



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

VERSLO VADYBOS FAKULTETAS

FINANSŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Laurynas Mikulis

**INVESTICIJŲ PORTFELIO OPTIMIZAVIMAS NAUDOJANT
BLACKO IR LITTERMANO MODELĮ
OPTIMIZATION OF INVESTMENT PORTFOLIO USING BLACK &
LITTERMAN MODEL**

Magistro baigiamasis darbas

Finansų inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX060

Investavimo vadybos specializacija

Finansų studijų kryptis

Vilnius, 2021

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
VERSLO VADYBOS FAKULTETAS
FINANSŲ INŽINERIJOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėja

(Parašas)

doc. dr. Algita Miečinskienė

(Vardas, pavardė)

(Data)

Laurynas Mikulis

**INVESTICIJŲ PORTFELIO OPTIMIZAVIMAS NAUDOJANT
BLACKO IR LITTERMANO MODELĮ
OPTIMIZATION OF INVESTMENT PORTFOLIO USING BLACK &
LITTERMAN MODEL**

Baigiamasis magistro darbas

Finansų inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX060

Investavimo vadybos specializacija

Finansų studijų kryptis

Vadovas

doc. dr. Rima Tamošiūnienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas doc. dr. Rasuolė Vladarskienė

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2021

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
VERSLO VADYBOS FAKULTETAS
FINANSŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Finansų studijų kryptis

Finansų inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 6211LX060

Investavimo vadybos specializacija

TVIRTINU

Katedros vedėja

(Parašas)

doc. dr. Algita Mečinskienė

Vardas, pavardė)

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO

UŽDUOTIS

2019-11-04 Nr.

Vilnius

Studentui (ei) Laurynui Mikuliui.....
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: „Investicijų portfelio optimizavimas naudojant Blacko ir Littermano modelį“.....

patvirtinta 2019 m. spalio 31 d. dekanu potvarkiu Nr. 244vv
Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2021 m. sausio 4 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Baigiamojo darbo tikslas – optimizuoti investicijų portfelį, remiantis Blacko ir Littermano ir kitomis portfelio optimizavimo teorijomis. Tikslui pasiekti iškeliami uždaviniai: susisteminti ir apibūdinti portfelio sudarymo principus ir palyginti portfelio optimizavimo teorijas, parengti optimalaus investicijų portfelio sudarymo metodiką, atlikti akcijų į investicijų portfelius atranką, remiantis analitiniu hierarchiniu procesu ir TOPSIS metodu, remiantis H. Markowitzo, Blacko ir Littermano teorijomis sudaryti investicijų portfelius ir palyginti jų rezultatus.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....

(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Vadovas
(Parašas)

.....doc. dr. Rima Tamošiūnienė.....
(Moksl. laipsnis/pedag.vardas, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....

(Parašas)

.....Laurynas Mikulis.....
(Vardas, pavardė)

2020 m. lapkričio 4 d.
(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas Verslo vadybos fakultetas Finansų inžinerijos katedra		ISBN ISSN Egz. sk. Data-.....-.....	
Antrosios pakopos studijų Finansų inžinerijos programos magistro baigiamasis darbas Pavadinimas Investicijų portfelio optimizavimas naudojant Blacko ir Littermano modelį Autorius Laurynas Mikulis Vadovas Rima Tamošiūnienė			
Kalba: lietuvių			
Anotacija Baigiamajame magistro darbe analizuojama Blacko ir Littermano optimalaus portfelio teorija. Teorinėje dalyje, remiantis mokslinės literatūros analize, susisteminti investicijų portfelio sudarymo etapai, apibrėžiamos kapitalo aktyvų, arbitražo įkainojimo, H. Markowitzo, Blacko ir Littermano teorijos ir išskiriami jų privalumai ir trūkumai. Praktinėje dalyje, remiantis analitiniu hierarchiniu procesu ir daugiakriteriu vertinimu TOPSIS metodu, atliekama įmonių akcijų atranka. Atlikus akcijų atranką, sudaromi trijų tipų investicijų portfeliai, pagal H. Markowitzo, Blacko ir Littermano teorijas. Sudaryti investicijų portfeliai testuojami ir jų veiklos rezultatai palyginami tarpusavyje. Darbo pabaigoje, išanalizavus teorinius ir praktinius aspektus, pateikiamos išvados ir siūlymai. Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, optimalaus investicijų portfelio sudarymo teoriniai aspektai, optimalaus investicijų portfelio sudarymo metodika, investicijų portfelio sudarymas ir optimizavimas, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas Darbo apimtis – 82 p. teksto be priedų, 24 iliustracijos, 21 lentelė, 99 bibliografiniai šaltiniai. Atskirai pridedami darbo priedai			
Prasminiai žodžiai: Blacko ir Littermano modelis, daugiakriteris vertinimas, TOPSIS metodas, analitinis hierarchinis procesas, H. Markowitz teorija, portfelio optimizavimas, CAPM, Sharpe, Treynoras ir Mazuy, Jenseno alfa, prognozės			

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Business Management
Department of Financial Engineering

ISBN	ISSN
Copies No.	
Date-.....-.....	

Master Degree Studies **Financial Engineering** study programme Master Graduation Thesis

Title	Optimization of Investment Portfolio Using Black & Litterman Model
-------	--

Author

Laurynas Mikulis

Academic supervisor **Rima Tamošiūnienė**

Thesis language: Lithuanian

Annotation

The final Master's thesis analyze Black and Litterman portfolio optimization model.

In the first part, based on analysis of scientific literature, steps of investment portfolio creation will be defined, also capital active, arbitrage pricing, H. Markowitz, Black and Litterman models will be defined and their advantages and disadvantages will be excluded.

In the second part, based on analytical hierarchical process and TOPSIS method, multicriteria stock selection will be performed. After multicriteria selection, based on H. Markowitz, Black and Litterman models, three types of investments portfolios will be created. Created investments portfolios will be tested and their performance will be calculated and compared.

After the analysis of theoretical and practical aspects, conclusions and proposals of the final master thesis will be presented.

The thesis consists of 6 parts: the introduction, theoretical aspects of optimal investment portfolio creation, methodology of optimal investment portfolio creation, optimal investment portfolios creation and optimization, conclusions and proposals, list of literature.

Thesis consists of: 82 p. text without appendixes, 24 pictures, 21 tables, 99 bibliographic sources. Appendixes included.

Keywords: Black and Litterman model, multicriteria evaluation, TOPSIS method, analytical hierarchical process, H. Markowitz theory, portfolio optimization, CAPM, Sharpe, Treynor and Mazuy, Jensen alfa, forecasts.

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Laurynas Mikulis, 20153159

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Verslo vadybos fakultetas

(Fakultetas)

Finansų inžinerija, IVfm-19

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)

SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2020 m. gruodžio 26 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Investicijų portfelio optimizavimas naudojant Blacko ir Littermano modelį“ patvirtintas 2019 m. spalio 31 d. dekanų potvarkiu Nr. 244vv, yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo vadovas docentas daktaras Rima Tamošiūnienė.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).



(Parašas)

Laurynas Mikulis

(Vardas ir pavardė)

SUTIKIMAS DĖL ASMENS DUOMENŲ NAUDOJIMO

2020-12-16

(Data)

Šiuo sutikimu aš, Laurynas Mikulis (toliau – Duomenų subjektas) sutinku, kad Vilniaus Gedimino technikos universitetas, juridinio asmens kodas 111950243, adresas Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius (toliau – Duomenų valdytojas), tvarkytų mano asmens duomenis kitų studentų mokymosi tikslu. T. y. tvarkytų (*pažymėkite tinkamą*):

- ☐ vardą, pavardę, bakalauro baigiamąjį darbą;
- ☐ bakalauro baigiamąjį darbą, nenurodant vardo, pavardės;
- ☒ vardą, pavardę, magistro baigiamąjį darbą;
- ☐ magistro baigiamąjį darbą nenurodant vardo, pavardės.

Šiuo tikslu tvarkomų asmens duomenų Duomenų valdytojas neperduos jokiems tretiesiems asmenims, studentams su baigiamaisiais darbais bus leidžiama susipažinti vidinėje informacinėje sistemoje. Duomenų subjekto asmens duomenys šiuo tikslu bus naudojami ne ilgiau nei 5 metai.

Šiuo sutikimu Duomenų subjektas patvirtina, kad yra supažindintas su šiomis teisėmis:

- Susipažinti su savo duomenimis ir kaip jie yra tvarkomi (teisė susipažinti);
- Reikalauti ištaisyti arba, atsižvelgiant į asmens duomenų tvarkymo tikslus papildyti asmens neišsamius asmens duomenis (teisė ištaisyti);
- Savo duomenis sunaikinti arba sustabdyti savo duomenų tvarkymo veiksmus (išskyrus saugojimą) (teisė sunaikinti ir teisė „būti pamirštam“);
- Reikalauti, kad asmens duomenų valdytojas apribotų asmens duomenų tvarkymą (teisė apriboti);
- Teisė į duomenų perkėlimą (teisė perkelti);
- Nesutikti, kad būtų tvarkomi asmens duomenys, kai šie duomenys tvarkomi ar ketinami tvarkyti kitais tikslais;
- Pateikti skundą Valstybinei duomenų apsaugos inspekcijai;

Duomenų subjektas turi teisę bet kuriuo metu atšaukti savo sutikimą.

Laurynas Mikulis



[Duomenų subjekto vardas, pavardė, parašas]

Duomenų valdytojo rekvizitai:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Juridinio asmens kodas: 111950243

Adresas: Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius

Tel. (8 5) 274 5030

Faks. (8 5) 270 0112

El. paštas: vgtu@vgtu.lt

PVM mokėtojo kodas: LT119502413

Duomenų apsaugos pareigūno tel. (8 5) 251 2191, el. paštas: dap@vgtu.lt

Turinys

ĮVADAS.....	13
1. OPTIMALAUS INVESTICIJŲ PORTFELIO SUDARYMO TEORINIAI ASPEKTAI	16
1.1. Investicijų portfelio sudarymas.....	16
1.2. Optimalaus investicijų portfelio teorijos.....	20
1.2.1. H. Markowitzo optimalaus portfelio teorija	20
1.2.2. Kapitalo aktyvų įkainojimo modelis (CAPM).....	26
1.2.3. Arbitražo įkainojimo teorija (APT)	29
1.2.4. Blacko ir Littermano optimalaus portfelio teorija	31
1.3. H. Markowitzo ir Blacko ir Littermano teorijų palyginimas	36
2. OPTIMALAUS INVESTICIJŲ PORTFELIO SUDARYMO METODIKA.....	40
2.1. Investicijų portfelio sudarymas.....	40
2.2. Daugiakriteris vertinimas TOPSIS metodu	43
2.2.1. Porinio palyginimo metodas	46
2.3. Investicijų portfelio optimizavimas	52
2.4. Investicijų portfelio veiklos įvertinimas	55
3. INVESTICIJŲ PORTFELIO SUDARYMAS IR OPTIMIZAVIMAS	57
3.1. Akcijų atranka TOPSIS metodu	57
3.2. Portfelio optimizavimas pagal H. Markowitzo teoriją.....	60
3.3. Portfelio optimizavimas pagal Blacko ir Littermano modelį.....	63
3.4. Portfelijų rezultatų palyginimas	69
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	72
LITERATŪROS SĄRAŠAS	74

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Investicijų turto klasifikacija	16
2 pav. Investicijų portfelio sudarymo procesas	17
3 pav. Efektyvioji portfelių kreivė.....	21
4 pav. Sprendimų priėmimas efektyviojoje portfelių kreivėje	22
5 pav. H. Markowitzo modelio struktūra.....	23
6 pav. Portfelio rizikos struktūra	26
7 pav. Kapitalo rinkos tiesė	28
8 pav. Vertybinių popierių rinkos tiesė	30
9 pav. Blacko ir Littermano modelio schema.....	36
10 pav. H. Markowitzo ir Blacko ir Littermano modelių palyginimas	38
11 pav. Analizuojamų įmonių „GICS“ klasifikacija	41
12 pav. TOPSIS metodo etapai	44
13 pav. Respondentų išsilavinimas ir darbo patirtis	47
14 pav. Respondentų veikla finansų srityje	47
15 pav. H. Markowitzo portfelių sudarymo schema	52
16 pav. Blacko ir Littermano portfelių sudarymo schema	54
17 pav. Pasirinktų įmonių „GICS“ klasifikacija.....	59
18 pav. Pasirinktų akcijų vidutinės grąžos 2015 – 2020 metų laikotarpiu.....	59
19 pav. Pasirinktų akcijų standartinis nuokrypis 2015 – 2020 metų laikotarpiu.....	60
20 pav. Įmonių akcijų vidutinė dienos grąža ir standartinis nuokrypis 2015 – 2017 metų laikotarpiu.....	61
21 pav. Laukiama pusiausvyros perteklinė ir vidutinė akcijų grąža.....	65
22 pav. Akcijų grąžų tarpusavio palyginimas	65
23 pav. Pasirinktų įmonių vidutinė kapitalizacija 2018 – 2020 metų laikotarpiu (mlrd.).....	67
24 pav. Akcijų grąžų tarpusavio palyginimas	68

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Aktyvios ir pasyvios strategijos palyginimas	18
2 lentelė. H. Markowitzo optimalaus investicijų portfelio teorijos privalumai ir trūkumai.....	25
3 lentelė. Galimos beta koeficiento reikšmės	27
4 lentelė. Pasirinktos įmonių akcijos	40
5 lentelė. Pasirinkti finansiniai rodikliai.....	42
6 lentelė. Įverčių vertinimo sistema.....	48
7 lentelė. Porinio lyginimo rezultatų matrica	49
8 lentelė. Finansinių rodiklių svoriai	50
9 lentelė. Suderinamumo indekso galimos reikšmės.....	51
10 lentelė. H. Markowitzo portfelių sudarymo principai	53
11 lentelė. Blacko ir Littermano portfelių sudarymo principai	54
12 lentelė. TOPSIS vertinimo rezultatai.....	57
13 lentelė. Akcijų kovariacijos koeficiento reikšmės.....	61
14 lentelė. Sudaryti investicijų portfeliai pagal H. Markowitzo teoriją	62
15 lentelė. Sudarytų investicijų portfelių testavimas.....	62
16 lentelė. Duomenys Blacko ir Littermano modeliui	63
17 lentelė. Akcijų kovariacijos koeficiento reikšmės.....	64
18 lentelė. Investicijų portfeliai sudaryti pagal Blacko ir Littermano teoriją.....	66
19 lentelė. Sudarytų investicijų portfelių testavimas.....	68
20 lentelė. Investicijų portfelių rezultatų įvertinimas 2015 – 2017 metų laikotarpiu.....	69
21 lentelė. Investicijų portfelių rezultatų įvertinimas 2018 – 2020 metų laikotarpiu.....	70

PRIEDAI

1 PRIEDAS. Ekspertinio vertinimo anketa	83
2 PRIEDAS. Analitinio hierarchinio proceso rezultatai.....	85
3 PRIEDAS. Pasirinktų įmonių finansinių rodiklių duomenys	89
4 PRIEDAS. Pasirinktų sektorių finansinių rodiklių vidurkiai	90
5 PRIEDAS. Įmonių finansiniai rodikliai, įvertinus juos pagal sektoriaus rodiklių vidurkius	91

SANTRUMPOS

BL – Blacko ir Littermano modelis;

AHP – analitinis hierarchinis procesas;

TOPSIS – pirmenybės sudarymo metodas pagal panašumą į idealų sprendimą;

P/E – akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis;

ROE – nuosavo kapitalo grąža;

D/E – skolinto ir nuosavo kapitalo santykis;

APPL – įmonės „Apple“ akcijos;

VZ – įmonės „Verizon Communication“ akcijos;

DIS – įmonės „The Walt Disney Company“ akcijos;

INTC – įmonės „Intel Corporation“ akcijos;

MSFT – įmonės „Microsoft Corporation“ akcijos;

HMB – pagal H. Markowitz teoriją sudarytas bazinis portfelis;

HMG – pagal H. Markowitz teoriją sudarytas portfelis, kurio grąža maksimizuojama, išlaikant bazinį rizikos lygį;

HMR – pagal H. Markowitz teoriją sudarytas portfelis, kurio rizika minimizuojama, išlaikant bazinį grąžos lygį;

HMBT – pagal H. Markowitz teoriją sudarytas bazinis portfelis testavimui;

HMGT – pagal H. Markowitz teoriją sudarytas portfelis testavimui, kurio grąža maksimizuojama, išlaikant bazinį rizikos lygį;

HMRT – pagal H. Markowitz teoriją sudarytas portfelis testavimui, kurio rizika minimizuojama, išlaikant bazinį grąžos lygį;

BLB – pagal Blacko ir Littermano teoriją sudarytas bazinis portfelis;

BLG – pagal Blacko ir Littermano teoriją sudarytas portfelis, kurio grąža maksimizuojama, išlaikant bazinį rizikos lygį;

BLR – pagal Blacko ir Littermano teoriją sudarytas portfelis, kurio rizika minimizuojama, išlaikant bazinį grąžos lygį;

BLBT – pagal Blacko ir Littermano teoriją sudarytas bazinis portfelis testavimui;

BLGT – pagal Blacko ir Littermano teoriją sudarytas portfelis testavimui, kurio grąža maksimizuojama, išlaikant bazinį rizikos lygį;

BLRT – pagal Blacko ir Littermano teoriją sudarytas portfelis testavimui, kurio rizika minimizuojama, išlaikant bazinį grąžos lygį.

IVADAS

Remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenimis, per dešimties metų laikotarpį nuo 2008 metų finansinės krizės, vidutinės mėnesinės disponuojamos pajamos, tenkančios vienam namų ūkio nariui padidėjo beveik du kartus. Gyventojams atsiranda poreikis ieškoti būdų, kaip savo didėjančias laisvas lėšas jie galėtų „įdARBINTI“, siekiant užtikrinti efektyviausią jų panaudojimą. Pastaruoju metu vienas iš populiariausių ir efektyviausių būdų yra investavimas, kuris suteikia galimybę panaudoti turimas lėšas, perkant įvairiausių vertybinius popierius, dažnu atveju tikintis užsidirbti iš jų kainos pokyčio ar apsaugoti pinigus nuo infliacijos. Investuoti tik į pavienes akcijas yra neefektyvu ir rizikingiau, todėl paprastai, sudaromas investicijų portfelis, kuris stengiasi patenkinti investuotojo išsikeltus tikslus ir lūkesčius. Tinkamai sudarytas investicijų portfelis, padeda pasiekti didesnę laukiamą grąžą ir sumažinti riziką. Vertybinius popierius galima rinktis iš daugybės skirtingų finansinių priemonių, visame pasaulyje. Globalizacijos veiksnių paveiktos rinkos, tampa platesnės, lengviau prieinamos ir operatyvios, todėl investavimo procesas tampa paprastesnis ir efektyvesnis, tačiau plečiantis rinkoms investavimas tampa kartu ir rizikingesnis.

Finansų rinkose yra begalė, greitai kintančios informacijos, kurią sunku sekti ir prognozuoti, todėl sprendimams priimti yra naudojami įvairūs vertybinių popierių analizės metodai. Tačiau, vien vertybinių popierių analizės neužtenka, todėl siekiant užtikrinti didesnę grąžą ar sumažinti riziką yra pasitelkiamos įvairios investicijų portfelio sudarymo teorijos.

Remiantis įvairiomis analizėmis ir teorijomis yra derinami vertybiniai popieriai, siekiant sukurti optimalų portfelį, kuris atitiktų kiekvieno investuotojo asmeninius lūkesčius. Tačiau tiek vertybinių popierių analizės metodikos, tiek portfelio optimizavimo teorijos turi tam tikrų ribotumą, todėl investuotojams kyla poreikis ieškoti naujų, efektyvesnių ir mažiau mokslinėje literatūroje nagrinėtų metodikų, kuriomis remiantis būtų galima sudaryta efektyvesnį investicijų portfelį.

Tyrimo aktualumas: Viena iš pagrindinių problemų, su kuria susiduria investuotojai, yra optimalaus portfelio sudarymas. Tiek teorijoje, tiek praktikoje galima surasti daugybę skirtingų optimalaus portfelio sudarymo metodikų, tačiau praktiškai visos jos turi tam tikrų ribotumą, todėl investuotojams kyla poreikis ieškoti naujų, mažiau žinomų, tačiau efektyvumą ir stabilumą užtikrinančių investicijų portfelio sudarymo teorijų. Tinkamai sudarytas investicijų portfelis gali pagerinti portfelio grąžos ir rizikos santykį, sumažinti portfelio rezultatų priklausomybę nuo neigiamų rinkos tendencijų, tai ypač svarbu šiuo permainingu ir globaline pandemija pažymėtu laikotarpiu.

Tyrimo problema: Optimalaus portfelio sudarymas išlieka aktuali problema iki šių dienų. Siekiant išspręsti šią problemą yra tobulinamos esamos ir kuriamos naujos portfelio sudarymo metodikos, tačiau visiškai pašalinti trūkumus nepavyksta. Galima išskirti kelis pagrindinius optimalaus portfelio sudarymo trūkumus: didelis portfelio svorių jautrumas, optimizavimo paklaidos, įverčių tinkamumas. Siekiant eliminuoti ar bent sumažinti pagrindinius trūkumus, būtina ieškoti naujų ar mažiau naudojamų optimalaus investicijų portfelio sudarymo teorijų, kurios galėtų padėti.

Tyrimo objektas – Blacko ir Littermano optimalaus portfelio teorija.

Tyrimo tikslas – optimizuoti investicijų portfelį, remiantis Blacko ir Littermano ir kitomis portfelio optimizavimo teorijomis.

Tyrimo uždaviniai:

- Susisteminti ir apibrėžti portfelio sudarymo principus ir palyginti portfelio optimizavimo teorijas;
- Parengti optimalaus investicijų portfelio sudarymo metodiką;
- Atlikti akcijų į investicijų portfelius atranką, remiantis analitiniu hierarchiniu procesu ir TOPSIS metodu;
- Remiantis H. Markowitzo, Blacko ir Littermano teorijomis sudaryti investicijų portfelius ir palyginti jų rezultatus.

Tyrimo metodai: Teorinėje darbo dalyje bus atliekama lyginamoji ir mokslinės literatūros analizė. Praktinėje dalyje atliekamas porinis finansinių santykinių rodiklių palyginimas, remiantis analitiniu hierarchiniu procesu, akcijų indekso daugiakriteris vertinimas TOPSIS metodu, portfeliams sudaryti bus taikomos H. Markowitzo ir Blacko ir Littermano portfelio metodikos. Gautiems rezultatams įvertinti bus naudojami Sharpe, Treynoro ir Mazuy, Jenseno alfa rodikliai bei lyginamosios analizės ir grafinio vaizdavimo metodai.

Darbo struktūra: Darbą sudaro trys dalys. Pirmoje dalyje, remiantis mokslinės literatūros analize, apibendrinami investicijų portfelio sudarymo etapai, kapitalo ir arbitražo įkainojimo, Blacko ir Littermano ir H. Markowitzo modeliai, išskiriami jų privalumai ir trūkumai. Antroje dalyje apibrėžiami metodai, kuriais remiantis bus atliekama akcijų atranka, sudaromas portfelis ir įvertinami rezultatai. Paskutinėje darbo dalyje taikant daugiakriterio vertinimo TOPSIS metodą, vertinant įmonių akcijų santykinius finansinius rodiklius pasirenkamos patraukliausios akcijos, kurios bus įtrauktos į investicijų portfelį. Atliekamas portfelio optimizavimas, remiantis H. Markowitzo, Blacko ir Littermano modeliais. Sudaryti investicijų portfeliai bus testuojami ir įvertinami pagal pasirinktus rodiklius. Gauti rezultatai palyginami tarpusavyje.

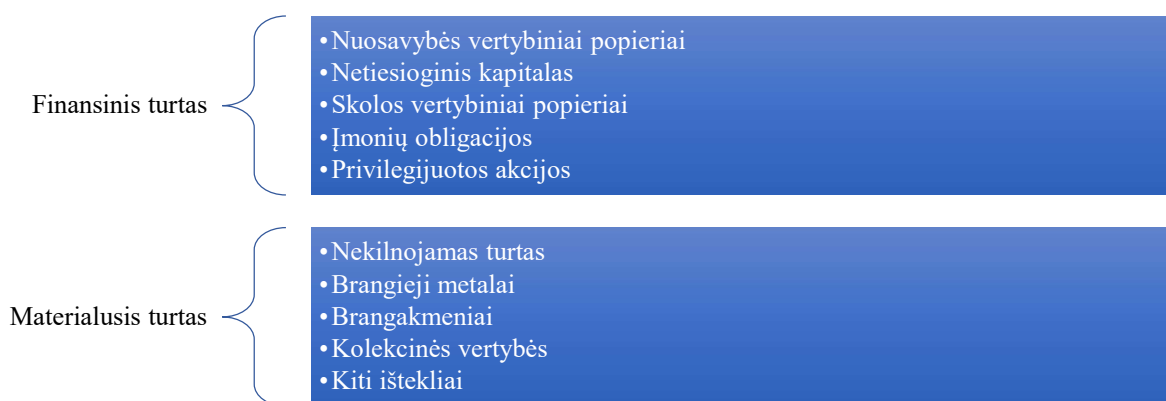
Praktinė reikšmė: Remiantis atlikto tyrimo rezultatais, galima daryti prielaidą, kad pagal Blacko ir Littermano teoriją sudarytas optimalus portfelis yra pranašesnis, už pagal H. Markowitzo teoriją sudarytą portfelį. Blacko ir Littermano portfelio grąžos ir rizikos santykis yra priimtinesnis ir jis yra mažiau jautrus neigiamiems rinkos pokyčiams. Taip pat, sudarytas portfelis yra intuityvesnis, kadangi jis remiasi subjektyviomis investuotojo prognozėmis. Nors Blacko ir Littermano modelis yra mažiau sutinkamas mokslinėje literatūroje, tačiau jis gali būti ne ką prasčiau pritaikomas ir naudojamas, nei jo pirmtakas H. Markowitzo modelis.

1. OPTIMALAUS INVESTICIJŲ PORTFELIO SUDARYMO TEORINIAI ASPEKTAI

1.1. Investicijų portfelio sudarymas

Prieš pradedant ieškoti akcijų ir sudarinėti portfelį, pirmiausia būtina susipažinti su investicijų portfelio sąvoka, sudarymo principais ir teorijomis. Šiam tikslui pasiekti teorinėje dalyje bus atliekama mokslinės literatūros ir palyginamoji analizė.

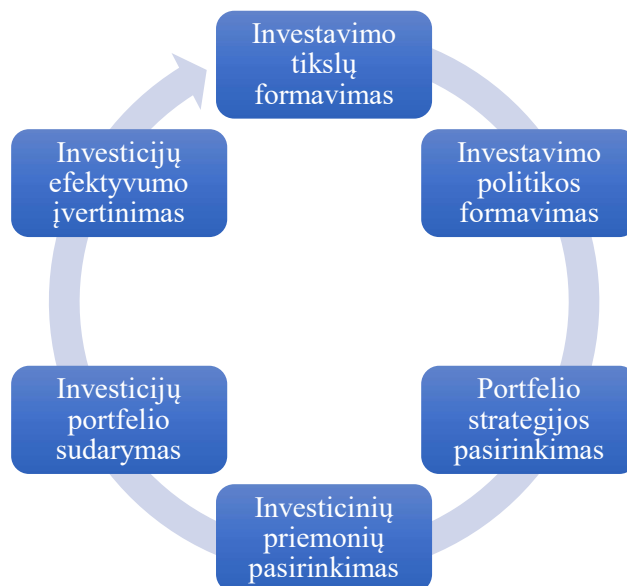
Mokslinėje literatūroje galima sutikti įvairiausių investicijų portfelio apibrėžimų, tačiau vienas nuo kito jie nelabai skiriasi, todėl apibendrinant investicijų portfelį galima apibrėžti, kaip vertybinių popierių kompoziciją, kurios tikslas tenkinti investuotojo išskeltus lūkesčius. Investicijų portfelį gali sudaryti įvairus investicinis turtas (Kašėtaitė, 2011) (žr. 1 pav.). Kokios turto klasės sudarys investicijų portfelį priklauso nuo išskeltų investuotojo tikslų ir pasirinktos portfelio strategijos.



1 pav. Investicijų turto klasifikacija

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Kašėtaitė, 2011)

Investavimo procesas yra struktūrizuotas ir paremtas tam tikrais žingsniais ir eiliškumu, todėl prieš pradedant ieškoti vertybinių popierių, kuriais bus sudaromas investicijų portfelis, pirmiausia reikia pradėti nuo investavimo tikslų ir politikos sudarymo. Portfelio sudarymas ir valdymas susideda iš šešių žingsnių plano (Leščik, 2017) (žr. 2 pav.).



