. Investicinių portfelių optimizavimas

Remiantis investicinio portfelio formavimo modelių teorijoje nagrinėtomis charakteristikomis bei nagrinėtais moksliniais tyrimais, šiame poskyryje aprašomas portfelių optimizavimo procesas. Čia buvo taikomas modeliavimo metodas. „Modeliavimas, tai tam tikrų objektų, objektų sistemų arba procesų santykių ir elgsenos atskleidimas sudarant ir tyrinėjant modelius“[41]. Šiuo būdu portfelių formavimo teorija pritaikoma praktiškai ir atskleidžiami portfelių skirtumai.

Kaip ir nagrinėtuose Sushil Bajaj tyrime ir Mikica Drenovak ir Vladimir Rankovic tyrime, investiciniam portfeliui optimizuoti buvo pasirinkta išgaunat didžiausią tikėtiną „Sharpe“ rodiklį. Šis rodiklis yra dažniausiai naudojamas rizikos ir grąžos santykio efektyvumo matas[42]. Gauti suformuotų portfelių akcijų svoriai pateikti 1 priede. Rodiklis apskaičiuojamas pagal 3 formulę:

$$Sharpe\ ratio = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p} \tag{3}$$

Čia: R_p – investicinio portfelio grąža;

R_f – nerizikinga tikėtina grąžą;

σ_p – standartinis portfelio nuokrypis.

Tikėtinai aktyvų grąžai gauti buvo naudojami analizuojami modeliai, o portfelio tikėtina grąža lygi aktyvų tikėtinos grąžos svertiniam vidurkiui. Skaičiuojant portfelio standartinį nuokrypį, svarbu atsižvelgti į atskirų aktyvų tarpusavio sąveiką, todėl šiame žingsnyje buvo sudaryta kovariacijos matrica naudojant duomenų analizavimo funkcija „COVAR“ programoje „Excel“. Standartinis nuokrypis apskaičiuojamas pagal 4 formulę:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(r_i - E(r_i))^2}{n-1}} \tag{4}$$

Čia: σ_i – kintamojo i standartinis nuokrypis;

$E(r_i)$ – vidutinė tikėtina grąža;

[41] Tidikis, R. (2003). Socialinių mokslų tyrimo metodologija. *Lietuvos teisės universitetas, Vilnius.* P. 425

[42] Soares da Fonseca, J. (2020). Portfolio selection in euro area with CAPM and Lower Partial Moments models. *Portuguese economic journal.* 19:49-66

r_i –investicijos grąža *n*-touju laiku.

Su turimais duomenimis buvo formuojamas optimalus investicinis portfelis. Portfelio tikėtina grąža bei standartinis nuokrypis skaičiuojami pasinaudojant „MMULT“ ir „TRANSPOSE“ funkcijas „Excel“ programoje. Portfelio akcijų svoriai suformuojami gaunant didžiausią tikėtiną „Sharpe“ rodiklio reikšmę, kuriai išgauti buvo panaudota „Excel Solver“ funkcija. Sudarant investicinius portfelius pirmiausia buvo apdoroti ir gauti kiekvienos akcijos mėnesio procentiniai pokyčiai dešimties metų laikotarpiui. Kaip nerizikinga grąžos norma naudojama 10-ies metų Jungtiniu Amerikos Valstijų obligacijų grąža. Iš viso, remiantis analizuojamomis portfelių formavimo teorijomis, formuojami investiciniai portfeliai buvo perskaičiuojami kiekvienų metų gruodžio mėnesį laikotarpiu nuo 2001 metų iki 2020 metų.

Sudarant investicinį portfelį MPT modeliu, gaunama kiekvienos akcijos tikėtina grąža, kuri apskaičiuojama aritmetinio vidurkio būdu pagal 5 formulę:

$$E(r_i) = \frac{1}{T}\sum_{t=1}^{T} r_{it} \tag{5}$$

Čia: T – stebėjimų skaičius laikotarpyje;

$E(r_i)$ – vidutinė tikėtina grąža;

r_{it} – grąža tam tikru laiku.

Tikėtina grąža buvo gauta naudojant „AVERAGE“ funkciją „Excel“ programoje, kuri apskaičiuoja aritmetinį vidurkį ir atitinka MPT tikėtinos grąžos formulę.

CAPM modelio skaičiavimui reikalinga nerizikinga grąžos norma, šiam kintamajam buvo naudojama tiriamo laiko 10-ies metų Jungtiniu Amerikos Valstijų obligacijų grąžos norma. Tam, kad galėtume apskaičiuoti akcijų tikėtiną grąžą remiantis CAPM modeliu, reikėjo apskaičiuoti kiekvienos akcijos to laikotarpio *beta* koeficientą, kuris apskaičiuojamas pagal 6 formulę:

$$ß_i = \rho_{im}\frac{\sigma_i}{\sigma_m} = \frac{Cov(r_i, r_m)}{\sigma_m} \tag{6}$$

Čia: $ß_i$ - kintamojo *i* beta ;

ρ_{im} – koreliacija tarp instrumento *i* ir rinkos;

σ_i – standartinis nuokrypis;

$Cov(r_i, r_m)$ – kovariacija tarp instrumento *i* ir rinkos.

Beta koeficiento formulės skaičiavimai atitinka „SLOPE“ funkcija „Excel“ programoje, todėl rodiklis buvo išreikštas pasinaudojant šia funkcija. Akcijų procentiniai svyravimai gaunant šį rodiklį buvo lyginami su „S&P 500“ indekso kainų procentiniais mėnesio svyravimais tiriamuoju laiku. Šis indeksas buvo pasirinktas todėl, kad jame yra 500 didžiausią kapitalizaciją turinčiu Jungtinių Amerikos Valstijų įmonių akcijos, tai reiškia, kad indeksas gerai atspindi rinkos situaciją. Kadangi šiuo tyrimu buvo stengtasi atsižvelgti į modelių efektyvumą ilguoju laikotarpiu, vidutinei rinkos grąžai buvo naudojama „S&P 500“ indekso paskutinių 50 metų vidutinė grąža, kuri lygi 10.83% (remiantis „investopedia.com“) duomenimis. Tikėtiną grąžą, investicinį portfelį formuojant CAPM modeliu, apskaičiuojame pagal 7 formulę:

$$E(r_i) = r_f + [E(r_m) - r_f]ß_i \quad (7)$$

Čia: $E(r_i)$ – vidutinė tikėtina grąža;

$ß_i$ - kintamojo *i* beta;

r_f - nerizikinga tikėtina grąža;

$[E(r_m) - r_f]$ – rinkos rizikos premija.

FF3F bei FF5F modelių skaičiavimams reikalingos faktorių reikšmės buvo paimtos iš „mba.tuck.dartmouth.edu“ duomenų bazės. Portfelių formavimui pirmiausia turimi kainų svyravimo duomenys buvo apdoroti pritaikant „alfa“ rodiklį. Tai buvo atlikta iš mėnesinės akcijos grąžos atimant duomenų bazėje gautą to mėnesio nerizikingą normą. Sekančiame žingsnyje reikėjo atrasti akcijų koeficientus naudojamiems faktoriams. Tai buvo atlikta pasinaudojant „TRANSPOSE“ ir „LINEST“ funkcijomis „Excel“ programoje. Po to buvo apskaičiuotos faktorių vidutinės reikšmės tiriamuoju laikotarpiu. Su turimais duomenimis buvo apskaičiuotos FF3F ir FF5F modelių tikėtinos grąžos atitinkamai pagal 8 ir 9 formules:

$$R_i = R_f + b_i (R_m - R_f) + s_i SMB_t + h_i HML_t + e_i \quad (8)$$

Čia: R_i – tikėtina grąža;

R_f – nerizikinga norma

R_m - R_f – skirtumas tarp rinkos grąžos ir nerizikingos normos;

SMB – mažų ir didelių įmonių akcijų grąžos skirtumas;

HML – pigių ir brangių akcijų grąžos skirtumas;

b_i, s_i, h_i – kintamojo *i* faktorių koeficientas;

e_i – kintamojo alfa rodiklis.

$$R_i = R_f + b_i(R_m - R_f) + s_i SMB_t + h_i HML_t + r_i RMW_t + c_i CMA_t + e_i \quad (9)$$

Čia: R_i – tikėtina grąža;

R_f – nerizikinga norma;

R_m - R_f – skirtumas tarp rinkos grąžos ir nerizikingos normos;

SMB – mažų ir didelių įmonių akcijų grąžos skirtumas;

HML – pigių ir brangių akcijų grąžos skirtumas;

RMW – pelningiausių įmonių pelno skirtumas, atėmus mažiausiai pelningas;

CMA – konservatyviai investuojančių ir agresyviai investuojančių įmonių grąžos skirtumas;

b_i, s_i, h_i, r_i, c_i – kintamojo *i* faktorių koeficientas;

e_i – kintamojo alfa rodiklis.

Sudarius investicinius portfelius ir gavus rezultatus bei jų charakteristikas, buvo galima pereiti prie sekančio tyrimo etapo – jų efektyvumo įvertinimo.

2.2.3. Portfelių efektyvumo vertinimas

Sudarytų portfelių rezultatai lyginami tarpusavyje bei su lyginamaisiais rinkos indeksais. Palyginamuoju rinkos indeksu buvo pasirinktas „Dow Jones Industrial Average“, kadangi portfeliai suformuoti iš būtent šiame indekse esančių akcijų, todėl galima įvertinti, ar turint tų pačių įmonių akcijas, tačiau portfelius formuojant remiantis skirtingomis teorijomis, galima gauti geresnius rezultatus. Tačiau investuotojų tarpe kyla abejonių, ar indeksas, turintis 30 didelės kapitalizacijos įmonių, atspindi Jungtinių Amerikos Valstijų ekonomiką. Kritikų nuomone „S&P 500” yra geresnė rinkos reprezentacija, nes indeksą sudaro žymiai daugiau įmonių – 500[43]. Dėl šios priežasties portfeliai taip pat lyginami su „S&P 500” indeksu. Portfelių grąžai apskaičiuoti pasirinktas geometrinio vidurkio metodas, kadangi skaičiuojant grąžą šiuo būtu, yra atsižvelgiama į susidarantį sudėtinį grąžos poveikį. Geometrinis vidurkis išreiškiamas pagal 10 formulę:

$$R_T = [(1 + R_{P1})(1 + R_{P2}) \dots (1 + R_{PN})]^{1/N} - 1 \quad (10)$$

Čia: R_p – geometrinis vidurkis;

[43] Ganti. A. (2022). Dow Jones Industrial Average. *Dotdash Meredit publishing family.*

R_{Pk} – portfelio grąža per trumpąjį laikotarpį, kur k = 1, 2, ... , N;

N – trumpųjų laikotarpių skaičius per investicinį laikotarpį.

Geometrinio vidurkio skaičiavimams atlikti buvo panaudota atitinkanti formule funkcija „Geomean“ programoje „Excel“.

Remiantis dr. Bhupendra Singh Hada tyrimu, N. Bhagysree ir B. Kishori tyrimu bei nagrinėta investavimo proceso teorija, parenkami portfelių efektyvumo vertinimo budai. Įvertinti portfelių efektyvumą grąžos-rizikos atžvilgiu naudojami šie rodikliai: „Sharpe“ rodiklis, „Treynor“ rodiklis, „Jenson alfa“ rodiklis. Taip pat įvertinama portfelių tikėtina grąža ir standartinis nuokrypis. „Jenseno alfa“ rodiklis apskaičiuojamas pagal 11 formulę:

$$\alpha = R_p - R_f - ß_p(R_m - R_f) \quad (11)$$

Čia: R_p – investicinio portfelio grąža;

R_f – nerizikinga tikėtina grąža;

R_m – rinkos tikėtina grąža;

$ß_p$ – portfelio beta koeficientas;

α – alfa koeficientas.

„Treynor“ rodiklis skaičiuojamas pagal teorijoje pateiktą 12 formule:

$$Treynor\ ratio = \frac{R_p - R_f}{ß_p} \quad (12)$$

Čia: R_p – investicinio portfelio grąža;

R_f – nerizikinga tikėtina grąža;

$ß_p$ – portfelio beta koeficientas.

Rezultatų analizei buvo pritaikytas dispersinės analizės metodas. „Dispersinė analizė aiškina sisteminius tiesioginių matavimo rezultatų, atliktų besikeičiančiomis sąlygomis, skirtumus“[44]. Šiuo analizės būdu atskleidžiamos bei įvertinamos portfelių efektyvumo charakteristikos, o tai padeda investuotojams priimti tinkamus sprendimus, atsižvelgiant į jų rizikos-grąžos toleranciją. Apskaičiuojant gautus rezultatus nebuvo atsižvelgta į mokesčius, susijusius su prekyba.

[44] Tidikis, R. (2003). Socialinių mokslų tyrimo metodologija. *Lietuvos teisės universitetas, Vilnius.* P. 378

3. INVESTICINIO PORTFELIO FORMAVIMO MODELIŲ TYRIMO ANALIZĖ

Šiame skyriuje bus aptariami gauti rezultatai formuojant investicinius portfelius sudarytus MPT, CAPM, FF3F ir FF5F modelių pagrindu. Kiekvienas investuotojas formuodamas savo investicinį portfelį siekia gauti didesnę grąžą arba prisiimti mažiau rizikos už tą pačią grąžą. Atliekant tyrimo analizę mūsų tikslas yra nustatyti, ar modeliai yra efektyvūs rizikos-grąžos atžvilgiu, analizuojant metodologinėje dalyje aptartomis charakteristikomis. Iš pradžių įvertinami modelių rizika bei grąža palyginamųjų indeksų atžvilgiu. Čia vertinami rodikliai, gauti portfelio formavimo metu. Toliau analizuojami modelių efektyvumo rodikliai, kurie apskaičiuoti remiantis duomenimis prabėgus metams nuo portfelio subalansavimo ir iš jų išvedus bendrą tiriamojo laikotarpio metinį vidurkį.

3.1. MPT portfelis

3-1 lentelėje yra MPT teorijos pagrindu suformuotų portfelių tikėtina grąža, standartinis nuokrypis bei tikėtinas „Sharpe“ rodiklis.

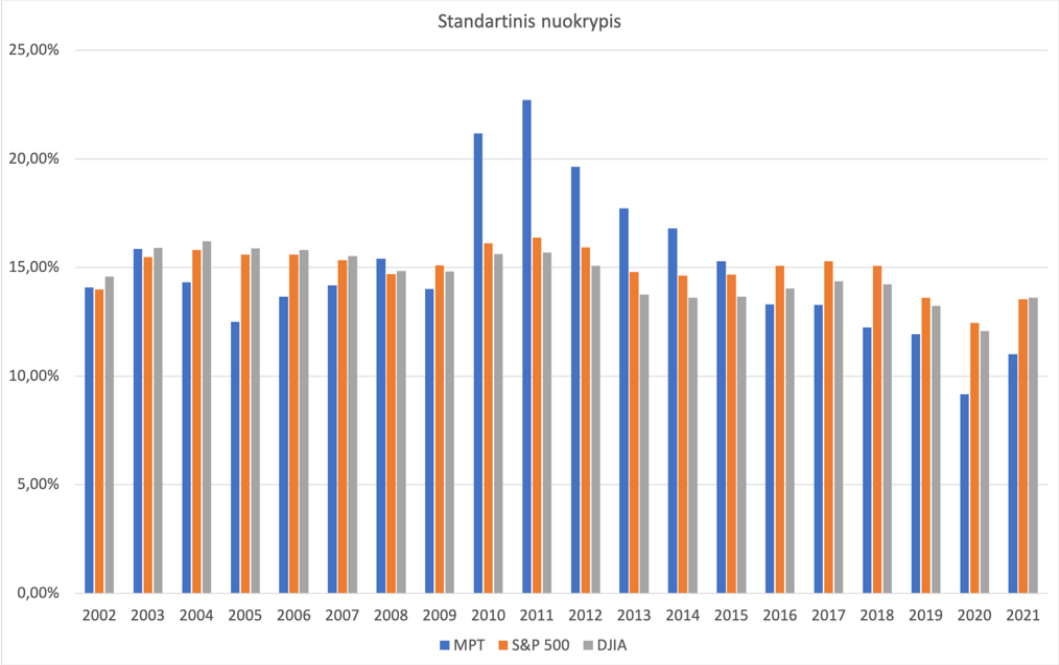
3-1 lentelė. MPT grąžos ir rizikos charakteristikos

Metai	Tikėtina grąža	Standartinis nuokrypis	Sharpe rodiklis
2002	24,97%	14,08%	1,42
2003	22,36%	15,85%	1,17
2004	23,33%	14,33%	1,33
2005	21,67%	12,50%	1,4
2006	21,46%	13,65%	1,25
2007	22,68%	14,18%	1,27
2008	25,55%	15,40%	1,4
2009	17,15%	14,02%	1,07
2010	22,47%	21,18%	0,88
2011	28,53%	22,72%	1,11
2012	25,74%	19,63%	1,22
2013	29,57%	17,72%	1,57
2014	26,69%	16,81%	1,41
2015	21,98%	15,29%	1,3
2016	19,75%	13,30%	1,31
2017	18,39%	13,27%	1,2
2018	19,23%	12,23%	1,38
2019	22,42%	11,93%	1,65
2020	20,17%	9,16%	1,99
2021	22,07%	11,01%	1,92

Standartinis nuokrypis parodo portfelio rizikingumą, kuo šis rodiklis didesnis, tuo daugiau portfelio grąža nukrypsta nuo vidurkio. Iš lentelėje pateiktų duomenų matome, kad didžiausias portfelio,

formuojamo MPT modelio pagrindu, rizikingumas buvo 2011 metais, kai portfelio standartinis nuokrypis buvo lygus 22,72%. Mažiausias rizikos lygis buvo 2020 metais, kai standartinio nuokrypio reikšmė buvo lygi 9,16%.

