

VILNIAUS UNIVERSITETAS
EKONOMIKOS IR VERSLO ADMINISTRAVIMO FAKULTETAS

APSKAITOS IR FINANSŲ VALDYMO PROGRAMA

Magistranto Edmundo Išoros
MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

OPTIMALAUS INVESTICINIO PORTFELIO SUDARYMO STRATEGIJOS IR VEIKSNIAI	STRATEGIES AND DETERMINANTS OF OPTIMAL INVESTMENT PORTFOLIO FORMATION
--	--

Darbo vadovė: Jaunesnioji asistentė Daiva Raziūnienė

Vilnius, 2026

TURINYS

IVADAS	4
1. OPTIMALAUS INVESTICINIO PORTFELIO TEORINIAI ASPEKTAI	7
1.1 Optimalaus portfelio sudarymo teoriniai aspektai.....	7
1.2 Portfelio diversifikavimo strategijos	14
1.3 Investicinio portfelio valdymo strategijos.....	18
1.4 Investicinio portfelio tikėtinas nuostolis	20
1.5 Efektyvios rinkos hipotezė ir anomalijos	22
2. OPTIMALAUS INVESTICINIO PORTFELIO SUDARYMO IR ANALIZĖS METODOLOGIJA	24
2.1 Tyrimo duomenys	25
2.2 Duomenų analizės metodai	27
3. INVESTICINIŲ PORTFELIŲ SUDARYMAS IR RODIKLIŲ ANALIZĖ	40
3.1 Akcijų grąžų koreliacinė analizė	40
3.2 Akcijų grąžų pokyčių silpnos formos efektyvumo tyrimas	42
3.3 Akcijų kainų pokyčių techninė analizė	45
3.4 Investicinių portfelių sudarymas	54
3.5 Istoriniai vertės pokyčio rizikos rodikliai investiciniams portfeliams	67
3.6 Kalendorinių anomalijų tyrimas Akola Group, Grigeo Group, Merko Ehitus ir Rokiškio sūris akcijų kainų pokyčiams laikotarpyje nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30.....	72
IŠVADOS	81
REKOMENDACIJOS	85
LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS	87
SANTRAUKA	94
PRIEDAI	98

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 paveikslas. Minimalios variacijos portfelis	11
2 paveikslas. Optimalus portfelis	12
3 paveikslas. Elgesio portfelio teorijos piramidė	13
4 paveikslas. Šalies ir tarptautinio investicinio portfelio rizika	16
5 paveikslas. Portfelio grąžų histograma	20
6 paveikslas. Baltijos šalių rinkų tendencijos.....	25
7 paveikslas. AKO1L indekso kainų grafikas.....	46
8 paveikslas. AMG1L indekso kainų grafikas.....	47
9 paveikslas. EFT1T indekso kainų grafikas.....	48
10 paveikslas. GRG1L indekso kainų grafikas.....	49
11 paveikslas. MRK1T indekso kainų grafikas.....	50
12 paveikslas. RSU1L indekso kainų grafikas.....	51
13 paveikslas. TAL1L indekso kainų grafikas.....	52
14 paveikslas. TKM1T indekso kainų grafikas.....	53
4 lentelė. Investicinių portfelių grafikas ir svoriai 2022 metų duomenimis.....	54
7 lentelė. Investicinių portfelių grafikas ir svoriai 2022-2023 metų duomenimis.....	58
10 lentelė. Investicinių portfelių grafikas ir svoriai 2022-2024 metų duomenimis.....	62
13 lentelė. Investicinių portfelių grafikas ir svoriai 2022-2025 metų duomenimis.....	65
15 lentelė. Investicinių portfelių vertės pokyčio rizikos rodikliai ir jų grafikai 2022 metų duomenimis.....	67-68
16 lentelė. Investicinių portfelių vertės pokyčio rizikos rodikliai ir jų grafikai 2022-2023 metų duomenimis.....	69
17 lentelė. Investicinių portfelių vertės pokyčio rizikos rodikliai ir jų grafikai 2022-2024 metų duomenimis.....	70
18 lentelė. Investicinių portfelių vertės pokyčio rizikos rodikliai ir jų grafikai 2022-2025 metų duomenimis.....	71-72

IVADAS

Temos aktualumas ir ištirimo lygis. Investavimas į akcijas, obligacijas ir investicinius fondus yra neatsiejamas šiuolaikinio finansinio pasaulio elementas. Tai vienas iš veiksnių, kuris skatina naujų verslų atsiradimą, naujų kvalifikacijų sukūrimą ir bendrąjį valstybės ekonomikos augimą paskirstant lėšas nuo tų fizinių ir juridinių asmenų, kurie turi jų perteklių, tiems, kas turi jų trūkumą. Tai tuo pačiu ir būdas, kuriuo galima užsidirbti grąžą investuotojui pasirinkus tinkamą strategiją bei portfelio sudarymo metodus, bet tik įvertinus rizikas ir kuo daugiau įtaką galinčių padaryti reikšmingų veiksnių.

Portfelio formavimo strategijų yra įvairių. Vienas iš pirmųjų ir labiau žinomų yra Henrio Markovitzo (angl. Harry Markowitz) 1952 metais aprašyto portfelio formavimo būdų, kurio esmė yra pasirinkti ir suformuoti tokį diversifikuotą akcijų portfelį, kurio tikėtina grąža būtų maksimali, o rizika minimali. Šios teorijos metodologiją 1958 metais papildė ekonomistas Džeimsas Tobinas, o dar 1964 metais savo veikale „Capital asset pricing model“ buvo patobulinta Viljamo Šarpo, Džono Lintnerio ir Jano Mosino (Mangram, 2013). Užtikrinti minėtą grąžos ir rizikos balansą galima diversifikuojant portfelį, o tą padaryti irgi yra keletas būdų: tradicinė diversifikacija, sektorinė diversifikacija, geografinė diversifikacija, ekonominiais faktoriais paremta diversifikacija, alternatyvaus turto diversifikacija, dinaminės koreliacijos diversifikacija (Celestin ir kiti, 2025). Be to, svarbu ir pasirinkti tinkamą strategiją išlaikant portfelį tam tikrą laiką: „pirk ir laikyk“ (Entidhar ir kiti, 2023; Ling ir kiti, 2014; Enow, 2023) arba priešingą jai optimalaus portfelio koregavimą atsižvelgiant į rinkos tendencijas (Calrisa ir kiti, 2024). Papildomai galima paminėti portfelio optimizacijos metodą atsižvelgiant į infliacijos pokyčius (angl. Inflation rate tracking portfolio optimization method), kuris apima portfelio apyvartas ir grąžą, atsižvelgiant į infliacijos fazę praeityje (Nakagawa ir Suimon, 2022).