2 pav. Investicijų portfelio sudarymo procesas

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Leščik, 2017)

Remiantis 2 paveiksle pavaizduotu investicijų portfelio sudarymo procesu, matome, jog portfelio formavimas pradedamas nuo investicinių tikslų apibrėžimo. Investicinių tikslų nustatymas yra vienas svarbiausių portfelio sudarymo ir valdymo etapų, nuo kurio priklauso kiti etapai ir galutinė portfelio struktūra. Pirmajame etape investuotojas apibrėžia ne tik savo tikslus, bet ir investavimo horizontą. Šiame etape investuotojui svarbu suformuoti aiškų investavimo tikslą, tam, kad šis procesas netaptų chaotišku (Urbonas, 2014). Investavimo politikoje investuotojas apibrėžia tiek trumpalaikius, tiek ilgalaikius tikslus, išsikelia lūkesčius ir įvertina, kokį rizikos lygį jis gali prisiimti (Azis, Nadir, & Purnamasari, 2017). Investuotojas turėtų periodiškai peržiūrėti apibrėžtą investavimo politiką ir remiantis pasikeitusiais poreikiais ją koreguoti. Apibrėžus investavimo politiką, kuri bėgant laikui ir keičiantis investuotojo poreikiams padės išlaikyti kryptingą poziciją. Taip pat šiame etape numatoma laisvų lėšų dalis, kurią investuotojas gali skirti. Trečiajame etape atsižvelgiant į investuotojo išsikeltus tikslus yra pasirenkama portfelio strategija, išskiriamos trys pagrindinės investicijų portfelio strategijos (Brazauskas, 2014):

- Aktyvi strategija – pasirinkęs šią strategiją investuotojas stengiasi surasti, jo manymu, per mažai įvertintus vertybinius popierius. Dėl šios priežasties atliekamos dažnos vertybinių popierių ir rinkų analizės, taip pat, tenkam atlikti dažnus sudaryto portfelio perbalansavimus (Evans & van Vuuren, 2019). Pasirinkęs šią strategiją investuotojas susiduria su dviem pagrindinėmis problemomis: dideliais kaštais, kadangi atliekamos dažnos investicinių priemonių, rinkų analizės ir portfelio perbalansavimai, kurie kainuoja nemažai (Evans & van Vuuren, 2019). Kita problema, su kuria susiduria investuotojai yra prisiimama didelė rizika, kadangi ši strategija reikalauja daug sąnaudų, investuotojas turi remtis rizikingesniais

vertybiniais popieriais, kurie kaip taisyklė yra pelningesni. Vadovaudamiesi aktyvaus portfelio valdymo strategija, investuotojai naudojami trimis pagrindinėmis schemomis (Urbonas, 2014): keičiamos aktyvų proporcijos tarp atskirų turto klasių, vadovaujantis prognozėmis, keičiamos aktyvų proporcijos tarp rinkos sektorių ir pramonės šakų, investuotojai renkami iš atskirų aktyvų, bandydami surasti per mažai įvertintus;

- Pasyvi strategija – šią strategiją renkami investuotojai, kurie tiki efektyvios rinkos teorija, kuri teigia, jog visi vertybiniai popieriai yra teisingai įkainuoti (Urbonas, 2014). Priešingai nei aktyvi strategija, pasyvi strategija reikalauja daug mažiau informacijos, kadangi ji remiasi tokia strategija kaip „pirk ir laikyk“, kurią naudojant portfelio nereikia dažnai perbalansuoti (Leščik, 2017). Išskiriamos pagrindinės trys pasyvaus portfelio sudarymo metodikos: visiško atkartojimo, kuomet portfelio svoriai tiksliai atkartojami, remiantis sekami indeksu, imties, kuomet į indeksą įtraukiami tik jį atspindintys vertybiniai popieriai ir kvadratinio optimizavimo, kuomet investicijų portfelis sudaromas, remiantis kompiuterinių programų pagalba naudojant istorines vertybinių popierių kainas, rizikos laipsnį ir tarpusavio ryšį (Singh Hada, Kumar Suri, & Jha, 2016). Pasyvaus portfelio strategija plačiai naudojama draudimo bendrovių, pensinių fondų ir kitų institucinių investuotojų (Leščik, 2017).

- Mišri strategija – investuotojai, kurie ieško tarpinės strategijos tarp aktyvios ir pasyvios gali pasirinkti mišrią, kuri apjungia dvi pagrindines strategijas. Pasirinkę šią strategiją investuotojai aktyvią strategiją naudoja portfelio daliai, kuri yra susijusi su rizika, o pagrindiniai portfelio daliai valdyti pasitelkia pasyvią strategiją (Leščik, 2017).

Portfelio strategijos pasirinkimas toliau išlieka mokslininkų ginčų objektu, nes, iki šiol nėra prieita vieningos nuomonės, kuri strategija yra efektyvesnė, pasyvi ar aktyvi. Prieš pasirinkdamas strategiją investuotojas turėtų jas tarpusavyje palyginti ir pasirinkti asmeniškai tinkamiausią (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Aktyvios ir pasyvios strategijos palyginimas

Sritis	Aktyvi strategija	Pasyvi strategija
Tikslas	Pranokti rinkos vidurkio rezultatą	Atkartoti rinkos vidurkio rezultatą
Strategija	Greitai priimami trumpalaikiai rizikingesni investiciniai sprendimai	Investiciniai sprendimai priimami neskubant, koncentruojamasi į ilgalaikį investavimą
Portfelio valdytojai	Aktyvūs	Pasyvūs
Sąnaudos	Didelės sąnaudos	Mažos sąnaudos

Rezultatas po sąnaudų	Vidutiniškai mažesni už rinkos vidurkį	Vidutiniškai didesni už aktyviai valdomą portfelį
Valdymo strategijos naudotojai	Finansų maklerių įmonės, specializuotos investicinės įmonės ir kitos panašios finansinės įmonės	Pensijų ir draudimo fondai
Metodai	Kokybiniai: rizikos vengimas, prognozės, intuicija, sėkmės faktorius ir spekuliacija	Kiekybiniai: rizikos valdymas, ilgalaikė statistinė ir fundamentali analizė

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Urbonas, 2014)

Pasirinkus portfelio strategiją, kitame investicijų portfelio sudarymo etape pasirenkamos investicinės priemonės, kurie sudarys investicijų portfelį. Dažniausiai investuotojai pasitelkia fundamentaliąją ir techninę analizę, tačiau yra naudojami ir kiti alternatyvūs analizės metodai, tokie kaip daugiakriteris vertinimas. Į portfelį stengiamasi pasirinkti gerai valdomas, aukšto dividendinio pajamingumo, stabilias ir perspektyviausias įmonių akcijas (Chandra, 2017).

Taip pat renkantis aktyvus svarbu nepamiršti apie portfelio diversifikavimą, kuris yra vienas svarbiausių priemonių siekiant sumažinti portfelio riziką (Lin & Kim, 2020). Diversifikavimo esmė yra paprasta, į portfelį stengiamasi įtraukti kuo daugiau įvairesnių aktyvų, kurie padėtų sumažinti bendrą portfelio sisteminę ir nesisteminę riziką, idealiausiu atveju ir padidintų bendrą portfelio pelningumą (Lin & Kim, 2020).

Pasirinkus portfelio sudarymo strategiją ir išrinkus perspektyviausius investicijų priemones, remiantis viena iš daugelio investicijų portfelio sudarymo teorijų sudarytas investicijų portfelis. Remiantis pasirinkta optimalaus portfelio strategija, derinamos vertybinių popierių grąžos ir rizikos, siekiant rasti optimalų variantą, kuris priklausys nuo investuotojo išsikeltų tikslų ir rizikos, kurią jis gali priimti. Nuo pasirinktos teorijos priklausys kokie aktyvai ir kokiomis proporcijomis bus įtraukti į portfelį.

Sudarius investicijų portfelį, paskutiniame etape atliekamas investicijų portfelio efektyvumo vertinimas. Tai ne mažiau svarbus portfelio sudarymo ir valdymo etapas, kuriame įvertinamas sudaryto portfelio efektyvumas atsižvelgiant į pasikeitusias investicijų priemones ir rinkos sąlygas (Brazauskas, 2014). Rezultatui neatitikus išsikeltų tikslų, reikėtų peržiūrėti sudarytą investicinį planą ir atlikti būtinas korekcijas.

1.2. Optimalaus investicijų portfelio teorijos

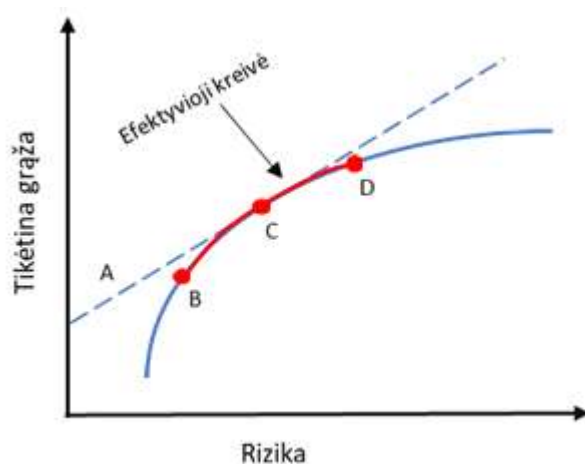
Investuotojai siekdami sudaryti sėkmingą investicijų portfelį susiduria su įvairiomis problemomis: kaip turėtų atrodyti portfelis, kokias investicines priemones ir kokiomis dalimis reikėtų pasirinkti, kad sudarytas portfelis atitiktų iškeltus lūkesčius. Plečiantis akcijų rinkoms, kylant susidomėjimu investuoti, atsiranda poreikis ieškoti naujų, efektyvesnių būdų, kaip sudaryti sėkmingą investicijų portfelį. Todėl, bėgant laikui buvo sukurta daugybė įvairiausių optimalaus investicijų portfelio teorijų. Tačiau tik nedidelė dalis tapo naudojamos, didesnė dalis sukurtų modelių taip ir liko pritaikomi tik teorijoje. Investuotojams, kurie siekia geriausių investicijų portfelio rezultatų svarbu, išbandyti mažiau naudojamas teorijas, palyginti jas tarpusavyje, nes tai gali padėti atrasti mažiau populiarių, tačiau asmeniškai tinkamiausią optimalaus portfelio sudarymo modelį.

1.2.1. *H. Markowitzo optimalaus portfelio teorija*

Sprendžiant investicijų efektyvumo problemą buvo sukurta pirmoji investicijų portfelio koncepcija, kuri dar vadinama moderniąja portfelio teorija. Moderniosios portfelio teorijos kūrėju yra laikomas Nobelio ekonomikos premijos laureatas Harry Markowitzas (Jokubauskaitė & Kvietkauskienė, 2017). H. Markowitzo sukurta teorija tapo pamatine, kuria remiantis buvo sukurta, patobulinta daugybė vėliau atsiradusių efektyvaus investicijų portfelio teorijų. Jis savo darbuose didelį dėmesį skyrė investicijų portfelio sudarymui ir optimizavimui. H. Markowitzas pirmasis susiejo portfelio pelningumą ir riziką, pradėjo naudoti diversifikavimo, optimalaus portfelio sąvokas (Ivanova & Dospatliev, 2017; Teodoro-Filho, Marinho, & Prestes, 2018). Šias sąvokas, autorius pristatė savo disertacijoje „Portfelio pasirinkimas“, už kurią jis buvo apdovanotas Nobelio ekonomikos premija (Zhou & Xu, 2018).

H. Markowitzas pakeitė investuotojų požiūrį į portfelio riziką, iki jo garsiosios disertacijos „Portfelio pasirinkimas“, investuotojai vertindavo atskirų įmonių akcijų pelningumą ir riziką, prieš jas dedami į portfelį. Investavimo proceso esmė būdavo pasirinkti pelningiausius ir mažiausiai rizikingus vertybinius popierius ir juos sudėti į portfelį, siekiant geriausio rezultato, tačiau, tai nebuvo efektyvu (Ivanova & Dospatliev, 2017). Autorius didelį dėmesį skyrė diversifikacijai. Markowitzas diversifikaciją apibrėžia kaip investicijų portfelio sudarymo priemonę, kuri leidžia sumažinti bendrą jo riziką (Baltutis, Töppel, Tränkler, & Wiethe, 2020). Diversifikavimo esmė yra įtraukti kuo daugiau įvairesnių vertybinių popierių, kurie padėtų sumažinti tiek sisteminę tiek nesisteminę riziką. Į portfelį gali būti įtraukti vertybiniai popieriai iš skirtingų šalių, sektorių, turto klasių: kombinuoti valiutas, obligacijas, fondus akcijas ir kitas turto klases (Brazauskas & Cibulskienė, 2014). Efektyvų portfelį

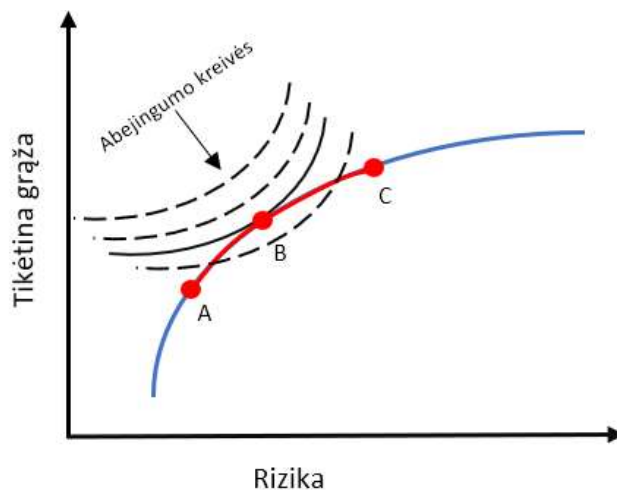
Markowitzas apibrėžia, kaip portfelį, kuris turi mažiausią riziką esant tam tikram grąžos lygiui arba turi didžiausią grąžą esant tam tikram rizikos lygiui (Marcišauskienė, Balinskienė, & Vilimė, 2015). Efektyvųjų investicijų portfelį galima pavaizduoti, kaip kreivę simuliuojant sudarytus portfelis su skirtingais rizikos ir grąžos parametrais. Gauti efektyvūs portfeliai sudarys kreivę, kuri vadinama efektyvumo kreive (žr. 3 pav.).



3 pav. Efektyvioji portfelių kreivė

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Abu Bakar, 2018)

3 pav. vaizduojama dviejų vertybinių popierių portfelio efektyvioji kreivė. Tiesė nuo B iki D yra vadinamoji efektyvumo kreivė, portfeliai esantys šioje tiesėje optimalūs, kitaip tariant su tam tikru rizikos lygiu, jų grąža yra didžiausia. Į portfelius, esančius ant efektyvumo kreivės pasirenka investuoti racionalūs investuotojai (Kanagaraj & Kumar, 2017). Kiti sudaryti investicijų portfeliai esantys po efektyvumo kreive yra neoptimalūs ir į juos patariama neinvestuoti. Raidė A žymi nerizikingas akcijas, į kurias būtų galima investuoti be rizikos (Jurkonytė & Paužolis, 2015). Taškas C yra optimaliai rizikingas portfelis. Visi investicijų portfeliai esantys ant efektyvumo kreivės turi geriausią rizikos ir grąžos kombinaciją, todėl investuotojas pats pasirenka optimalų portfelį atsižvelgdamas į rizikos laipsnį, kurį jis gali priimti. Apsispręsti, kurį optimalų portfelį iš efektyviosios kreivės pasirinkti investuotojams padeda abejingumo kreivės (žr. 4 pav.).



4 pav. Sprendimų priėmimas efektyviojoje portfelių kreivėje

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Mckenzie, 2017)

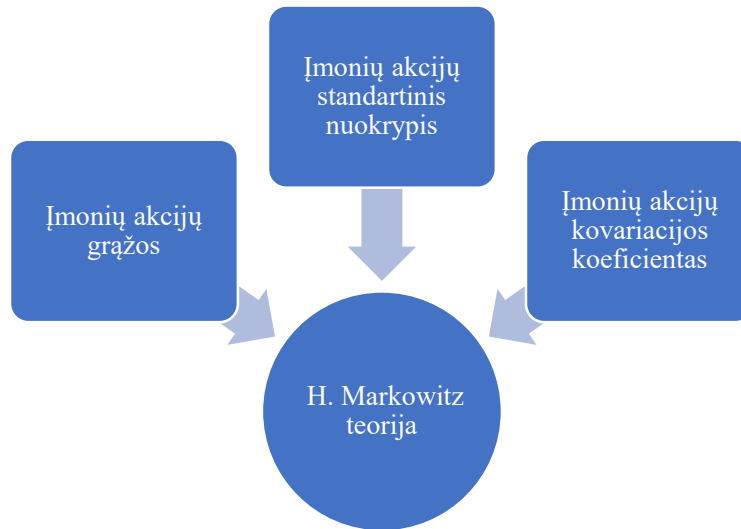
Lenkta AC kreivė yra efektyvioji kreivė, ant kurios yra išsidėstę visi galimi optimalūs portfeliai, turintys tam tikrą rizikos ir grąžos kombinaciją (Kuodzevičiūtė, 2015). Norėdami pasirinkti tinkamą portfelį, investuotojai turi nusibrėžti savo abejingumo kreives grafike kartu su efektyviąja kreive. Remiantis abejingumo kreivių padėtimi, pasirenkamas optimalus portfelis, esantis aukščiau ir kairiau ir kuris liečiasi su efektyviąja optimalių portfelių aibe (Kuodzevičiūtė, 2015). Pasirinkamas teorinis portfelis B, kuris liečiasi su abejingumo kreive. Praktikoje investuotojo pasirinkimą nulemia polinkis į riziką. Agresyvaus tipo investuotojas pasirenks portfelį arčiau taško C, kadangi portfelio tikėtina grąža yra didžiausia, tačiau ir rizika didžiausia, nuosaikesnis ir konservatyvesnis investuotojas rinktų investicijų portfelį arčiau taško A, kadangi jo rizika, tačiau kartu ir grąža yra mažesnė (Che, 2018).

Nobelio premijos laureato H. Markowitzo sukurta optimalaus investicijų portfelio teorija yra paremta investuotojų ir rinkos elgsenos prielaidomis, kurias stebėjęs ir analizavęs autorius sukūrė portfelio modelį: (Tarczyński & Tarczyńska-Łuniewska, 2018; Urbonas, 2014):

- Investuotojai kiekvieną investiciją vertina, kaip tam tikrą tikimybinės grąžos skirstinį per tam tikrą investavimo periodą;
- Investuotojai esant tokiam pat rizikos lygiui, renkasi didesnę grąžą, arba esant tam tikram grąžos lygiui, renkasi mažesnę riziką;
- Dažnai investuotojai priima sprendimus atsižvelgdami tik į riziką ir grąžą, todėl jų naudingumo kreivė yra laukiamo pelningumo ir jo variacijos funkcija;
- Rinka yra sudaryta iš baigtinio skaičiaus aktyvų, kurių pelningumai pasirinktam periodui laikomi atsitiktiniais dydžiais;
- Investuotojas nėra linkęs beprasmiškai rizikuoti, todėl iš portfelių su vienodu pelningumu, jis rinktų su mažiausia rizika;

- Investuotojai vertina portfelio riziką kaip laukiamos grąžos variaciją;
- Portfelio pelningumas yra laukiamas, o rizikos vengiama.

Siekiant sudaryti optimalų investicijų portfelį pagal H. Markowitzo teoriją, pirmiausia reikia surinkti norimo laikotarpio įmonių akcijų kainas, apskaičiuoti tam tikrus parametrus (žr. 5 pav.).



5 pav. H. Markowitzo modelio struktūra

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Kuodzevičiūtė, 2015)

Pirmiausia, remiantis įmonių akcijų kainomis, apskaičiuojamos akcijų grąžos, kuriomis remiantis apskaičiuojame bendrą portfelio grąžą naudojant formulę (Ostadi, Motamedi Sedeh, & Husseinazadeh Kashan, 2020):

$$E = \sum_{i=1}^N X_i \mu_i, \quad (1)$$

čia:

E – laukiamas portfelio pelningumas;

μ_i – akcijų grąža;

X_i – akcijos dalis portfelyje.

Apskaičiavus portfelio grąžą, kitame etape apskaičiuojame standartinį nuokrypį, kuris parodo akcijų grąžos nuokrypį nuo vidurkio. Standartinis nuokrypis apskaičiuojamas naudojant formulę (Gasser, Rammerstorfer, & Weinmayer, 2017):

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n W_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n W_i W_j COV_{ij}}, \quad (2)$$

čia:

σ_p – standartinis nuokrypis;

σ_i^2 – aktyvo i pelningumo variacija;

COV_{ij} – kovariacija tarp aktyvo i ir j pelningumų;

W_i – i akcijos dalis portfelyje;

W_j – j akcijos dalis portfelyje.

Apskaičiavus tikėtiną grąžą ir standartinį nuokrypį, paskutiniame žingsnyje apskaičiuojamas kovariacijos koeficientas, kuris interpretuojamas, kaip portfelio rizikos matas (Branger, Muck, Seifried, & Weisheit, 2017). Kovariacijos koeficientas parodo ryšį tarp dviejų atsitiktinių dydžių, koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę (K.-X. Chen, Ren, Wu, & Kittler, 2020):

$$cov(R_i, R_j) = \sum_{i=1}^N p_n [r_{in} - E(R_i)][r_{jn} - E(R_j)], \quad (3)$$

čia:

r_{in} – aktyvo galima i pelningumo reikšmė;

r_{jn} – aktyvo galima j pelningumo reikšmė;

p_n – aktyvų i ir j pelningumo reikšmės tikimybė;

N – galimų pelningumo reikšmių skaičius.

Kovariacijos koeficientas gali įgauti tokias reikšmes (Navickienė, 2016):

- Teigiama (nuo 0 iki 1), kuomet abu atsitiktiniai dydžiai tuo pačiu metu juda ta pačia kryptimi;
- Neigiama (nuo -1 iki 0), kuomet abu atsitiktiniai dydžiai juda tuo pačiu metu, bet skirtingomis kryptimis;
- Nulinė (0), kuomet abu atsitiktiniai dydžiai juda nepriklausomai vienas nuo kito.

Sudarant investicijų portfelį patartina įtraukti įmonių akcijas, kurios turi mažą arba neigiamą tarpusavio koeficientą, siekiant užtikrinti didesnę portfelio diversifikaciją.

H. Markowitzo optimalaus portfelio teorija tapo pirmąja, kuri vertino ne atskiras įmonių akcijas, o visą portfelio visumą, todėl nenuostabu, jog ši teorija susilaukė ne mažai kritikos ir skeptikų. Atlikus lietuvių ir užsienio autorių mokslinės literatūros analizę, galima išskirti esminius H. Markowitzo portfelio sudarymo teorijos privalumus ir trūkumus (žr. 2 lentelę).

2 lentelė. H. Markowitzo optimalaus investicijų portfelio teorijos privalumai ir trūkumai

Privalumai	Trūkumai
Galima iškart nustatyti viso portfelio riziką	Remiamasi praeities duomenimis, kurie gali netiksliai atspindėti būsimą tendenciją
Leidžia nustatyti efektyviąją investicijų portfelių aibę ir optimalią portfelio kreivę	Sudaryti portfeliai nepasižymi geru investicijų išskaidymu ir stabilumu
Galima nustatyti glaudų ryšį tarp akcijų pelningumo ir rizikos lygio	Modelis sudarytas, remiantis investuotojų elgsenos prielaidomis ir neįvertina realių rinkos sąlygų
Teorinis paprastumas	Modelis labai jautrus aktyvų pokyčiams

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Harris, Stoja, & Tan, 2017)

Vienas iš pagrindinių H. Markowitzo optimalaus investicijų portfelio teorijos privalumų yra tas, jog yra nesunku nustatyti ir įvertinti bendrą portfelio riziką, todėl nereikia skaičiuoti akcijų rizikos. Taip pat leidžia įvertinti ryšį tarp akcijų tikėtinos grąžos ir pelningumo. Sudarytas modelis padeda nustatyti efektyviąją vertybinių popierių aibę ir optimalią portfelio kreivę, todėl investuotojai lengviau gali pasirinkti tinkamiausią optimalų portfelį, atsižvelgdami į savo rizikos lygį.

Tačiau prie visų išsakytų portfelio teorijos privalumų išskiriama ir nemažai trūkumų. Vienas pirmųjų trūkumų tapo sudėtingas teorijos pritaikymas praktikoje, kadangi norint sudaryti portfelį, remiantis H. Markowitzo teorija reikia nemažo kiekio duomenų, kurie buvo naudojami atlikti sudėtingus skaičiavimus. Todėl pradžioje ši teorija nebuvo išbandoma praktikoje, tačiau bėgant laikui ir atsirandant naujoms technologijoms šis trūkumas dingo. Išskiriami trys svarbiausi H. Markowitzo investicijų portfelio trūkumai:

- rėmimasis praeities duomenimis;
- rėmimasis investuotojų elgsenos ir rinkos prielaidoms;
- portfelio nestabilumas ir jautrumas pokyčiams.

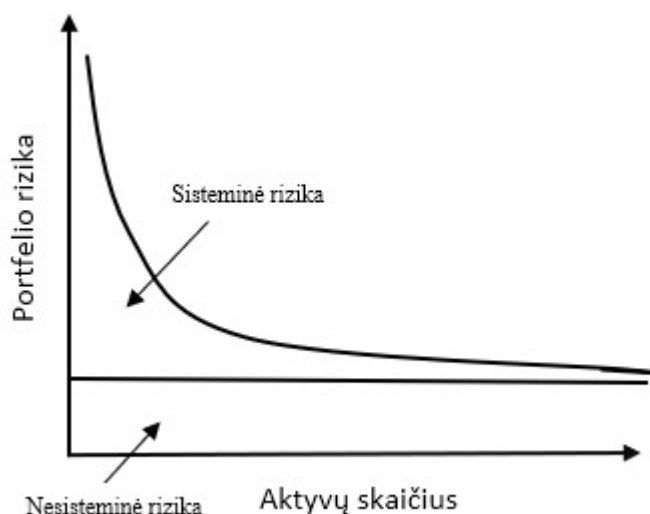
Modernioji optimalaus portfelio teorija remiasi praeities duomenimis, kuriais apskaičiuojama portfelio grąža ir rizika, tačiau dažnu atveju praeities rezultatai gali būti nepatikimi ir neparodyti tikrosios akcijų kainų kitimo tendencijos. Teorija taip pat yra paremta elgsenos prielaidomis, kurios pagrįstos teorijoje, tačiau ne visada pasitvirtina praktikoje, kurioje papildomai atsiranda ir finansinių duomenų asimetrija, todėl akcijų kainos gali neatitikti realybės (Skeie-Larsen, 2018). Sudarytas investicijų portfelis yra jautrus svorių ir duomenų

pasikeitimui, todėl jį reikia dažnai perbalansuoti, o tai sudaro nemažas išlaidas, mažiausias netikslumas skaičiavimuose gali lemti visiškai kitokį portfelio vaizdą.

Nepaisant visų trūkumų ir adresuojamos kritikos, H. Markowitzo sukurta optimalaus investicijų portfelio teorija tapo pirmąja tokia pakeitusi investuotojų požiūrį, tapusi pagrindine, kuria remiantis pradėtos kurti naujos, tobulesnės investicijų portfelio teorijos.

1.2.2. Kapitalo aktyvų įkainojimo modelis (CAPM)

1964 metais padedamas J. Lintnero, J. Mossino, J.L. Treynoro Williamas F. Sharpe sukūrė vieną svarbiausių finansų teorijos modelių – kapitalo aktyvų įkainojimo modelį trumpiau CAPM (Marcišauskienė et al., 2015). Praėjus beveik šešiasdešimt metų, kapitalo aktyvų įkainojimo modelis vis dar yra plačiai naudojamas apskaičiuoti įmonių kapitalo kainai ir optimaliam portfeliui pasirinkti (Hur & Chung, 2017). CAPM parodo ryšį tarp aktyvo vidutinės grąžos ir jo rizikos normos (Markauskas & Saboniene, 2020). Kapitalo įkainojimo modelyje aktyvų grąžą lemia du pagrindiniai rizikos šaltiniai: sisteminė ir nesisteminė rizika (Brazauskas, 2014). Sisteminė rizika apibūdinama, kaip vertybinio popieriaus kainos pokyčio dalis dėl objektyvių priežasčių, kuri atsiranda dėl tam tikrų rinkos sąlygų. Šios rizikos praktiškai negalima diversifikuoti, nes dažniausiai ši rizika paliečia daugelį vertybinių popierių (Leščik, 2017). Nesisteminė rizika apibūdinama kaip vertybinio popieriaus kainos pokyčio dalis, kuri priklauso nuo tam tikrų specifinių veiksnių ir dažniausiai būdinga tam tikram vertybiniam popieriui (Mondal & Selvaraju, 2019). Šią rizikos rūšį priešingai nei sisteminę riziką galima panaikinti diversifikuojant, kitaip tariant į portfelį įtraukiant daugiau įvairesnių aktyvų (žr. 6 pav.).



6 pav. Portfelio rizikos struktūra

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Leščik, 2017)

Sisteminė rizika paprastai žymima beta (β) koeficientu (Cenesizoglu & Reeves, 2018). Šis koeficientas įvertina, kaip kinta portfelio grąža, lyginant ją su rinkos grąža. Šią rizikos rūšį galima apskaičiuoti, kaip kovariacijos tarp investicijų portfelio ir indekso grąžų ir standartinio nuokrypio kvadrato santykį (Fernandez, 2017):

$$\beta_i = \frac{\text{Cov}(r_{it}, r_{mt})}{\sigma_m^2}, \quad (4)$$

čia:

β_i – sisteminė rizika;

$\text{Cov}(r_{it}, r_{mt})$ – kovariacija tarp investicijų portfelio ir rinkos portfelio grąžų;

σ_m^2 – rinkos portfelio dispersija.