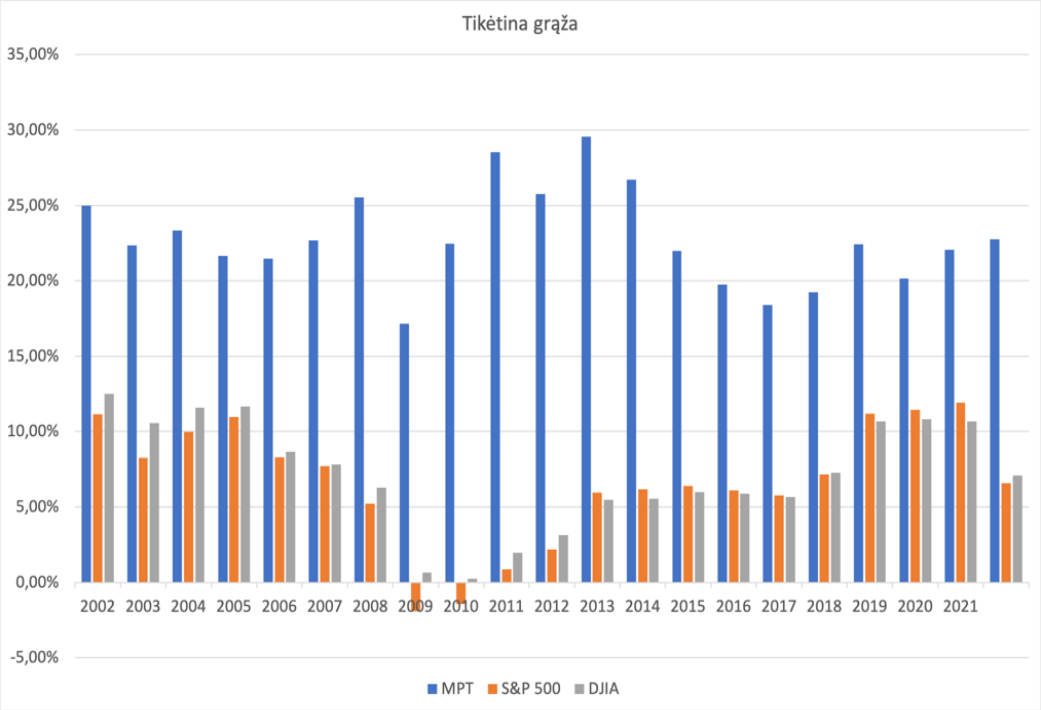
Turint kiekvienų metų portfelio standartinį nuokrypį bei apskaičiavę „S&P 500“ indekso bei „Dow Jones Industrial Average“ indekso standartinius nuokrypius, galime palyginti jų rizikingumą (3-1 paveikslas).



3-1 pav. MPT standartinio nuokrypio palyginimas

Pateiktoje diagramoje matome, kad didžiąją dalį laiko, MPT portfelis yra mažiau rizikingas nei palyginamieji indeksai, tačiau laikotarpiu nuo 2010 metų iki 2015 metų, MPT portfelio standartinis nuokrypis buvo didesnis nei palyginamųjų indeksų. Paskaičiavus metinį gautų rezultatų vidurkį buvo gauta, kad MPT portfelio standartinis nuokrypis buvo lygus 14,91%, „S&P 500“ indekso – 14,96%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso – 14,63%. Taigi matome, kad MPT portfelio vidutinis standartinis nuokrypis yra šiek tiek mažesnis nei „S&P 500“ indekso, tačiau didesnis nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso.

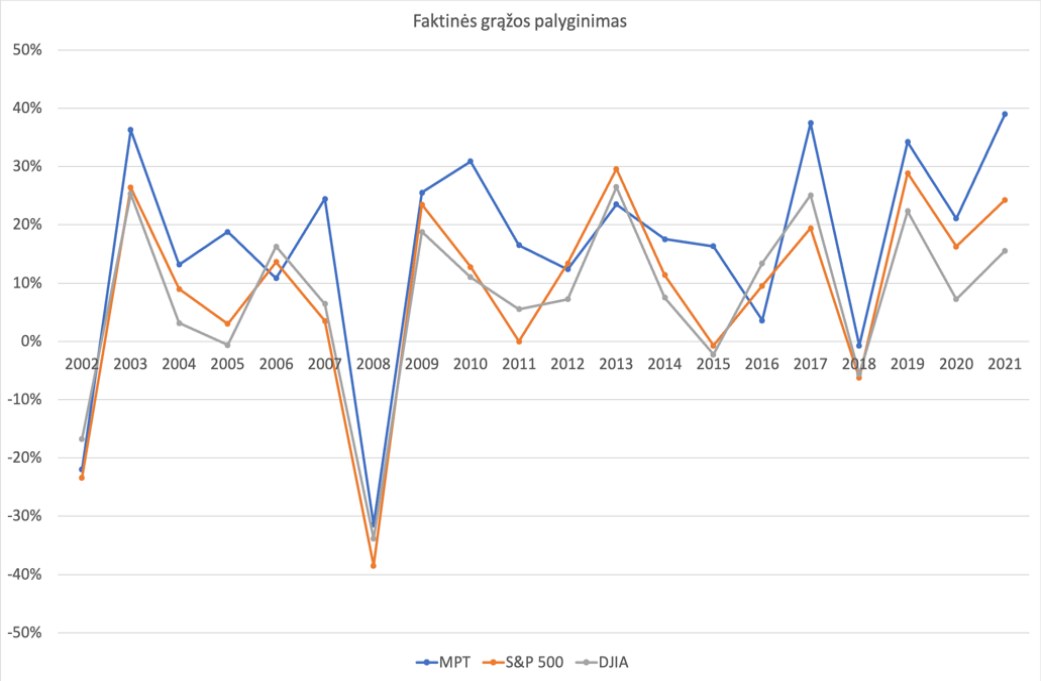
Kita investuotojams svarbi portfelio charakteristika yra tikėtina grąža. Apskaičiavę suformuotų portfelių bei palyginamųjų indeksų tikėtiną grąža, galime palyginti juos tarpusavyje (3-2 paveikslas). Iš pateiktos diagramos akivaizdžiai matoma, kad MPT portfelio tikėtina grąža visais metais buvo žymiai didesnė nei palyginamųjų indeksų. Po 2007 - 2008 metų finansų krizės „S&P 500“ indekso tikėtina grąža du sekančius metus buvo neigiama, „Dow Jones Industrial Average“ indeksų tikėtinos grąžos buvo



3-2 pav. MPT tikėtinos grąžos palyginimas

arti nulio. 2009 metais MPT portfelio tikėtina grąža taip pat sumažėjo, bet buvo gana didelė – 17,15%. MPT vidutinė tikėtina grąža siekė 22,77%, „S&P 500“ indekso – 6,59%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso – 7,09%.

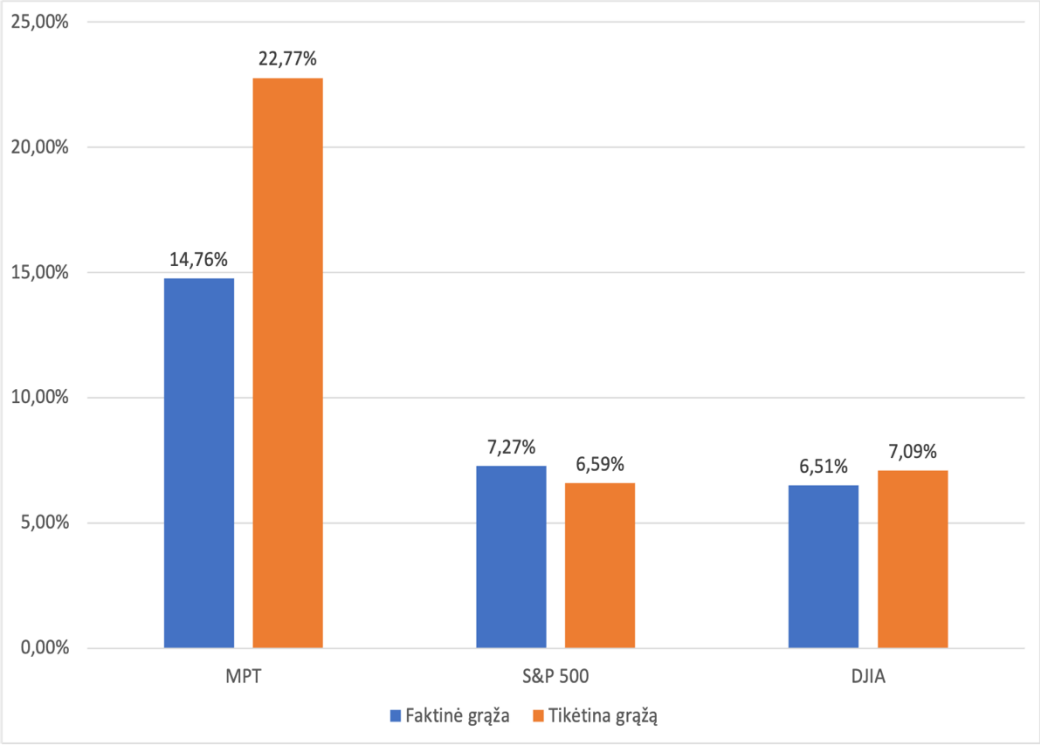
3-3 paveiksle pavaizduota faktinės MPT portfelio bei „S&P 500“ ir „Dow Jones Industrial Average“ indeksų grąžos. Pažvelgę į diagramą aiškiai matoma, kad didžiąją laiko dalį MPT grąža buvo didesnė nei lyginamųjų indeksų, tačiau buvo keletas metų, kai formuojamo portfelio grąža buvo mažesnė. 2002 metais po įvykusios finansų krizės MPT portfelio grąža (-21,99%) buvo 1,38% didesnė



3-3 pav. MPT faktinės grąžos palyginimas

nei „S&P 500“ indekso grąža, tačiau 5,23% mažesnė nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąža. 2006 metais MPT portfelio grąža taip pat buvo mažesnė (10,86%), kai „S&P 500“ indekso grąža buvo 2,76% didesnė, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso – 5,43%. Per 2008 finansų krizę MPT portfelis turėjo šiek tiek mažesnį nuostolį (-31,42%), kai „S&P 500“ indekso nuostolis buvo 7,07% didesnis, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso 2,42% didesnis. 2012 metais MPT portfelio grąža buvo didesnė nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso, tačiau labai nedideliu skirtumu mažesnė nei „S&P 500“ indekso grąža, skirtumas – 1,03%. 2013 metais MPT portfelio grąža buvo mažesnė už abu palyginamuosius indeksus. MPT portfelio grąža buvo 23,52%, S&P 500“ indekso grąža buvo didesnė 6,08%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso 2,98%. Taip pat MPT grąža buvo mažesnė nei abiejų palyginamųjų indeksų grąža 2016 metais. MPT portfelio grąža buvo 3,6%, S&P 500“ indekso grąža buvo didesnė per 5,93%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso per 9,82%. Visais kitais metais per tiriamąjį laikotarpį MPT portfelis pasirodė geriau grąžos atžvilgiu.

Vidutinės MPT portfelio, „S&P 500“ indekso ir „Dow Jones Industrial Average“ indekso gautos grąžos tiriamuoju laikotarpiu buvo atitinkamai 14,76%, 7,27% ir 6.51%. Tikėtinos vidutinės MPT portfelio, „S&P 500“ indekso ir „Dow Jones Industrial Average“ indekso gautos grąžos tiriamuoju laikotarpiu buvo atitinkamai 22,77%, 6,59% ir 7,09%. 3-4 diagramoje aiškiai matyti, kad šiuo atveju MPT teorijos pagrindu formuojamo portfelio tikėtina grąža yra optimistinė (8,01% didesnė nei gauta), kuomet lyginamųjų indeksų tikėtinos grąžos ir gautos grąžos skirtumas nėra labai didelis: „S&P 500“ indekso 0,68%. o „Dow Jones Industrial Average“ indekso 0,58%.



3-4 pav. MPT faktinės ir tikėtinos grąžos palyginimas

Apibendrinant galima teigti, kad MPT portfelis yra panašaus rizikos lygio kaip ir palyginamieji indeksai. Daugelį metų portfelis turėjo mažesnį rizikos lygį nei palyginamieji indeksai, tačiau laikotarpiu po finansų krizės nuo 2010 metų iki 2015 metų, MPT portfelio rizika buvo išaugusi. Tiek tikėtina, tiek gauta MPT portfelio grąža buvo didesnė nei palyginamųjų indeksų. Tikėtina portfelio grąža visais metais buvo žymiai didesnė nei gauta, tačiau indeksų tikėtina grąža ir gauta grąža skyrėsi ganėtinai mažai. Čia galima daryti išvadą, kad MPT modelis neįvertina veiksnių, galinčių paveikti grąža, todėl portfelio pelningumas yra pervertinamas.

3.2. CAPM portfelis

3-2 lentelėje parodyta CAPM teorijos pagrindu suformuotų portfelių tikėtina grąža, standartinis nuokrypis bei tikėtinas „Sharpe“ rodiklis.

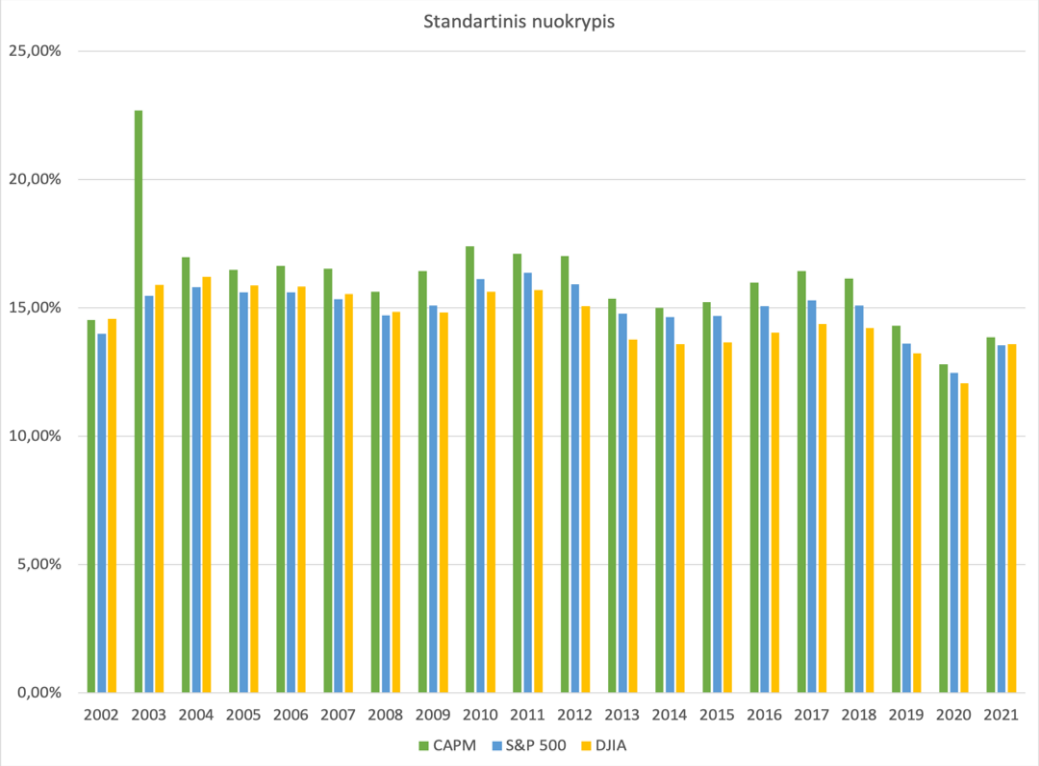
3-2 lentelė. CAPM grąžos ir rizikos charakteristikos

Metai	Tikėtina grąža	Standartinis nuokrypis	Sharpe rodiklis
2002	10,87%	14,52%	0,40
2003	14,72%	22,69%	0,48
2004	11,18%	16,96%	0,41
2005	11,08%	16,47%	0,42
2006	11,13%	16,64%	0,40
2007	11,17%	16,52%	0,39
2008	11,10%	15,62%	0,45
2009	11,39%	16,43%	0,56
2010	11,26%	17,40%	0,43
2011	11,08%	17,10%	0,46
2012	11,36%	17,02%	0,56
2013	11,10%	15,36%	0,61
2014	10,96%	15,01%	0,53
2015	11,08%	15,22%	0,59
2016	11,28%	15,98%	0,56
2017	11,40%	16,44%	0,54
2018	11,37%	16,13%	0,56
2019	11,19%	14,30%	0,59
2020	10,99%	12,79%	0,71
2021	10,94%	13,86%	0,72