Išvardinti metodai ir strategijos gali būti pasirinkti priklausomai nuo investuotojo sprendimo, tačiau rinkoje egzistuoja veiksniai, kurie negali būti paveikti, bet gali būti įvertinti individualaus investuotojo sudarant optimalų portfelį ir šie veiksniai yra rinkos efektyvumas ir anomalijos. Efektyvios rinkos hipotezės atsiradimo teorija yra siejama su E. Fama (1970) ir jos pagrindinė mintis yra ta, kad individualus investuotojai negali gauti didesnės grąžos nei vidutinė, jei rinka yra efektyvi. Pakankamai daug tyrimų yra atlikta ir jais nustatyta, kad rinkai nesant efektyviai dėl tam tikrų veiksnių ir tam tikrais laikotarpiais galima patirti didelį nuostolį arba gauti didesnę grąžą ir šie reiškiniai yra vadinami rinkos anomalijomis (Angelovska, 2013; Gunardi, 2018).

Darbo problemos – Kaip sudaryti investicinį portfelį, kad būtų išlaikytas rizikos ir siekiamos grąžos balansas ir nustatyti bei įvertinti anomalijų poveikį šiems rodikliams ?

Darbo objektas – optimalaus investicinio portfelio sudarymo strategijos ir jų galintys paveikti veiksniai.

Darbo tikslas – nustatyti, kokie metodai ir strategijos būtų tinkami sudarant įmonių akcijų investicinį portfelį, atskleisti jų galinčius paveikti veiksnius ir remiantis surinkta informacija bei parengta metodologiją sudaryti investicinius portfelius, kurių atveju įvertinti grąžas, tikėtinus nuostolius ir rinkos veiksnių poveikį.

Uždaviniai:

- 1) Aprašyti ir palyginti investicinio portfelio sudarymo pagrindinius teorinius aspektus.
- 2) Aptarti investicinio portfelio diversifikacijos svarbą ir skirtingų strategijų ypatybes.
- 3) Išnagrinėti investicinio portfelio valdymo strategijas, jų skirtumus ir galimą įtaką portfelio grąžai bei rizikai.
- 4) Pateikti investicinio portfelio tikėtino nuostolio prognozavimo būdus.
- 5) Apibrėžti rinkos efektyvumo ir anomalijų poveikį investicinio portfelio aktyvų grąžai.
- 6) Sudaryti investicinius portfelius, įvertinti jų grąžas, tikėtiną nuostolį bei anomalijų įtaką.

Darbo metodai: mokslinės literatūros lyginamoji analizė; diversifikacijos laipsnio nustatymas taikant koreliacinę analizę; akcijų kainų pokyčių efektyvumo nustatymas taikant autokoreliacijos, *Ljung-Box Q* testą ir regresinę analizę; akcijų kainų pokyčių techninė analizė; lygių svorių, maksimalaus *Sharpe*, minimalios rizikos ir maksimalios grąžos investicinių portfelio sudarymas taikant statistinių duomenų apdorojimo ir simuliacijos metodus, istorinio vertės pokyčio rizikos rodiklių skaičiavimas ir anomalijų tyrimas taikant regresinės analizės metodą.

Dirbtinio intelekto naudojimas: Aprašant teorinius ir metodologinius aspektus buvo remiamasi nurodytais darbe šaltiniais. Skaičiavimai ir analizės buvo atliekamos remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis programose *Microsoft Excel*, *Jamovi*, *Gretl* ir internetinėje platformoje *MarketScreener*. Plačiai paplitusios dirbtinio intelekto programos šiam darbui parengti naudojamos nebuvo.

Darbo struktūra: pirmoje šio darbo dalyje bus aptariama, kas yra optimalus investicinis portfelis, kokios yra jo sudarymo ypatybės ir variantai bei jų stipriosios ir silpnosios pusės. Bus aptariamos galimos jo sudarymo ir valdymo strategijos, o taip pat įvairių aplinkybių įtaka. Bus pateikti ir konkretūs pavyzdžiai iš įvairiuose pasaulyje atliktų tyrimų ir apibendrinti jų rezultatai. Antroje dalyje bus pateikti optimalaus investicinio portfelio analizės ir sudarymo metodai.

Trečioje dalyje bus atliekama koreliacinė analizė, efektyvumo tyrimai, lygių svorių, maksimalaus *Sharpe* rodiklio, minimalios rizikos ir maksimalios grąžos portfelio skaičiavimai; istorinio vertės pokyčio rizikos rodiklio skaičiavimai bei anomalijų tyrimas.

1. OPTIMALAUS INVESTICINIO PORTFELIO TEORINIAI ASPEKTAI

Šių laikų vienas iš pagrindinių finansinių veiklos rūšių yra investavimas į vertybinius popierius su tikslu užsidirbti iš jų, tačiau kiekvieno investuotojo tikslas yra padaryti tą su didesne nauda. Šioje darbo dalyje bus išnagrinėta, kas yra optimalus portfelis, jo įvertimo ir sudarymo būdai, diversifikacijos svarba ir jos strategijos, valdymo strategijos, tikėtino nuostolio apskaičiavimo metodai, rinkos efektyvumo reikšmė ir anomalijų įtaka.

1.1 Optimalaus portfelio sudarymo teoriniai aspektai

Optimalaus investicinio portfelio sudarymas visuomet yra siejamas su klasikine 1952 metų Henrio Markovitzo „Modernaus portfelio teorija“. Markovitzas (1952) straipsnyje „Portfelio pasirinkimas“ teigia, kad investuotojas turėtų siekti, kad jo investicijų grąža būtų maksimali, tačiau tuo pačiu metu grąžų variacija (rizika) turėtų būti kuo mažesnė. Šio autoriaus manymu jautrus veiksnys investicijų procese yra aktyvų portfelio diversifikacija. Pagrindinės šios teorijos tezės yra supaprastintai, bet aiškiai išnagrinėtos A. Mangramo (2013) – apskaičiavimo rezultatai priklauso nuo aktyvų tikėtinų grąžų variacijos ir jų tarpusavio kovariacijos. Autorius taip pat mini, kad reikšmingas portfelio teorijos papildymas buvo atliktas iš pradžių Džeimso Tobino (angl. James Tobin) 1958 metais įvedus Efektyvumo fronto (angl. Efficient frontier) ir Kapitalo rinkos linijos sąvokas (angl. Capital market line), o vėliau dar ir Viljamo Šarpo (angl. William Sharpe), kuris 1964 metais išanalizavo investicinių aktyvų kainų formavimo aspektus (Mangram, 2013). Sharpe (1964) teigė, kad jei investuotojas imtųsi atitinkamų veiksmų, kurie racionaliai padėtų diversifikuoti portfelį tokiu būdu, kad šis santykis sutaptų su mokslininko išanalizuota kapitalo rinkos linija – matematine ir grafine atvaizdavimo priemone, kuri atitinka pagrindinę Markovitzo tezę (Sharpe, 1964). Nagrinėjamos Modernios portfelio teorijos pagrindas yra susijęs su keliomis prielaidomis, kurios turėtų būti būdingos rinkai ir investuotojams: 1) Investuotojai yra racionalūs (jie turi norą gauti didesnę grąžą, bet minimizuoti riziką; 2) Investuotojams turėtų būti būdinga priimti didesnę riziką tik tuo atveju, jei jie tikisi didesnės grąžos; 3) Investuotojai visada laiku turės visą reikalingą informaciją, kuri yra susijusi su jų investiciniu sprendimu; 4) Investuotojai gali skolintis ir skolinti nebaigtinį lėšų kiekį esant nerizikingai palūkanų normai; 5) Rinkos yra pilnai efektyvios; 6) Rinkose nereikia mokėti papildomų mokesčių; 7) Egzistuoja galimybė pasirinkti aktyvus, kurie yra nepriklausomi ir neturi ryšio su kitomis portfelio investicinėmis priemonėmis (Mangram, 2013).