Analizuojant CAPM modelį, būtina suprasti kas yra beta koeficientas, kuri parodo, kaip vertybinis popierius reaguoja į makroekonominis rinkos veiksnus (Hollstein, Prokopczuk, & Wese Simen, 2020). Tokiu būdu koeficientas padeda įvertinti, kaip jautriai ir į kurią pusę judės stebimas vertybinis popierius, veikiant jį tam tikram makroekonominiam rinkos veiksmui (žr. 3 lentelę).

3 lentelė. Galimos beta koeficiento reikšmės

Beta koeficiento reikšmė	Interpretacija
2	Vertybinis popierius dvigubai stipriau reaguoja į rinkos pokyčius
1	Vertybinis popierius reaguoja į rinkos pokyčius
0,5	Vertybinis popierius dvigubai silpniau reaguoja į rinkos pokyčius
0	Vertybinis popierius nereaguoja į rinkos pokyčius
-0,5	Vertybinis popierius dvigubai silpniau į priešingą pusę reaguoja į rinkos pokyčius
-1	Vertybinis popierius reaguoja priešinga kryptimi į rinkos pokyčius
-2	Vertybinis popierius dvigubai stipriau į priešingą pusę reaguoja į rinkos pokyčius

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Leščik, 2017)

Mokslininkai išskiria pagrindines beta koeficiento charakteristikas (Leščik, 2017):

- rinkos portfelio beta koeficientas yra lygus 1;
- akcijos, kurių beta yra didesnis už 1, yra jautresnės rinkos pelningumo svyravimams, o kurių beta yra mažesnė už 1 yra mažiau jautrios;
- aukštesnis akcijos beta koeficientas lemia didesnę akcijos laukiamą pelningumą, dėl didesnės rizikos ir atvirkščiai;
- beta koeficientas matuoja nediversifikuojamą vertybinio popieriaus riziką.

Išnagrinėjus beta koeficiento reikšmes ir prasmę, galima pereiti prie kapitalo įkainojimo modelio formulės (Urbonas, 2014):

$$E(R) = \alpha + r_f + \beta r_m, \quad (5)$$

čia:

$E(R)$ – portfelio grąža;

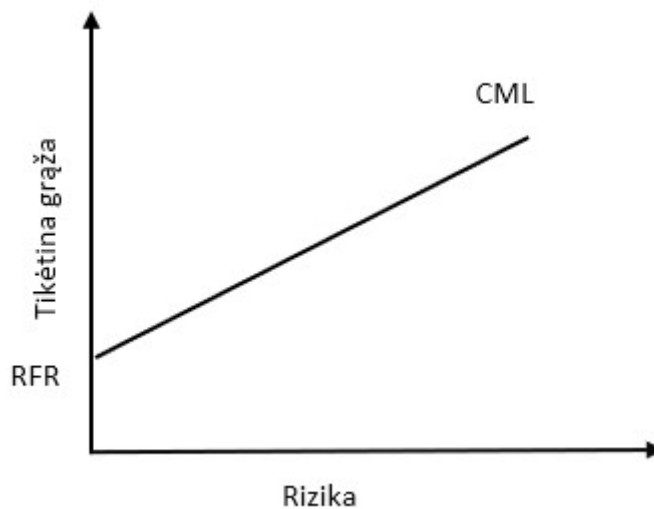
α – likutinė grąža;

r_f – nerizikinga palūkanų norma;

β – regresijos koeficientas;

r_m – perteklinė portfelio grąža.

Norint įvertinti kapitalo rinkos tiesę (CML), kuri yra svarbi sprendžiant optimalaus portfelio uždavinius, svarbu įvertinti sisteminę ir bendrą portfelio riziką (Leščik, 2017). Siekiant kuo didesnės grąžos investuotojai turi priimti papildomą kiekį rizikos (Hu & Zheng, 2020). Tokiu atveju investuotojai turi dvi pasirinkimo galimybes: rizikingų aktyvų portfelį, kuriame didėjant rizikai gauname didesnę grąžą, arba nerizikingų aktyvų portfelį (Leščik, 2017) (žr. 7 pav.).



7 pav. Kapitalo rinkos tiesė

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Brazauskas, 2014)

Kapitalo įkainojimo modelis kaip ir H. Markowitzo modelis yra teorinis, kuris yra paremtas tam tikromis ne visada praktikoje pasitvirtinančiomis prielaidomis (Urbonas, 2014):

- priimdamas sprendimus investuotojas vadovaujasi dviem kriterijais: laukiamu pelningumu ir rizika;
- investuotojai yra racionalūs ir pasirenka optimalius portfelius;

- investuotojai pasirenka vienodą investavimo horizontą;
- investuotojų vertinama rizika, pelningumas ir kovariacija sutampa;
- egzistuoja nerizikingi aktyvai, be to investuotojai gali skolintis neribotą sumą su nerizikingomis palūkanomis;
- kapitalo rinka laikoma tobulai konkurencinga, todėl investuotojai negali daryti įtakos vertybinių popierių kainai;
- infliacija ir palūkanų normos svyravimai neegzistuoja;
- kapitalo rinka randasi pusiausvyroje.

CAPM kaip ir H. Markowitzo modelis tapo vienu svarbiausių modelių tuo metu, kuris net ir prabėgus beveik keturiasdešimčiai metų išlieka aktualus ir kaip atspirties taškas naujiems modeliams. Mokslinėje literatūroje išskiriami pagrindiniai kapitalo įkainojimo modelio privalumai (Leščik, 2017; Urbonas, 2014):

- modelis padeda išskirti portfelio sisteminę ir nesisteminę riziką;
- modelis padeda nustatyti pelningumo ir rizikos lygio ryšį;
- lyginant su H. Markowitzo modeliu, CAPM modelis turi paprastesnę ir mažiau resursų reikalaujančią skaičiavimo sistemą.

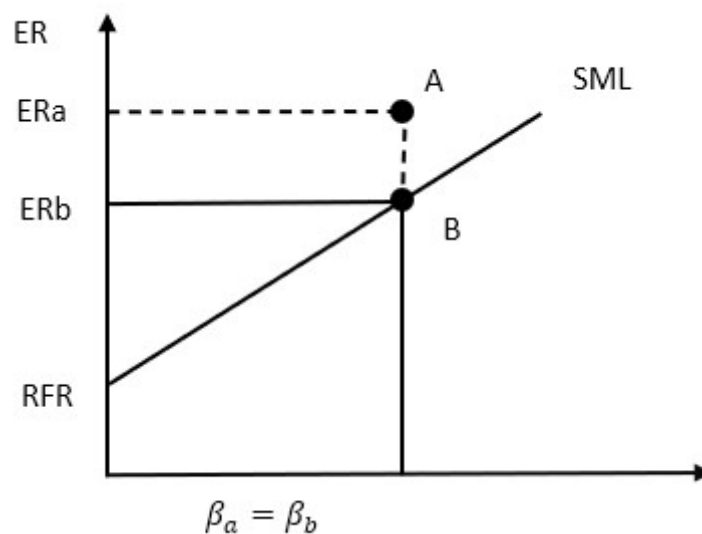
Nepaisant kapitalo įkainojimo modelio reikšmingumo ir privalumų išskiriami ir pagrindiniai šio modelio trūkumai (Brazauskas, 2014; Urbonas, 2014):

- CAPM modelis yra teorinis, todėl gali būti netikslus praktikoje;
- CAPM modelis remiasi praeities duomenimis, todėl negalima nustatyti teisingos tendencijos;
- tinkamas tik išsivysčiusiose rinkose.

1.2.3. Arbitražo įkainojimo teorija (APT)

1976 metais mokslininkas, ekonomistas Stephen A. Rossas, kaip alternatyvą kapitalo įkainojimui sukūrė arbitražo įkainojimo teoriją, trumpiau dar vadinama APT (Danthine & Donaldson, 2015). S. A. Rossas sukurti APT modelį buvo paskatintas dėl kapitalo įkainojimo modelio netobulumo (Rásonyi, 2017). Pagrindinis skirtumas tarp CAPM ir APT teorijų yra tas, jog CAPM vertybinio popieriaus laukiamas pelningumas yra susietas tik su vienu veiksnium, kuris yra rinka, tuo tarpu APT nagrinėja daugiau nei vieną veiksnių, todėl jo rezultatai nėra tokie priklausomi nuo rinkos portfelio (Burzoni, Frittelli, Hou, Maggis, & Obłój, 2019). Arbitražo įkainojimo modelis teigia, kad visi investuotojai stengiasi pasinaudoti galimybe padidinti portfelio grąžą, nedidinant jo rizikos (Rásonyi, 2017). S. A. Rossas savo sukurtą modelį paremia teorinėmis prielaidomis (Frahm, 2018):

- kapitalo rinkos yra tobulai konkurencingos;
- investuotojai išnaudoja arbitražą;
- investuotojai teikia pirmenybę didesniai turtui, o ne mažesniai su didesniu apibrėžtumu;
- rinkoje egzistuoja tam tikros svarbios sisteminės rizikos, kurios tiesiškai veikia vertybinių popierių pelningumą;
- investuotojai supranta sisteminę riziką ir gali įvertinti vertybinio popieriaus jautrumą.



8 pav. Vertybinių popierių rinkos tiesė

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Urbonas, 2014)

SML tiesės nuolydis parodo, kokią premiją gali gauti investuotojas prisiimdamas didesnę sisteminę riziką, kuri išreikšta beta koeficientu. Remiantis APT vertybinis popierius, kuris nėra SML tiesėje yra laikomas neteisingai įkainotų ir, tai gali suteikti investuotojui arbitražo galimybę (Urbonas, 2014). 8 pav. A vertybinis popierius, remiantis APT teoriją yra neteisingai įkainotas, įsigijęs jį ir pardavęs B vertybinį popierių už tą pačią sumą, jis galės sudaryti arbitražinį portfelį, kadangi A ir B aktyvų jautrumas faktoriams vienodas, B pardavimas ir A pirkimas sudarys portfelį, kuris nebus jautrus kitiems faktoriams (Kuodzevičiūtė, 2015). APT galima apskaičiuoti pagal formulę (Leščik, 2017):

$$R_i = E(R_i) + b_{i1}\delta_1 + \dots + b_{ik}\delta_k + \varepsilon_i, \quad (6)$$

čia:

R_i – aktyvo i grąža per nustatytą laikotarpį;

$E(R_i)$ – aktyvo i laukiamoji grąža, kai rizikos veiksniai nesikeičia;

b_{ik} – aktyvo i jautrumas k rizikos faktoriui;

δ_k – makroekonominis veiksnys įtakoiantis visų aktyvų laukiamą pelningumą;

ε_i – atsitiktinė aktyvo i paklaida.

Priešingai nei CAPM, APT modelis nereikalauja apibrėžti rinkos portfelio, kuriuo remiantis būtų vertinami aktyvai, tačiau APT modelis reikalauja apibrėžti svarbiausius makroekonominis veiksnys galinčius turėti svarbią įtaką vertybiniais popieriams (Renault, van der Heijden, & Werker, 2017). Arbitražo įkainojimo modelis neapibrėžia konkrečių makroekonominių veiksnių, tačiau literatūroje yra išskiriami keturi pagrindiniai veiksniai, darantis didelę įtaką bendram portfelio pelningumui (Urbonas, 2014):

- netikėti infliacijos normos pasikeitimai;
- netikėti pramonės produkcijos apimtys pasikeitimai;
- netikėti įvairios trukmės obligacijų palūkanų normos pokyčiai;
- netikėtai gaunamos rizikos premijos.

Taip pat galima įtraukti ir tokius faktorius kaip (Urbonas, 2014):

- BVP augimas;
- valiutų kursų pokyčiai;
- palūkanų normos pokyčiai.

Į modelį taip pat galima įtraukti įvairius makroekonominis rodiklius, remiantis investuotojo nuomone.

Lyginant CAPM ir ATR modelius, galima rasti panašumų, abu modeliai skirti nustatyti tikėtinų grąžų pokyčius, remiantis pasirinktu arba pasirinktais veiksniais (Frahm, 2018). Pagrindinis išskiriamas APT pranašumas yra tas, kad šis modelis paaiškina skirtumą tarp didelės ir mažos kapitalizacijos įmonių pelningumo, remiantis CAPM mažos kapitalizacijos įmonių akcijos turinčios mažesnę beta, turėtų turėti mažesnę reikalaujamą pelningumą, tačiau tai ne visada tiesa (Urbonas, 2014).

1.2.4. Blacko ir Littermano optimalaus portfelio teorija

Siekiant papildyti H. Markowitzo optimalaus portfelio spragas, investicijų banko „Goldman Sachs“ analitikai, Fisher Blackas ir Robert Littermanas, 1991 metais sukūrė Blacko ir Littermano (BL) portfelio optimizavimo teoriją. (Kara, Ulucan, & Atici, 2019). Blacko ir Littermano modelį galima apibrėžti, kaip sudėtingą, matematinį portfelio sudarymo modelį, kuris apjungia prognozes ir istorinius duomenis (Idzorek, 2007). Modelis padeda išspręsti trys pagrindinius Markowitzo modelio ribotumus: įverčių jautrumo, portfelio ne intuityvumo ir paklaidų atsiradimą maksimizuojant portfelį (S. D. Chen & Lim, 2020).

Blacko ir Littermano modelį gali išreikšti formule (Bayram, Abdullah, & Meera, 2018):

$$E(R) = [(\tau\Sigma)^{-1} + P\Omega^{-1}P]^{-1}[(\tau\Sigma)^{-1}\Pi + P^T\Omega^{-1}Q], \quad (7)$$

čia:

Q – grąžos prognozės matrica;

P – sąsajos matrica, kuri sujungia investuotojo požiūrį su tam tikru portfelio aktyvu;

Ω – Investuotojo pasitikėjimo savo prognoze matrica;

Π – perteklinės grąžos pusiausvyros vektorius, kiekvienam aktyvui;

τ – konstanta.

Norint geriau suprasti BL modelio formulę, ji yra išskaidoma į atskiras dalis.

Blacko ir Littermano modelio skaičiavimai prasideda nuo neutralaus pusiausvyros portfelio, kuriuo remiantis bus apskaičiuojamos laukiamos grąžos (S. D. Chen & Lim, 2020). Neutralų portfelį galima rasti naudojant kapitalo įkainojimo modelį. CAPM modelis apskaičiuojamas pagal formulę (Polovenko, 2017):

$$E(R) = \alpha + r_f + \beta r_m, \quad (8)$$

čia:

$E(R)$ – portfelio grąža;

α – likutinė grąža;

r_f – nerizikinga palūkanų norma;

β – regresijos koeficientas;

r_m – perteklinė portfelio grąža.

Remiantis CAPM teorija, visi investuotojai laiko tokį pat rizikingą portfelį, kuris laikomas CAPM rinkos portfelium (Allaj, 2017). Rinkos portfelyje yra tik rizikingos įmonių akcijos, nes investuotojai yra „apdovanojami“ tik prisiimant sistemine riziką (S. D. Chen & Lim, 2020). Kadangi rinkos portfelį sudaro vienodai rizikingi aktyvai, jų svorius pusiausvyros taške, nulemia kapitalizacija (Polovenko, 2017). CAPM rinkos portfelyje yra visi aktyvai į kuriuos galima investuoti, todėl juos sunku aprėpti ir dar sunkiau išsirinkti, todėl yra pasitelkiamas atvirkštinis optimizavimas, kuris remiantis pasirinktų akcijų kapitalizacija ir kovariacijos koeficientu leidžia apskaičiuoti laukiamą perteklinę grąžą (Allaj, 2017). Atvirkštinis optimizavimas gali būti atliekamas, remiantis formule (Skeie-Larsen, 2018):

$$\Pi = \lambda \Sigma w_{mkt}, \quad (9)$$

čia:

Π – perteklinės grąžos pusiausvyros vektorius, kiekvienam aktyvui;

λ – rizikos vengimo koeficientas;

Σ – perteklinės grąžos kovariacinė matrica;

w_{mkt} – akcijos svoris rinkos kapitalizacijoje.

Rizikos vengimo koeficientas parodo, numatomą rizikos ir grąžos santykį. Kitaip tariant, šis koeficientas parodo, kiek yra investuota į nerizikingus ir rizikingus aktyvus (Skeie-Larsen, 2018). Didesnė rodiklio reikšmė, lemia didesnę grąžą per tam tikrą periodą (Walters, 2011). Koeficientas apskaičiuojamas pagal formulę (Skeie-Larsen, 2018):

$$\delta = \frac{(r - r_f)}{\sigma^2}, \quad (10)$$

čia:

δ – rizikos vengimo koeficientas;

r – rinkos portfelio grąžos suma;

r_f – nerizikinga palūkanų norma;

σ^2 – rinkos portfelio dispersija.

Paprastai investuotojai turi suformavę tam tikras prognozes apie pasirinktas įmonių akcijų grąžas, kurios dažnai skiriasi nuo pusiausvyros grąžų. BL modelis suteikia galimybę tokias investuotojų prognozes įtraukti į modelį, tai tampa pagrindiniu modelio išskirtinumu, tačiau ši dalis yra mažiausiai apibrėžta modelio vieta. (Idzorek, 2007). Laukiama portfelio grąža nemaža dalimi priklauso nuo investuotojo išreikštų prognozių ir jų patikimumo (Fang, Bo, Zhao, & Wang, 2018). Blacko ir Littermano modelis suteikia galimybę turimą prognozę apie akcijų grąžas išreikšti absoliučiu dydžiu, kuomet nurodoma tiksli prognozuojama akcijos kaina, pavyzdžiui, pasirinktos A akcijos tikėtina grąža bus 2 proc. Arba santykinio dydžiu, kuomet investuotojas prognozuoja, jog vienos akcijos tikėtiną grąžą viršys kitos, pavyzdžiui, akcijos A grąža viršys akcijos B grąžą 1,5 proc. (Davis & Lleo, 2020). Prognozės gali būti išreikštos su skirtingu užtikrintumo lygiu, kurį nustato investuotojas. Svarbu paminėti, kad prognozių pateikimas yra neprivalomas, modelį galima apskaičiuoti ir be jų, taip pat, esant dideliame prognozių neužtikrintumo lygiui, geriausia remtis rinkos pusiausvyros grąžomis (Nordin, Einfeldt, & Berg, 2012). Prognozių skaičius nėra apibrėžtas, todėl investuotojai gali pateikti nuomonę apie visus aktyvus esančius investicijų portfelyje arba išvis nepateikti prognozių (Fuhrer & Hock, 2019). Prognozių įtraukimas yra paremtas dviem prielaidomis: kiekviena prognozė turi būti unikali ir nekoreliuoti su kitomis ir jų suma atitinkamai turi būti pažymima 0 arba 1 (Fuhrer & Hock, 2019).

Vienas iš sudėtingiausių etapų yra suformuotos prognozės integravimas į modelį. BL teorijoje nėra nurodyti konkretūs rinkos pusiausvyros ir investuotojo prognozių santykinų svorių skaičiavimo metodai, tik paminėta, kad svoriai priklauso nuo konstantos ir investuotojo prognozių neapibrėžtumo (Kolm & Ritter, 2017). Siekiant prognozes integruoti į modelį, dažniausiai naudojama Bajeso tikimybių teorema (Bayram et al., 2018). Bajeso tikimybių teorema padeda įvertinti tikimybę, kad įvykis A įvyks, remiantis, kad įvykis B jau įvykęs ir atvirkštinę tikimybę, jog įvykis B įvyks, atsižvelgiant, kad įvyko įvykis A, tikimybės apskaičiuojamas, remiantis formule (Peleg, 2014):

$$P_t(A|B) = \frac{P_t(B|A) * P_t(A)}{P_t(B)}, \quad (10)$$

čia:

P_t – įvykio tikimybė;

A – pirmas įvykis;

B – antras įvykis.

Pritaikant teoremą į modelį, įvykis A laikomas pusiausvyros grąžų vektoriumi, įvykis B laikomas tikėtina grąža. Bajeso teoremos formulė pritaikoma BL modeliui (Peleg, 2014):

$$P_t(E(R)|\Pi) * P_t(\Pi) = P_t(\Pi|E(R)) * P_t(E(R)), \quad (11)$$

$P_t(\Pi)$ yra tikimybė, kad visos investuotojo prognozės apie tikėtinas aktyvų grąžas ($E(R)$), tikėtina rinkos pusiausvyros rizikos premija, ateinantį laikotarpį bus lygi pusiausvyros grąžų vektoriumi (Π), $P_t(\Pi|E(R))$ sąlyga, kad ateities grąžos lygios tikėtinais rinkos pusiausvyros rizikos premijai, remiantis investuotojų prognozėmis apie tikėtinas grąžas ($E(R)$) (Peleg, 2014).

Prognozė integruojama į modelį naudojant tris elementus: prognozės vektorių (Q), sąsajos matricą (P) ir nuomonės pasitikėjimo matrica (Ω) (Nocera, 2016):

$$Q = \begin{bmatrix} q_1 \\ \vdots \\ q_k \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \vdots \\ \epsilon_k \end{bmatrix}; P = \begin{bmatrix} p_{1,1} & \cdots & p_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{k,1} & \cdots & p_{k,n} \end{bmatrix}; \Omega = \begin{bmatrix} w_1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & w_k \end{bmatrix}, \quad (12)$$

čia:

Q – grąžos prognozės matrica;

P – sąsajos matrica, kuri sujungia investuotojo požiūrį su tam tikru portfelio aktyvu;

Ω – investuotojo pasitikėjimo savo prognoze matrica.

Blacko ir Littermano teorija, kaip ir jos pirmtakė H. Markowitzo teorija yra paremta teorinėmis prielaidomis apie rinkos ir investuotojų elgseną (Schulmerich, 2016):

- rinkos ir investuotojų požiūris į finansinių priemonių grąžą yra normaliai pasiskirstęs;
- investicinių priemonių kiekis yra fiksuotas;
- investuotojai elgiasi racionaliai, siekdami maksimizuoti gaunamą naudą;
- investuotojai yra vengiantys rizikos, todėl stengiasi minimizuoti riziką ir maksimizuoti grąžą;
- investuotojų portfelis yra įvertintas pagal pavyzdinį portfelį;
- investuotojai gali vertinti tik tuos vertybinius popierius, apie kuriuos turi nuomonę;
- investuotojai negali būti visiškai tikri apie savo nuomonę;
- investuotojai gali nustatyti savo pasitikėjimo lygį;

Blacko ir Littermano teorija, taip pat, vadovaujasi prielaida apie rinką, kad efektyvios rinkos hipotezė yra neteisinga, kuri teigia, jog visa žinoma informacija atspindi vertybinių popierių kainose. Remiantis šia prielaida tikima, kad ne visos vertybinių popierių kainos yra teisingos, todėl investuotojai pasitelkę savo nuomonę gali atrasti pervertintus arba per mažai įvertintus vertybinius popierius, kuriuos gali įtraukti į investicijų portfelį (Skeie-Larsen, 2018).

Blacko ir Littermano modeliui reikia dviejų tipų duomenų (Nordin et al., 2012):

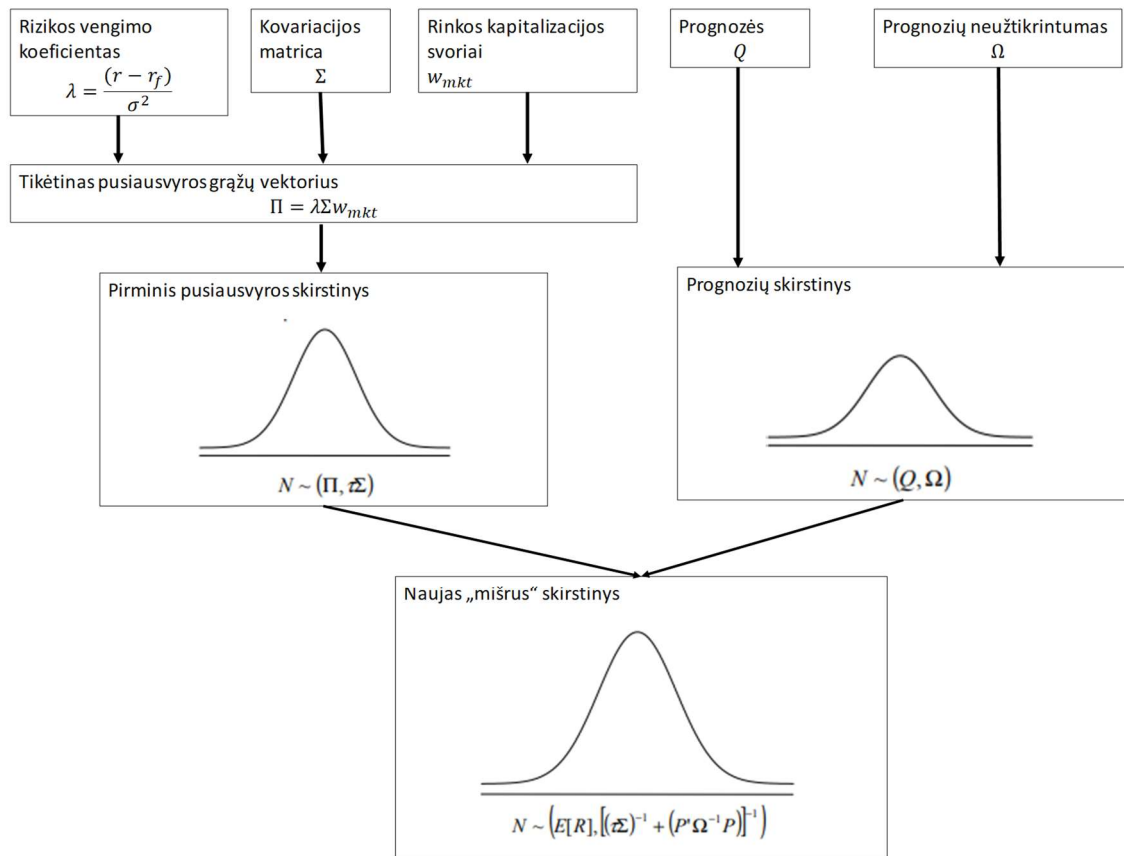
- vertybinių popierių tikėtinų grąžų, kurie apskaičiuojami remiantis kapitalo įkainojimo modeliu, kuris tampa rinkos grąžų pusiausvyros tašku;
- investuotojo prognozių apie vertybinių popierių grąžas, kurios neatitinka rinkos grąžų.

Sujungiant šiuos du duomenų tipus gauname naują tikėtinos grąžos vektorių, kurį naudosime optimizuojant sudarytą investicijų portfelį.

Investuotojo pasitikėjimą savo prognoze galima apskaičiuoti keliais būdais (Walters, 2011):

- sudaryti proporcingą prognozių reikšmingumo dispersiją;
- naudoti pasiklovimo intervalą apie tikėtiną grąžų vidurkį;
- naudoti dispersijos likučius nuo faktoriaus modelio;
- nurodyti pasitikėjimą, remiantis svoriais intervale nuo 0 proc. iki 100 proc.

Įstačius visus apskaičiuotus nežinomuosius į Blacko ir Littermano modelio formulę gauname naują kombinuotą grąžų vektorių (žr. 9 pav.).



9 pav. Blacko ir Littermano modelio schema

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Vilkancas, 2017)

Nors Blacko ir Littermano investicijų portfelio optimizavimo teorija yra žingsnis į priekį, tačiau nepaisant naujo, universalesnio požiūrio, kuris leidžia investuotojai į modelį įtraukti ir savo nuomonę apie investicinę priemonę, šis modelis taip pat turi trūkumų ir naujai sukurtų problemų.

Modelis naudoja keletą matų: τ ir δ , kuriuos yra sunku įvertinti. Pagal F. Blacką ir T. Littermaną τ reikšmė turėtų būti artima nuliui, tačiau pagal kitų mokslininkų nuomonę šio mato reikšmė turėtų būti artima vienetui. Parametras δ gali būti vertinamas kaip perteklinė rinkos grąža arba kaip dispersija ar rizikos vengimo konstanta (Salomons, 2007). Pagrindinis šio modelio trūkumas yra tas, jog jis vadovaujasi prielaida, kad grąža yra normaliai pasiskirsčiusi, nors paprastai rinkos sąlygomis, to nėra.