Iš lentelėje pateiktų duomenų matome, kad didžiausias portfelio, formuojamo CAPM modelio pagrindu, rizikingumas buvo 2003 metais, portfelio standartinis nuokrypis buvo lygus 22,69%. Tai buvo vienintelis kartas, kai standartinis nuokrypis taip išsiskyrė. 2003 metais standartinis nuokrypis buvo 6,57% didesnis nei bendras 20 metų šio portfelio vidurkis. Kadangi portfelis formuojamas gaunant didžiausią „Sharpe“ rodiklio reikšmę, kur yra įvertinama portfelio rizikos ir grąžos santykis, 2003 metais geriausias santykis buvo gautas esant pastebimai didesnei rizikai, o tuo pačiu ir grąžai, skirtingai nei

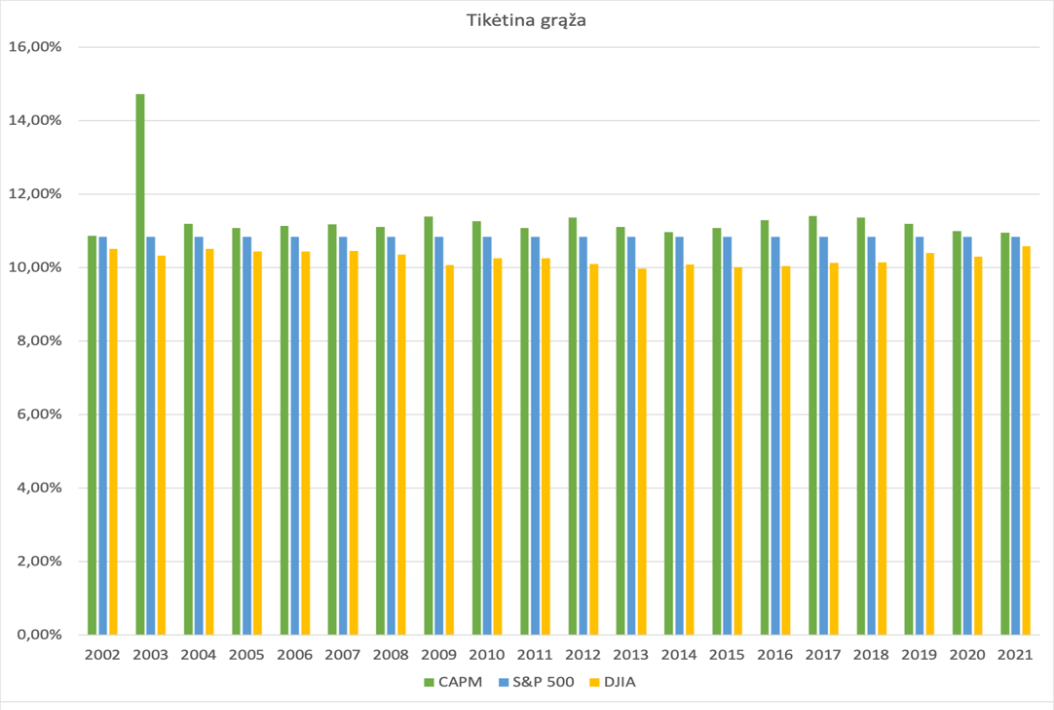
visais kitais metais. Mažiausias rizikos lygis buvo 2020 metais, kai standartinio nuokrypio reikšmė buvo lygi 12,79%.

Turint kiekvienų metų portfelio palyginamųjų indeksų „S&P 500“ ir „Dow Jones Industrial Average“ indekso standartinius nuokrypius, galime palyginti jų rizikingumą (3-5 paveikslas). Pateiktoje diagramoje matome, kad beveik visą laiką CAPM portfelis yra rizikingesnis nei palyginamieji indeksai, vienintelį kartą CAPM portfelio rizika buvo mažesnė už „Dow Jones Industrial Average“ indekso 2002 metais, nežymiu 0,06% skirtumu. Paskaičiavus metinį gautų rezultatų vidurkį buvo gauta, kad CAPM portfelio standartinis nuokrypis buvo lygus 16,12%, „S&P 500“ indekso - 14,96%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso - 14,63%. Čia galime daryti išvadą, kad CAPM pagrindu formuojamas portfelis yra rizikingesnis nei palyginamieji indeksai.



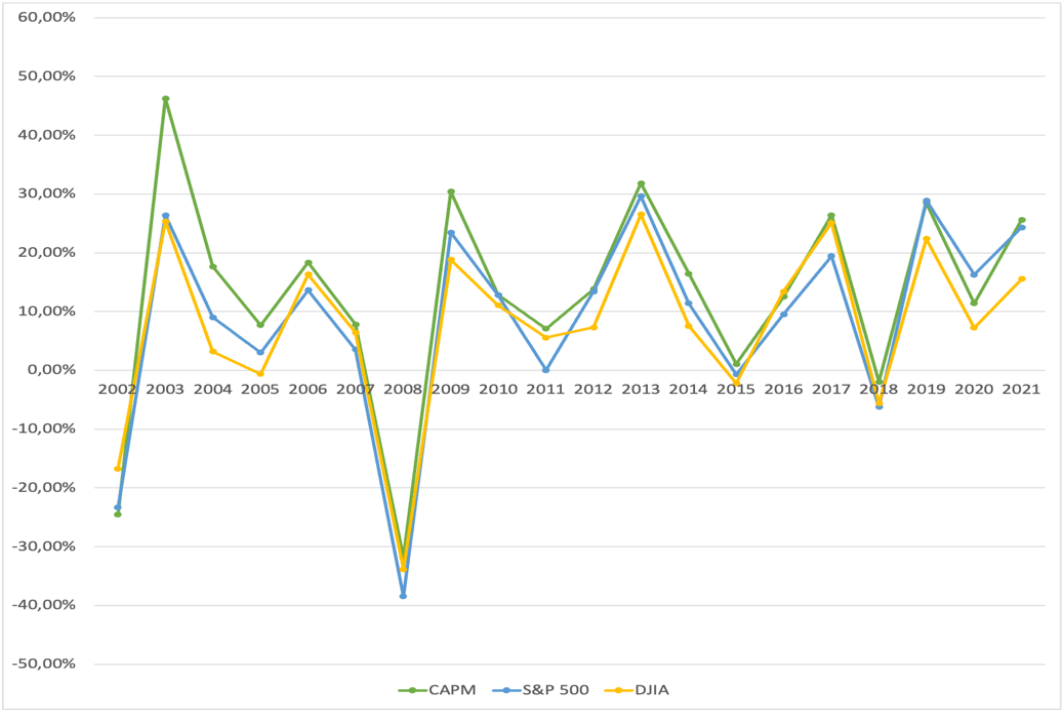
3-5 pav. CAPM standartinio nuokrypio palyginimas

Apskaičiavus suformuotų portfelių bei palyginamųjų indeksų tikėtiną grąžą, jos vaizduojamos 3-6 diagramoje. Iš pateiktos diagramos matoma, kad CAPM portfelio tikėtina grąža visais metais buvo didesnė nei palyginamųjų indeksų ir buvo gan stabili. Vienintelis išsiskiriantis kartas buvo 2003 metais, tikėtina grąža buvo 3,41% didesnė nei vidurkis. 2003 metais didžiausia „Sharpe“ rodiklio reikšmė buvo gauta prie pastebimai didesnės rizikos ir grąžos nei palyginamųjų indeksų, tačiau akivaizdu, kad tai nėra būdinga CAPM portfelį optimizuojant su didžiausia „Sharpe“ rodiklio reikšme. CAPM vidutinė tikėtina grąža siekė 11,31%, „S&P 500“ indekso – 10,83%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso – 10,26%.



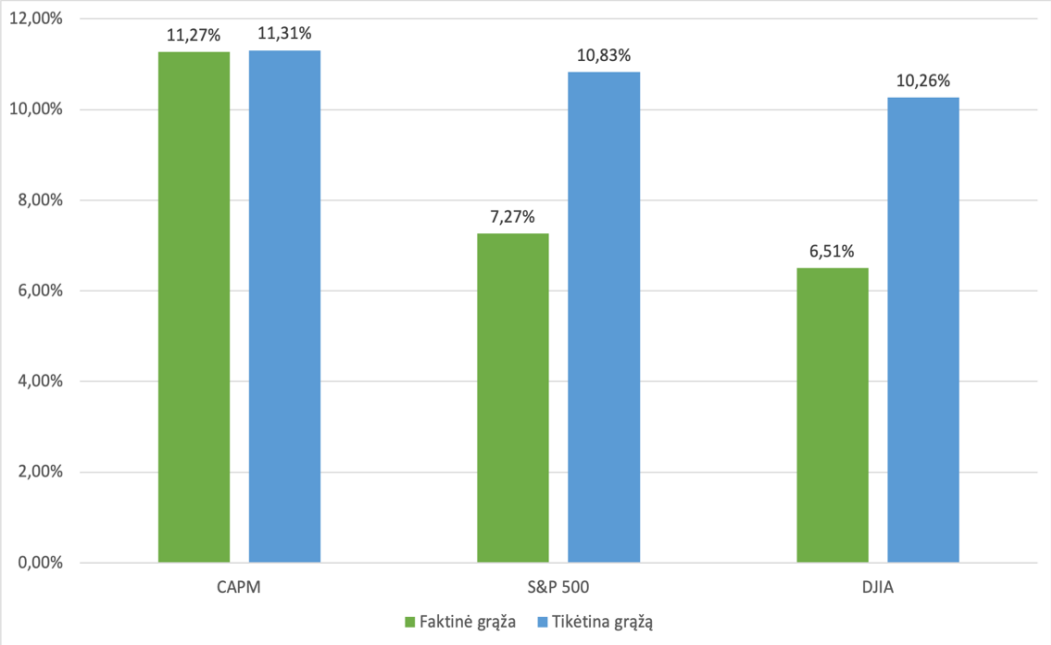
3-6 pav. CAPM tikėtinos grąžos palyginimas

3-7 paveiksle pavaizduota faktinės CAPM portfelio, „S&P 500“ ir „Dow Jones Industrial Average“ indeksų grąžos. Iš diagramos matoma, jog didelių nuokrypių nuo palyginamųjų indeksų nėra, o CAPM portfelis didžiąją laiko dalį davė geresnę grąžą. 2002 metais po įvykusios finansų krizės CAPM portfelis pasirodė prasčiau nei indeksai, portfelio grąža buvo (-24,57%), kai „S&P 500“ indekso grąža buvo 1,2% didesnė, „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąža didesnė 7,81%. Per 2008 metų krizę



3-7 pav. CAPM faktinės grąžos palyginimas

portfelis pasirodė geriau nei palyginamieji indeksai, jo grąža buvo (-31,85%), kai „S&P 500“ indekso grąža buvo mažesnė 6,95%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso – 1,99%. 2010 metais CAPM portfelio grąža buvo 0,2% mažesnė už „S&P 500“ indekso grąžą, bet didesnė nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąža. 2016 metais portfelis pasirodė 0,5% prasčiau nei „Dow Jones Industrial Average“ indeksas, tačiau 2,5% geriau nei „S&P 500“ indeksas. 2019 metais CAPM grąža buvo 14,3% ir šis portfelis turėjo 0,49% žemesnę grąža nei „S&P 500“ indeksas, bet grąža buvo 6,51% didesnė nei „Dow Jones Industrial Average“. Taip pat CAPM turėjo 4,62% mažesnę grąžą nei „S&P 500“ indeksas 2020 metais, bet 4,38% didesnę nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąžą, kai portfelio grąža siekė 11,38%. 14 metų iš 20-ies CAPM portfelis turėjo didesnę grąžą nei abu palyginamieji indeksai.



3-8 pav. CAPM faktinės ir tikėtinos grąžos palyginimas

Vidutinės CAPM portfelio, „S&P 500“ indekso ir „Dow Jones Industrial Average“ indekso gautos grąžos tiriamuoju laikotarpiu buvo atitinkamai 11,27%, 7,27% ir 6.51%. Tikėtinos vidutinės CAPM portfelio, „S&P 500“ indekso ir „Dow Jones Industrial Average“ indekso gautos grąžos tiriamuoju laikotarpiu buvo atitinkamai 11,31%, 10,83% ir 10,26% (3-8 paveikslas). Palyginamųjų indeksų tikėtina grąža buvo pervertinta, nes tikėtinai grąžai apskaičiuoti pagal CAPM teoriją buvo naudojamas „S&P 500“ indekso 50-ies paskutinių metų grąžos vidurkis (10,83%), bet tiriamuoju laikotarpiu rinkos grąža buvo mažesnė. CAPM portfelio tikėtiną ir faktinę grąžas skyrė minimalus skirtumas (tikėtina grąža buvo 0,04% didesnė).

Apibendrinant galima teigti, kad CAPM portfelis yra rizikingesnis nei palyginamieji indeksai, portfelio standartinis nuokrypis visais metais buvo didesnis, tikėtina CAPM portfelio grąža taip pat visais metais buvo didesnė nei palyginamųjų indeksų. Kalbant apie gautą portfelio grąžą, aiškiai matyti,

kad portfelio grąža yra įtakota rinkos, kadangi portfelio grąža visais metais judėjo ta pačia linkme kaip ir palyginamųjų indeksų grąža, todėl galima teigti, kad beta faktorius yra reikšmingas. Palyginus tikėtiną ir gautą grąžas, buvo pastebėta, kad CAPM modelis ganėtinai tiksliai nusakė portfelio grąžą, tačiau palyginamųjų indeksų tikėtina grąža buvo didesnė nei gauta, kas verčia suabejoti CAPM modelio tikslumu.

3.3. FF3F portfelis

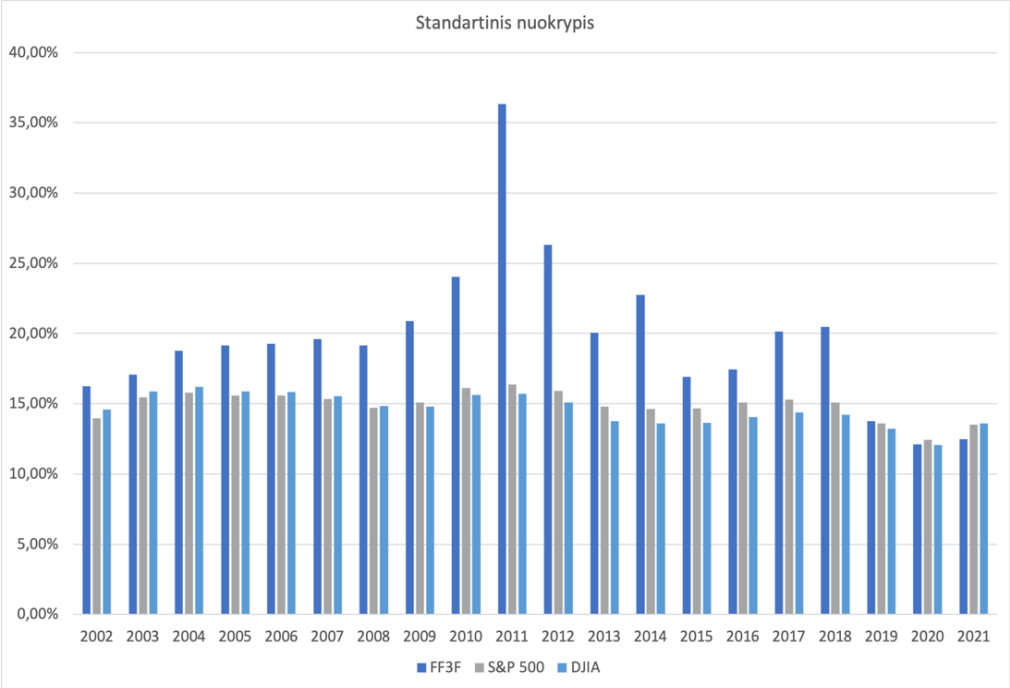
Optimizavus portfelį FF3F modelio pagrindu gauta portfelio tikėtina grąža, standartinis nuokrypis bei tikėtinas „Sharpe“ rodiklis parodyti 3-3 lentelėje.