Paminėta teorija laikui bėgant buvo išsiskirstyta į daugelį kitų. Pati paprasčiausia teorija, susijusi su optimizavimu, yra lygių svorių portfelio teorija arba dar vadinama „1/N strategija“.

Šios teorijos esmė yra išskirstyti aktyvus portfelyje lygiais svoriais (Bjerring ir kiti, 2017). Shen ir Wang (2017) teigia, kad tai yra visiškai netikslinga ir daugumoje atveju pralaiminti strategija lyginant su kitomis. Šių autorių nuomone, lygių svorių portfelio strategija gali būti panaudota labiau trumpesniu laikotarpiu, pavyzdžiui, atliekant investiciją į aktyvus 1 mėnesiui, tačiau realybėje individualūs asmenys ir finansinės institucijos yra labiau linkusios pirkti aktyvus ilgesniam laikotarpiui, kuomet turi būti atlikta rimtesnė rizikų analizė.

Lygių svorių portfelio teorija mokslinėje literatūroje dažnai yra lyginama su verčių svertinio portfelio teorija (angl. Value-weighted portfolio). Galima rasti pakankamai nemažai minėtų dviejų portfelių palyginimų mokslinėje literatūroje – vertybinių popierių rinkų tyrimų arba matematinių teorijų analizių. Pae ir Sabbaghi (2015) atliktas tyrimas rodo, kad vienodų svorių portfeliui gali būti būdinga aukštesnė sisteminė rizika lyginant su svertinių verčių portfeliu. Tuo pačiu Malladi ir Stanoyevitch (2025), remiantis atlikto tyrimo rezultatais, kuriame panaudojo 181 JAV akcijų duomenis nuo 1970 metų iki 2023 metų, nurodė, kad lygių svorių portfelio atveju grąža gali būti didesnė atsižvelgiant į rizikos korekcijas. Malladi ir Fabozzi (2017) taip pat teigė, kad lygių svorių portfeliui yra labiau būdinga didesnė grąža lyginant su svertinių verčių portfeliu. Šie autoriai pateikė tokią perteklinės grąžos skaičiavimo matematinę seką:

1) Svertinių verčių portfelio grąža:

$$V_{A0} = P_{A0} Q_A, \quad (1)$$

$$M_{A0V} = \frac{M_0 P_{A0} Q_A}{P_{A0} Q_A + P_{B0} Q_B}, \quad (2)$$

$$M_0 = M_{A0V} + M_{B0V}, \quad (3)$$

kur V_{A0} – firmos A rinkos kapitalizacija laikotarpiu $t = 0$; P_{A0} ir P_{B0} – firmos A arba B kainos, Q_A ir Q_B – akcijų skaičius; M_{A0V} ir M_{B0V} – portfelio vertė investavus į firmą A arba B laikotarpiu $t = 0$ atsižvelgiant svertinę vertę; M_0 – bendra portfelio vertė (Formulių šaltinis: Malladi ir Fabozzi, 2017).

$$N_{A0V} = \frac{M_{A0V}}{P_{A0}} = \frac{M_0 Q_A}{P_{A0} Q_A + P_{B0} Q_B}, \quad (4)$$

$$N_{A0V} = \frac{M_{A0V}}{P_{A0}} = \frac{M_0 Q_A}{P_{A0} Q_A + P_{B0} Q_B}, \quad (5)$$

$$N_{B0V} = \frac{M_{B0V}}{P_{B0}} = \frac{M_0 Q_B}{P_{A0} Q_A + P_{B0} Q_B}, \quad (6)$$

kur N_{A0V} ir N_{B0V} – firmos A arba B akcijų skaičius portfelyje laikotarpiu $t = 0$ (Formulių šaltinis: Malladi ir Fabozzi, 2017).

Atitinkamai portfelio vertė laikotarpiu $t = 1$:

$$M_{A1V} = N_{A0V}P_{A1}; M_{B1V} = N_{B0V}P_{B1}, \quad (7)$$

kur M_{A1V} ir M_{B1V} – portfelių vertės investavus į firmą A arba B laikotarpiu $t = 1$ atsižvelgiant į svertines vertes; N_{A0V} ir N_{B0V} – A arba B firmų akcijų skaičius portfelyje laikotarpiu $t = 1$; P_{A1} ir P_{B1} – firmos A arba B kainos (Formulių šaltinis: Malladi ir Fabozzi, 2017).

Svertinių verčių portfelio grąža laikotarpyje tarp $t = 0$ ir $t = 1$:

$$R_{1V} = \frac{M_{A1V} + M_{B1V}}{M_{A0V} + M_{B0V}} - 1, \quad (8)$$

arba

$$R_{1V} = \frac{Q_A(P_{A1} - P_{A0}) + Q_B(P_{B1} - P_{B0})}{Q_AP_{A0} + Q_BP_{B0}}, \quad (9)$$

kur R_{1V} – svertinių verčių portfelio grąža laikotarpiu tarp $t = 0$ ir $t = 1$; Q_A ir Q_B – A arba B firmų akcijų skaičius; P_{B0}, P_{A0}, P_{A1} ir P_{B1} – firmų A arba B kainos laikotarpiais $t = 0$ arba $t = 1$; $M_{A1V}, M_{B1V}, M_{A0V}, M_{B0V}$ – A arba B firmų portfelių vertės $t = 0$ arba $t = 1$ laikotarpiais (Formulių šaltinis: Malladi ir Fabozzi, 2017).

2) Lygių svorių portfelio grąžos apskaičiavimas.