1.3. H. Markowitzo ir Blacko ir Littermano teorijų palyginimas

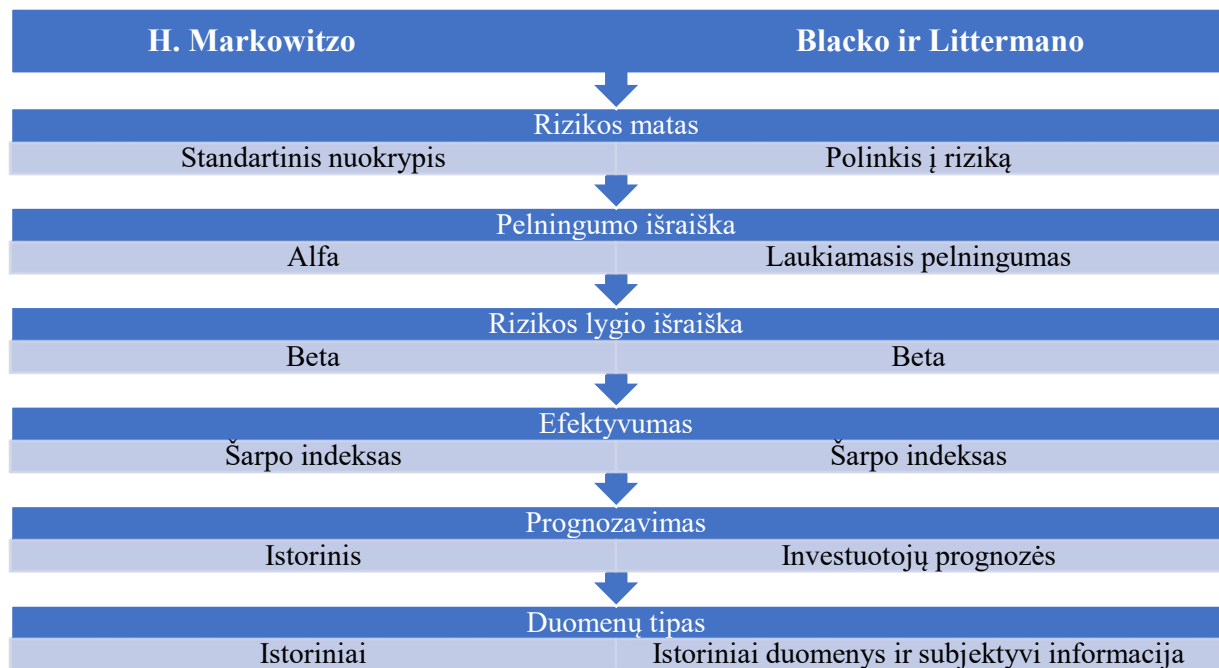
Harry Markowitzas sukūrė revoliucinę investicijų portfelio optimizavimo teoriją, jis pradėjo vertinti portfelį kaip vientisą darinį, o ne atskirų investicinių priemonių darinį, pradėjo sieti aktyvų riziką su grąža. Būtent ši teorija nemažai daliai autorių tapo pamatine kuriant naujus

ar tobulinant esamus optimizavimo modelius. Nepaisant didelio pasisekimo šis modelis sulaukė nemažai kritikos ir patobulinimų. Vienas iš patobulinimų yra Blacko ir Littermano modelis.

Mokslininkai pastebi, jog remiantis H. Markowitzo modeliu įvestys dažnai apskaičiuojamos su paklaidomis ir netgi atsiradusios smulkios paklaidos gali nulemti didelius pakitimus portfelio struktūroje (Platanakis, Sutcliffe, & Ye, 2019). Esant nestabiliems svoriams, sudarytą investicijų portfelį reikia dažnai perskaičiuoti ir perbalansuoti, o tai reikalauja didelių sąnaudų (Norell & Dove, 2016). Teorija, taip pat kritikuojama dėl teorinių prielaidų, kurios tik retais atvejais sutinkamos praktikoje. Viena iš tokių yra prielaida, kad vertybinių popierių grąžos yra normaliai pasiskirsčiusios, tačiau praktikoje to nėra, kadangi įprastai grąža ir kintamumas yra asimetriški (Dai & Wang, 2019). H. Markowitzo modelis susilaukė kritikos ir todėl, kad jis yra paremtas praeities vertybinių popierių grąžomis, kuriomis remiantis sudaromas investicijų portfelis, tačiau praeities duomenys gali netiksliai atspindėti tikėtinas grąžas ateityje, todėl gali tekti dažnai perbalansuoti investicijų portfelį (Skeie-Larsen, 2018).

Siekdami patobulinti H. Markowitzo modelį, analitikai F. Blackas ir R. Littermanas patobulino modelio skaičiavimo metodiką, įtraukė subjektyvias investuotojo prognozes (Silva, Pinheiro, & Poggi, 2017). BL modelyje atsiranda naujas pelningumo matas – laukiamas perteklinis pelningumas, kuris yra siejamas su investuotojo lūkesčiais, o tuo tarpu, moderniojoje portfelio teorijoje naudojamas minimalus investuotojui priimtinas pelningumas, kuris gaunamas įvertinimus finansinius tikslus (Jurkonytė & Paužuolis, 2015). Sudarant portfelį pagal Markowitzo teoriją, pasitelkiami istoriniai investicijų priemonių duomenys, o tuo tarpu, taikant BL modelį apjungiami istoriniai duomenys su subjektyvia investuotojo nuomone, tai leidžia patikimiau įvertinti aktyvus ir atkreipti dėmesį į būsimas kitimo tendencijas (Skeie-Larsen, 2018).

Nepaisant skirtingumų tarp modelių, abu modeliai vienodai vertina rizikos lygį beta koeficientu ir efektyvumo lygį Šarpo indeksu (Jurkonytė & Paužuolis, 2015).



10 pav. H. Markowitzo ir Blacko ir Littermano modelių palyginimas

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Jurkonytė & Paužolis, 2015)

Atlikus literatūros analizę galima teigti, jog Blacko ir Littermano modelis teoriškai yra tobulesnė H. Markowitzo modelio versija, kuri ištaisė modelio optimizavimo trūkumus ir įtraukė naują vertinimo matą – investuotojo individualų požiūrį į portfelio aktyvūs, todėl juos galima efektyviau įvertinti nesikliaujant tik istoriniais duomenimis, kurie dažnai neparodo tikrosios grąžos tendencijos. Nepaisant įvairiausių patobulinimų Blacko ir Littermano teorijoje atsiranda naujų problemų. Viena iš jų yra neapibrėžtumas, modelio metodologija nėra aiškiai aprašyti, tiksliai nenurodytos, kai kurių nežinomųjų reikšmės ir interpretavimas (Vilkancas, 2017). Kaip ir H. Markowitzo teorijoje, taip ir BL vienas pagrindinių trūkumų išlieka teorinė įprasta normaliojo grąžų skirstinio prielaida, kuri praktikoje praktiškai neegzistuoja (Vilkancas, 2017).

Apibendrinant pirmąją darbo dalį, galima išskirti pagrindinius investicijų portfelio sudarymo etapus: investicinių tikslų ir politikos formavimas, strategijos ir investicinių priemonių pasirinkimas, investicijų portfelio sudarymas ir investicijų efektyvumo įvertinimas. Svarbu nuosekliai sekti ir vykdyti portfelio sudarymo žingsnis, siekiant sudaryti lūkesčius atitinkantį investicijų portfelį, nes plano nesilaikymas ar nukrypimas nuo jo, gali lemti prastus portfelio rezultatus.

Tiek literatūroje, tiek praktikoje galima surasti ne vieną skirtingą investicijų portfelio sudarymo teoriją, tačiau galima išskirti kelias dažniausiai minimas: H. Markowitzo, kapitalo aktyvų įkainojimo teoriją ir arbitražo įkainojimo teoriją. H. Markowitzo teorija tapo viena pirmųjų optimalaus investicijų portfelio teorijų, kuri pakeitė požiūrį į portfelio sudarymą. Harry Markowitzas vienas pirmųjų pradėjo sieti riziką su pelnu, sudarinėjęs portfelį vertinti visą

portfelio kompoziciją, o ne atskirus aktyvus ir pradėjo naudoti diversifikaciją. Būtent Markowitzo teorija tapo kertine, kuria remiantis buvo sukurta daugybė naujų optimalaus portfelio teorijų. Kita, net ir po beveik šešiasdešimt metų plačiai naudojama yra kapitalo aktyvų įkainojimo teorija, kuri parodo ryšį tarp aktyvo vidutinės grąžos ir jo rizikos normos. Šiame modelyje aktyvų grąžą nulemia du pagrindiniai rizikos šaltiniai: sisteminė, kurią galima reguliuoti ir nesisteminė, kurios negalima reguliuoti. Kita išskirta teorija buvo sukurta kaip alternatyva CAPM. Arbitražo įkainojimo modelis teigia, kad visi investuotojai stengiasi pasinaudoti galimybe padidinti investicijų portfelio grąžą nedidinant jo rizikos (Rásonyi, 2017). Pagrindinis CAPM ir APT teorijų skirtumas yra tas, jog CAPM aktyvo laukiamas yra susietas tik su vienu veiksnium, kuris yra rinka, o tuo tarpu APT nagrinėja daugiau nei vieną veiksni, todėl jo rezultatai nėra tokie priklausomi. Blacko ir Littermano portfelio teorija, taip pat, buvo sukurta siekiant patobulinti H. Markowitzo optimalaus investicijų portfelio teoriją. BL teorijoje atsiranda nauji pelningumo, rizikos matai, pagrindinis pokytis yra tas, jog į modelį yra įtraukiami ne tik istoriniai duomenys, bet ir investuotojo prognozės, ko negalėjo pasiūlyti H. Markowitzo teorija.

2. OPTIMALAUS INVESTICIJŲ PORTFELIO SUDARYMO METODIKA

Investicijų portfelio sudarymas pirmiausia prasideda nuo investicinių tikslų apsibrėžimo. Pagrindiniu tikslu yra išskiriamas siekis sudaryti investicijų portfelį, kurio grąža būtų didžiausia esant tam tikram rizikos lygiui. Pasiiekti išsikeltam tikslui sudaromi du portfeliai: pirmasis investicijų portfelis sudaromas, remiantis Harry Markowitzo metodika, antrasis investicijų portfelis sudaromas, remiantis Blacko ir Littermano metodika. Remiantis pasirinktomis teorijomis sudaromi trys investicijų portfeliai: vienodų svorių, didžiausios grąžos ir mažiausios rizikos, taip pat, visi trys portfeliai bus testuojami. Portfelio rezultatai bus lyginami tarpusavyje pasitelkiant: Sharpo ir Treynoro rodiklius

2.1. Investicijų portfelio sudarymas

Portfelis sudaromas, remiantis dviejų laikotarpių duomenimis: 2015 – 2017 metais ir atliekant testavimą 2018 – 2020 metų duomenimis. Pasirinkto laikotarpio akcijų kainų pokyčiai bus matuojami kiekvienos dienos grąžomis. Portfelis bus sudaromas, remiantis pasyvia strategija, tai reiškia, jog jis nebus dažnai perbalansuojamas. Akcijos į investicijų portfelį pasirenkamos iš www.finance.yahoo.com pateiktų trisdešimties geriausių „Dow Jones industrial average“ indekse kotiruojamų įmonių iš sąrašo pašalinus įmones, kurios kotiruojamos akcijų biržoje mažiau nei penkis metus, vykdo finansinę veiklą ar yra apibrėžiami kaip konglomeratai. Atlikus įmonių filtravimą, į galutinį sąrašą pateko dvidešimt iš trisdešimties kotiruojamų įmonių (žr. 4 lentelę).

4 lentelė. Pasirinktos įmonių akcijos

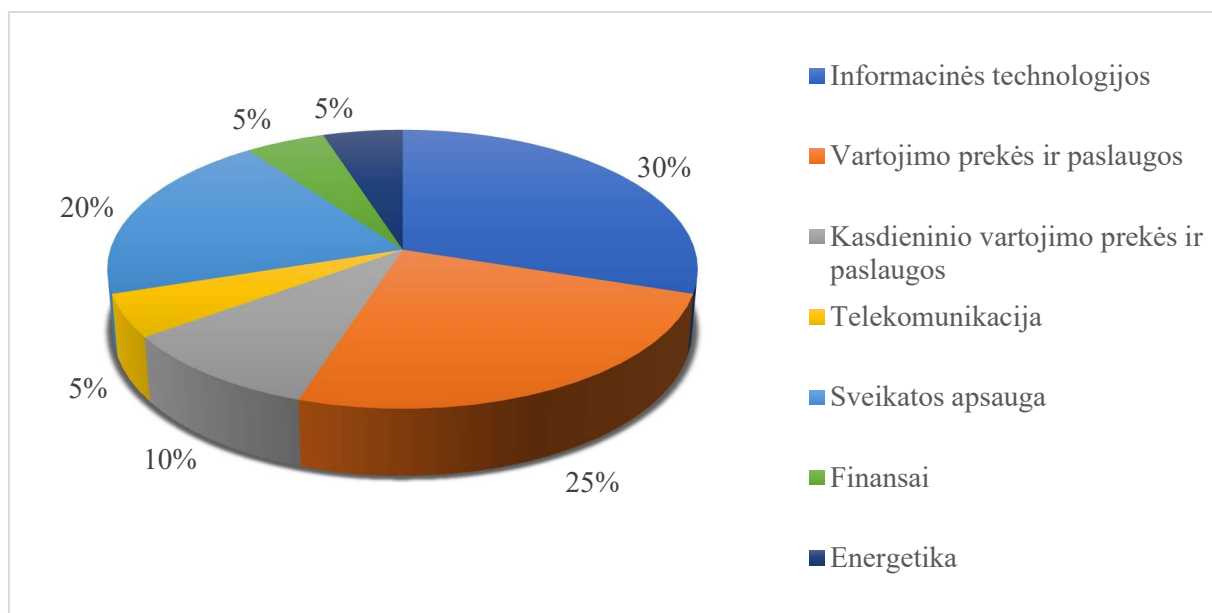
Įmonės trumpinys	Įmonės pavadinimas	Sektorius
MSFT	Microsoft Corporation	Informacinės technologijos
HD	The Home Depot	Vartojimo prekės ir paslaugos
KO	The Coca – Cola Company	Kasdieninio vartojimo prekės ir paslaugos
MCD	McDonald's Corporation	Kasdieninio vartojimo prekės ir paslaugos
WMT	Walmart	Vartojimo prekės ir paslaugos
VZ	Verizon Communications	Telekomunikacija
AMGN	Amgen	Sveikatos apsauga
CRM	salesforce.com	Informacinės technologijos

4 lentelės tęsinys

V	Visa	Finansai
PG	The Procter & Gamble Company	Vartojimo prekės ir paslaugos
DIS	The Walt Disney Company	Vartojimo prekės ir paslaugos
CSCO	Cisco Systems	Informacinės technologijos
INTC	Intel Corporation	Informacinės technologijos
WBA	Walgreens Boots Alliance	Sveikatos apsauga
JNJ	Johnson & Johnson	Sveikatos apsauga
NKE	NIKE	Vartojimo prekės ir paslaugos
IBM	International Business Machines Corporation	Informacinės technologijos
CVX	Chevron Corporation	Energetika
MRK	Merck & Co.	Sveikatos apsauga
AAPL	Apple	Informacinės technologijos

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Pasirinktos įmonės yra iš skirtingų veiklos sektorių, kurie išreikšti „GICS“ klasifikacija (žr. 11 pav.).



11 pav. Analizuojamų įmonių „GICS“ klasifikacija

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Vertinant pasirinktų įmonių sektorius, didžioji dalis įmonių priklauso informacinių technologijų sektoriui (30 proc.), šiek tiek mažesnę dalį sudaro vartojimo prekių ir paslaugų sektoriuje veikiančios įmonės (25 proc.), Mažiausią dalį sudaro telekomunikacijų (5 proc.), finansinių (5 proc.) ir energetikos (5 proc.) sektoriuje veikiančios įmonės.

Prieš pradedant sudarinėti investicijų portfelį pirmiausia būtina atlikti vertybinių popierių analizę, kuri padėtų pasirinkti geriausius vertybinius popierius. Globaliose akcijų rinkose prekiaujama įvairiausiomis įmonių akcijomis, todėl surasti tinkamiausias nėra taip paprasta. Šiam tikslui pasiekti pasitelkiama lyginamoji pasirinktų finansinių santykinų rodiklių analizė. Atlikus literatūros analizę pasirenkami, vieni iš svarbiausių, finansiniai rodikliai (žr. 5 lentelę).

5 lentelė. Pasirinkti finansiniai rodikliai

Rodiklis	Rodiklio aprašymas	Reikšmė
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Veiklos rodiklis, kuris priklauso nuo įmonės augimo perspektyvų, investuotojų plačiai naudojamas įmonių vertei nustatyti.	Neigiamas
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Santykinis finansinis rodiklis, kuris vertina įmonės nuosavo kapitalo panaudojimo efektyvumą.	Teigiamas
Pelno augimas (5m)	Augimo rodiklis, kuris įvertina įmonės augimo potencialą.	Teigiamas
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis (D/E)	Šis rodiklis įvertina kiek nuosavo kapitalo eurui tenka skolinto kapitalo.	Neigiamas
Dividendinis pajamingumas	Šis rodiklis įvertina, per metus gaunamos grąžos (dividendų formą) iš savo investicijos	Teigiamas

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Bağcı & Kaygin Yerdelen, 2020; Brazauskas, 2014; Marcišauskienė, 2016)

Kadangi pasirinktos įmonės yra iš skirtingų veiklos sektorių, jų finansinių rodiklių reikšmės, taip pat, skiriasi. Vienai įmonei, esančiai tam tikrame sektoriuje, viena rodiklio reikšmė gali būti labai gera, o įmonei, esančiai kitame sektoriuje, tas pats, rodiklis gali būti labai blogas. Siekiant kiek galima labiau suvienodinti įmonių finansinių rodiklių reikšmes, pasitelkiama vidutinė sektoriaus finansinio rodiklio reikšmė, sulyginant sektoriaus vidurkį su vienetu. Įmonių, kurių finansinių rodiklių reikšmės yra didesnės už vidurkį, atitinkamai žymimos vienetu ir daugiau, įmonių, kurių finansinių rodiklių reikšmės yra mažesnės už vidurkį, atitinkamai žymimos mažiau už vienetą (Poklepović & Babić, 2014).

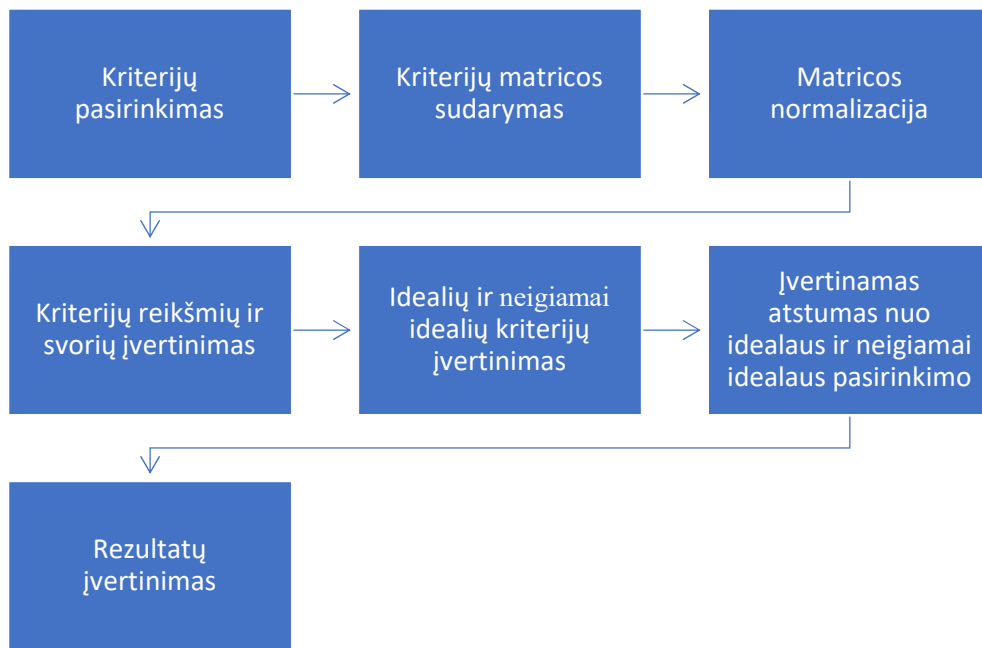
Globaliose akcijų rinkose yra begalės, greitai kintančios informacijos, kurią apdoroti ar įvertinti rankiniu būdu yra praktiškai neįmanoma. Didėjantis informacijos ir sprendimų

priėmimo greitis akcijų rinkose skatina investuotojus ieškoti naujų alternatyvių analizės metodų, todėl šiame darbe, vietoj fundamentalios ar techninės analizės, bus išbandytas daugiakriteris vertinimas, kuriuo remiantis bus atliekama akcijų į portfelį.

2.2. Daugiakriteris vertinimas TOPSIS metodu

Gyvenime dažnai susiduriame su situacijomis, kuomet reikia pasirinkti tinkamiausią variantą iš daugelio galimų, pavyzdžiui, perkant automobilį atsižvelgiama į jo charakteristiką: kainą, komplektaciją, markę ir kitus mums svarbius veiksnius, kiekvienas pagal savo poreikius apsibrėžia, kuris kriterijus renkantis automobilį jam svarbiausias ir pagal tai atlieka sprendimą. Supaprastinti šiam procesui, mokslininkai sukūrė daugiakriterį vertinimo metodą, kuris naudojamas norint rasti optimalų sprendimą iš pateiktų kriterijų (Žak, Hojda, & Filcek, 2019). Sprendimo priėmėjas turi pasirinkti tinkamiausią alternatyvą, kuri atitiktų vertinimų kriterijų rinkinį (P. Wang, Zhu, & Wang, 2016). Daugiakriterį vertinimas sprendžiant pasirinkimo uždavinius naudojamas įvairiose srityse: inžinerijoje, logistikoje, medicinoje, tiek ir investicinių uždavinių sprendime (de Lima Silva & de Almeida Filho, 2020).

Pasirinkus kriterijus pagal kuriuos bus vertinamos galimos alternatyvos, nustatomas jų svoris. Dažnu atveju taip pasitelkiama ekspertų nuomonė. Pasirinkus kriterijus ir jų svorius ir turint galimus pasirinkimus pradedamas daugiakriteris vertinimas. Daugiakriterį vertinimą atlikti pasirinkta TOPSIS metodu. TOPSIS metodas pasirinktas atsižvelgiant į jo racionalų, suprantamą ir paprastą pritaikymą, lankstumą ir žinoma patikimumą (de Lima Silva, Ferreira, & de Almeida-Filho, 2020). Šis metodas pirmą kart buvo pasiūlytas mokslininkų Hwang and Yoon 1981 metais (Singh, Avikal, Nithin Kumar, Kumar, & Thakura, 2020). TOPSIS metodo tikslas yra išmatuoti kiekvieno pasirinkimo santykinį atstumą nuo idealaus geriausio ir atstumą nuo neigiamai idealaus varianto (Marchetti & Wanke, 2020). Pasirenkamas variantas, kuris yra arčiausiai idealaus geriausio arba toliausiai nuo neigiamai idealaus varianto (Singh et al., 2020). Šį metodą sudaro septyni etapai (žr. 12 pav.).



12 pav. TOPSIS metodo etapai

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (P. Wang et al., 2016)

Pirmausia, pasirinkus rodiklius ir vertinimo kriterijus sudaroma sprendimo matrica, Kadangi rodiklių reikšmių matavimo vienetai nėra vienodi, todėl normalizuojama sudaryta sprendimų matrica. Matrica normalizuojama naudojant formulę (Bathrinath, Bhalaji, & Saravanasankar, 2020):

$$x_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}, \quad (13)$$

čia:

c_{ij} – i – tosios alternatyvos j – tojo rodiklio reikšmė.

Kitame žingsnyje, svarbu įvertinti, kurie pasirinkti kriterijai yra maksimizuojantys, o kurie minimizuojantys. Jeigu, didesnė rodiklio reikšmė lemia teigiamą rezultatą, pavyzdžiui, pajamų augimas, nuosavo kapitalo grąža ar dividendinis pajamingumas, tai toks kriterijus yra vadinamas maksimizuojančiu. Jeigu, mažesnė rodiklio reikšmė lemia teigiamą rezultatą, pavyzdžiui, skolos ir turto santykis, sąnaudos, tai toks kriterijus yra vadinamas minimizuojančiu.

Pasirinktus kriterijus, kitame etape yra įvertinami jų reikšmingumo lygis. Tiksliausia svorių nustatymui naudoti porini palyginimo metodą, kadangi šis metodas ekspertams padeda lengviau palyginti kriterijus ir išskirti svarbiausią.

Apibrėžus, kurie rodikliai yra maksimizuojantys, kurie minimizuojantys nustatomi idealiai geriausiai ir neigiamai idealus variantas. Idealiai geriausias nustatomas pagal formulę (Kilic & Yalcin, 2020):

$$A^+ = \{(maxv_{ij}|j \in J), (minv_{ij}|j \in J')\}, \quad (14)$$

čia:

A^+ – idealiai geriausias variantas

$maxv_{ij}$ – elementų maksimali reikšmė;

$minv_{ij}$ – elementų minimali reikšmė;

j – rodiklių aibė, kurių didesnės reikšmės yra geresnės;

J' – rodiklių aibė, kurių mažesnės reikšmės yra geresnės.

Neigiamai idealus variantas nustatomas pagal formulę (Kilic & Yalcin, 2020):

$$A^- = \{(minv_{ij}|j \in J), (maxv_{ij}|j \in J')\}, \quad (15)$$

čia:

A^- – idealiai geriausias variantas

$maxv_{ij}$ – elementų maksimali reikšmė;

$minv_{ij}$ – elementų minimali reikšmė;

j – rodiklių aibė, kurių didesnės reikšmės yra geresnės;

J' – rodiklių aibė, kurių mažesnės reikšmės yra geresnės.

Nustatę idealius ir neigiamus variantus, galima skaičiuoti atstumą iki lyginamojo idealiai geriausio, A^+ varianto euklido erdvėje (Priyadarshini, Nayak, Rana, & Tripathy, 2020):

$$L_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^+)^2}, \quad (16)$$

čia:

L_i^+ – atstumas iki lyginamojo idealiai geriausio varianto;

v_{ij} – elemento reikšmė;

a_j^+ – geriausia elemento reikšmė.

Toliau skaičiuojamas atstumas nuo neigiamai idealaus varianto A^- (Priyadarshini et al., 2020) :

$$L_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - a_j^-)^2}, \quad (17)$$

čia:

L_i^- – atstumas iki lyginamojo neigiamai idealaus varianto;

v_{ij} – elemento reikšmė;

a_j^- – blogiausia elemento reikšmė.

Paskutiniame TOPSIS metodo žingsnyje, nustatomas kiekvieno varianto santykinis atstumas iki idealaus geriausio varianto (Dhiman & Deb, 2020):

$$K_1 = \frac{L_i^-}{L_i^+ + L_i^-}, \quad (18)$$

čia:

K_1 – atstumo iki idealaus geriausio varianto koeficientas;

L_i^+ – atstumas iki lyginamojo idealiai geriausio varianto;

L_i^- – atstumas iki lyginamojo idealiai blogiausio varianto.

Atlikę skaičiavimus sudarome prioritetinę eilutę, kurios pirmąją vietą užima įmonės akcija, kurios K_1 yra didžiausia, o paskutinėje vietoje lieka įmonė, kurios K_1 reikšmė yra mažiausia (Singh et al., 2020). Kitaip tariant, kuo kà K_1 reikšmė didesnė, tuo įmonė yra patrauklesnė investicijoms.

2.2.1. Porinio palyginimo metodas

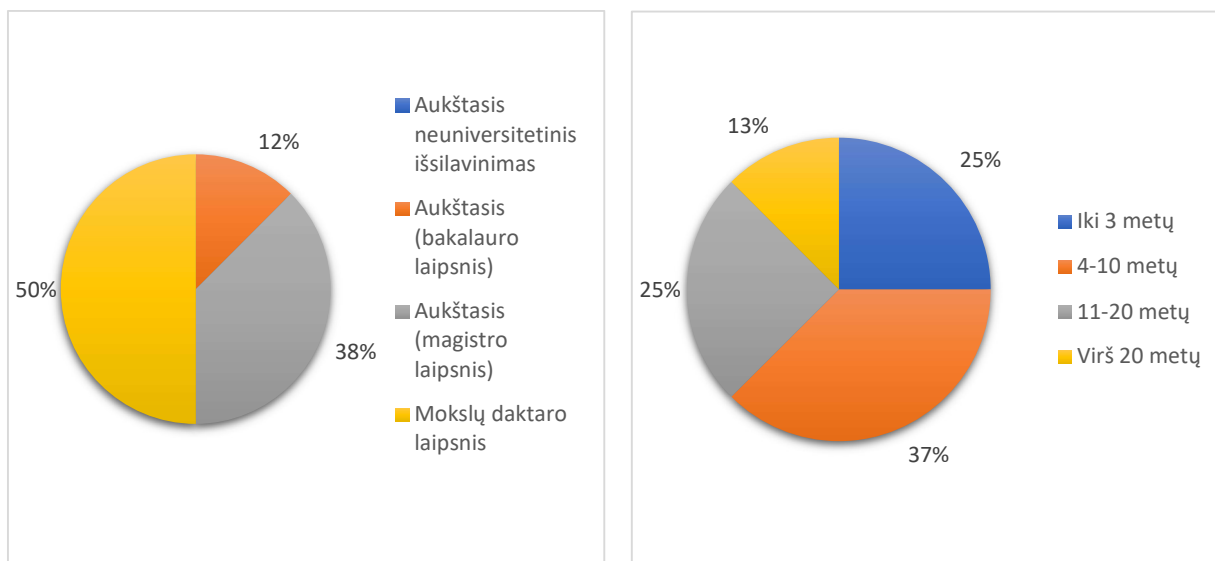
Vienas svarbiausių daugiakriterio vertinimo etapų yra pasirinktų rodiklių svorių arba reikšmingumo nustatymas, nes šio etapo rezultatai svariai lemia galutinius daugiakriterio vertinimo rezultatus. Todėl ypač svarbu kuo tiksliau nustatyti rodiklių svarbą. Šiam tikslui pasiekti pasitelkiamas ekspertinis vertinimas ir analitinis hierarchinis procesas. Ekspertų vertinimo metodas dažniausiai yra naudojamas tiriant problemas, procesus ar kitus reiškinius, kuriems reikalingos specializuotos žinios ir įgūdžiai (Volkova & Jurevičienė, 2014). Šis metodas pasirinktas dėl savo paprastumo ir efektyvumo. Ekspertinis vertinimas susideda iš dviejų dalių:

- klausimyno sudarymo;
- ekspertų pasirinkimo.