3-3 lentelė. FF3F grąžos ir rizikos charakteristikos

Metai	Tikėtina grąža	Standartinis nuokrypis	Sharpe rodiklis
2002	19,70%	16,27%	0,90
2003	15,08%	17,06%	0,66
2004	17,97%	18,78%	0,73
2005	20,44%	19,17%	0,85
2006	18,34%	19,28%	0,72
2007	18,30%	19,60%	0,69
2008	12,34%	19,14%	0,43
2009	6,99%	20,90%	0,23
2010	9,86%	24,03%	0,25
2011	14,14%	36,34%	0,30
2012	9,26%	26,30%	0,28
2013	11,32%	20,06%	0,48
2014	12,43%	22,76%	0,41
2015	10,02%	16,90%	0,46
2016	10,09%	17,47%	0,45
2017	10,67%	20,13%	0,41
2018	12,76%	20,46%	0,51
2019	14,05%	13,76%	0,84
2020	13,69%	12,11%	0,97
2021	14,24%	12,46%	1,07

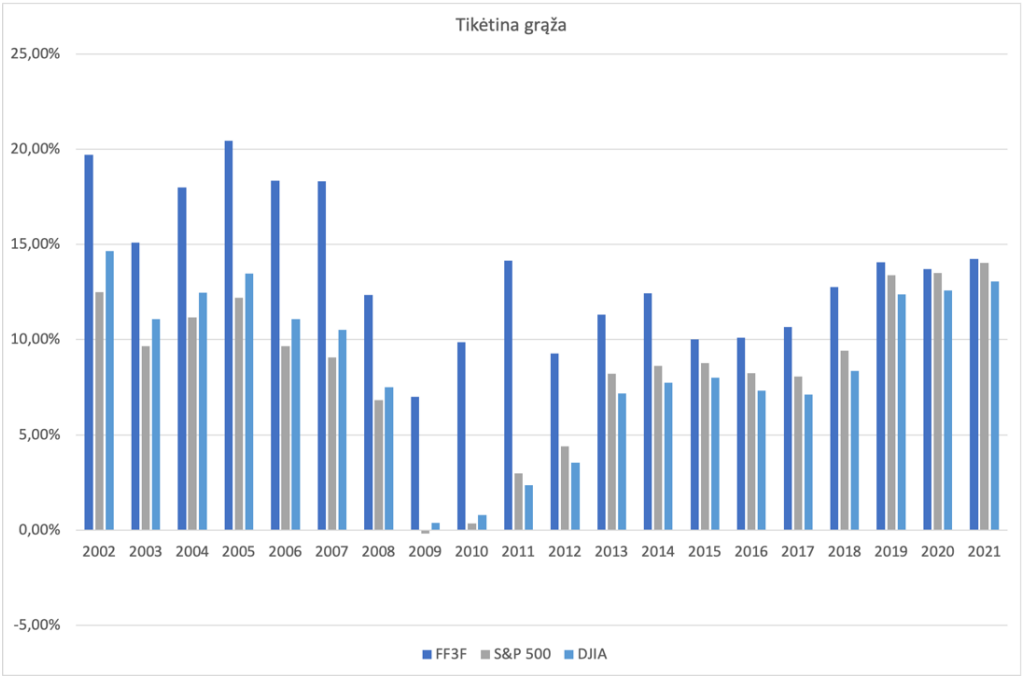
Didžiausias rizikingumas, portfelį formuojant FF3F modelio pagrindu, buvo 2011 metais, standartinio nuokrypio reikšmė siekė 36,34%, mažiausias rizikingumas buvo 2020 metais, kai standartinio nuokrypio reikšmė siekė 12,11%.

3-9 paveiksle pavaizduoti kiekvienų metų portfelio ir palyginamųjų indeksų „S&P 500“ ir „Dow Jones Industrial Average“ standartiniai nuokrypiai. Pateiktoje diagramoje matome, kad FF3F portfelio



3-9 pav. FF3F standartinio nuokrypio palyginimas

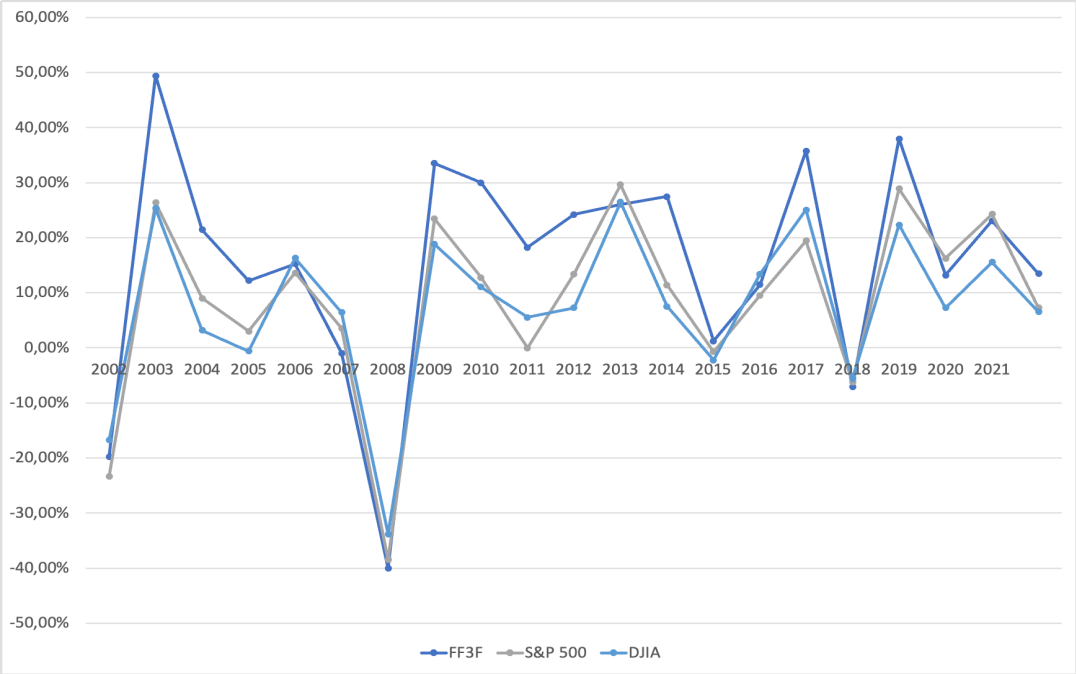
standartinis nuokrypis visais metais, išskyrus paskutinius du metus, buvo didesnis. Po 2008 metų krizės, portfelio standartinis nuokrypis išaugo. Atsižvelgus į metinį gautų rezultatų vidurkį matyti, kad FF3F portfelio standartinis nuokrypis buvo didesnis nei palyginamųjų indeksų. Portfelio vidutinis standartinis nuokrypis lygus 19,65%, „S&P 500“ indekso – 14,96%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso – 14,63%. Taigi, galime teigti, kad FF3F portfelis, formuojamas optimizuojant „Sharpe“ rodiklį, yra rizikingesnis nei palyginamieji indeksai.



3-10 pav. FF3F tikėtinos grąžos palyginimas

3-10 diagramoje pateikta FF3F ir palyginamųjų indeksų tikėtinos grąžos. FF3F portfelio tikėtina grąža visus 20 metų buvo didesnė nei palyginamųjų indeksų. Tikėtinos grąžos didžiausia reikšmė buvo gauta 2005 metais, ji siekė 20,44%, o mažiausia tikėtina grąža buvo po 2008 metais įvykusios finansų krizės 2009 metais, ji siekė 6,99%. Tuo pačiu laikotarpiu sumažėjo ir palyginamųjų indeksų tikėtina grąža. FF3F vidutinė tikėtina grąža siekė 13,53%, „S&P 500“ indekso – 8,47%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso – 8,5%.

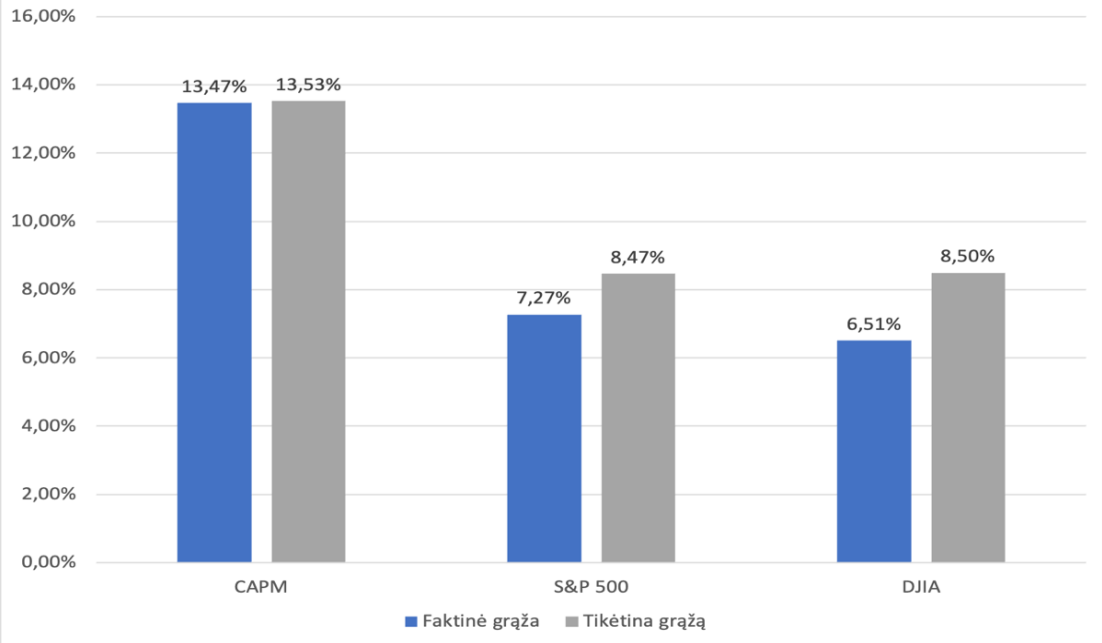
3-11 diagramoje pavaizduota faktinės FF3F portfelio bei „S&P 500“ ir „Dow Jones Industrial Average“ indeksų grąžos. Aiškiai matoma, kad FF3F portfelis davė didesnę grąža laikotarpiais po nuosmukių, tačiau nuosmukių metu, portfelio grąža buvo prastesnė. Per nuosmukį 2002 metais FF3F portfelis pasirodė geriau už „S&P 500“ indeksą per 3,57%, tačiau „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąža buvo 3,02% didesnė. FF3F rodė prastesnius rezultatus prieš finansų krizę ir finansų krizės metu, laikotarpiu nuo 2006 iki 2008. 2006 metais grąža buvo 1.6% didesnė už „S&P 500“ indekso grąžą, bet 1,07% mažesnė už „Dow Jones Industrial Average“. 2007 metais FF3F portfelio grąža buvo mažesnė už abu „S&P 500“ ir „Dow Jones Industrial Average“ indeksus atitinkamai 4,25% ir 6,19%. 2008 metais FF3F portfelio grąža siekė net (-40,03%), tai yra 1,54% didesnis nuostolis nei „S&P 500“ ir 6,19% didesnis nuostolis nei „Dow Jones Industrial Average“. Taip pat FF3F portfelio grąža buvo žemesnė nei palyginamųjų indeksų 2013 metais. Skirtumas nuo „S&P 500“ indekso buvo 3,56%, o nuo „Dow Jones Industrial Average“ indekso skirtumas buvo 0,46%. 2016 metais Portfelio grąža buvo 1,93% didesnė nei „S&P 500“ indekso, tačiau 1,96% mažesnė nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso. 2018 metais FF3F portfelio grąža buvo mažesnė už abu palyginamuosius indeksus, 0,8% už „S&P 500“



3-11 pav. FF3F faktinės grąžos palyginimas

indekso grąžą ir 1,41% už „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąžą. Tiek 2020 metais tiek 2021 metais FF3F portfelio grąža buvo didesnė nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso, tačiau mažesnė nei „S&P 500“ indekso grąža.

Vidutinės FF3F portfelio, „S&P 500“ indekso ir „Dow Jones Industrial Average“ indekso gautos grąžos tiriamuoju laikotarpiu buvo atitinkamai 13,47%, 7,27% ir 6.51%. Tikėtinos vidutinės FF3F portfelio, „S&P 500“ indekso ir „Dow Jones Industrial Average“ indekso gautos grąžos tiriamuoju laikotarpiu buvo atitinkamai 13,53%, 8,47% ir 8,5% (3-12 paveikslas). Pagal FF3F modelio tikėtinos grąžos skaičiavimus „Dow Jones Industrial Average“ indekso tikėtina grąža buvo 1,99% mažesnė nei gauta grąža, „S&P 500“ indekso tikėtina grąža buvo 1,2% didesnė nei gauta grąža, o FF3F portfelio tikėtina grąža ir gauta grąža skyrėsi 0,06%, tikėtina grąža taip pat buvo didesnė.



3-12 pav. FF3F faktinės ir tikėtinos grąžos palyginimas

Kaip ir CAPM taip ir FF3F portfelio rizika yra didesnė nei palyginamųjų indeksų. Aiškus portfelio rizikos lygio padidėjimas buvo pastebėtas laikotarpiu po 2008 metų finansų krizės. FF3F portfelio tikėtina grąža visus metus buvo didesnė nei palyginamųjų indeksų, taip pat didesnis buvo ir tiriamo laikotarpio portfelio grąžos vidurkis. Nors FF3F modeliu įvertinta palyginamųjų indeksų tikėtina grąža buvo šiek tiek didesnė nei gauta, FF3F portfelio tikėtinos grąžos vidurkis buvo nusakytas ganėtinai tiksliai palyginus su gauta grąža. Čia galima daryti išvadą, kad FF3F modelio faktoriai yra reikšmingi nusakant portfelio grąžą šiame kontekste.

3.4. FF5F portfelis

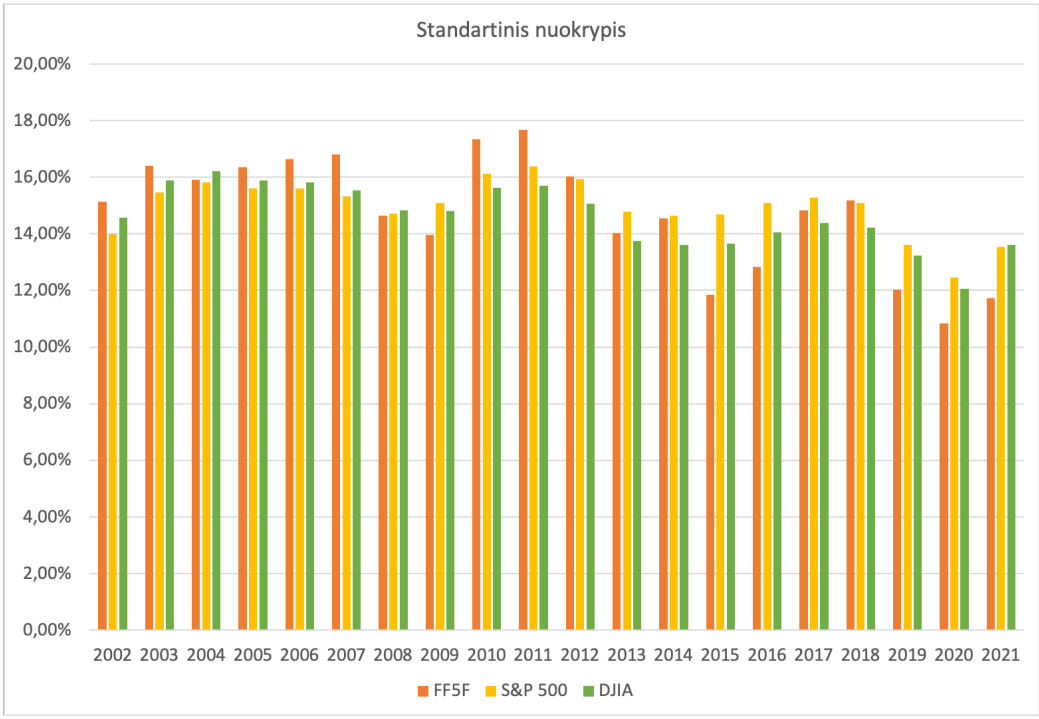
Optimizavus portfelį FF5F modelio pagrindu gauta portfelio tikėtina grąža, standartinis nuokrypis bei tikėtinas „Sharpe“ rodiklis parodyti 3.4 lentelėje.