Daroma prielaida, kad įmonių skaičius $n = 2$, tai tokiu atveju kiekvienos investicinio svoris portfelyje sudarys po 50%. Skaičiavimuose naudojamos šios lygtys:

$$M_{A0E} = M_{B0E} = \frac{M_0}{2}, \quad (10)$$

$$N_{A0E} = \frac{M_0}{2P_{A0}}, N_{B0E} = \frac{M_0}{2P_{B0}}, \quad (11)$$

$$M_{A1E} = N_{A0E}P_{A1}, M_{B1E} = N_{B0E}P_{B1}. \quad (12)$$

Lygių svorių portfelio grąža tarp laikotarpių $t = 0$ ir $t = 1$:

$$R_{1E} = \frac{M_{A1E} + M_{B1E}}{M_{A0E} + M_{B0E}} - 1, \quad (13)$$

arba

$$R_{1E} = \left(\frac{P_{A1}}{2P_{A0}} + \frac{P_{B1}}{2P_{B0}} \right) - 1. \quad (14)$$

Po laikotarpio $t = 1$ portfelio svorių santykiai privalo būti koreguojami, kad kiekvienos firmos atveju išliktų balansas 50%, tai tokiu atveju:

$$M_{A1ER} = M_{B1ER} = \frac{1}{2}(M_{A1E} + M_{B1E}), \text{ tai} \quad (15)$$

$$N_{A1ER} = \frac{M_{A1ER}}{P_{A1}}, N_{B1ER} = \frac{M_{B1ER}}{P_{B1}}. \quad (16)$$

Portfelio grąža po koregavimo laikotarpiu tarp $t = 1$ ir $t = 2$:

$$R_{1E} \frac{M_{A2E} + M_{B2E}}{M_{A1E} + M_{B1E}} - 1, \quad (17)$$

arba

$$R_{1E} = \left(\frac{P_{A1}}{2P_{A0}} + \frac{P_{B1}}{2P_{B0}} \right) - 1. \quad (18)$$

3) Perteklinės portfelio grąžos skaičiavimas:

$$R_{2E} - R_{2V} = \frac{(P_{A1}P_{B2} - P_{B1}P_{A2})(P_{A1}Q_A - P_{B1}Q_B)}{2P_{A1}P_{B1}(Q_AP_{A1} + Q_BP_{B1})}, \quad (19)$$

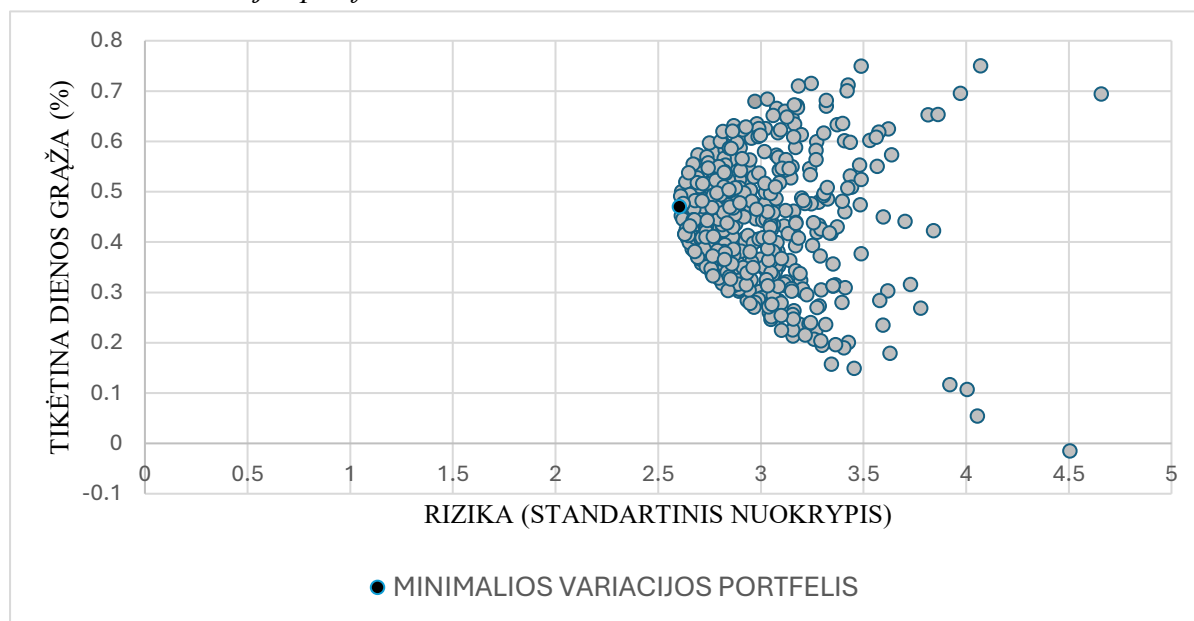
Remiantis pateiktomis formulėmis, tai Lygių svorių portfelio atveju grąža bus didesnė tik tuo atveju, jeigu $R_{2E} - R_{2V} > 0$. Tą galimą pasiekti patenkinus dvi sąlygas – firmos A grąža bus didesnė nei firmos B, bet firmos A kapitalizacija bus mažesnė nei firmos B ir atvirkščiai (Malladi ir Fabozzi, 2017).

Išnagrinėtos praktikos gali būti naudojamos, tačiau portfelio kompoziciją atitinkanti Markovitzo (1952) prielaida, kad investuotojas turėtų siekti mažesnės rizikos, visgi, yra labiau susijusi su minimalios variacijos portfelio teorija. Pagrindinė šios teorijos esmė yra ta, kad portfelio dispersija yra minimali, grąžai nėra taikomi jokie apribojimai, aktyvų svorių suma yra

lygi vienam (Uryasev ir kiti, 2016). Grafiškai minimalios variacijos portfelio pozicija visų portfelių aibėje atrodytų tokiu būdu (1 paveikslo juodas skritulys):

1 paveikslas

Minimalios variacijos portfelis

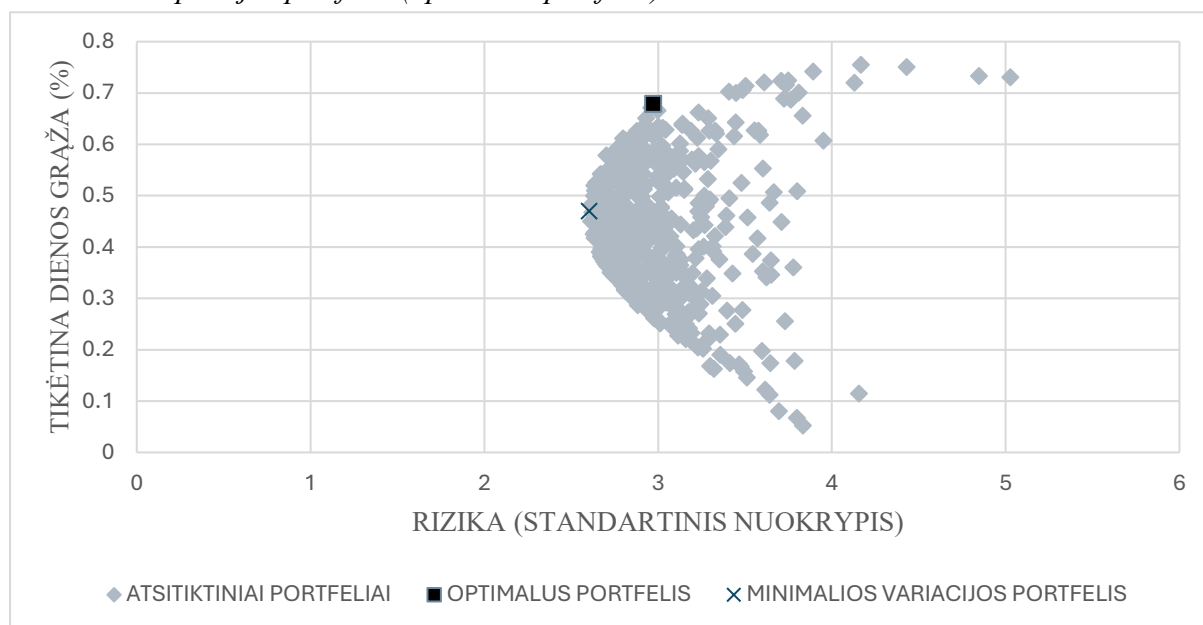


Šaltinis: sudaryta autoriaus *Microsoft Excel* programoje remiantis *Nasdaq Baltic* biržoje pateikiamais akcinių bendrovių „Apranga“, „Nordecon“, „Rokiškio sūris“, „Pieno žvaigždės“ akcijų uždarymo kainomis laikotarpyje nuo 2022.03.24 iki 2025.03.25 pritaikius Johnk (2021) ir Johnk (2024) naudotus skaičiavimo metodus.