Vienas iš svarbiausių ekspertinio vertinimo žingsnių yra ekspertų pasirinkimas, nuo pasirinktų ekspertų priklausys vertinimo patikimumas ir tikslumas, todėl svarbu pasirinkti kompetentingus reikiamos srities profesionalus (Riazanova & Žilinskienė, 2019). Svarbus ir ekspertų skaičius, manoma, jog optimalus skaičius yra tarp aštuonių ir dešimt respondentų (Volkova & Jurevičienė, 2014). Tačiau nemažiau svarbus žingsnis yra klausimyno sudarymas. Svarbu, kad sudarytas klausimynas būtų konkretus, paprastas ir aiškus, kad respondentai nesunkiai suprastų ko iš jų norima.

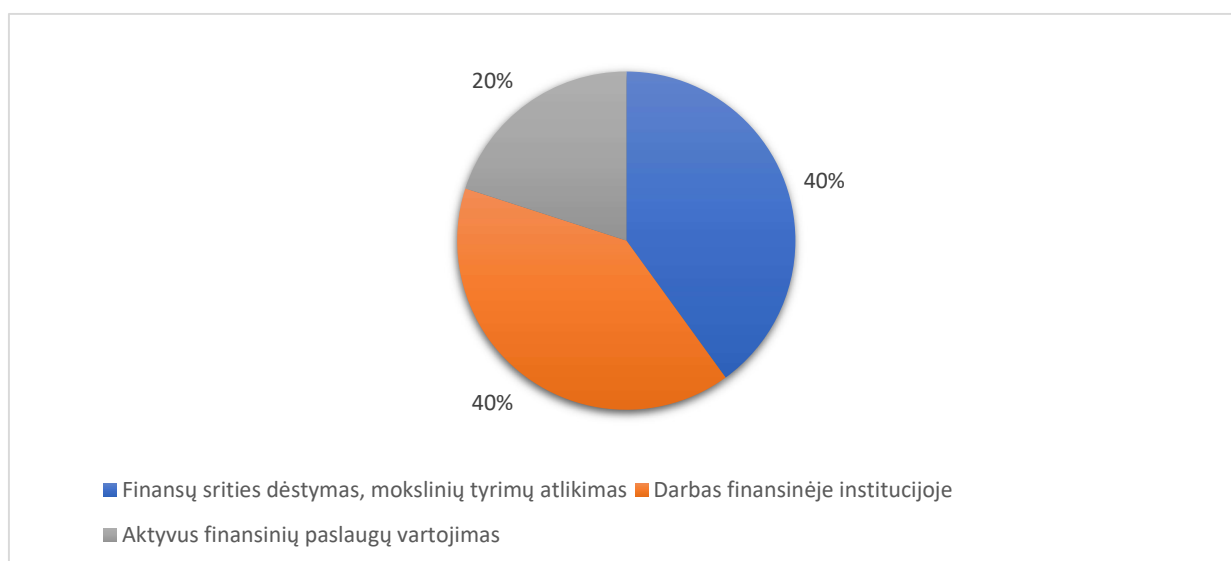
Atlikti ekspertinį vertinimą pasirinkti aštuoni respondentai iš „Vilniaus Tech“ universiteto akademinės bendruomenės ir iš „Swedbank Robur“ finansinio vertinimo

komandos. Bendra informacija apie respondentų išsilavinimą, darbo ir patirtį finansų srityje nurodyta 13 ir 14 paveiksle apačioje.



13 pav. Respondentų išsilavinimas ir darbo patirtis

Šaltinis: sudaryta autoriaus



14 pav. Respondentų veikla finansų srityje

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Ekspertinėje apklausoje dalyvavo aštuoni respondentai, penki iš jų iš Vilniaus Tech ir trys iš jų iš „Swedbank Robur“, visi respondentai specializuojasi investavimo srityje. Vertinant apklausoje dalyvavusių ekspertų išsilavinimą, puse jų sudarė ekspertai, kurie turi mokslų daktaro išsilavinimą, šiek tiek mažesnę dalį sudarė ekspertai, kurie turi aukštąjį (magistro) išsilavinimą (38 proc.) ir vienas apklaustasis turi aukštąjį (bakalauro) išsilavinimą (12 proc.) Apibendrinant respondentų išsilavinimą, galima sutikti, kad respondentai yra tinkamai išsilavinę ir atitinka reikalavimus. Vertinant darbo patirtį, didžioji dalis respondentų (37 proc.)

turi 4 – 10 metų darbo patirtį, 25 proc. respondentų turi iki 3 metų ir 11 – 20 metų darbo patirtį. Vienas ekspertas turi net didesnę nei 20 metų darbo patirtį. Apibendrinant respondentų darbo patirtį, galima daryti išvadą, kad respondentai turi didelę ir tinkamą darbo patirtį, todėl gali būti patikimi. Vertinant ekspertų veiklą finansų srityje, didžioji dalis ekspertų (40 proc.) dėsto arba atlieka mokslinius tyrimus susijusius su finansais arba dirba finansų institucijoje. Mažesnę dalis (20 proc.) ekspertų yra aktyvūs finansinių paslaugų vartotojai, taip pat, svarbu pabrėžti, jog dalis ekspertų dėsto, atlieka mokslinius tyrimus susijusius su finansais arba dirba finansinėje institucijoje ir kartu yra aktyvūs finansinių paslaugų vartotojai.

Ekspertinė anketa sudaroma, remiantis analitiniu hierarchiniu proceso (AHP) metodu. AHP yra sprendimų priėmimo metodas, kuris apima vertinimo kriterijų hierarchinį sudarymą, santykinį svorių priskyrimą kriterijams, alternatyvų palyginimą tarpusavyje ir kriterijų reitingo sudarymą. AHP metodo autoriumi galime vadinti Thomas L. Saaty (Shao, Huq, Cai, Altan, & Li, 2020). Šis metodas pasirinktas dėl savo funkcionalumo ir priimtinesnės vertinimo metodikos. Naudojant šį metodą, pirmiausia yra atliekamas kriterijų elementų porinis palyginimas tarpusavyje, kurio metu nustatomas vieno iš dviejų lyginamųjų kriterijų pranašumas (Mathew, Chakraborty, & Ryan, 2020). Šiam tikslui pasiekti sudaroma ekspertinio vertinimo anketa, kuri užpildoma, remiantis Thomas L. Saaty pasiūlyta įverčių vertinimo sistema (Šilgalis, 2017) (žr. 6 lentelę).

6 lentelė. Įverčių vertinimo sistema

Svarbumo lygis	Apibrėžimas
1	Rodikliai vienodai svarbūs
3	Vienas rodiklis truputį svarbesnis už kitą
5	Vienas rodiklis svarbesnis už kitą
7	Vienas rodiklis daug svarbesnis už kitą
9	Vienas rodiklis absoliučiai svarbesnis už kitą
2,4,6,8	Tarpinės reikšmės

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Strumskienė, 2015)

Pasirinkti ekspertai pateiktą anketą pildė tokiu principu: rodiklis, esantis eilutėje yra lyginamas su rodikliu, esančiu stulpelyje. Jeigu abu rodikliai ekspertų nuomonę yra vienodai svarbūs, įrašomas vienetas prie abiejų lyginamųjų rodiklių, jeigu eilutėje esantis rodiklis yra svarbesnis už esantį stulpelyje, eilutėje, šalia rodiklio įrašomas sveikasis skaičius, o stulpelyje įrašoma atvirkštinė reikšmė (Kolios et al., 2016). Pavyzdžiui, eilutėje įrašome 3, tokiu atveju atitinkamai stulpelyje įrašome $\frac{1}{3}$. Anketa yra supildoma, remiantis 6 lentelėje pavaizduota vertinimo sistema.

Siekiant susisteminti ekspertų išreikštą vertinimą, skaičiuojamas aritmetinis vidurkis, kuris apvalinamas iki sveikąjo skaičiaus:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (19)$$

čia:

$\bar{x}$ – vidurkis;

x_i – elementų reikšmė;

n – elementų skaičius.

Susisteminus ekspertų rezultatus gauname kvadratinę matricą, kuri naudojama rodiklių reikšmingumui nustatyti (žr. 7 lentelę).

7 lentelė. Porinio lyginimo rezultatų matrica

	P/E	ROE	Pelno augimas (5m)	D/E	Dividendinis pajamingumas
P/E	1	2,00	3,00	3,00	2,00
ROE	0,5000	1	3,00	3,00	3,00
Pelno augimas (5m)	0,3000	0,300	1	1,00	2,00
D/E	0,3000	0,300	1,000	1	2,00
Dividendinis pajamingumas	0,5000	0,300	0,500	0,500	1

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Apibendrinant ekspertų vertinimus, P/E rodiklis, lyginant su ROE, pelno augimu (5m.), D/E ir dividendiniu pajamingumu yra truputi svarbesnis už kitus likusius rodiklius, taip pat, lyginant ROE rodiklį su kitais trimis likusiais rodikliais, šis rodiklis, taip pat, nedaug svarbesnis. Ekspertai vienodai svarbius išskiria pelno augimą (5m.) ir D/E rodiklius, lyginant pelno augimą (5m.) ir dividendinį pajamingumą, pelno augimas yra šiek tiek svarbesnis, vadovaujantis ekspertų nuomone. D/E santykinis finansinis rodiklis, ekspertų nuomone yra truputi svarbesnis už dividendinį pajamingumą.

Sekančiame žingsnyje, siekiant susisteminti rezultatus, normalizuojama ekspertų vertinimu, remiantis sudaryta matrica:

$$X_{ij} = \frac{c_{ij}}{\sum_{i,j=1}^n c_{ij}}, \quad (20)$$

čia:

X_{ij} – normalizuota matrica;

c_{ij} – elementų reikšmės.

Sudarius normalizuotą ekspertų vertinimo matricą, galime apskaičiuoti santykinų finansinių rodiklių svorius. Šiam žingsniui atlikti susumuojame reikšmes esančias stulpelyje ir

jas padaliname iš jų sumos. Gauname tokius santykinų finansinių rodiklių svorius (žr. 8 lentelę).

8 lentelė. Finansinių rodiklių svoriai

Finansiniai rodikliai	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Rodiklių svoriai	0,361	0,291	0,126	0,126	0,097

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Apibendrinant ekspertinio vertinimo rezultatus, respondentai išskyrė akcijos kainos ir pelno tenkančio akcijai santykinį rodiklį (0,361), kaip svarbiausią vertinant įmonę, vienodai svarbius išskyrė pajamų augimą (5m.) (0,126) ir skolinto ir nuosavo kapitalo santykį (0,126), mažiausiai svarbus finansinis rodiklis pagal ekspertų nuomonę yra dividendinis pajamingumas (0,097)

Nustačius kriterijų reikšmingumą porinio palyginimo metodu, būtina apskaičiuoti suderinamumo lygį (CR), kadangi gali atsirasti ekspertų nuomonių nesuderinamumo problema. Jeigu gautas rezultatas yra iki 10 proc., ekspertų nuomonės yra suderintos, jeigu CR yra didesnis už 10 proc. ekspertų nuomonės yra nesuderinamos (Arun Ramnath, Thyla, & Harishsharran, 2020). Tokiu atveju reikėtų siųsti porinio palyginimo anketą atgal ekspertams, tam, kad pergalvotų savo pasirinkimus.

Norint apskaičiuoti CR, pirmiausia reikia rasti patikimumo indeksą (CI), norint jį apskaičiuoti reikia rasti lambda reikšmę. Norint gauti lambda reikšmes, reikia sudauginti AHP matricą, su apskaičiuotais matricos svoriais (W) Arba pasitelkiama „Excel“ funkciją „mmult“. (Rajak & Shaw, 2019):

$$Cv_{ij} = \begin{bmatrix} C_{11} & \dots & C_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ C_{n1} & \dots & C_{nm} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_{11} \\ \vdots \\ W_{1n} \end{bmatrix}, \quad (21)$$

čia:

Cv_{ij} – normalizuota matrica su svoriais;

Cnm – normalizuotos matricos reikšmė;

W_{1n} – reikšmės svoris.

Lambda apskaičiuojame sudauginus gautus AHP svorius su neseniai apskaičiuota matrica (Ramamurthy, Reddy, & Kumar, 2020):

$$\lambda = \frac{Cv_{ij}}{W_{ij}}, \quad (22)$$

čia:

λ – lambda reikšmė;

Cv_{ij} – normalizuota matrica su svoriais;

W_{ij} – reikšmių svoriai.

Turint Lambda reikšmes ir kriterijų kieki, galima apskaičiuoti suderinamumo indeksą (CI) (Dmytrów & Gnat, 2019):

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}, \quad (23)$$

čia:

CI – suderinamumo indeksas;

λ_{max} – vidutinė lambda reikšmė;

n – kriterijų skaičius.

Paskutinį suderinamumo lygio formulės nežinomąjį – atsitiktinį suderinamumo indeksą (RI), surandame pagal T.L. Saaty sudarytą indeksų reikšmių lentelę (žr. 9 lentelę), jį pasirenkami atsižvelgiant į kriterijų kieki (Guru & Mahalik, 2019):

9 lentelė. Suderinamumo indekso galimos reikšmės

N	1	2	3	4	5	6
IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24

Šaltinis: sudaryta autoriaus, (Ogundoyin & Kamil, 2020)

Apskaičiavę visus nežinomuosius, galime rasti suderinamumo lygį pagal formulę (Chrysoula, 2014):

$$CR = \frac{CI}{RI}, \quad (24)$$

čia:

CR – suderinamumo lygis;

CI – suderinamumo indeksas;

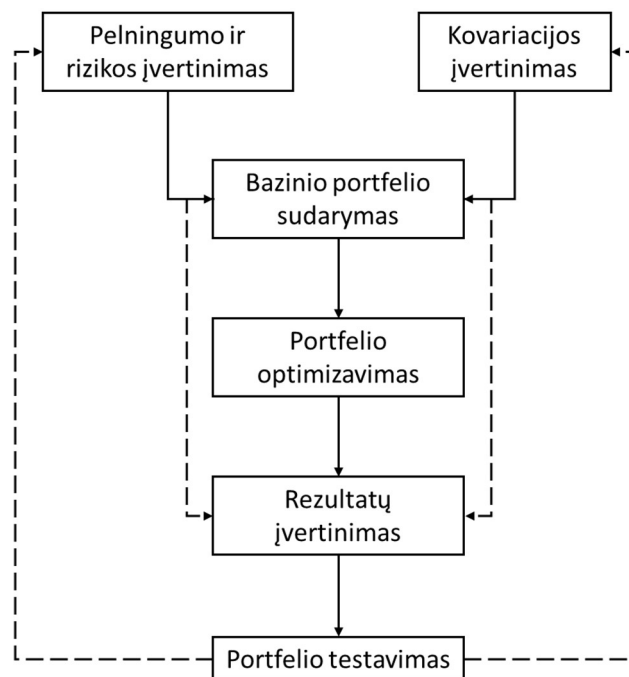
RI – atsitiktinis suderinamumo indeksas.

Apskaičiavus CR , gauname, jog jo reikšmė yra lygi 0,0316 arba 3,17 proc., todėl galima teigti, jog ekspertų, kurie dalyvavo vertinant finansinių santykinių rodiklių reikšmingumą, nuomonės yra suderintos, nes 3,17 proc. < 10 proc. Kadangi ekspertų nuomonės yra derančios tarpusavyje, apskaičiuotus finansinių rodiklių svorius galime naudoti atliekant daugiakriterį įmonių akcijų vertinimą TOPSIS metodu.

2.3. Investicijų portfelio optimizavimas

.Portfelio sudarymas yra nemažiau svarbus etapas nei aktyvų atranka. Šis etapas svariai prisideda prie investicijų portfelio rezultatų. Tinkamai sudarytas investicijų portfelis gali turėti ženkliai padidinti pelningumą ir ženkliai sumažinti riziką. Siekiant geriausių portfelio rezultatų, bus išbandomos dvi panašios, bet tuo pačiu skirtingos portfelio optimizavimo teorijos: H. Markowitzo ir Blacko ir Littermano. Sudarytų portfelių rezultatai bus lyginami tarpusavyje.

Pirmasis investicijų portfelis bus sudaromas, remiantis H. Markowitzo optimalaus portfelio teorija (žr. 15 pav.).



15 pav. H. Markowitzo portfelių sudarymo schema

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Remiantis 17 paveiksle pateikta schema, pirmiausia, remiantis pasirinktų įmonių akcijų 2015 – 2017 metų laikotarpio gražomis apskaičiuojamas akcijų pelningumas, rizika ir kovariacija. Remiantis apskaičiuotomis reikšmėmis bus sudaromi trijų tipų portfeliai.

10 lentelė. H. Markowitzo portfelių sudarymo principai

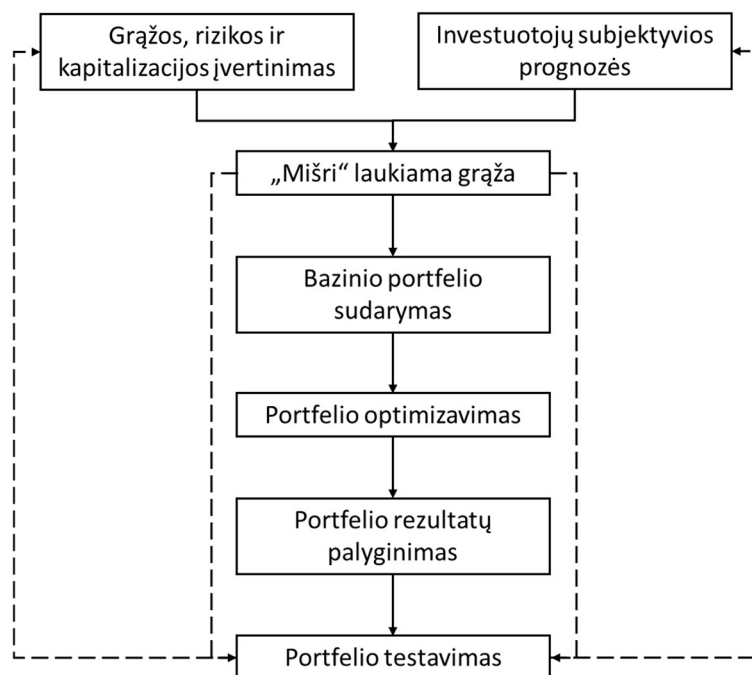
Portfelio trumpinys	Sudarymo principas	Apribojimai
HMB	Akcijų svoriai portfelyje vienodi.	Nėra
HMG	Maksimizuojama grąža, išlaikant bazinį rizikos lygį.	Max – laukiama grąža; Akcijų svorių suma = 1; Akcijos svoris ≥ 0 ; Akcijos svoris ≤ 1 ; Rizika $\leq$ bazinė rizika
HMR	Minimizuojama rizika, išlaikant bazinį grąžos lygį.	Min – rizika; Akcijų svorių suma = 1; Akcijos svoris ≥ 0 ; Akcijos svoris ≤ 1 ; Laukiama grąža $\geq$ bazinė grąža

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Naudojant „Excel“ papildinį „Solver“ optimizuojami investicijų portfeliai pagal 10 lentelėje pateiktus „Solver“ papildinio apribojimus.

Kitame etape, įvertinami portfelio veiklos rezultatai ir remiantis 2018 – 2020 metų įmonių akcijų grąžomis atliekamas portfelio testavimas. Testavimo metu, nekeičiant jau sudarytos portfelio sudėties, iš naujo įvertinami portfelio rezultatai, remiantis 2018 – 2020 metų duomenimis.

Sekantis investicijų portfelis sudaromas remiantis Blacko ir Littermano optimalaus portfelio metodika (žr. 16 pav.)



16 pav. Blacko ir Littermano portfelių sudarymo schema

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Remiantis 18 paveiksle pateikta schema, pirmiausia surandami duomenys apie pasirinktų akcijų grąžas, kapitalizaciją ir pasirenkama nerizikinga palūkanų norma, kuri mūsų atveju bus 3 mėnesių JAV obligacijų grąža. Remiantis įmonių akcijų 2015 – 2017 metų laikotarpio grąžomis apskaičiuojamas rizikos vengimo, koeficientas ir sudaroma kovariacijos matrica, taip pat pridedama įmonių kapitalizacija, viską sujungus gauname modeliui reikalingą tikėtinos pusiausvyros grąžos vektorius. Remiantis „Reuters“ duomenimis surenkama informacija apie įmonių akcijų kainų prognozes ir įvertiname prognozių patikimumą. Sudaromi trijų tipų investicijų portfeliai (žr. 11 lentelę).

11 lentelė. Blacko ir Littermano portfelių sudarymo principai

Portfelio trumpinys	Sudarymo principas	Apribojimai
BLB	Akcijų svoriai portfelyje vienodi.	Nėra
BLG	Maksimizuojama grąža, išlaikant bazinį rizikos lygį.	Max – laukiama grąža; Akcijų svorių suma = 1; Akcijos svoris ≥ 0 ; Akcijos svoris ≤ 1 ; Rizika $\leq$ bazinė rizika

BLR	Minimizuojama rizika, išlaikant bazinį grąžos lygį.	Min – rizika; Akcijų svorių suma = 1; Akcijos svoris ≥ 0 ; Akcijos svoris ≤ 1 ; Laukiama grąža $\geq$ bazinė grąža
------------	---	--

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Naudojant „Excel“ papildinį „Solver“ optimizuojami investicijų portfeliai pagal 11 lentelėje pateiktus „Solver“ papildinio apribojimus.

Sekančiame žingsnyje įvertinami portfelio rezultatai ir atliekamas portfelio testavimas naudojant 2018 – 2020 metų duomenis.

Sudarius investicijų portfelius ir atlikus jų testavimą, atliekama palyginamoji portfelių analizė.

2.4. Investicijų portfelio veiklos įvertinimas

Paskutinis, bet ne mažiau svarbus investicijų portfelio sudarymo žingsnis yra portfelio veiklos įvertinimas. Šiame etape investuotojas gali įvertinti portfelio rezultatus ir palyginti juos su savo išsikeltais lūkesčiais, bei atlikti reikiamus pakeitimus portfelyje ar savo strategijoje, kurie padėtų pagerinti investicijų portfelio veiklos rezultatus. Norint tinkamai ir efektyviai įvertinti portfelio rezultatus dažnu atveju yra remiamasi įvairiomis veiklos vertinimo metodikomis, kurios sutinkamos mokslinėje literatūroje. Atlikus mokslinės literatūros analizę, pasirenkami trys plačiausiai naudojami rodikliai: Sharpe, Treynoro ir Mazuy, Jenseno alfa.

Sharpe rodiklis yra naudojamas siekiant įvertinti, kaip efektyviai turto grąža padengia investuotojo prisiimtą riziką, šis rodiklis įvertina riziką ir pelningumą (C. D. Wang, Chen, Lian, & Chen, 2020). Rodiklis padeda įvertinti, kaip efektyviai turto grąža kompensuoja investuotojų prisiimtą riziką ir padeda identifikuoti ar investicijos grąžą lemia tinkamai atlikti sprendimai ir sudaryta strategija, ar tik prisiimama papildoma rizika (Guerreiro & Fonseca, 2020). Sharpe rodiklis yra apskaičiuojamas pagal formulę (Vukovic, Vykyuk, Matsiuk, & Maiti, 2020):

$$S_i = \frac{r_i - r_F}{\sigma_i}, \quad (25)$$

čia:

r_i – portfelio vidutinė metinė grąža;

r_F – nerizikingos investicijos grąža;

σ_i – portfelio metinis standartinis nuokrypis.

Norint įvertinti investicijų portfelio efektyvumą, remiantis Sharpe rodikliu, būtina, kad portfelis turėtų ne mažesnę nei dviejų metų istoriją, kadangi vertinant trumpesnę laikotarpį, portfelio rezultatams įtaką gali daryti trumpalaikiai svyravimai, kurie gali iškreipti tikrąjį investicijų portfelio efektyvumą.

Sekantis pasirinktas vertinimo rodiklis yra Treynoro ir Mazuy. Šis rodiklis leidžia įvertinti papildomą pelningumo dydį vienam sisteminės rizikos vienetui (Q. Chen, Chi, & Qiao, 2020). Treynoro ir Mazuy yra panašus į Sharpe rodiklį, tačiau priešingai nei Sharpe rodiklis, Treynoro ir Mazuy leidžia įvertinti grąžos dydį ne bendram rizikos vienetui, o sisteminės rizikos vienetui (Lee, Lee, Chiou, & Lee, 2020). Treynoro ir Mazuy rodiklį galima apskaičiuoti, remiantis formulę (Gao, O'Sullivan, & Sherman, 2020):

$$T_i = \frac{r_i - r_F}{\beta}, \quad (26)$$

čia:

r_i – portfelio vidutinė metinė grąža;

r_F – nerizikingos investicijos grąža;

β – portfelio beta.

Šis rodiklis ypač aktualus, kuomet yra nagrinėjamas didelio kintamumo laikotarpis, todėl jis puikiai tinkamas vertinti didelių rinkos neapibrėžtumų turinti 2020 metų laikotarpį.

Trečiasis pasirinktas portfelio vertinimo rodiklis yra Jenseno alfa. Šis rodiklis įvertina investicijos vieneto vertės pokyčio ir lyginamojo indekso vertės pokyčio skirtumą, kitaip tariant, rodiklis parodo rezultatą, kurį uždirbo portfelis nepriklausomai nuo rinkos pokyčio ir portfelio prisiimtos rizikos (Marhfor, 2016). Alfą rodiklį galima apskaičiuoti pagal formulę (Robiyanto, 2018):

$$\alpha = R_i - [R_f + \beta_{iM} * (R_M - R_f)], \quad (27)$$

čia:

R_i – portfelio grąža;

R_f – nerizikingos investicijos grąža;

R_M – lyginamojo indekso grąža;

β_{iM} – portfelio beta.

Teigiama rodiklio reikšmė, reiškia, kad investicijų portfelis pasiekė geresnių rezultatų už bendrą rinkos pelningumo lygį (Leković, 2017).

3. INVESTICIJŲ PORTFELIO SUDARYMAS IR OPTIMIZAVIMAS

Tyrimui atlikti pasirinkta trisdešimt geriausių įmonių akcijų, esančių „Dow Jones industrial average“ indekse, analizuojamas laikotarpis 2015 – 2017 ir 2018 – 2020 metai, naudojamos dienos akcijų kainos. Išanalizavus mokslinę literatūrą buvo pasirinkti penki santykiniai finansiniai rodikliai, kurie geriausiai atspindi įmonės situaciją ir perspektyvas: akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E), nuosavo kapitalo grąža (ROE), pajamų augimas (5m. vidurkis), skolinto ir nuosavo kapitalo santykis (D/E) ir dividendinis pajamingumas. Šie finansiniai rodikliai, bus naudojami siekiant atrinkti patraukliausias įmonių akcijas, kuriomis bus sudaromi investicijų portfeliai.

3.1. Akcijų atranka TOPSIS metodu

Investicijų portfeliui sudaryti pasirinktos įmonės, kurios patenka į geriausių trisdešimtuką „Dow Jones“ indekse. Iš sąrašo, remiantis pasirinktais kriterijais buvo pašalinta dešimt įmonių, todėl galutiniame sąrašo atsiedūrė dvidešimt kotiruojamų įmonių akcijų. Siekiant efektyvinti įmonių akcijų atranką, vietoj fundamentaliosios rodiklių analizės, atliekamas daugiakriteris rodiklių vertinimas TOPSIS metodu. Investiciniam įmonių patrauklumui įvertinti, pasirenkami penki santykiniai finansiniai rodikliai:

- akcijos kainos ir pelno tenkančio akcijai santykis (P/E);
- nuosavo kapitalo grąža (ROE);
- pajamų augimas (5m.);
- skolinto ir nuosavo kapitalo santykis (D/E);
- dividendinis pajamingumas.

Remiantis įmonių finansiniais rodikliais, kurie buvo įvertinti pagal sektorių vidurkius ir analitinio hierarchinio proceso rezultatais, atliekamas TOPSIS daugiakriteris vertinimas. TOPSIS metodui reikalingi duomenys pateikti 1 ir 2 priede.