3-4 lentelė FF5F grąžos ir rizikos charakteristikos

Metai	Tikėtina grąža	Standartinis nuokrypis	Sharpe rodiklis
2002	22,87%	15,14%	1,18
2003	20,87%	16,40%	1,04
2004	22,37%	15,91%	1,14
2005	23,77%	16,35%	1,20
2006	20,23%	16,63%	0,95
2007	19,77%	16,80%	0,90
2008	13,70%	14,64%	0,66
2009	8,23%	13,97%	0,43
2010	12,48%	17,34%	0,50
2011	11,06%	17,67%	0,44
2012	10,64%	16,02%	0,55
2013	11,80%	14,03%	0,72
2014	12,77%	14,55%	0,67
2015	10,71%	11,85%	0,72
2016	10,79%	12,82%	0,66
2017	11,36%	14,83%	0,60
2018	12,99%	15,19%	0,70
2019	13,93%	12,03%	0,95
2020	20,17%	9,16%	1,10
2021	22,07%	11,01%	1,12

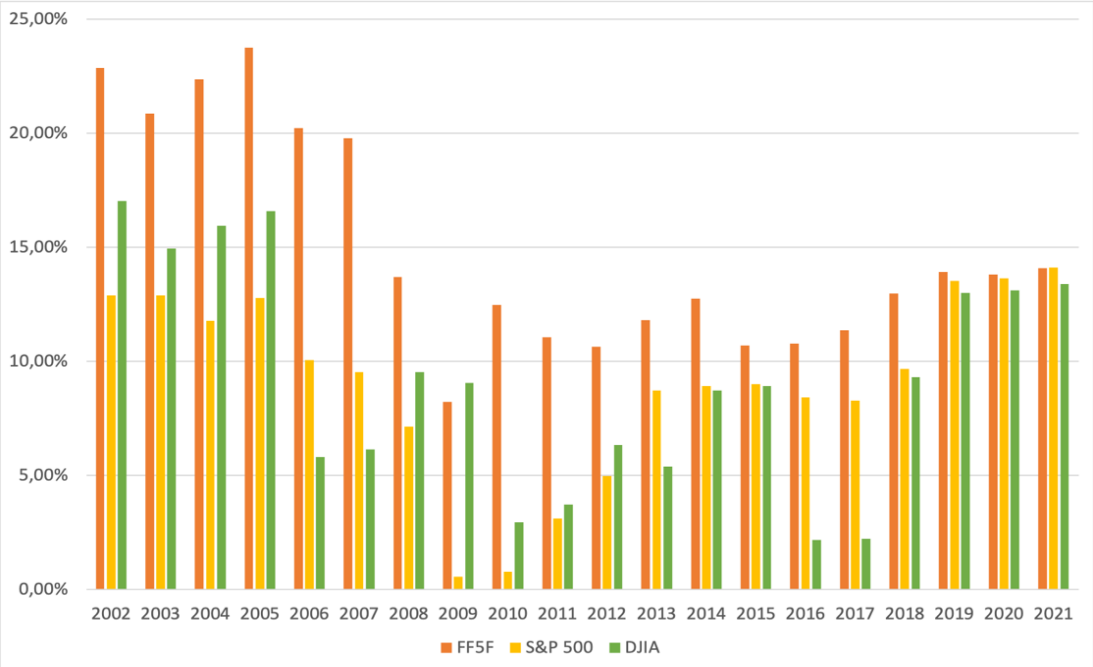
Didžiausias rizikingumas, portfelį formuojant FF5F modelio pagrindu, buvo 2011 metais, standartinio nuokrypio reikšmė siekė 17,67%, mažiausias rizikingumas buvo 2020 metais, kai standartinio nuokrypio reikšmė siekė 9,16%.

3-13 paveiksle pavaizduoti kiekvienų metų portfelio ir palyginamųjų indeksų „S&P 500“ ir „Dow Jones Industrial Average“ standartiniai nuokrypiai. Iš pateiktos diagramos matome, kad FF5F portfelio standartinis nuokrypis neturėjo pastovumo palyginamųjų indeksų atžvilgiu. Atsižvelgus į metinį gautų rezultatų vidurkį matyti, kad FF5F portfelio vidutinis standartinis nuokrypis buvo labai panašus į palyginamųjų indeksų standartinį nuokrypį. Portfelio vidutinis standartinis nuokrypis lygus 14,74%, „S&P 500“ indekso – 14,96%, o „Dow Jones Industrial Average“ indekso – 14,63%. Taigi, galime teigti, kad FF5F portfelis, formuojamas optimizuojant „Sharpe“ rodiklį, yra panašaus rizikos lygio kaip palyginamieji indeksai.



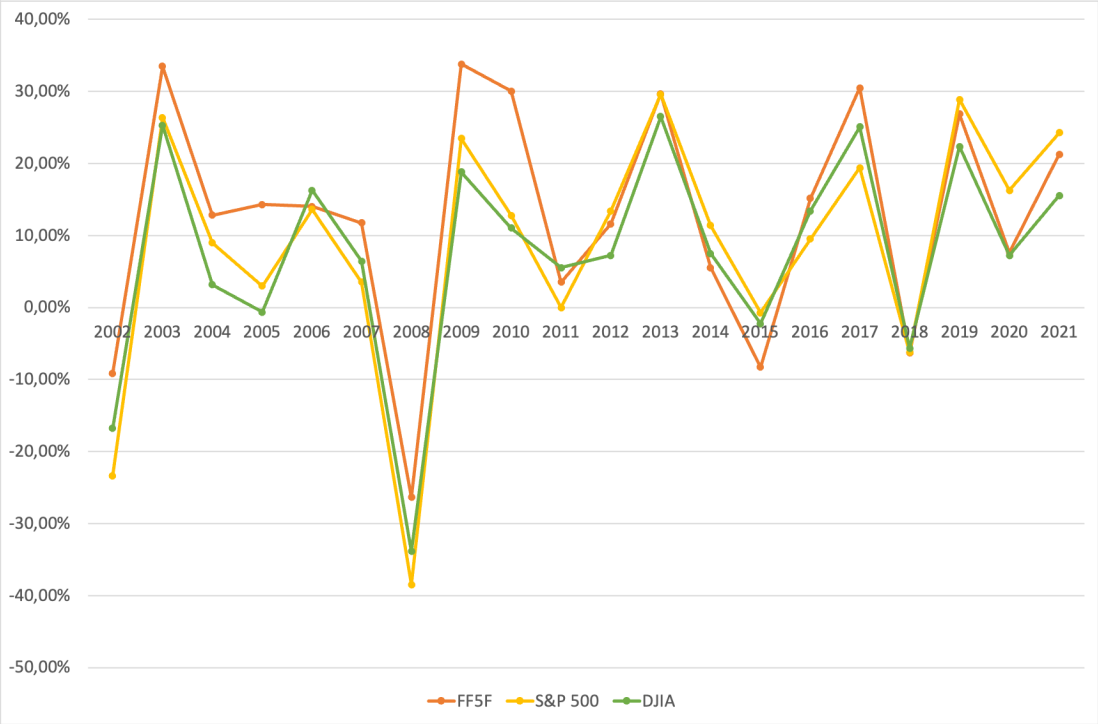
3-13 pav. FF5F standartinio nuokrypio palyginimas

Pateiktoje 3-14 diagramoje yra FF5F ir palyginamųjų indeksų tikėtinos grąžos. FF5F portfelio tikėtina grąža didžiąją dalį buvo didesnė nei palyginamųjų indeksų, tik 2009 metais „Dow Jones Industrial Average“ indekso tikėtina grąža buvo didesnė nei portfelio ir 2021 metais S&P 500“ indekso



3-14 pav. FF5F tikėtinos grąžos palyginimas

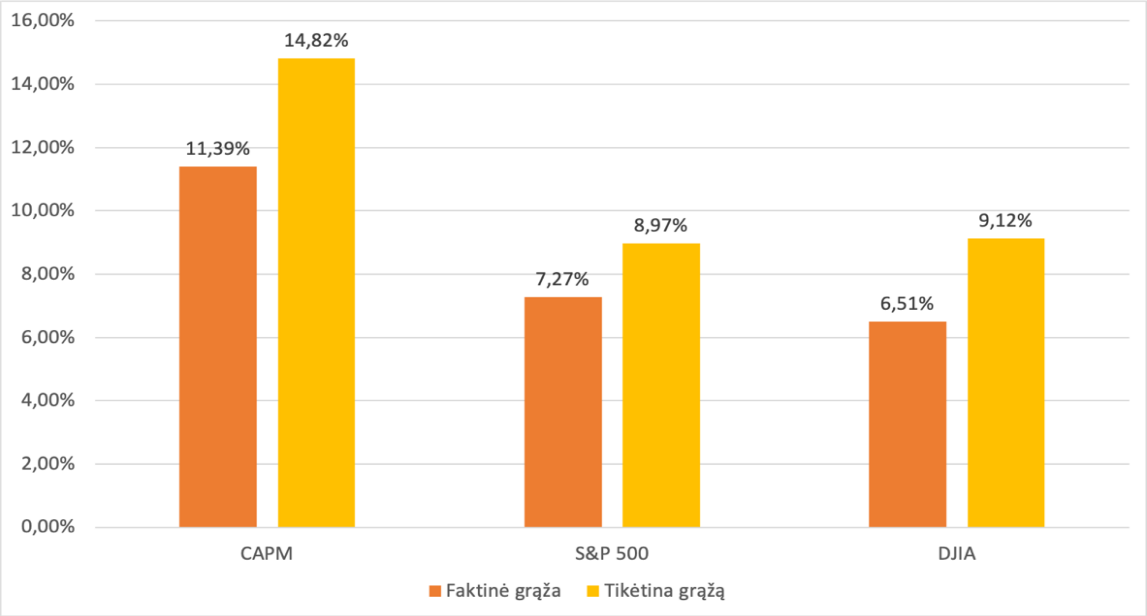
tikėtina grąža buvo didesnė nei portfelio. Tikėtinos grąžos didžiausia reikšmė buvo gauta 2005 metais, ji siekė 23,77%, o mažiausia tikėtina grąža buvo 2009 metais, ji siekė 8,23%.



3-15 pav. FF5F faktinės grąžos palyginimas

3-15 diagramoje pavaizduota faktinės FF5F portfelio bei „S&P 500“ ir „Dow Jones Industrial Average“ indeksų grąžos. FF5F portfelio grąža išsiskyrė nuo kitų modelių ir palyginamųjų indeksų tuo, kad per 2002 metų bei 2008 metų nuosmukius, šio portfelio grąža buvo geresnė. 2002 metais portfelio grąža buvo (-9,15%), tai yra 14,22% daugiau nei „S&P 500“ ir 7,61% daugiau nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąža. 2008 metai portfelio grąža buvo (-26,33%), tai 12,16% didesnė grąža nei „S&P 500“ indekso ir 7,51% didesnė grąža nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąža. Kaip ir kiti portfeliai, šis portfelis turėjo geresnius rezultatus metai po nuosmukio. 2003 metais 33,47%, tai yra 7,09% didesnė grąžą nei „S&P 500“ indekso ir 8,15% didesnė grąža nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso. 2009 metais grąža buvo 33,82%, tai yra 10,37% didesnė grąža nei „S&P 500“ indekso ir 15% didesnė grąža nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso. Iš viso portfelis 11 metų iš 20 parodė geresnius rezultatus nei abu palyginamieji indeksai grąžos atžvilgiu. Portfelis turėjo 2,26% mažesnę grąžą nei „Dow Jones Industrial Average“ indeksas 2005 metais, tačiau grąža buvo 0,41% didesnė nei „S&P 500“ indekso. 2011 metais portfelis turėjo 2% mažesnę grąžą nei „Dow Jones Industrial Average“ indeksas, bet 3,54% didesnę nei „S&P 500“indeksas. 2012 metais FF5F portfelio grąža buvo 4,35% didesnė nei „Dow Jones Industrial Average“, bet 1,8% mažesnė nei „S&P 500“ indekso. 2014 metais ir 2015 metais portfelio grąža buvo mažesnė nei abiejų indeksų. 2014 metais grąža buvo 5,83% mažesnė nei „S&P 500“ indekso ir 1,96% nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąža. 2015 metais

portfelio grąža buvo 7,54% mažesnė nei „S&P 500“ indekso ir 6,04% „Dow Jones Industrial Average“ indekso. Taip pat portfelis parodė prastesnius rezultatus nei abu palyginamieji indeksai 2018 metais, tačiau labai nedideliu skirtumu. Grąža buvo 0,07% mažesnė nei „S&P 500“ indekso ir 0,68% „Dow Jones Industrial Average“ indekso. Laikotarpiu nuo 2019 metų iki 2021 metų FF5F portfelio grąža buvo atitinkamai 1,99%, 8,6% ir 3% mažesnė nei „S&P 500“ indekso, tačiau 4,55%, 0,41% ir 5,75% didesnė nei „Dow Jones Industrial Average“ indekso grąža.



3-16 pav. FF5F faktinės ir tikėtinos grąžos palyginimas

3-16 paveiksle pavaizduotos vidutinės FF5F portfelio, „S&P 500“ indekso ir „Dow Jones Industrial Average“ indekso gautos grąžos tiriamuoju laikotarpiu, kurios atitinkamai buvo 11,39%, 7,27% ir 6.51%. Tikėtinos vidutinės FF5F portfelio, „S&P 500“ indekso ir „Dow Jones Industrial Average“ indekso gautos grąžos tiriamuoju laikotarpiu buvo atitinkamai 14,82%, 8,47% ir 8,5%. Pagal FF5F modelio tikėtinos grąžos skaičiavimus „Dow Jones Industrial Average“ indekso tikėtina grąža buvo 2,97% didesnė nei gauta grąža, „S&P 500“ indekso tikėtina grąža buvo 1,7% didesnė nei gauta grąža, o FF5F portfelio tikėtina grąža buvo 3,43% didesnė nei gauta grąža.

FF5F yra panašaus rizikingumo kaip ir palyginamieji indeksai. Standartinis nuokrypis nuolat kito, tačiau reikšmingų nukrypimų palyginamųjų indeksų atžvilgiu nebuvo. Vertinant tikėtiną grąžą FF5F modelio teorijos pagrindu, ji buvo didesnė nei gauta, tiek vertinant portfelio, tiek palyginamųjų indeksų grąžą. Dėl šios priežasties galima teigti, kad FF5F modelio faktoriai pervertina investicijų pelningumą šiame kontekste. FF5F modelio pagrindu formuojamas portfelis išsiskyrė tuo, kad portfelio grąža finansinių nuosmukių laiku 2002 metais ir 2008 metais patyrė žymiai mažesnį nuostolį nei palyginamieji indeksai ar kiti šiame tyrime formuojami portfeliai.

3.5. Portfelių efektyvumo analizė

Lyginant analizuojamus portfelius su palyginamaisiais indeksais, buvo pastebėta, kad visi portfeliai pasižymėjo didesniu pelningumu, tačiau CAPM modelis ir FF3F modelis pasižymėjo didesniu standartiniu nuokrypiu, kai MTP ir FF5F modelių standartinis nuokrypis nuo palyginamųjų indeksų skyrėsi nežymiai. Šiame poskyryje bus nagrinėjami portfelių efektyvumo rodikliai.

Apskaičiavus analizuojamų portfelių efektyvumo rodiklius, galime juos palyginti tarpusavyje. Apibūdinti portfelių efektyvumą buvo apskaičiuoti šie rodikliai: *beta* koeficientas, standartinis nuokrypis, „sharpe“ rodiklis, „treynor“ rodiklis, „Jensen alfa“ rodiklis, grąža. Skaičiavimai buvo atliekami kiekvienų metų gale, prieš subalansuojant portfelius. 3.5 lentelėje pateiktos portfelių efektyvumo rodiklių vidutinės metinės analizuojamo laikotarpio reikšmės. Kiekvienų metų rodiklių reikšmės pateiktos 2 priede.

3-5 lentelė. Portfelių efektyvumo rodikliai

	Beta	Eilė	Standartinis nuokrypis	Eilė	Sharpe rodiklis	Eilė	Treynor rodiklis	Eilė	Jensen alfa	Eilė	Vidutinė metinė grąža	Eilė
MTP	0,76	#2	14,76%	#1	0,99	#1	0,18	#1	9,31%	#1	14,76%	#1
CAPM	1,06	#4	16,11%	#3	0,61	#4	0,09	#4	3,37%	#4	11,27%	#4
FF3F	1,01	#3	19,58%	#4	0,72	#2	0,132	#2	6,77%	#2	13,47%	#2
FF5F	0,75	#1	14,83%	#2	0,68	#3	0,129	#3	4,87%	#3	11,39%	#3

Kai *beta* koeficiento reikšme mažesnė nei 1, reiškia investicija yra mažiau rizikinga ir mažiau pelninga nei rinka, jei *beta* koeficiento reikšme didesnė nei 1, reiškia investicija yra rizikingesnė ir labiau pelninga nei rinka. Iš pateiktos 3.5 lentelės matome, kad mažiausiai rizikingas portfelis *beta* koeficiento atžvilgiu buvo FF5F su 0,75 *beta* koeficiento reikšme. Labai panašus rezultatas buvo MPT portfelio, *beta* koeficientas lygus 0,76. CAPM ir FF3F portfelių *beta* koeficiento reikšmės buvo daugiau nei 1, tai reiškia, kad pagal šį rodiklį portfeliai rizikingesni nei rinka. CAPM *beta* lygus 1,06, FF3F *beta* lygus 1,01.

Standartinis nuokrypis parodo investicijos rizikingumą. Didžiausiu standartiniu nuokrypiu pasižymėjo FF3F portfelis, rodiklio reikšmė buvo 19,58%. CAPM standartinis nuokrypis, kaip ir FF3F portfelio, buvo didesnis nei palyginamųjų indeksų – 16,11%. FF5F ir MPT standartiniai nuokrypiai buvo panašaus dydžio kaip ir palyginamųjų indeksų. FF5F standartinis nuokrypis lygus 14,83%, MPT standartinio nuokrypio reikšmė buvo mažiausia – 14,76%.