Aptartas metodas yra galimas portfelio sudarymo procese, tačiau reikšmingo veiksnio, o būtent tikėtinos grąžos dydžio atveju, aukštesnis rodiklis nėra pasiekiamas. Tokiu atveju taikytina teorija portfelio sudarymo procese yra vidutinės dispersijos modelis (angl. Mean – variance model) – pagrindinis Markovitzo teorijos modelis. Šiuo atveju sudaromos lygčių sistemos, kurių pagalba yra minimizuojamas rizikos dydis, bet tuo pačiu tikėtina grąža yra užtikrinama pageidaujama lygyje (Kalayci ir kiti, 2017). 2 paveiksle portfelis užimtų tokią poziciją (juodas kvadratas):

2 paveikslas

Vidutinės dispersijos portfelis (optimalus portfelis)



Šaltinis: sudaryta autoriaus *Microsoft Excel* programoje remiantis *Nasdaq Baltic* biržoje pateikiamais akcinių bendrovių „Apranga“, „Nordecon“, „Rokiškio sūris“, „Pieno žvaigždės“ akcijų uždarymo kainomis laikotarpyje nuo 2022.03.24 iki 2025.03.25 pritaikius Johnk (2021) ir Johnk (2024) naudotus skaičiavimo metodus.

Tinkamas aktyvų pasiskirstymas gali būti pasiektas išsprendžiant šią optimizacijos lygtį:

$$\varphi = X' \mu - \frac{\lambda}{2} X' \Sigma X \quad (20)$$

Kur $X = (x_1, \dots, x_N)'$ – aibė su reikšmėmis nurodančiomis turto dalį investuotą į rizikingą aktyvą „N“; μ – aibė tikėtinų perteklinių grąžų; Σ – dispersijos-kovariacijos matrica; λ – rizikos vengimo koeficientas (Formulės šaltinis: Becker ir kiti, 2015; Oliveira ir kiti, 2022).

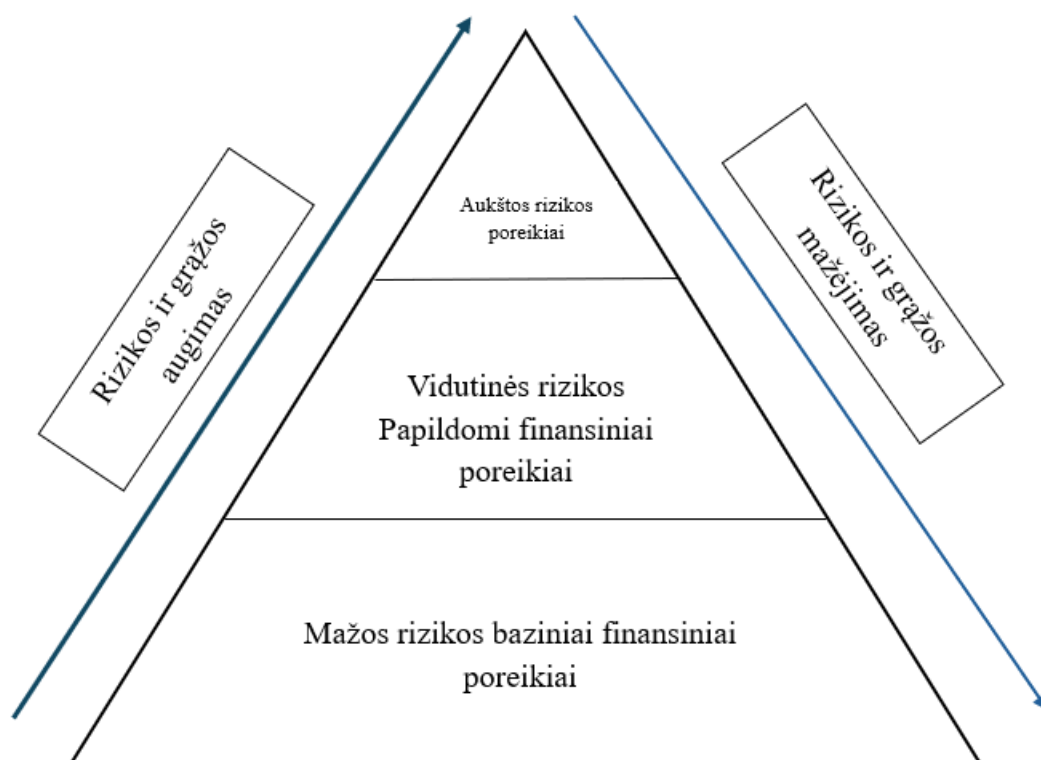
Gunjan ir Ghattacharyya (2023), remiantis moksline literatūra, teigia, kad Markovitzo vidutinės dispersijos analizė yra pakankamai lengvai ir greitai pritaikoma sudarant optimalų portfelį, kai pasiskirstymo funkcija nėra kvadratinė. Šie autoriai išskiria ir šio modelio neigiamą pusę – negali būti pritaikomas sprendžiant sudėtingus uždavinius, kai pasiskirstymo funkcija yra daugianarė. Atsiranda sudėtingumas taikant modelį, jei bandoma optimizuoti plataus masto portfelį (Gunjan ir Ghattacharyya, 2023). Tuo pačiu Agyei ir kiti (2022) teigia, kad pagrindinė teorijos prielaida, kad investuotojai yra racionalūs, realybėje neturi tvirto pagrindo. Sprendimų priėmimą lemia ne tik portfelio grąža ir rizika, o ir prigimtinis investuotojų neracionalumas, kuris susiformuoja gyvenimo eigoje. Toks paaiškinimas siejasi su Kumuliacinės perspektyvos teorija (angl. Cumulative prospect theory), kuri koncentruojasi į realius veiksmus atmetant tam tikrų normų modelius. Tokiu būdu investuotojų šališkumas pasireiškia sprendimo priėmimo procese ir

autorių nuomone egzistuoja tikimybė, kad bus labiau reaguojama į mažesnes galimybes ir nepakankamai teikiant dėmesio vidutinėms ir didesnėms galimybėms (Agyei ir kiti, 2022).