12 lentelė. TOPSIS vertinimo rezultatai

	Si+	Si-	Pi	Rangas
Microsoft Corporation	0,753	6,118	0,890	5
The Home Depot	6,252	0,509	0,075	20
The Coca – Cola Company	0,995	5,674	0,851	16
McDonald's Corporation	1,693	5,379	0,761	19

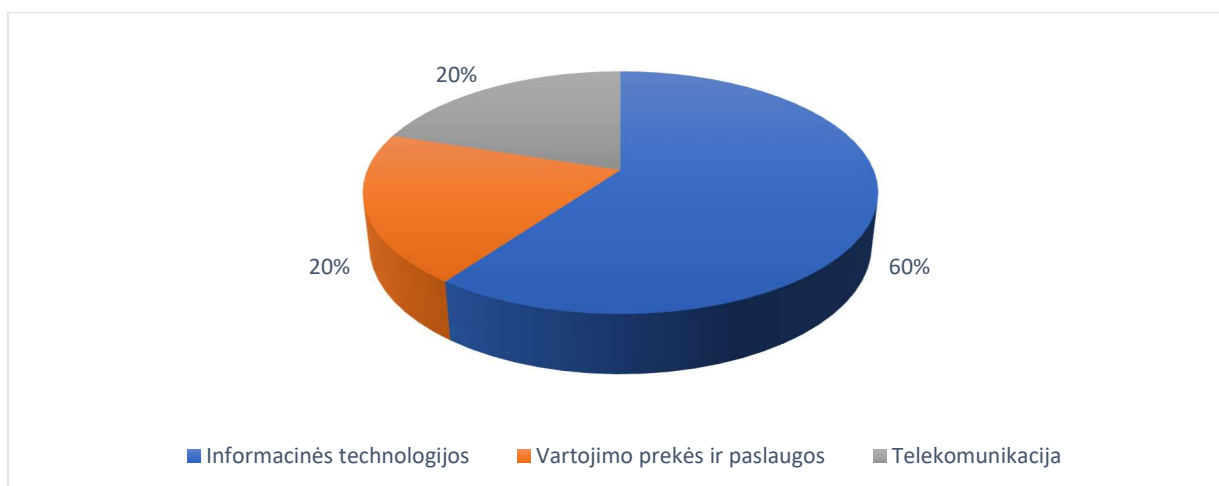
Walmart	0,897	5,848	0,867	11
Verizon Communications	0,607	6,172	0,910	2
Amgen	0,873	5,697	0,867	10
salesforce.com	0,985	6,049	0,860	15
Visa	0,827	5,835	0,876	8
The Procter & Gamble Company	0,931	6,035	0,866	12
The Walt Disney Company	0,685	6,114	0,899	3
Cisco Systems	0,754	6,111	0,890	6
Intel Corporation	0,719	6,018	0,893	4
Walgreens Boots Alliance	0,909	5,829	0,865	13
Johnson & Johnson	0,844	5,997	0,877	7
NIKE	1,180	5,294	0,818	18
International Business Machines Corporation	0,984	5,591	0,850	17
Chevron Corporation	0,990	6,129	0,861	14
Merck & Co.	0,866	5,904	0,872	9
Apple	0,510	6,190	0,924	1

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Atlikus daugiakriterį įmonių akcijų vertinimą TOPSIS metodu, iš dvidešimties pasirinktos penkios patraukliausios akcijos, kurios yra arčiausiai vadinamojo idealaus varianto, kurį padeda nustatyti TOPSIS metodas. Pasirinktos šių įmonių akcijos:

- „Apple“;
- „Verizon Communication“;
- „The Walt Disney Company“;
- „Intel Corporation“;
- „Microsoft Corporation“.

Atrinktos įmonių akcijos yra iš trijų skirtingų sektorių (žr. 17 pav.).

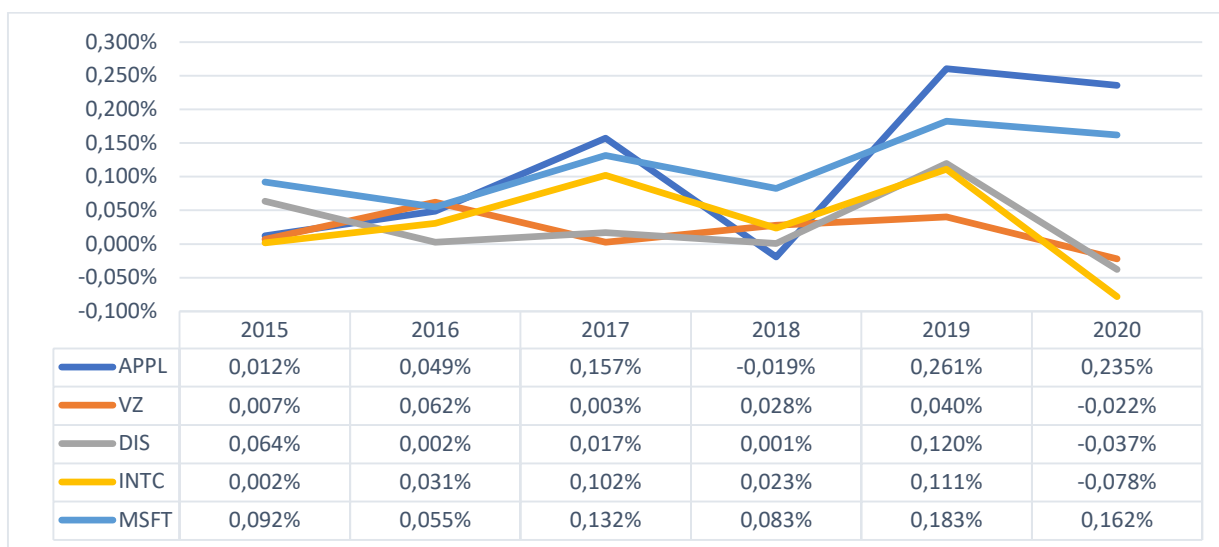


17 pav. Pasirinktų įmonių „GICS“ klasifikacija

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Didžiąją dalį iš pasirinktų įmonių sudaro informacinių technologijų sektoriaus įmonės (60 proc.), likusią dalį dalinasi vartojimo prekių ir paslaugų (20 proc.) ir telekomunikacijos (20 proc.) sektoriaus įmonės.

Taip pat, svarbu įvertinti pasirinktų įmonių grąžą ir rizikos lygį, kuris išreikštas standartiniu nuokrypiu 2015 – 2020 metų laikotarpiu (žr. 18 pav.).



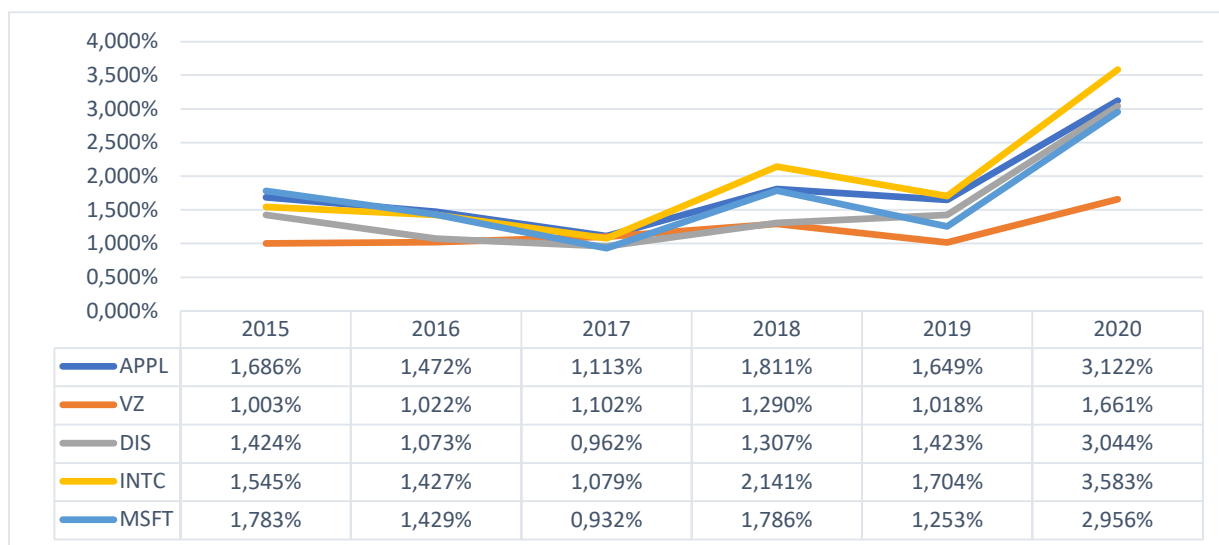
18 pav. Pasirinktų akcijų vidutinės grąžos 2015 – 2020 metų laikotarpiu

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Remiantis, 20 paveiksle pavaizduota akcijų kainų dinamika, matoma, kad didžiausią grąžą generuoja „Apple“ įmonės akcijos, tačiau, taip pat, matomas gana ryškus grąžos svyravimas lyginant su kitais laikotarpiais. Taip pat, pastebimas „Verizon Communications“

įmonės akcijų tendencingas grąžos mažėjimas. Daugumos pasirinktų įmonių grąžos 2020 metų laikotarpiu yra neigiamos, tai galima susieti su globaline pandemija.

Toliau bus įvertintas pasirinktų įmonių rizikos lygis (žr. 19 pav.).



19 pav. Pasirinktų akcijų standartinis nuokrypis 2015 – 2020 metų laikotarpiu

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Vertinant 21 paveiksle pateiktą įmonių akcijų standartinio nuokrypio dinamiką, galima pastebėti, jog visų pasirinktų įmonių standartinis nuokrypis yra panašiam intervale ir yra tendencingas. Mažiausias nuokrypis fiksuotas 2019 metais, tačiau po jų 2020 metais, jis smarkiai išaugo, tam didelę įtaką galėjo turėti prasidėjusi globalinė pandemija. Vertinant visą 2015 – 2020 metų laikotarpį, galima išskirti dvi mažiausią rizikos lygį turinčias akcijas: „Verizon Communications“ ir „The Walt Disney Company“, o didžiausiu rizikos lygiu pasižymėjo „Apple“ ir „Intel Corporation“ įmonių akcijos.

Atlikus įmonių akcijų daugiakriterį vertinimą TOPSIS metodu ir trumpai apžvelgus pasirinktas akcijas, kitame etape pradedami sudarinėti ir optimizuoti investicijų portfeliai.

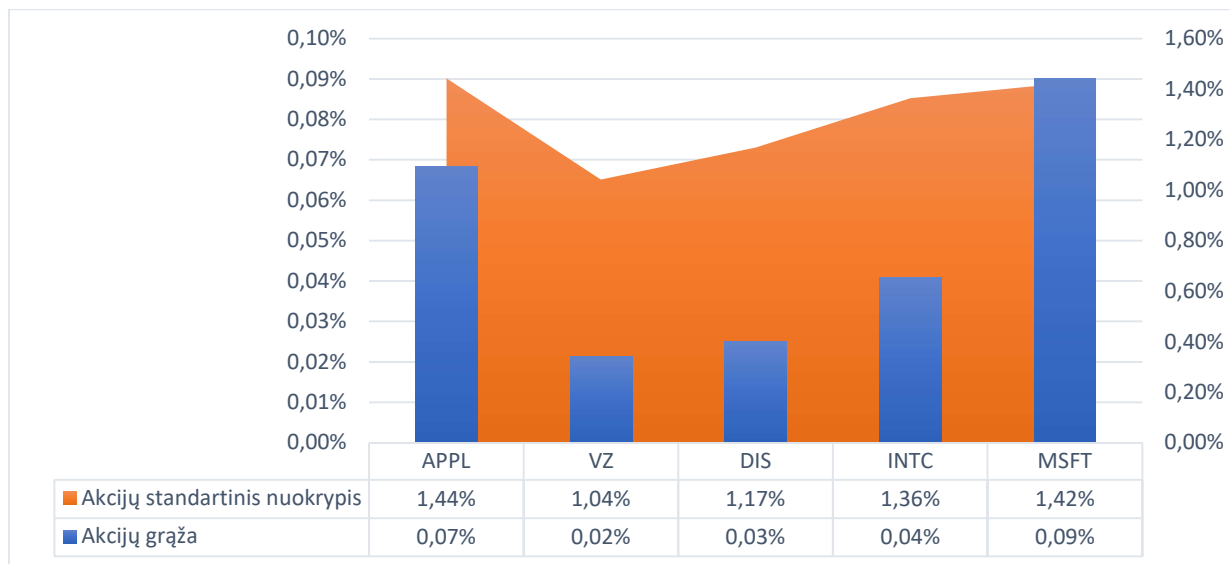
3.2. Portfelio optimizavimas pagal H. Markowitzo teoriją

Remiantis atliktų tyrimų rezultatais, pasirenkamos penkios įmonių akcijos, kurios bus įtraukiamos į investicijų portfelius: „Apple“, „Verizon Communications“, „The Walt Disney Company“, „Intel Corporation“ ir „Microsoft Corporation“. Pirmiausia, bus sudaromas portfelis pagal 2015 – 2017 metų akcijų kainų duomenis, vėliau sudarytas portfelis bus testuojamas pagal 2018 – 2020 metų akcijų kainų duomenis, paliekant tuos pačius įmonių akcijų svorius portfelyje. Bus sudaromi trijų tipų portfeliai pagal H. Markowitzo teoriją:

- bazinis, kurio svoriai būtų vienodi (HMB);

- didžiausios grąžos, esant baziniam rizikos lygiui (HMG);
- mažiausios rizikos, esant baziniam grąžos lygiui (HMR).

Norint sudaryti investicijų portfelį pirmiausia reikia apskaičiuoti kiekvieno aktyvo vidutinį pelningumą ir standartinį nuokrypį, šiam tikslui pasiekti, bus naudojamos 2015 – 2017 metų, pasirinktų akcijų dienos kainos.



20 pav. Įmonių akcijų vidutinė dienos grąža ir standartinis nuokrypis 2015 – 2017 metų laikotarpiu

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Analizuojant apskaičiuotas grąžas, didžiausia dienos vidutinė grąža 2015 – 2017 metų laikotarpiu buvo „Microsoft Corporation“ (0,09 proc.) ir „Apple“ (0,07 proc.), mažiausia „The Walt Disney Company“ (0,03 proc.) ir „Verizon Communications“ (0,02 proc.). Analizuojant akcijų standartinį nuokrypį, rizikingiausios buvo „Apple“ (1,44 proc.) ir „Microsoft Corporation“ (1,42 proc.) įmonių akcijos.

Kitame žingsnyje apskaičiuojama akcijų tarpusavio priklausomybė, šiam tikslui pasiekti naudojamas kovariacijos koeficientas kurį galima apskaičiuoti „Excel“ programa, naudojant „data analysis“ papildinį (žr. 13 lentelę).

13 lentelė. Akcijų kovariacijos koeficiento reikšmės

	APPL	VZ	DIS	INTC	MSFT
APPL	0,00020798	0,00003345	0,00005439	0,00008380	0,00010166
VZ	0,00003345	0,00010845	0,00004095	0,00004285	0,00004552
DIS	0,00005439	0,00004095	0,00013630	0,00005840	0,00005490
INTC	0,00008380	0,00004285	0,00005840	0,00018568	0,00010759
MSFT	0,00010166	0,00004552	0,00005490	0,00010759	0,00020235

Šaltinis: sudaryta autoriaus, (Yahoo Finance, 2020)

Visi apskaičiuoti kovariacijos koeficientai yra teigiami, tai reiškia, kad visų akcijų kainos juda ta pačia kryptimi, tai reiškia, kad kylant vienos įmonės kainai, kartu kyla ir kitos, priklausomai nuo tarpusavio ryšio stiprumo.

Didžiausią tarpusavio ryšį turi „Microsoft Corporation“ ir „Apple“ įmonių akcijos (0,00010166), mažiausią tarpusavio ryšį turi „Apple“ ir „Verizon Communications“ (0,00003345).

Apskaičiavus pagrindinius nežinomuosius, reikalingus H. Markowitz modeliui, toliau sudaromi investicijų portfeliai (žr. 14 lentelę).

14 lentelė. Sudaryti investicijų portfeliai pagal H. Markowitzo teoriją

	AAPL	VZ	DIS	INTC	MSFT	Grąža	Rizika
HMB	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %	0,049 %	0,914 %
HMG	19,9 %	30,8 %	16,5 %	1,0 %	31,7 %	0,053 %	0,914 %
HMR	18,4 %	33,8 %	19,1 %	2,6 %	26,1 %	0,049 %	0,886 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Apibendrinant portfelių rezultatus, bazinio portfelio, kuriame visų penkių pasirinktų akcijų svoriai yra vienodi (po 20 proc.), grąža siekia 0,049 proc., o rizikos lygis 0,914 proc. Optimizavus HMG portfelį, stipriai pasikeičia portfelio sudėtis, didžiąją portfelio dalį sudaro „Microsoft Corporation“ (31,7 proc.) ir „Verizon Communications“ (30,8 proc.), mažiausią dalį sudaro „Intel Corporation“ (1,0 proc.) įmonių akcijos. Portfelio dienos grąža padidėja nuo 0,049 proc. iki 0,053 proc., rizika išlieka tokia pati (0,914 proc.). Minimizuojant riziką sudaromas HMR portfelis, kaip ir HMG portfelyje, taip ir šiame didžiąją dalį sudaro „Verizon Communications“ (33,8 proc.) ir „Microsoft Corporation“ (26,1 proc.) įmonių akcijos, mažiausia dalis portfelyje išliko „Intel Corporation“ įmonės akcijų (2,6 proc.). HMR portfelio laukiama grąža 0,049 proc., o tikėtinas rizikos lygis sumažėja iki 0,886 proc.

Kitame etape atliekamas portfelio testavimas, remiantis 2018 – 2020 metų akcijų duomenimis, bet paliekant HMB, HMG ir HMR portfelių svorius.

15 lentelė. Sudarytų investicijų portfelių testavimas

	AAPL	VZ	DIS	INTC	MSFT	Grąža	Rizika
HMBT	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %	0,074 %	1,629 %
HMG	19,9 %	30,8 %	16,5 %	1,0 %	31,7 %	0,087 %	1,512 %
HMRT	18,4 %	33,8 %	19,1 %	2,6 %	26,1 %	0,078 %	1,472 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Lyginant sudarytus portfelius tarpusavyje, HMBT portfelio grąža padidėjo 0,025 proc., tačiau rizika išaugo 0,715 proc., HMG portfelio laukiamas pelningumas padidėjo 0,253 proc., rizika išaugo 0,944 proc., HMRT sudaryto portfelio pelningumas padidėjo 0,216 proc.,

rizika išaugo 0,934 proc. Apibendrinant, galima daryti prielaidą, kad sudarytų investicijų portfelių pagal H. Markowitzo modelį rezultatai yra patenkinami, visi sudaryti portfeliai buvo pelningi, su tam tikru rizikos lygiu. Atlikus sudarytų HMB, HMG ir HMR portfelių testavimą, rezultatai, taip pat, buvo patenkinami, visų sudarytų portfelių laukiamos grąžos ženkliai išaugo, tačiau kartu pakilo ir rizikos lygis.

3.3. Portfelio optimizavimas pagal Blacko ir Littermano modelį

Remiantis daugiakriterio vertinimo TOPSIS metodu rezultatais, sudaromi investicijų portfeliai pagal Blacko ir Littermano modelį. Šis modelis buvo sukurtas siekiant patobulinti H. Markowitzo modelį. Pagrindinis šio metodo išskirtinumas yra tas, jog jis remiasi ne tik istoriniais duomenimis, tačiau įtraukia ir investuotojo individualias prognozes apie akcijų kainų pokyčius.

Portfeliai bus sudaromi, remiantis 2015 – 2017 metų akcijų kainų duomenimis ir atliekamas portfelių testavimas pagal 2018 – 2020 metų akcijų kainų duomenis, paliekant tuos pačius įmonių akcijų svorius portfelyje. Bus sudaromi trijų tipų portfeliai:

- bazinis, kurio svoriai būtų vienodi (BLB);
- didžiausios grąžos, esant baziniam rizikos lygiui (BLG);
- mažiausios rizikos, esant baziniam grąžos lygiui (BLR).

Siekiant sudaryti investicijų portfelį pagal Blacko ir Littermano modelį, reikia apskaičiuoti pasirinktų įmonių grąžas, standartinius nuokrypius, kovariacijos koeficientus ir JAV 3 mėnesių ir „Dow Jones“ indekso grąžas, įvertinti įmonių kapitalizaciją (žr. 16 lentelę).

16 lentelė. Duomenys Blacko ir Littermano modeliui

	Vidutinė grąža	Standartinis nuokrypis	Kapitalizacija mlrd.
AAPL	0,068 %	1,44 %	661,19 \$
VZ	0,021 %	1,04 %	202,40 \$
DIS	0,025 %	1,17 %	164,41 \$
INTC	0,041 %	1,36 %	175,75 \$
MSFT	0,090 %	1,42 %	488,87 \$
^DIJ	0,046 %	1,44 %	-
JAV 3M. obligacijos grąža	0,0011 %	0,0010 %	-
Perteklinė rinkos grąža	0,045 %	0,76 %	-

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Apibendrinant 16 lentelėje surinktus duomenis, didžiausia grąža iš pasirinktų įmonių pasižymėjo „Microsoft Corporation“ (0,090 proc.) ir „Apple“ (0,068 proc.), mažiausia „The

Walt Disney Company“ (0,025 proc.) ir „Verizon Communications“ (0,021 proc.). Didžiausiu standartiniu nuokrypiu pasižymėjo „Apple“ (1,44 proc.) ir „Microsoft Corporation“ (1,42 proc.), stabiliausiomis akcijų kainomis pasižymėjo „Verizon Communications“ (1,04 proc.) ir „The Walt Disney Company“ (1,17 proc.), tačiau svarbu pabrėžti, jog šių įmonių akcijų vidutinė grąža, taip pat, buvo viena iš mažiausių. Vertinant įmonių kapitalizaciją, didžiausia kapitalizacija išsiskiria dvi informacinių technologijų sektoriaus įmonės „Apple“ (661,19 mlrd.) ir „Microsoft Corporation“ (488,87 mlrd.), mažiausia rinkos kapitalizacija pasižymi „The Walt Disney Company“ (164,41 mlrd.) įmonė. Pasirinktos rinkos grąža siekia 0,046 proc., nerizikingu laikomu aktyvo grąža 0,0011 proc., apskaičiuotos perteklinės rinkos grąža siekia 0,045 proc.

Kovariacijos koeficientai apskaičiuojami pasitelkiant akcijų grąžas ir „Excel“ programos „data analysis“ papildinį (žr. 17 lentelę).

17 lentelė. Akcijų kovariacijos koeficiento reikšmės

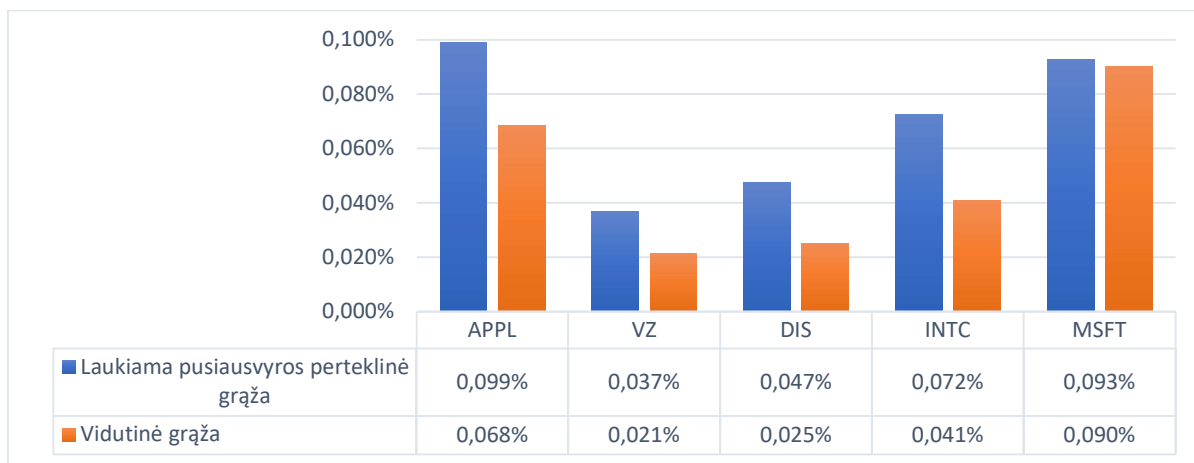
	APPL	VZ	DIS	INTC	MSFT
APPL	0,00020798	0,00003345	0,00005439	0,00008380	0,00010166
VZ	0,00003345	0,00010845	0,00004095	0,00004285	0,00004552
DIS	0,00005439	0,00004095	0,00013630	0,00005840	0,00005490
INTC	0,00008380	0,00004285	0,00005840	0,00018568	0,00010759
MSFT	0,00010166	0,00004552	0,00005490	0,00010759	0,00020235

Šaltinis: sudaryta autoriaus, (Yahoo Finance, 2020)

Visos kovariacijos reikšmės yra teigiamos, tai reiškia, kad įmonių grąžos juda ta pačia kryptimi. Didžiausią tarpusavio ryšį turi „Microsoft Corporation“ ir „Intel Corporation“ įmonių akcijos (0,00010759), mažiausią tarpusavio ryšį turi „Apple“ ir „Verizon Communications“ (0,00003345).

Turint reikalingus duomenis, pirmiausia apskaičiuojamas rizikos vengimo koeficientas, kuris įvertina investuotojų polinkį rizikuoti. Apskaičiuota polinkio į riziką koeficiento reikšmė yra lygi 7,12, tai reiškia, kad investuotojai yra pasiruošę rizikuoti, siekdami didesnės grąžos.

Toliau yra skaičiuojama laukiama pusiausvyros perteklinė grąža, kurią galima palyginti su istorine įmonių akcijų grąža (žr. 21 pav.).



21 pav. Laukiama pusiausvyros perteklinė ir vidutinė akcijų grąža

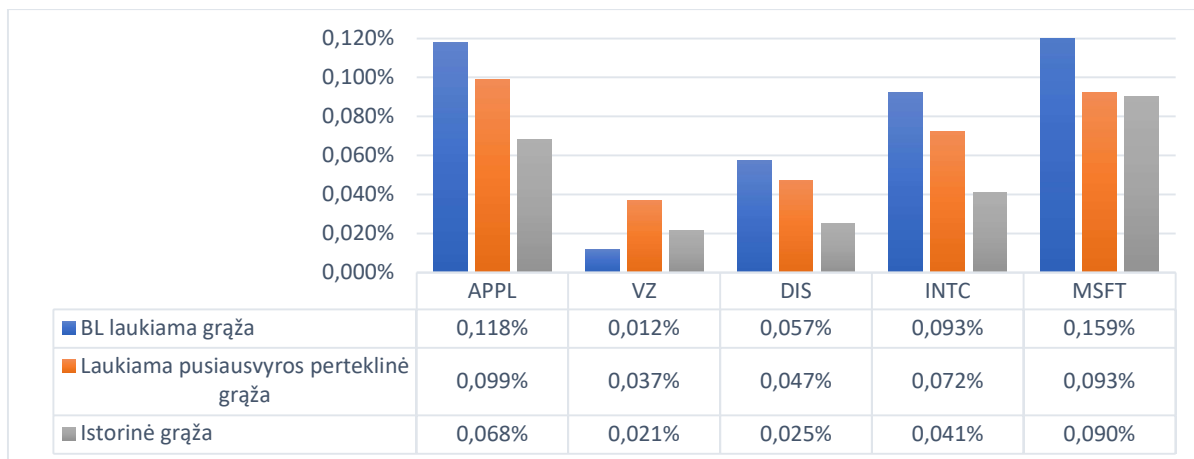
Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Vertinant apskaičiuotą pusiausvyros perteklinę grąžą, pastebima, kad ji yra gerokai didesnė už istorinę akcijų grąžą, tam įtakos turi didesnis polinkio į riziką koeficientas (7,71), kuris rodo apie pozityvias nuotaikas rinkoje.

Remiantis „Reuters“ puslapyje pateiktomis „Morningstar“ analitikų prognozėmis suformuojamos trys akcijų kainų prognozės:

- „Microsoft Corporation“ vidutinė dienos akcijų grąža bus 0,09 proc. didesnė už „Apple“ akcijų grąžą;
- „Intel Corporation“ vidutinė dienos akcijų grąža bus 0,05 proc. didesnė už „The Walt Disney Company“ akcijų grąžą;
- „Verizon Communications“ vidutinė dienos akcijų grąža bus 0,15 proc. mažesnė už „Apple“ vidutinę dienos akcijų grąžą.

Įtraukus analitikų prognozes į modelį, galima palyginti akcijų tikėtinas grąžas tarpusavyje (žr. 22 pav.).



22 pav. Akcijų grąžų tarpusavio palyginimas

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Lyginant grąžas tarpusavyje, pastebima gana ryški prognozių įtaka akcijų grąžai, lyginant su pusiausvyros grąžomis, didžiausią nuosmukį patyrė „Verizon Communications“ akcijos, kurių tikėtina grąža nukrito iki 0,012 proc., didžiausias teigiamas pokytis lyginant su pusiausvyros grąžomis yra „Microsoft Corporation“ akcijų (0,159 proc.).

Apskaičiavus ir įvertinus visus nežinomuosius reikalingus BL modeliui, sudaromi trys investicijų portfeliai (žr. 18 lentelę).