„Sharpe“ rodiklis įvertina investicijos rizikos ir grąžos santykį, kuo didesnė šio rodiklio reikšmė, tuo rizikos ir grąžos santykis geresnis. Skaičiuojant šį rodiklį, standartinis nuokrypis vertinamas kaip rizikos faktorius. Mažiausias „Sharpe“ reikšmė gauta CAPM portfeliui – 0,61, šiek tiek didesniu

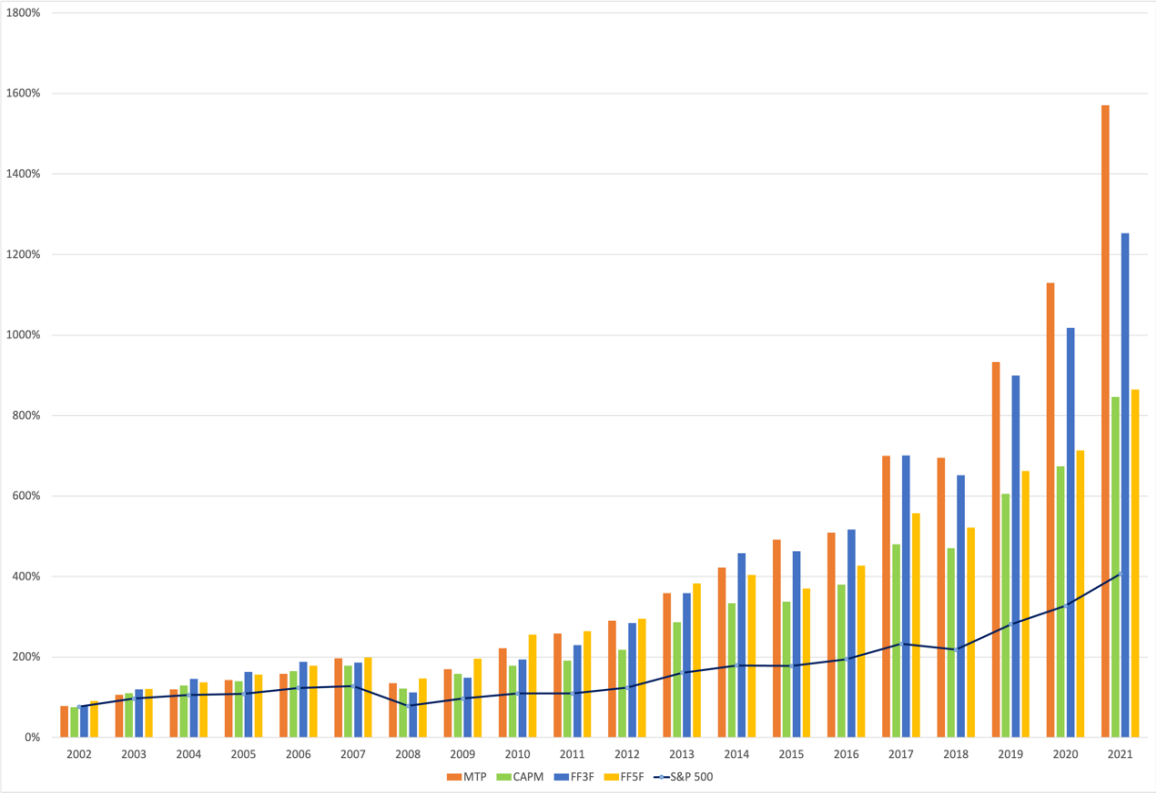
„Sharpe“ rodikliu pasižymėjo FF5F portfelis – 0,68, FF3F portfelio „Sharpe“ rodiklis lygus 0,72, o didžiausią „Sharpe“ rodiklio reikšmė buvo MPT portfelio – 0,99.

„Treynor“ rodiklis kaip ir „Sharpe“, nusako investicijos rizikos ir grąžos santykį, tik šiuo atveju rizikos faktorius yra investicijos *beta*. Mažiausia „Treynor“ rodiklio reikšme pasižymėjo CAPM portfelis – 0,09, FF3F ir FF5F portfelių „Treynor“ rodiklio reikšmės buvo labai panašios, FF3F – 0,132, o FF5F – 0,129. Didžiausią „Treynor“ rodiklio reikšmę parodė MPT portfelis – 0,18.

„Jensen alfa“ rodiklis parodo investicijos pelningumą rinkos atžvilgiu. Mažiausią „Jensen alfa“ rodiklio reikšmę parodė CAPM, šio portfelio alfa rodiklio vidutinė reikšmė buvo 3,37%. FF5F portfelio „Jensen alfa“ rodiklio reikšmė buvo 4,87%. FF3F portfelio „Jensen alfa“ buvo lygi 6,77%. MPT portfelio „Jensen alfa“ rodiklio reikšmė buvo didžiausia – 9,31%.

Taip pat į portfelių tarpusavio palyginimą buvo įtrauktos vidutinės metinės grąžos. Svarbu paminėti, kad portfelio vidutinė grąža buvo apskaičiuota geometrinio vidurkio principu, tokiu būdu yra atsižvelgiama į sudėtines palūkanas ir vidutinė reikšmė yra tikslesnė. Mažiausia vidutine grąža pasižymėjo CAPM portfelis – 11,27%, šiek tiek didesnė vidutinė metinė grąža buvo FF5F portfelio – 11,39%, FF3F portfelio vidutinė metinė grąža buvo lygi – 13,47%, o didžiausia vidutine metine grąža pasižymėjo MPT portfelis – 14,76%.

3-17 paveiksle pavaizduota kaip kito bendra portfelių grąža tiriamuoju laikotarpiu. 2002 metais geriausią rezultatą parodė FF5F portfelis, 2003-2006 metais didžiausia bendra grąža buvo FF3F portfelio, laikotarpiu nuo 2007 iki 2013 metų, geriausią bendrą grąžą turėjo FF5F portfelis, 2014 metais



3-17 pav. Portfelių bendros grąžos palyginimas

– FF3F portfelis, 2015 metais – MPT, 2016-2017 metais – FF3F, o nuo 2018 iki 2021 – MPT portfelis. CAPM portfelis nei vienais metais neturėjo didesnės bendros grąžos nei kiti portfeliai. FF5F portfelis rodė rezultatus iki 2014 metų, tačiau po to portfelio augimas sulėtėjo. FF3F ir MPT portfelių grąžų skirtumas dar 2017 metais skyrėsi vos 1%, FF3F grąža buvo didesnė, tačiau laikotarpiu nuo 2018 metų iki 2021 metų MPT portfelio augimas buvo spartesnis ir pasibaigus 2021 metams, bendra MPT portfelio grąža buvo 317.63% didesnė nei FF3F portfelio.

Apibendrinus galima teigti, kad visi portfeliai parodė geresnius rezultatus nei palyginamieji indeksai, tačiau FF3F bei CAPM portfeliai pasižymėjo didesniu rizikos lygiu. Geriausiu rizikos bei grąžos santykiu pasižymėjo MPT portfelis. Nepaisant to, MPT modeliu vertinant portfelio tikėtiną grąžą, nėra atsižvelgiama į jai įtaką turinčius faktorius. Taip pat šiuo modeliu apskaičiuojant grąžą, yra naudojamas aritmetinis vidurkis, kas lemia tai, jog nėra atsižvelgiama į sudėtinių palūkanų efektą. Dėl šių priežasčių buvo pastebėtas tikėtinos MPT portfelio grąžos pervertinimas, lyginant ją su gauta grąža. CAPM modelis parodė, kad rinkos faktorius turi įtaką formuojamo portfelio rezultatams, šio portfelio gautos metinės grąžos buvo artimiausios rinkos indeksams, visais tyrimo metais portfelio grąža judėjo ta pačia linkme kaip ir palyginamųjų indeksų grąža. CAPM portfelio vidutinė tikėtina grąža buvo labai artima vidutinei gautai grąžai, tačiau indeksų tikėtina grąža skyrėsi nuo gautos. Taip atsitiko dėl to, kad tyrimo laikotarpiu indeksų vidutinė metinė grąža buvo didesnė nei 50-ies metų vidutinė rinkos grąža. CAPM modelis parodė prasčiausius rezultatus vertinant rizikos-grąžos santykį. FF3F portfelis buvo labiausiai rizikingas, tačiau FF3F modeliu apskaičiuota vidutinė tikėtina grąža buvo artimiausia gautai grąžai. Čia galima padaryti išvadą, kad apskaičiuojant tikėtina grąžą remiantis rinkos, dydžio ir vertės faktoriais, investuojant į didelės kapitalizacijos „Dow Jones Industrial Average“ indekso akcijas, FF3F modelis parodė geriausią rezultatą. Vertinant FF3F portfelio rizikos-grąžos santykį, jis buvo antras eilėje tarp tiriamų portfelių. FF5F portfelis buvo panašaus rizikos lygio kaip MPT portfelis ir palyginamieji indeksai. Taip pat FF5F portfelis pasižymėjo tuo, kad per finansinių nuosmukių laikotarpius 2002 metais ir 2008 metais, šis portfelis turėjo mažiausią nuostolį. Tai reiškia, kad šiame kontekste, pelningumo ir investicijų faktoriai buvo reikšmingi apskaičiuojant portfelio grąžą finansinių nuosmukių metu. Nepaisant to, F5FF portfelio rizikos-grąžos santykis buvo trečias eilėje, o vidutinė tiriamo laikotarpio grąža buvo tik šiek tiek didesnė nei CAPM portfelio.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Investavimo procesas padeda investuotojui sistemingai siekti savo tikslų. Šis procesas susideda iš kelių pagrindinių žingsnių: planavimo, portfelio formavimo ir efektyvumo vertinimo. Planavimo etape išsikeliami tikslai, sudaroma investavimo politika, pasirenkama portfelio valdymo strategija. Portfelio formavimo etape vertinamos investicijos ir jų sąveika tarpusavyje, konstruojamas portfelis, siekiant gauti norimą rizikos-grąžos santykį. Efektyvumo vertinimo etape, naudojant tokius rodiklius kaip „Sharpe ratio“, „Jenseno alfa“ ar „Treynor ratio“, vertinamas portfelio rizikos-grąžos santykis bei apskaičiuojama portfelio vidutinė grąža.

2. Išanalizavus mokslinėje literatūroje pateiktą medžiagą apie investicinio portfelio formavimo modelius galima teigti, kad MPT pagrindu formuojami portfeliai yra efektyvūs. Formuojant portfelius MPT teorijos pagrindu, atsižvelgiama į atskirų investicijų sąveiką tarpusavyje, o tai leidžia valdyti portfelio rizikos-grąžos santykį. CAPM modelis nusako rinkos riziką, tačiau dažni rinkoje vykstantys svyravimai iškreipia tikėtiną modelio grąžą. Nepaisant to, CAPM modelis plačiai taikomas dėl savo paprasto pritaikymo. FF3F ir FF5F modelių reikšmingumas buvo vertinamas teigiamai, nusakant investicijų grąžą. Moksliniai tyrimai atskleidė, kad šių modelių faktorių reikšmingumas turėjo skirtingą vertę tiriant juos įvairiose pasaulio rinkose. Tyrinėtoje literatūroje FF5F modelis parodė geresnius rezultatus nei FF3F modelis.

3. Sudarant tyrimo metodologiją buvo atsižvelgta į prieš tai vykdytus panašaus tipo tyrimus. Portfeliai buvo formuojami siekiant išgauti maksimalų „Sharpe“ rodiklį. Portfeliai buvo sudaromi iš „Dow Jones Industrial Average“ indekso akcijų, o jų tikėtina grąža buvo nusakoma remiantis tiriamais modeliais. Vertinant portfelių efektyvumą, portfelių rizikos grąžos santykiui nusakyti buvo naudojami „Sharpe“, „Jenseno alfa“ „Treynor“ rodikliai, portfelių rizikai nusakyti buvo naudojami beta rodiklis ir standartinis nuokrypis, o portfelių grąžai apskaičiuoti buvo naudojamas geometrinis vidutinės grąžos apskaičiavimo būdas. Vykdant tyrimą buvo pasirinkti tokie metodai: dokumentų analizė, modeliavimo metodas, dispersinė analizė.

4. Formuojant investicinius portfelius buvo pastebėta, kad MPT modelio atskirų akcijų bei portfelių tikėtinos grąžos buvo didžiausios tarp tiriamųjų modelių. Taip pat didžiausios buvo formuojamo MPT portfelio tikėtinos „Sharpe“ rodiklio reikšmės, kurios beveik visais metais buvo daugiau nei 1, kuomet kitų portfelių tikėtinos „Sharpe“ rodiklio reikšmės dažniausiai buvo mažesnės nei 1. Apskaičiavus suformuotų portfelių gautas vidutines grąžas, buvo matyti, kad visi portfeliai davė didesnę grąžą nei palyginamieji indeksai. Portfelių metiniai efektyvumo rodikliai rodė įvairius rezultatus skaičiuojant jų metines reikšmes, tik apskaičiavus jų vidutines reikšmes buvo galima pastebėti portfelių efektyvumo rodiklių skirtumus.

5. Tyrimo rezultatai atskleidė, jog MPT portfelis buvo efektyviausias tiek rizikos-grąžos santykių, tiek bendru portfelio pelningumu. CAPM portfelis parodė, kad rinkos faktorius yra reikšmingas formuojant portfelį, tačiau visi tyrime naudoti rizikos-grąžos santykį nusakantys rodikliai parodė, jog CAPM portfelis buvo mažiausiai efektyvus. FF3F portfelis buvo labiausiai rizikingas iš visų tirtų portfelių, tačiau jis pasižymėjo tiksliausiu grąžos paaiškinimu, o rizikos-grąžos rodiklių reikšmėmis bei bendru pelningumu, šis portfelis pasirodė prasčiau tik už MPT portfelį. FF5F portfelis išsiskyrė tuo, kad per finansinių nuosmukių laikotarpius 2002 metais ir 2008 metais, jis turėjo mažiausią nuostolį, tačiau tiek rizikos-grąžos santykiu, tiek bendra portfelio grąža, šis portfelis buvo trečias eilėje. Taigi, tyrimo hipotezė pasitvirtino tik dalinai, kadangi tiriamų modelių pagrindu portfeliai parodė geresnius rezultatus nei rinkos indeksai, tačiau FF5F nebuvo tiksliausiai grąžą nusakantis modelis.

Remiantis atlikta mokslinės literatūros analize bei atlikto empirinio tyrimo rezultatu analize, pateikiami šie pasiūlymai dėl investicinio portfelio formavimo modelių taikymo:

1. Formuojant investicinį portfelį siūloma naudotis MPT teorija, portfelio investicijų svorius apskaičiuoti išgaunant didžiausią „Sharpe“ rodiklį. Tokiu būdu suformuojamas optimalus portfelis rizikos-grąžos santykio atžvilgiu.
2. Investuojant į didelės kapitalizacijos įmones Jungtinių Amerikos Valstijų rinkoje, esant rinkos nuosmukio rizikai, siūloma atsižvelgti į FF5F modelio faktorius apskaičiuojant portfelio tikėtiną grąžą, kadangi šiuo modeliu formuojamas portfelis, rinkos indeksų atžvilgiu, vienintelis sumažino portfelio nuostolį.
3. Siekiant nusakyti portfelio grąžą, investuojant į didelės kapitalizacijos įmones Jungtinių Amerikos Valstijų rinkoje, siūloma naudoti FF3F modelį. Šis modelis tiksliausiai nusakė tikėtiną investicijų grąžą lyginant jį su MPT, CAPM ir FF5F modeliais.