Akcentuojant investuotojų neracionalumą, tai mokslinėje literatūroje galima aptikti Elgesio portfelio teorijos sąvoką (angl. Behavioral portfolio theory). Priešingai nei Markovitzo portfelio teorija, tai šiuo atveju yra koncentruojamasi į ribotą investuotojų racionalumą ir kitas psichologines ypatybes sudarant investicinį portfelį (Akkaya, 2021). Abbey ir kiti (2015) teigia, kad investuotojų sprendimus rinkoje lemia viltis ir baimė. Sudarant investicinį portfelį, tai investuotojas sudaro jį sluoksniuotos piramidės principu stengdamasis išsilaikyti turto išsaugojime ir priimtina rizikos lygyje (Celestin ir kiti, 2025). Detalus paaiškinimas pateikiamas paveiksle:

3 paveikslas

Elgesio portfelio teorijos piramidė



Šaltinis: Sudaryta autoriaus remiantis Oehler ir Horn (2021), Mejewski ir Majewska (2022)

Paveiksle pavaizduoti sluoksniai yra susiję su investuotojų elgsena atsižvelgiant į grąžos poreikį ir riziką. Pirmasis sluoksnis pažymi, kad asmeniui reikalingi tam tikri finansiniai resursai, kad išlikti mokiam ir šiuo atveju rizika yra minimali. Antrasis sluoksnis pažymi polinkį gauti didesnę grąžą, bet tuo pačiu ir prisiimti didesnę riziką ir šis rodiklis didėja toliau kylant į viršų (Bilbao-Terol ir kiti, 2016).

Dar viena, priešinga, Moderniajai portfelio teorijai yra Mičaudo perrinkto efektyvumo teorija (angl. Michaud's resampled efficiency). Becker ir kiti (2015) nurodo, kad pagrindiniai šios

teorijos aspektai yra susiję su aktyvų grąžų generavimu naudojant *Monte Carlo* simuliacijos metodą, kurios yra statistiškai lygiareikšmės realioms laiko eilutės grąžoms. Vėlesnis žingsnis yra nustatyti svorius kiekvienai perskaičiuotai reikšmei ir galiausiai paskaičiuoti vidutinės reikšmės gautiems svoriams, kad tokiu būdu gauti optimalaus portfelio svorius. Priešingai nuo Markovitzo teorijos, tai šiuo metodu yra siekiama užtikrinti labiau subalansuotą aktyvų pasiskirstymą ir užtikrinti geresnį portfelio rezultatą, bet minimizuoti įvertintą riziką (Becker ir kiti, 2015).

Oliveira ir kiti (2022) bei Becker ir kiti (2015) pateikė detalius veiksmus, kurie apibrėžė šio portfelio sudarymo procedūras:

- 1) Duotajai R_T (mėnesinių grąžų matrica, kur t yra imties dydis tam tikram aktyvų skaičiui) paskaičiuojami imties kiekvienos reikšmės bendrieji vidurkiai ir kovariacijos matrica. Šių reikšmių žymėjimas yra „ μ “ ir „ Σ “ atitinkamai.
- 2) Perrenkami duomenys (20) lygčiai pasirenkant T reikšmių iš daigianario normalaus skirstinio ir apskaičiuojant naujus įvesties parametrus – reikšmes „ μ “ ir „ Σ “.
- 3) Nustatoma optimalaus portfelio sudėtis „ X “ maksimizuojant (20) lygtį panaudojus reikšmes „ μ “ ir „ Σ “.
- 4) Pakartojami žingsniai 2) ir 3) 499 kartus.
- 5) Paskaičiuojama vidutinė portfelių svorių reikšmę „ c “ iš 500 skirtingų optimalių svorių reikšmių ir pasirenkama „ X “ kaip optimali.

Nors Mičauda perrinkto efektyvumo teorija ir taiko kompleksinę optimalaus portfelio įvertinimo metodą, tačiau anot Shen ir Wang (2017) ši sulaukė pakankamai daug kitų mokslininkų ir tuo pačiu ir Markovitzo kritikos, nes pilnai neparodo geresnio rezultato.

Apibendrinant galima teigti, kad mokslinėje literatūroje investicinių portfelių sudarymo pagrindas yra sietinas su Markovitzo (1952) „Modernaus portfelio teorija“, o išnagrinėti portfeliai yra šie: lygių svorių portfelis, svertinių verčių portfelis, minimalios variacijos portfelis, Mičauda perrinkto efektyvumo portfelis. Jų pasirinkimą gali lemti konkrečių aktyvų galimybės generuoti grąžą ir su tuo atsirandanti rizika. Neigiamą įtaką optimalaus varianto pasirinkime gali padaryti investuotojų šališkumas ir neracionalumas.

1.2 Portfelio diversifikavimo strategijos

Tęsiant optimalaus portfelio sudarymo strategijų nagrinėjimą, tai svarbu plačiau apžvelgti mokslinėje literatūroje išnagrinėtus aktyvų diversifikacijos variantus. Vienas iš dažniau naudojamų aktyvų paskirstymo portfelyje analizės būdų yra koreliacinė analizė. Siekiant sudaryti

optimalų investicinį portfelį, tai tokią aktyvų diversifikacijos priemonę naudojo Abdoun ir Hasan (2023) išnagrinėję koreliacijas tarp 12 akcijų iš skirtingų Irako sektorių ir 12 akcijų iš skirtingų bankinių sektorių. Analizuodami rezultatus autoriai atmesdavo tas aktyvų poras, tarp kurių koreliacijos koeficientas buvo teigiamas, kadangi keičiantis rinkos tendencijoms akcijų grąžos judėtų viena kryptimi, dėl to diversifikavimas prarastų prasmę. Analogiškai šį diversifikacijos būdą naudojo ir Mazanec (2021) sudarant optimalų investicinį portfelį iš aukštos rizikos aktyvų – kriptovaliutų. Šis autorius pasirinko 16 kriptovaliutų, kurių rinkos kapitalizacija viršijo 1 milijardą eurų, o verčių laikotarpis tyrime apėmė nuo 2017 metų spalio 1 dienos iki 2021 metų sausio 13 dienos. Gautų rezultatų atveju tarp aktyvų pasitaikė ir stiprūs, ir silpni tarpusavio ryšiai, tačiau dauguma koreliacijos koeficientų buvo vidutinio dydžio, kas buvo stebima ir *Bitcoin* atveju, kuris tuo laikotarpiu užėmė virš 60% rinkos.