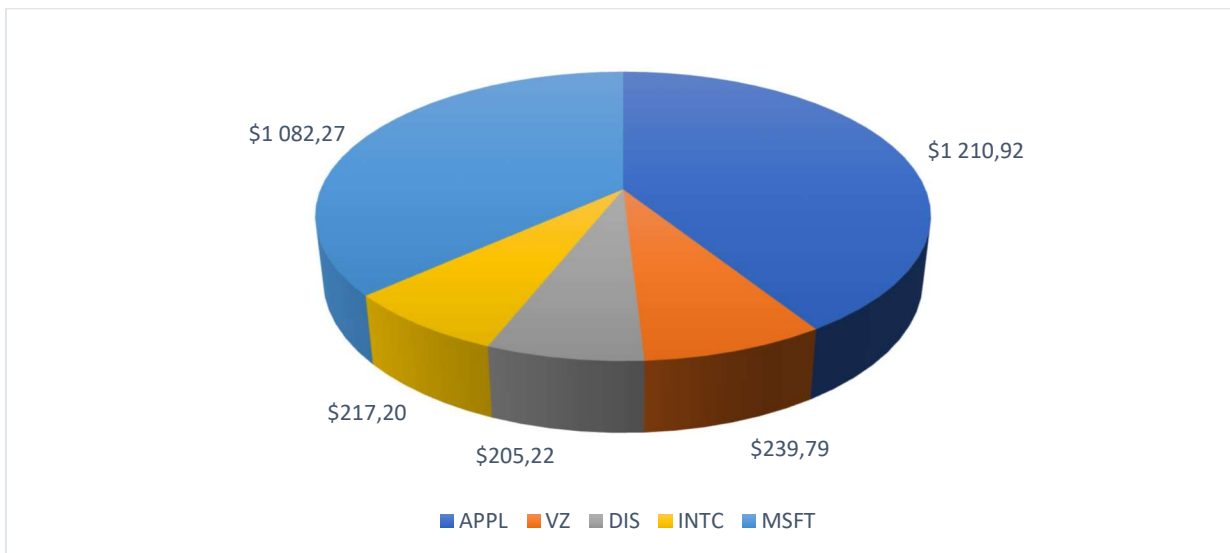
18 lentelė. Investicijų portfeliai sudaryti pagal Blacko ir Littermano teoriją

	<i>AAPL</i>	<i>VZ</i>	<i>DIS</i>	<i>INTC</i>	<i>MSFT</i>	<i>Grąža</i>	<i>Rizika</i>
BLB	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %	0,088 %	0,914 %
BLG	17,8 %	21,3 %	24,0 %	8,3 %	28,7 %	0,091 %	0,914 %
BLR	17,4 %	23,1 %	24,2 %	8,4 %	26,9 %	0,088 %	0,903 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Sudaryto bazinio (BLB) investicijų portfelio grąža siekia 0,088 proc., o rizikos lygis 0,914 proc., optimizuojant investicijų portfelį, portfelio grąža padidėja iki 0,091 proc., o rizika išlieka tokia pati, daugiau nei puse investicijų portfelio sudaro „Microsoft Corporation“ įmonės akcijos (28,7 proc.), mažesnę dalį sudaro „The Walt Disney Company“ (24,0 proc.) įmonės akcijos, mažiausią dalį sudaro „Intel Corporation“ (8,3 proc.) akcijos. Sudaryto BLR optimalaus portfelio grąža siekia 0,088 proc., rizika sumažėjo iki 0,903 proc., portfelio sudėtis šiek tiek pasikeitė lyginant su BLG, sumažėjo „Microsoft Corporation“ (26,9 proc.), „Verizon Communications“ akcijų kiekis portfelyje padidėjo iki 23,1proc., mažiausia dalimi portfelyje išliko „Intel Corporation“ (8,4 proc.).

Atliekant portfelių testavimą, atnaujinami kintamieji, remiantis 2018 – 2020 metų duomenimis. Pirmiausia apskaičiuojamas polinkio į riziką koeficientas, kuris lyginant su 2015 – 2017 metų laikotarpiu smarkiai sumažėjo iki 0,697, tam galimai įtakos turėjo prasidėjusi globalinė „Covid – 19“ gripo pandemija, kuri smarkiai smogė visai pasaulio ekonomikai. Tačiau, nepaisant pandemijos, visų pasirinktų įmonių kapitalizacija išaugo (žr. 23 pav.).



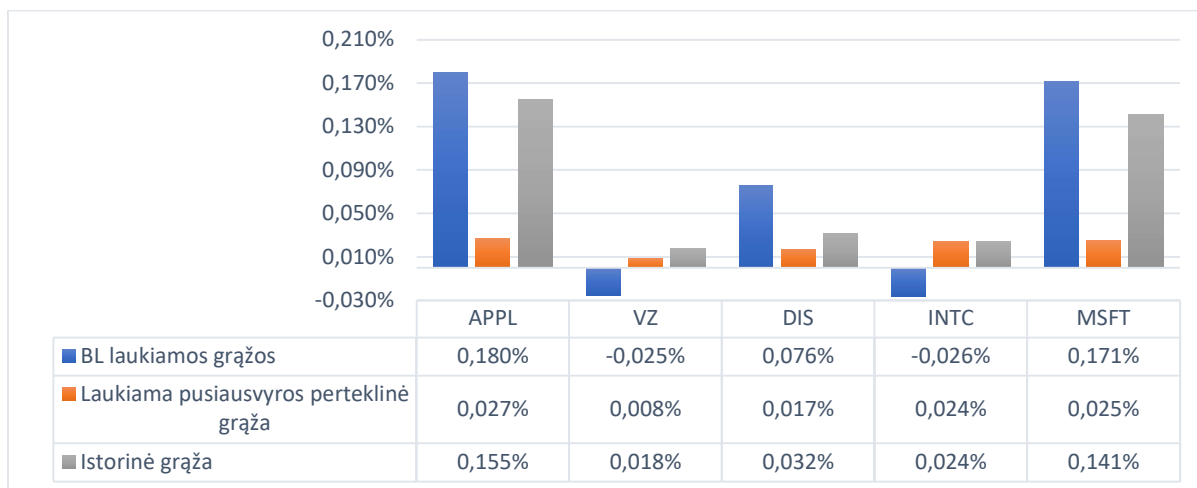
23 pav. Pasirinktų įmonių vidutinė kapitalizacija 2018 – 2020 metų laikotarpiu (mlrd.)

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Lyginant įmonių kapitalizaciją tarpusavyje, pastebimos dvi didžiausią kapitalizaciją turinčios informacinių technologijų sektoriaus įmonės „Microsoft Corporation“ ir „Apple“, mažiausia kapitalizacija pasižymi „The Walt Disney Company“ įmonė. Atsižvelgiant į pasirinktų įmonių perspektyvas ir rezultatus, sudaromos jų grąžų prognozės, kurios remiasi „Reuters“ puslapyje pateiktomis „Morningstar“ analitikų prognozėmis:

- „Apple“ akcijų vidutinė dienos grąža bus 0,015 proc. didesnė už „Microsoft Corporation“ įmonės akcijų grąžą;
- „Verizon Communications“ akcijų vidutinė dienos grąža bus 0,018 proc. didesnė už „Intel Corporation“ įmonės akcijų grąžą;
- „Microsoft Corporation“ akcijų vidutinė dienos grąža bus 0,395 proc. didesnė už „Intel Corporation“ įmonės akcijų grąžą.

Įvertinus pusiausvyros grąžas ir jas pakoregavus pagal analitikų prognozes, gauname naujas „mišrias“ grąžas, kurios bus naudojamos BL modelyje (žr. 24 pav.).



24 pav. Akcijų grąžų tarpusavio palyginimas

Šaltinis: sudaryta autoriaus, remiantis (Yahoo Finance, 2020)

Lyginant 26 paveiksle apskaičiuotas akcijų grąžas tarpusavyje, pastebimas ryškus skirtumas tarp istorinių ir BL bei pusiausvyros perteklinių grąžų. Didžiausias skirtumas yra tarp „Microsoft Corporation“ ir „Apple“ grąžų, tam įtakos galėjo turėti smarkiai sumažėjęs polinkio į riziką koeficientas, kuris lėmė mažas laukiamas pusiausvyros perteklines grąžas, tačiau įkomponavus analitikų prognozes, akcijų grąžos vėl supanašėjo su istorinėmis grąžomis. Pastebima „Verizon Communications“ ir „Intel Corporation“ neigiama BL modelio akcijų grąža, tam didelę įtaką padarė neigiamos analitikų prognozės.

Įvertinus ir apskaičiavus visus nežinomuosius reikalingus Blacko ir Littermano modeliui, atliekamas portfelių testavimas, remiantis 2018 – 2020 metų duomenimis (žr. 19 lentelę).

19 lentelė. Sudarytų investicijų portfelių testavimas

	AAPL	VZ	DIS	INTC	MSFT	Grąža	Rizika
BLBT	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %	20,0 %	0,075 %	1,63 %
BLGT	17,8 %	21,3 %	24,0 %	8,3 %	28,7 %	0,092 %	1,585 %
BLRT	17,4 %	23,1 %	24,2 %	8,4 %	26,9 %	0,088 %	1,564 %

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Lyginant sudarytus portfelius tarpusavyje, BLBT portfelio grąža sumažėjo -0,013 proc., taip pat, rizika išaugo 0,715 proc., BLGT portfelio laukiamas pelningumas padidėjo minimaliai - 0,001 proc., rizika išaugo 0,0671 proc., BLRT sudaryto portfelio pelningumas, taip pat, sumažėjo -0,003 proc., rizika išaugo 0,671 proc. Beveik visų testuojamų investicijų portfelių rezultatai buvo prastesni už ankstesnius, išskyrus BLGT portfelio. Įvertinus rezultatus galima daryti prielaidą, jog prastesniems portfelių rezultatams įtakos turėjo modelio skaičiavimo metodika, kuri priklauso nuo rinkos dalyvių polinkio į riziką ir analitikų prognozių,

kurios dėl 2020 metų pradžioje prasidėjusios „Covid – 19“ pandemijos buvo prastesnės nei praėjusio laikotarpio.

3.4. Portfelio rezultatų palyginimas

Paskutiniame tyrimo etape įvertinami ir palyginami portfelio, sudaryto pagal skirtingas teorijas, rezultatai. Portfelio bus lyginami padalinus juos į dvi grupes: pirmoje grupėje investicijų portfelio sudaryti, remiantis 2015 – 2017 metų duomenimis, kitoje grupėje investicijų portfelio sudaryti testavimui, remiantis 2018 – 2020 metų duomenimis. Siekiant įvertinti sudaryto portfelio rezultatus bus atsižvelgiama į grąžos ir rizikos reikšmes, taip pat, siekiant geriau įvertinti portfelio rezultatus bus naudojami santykiniai efektyvumo vertinimo rodikliai: Sharpe, Treynoro ir Mazuy, Jenseno alfa.

Pirmiausia bus įvertinami pagal 2015 – 2017 metų duomenis sudaryti investicijų portfelio (žr. 20 lentelę).

20 lentelė. Investicijų portfelio rezultatų įvertinimas 2015 – 2017 metų laikotarpiu

	Graža	Rizika	Sharpe	Treynoro ir Mazuy	Jenseno alfa
HMB	0,049 %	0,914 %	0,05259	0,00045	0,00003
HMG	0,053 %	0,914 %	0,05717	0,00051	0,00009
HMR	0,049 %	0,886 %	0,05426	0,00047	0,00005
BLB	0,088 %	0,914 %	0,09500	0,00084	0,00042
BLG	0,091 %	0,914 %	0,09811	0,00087	0,00045
BLR	0,088 %	0,903 %	0,09612	0,00085	0,00042

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Atsižvelgiant į apskaičiuotas rodiklių reikšmes, pastebima, jog visų trijų BL portfelio laukiamos grąžos yra gerokai didesnės už portfelio, kurie buvo sudaryti, remiantis H. Markowitzo teorija. Lyginant investicijų portfelius tarpusavyje, pelningiausio pagal Markowitzą sudaryto portfelio grąža siekia 0,053 proc., o tuo tarpu BL portfelio siekia 0,091 proc., esant tam pačiam rizikos laipsniui. Lyginant sudarytus portfelius, remiantis Sharpe koeficientu, pastebima, kad didžiausios rodiklio reikšmės yra pagal Blacko ir Littermano teoriją sudaryto portfelio, didžiausia BL portfelio rodiklio reikšmė siekia 0,098, o mažiausia 0,095, lyginant su Markowitzo portfeliais, didžiausia Sharpe rodiklio reikšmė siekia 0,057, o mažiausia 0,052. Vertinant sudarytus portfelius pagal Treynoro ir Mazuy rodiklį, taip pat, pastebimos didesnės Blacko ir Littermano portfelio rodiklio reikšmės, pavyzdžiui didžiausias Treynoro ir Mazuy rodiklis yra 0,00087, o mažiausias 0,00084, lyginant su Markowitzo portfelio, didžiausias rodiklis 0,00051, mažiausias 0,00045. Tokia pat situacija ir su Jenseno

alfa rodiklio reikšmėmis, didžiausia BL portfelio reikšmė yra lygi 0,00045, o mažiausia 0,00042, H. Markowitzo portfelio didžiausia alfa reikšmė yra lygi 0,00009, o tuo tarpu mažiausia 0,00003. Apibendrinant rodiklių reikšmes, pastebima, kad didžiausios reikšmės yra pagal BL teoriją sudarytų portfelių. Atsižvelgiant į portfelių rezultatus ir apskaičiuotas santykinų rodiklių reikšmes, kaip geriausią investicijų portfelį galima išskirti BLG, o blogiausiu galima išskirti HMB investicijų portfelį, kuriame įmonių akcijų svoris yra vienodas.

Norint įvertinti sudarytų investicijų portfelių rezultatų patikimumą, atliekamas portfelių testavimas. Portfeliai dar kartą sudaromi, tačiau šį kart su 2018 – 2020 metų duomenimis, bet išlaikant tuos pačius portfelių svorius. Taip pat, kaip ir prieš sudaryti investicijų portfeliai bus vertinami atsižvelgiant į grąžos ir rizikos lygį, santykinius efektyvumo rodiklius.

21 lentelė. Investicijų portfelių rezultatų įvertinimas 2018 – 2020 metų laikotarpiu

	Grąža	Rizika	Sharpe	Treynoro ir Mazuy	Jenseno Alfa
HMBT	0,074 %	1,629 %	0,04477	0,00075	0,00053
HMGT	0,087 %	1,512 %	0,05661	0,00095	0,00067
HMRT	0,078 %	1,472 %	0,05228	0,00087	0,00059
BLBT	0,075 %	1,629 %	0,04548	0,00076	0,00055
BLGT	0,092 %	1,585 %	0,05732	0,00096	0,00072
BLRT	0,088 %	1,564 %	0,05549	0,00092	0,00068

Šaltinis: sudaryta autoriaus

Vertinant testavimui skirtų investicijų portfelių rezultatus, pastebimi suprastėję BL portfelių rezultatai, tam galimai įtakos turėjo smarkiai sumažėjęs investuotojų noras rizikuoti dėl globalinės pandemijos. Tačiau, pagal Blacko ir Littermano teoriją sudaryti portfeliai išlieka su didžiausia laukiama grąža esant panašiam rizikos lygiui kaip ir H. Markowitzo portfeliuose. Lyginant portfelius pagal Sharpe rodiklį, didžiausia BL portfelių Sharpe reikšmė yra 0,05732, o mažiausia HMBT portfelio, kuri siekia 0,04477. Atsižvelgiant į sudarytų portfelių Treynoro ir Mazuy rodiklį, jo didžiausios reikšmės yra beveik lygios, HMGT portfelio siekia 0,00095, BLGT siekia 0,00096. Vertinant portfelius, remiantis Jenseno alfa rodiklio reikšmėmis, matomas ryškesnis Blacko ir Littermano portfelių pranašumas, Blacko ir Littermano portfelio alfa siekia 0,00072, kuomet Harry Markowitzo alfa yra 0,00067.

Apibendrinant, investicijų portfelių sudarytų pagal H. Markowitzo, Blacko ir Littermano modelius rezultatus, galima daryti prielaidą, kad portfeliai sudaryti, remiantis Blacko ir Littermano optimalaus portfelio teorija yra pranašesni už pagal H. Markowitzo teoriją sudarytus investicijų portfelius.

Vertinant sudarytų portfelių laukiamą grąžą, rizikos lygį ir efektyvumo rodiklių reikšmes, pastebima, kad pagal Blacko ir Littermano teoriją sudarytų portfelių rezultatai yra geresni už pagal H. Markowitzo teoriją sudarytų portfelių, atliktas portfelių testavimas, tai patvirtino, nors Blacko ir Littermano portfelių rezultatai buvo prastesni nei prieš testavimą, tačiau išliko geresni už H. Markowitzo teorijos portfelių rezultatus. Atsižvelgiant į Sharpe rodiklį, galima daryti išvadą, kad pagal BL modelį sudarytų portfelių grąžos ir rizikos santykis yra geresnis, todėl jie yra efektyvesni už pagal H. Markowitzo modelį sudarytų investicijų portfelių. Analizuojant Treynoro ir Mazuy rodiklio reikšmes, pastebima, kad pagal Blacko ir Littermano modelį sudarytų portfelių rodiklio reikšmės yra geresnės, todėl galima daryti išvadą, kad portfelis yra efektyvesnis ir jo grąža yra mažiau jautri neigiamiems rinkos pokyčiams. Lyginant portfelius pagal Jenseno alfa rodiklį, galima daryti išvadą, kad portfelių, kurie buvo sudaryti pagal Blacko ir Littermano modelį grąžą yra mažiau priklausoma nuo rinkos ir indekso pokyčių, nei portfelių, kurie sudaryti pagal H. Markowitzo modelį. Taip pat, BL portfelių grąža, lyginant ją su lyginamuoju indeksu buvo didesnė nei H. Markowitz portfelių.

Nors pagal Blacko ir Littermano teoriją sudarytų portfelių rezultatai yra geresni, svarbu įvertinti ir pastebėtus modelio skaičiavimo ir portfelių trūkumus. Vienas iš jų yra tai, jog Blacko ir Littermano portfelis išliko jautrus modelio įverčių pokyčiams, net ir nedideli pokyčiai gali lemti kitokią portfelio kompoziciją. Tačiau, svarbu paminėti, kad BL portfeliai yra mažiau jautrūs lyginant su H. Markowitzo portfeliais. Vienu iš didesnių modelio trūkumų galima įvardinti menkai aprašytą prognozių įkomponavimą į modelį. Dėl to, jog nėra tikslių instrukcijų, investuotojai gali skirtingai interpretuoti tas pačias prognozes, o tai gali lemti ne visai tikslų portfelio sudarymą, kuris gali daryti didelę neigiamą įtaką portfelio rezultatams.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Atlikus literatūros analizę, investicijų portfelį galima apibrėžti, kaip vertybinių popierių kompoziciją, kurios pagrindinis tikslas tenkinti investuotojo iškeltus tikslus. Portfelio sudarymo procesas susideda iš atskirų etapų: investavimo tikslų ir politikos apibrėžimo, investicinių priemonių analizės, strategijos ir investicinių priemonių pasirinkimo, optimizavimo ir periodinio portfelio veiklos vertinimo.

Kapitalo aktyvų įkainojimo modelį (CAPM) galima apibrėžti, kaip statistinį modelį, kuris atspindi bendrą investuotojų reakciją į rinkos pokyčius. Siekiant patobulinti CAPM modelį buvo sukurtas arbitražo įkainojimo modelis (APT), kuris yra grindžiamas prielaida, kad aktyvo pelningumą galima apskaičiuoti, remiantis aktyvo ir kitų faktorių tiesiniu, tarpusavio ryšiu. Lyginant šiuos modelius tarpusavyje, kaip vieną iš esminių šių modelių skirtumų galima išskirti, tai jog APT naudoja daugiau nei vieną faktorių aktyvų pelningumui nustatyti, kai tuo tarpu CAPM, naudoja tik vieną. Dėl šio skirtumo, arbitražo įkainojimo modelis tampa lankstesniu už kapitalo aktyvų įkainojimo modelį, tačiau tik su sąlyga, kad faktoriai pasirinkti teisingai.

2. Siekiant patobulinti H. Markowitzo optimalaus portfelio teoriją, buvo sukurta Blacko ir Littermano teorija, kurios pagrindiniu išskirtinumu tampa akcijų grąžų sujungimas su investuotojo prognozėmis. Ši modelio ypatybė padeda įvertinti aktyvų kainų pokyčius, nesiremiant vien tik istorinėmis aktyvų kainomis, kurios ne visada būna teisingos. Lyginant teorijas tarpusavyje, galima išskirti du pagrindinius Blacko ir Littermano teorijos privalumus prieš H. Markowitzo teoriją, tai galimybę įtraukti prognozes į modelį, kurios leidžia portfeliui būti labiau intuityviam ir tai, jog sudarytas portfelis yra ne toks jautrus įverčių pokyčiams. Pagrindiniais Blacko ir Littermano teorijos trūkumais, tampa sudėtingi skaičiavimai, teorinės modelio prielaidos, kurios ne visada pasitaiko praktikoje ir vertinimo parametrų neapibrėžtumas, kuris gali lemti neigiamos portfelio rezultatus.

3. Atlikus daugiakriterį vertinimą TOPSIS metodu, iš trisdešimties geriausių „Dow Jones industrial“ indekse esančių įmonių akcijų, pasirinktos penkios perspektyviausios: „Apple“, „Verizon Communication“, „The Walt Disney Company“, „Intel Corporation“ ir „Microsoft Corporation“.

4. Naudojant H. Markowitzo, Blacko ir Littermano optimalaus portfelio teorijas, buvo sudaryti trijų tipų investicijų portfeliai, remiantis 2015 – 2017 metų akcijų kainomis. HMB portfelyje akcijų svoris buvo vienodas, portfelio dienos grąža siekia 0,049 proc., rizika 0,914 proc., HMG portfelyje didžiąją dalį sudarė „Verizon Communication“ (30 proc.) ir „Microsoft Corporation“ (31,7 proc.) įmonių akcijos, portfelio dienos grąža 0,053 proc., rizika 0,914 proc.

HMR portfelyje, didžiąją dalį, taip pat, sudarė „Verizon Communication“ (33,8 proc.) ir „Microsoft Corporation“ (26,1 proc.) įmonių akcijos, portfelio dienos grąža siekia 0,049 proc., rizikos lygis 0,886 proc. BLB portfelyje akcijų svoris buvo vienodas, portfelio dienos grąža siekia 0,088 proc., o rizika 0,914 proc. BLG investicijų portfelyje didžiąją dalį sudarė „The Walt Disney Company“ (24 proc.) ir „Microsoft Corporation“ (28,7 proc.), portfelio grąža siekia 0,091 proc., rizika siekia 0,914 proc. BLR portfelyje didžiąją dalį sudarė „The Walt Disney Company“ (24,2 proc.), „Microsoft Corporation“ (26,9 proc.) ir „Verizon Communication“ (23,1 proc.), portfelio grąža 0,088 proc., rizika 0,903 proc. Atlikus sudarytų portfelių testavimą, HMBT portfelio grąža siekia 0,074 proc., rizika 1,629 proc., HMGT grąža siekia 0,087 proc., rizika 1,512 proc., HMRT grąža siekia 0,078 proc., rizika 1,472 proc., BLBT portfelio grąža siekia 0,075 proc., rizika 1,63 proc., BLGT grąža siekia 0,092 proc., rizika 1,585 proc., BLRT grąža siekia 0,088 proc., rizika 1,564 proc.

5. Apibendrinant, sudarytų investicijų portfelių rezultatus, galima daryti prielaidą, kad portfeliai sudaryti, remiantis Blacko ir Littermano teorija yra pranašesni už pagal H. Markowitzo teoriją sudarytus portfelius. Blacko ir Littermano teorija paremtų portfelių grąžos ir rizikos santykis yra priimtinesnis už Markowitzo portfelių, atliktas portfelių testavimas, tai patvirtino. Lyginant sudarytų portfelių Sharpe rodiklio reikšmes, galima daryti prielaidą, kad pagal Blacko ir Littermano modelį sudaryti portfeliai yra efektyvesni, nes jų grąžos virš nerizikingos ribos ir rizikos santykis yra geresnis, lyginant sudarytų portfelių Treynoro ir Mazuy koeficiento reikšmes galima daryti prielaidą, kad pagal Blacko ir Littermano modelį sudaryti portfeliai yra mažiau jautrūs neigiamiems rinkos pokyčiams lyginant su pasirinktu „Dow Jones“ indeksu. Vertinant sudarytus portfelius pagal Jenseno alfa rodiklį, pastebima, kad portfelių, kurie buvo sudaryti, remiantis Blacko ir Littermano modeliu grąžos yra mažiau priklausomos nuo rinkos ir pasirinkto „Dow Jones“ indekso pokyčių.

Apibendrinant išanalizuotą mokslinę literatūrą ir remiantis atliktų tyrimų rezultatais, siūloma ieškoti ir išbandyti naujas, mažiau literatūroje ir praktikoje sutinkamas optimalaus portfelio sudarymo teorijas, kurios padėtų eliminuoti ribotumus būdingus kitoms teorijoms ir padėtų pasiekti išsikeltus investavimo tikslus. Sudarant investicijų portfelį pagal Blacko ir Littermano teoriją, siūloma didelį dėmesį skirti prognozių sudarymui ir įkomponavimui, kadangi netinkamas jų interpretavimas gali lemti visiškai skirtingą portfelio sudėtį ir rezultatus.



LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Abu Bakar, N. (2018). *Efficient frontier analysis for portfolio investment in Malaysia stock market*. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/328282218>
- Allaj, E. (2017). The Black-Litterman Model and Views from a Reverse Optimization Procedure: An Out-of-Sample Performance Evaluation. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2999335>
- Arun Ramnath, R., Thyla, P. R., & Harishsharran, A. K. R. (2020). Machining parameter selection in milling epoxy granite composites based on AHP. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.09.340>
- Azis, M., Nadir, M., & Purnamasari, dan I. (2017). Optimazed mutual funds investment portfolio through good corporate governance and financial banking performance. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 7(5), 189–197. Retrieved from <https://ideas.repec.org/a/eco/journ1/2017-05-23.html>
- Bağci, H., & Kaygin Yerdelen, C. (2020). The Financial Performance Measurement of the Companies Listed In The BIST Holding and Investment Index by the MCDM Methods□. *Mufad Journal*, (87), 24. <https://doi.org/10.25095/mufad.756394>
- Baltuttis, D., Töppel, J., Tränkler, T., & Wiethe, C. (2020). Managing the risks of energy efficiency insurances in a portfolio context: An actuarial diversification approach. *International Review of Financial Analysis*, 101313. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2019.01.007>
- Bathrinath, S., Bhalaji, R. K. A., & Saravanasankar, S. (2020). Risk analysis in textile industries using AHP-TOPSIS. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.722>
- Bayram, K., Abdullah, A., & Meera, A. K. (2018). Identifying the optimal level of gold as a reserve asset using Black–Litterman model. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*, 11(3), 334–356. <https://doi.org/10.1108/IMEFM-06-2017-0142>
- Branger, N., Muck, M., Seifried, F. T., & Weisheit, S. (2017). Optimal portfolios when variances and covariances can jump. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 85, 59–89. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2017.09.008>
- Brazauskas, M. (2014). *Investicinio portfelio sprendimų pagrindimas taikant skirtingas investavimo strategijas*. Šiaulių universitetas, Šiauliai.
- Brazauskas, M., & Cibulskienė, D. (2014). Plačios diversifikacijos investavimo strategijos testavimas. *Journal of Management*, 1(24), 97–102. Retrieved from <http://www.epnet.com>
- Burzoni, M., Frittelli, M., Hou, Z., Maggis, M., & Obłój, J. (2019). Pointwise arbitrage pricing

- theory in discrete time. *Mathematics of Operations Research*, 44(3), 1034–1057. <https://doi.org/10.1287/moor.2018.0956>
- Cenesizoglu, T., & Reeves, J. J. (2018). CAPM, components of beta and the cross section of expected returns. *Journal of Empirical Finance*, 49, 223–246. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2018.10.002>
- Chandra, P. (2017). Investment analysis and portfolio management. In *Investment analysis and portfolio management* (5th ed., p. 880). Čenajus: McGraw Hill Education. Retrieved from https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=nS1HDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT37&dq=portfolio+management+strategies&ots=IZZDzMnxRJ&sig=dkRMIvif5GCPKjuBj9RJOo8cYJM&redir_esc=y#v=onepage&q=portfolio management strategies&f=false
- Che, L. (2018). Investor types and stock return volatility. *Journal of Empirical Finance*, 47, 139–161. <https://doi.org/10.1016/j.jempfin.2018.03.005>
- Chen, K.-X., Ren, J.-Y., Wu, X.-J., & Kittler, J. (2020). Covariance Descriptors on a Gaussian Manifold and their Application to Image Set Classification. *Pattern Recognition*, 107463. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2020.107463>
- Chen, Q., Chi, Y., & Qiao, X. (2020). Follow the smart money: Factor forecasting in China. *Pacific Basin Finance Journal*, 62, 101368. <https://doi.org/10.1016/j.pacfin.2020.101368>
- Chen, S. D., & Lim, A. E. B. (2020). A Generalized Black–Litterman Model. *Operations Research*. <https://doi.org/10.1287/opre.2019.1893>
- Chrysoula, V. (2014). *A supplier management approach based on carbon performance criteria_ Case study: Royal DSM*. TU Delft.
- Dai, Z., & Wang, F. (2019). Sparse and robust mean–variance portfolio optimization problems. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 523, 1371–1378. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.04.151>
- Danthine, J.-P., & Donaldson, J. B. (2015). The Arbitrage Pricing Theory. In *Intermediate Financial Theory* (pp. 417–442). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-386549-6.00014-0>
- Davis, M., & Lleo, S. (2020). Debiased expert forecasts in continuous-time asset allocation. *Journal of Banking and Finance*, 113, 105759. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2020.105759>
- de Lima Silva, D. F., & de Almeida Filho, A. T. (2020). Sorting with TOPSIS through boundary and characteristic profiles. *Computers and Industrial Engineering*, 141, 106328. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106328>
- de Lima Silva, D. F., Ferreira, L., & de Almeida-Filho, A. T. (2020). A new preference disaggregation TOPSIS approach applied to sort corporate bonds based on financial statements and expert’s assessment. *Expert Systems with Applications*, 152, 113369.