LITERATŪRA

1. Abd-Alla, M. H., Sobh, M. (2020). Empirical Test of Fama and French Three-Factor Model in the Egyptian Stock Exchange. *Sadat Academy for Management Sciences Department of Business Administration Cairo, Egypt*. Prieiga per internetą: https://journals.muni.cz/fai/article/view/14178/11846
2. Aguenaou S., Abrache J., El Kadiri B. (2011) Testing Fama French three factor modeli n the Moroccan stock market. International journal of business, accounting, & finance. Vol. 5, No. 2. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=23&sid=656cd896-b872-46d0-87d4-12816c5cbbe4%40redis
3. Aleknevičienė, V., Mušeikytė G. (2020). Globalaus portfelio turto alokacija verslo ciklų kontekste. *Vytauto Didžiojo universitetas*. Vol. 14, no 1: 1-11. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=10&sid=461803d7-3611-46a6-978b-435919783e62%40redis
4. Alexandru, C. D. (2020). The use of a Simplified Markowitz Model in Choosing Profitable Portfolio. *"Ovidius" University Annals, Economic Sciences Series*. Volume XX, 126-130. Prieiga per internetą: https://stec.univ-ovidius.ro/html/anale/RO/wp-content/uploads/2021/03/Section%205/15.pdf
5. Bajaj, S. (2021). Interplay of equity shares: allocating investments via Markovitz model. *IUP journal of applied finance*. Vol. 27, No. 1. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-p-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=46&sid=87b842af-ed0c-46ff-aaeb-952ec4094cc6%40redis
6. Baker, H. K., Filbeck, G., (2013). Portfolio theory and management. *Oxford University Press*. 1, 2. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fNTc4NjQ2X19BTg2?sid=5790d1c8-58ae-4085-acac-e219975629e4@redis&vid=11&format=EB&rid=7
7. Bartkus, E. V., Paleviciene, A. (2013). The optimization and evaluation of investment portfolio. *Kaunas university of technology*. 24(4), 282-290. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=6&sid=315955f2-f048-4e39-b739-837d37e51903%40redis

8. Bhagyasree, N., Kishori, B. (2016). A study on performance evaluation of mutual funds schemes in India. *International journal for innovative research in science & technology*. Vol. 2, issue 11. Prieiga per internetą: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/46216848/IJIRSTV2I11203-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1647206123&Signature=Szr2TLYmUCGH1sF4NRvlhx9Js0amD4pZLDvwG1opgMpoVAPItJeC4f-IoS0QTs-MR49LR3sVseNunnG7z8aHQLk4cSU1e~xS9~N~z72E7VHAciDHjOEDg9uvKc5~tTZIxTepvypE3CGGIXK~TuJWvB7zhdPG8NoDy7gH-vBbWvs~rToXStEq10IK7oThpkwYuGr1mDGH1Q~ShNzgnmdhm3CYDv1r-oodQsm5p8asfJFOBLSNuFz9qj1SQdvIDyxM0RekWBT91CIE8f1SM84KZn2gOKhsALdGyTxgxj~KRiu9VhctDUchlQSoKp0ytSaJAA79umcWfoOMgRr4zI~H9w__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA
9. Blanco B. 2012. The use of CAPM and Fama and French Three Factor Model: portfolios selection. *Public and Municipal Finance*, 1(2). Prieiga per internetą: https://www.businessperspectives.org/images/pdf/applications/publishing/templates/article/assets/4288/pmf_2012_02_Blanco.pdf
10. CFA Institute (2010). Elements of an investment policy statement for individual investors. *CFA Institute*. Prieiga per internetą: https://www.cfainstitute.org/-/media/documents/article/position-paper/investment-policy-statement-individual-investors.pdf
11. Chen J. M. (2021) The capital asset pricing model. *Encyclopedia*. 1, 915-933. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-p-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=2d48cc89-8f29-4d62-91af-b29ef7e25f66%40redis
12. Chua, C. T., Koh, W. T. H. (2007). Measuring investment skills of fund managers. *Applied financial economics*. 17, 1359-1368. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=14&sid=11e56074-f6db-4a9d-89c7-62563cddc8ca%40redis
13. Drenovak, M., Rankovic, V. (2014). Markowitz portfolio rebalancing with turnover monitoring. *Economic horizons.* Vol. 16, No. 3, 207-217 Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=3907cc57-6cad-421e-bb7c-53ff16f97288%40redis

14. Dubinskas, P. (2009). Deterministiniu modelių taikymo problemos optimizuojant vertybinių popierių portfelį rinkos sukrėtimo metu. *Verslo ir teisės aktualijos,* t. 4. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-p-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=5&sid=21e48ccc-e1f6-4991-8eed-8acb0e479b5f%40redis
15. Fabozzi, F. J., Markowitz, H. M. (2011). The Theory and Practice of Investment Management: Asset Allocation, Valuation, Portfolio Construction, and Strategies, Second Edition. *John Willey & Sons, Inc*. Prieiga per internetą: https://www.pdfdrive.com/the-theory-and-practice-of-investment-management-asset-allocation-valuation-portfolio-construction-and-strategies-e157254490.html
16. Fama, E., French, K. (2015). A five-factor asset pricing model. *Journal of financial economics*. 116, 1-22. Prieiga per internetą: https://deliverypdf.ssrn.com/delivery.php?ID=279084110120108022029084108064083023058053048001058058104067064081069084127015003006110097020008029017007029125024123076073094012047023016072118074005080037061067078080107117097118084107024124007126110022087111025081065069079098118102101067&EXT=pdf&INDEX=TRUE
17. Fama, E., French, K. (2015). Dissecting anomalies with a five-factor model. *Social Science Research Network*. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-p-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=15&sid=21e48ccc-e1f6-4991-8eed-8acb0e479b5f%40redis
18. Francis, J.C., Kim, D. (2013). Modern portfolio theory. Foundation, analysis and new developments. *John Wiley & Sons, Inc., New Jersey*. Prieiga per internetą: https://www.pdfdrive.com/modern-portfolio-theory-foundations-analysis-and-new-developments-e165979115.html
19. French, K. R. (2021). Description of Fama/French 5 Factors (2x3). Prieiga per internetą: https://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/Data_Library/f-f_5_factors_2x3.html
20. Ganti. A. (2022). Dow Jones Industrial Average. *Dotdash Meredit publishing family.* Prieiga per internetą: https://www.investopedia.com/terms/d/djia.asp
21. Grujic, M. (2016). Application of the modern portfolio theory in diversification of the debt securities portfolio in emerging markets. *Proceedings of the Faculty of Economics in East Sarajevo*. Issue 13, pp. 67-80. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-p-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=32&sid=87b842af-ed0c-46ff-aaeb-952ec4094cc6%40redis

22. Hada, B., S. (2013). Critical studies of risk and return on mutual funds. *CLEAR international journal of research in commerce & management.* Vol. No. 4, Issue No. 06. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-p-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=26&sid=3b9d68f1-582a-4517-8f08-7df0d314380e%40redis
23. Hong Vo D. (2015), Which factors are priced? An application of the Fama French three-factor model in Australia. *Economic papers*. Vol 34, No 4, 290-301. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=41&sid=656cd896-b872-46d0-87d4-12816c5cbbe4%40redis
24. Huang T. (2019). Is the Fama and French five-factor model robust in the Chinese stock market? *Asia pacific management review*. 24, 278-289. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=a1df6674-5e0c-4c28-a6d0-6733fb8b555f%40redis
25. Kristoufek, L., Ferreira, P. (2018). Capital asset pricing modeli n Portugal: evidence from fractal regressions. *Portuguese economic journal*. 17: 173-183. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=17&sid=12cd2a80-db49-4539-8104-bd167a5b64d3%40redis
26. Lileikienė, A., Dauginytė, D., (2009). Investicinio portfelio valdymas: investicinės grąžos ir rizikos subalansavimas. *Journal of Management*. Vol. 14, No. 1. Prieiga per internetą: https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/473511.pdf
27. Maciel C. F., Coreila L. F., Amaral H. F., Cavalcanti J. M. M. (2021). Performance of the Fama-French five-factor model in pricing of anomalies in the Brazilian market. *Revista contemporanea de contabilidade.* 49, 145-161. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=31&sid=656cd896-b872-46d0-87d4-12816c5cbbe4%40redis
28. Maginn, J. L., Tuttle, D. L., McLeavey, D. W., Pinto, J. E. (2007). Managing investment portfolios workbook (Third edition). *Jonh Wiley & Sons Inc*. Prieiga per internetą: https://www.pdfdrive.com/managing-investment-portfolios-e18763572.html
29. Marcišauskienė, J., Balinskienė, V., Vilimė, M. (2015). Investicinio portfelio formavimo modelių tyrimų apžvalga ir taikymo galimybės. *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos*. 2 (37). 64-72. Prieiga per internetą:

https://etalpykla.lituanistikadb.lt/object/LT-LDB-0001:J.04~2015~1474010460780/J.04~2015~1474010460780.pdf

30. Martinez, F. P., deLlano-Paz, F., Calvo-Silvosa, A., Soares, I. Pollutant versus non-pollutant generation technologies: a CML-analogous analysis. *Environment, Development & Sustainability* (2018). Vol. 20 issue 1, p. 199-212. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: *https://web-p-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=21e48ccc-e1f6-4991-8eed-8acb0e479b5f%40redis*
31. Martins, C. C., Eid Jr, W. Pricing Assets with Fama and French 5-Factor Model: a Brazilian market novelty. Prieiga per internetą: http://sbfin.org.br/files/investimentos-artigo-xv-ebfin-4977.pdf
32. Miccolis J. A., Goodman M. (2012). Next generation investment risk management: putting „modern“ back in modern portfolio theory. Journal of financial planning. Vol. 25, issue 1, p. 44-51. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=21&sid=ba13249e-2511-405f-ba27-e79f29631b9f%40redis
33. Soares da Fonseca, J. (2020). Portfolio selection in euro area with CAPM and Lower Partial Moments models. *Portuguese economic journal.* 19:49-66. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-p-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=3b9d68f1-582a-4517-8f08-7df0d314380e%40redis
34. Tidikis, R. (2003). Socialinių mokslų tyrimo metodologija. *Lietuvos teisės universitetas, Vilnius.* Prieiga per internetą: https://repository.mruni.eu/bitstream/handle/007/15459/Tidikis_tyrimu_metodologija.pdf?sequence=1&isAllowed=y
35. Tilfani O., Ferriera P., El Boukfaoui M. Y. (2020) Multiscale optimal portfolios using CAPM fractal regeression: estimation for emerging stock markets. *Post-communist economies*. Vol. 32, No. 1, 77-112. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=9&sid=656cd896-b872-46d0-87d4-12816c5cbbe4%40redis
36. Tuck School of Business at Dartmouth, 2003. Understanding Risk and Return, the CAPM, and the Fama-French Three-Factor Model. *Tuck School of Business at Dartmouth*, Case 03-111. Prieiga per internetą: https://deliverypdf.ssrn.com/delivery.php?ID=372020070024103119012085065066024011

062078052092059006029089116021020076099050111016106039037106103012025127091025085030001049110024099101102067072099083105065005046103087027117117074008095085119086064085075122118076125096007027009024121070013&EXT=pdf&INDEX=TRUE

37. Turcas, A., Dumiter, P., Brezeanu, P., Farcas, P., Coroiu, S. (2017). Practical aspects of portfolio selection and optimisation on the capital market. *Economic research-ekonomska istraživanja*. Vol. 30, No. 1, 14-30. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-p-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=47&sid=87b842af-ed0c-46ff-aaeb-952ec4094cc6%40redis
38. Valkauskas, R., (2022). Statistiniai metodai. *Mokslo ir enciklopedijų leidybos centras.* Prieiga per internetą: https://www.vle.lt/straipsnis/statistiniai-metodai/
39. Weigand, R. A. (2014). Applied equity analysis and portfolio management. *John Willey & Sons, Inc*. Prieiga per internetą: https://www.pdfdrive.com/applied-equity-analysis-and-portfolio-management-tools-to-analyze-and-manage-your-stock-portfolio-d166085158.html
40. Yeter, B., Garbatov, Y. (2021). Optimal life extension management of offshore wind farms based on the modern portfolio theory. *Oceans*. 2, 566-582. Prieiga per EBSCO publishing duomenų bazę: https://web-s-ebscohost-com.skaitykla.mruni.eu/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=8&sid=80bc6281-7f31-4007-aab6-8cff7e3482a8%40redis

Ilgutis D. (2022). *Investicinio portfelio formavimo modelių tyrimas* (magistro baigiamasis darbas). Vilnius: Mykolo Romerio universitetas.

ANOTACIJA

Magistro baigiamajame darbe išanalizuoti investicinio portfelio formavimo modeliai, jų pritaikymas investuojant ilguoju laikotarpiu, įvertintas jų efektyvumas rizikos-grąžos atžvilgiu. Pirmoje darbo dalyje išanalizuota investavimo proceso koncepcija, jos sudedamosios dalys, išnagrinėti investicinio portfelio formavimo modeliai, nagrinėjamos modernaus portfelio, kapitalo įkainojimo ir „Fama French“ 3 faktorių bei 5 faktorių modelių teorijos. Antroje darbo dalyje apžvelgiami mokslininkų atlikti investicinio portfelio formavimo modelių tyrimai, portfelių efektyvumo vertinimo tyrimai, sudaromas ir pagrindžiamas tyrimo planas, pasirenkami tyrimo metodai. Trečioje dalyje pateikiami tyrimo rezultatai, gauti formuojant investicinius portfelius remiantis nagrinėtomis teorijomis, kai portfeliai formuojami siekiant išgauti didžiausią „Sharpe“ rodiklio reikšmę. Portfeliai lyginami su palyginamaisiais indeksais, jų efektyvumo rodikliai lyginami tarpusavyje, įvertinamos portfelių savybės rizikingumo ir pelningumo atžvilgiu. Darbe pateikiamos tyrimo išvados ir siūlymai, į ką reikėtų atsižvelgti bei kaip formuoti efektyvų investicinį portfelį.

Raktiniai žodžiai: investicinis portfelis, formavimo modeliai, rizika, grąža, rizikos-grąžos santykis, efektyvumo vertinimas.

Ilgutis D. (2022). *Research of investment portfolio optimization models.* (Master‘s thesis). Vilnius: Mykolas Romeris University.

ANNOTATION

The master's thesis analyzes the investment portfolio optimization models, their application in long-term investment, and evaluates their effectiveness in terms of risk-return. The first part of the thesis analyzes the concept of the investment process, its components, examines the investment portfolio optimization models, examines the theories of the modern portfolio, capital pricing, and Fama French 3-factor and 5-factor models. The second part of the work reviews the research of investment portfolio optimization models and portfolio efficiency evaluation performed in the past, describes a research plan for this thesis, selects research methods. The third part presents the results of the research obtained by optimizing investment portfolios based on the theories analyzed, when the portfolios are formed in order to obtain the highest value of the Sharpe ratio. The portfolios are compared with benchmark indexes, their performance indicators are compared with each other, and the characteristics of the portfolios in terms of risk and return are evaluated. The paper presents the findings of the study and suggestions on what should be taken into account and how to form an effective investment portfolio.

Key words: investment portfolio, optimization models, risk, return, risk-return ratio, efficiency evaluation.

Ilgutis D. (2022). *Investicinio portfelio formavimo modelių tyrimas* (magistro baigiamasis darbas). Vilnius: Mykolo Romerio universitetas.

SANTRAUKA

Investavimo tikslas yra ilgalaikė finansinė nauda, kurios siekiama nusistatant investavimo tikslus, įvertinant finansinę padėtį, sudarant strategiją bei formuojant tinkamą investicijų portfelį. Investuotojai siekia išgauti jiems priimtiną portfelio rizikos-grąžos santykį, o tai padaryti padeda tinkamos portfelio formavimo strategijos pasirinkimas. Šio tyrimo metu siekiama įvertinti investicinio portfelio formavimo modelių efektyvumą investuojant ilguoju laikotarpiu. Tyrime nagrinėjami modeliai paremti „Modernaus portfelio“, „Kapitalo įkainojimo“, „Fama ir Frech“ 3 faktorių bei „Fama ir French“ 5 faktorių teorijomis. Tyrimo naujumas ir reikšmingumas grindžiamas tuo, jog moksliniuose tyrimuose, kuriuose buvo nagrinėjami minėti modeliai, dažniausiai atskirai vertinamas modelių gebėjimas paaiškinti investicijų grąža, bet ne modelių efektyvumas formuojamo portfelio kontekste. Taip pat tyrimai vykdomi ganėtinai trumpai, dažniausiai kelių metų laikotarpiu, o investuotojams būdinga žinoti modelių savybes investuojant ilguoju laikotarpiu, kad būtų galima įvertinti kaip šie modeliai veikia keičiantis rinkos sąlygoms. Šie modeliai buvo pasirinkti todėl, jog analizuojant mokslinę literatūra buvo pastebėtas platus šių modelių taikymas praktikoje, o „Fama ir French“ 5 faktorių modelis yra „Fama ir Frech“ 3 faktorių modelio patobulinta versija ir jis aprašytas ganėtinai nesenai, 2015 metais, todėl buvo siekiama įvertinti ar modelio patobulinimai buvo reikšmingi. Tyrimo objektas – investicinio portfelio formavimo modeliai. Tyrimo tikslas – išanalizavus investicinio portfelio formavimo modelių teoriją, sudaryti investicinius portfelius, palyginti jų savybes bei efektyvumą. Tyrimo uždaviniai – 1) apibūdinti investavimo proceso koncepciją; 2) išanalizuoti investicinio portfelio formavimo modelių teorinius aspektus; 3) parengti investicinių portfelių formavimo metodologiją; 4) suformuoti investicinius portfelius remiantis nagrinėtomis teorijomis; 5) pagal gautus tyrimo rezultatus, įvertinti formavimo modelių efektyvumą. Pagrindiniai tyrime naudoti metodai: dokumentų analizė, modeliavimo metodas, dispersinė analizė.

Tyrimo rezultatai atskleidė, jog MPT portfelis buvo efektyviausias tiek rizikos-grąžos santykių, tiek bendru portfelio pelningumu. CAPM portfelis parodė, kad rinkos faktorius yra reikšmingas formuojant portfelį, tačiau visi tyrime naudoti rizikos-grąžos santykį nusakantys rodikliai parodė, jog CAPM portfelis buvo mažiausiai efektyvus. FF3F portfelis buvo labiausiai rizikingas iš visų tirtų portfelių, tačiau jis pasižymėjo tiksliausiu grąžos paaiškinimu, o rizikos-grąžos rodiklių reikšmėmis bei bendru pelningumu, šis portfelis pasirodė prasčiau tik už MPT portfelį. FF5F portfelis išsiskyrė tuo, kad per finansinių nuosmukių laikotarpius 2002 metais ir 2008 metais, jis turėjo mažiausią nuostolį, tačiau tiek rizikos-grąžos santykiu, tiek bendra portfelio grąža, šis portfelis buvo trečias eilėje.

Ilgutis D. (2022). *Research of investment portfolio optimization models.* (Master‘s thesis). Vilnius: Mykolas Romeris University.