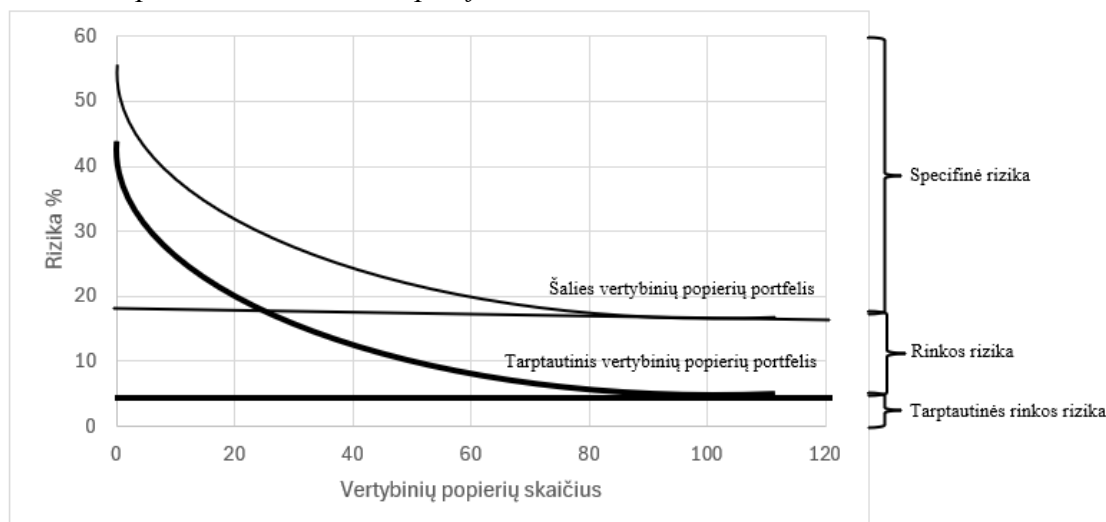
Koreliacijos skaičiavimas yra svarbi priemonė diversifikuojant portfelį, tačiau privaloma įvertinti ir kitus faktorius. Celestin ir kiti (2025) teigia, kad kriziniais laikotarpiais remtis vien koreliacijos rodikliais yra netikslinga, kadangi visos rinkos patiria nuosmukį. Šių iššūkių akivaizdoje nurodyti autoriai pateikia šias papildomas portfelio diversifikacijos strategijas kartu su trumpais jų paaiškinimais:

- 1) Tradicinė diversifikacija – investicijos yra paskirstomos tarp skirtingų aktyvų klasių: akcijų, obligacijų, skirtingų valstybių valiutų. Tokiu būdu siekiama sumažinti rizikos pasiskirstymą ir užtikrinti didesnę portfelio stabilumą, jei kažkurio aktyvo atveju būtų neigiama grąža (Celestin ir kiti, 2025).
- 2) Sektorinė diversifikacija – sudarant investicinį portfelį aktyvai yra paskirstomi skirtinguose pramonės šakose (medicina, technologijos, finansai). Esant nuosmukiui kažkurioje iš šakų, tai rizika tokiu būdu yra padalijama. Šis diversifikacijos metodas pritaikytas Wright ir Conwell (2023) sudarant optimalų portfelį 3 mėnesiams pasirinkus 2 rizikingas ir 3 mažesnės rizikos JAV įmones. Sudarant portfelį, tai didžiausias svoris buvo paskirtas aktyvui su aukščiausia rizika, kuris tikėtina galėtų sugeneruoti didesnę grąžą, o mažiausias svoris aktyvui, kurio tikėtina grąža buvo neigiama. Rezultate portfelio vertė išaugo 18%.
- 3) Geografinė diversifikacija – strategija, kai investuojant tokiu būdu atsiranda galimybė sumažinti ekonominio nuosmukio tam tikrame regione įtaką investiciniam portfeliui. Svarbu atkreipti dėmesį į šalies infliacijos lygį, palūkanų normą ir politinį stabilumą (Celestin ir kiti, 2025). Bacsosz (2019) teigia, kad diversifikuojant portfelį tam tikros rinkos aktyvais gali būti sumažinta tik dalis rizikos, kuri vadinasi specifinė rizika, bet pilnai jos eliminuoti nepavyks ir ši rizika jau yra vadinama rinkos rizika. Sisteminė

rizika atsiranda dėl ekonominių pokyčių poveikio konkrečioje valstybėje. Tačiau ekonominės ir politinės ypatybės gali būti nebūdingos kitiems pasaulio regionams ir autorius siūlo įtraukti į portfelį kitų valstybių vertybinius popierius. Šią diversifikacijos koncepciją galima pavaizduoti grafiku:

4 paveikslas

Šalies ir tarptautinio investicinio portfelio rizika



Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis Bacsoz (2019).

Grafike galima matyti, kad didinant konkrečios šalies aktyvų skaičių, rizika mažėja, bet tik iki tam tikro lygio. Mažesnis rinkos rizikos rodiklis stebimas tuomet, kai investuojama į keleto valstybių popierius. Šis metodas turi ir neigiamų savybių: informacijos asimetrija dėl didelių atstumų, valiutų rizika, valstybinio reguliavimo ypatybės, skirtinga mokesčių sistema, skirtingi šalių apskaitos standartai (Bacsoz, 2019).

- 4) Faktoriaus paremta diversifikacija – investuojant atsižvelgiama į šiuos ekonominius rodiklius, kurie gali paveikti skirtingų tipų aktyvus: augimas, vertė, dydis ir tendencija (Celestin ir kiti, 2025).
- 5) Alternatyvaus turto diversifikacija – strategija, kai investuotojai įtraukia ir netradicinį turtą: nekilnojamąjį turtą, įvairias prekes, kriptovaliutą. Toks diversifikacijos būdas užtikrina mažesnę kintamumą, kadangi investicinių objektų tarpusavio koreliacija yra žema (Celestin ir kiti, 2025). Pavyzdžiui, Barro ir kiti (2023) atliko tyrimą, kuriame sudarant investicinį portfelį kartu su kitais aktyvais įtraukė ir meną. Minėti autoriai sudarant optimalų portfelį naudojo Jungtinės Karalystės „Viso meno indeksą“ (angl. All art index) kartu su S&P 500, obligacijų, aukso ir nekilnojamojo turto indeksais. Duomenų laikotarpis apėmė nuo 1978 metų iki 2022 metų, indeksas buvo koreguotas pagal sezono grąžas ir denominuotas JAV doleriais. Rezultatai parodė, kad koreliacija

tarp nagrinėjamo indekso ir kitų buvo labai maža, o sudarytas portfelis įtraukus šią turto rūšį tapo mažiau rizikingas nustatytai tikėtinais grąžai. Svarbus aspektas, kurį išskyrė šie autoriai – indeksas parodo tik tendencijas rinkoje, bet neegzistuoja kažkokio įtraukto į biržos prekybos sąrašą aktyvo, į kurį būtų galimybė tiesiogiai investuoti, dėl to investuotojas privalo rasti konkretų meno kūrinį įsigijimui. Taip pat meno kainų kintamumas priklauso nuo sezono įtakos ir transakcijų kainos, kurios šioje rinkoje yra pakankamai aukštos (Barro ir kiti, 2022).