<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113369>

Dhiman, H. S., & Deb, D. (2020). Fuzzy TOPSIS and fuzzy COPRAS based multi-criteria decision making for hybrid wind farms. *Energy*, 202, 117755. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117755>

Dmytrów, K., & Gnat, S. (2019). Application of ahp method in assessment of the influence of attributes on value in the process of real estate valuation. *Real Estate Management and Valuation*, 27(4), 15–26. <https://doi.org/10.2478/remav-2019-0032>

Evans, C., & van Vuuren, G. (2019). Investment strategy performance under tracking error constraints. *Investment Management and Financial Innovations*, 16(1), 239–257. [https://doi.org/10.21511/imfi.16\(1\).2019.19](https://doi.org/10.21511/imfi.16(1).2019.19)

Fang, Y., Bo, L., Zhao, D., & Wang, S. (2018). Fuzzy Views on Black-Litterman Portfolio Selection Model. *Journal of Systems Science and Complexity*, 31(4), 975–987. <https://doi.org/10.1007/s11424-017-6330-2>

Fernandez, P. (2017). Is It Ethical to Teach That Beta and CAPM Explain Something? *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2980847>

Frahm, G. (2018). Arbitrage pricing theory in ergodic markets. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 21(5). <https://doi.org/10.1142/S021902491850036X>

Fuhrer, A., & Hock, T. (2019). Uncertainty in the Black-Litterman model: A practical note. *Weidener Diskussionspapiere*.

Gao, J., O’Sullivan, N., & Sherman, M. (2020). An evaluation of Chinese securities investment fund performance. *Quarterly Review of Economics and Finance*, 76, 249–259. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2019.08.007>

Gasser, S. M., Rammerstorfer, M., & Weinmayer, K. (2017). Markowitz revisited: Social portfolio engineering. *European Journal of Operational Research*, 258(3), 1181–1190. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.10.043>

Guerreiro, A. P., & Fonseca, C. M. (2020). An analysis of the Hypervolume Sharpe-Ratio Indicator. *European Journal of Operational Research*, 283(2), 614–629. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.11.023>

Guru, S., & Mahalik, D. K. (2019). A comparative study on performance measurement of Indian public sector banks using AHP-TOPSIS and AHP-grey relational analysis. *OPSEARCH*, 56(4), 1213–1239. <https://doi.org/10.1007/s12597-019-00411-1>

Harris, R. D. F., Stoja, E., & Tan, L. (2017). The dynamic Black–Litterman approach to asset allocation. *European Journal of Operational Research*, 259(3), 1085–1096. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2016.11.045>

Hollstein, F., Prokopczuk, M., & Wese Simen, C. (2020). Beta Uncertainty. *Journal of Banking*

- & *Finance*, 116, 105834. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2020.105834>
- Hu, W., & Zheng, Z. (2020). Expectile CAPM. *Economic Modelling*, 88, 386–397. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.09.049>
- Hur, S. K., & Chung, C. Y. (2017). Revisiting CAPM betas in an incomplete market: Evidence from the Korean stock market. *Finance Research Letters*, 21, 241–248. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2016.12.018>
- Idzorek, T. (2007). A step-by-step guide to the Black-Litterman model: Incorporating user-specified confidence levels. In *Forecasting Expected Returns in the Financial Markets* (pp. 17–38). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-075068321-0.50003-0>
- Ivanova, M., & Dospatliev, L. (2017). Application of markowitz portfolio optimization on bulgarian stock market from 2013 to 2016. *International Journal of Pure and Applied Mathematics*, 117(2), 291–307. <https://doi.org/10.12732/ijpam.v117i2.5>
- Jokubauskaitė, S., & Kvietkauskienė, A. (2017). Tvarios gražos puoselėjimas akcijų rinkose. In *Proceedings of the 20th Conference for Junior Researchers „Business in XXI Century“* (p. 10). VGTU Technika. <https://doi.org/10.3846/vvf.2017.016>
- Jurkonytė, E., & Paužolis, V. (2015). Moderniosios, postmoderniosios portfelio teorijų ir black-litterman modelio palyginimas. *Mokslo Taikomieji Tyrimai Lietuvos Kolegijose*, 1(11), 7. Retrieved from <http://ojs.kaunokolegija.lt/index.php/mttlk/article/view/16>
- Kanagaraj, A., & Kumar, A. (2017). Examination of Efficient Frontier Under Constraints in Indian Equity Market. *IUP Journal of Financial Risk Management*, 14(1), 36–54. Retrieved from <http://web.b.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=0&sid=f32bcf32-2d09-449a-93a5-9688d1a369d5%40pdc-v-sessmgr04&bdata=JnNpdGU9ZWZWhvc3QtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRl#AN=122924919&db=bth>
- Kara, M., Ulucan, A., & Atici, K. B. (2019). A hybrid approach for generating investor views in Black–Litterman model. *Expert Systems with Applications*, 128, 256–270. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2019.03.041>
- Kašėtaitė, A. (2011). *Investicijų portfelio sudarymas ir valdymas (Skandinavijos rinkų pavyzdžiu)*. Lithuanian Academic Libraries Network (LABT) / Vilnius Gediminas Technical University. Retrieved from <https://www.econbiz.de/Record/investiciju-portfelio-sudarymas-ir-valdymas-skandinavijos-rinku-pavyzdziu-kašėtaitė-aida/10009478480>
- Kilic, H. S., & Yalcin, A. S. (2020). Comparison of municipalities considering environmental sustainability via neutrosophic DEMATEL based TOPSIS. *Socio-Economic Planning Sciences*, 100827. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2020.100827>
- Kolios, A., Mytilinou, V., Lozano-Minguez, E., Salonitis, K., Kolios, A., Mytilinou, V., ...

- Salonitis, K. (2016). A Comparative Study of Multiple-Criteria Decision-Making Methods under Stochastic Inputs. *Energies*, 9(7), 566. <https://doi.org/10.3390/en9070566>
- Kolm, P., & Ritter, G. (2017). On the Bayesian interpretation of Black–Litterman. *European Journal of Operational Research*, 258(2), 564–572. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.10.027>
- Kuodzevičiūtė, G. (2015). *Optimalaus akcijų portfelio formavimas NASDAQ OMXV rinkoje*. Mykolo Riomerio universitetas, Vilnius. Retrieved from https://www.lvb.lt/primo-explore/fulldisplay?docid=ELABAETD8416461&context=L&vid=ELABA&lang=lt_LT&search_scope=eLABa&adaptor=LocalSearchEngine&tab=default_tab&query=any,contains,markowitz&offset=0
- Lee, C. F., Lee, J. C., Chiou, P., & Lee, C. F. (2020). Sharpe Performance Measure and Treynor Performance Measure Approach to Portfolio Analysis. In *Handbook of Financial Econometrics, Mathematics, Statistics, and Machine Learning* (pp. 2801–2838). WORLD SCIENTIFIC. https://doi.org/10.1142/9789811202391_0082
- Leković, M. (2017). Mutual funds portfolio performance evaluation models: Sharpe, Treynor and Jensen index. *Bankarstvo*, 46(4), 108–133. <https://doi.org/10.5937/bankarstvo17041081>
- Leščik, A. (2017). *Investicijų portfelio sudarymas ir valdymas JAV kapitalo rinkoje*. Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius. Retrieved from <https://vb.vgtu.lt/object/elaba:22792359/>
- Lin, S. C., & Kim, Y. R. (2020). Diversification strategies and failure rates in the Texas lodging industry: Franchised versus company-operated hotels. *International Journal of Hospitality Management*, 88, 102525. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2020.102525>
- Marchetti, D., & Wanke, P. (2020). Efficiency of the rail sections in Brazilian railway system, using TOPSIS and a genetic algorithm to analyse optimized scenarios. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 135, 101858. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2020.101858>
- Marcišauskienė, J. (2016). Vertybinių popierių portfelio atrankos kriterijų analizė. *Studijos šiuolaikinėje visuomenėje : mokslo darbai*, 153–161. document.
- Marcišauskienė, J., Balinskienė, V., & Vilimė, M. (2015). Investicinių portfelio formavimo modelių tyrimų apžvalga ir talkymo galimybės. *Ekonomika Ir Vadyba: Aktualijos Ir Perspektyvos*, 2(37), 1–9.
- Marhfor, A. (2016). Portfolio Performance Measurement: Review of Literature and Avenues of Future Research. *American Journal of Industrial and Business Management*, 06(04), 432–438. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2016.64039>
- Markauskas, M., & Sabonienė, A. (2020). Evaluation of capital cost: long run evidence from manufacturing sector. *Inžinerinė Ekonomika*, 31(2), 169–177. document.

<https://doi.org/10.5755/j01.ee.31.2.21439>

Mathew, M., Chakraborty, R. K., & Ryan, M. J. (2020). A novel approach integrating AHP and TOPSIS under spherical fuzzy sets for advanced manufacturing system selection. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 96, 103988. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2020.103988>

Mckenzie, D. (2017). *Optimal Sparse Markowitz portfolios*. Georgia. Retrieved from http://mba.tuck.dartmouth.edu/pages/faculty/ken.french/data_library.html

Mondal, D., & Selvaraju, N. (2019). A note on a mean-lower partial moment CAPM without risk-free asset. *Operations Research Letters*, 47(4), 264–269. <https://doi.org/10.1016/j.orl.2019.03.017>

Navickienė, K. (2016). *Investicinio portfelio Nasdaq OMX Baltic vertybių popierių biržoje formavimas*. Šiauliai. Retrieved from <http://gs.elaba.lt/object/elaba:16081070/16081070.pdf>

Nocera, S. E. (2016). Portfolio Construction and Global Asset Allocation: A Practitioner Solution to a Black-Litterman Flaw. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2864954>

Nordin, E., Einfieldt, T., & Berg, A. (2012). *Portfolio Optimization-An Evaluation of the Black-Litterman Approach*. Copenhagen business school, Kopenhagen.

Norell, J., & Dove, E. (2016). Black-Litterman Portfolio Allocation Stability and Financial Performance with MGARCH-M Derived Views. Retrieved from <https://lup.lub.lu.se/student-papers/search/publication/8881134>

Ogundoyin, S. O., & Kamil, I. A. (2020). A Fuzzy-AHP based prioritization of trust criteria in fog computing services. *Applied Soft Computing Journal*, 97, 106789. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106789>

Ostadi, B., Motamedi Sedeh, O., & Husseinazadeh Kashan, A. (2020). Risk-based optimal bidding patterns in the deregulated power market using extended Markowitz model. *Energy*, 191, 116516. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116516>

Peleg, D. (2014). *Fundamental Models in Financial Theory*. Londonas: The MIT Press. Retrieved from https://books.google.lt/books/about/Fundamental_Models_in_Financial_Theory.html?id=9_g0AwAAQBAJ&redir_esc=y

Platanakis, E., Sutcliffe, C. M., & Ye, X. (2019). Horses for Courses: Mean-Variance for Asset Allocation and 1/N for Stock Selection. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3372334>

Poklepović, T., & Babić, Z. (2014). Stock selection using a hybrid MCDM approach. *Croatian Operational Research Review*, 5(2), 273–290. <https://doi.org/10.17535/corr.2014.0013>

- Polovenko, T. (2017). *Black-Litterman Model*. Viena. Retrieved from https://fam.tuwien.ac.at/~sgerhold/pub_files/sem16/s_polovenko.pdf
- Priyadarshini, M., Nayak, I., Rana, J., & Tripathy, P. P. (2020). Multi-objective optimization of turning process using fuzzy-TOPSIS analysis. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.847>
- Rajak, M., & Shaw, K. (2019). Evaluation and selection of mobile health (mHealth) applications using AHP and fuzzy TOPSIS. *Technology in Society*, 59, 101186. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.101186>
- Ramamurthy, V., Reddy, G. P. O., & Kumar, N. (2020). Assessment of land suitability for maize (*Zea mays* L) in semi-arid ecosystem of southern India using integrated AHP and GIS approach. *Computers and Electronics in Agriculture*, 179, 105806. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105806>
- Rásonyi, M. (2017). Maximizing expected utility in the Arbitrage Pricing Model. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, 454(1), 127–143. <https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2017.04.070>
- Renault, E., van der Heijden, T., & Werker, B. J. M. (2017). Arbitrage Pricing Theory for Idiosyncratic Variance Factors. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3065854>
- Riazanova, V., & Žilinskienė, I. (2019). Transportavimo plėtros ekspertinis vertinimas: atvejo analizė. *Visuomenės saugumas ir viešoji tvarka: mokslinių straipsnių rinkinys*, 23, 88–98. document. <https://doi.org/10.13165/PSPO-19-23-07>
- Robiyanto, R. (2018). Performance Evaluation of Stock Price Indexes in the Indonesia Stock Exchange. *International Research Journal of Business Studies*, 10(3), 173–182. <https://doi.org/10.21632/irjbs.10.3.173-182>
- Salomons, A. (2007). The black-litterman model hype or improvement? Retrieved from <http://fse.studenttheses.ub.rug.nl/8427/>
- Schulmerich, M. (2016). Can the Black - Litterman Framework improve asset management outcomes? *State Street Global Advisors*, 5. Retrieved from <https://www.ssga.com/investment-topics/general-investing/2015/Can-the-Black-Litterman-Framework-Improve-Asset-Management-Outcomes.pdf>
- Shao, Z., Huq, M. E., Cai, B., Altan, O., & Li, Y. (2020). Integrated remote sensing and GIS approach using Fuzzy-AHP to delineate and identify groundwater potential zones in semi-arid Shanxi Province, China. *Environmental Modelling and Software*, 134, 104868. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104868>
- Šilgalis, M. (2017). *Jūrinių vėjo jėgainių pamatų tipų analizė ir vertinimas daugiataksiais vertinimo metodais*. Klaipėdos universitetas.

- Silva, T., Pinheiro, P. R., & Poggi, M. (2017). A more human-like portfolio optimization approach. *European Journal of Operational Research*, 256(1), 252–260. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.018>
- Singh, A. K., Avikal, S., Nithin Kumar, K. C., Kumar, M., & Thakura, P. (2020). A fuzzy-AHP and M – TOPSIS based approach for selection of composite materials used in structural applications. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.644>
- Singh Hada, B., Kumar Suri, A., & Jha, B. (2016). “A Critical Analysis of Performance of Active and Passive Investment Strategy of Indian Mutual Fund Schemes.” Retrieved from <http://www.europeanjournalofeconomicsfinanceandadministrativesciences.com>
- Skeie-Larsen, T. (2018). *Applying the Black-Litterman Model Using Analyst Recommendations on the Nordic Stock Market*. Norwegian Business School. Retrieved from <https://biopen.bi.no/bi-xmlui/bitstream/handle/11250/2580206/2039512.pdf?sequence=1>
- Tarczyński, W., & Tarczyńska-Luniewska, M. (2018). The construction of fundamental portfolio with the use of multivariate approach. *Procedia Computer Science*, 126, 2085–2096. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.07.243>
- Teodoro-Filho, A. ., Marinho, F. ., & Prestes, A. (2018). Asset replacement decisions: A Markowitz efficient frontier approach to evaluate the trade - off between total cost and system availability. *Safety and Reliability – Safe Societies in a Changing World*, 9. Retrieved from [https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=vMfADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA127&dq=markowitz+efficient+frontier&ots=PiceTAc6x4&sig=UwnVRW1BIFmlz1sAR-xoG-QER9U&redir_esc=y#v=onepage&q=markowitz efficient frontier&f=false](https://books.google.lt/books?hl=lt&lr=&id=vMfADwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA127&dq=markowitz+efficient+frontier&ots=PiceTAc6x4&sig=UwnVRW1BIFmlz1sAR-xoG-QER9U&redir_esc=y#v=onepage&q=markowitz%20efficient%20frontier&f=false)
- Urbonas, G. (2014). *Vertybinių popierių portfelio analizė ir įvertinimas*. Mykolas Romeris universitetas.
- Vilkancas, R. (2017). *Kintamos slenkstinės grąžos poveikio omega funkcijos atžvilgiu optimizuotiems investicijų portfeliams tyrimas*. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Retrieved from <http://dspace.vgtu.lt/handle/1/3507>
- Volkova, M., & Jurevičienė, D. (2014). Evaluation of the 3rd pillar pension funds in Lithuania. *Journal of Business Economics and Management*, 15(4), 24. Retrieved from https://journals.vgtu.lt/index.php/JBEM/article/view/3041/2517?fbclid=IwAR3KzIAyY7ryk0v7GHlkZaKqZ91-H7D5WHh-eUINYG_7DjSHB4Rre1kpAf0
- Vukovic, D., Vyklyuk, Y., Matsiuk, N., & Maiti, M. (2020). Neural network forecasting in prediction Sharpe ratio: Evidence from EU debt market. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 542, 123331. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2019.123331>
- Walters, J. (2011). The Black-Litterman Model in Detail. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1314585>

- Wang, B., Xie, H. L., Ren, H. Y., Li, X., Chen, L., & Wu, B. C. (2019). Application of AHP, TOPSIS, and TFNs to plant selection for phytoremediation of petroleum-contaminated soils in shale gas and oil fields. *Journal of Cleaner Production*, 233, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.301>
- Wang, C. D., Chen, Z., Lian, Y., & Chen, M. (2020). Asset selection based on high frequency Sharpe ratio. *Journal of Econometrics*. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2020.05.007>
- Wang, P., Zhu, Z., & Wang, Y. (2016). A novel hybrid MCDM model combining the SAW, TOPSIS and GRA methods based on experimental design. *Information Sciences*, 345, 27–45. <https://doi.org/10.1016/J.INS.2016.01.076>
- Žak, J., Hojda, M., & Filcek, G. (2019). Multiple Criteria Optimization of the Carpooling Problem. *Transportation Research Procedia*, 37, 139–146. <https://doi.org/10.1016/J.TRPRO.2018.12.176>
- Zhou, W., & Xu, Z. (2018). Portfolio selection and risk investment under the hesitant fuzzy environment. *Knowledge-Based Systems*, 144, 21–31. <https://doi.org/10.1016/J.KNOSYS.2017.12.020>

1 PRIEDAS. Ekspertinio vertinimo anketa

Ekspertinio vertinimo anketa

Gerbiamas eksperte,

esu Vilniaus Gedimino Technikos universiteto, finansų inžinerijos magistro studijų programos studentas Laurynas Mikulis. Rašau baigiamąjį darbą tema „investicijų portfelio optimizavimas naudojant Blacko ir Littermano modelį“. Šio darbo vienas iš tikslų sudaryti investicijų portfelį, remiantis Blacko ir Littermano teorija ir jį palyginti su portfeliu, kuris bus sudarytas, remiantis H. Markowitzo teorija. Įmonių akcijų atrankai bus pasitelkiamas daugiakriteris vertinimas, kuris reikalauja nustatyti pasirinktų finansinių rodiklių reikšmingumo lygį, siekiant, kad tyrimas būtų kuo tikslesnis.

Visi atsakymai yra anonimiški. Duomenys bus analizuojami ir pateikiami tik apibendrinta forma. Dėkoju už Jūsų pagalbą.

Baigiamajame darbe taikomas analitinio hierarchinio proceso (AHP) metodas. Metodo tikslas yra kriterijų porinis palyginimas. Visi kriterijai lyginami poromis tarpusavyje. Lyginimo balų skalė yra nuo 1 iki 9 (žr. 1 lentelę).

1 lentelė Porinio palyginimo balų skalė

Svarbumo lygis	Apibrėžimas
1	Rodikliai vienodai svarbūs
3	Vienas rodiklis truputį svarbesnis už kitą
5	Vienas rodiklis svarbesnis už kitą
7	Vienas rodiklis daug svarbesnis už kitą
9	Vienas rodiklis absoliučiai svarbesnis už kitą
2,4,6,8	Tarpinės reikšmės

Šaltinis: sudaryta, remiantis (Wang et al., 2019)

Palyginkite pateiktus finansinius santykinius rodiklius tarpusavyje ir sureitinguokite pagal svarbą, siekiant sužinoti, kurie rodikliai yra reikšmingiausi, o kurie yra mažiau reikšmingi.

Kriterijus	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų pokytis (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)					
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)					
Pajamų augimas (5m)					
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis					
Dividendinis pajamingumas					

1. Jūsų išsilavinimas:

- ☐ Aukštasis neuniversitetinis išsilavinimas;
 ☐ Aukštasis (magistro laipsnis);
 ☐ Mokslo daktaro laipsnis.
 ☐ Aukštasis (bakalauro laipsnis);

2. Darbo patirtis:

- ☐ Iki 3 metų;
 ☐ 11 – 20 metų;
 ☐ 4 – 10 metų;
 ☐ Virš 20 metų.

3. Jūsų patirties finansų srityje šaltinis:

- ☐ Dėstau finansų srities dalykus universitete, atlieku mokslinius tyrimus finansų srityje;
 ☐ Dirbu finansinėje institucijoje;
 ☐ Esu aktyvus (-i) finansinių paslaugų vartotojas (-a).

Ačiū, kad dalyvaujate tyrime

2 PRIEDAS. Analitinio hierarchinio proceso rezultatai

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	1,00	0,14	3,00	3,00	0,20
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	0,33	1,00	7,00	5,00	3,00
Pajamų augimas (5m)	0,50	5,00	1,00	0,33	0,33
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	0,33	0,25	0,20	1,00	0,33
Dividendinis pajamingumas	0,11	0,17	0,14	0,20	1,00

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	1,00	4,00	6,00	5,00	5,00
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	0,25	1,00	5,00	3,00	3,00
Pajamų augimas (5m)	0,17	0,20	1,00	0,33	1,00
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	0,20	0,33	3,00	1,00	3,00
Dividendinis pajamingumas	0,20	0,33	1,00	0,33	1,00

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	1,00	1,00	5,00	1,00	1,00
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00
Pajamų augimas (5m)	0,20	0,33	1,00	0,33	0,33
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	1,00	0,33	3,00	1,00	0,33
Dividendinis pajamingumas	1,00	0,33	3,00	3,00	1,00

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	1,00	0,20	0,33	0,17	1,00
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	5,00	1,00	1,00	0,33	7,00
Pajamų augimas (5m)	3,00	1,00	1,00	0,33	5,00
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	6,00	3,00	3,00	1,00	7,00
Dividendinis pajamingumas	1,00	0,14	0,20	0,14	1,00

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	1,00	1,00	1,00	0,33	0,20
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	1,00	1,00	1,00	0,33	0,20
Pajamų augimas (5m)	1,00	1,00	1,00	0,33	0,20
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	3,00	3,00	3,00	1,00	0,33
Dividendinis pajamingumas	5,00	5,00	5,00	3,00	1,00

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	1,00	5,00	1,00	7,00	3,00
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	0,20	1,00	0,20	5,00	0,33
Pajamų augimas (5m)	1,00	5,00	1,00	5,00	2,00
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	0,14	0,20	0,20	1,00	0,20
Dividendinis pajamingumas	0,33	3,00	0,50	5,00	1,00

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	1,00	5,00	7,00	6,00	5,00
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	0,20	1,00	4,00	3,00	5,00
Pajamų augimas (5m)	0,14	0,25	1,00	0,20	3,00
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	0,17	0,33	5,00	1,00	2,00
Dividendinis pajamingumas	0,20	0,20	0,33	0,50	1,00

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	1,00	0,33	3,00	5,00	3,00
Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	3,00	1,00	0,33	7,00	3,00
Pajamų augimas (5m)	0,33	3,00	1,00	3,00	3,00
Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	0,20	0,14	0,33	1,00	2,00
Dividendinis pajamingumas	0,33	0,33	0,33	0,50	1,00

3 PRIEDAS. Pasirinktų įmonių finansinių rodiklių duomenys

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Microsoft Corporation	27,31	43%	11,10%	1,57	1,02
The Home Depot	22,75	-709%	10,50%	49,34	2,1
The Coca-Cola Company	26,07	44%	-4,80%	3,09	1,9
McDonald's Corporation	24,61	-80%	-0,20%	6,79	2,27
Walmart	23,09	19%	4,40%	2,06	2,16
Verizon Communications	12,65	32%	-0,20%	1,12	2,51
Amgen	18,34	74%	7,90%	5,17	2,80
salesforce.com	168,27	4%	18,70%	0,5	0
Visa	38,01	36%	15,10%	1,12	1,2
The Procter & Gamble Company	69,26	9%	2,90%	1,43	3,16
The Walt Disney Company	24,35	11%	8,40%	1,12	0
Cisco Systems	18,24	30%	4,60%	1,69	1,44
Intel Corporation	12,49	28%	8,30%	0,76	1,33
Walgreens Boots Alliance	14,15	15%	10,70%	2,73	1,87
Johnson & Johnson	25,39	25%	4,20%	1,12	4,04
NIKE	32,45	50%	7,10%	1,84	0,98
International Business Machines Corporation	12,23	51%	-0,50%	6,25	6,52
Chevron Corporation	75,18	2%	-3,10%	0,6	5,17
Merck & Co.	23,33	36%	4,50%	2,25	2,44
Apple	22,96	60%	12,30%	2,8	0,82

4 PRIEDAS. Pasirinktų sektorių finansinių rodiklių vidurkliai

Sektorius	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Informacinės technologijos	142,62	11,70%	25,05%	2,68	0,62
Vaisvandeniai	64,39	35,80%	12,97%	0,75	0,61
Restoranai	71,26	10,70%	4,85%	1,37	0,95
Vartojimo prekės ir paslaugos	163,39	50,86%	7,30%	0,92	0,7
Telekomunikacija	53,44	5,77%	-3,44%	1,43	2,01
Biotechnologija	39,7	21,08%	10,80%	1,12	1,51
Finansai	24,07	17,96%	25,05%	0,40	0,36
Pramogos	22,44	7,77%	1,32%	3,18	1,1
Gamtiniai ištekliai	33,86	-2,30%	2,93%	5,77	7,55

5 PRIEDAS. Įmonių finansiniai rodikliai, įvertinus juos pagal sektoriaus rodiklių vidurkius

	Akcijos kainos ir pelno, tenkančio akcijai, santykis (P/E)	Nuosavo kapitalo grąža (ROE)	Pajamų augimas (5m)	Skolinto ir nuosavo kapitalo santykis	Dividendinis pajamingumas
Microsoft Corporation	-0,8085	2,6658	-0,5569	-0,4142	0,6452
The Home Depot	-0,8608	-14,9449	0,4384	52,6304	2,0000
The Coca-Cola Company	-0,5951	0,2173	-1,3701	3,1200	2,1148
McDonald's Corporation	-0,6546	-8,4664	-1,0412	3,9562	1,3895
Walmart	-0,8587	-0,6339	-0,3973	1,2391	2,0857
Verizon Communications	-0,7633	4,5979	0,9419	-0,2168	0,2488
Amgen	-0,5380	2,5242	-0,2685	3,6161	0,8543
salesforce.com	0,1798	-0,6949	-0,2535	-0,8134	-1,0000
Visa	0,5791	0,9766	-0,3972	1,8000	2,3333
The Procter & Gamble Company	1,6752	-0,7224	0,0902	-0,6829	0,3982
The Walt Disney Company	0,0851	0,3719	5,3781	-0,6478	-1,0000
Cisco Systems	-0,5738	0,8876	0,8363	-0,8826	-0,1000
Intel Corporation	-0,7210	0,0226	2,3134	-0,1364	0,0076
Walgreens Boots Alliance	-0,6436	-0,2875	-0,0093	1,4375	0,2384
Johnson & Johnson	-0,3605	0,2083	-0,6111	0,0000	1,6755
NIKE	-0,0489	2,0940	0,2544	7,3636	-0,3836
International Business Machines Corporation	-0,5739	0,9160	-1,0200	4,2521	3,5278
Chevron Corporation	1,2203	1,8261	-2,0580	-0,8960	-0,3152
Merck & Co.	-0,4123	0,7239	-0,5833	1,0089	0,6159
Apple	-0,4636	2,7589	3,9102	-0,8054	-0,4875