SUMMARY

An investment objective is a long-term financial benefit that is achieved by setting investment goals, assessing the financial position, developing a strategy, and forming an appropriate investment portfolio. Investors seek to obtain a portfolio risk-return ratio that is acceptable to them and which is aided by the choice of an appropriate portfolio formation strategy. This study aims to evaluate the long-term effectiveness of investment portfolio optimization models. The models examined in the study are based on the theories of Modern Portfolio, Capital Asset Pricing, Fama and Frech 3 Factors, and Fama and French 5 Factors. The novelty and significance of the study is based on the fact that the researches, that examined the above-mentioned models before, usually evaluates ability to explain the return on investment, but not the efficiency in the context of the portfolio optimization based on those models. Also, researches in the past were examined over a relatively short period, usually over several years but investors need to be aware of the long-term nature to assess how these models are performing as market conditions change. These models were chosen because the analysis of the scientific literature revealed a wide application of these models in practice, and the Fama and French 5-factor model is an improved version of the Fama and Frech 3-factor model and was described relatively recently in 2015, so this study aims to evaluate whether the improvements in the model were beneficial. The object of the research is investment portfolio optimization models. The research aims to compare characteristics and efficiency of analyzed investment portfolio optimization models. Tasks of the research - 1) to describe the concept of the investment process; 2) to analyze the theoretical aspects of investment portfolio optimization models; 3) to prepare a methodology for the investment portfolios optimization; 4) to form investment portfolios based on the analyzed theories; 5) to evaluate the efficiency of the optimization models. The main methods used in the study: document analysis, modeling method, and analysis of variance.

The results of the study revealed that the MPT portfolio was the most efficient in terms of risk-return ratios and overall portfolio profitability. The CAPM portfolio showed that the market factor is efficient in the formation of the portfolio, but all the risk-return indicators used in the study showed that the CAPM portfolio was least significant. The FF3F portfolio was the riskiest from all the portfolios examined, but it was characterized by the most accurate explanation of returns. In terms of risk-return ratios and overall profitability, this portfolio was outperformed only by MPT portfolio. The FF5F portfolio stood out with the lowest losses during the financial downturns in 2002 and 2008, but in terms risk-return and total portfolio return, this portfolio was third in a row.

PRIEDAI

1 PRIEDAS. OPTIMIZUOTŲ PORTFELIŲ AKCIJŲ SVORIAI

MPT optimizuoto portfelio akcijų svoriai

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
AAPL	0,00	0,00	0,02	0,07	0,12	0,14	0,20	0,12	0,23	0,43	0,35	0,28	0,29	0,25	0,11	0,15	0,06	0,15	0,10	0,05
AIG	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AMGN	0,05	0,08	0,13	0,11	0,07	0,07	0,04	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01	0,03	0,10	0,05	0,00	0,00
BA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
BAC	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C	0,06	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CAT	0,07	0,07	0,05	0,00	0,04	0,02	0,00	0,00	0,04	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CSCO	0,07	0,08	0,06	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CVX	0,04	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
GT	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,04	0,07	0,07
HD	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,06	0,15	0,17	0,30	0,13	0,12	0,13
INTC	0,11	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
JNJ	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MCD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,23	0,41	0,41	0,29	0,45	0,39	0,38	0,17	0,22	0,04
MMM	0,00	0,06	0,06	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MO	0,01	0,01	0,10	0,08	0,08	0,07	0,08	0,03	0,11	0,06	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00
MRK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,01
MSFT	0,00	0,06	0,05	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,01	0,20
NKE	0,00	0,00	0,09	0,04	0,00	0,00	0,05	0,14	0,16	0,01	0,14	0,15	0,13	0,16	0,16	0,10	0,04	0,09	0,09	0,12
PFE	0,06	0,09	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PG	0,10	0,17	0,12	0,12	0,16	0,11	0,15	0,12	0,09	0,35	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,07
T	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRV	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UNH	0,01	0,06	0,02	0,03	0,09	0,18	0,23	0,23	0,30	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,02	0,23	0,24	0,26
WBA	0,12	0,14	0,14	0,13	0,18	0,13	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WMT	0,00	0,00	0,01	0,04	0,07	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,04	0,00	0,00	0,02	0,05	0,00	0,05
XOM	0,11	0,07	0,07	0,23	0,14	0,18	0,16	0,22	0,06	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

CAPM optimizuoto portfelio akcijų svoriai

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
AA	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,05	0,08	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
AAPL	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02	0,03	0,03	0,05	0,06	0,07	0,07	0,07	0,09
AIG	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02
AMGN	0,03	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,01
AXP	0,02	0,06	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,03	0,03
BA	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00
BAC	0,03	0,00	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02
C	0,04	0,16	0,04	0,04	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02
CAT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,04	0,05	0,04	0,02	0,01	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02
CSCO	0,04	0,09	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,06	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01
CVX	0,05	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,05	0,03	0,00	0,06	0,03	0,06	0,07	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01
DD	0,03	0,00	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,02
DIS	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,05	0,05	0,02	0,04	0,06	0,05	0,07	0,10	0,11	0,08	0,05	0,05	0,05
FL	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
GE	0,14	0,14	0,12	0,11	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00

GT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HD	0,08	0,09	0,08	0,09	0,09	0,10	0,07	0,07	0,06	0,04	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,10
HON	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,06	0,07	0,09	0,12	0,13	0,18	0,13	0,10	0,10
IBM	0,04	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05
INTC	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
JNJ	0,00	0,00	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,05	0,06	0,04	0,05	0,03	0,05	0,05	0,04	0,01	0,01	0,05
JPM	0,03	0,10	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	0,06	0,03	0,05	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03	0,00
KO	0,04	0,00	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,07	0,03	0,03	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,04	0,03	0,00
MCD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
MMM	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,04	0,04	0,04	0,04
MO	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
MRK	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03
MSFT	0,03	0,09	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,05	0,06	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06	0,07	0,07	0,06	0,07
NKE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,01	0,00	0,00	0,03	0,02	0,01
PFE	0,03	0,00	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,06	0,05	0,05	0,02	0,04
PG	0,01	0,00	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,05	0,05	0,05	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04
RTX	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,06	0,07	0,05	0,02	0,01	0,05	0,04	0,01
T	0,07	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,04	0,02	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00
TRV	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,06	0,05	0,05
UNH	0,00	0,00	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,04	0,03
VZ	0,01	0,00	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01
WBA	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,02	0,01	0,02	0,01
WMT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
XOM	0,05	0,00	0,07	0,10	0,10	0,08	0,07	0,04	0,08	0,08	0,02	0,05	0,03	0,02	0,03	0,02	0,03	0,07	0,04	0,01

FF3F optimizuoto portfelio akcijų svoriai

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
AA	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,10	0,20	0,08	0,03	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00
AAPL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,08	0,10	0,20	0,25	0,22	0,15	0,10	0,16
AMGN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,04	0,00	0,11	0,11	0,12
AXP	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BA	0,08	0,11	0,19	0,19	0,23	0,22	0,23	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
BAC	0,08	0,09	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,21	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CAT	0,11	0,05	0,00	0,01	0,05	0,13	0,07	0,00	0,00	0,00	0,20	0,13	0,09	0,02	0,00	0,04	0,06	0,01	0,02	0,01
CSCO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,14	0,16	0,11	0,11	0,09	0,07	0,06	0,07	0,06
CVX	0,00	0,13	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DD	0,03	0,11	0,16	0,14	0,12	0,09	0,08	0,00	0,13	0,10	0,05	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
DIS	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,02	0,00	0,04	0,06	0,01	0,04	0,00
FL	0,07	0,06	0,08	0,09	0,13	0,14	0,17	0,38	0,30	0,83	0,46	0,14	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GT	0,08	0,10	0,07	0,06	0,05	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HD	0,00	0,00	0,08	0,10	0,10	0,10	0,14	0,00	0,00	0,01	0,06	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
HON	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,25	0,20	0,25	0,30	0,40	0,16	0,06	0,05
IBM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,05	0,03
INTC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
JNJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
JPM	0,19	0,12	0,15	0,17	0,09	0,06	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,11	0,00	0,00	0,09	0,13	0,03
MCD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
MMM	0,07	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MO	0,08	0,12	0,19	0,19	0,20	0,20	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00	0,05	0,05
MRK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,12	0,06	0,03	0,03	0,04	0,09
MSFT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,04	0,01	0,00	0,01	0,09	0,09	0,12

NKE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,03	0,01	0,05
PFE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,02
PG	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,39	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
RTX	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,06	0,00
T	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TRV	0,06	0,08	0,05	0,06	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,05	0,00
UNH	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01	0,00	0,00	0,07	0,04	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01
VZ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
WBA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,10	0,09	0,06	0,03	0,02	0,00
WMT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,07

FF5F optimizuoto portfelio akcijų svoriai

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
AA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
AAPL	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,12	0,11	0,10	0,10	0,08	0,15
AMGN	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,07	0,11
AXP	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,09	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BA	0,09	0,00	0,08	0,08	0,08	0,10	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
C	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CAT	0,09	0,00	0,09	0,13	0,14	0,16	0,12	0,12	0,19	0,18	0,09	0,09	0,09	0,01	0,03	0,13	0,14	0,04	0,03	0,03
CSCO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
CVX	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,09	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
DD	0,04	0,02	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,04	0,02	0,00	0,01	0,05	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,03	0,00
DIS	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FL	0,04	0,01	0,05	0,05	0,09	0,08	0,08	0,09	0,12	0,16	0,00	0,08	0,05	0,04	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00
GE	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
GT	0,00	0,00	0,02	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09
HON	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,05	0,00
IBM	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,05	0,04
INTC	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
IP	0,00	0,00	0,01	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
JNJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
JPM	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
KO	0,04	0,28	0,09	0,11	0,07	0,06	0,10	0,12	0,00	0,00	0,20	0,01	0,03	0,18	0,23	0,17	0,15	0,12	0,17	0,02
MCD	0,03	0,00	0,05	0,04	0,05	0,08	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
MMM	0,08	0,10	0,10	0,07	0,07	0,05	0,12	0,11	0,08	0,08	0,37	0,24	0,08	0,08	0,18	0,18	0,16	0,03	0,00	0,00
MO	0,23	0,26	0,18	0,17	0,17	0,18	0,12	0,04	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,13	0,11	0,08
MRK	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
MSFT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
NKE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04
PFE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
PG	0,14	0,04	0,12	0,09	0,10	0,11	0,14	0,27	0,39	0,16	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04
RTX	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,08	0,00
T	0,05	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,10	0,00	0,03	0,00
TRV	0,07	0,00	0,07	0,09	0,08	0,09	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
UNH	0,03	0,07	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
VZ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,32	0,29	0,14	0,18	0,23	0,15	0,11	0,10	0,02
WBA	0,00	0,00	0,09	0,09	0,08	0,03	0,10	0,23	0,15	0,28	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01	0,00
WMT	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,15	0,22	0,17	0,12	0,07	0,06	0,09	0,11
XOM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09	0,08	0,07	0,12	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

2 PRIEDAS. METINIAI OPTIMIZUOTŲ PORTFELIŲ EFEKTYVUMO RODIKLIAI

MPT portfelio efektyvumo rodikliai

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Vidurkis
Grąža	-21,99%	36,30%	13,16%	18,78%	10,86%	24,45%	-31,42%	25,53%	30,90%	16,50%	12,38%	23,52%	17,55%	16,35%	3,60%	37,48%	-0,72%	34,23%	21,09%	39,05%	**14,76%**
Beta	0,94	0,86	0,76	0,68	0,67	0,69	0,75	0,69	0,87	0,96	0,89	0,79	0,77	0,76	0,68	0,71	0,66	0,70	0,64	0,73	**0,76**
Standartinis nuokrypis	15,81%	15,55%	13,96%	12,69%	13,49%	13,59%	16,59%	15,01%	20,31%	21,53%	18,58%	16,99%	16,11%	14,91%	13,04%	12,99%	11,15%	10,49%	10,73%	11,66%	**14,76%**
Sharpe Rodiklis	-1,83	2,06	0,64	1,13	0,46	1,50	-2,03	1,45	1,36	0,68	0,57	1,21	0,95	0,94	0,09	2,70	-0,31	3,08	1,88	3,23	**0,99**
Treynor Rodiklis	-0,28	0,37	0,12	0,21	0,09	0,29	-0,45	0,31	0,32	0,15	0,12	0,26	0,20	0,19	0,02	0,50	-0,05	0,46	0,32	0,52	**0,18**
Jenseno Alpha	-0,32%	13,06%	5,33%	15,33%	0,22%	20,77%	-3,27%	8,18%	19,38%	16,43%	0,28%	-0,46%	8,28%	16,35%	-3,64%	23,06%	2,48%	13,57%	10,35%	20,94%	**9,31%**

CAPM portfelio efektyvumo rodikliai

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Vidurkis
Grąža	-24,57%	46,27%	17,64%	7,68%	18,32%	7,81%	-31,85%	30,41%	12,80%	7,08%	13,79%	31,82%	16,45%	1,07%	12,50%	26,39%	-1,97%	28,51%	11,38%	25,59%	**11,27%**
Beta	1,05	1,39	1,05	1,04	1,05	1,06	1,00	1,10	1,07	1,02	1,05	1,02	1,01	1,02	1,05	1,07	1,07	1,02	1,02	1,02	**1,06**
Standartinis nuokrypis	16,60%	22,94%	16,65%	16,53%	16,39%	15,87%	15,64%	18,30%	17,85%	16,47%	15,65%	15,09%	15,02%	15,58%	16,23%	16,21%	14,65%	12,93%	14,13%	13,55%	**16,11%**
Sharpe Rodiklis	-1,71	1,83	0,81	0,20	0,83	0,24	-2,18	1,45	0,53	0,32	0,77	1,91	0,95	-0,08	0,62	1,48	-0,32	2,06	0,74	1,78	**0,61**
Treynor Rodiklis	-0,27	0,30	0,13	0,03	0,13	0,04	-0,34	0,24	0,09	0,05	0,11	0,28	0,14	-0,01	0,10	0,22	-0,04	0,26	0,10	0,24	**0,09**
Jenseno Alpha	0,04%	11,36%	8,39%	4,74%	4,29%	4,30%	6,73%	4,90%	-0,69%	7,12%	-0,17%	1,66%	4,93%	1,87%	2,59%	5,84%	4,85%	-1,03%	-5,24%	0,92%	**3,37%**

FF3F portfelio efektyvumo rodikliai

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Vidurkis
Grąža	-19,78%	49,43%	21,46%	12,20%	15,22%	-0,99%	-40,03%	33,49%	29,98%	18,23%	24,24%	26,04%	27,50%	1,21%	11,46%	35,78%	-7,04%	37,99%	13,21%	23,05%	**13,47%**
Beta	0,91	0,82	0,87	0,90	0,84	0,85	0,96	0,63	0,97	1,21	1,26	1,23	1,44	1,09	1,06	1,22	1,19	0,98	0,92	0,88	**1,01**
Standartinis nuokrypis	18,27%	17,93%	18,73%	18,92%	19,12%	19,32%	23,95%	20,25%	23,12%	35,35%	24,37%	19,34%	22,62%	17,11%	17,59%	19,70%	17,21%	12,84%	13,13%	12,73%	**19,58%**
Sharpe Rodiklis	-1,29	2,52	0,92	0,41	0,55	-0,26	-1,76	1,46	1,15	0,46	0,92	1,19	1,12	-0,06	0,51	1,69	-0,56	2,81	0,94	1,70	**0,72**
Treynor Rodiklis	-0,26	0,55	0,20	0,09	0,12	-0,06	-0,44	0,47	0,28	0,14	0,18	0,19	0,18	-0,01	0,08	0,27	-0,08	0,37	0,13	0,25	**0,132**
Jenseno Alpha	1,17%	26,95%	13,06%	9,05%	3,01%	-4,59%	-3,32%	17,33%	17,52%	18,62%	7,82%	-9,63%	12,01%	2,21%	1,49%	12,56%	0,85%	9,65%	-1,88%	1,56%	**6,77%**

FF5F portfelio efektyvumo rodikliai

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Vidurkis
Grąža	-9,15%	33,47%	12,82%	14,30%	14,03%	11,76%	-26,33%	33,82%	30,05%	3,53%	11,61%	29,71%	5,56%	-8,27%	15,15%	30,51%	-6,31%	26,89%	7,66%	21,30%	**11,39%**
Beta	0,68	0,68	0,64	0,66	0,65	0,65	0,65	0,61	0,80	0,95	0,85	0,81	0,88	0,67	0,70	0,83	0,90	0,83	0,79	0,81	**0,75**
Standartinis nuokrypis	16,05%	16,81%	15,82%	16,19%	16,27%	16,29%	16,32%	15,16%	16,74%	18,04%	15,52%	13,81%	14,61%	11,93%	13,06%	14,63%	13,82%	11,54%	11,85%	12,05%	**14,83%**
Sharpe Rodiklis	-0,81	1,74	0,54	0,61	0,57	0,47	-1,75	1,98	1,60	0,09	0,63	1,93	0,23	-0,88	0,97	1,92	-0,65	2,16	0,57	1,65	**0,68**
Treynor Rodiklis	-0,19	0,43	0,13	0,15	0,14	0,12	-0,44	0,50	0,34	0,02	0,12	0,33	0,04	-0,16	0,18	0,34	-0,10	0,30	0,09	0,25	**0,129**
Jenseno Alpha	5,54%	14,20%	5,54%	10,82%	3,57%	8,05%	-2,06%	18,11%	19,18%	3,45%	-0,08%	5,12%	-4,75%	-8,52%	7,75%	13,92%	-0,99%	2,46%	-5,36%	1,45%	**4,87%**