- 6) Dinamine koreliacija paremta diversifikacija – naudojant šį būdą yra atsižvelgiama į koreliacijos tarp aktyvų pokyčius realiaame laike, kas lemia portfelio koregavimus užtikrinant efektyvesnę diversifikaciją (Celestin ir kiti, 2025). Zilbering ir kiti (2015) teigia, kad portfelio koregavimas yra labiau susijęs su tikslu sumažinti rizikos svyravimus laike nei maksimizuoti grąžą. Grąžos maksimizavimas įmanomas tuomet, kai į tokį portfelį bus įtrauktos tik akcijos. Autoriai sudarė hipotetinį portfelį, kurį sudarė 50% globalių akcijų ir 50% globalių obligacijų. Duomenų laikotarpis apėmė nuo 1926 metų iki 2014 metų. Tyrimo rezultatai parodė, kad grąža koreguojant portfelį ir išlaikant aktyvų balansą sumažėjo, bet pokytis sudarė iki 1%, kai rizikos rodiklio pokytis sumažėjo virš 3%. Šio diversifikacijos būdo trūkumai yra tai, kad dažnu atveju investuotojų portfelyje aktyvų svoriai gali būti labai maži, dėl to rizikos ir grąžos nukrypimai gali būti nereikšmingi. Taip pat koregavimams atlikti pakankamai sunku kiekybiškai įvertinti laiką ir rinkos poveikį (Zilbering ir kiti, 2015).

Išvardintos diversifikacijos strategijos atsižvelgiant į konkretų atvejį turėtų tapti priemone, kurį padėtų sudaryti tinkamą portfelį atsižvelgiant į riziką ir siekiamą grąžą, tačiau svarbu paminėti, kad mokslinėje literatūroje yra atlikti tyrimai, kuriuose išnagrinėta, kad diversifikacija gali būti neefektyvi. Tokią analizę atliko Page ir Panariello (2018) išanalizavus grąžų indeksų koreliaciją tarp JAV ir tarp ne JAV akcijų laikotarpyje nuo 1970 metų iki 2017 metų. Tyrimo rezultatai parodė, kad rinkoje užfiksuotų blogiausių pardavimų JAV akcijų atveju grąžos indekso koreliacija su ne JAV akcijų grąžos indeksu galėjo išaugti iki 87%, o kuomet prasidėdavo kainų augimo periodas (angl. rallying), tai koreliacija sumažėdavo iki -17%, kas yra reikšmingas skirtumas lyginant su pirmuoju rodikliu. Apibendrinant koreliacijos rezultatus, tai šie autoriai padarė išvadą, kad esant rinkų nuosmukiams diversifikacijos efektas išnyksta, o rinkų augimo periodu tai tampa nebūtina priemone.

Apibendrinant, galima teigti, kad esminis vertinimo būdas diversifikuojant portfelį yra koreliacinė analizė, o pasirenkant diversifikacijos strategiją (tradicinė, sektorinė, geografinė, faktoriaus paremta, alternatyvaus turto ir dinaminė) svarbu atsižvelgti į aktyvų, įmonių, šalies ir

net globalias rinkų tendencijas ir įvertinti su jomis susijusias specifines rizikas, kadangi priešingu atveju diversifikacija gali būti neefektyvi.

1.3 Investicinio portfelio valdymo strategijos

Optimalaus portfelio sudarymo teorijos ir aspektai, kuriuos turėtų įvertinti investuotojas, kaip diversifikacija ir jos būdai, buvo aprašyti pakankamai plačiai, tačiau taip pat svarbus faktorius siekiant gauti aukštesnę grąžą yra tinkamai valdyti portfelį laike. Viena iš portfelio valdymo strategijų laike yra „Pirk ir laikyk“ (angl. buy-and-hold). Enow (2023) teigia, kad „pirk ir laikyk“ yra investavimo elgsena, kuomet vertybiniai popieriai yra nuperkami ir laikomi investuotojo portfelyje reikšmingą laikotarpį, kuris gali užtrukti keletą arba keliolika metų. Šis autorius teigia, kad investuojant tokiu būdu yra sutrumpinamas laikas reikalingas rinkos analizei atlikti; sumažinama mokestinė našta, kuomet pasibaigia investicijos laikotarpis ir portfelis yra apsaugomas nuo neracionalių investuotojo veiksmų jį sudarant. Neigiama šios strategijos pusė yra galimas didesnės grąžos praradimas trumpuoju laikotarpiu, kuomet rinkos išaugtų (Enow, 2023).

Priešinga „Pirk ir laikyk“ yra „Įeik ir išeik“ (angl. In and out) strategija yra plačiai išnagrinėta Saha ir Xu (2021). Nurodyti autoriai oponuodami „Pirk ir laikyk“ strategijai teigia, kad siekiant išvengti didesnio nuostolio ir pagerinti grąžos rodiklį, tai yra svarbu tinkamu laiku įeiti ir išeiti iš rinkos. Siekiant patikrinti šios teorijos teisingumą, tai autoriai atliko tyrimą naudodami Dividendais koreguota S&P 500 indeksą ir trijų mėnesių JAV išdo vekselių normas. Tyrimo laikotarpis apėmė nuo 1928 metų sausio mėnesio iki 2020 metų kovo mėnesio. Rezultatai parodė, kad metinė grąža, lyginant su prieš tai išnagrinėta teorija, padidėjo nuo 8,2% iki 9,2%, o rizika sumažėjo nuo 18,7% iki 17,2%. Svarbu paminėti, kad tinkamas išėjimas iš rinkos būtų tuomet, kai mėnesio grąža yra neigiama, o klaidingas, kai mėnesio grąža yra teigiama (Saha ir Xu, 2021).

Cohen ir Cabiri (2015) teigia, kad techninės analizės priemonių naudojimas investuojant gali būti efektyvesnis būdas užtikrinti didesnę grąžą ateityje nei „Pirk ir laikyk“ strategija. Šie autoriai tą patvirtino Judančio vidutinio konvergencijos/divergencijos rodiklio (angl. Moving average convergence/divergence) ir Santykinio stiprumo indekso (angl. Relative strength index) atvejais. Tyrimui atlikti buvo naudojami keturi skirtingų regionų indeksai: Amerikietiškas DJIA indeksas, Britanijos FTSE100, Japonijos NK225 ir Izraelio TA100. Duomenų laikotarpis apėmė nuo 2007 metų iki 2012 metų. Gauti rezultatai parodė, kad per tiriamąjį laikotarpį geriausią rezultatą parodė Santykinis stiprumo indeksas, kurio atveju vidutinė grąžą buvo lygi 5,45% ir 37% per visą laikotarpį, kai „Pirk ir laikyk“ strategijos atveju vidutinė grąža sudarė -0,05%, o per visą laikotarpį -0,30% (Cohen ir Cabiri (2015)).

Santykinio stiprumo indekso naudojimą sudarant investicinį portfelį yra plačiai išnagrinęję M. Zatwarnicki ir kiti (2023), kurie teigia, kad šis indikatorius matuoja normą, kuria aktyvų kainos didėja arba mažėja. Apskaičiuojamas įvertinus aukštesnes ir žemesnes uždarymo kainas. Aukštesnės Santykinio stiprumo indekso reikšmės galėtų signalizuoti apie teigiamus, o žemesnės apie neigiamus kainų pokyčius. Dažniausiai analizėje naudojamas 14 dienų santykinio stiprumo indeksas, o matuojamas skalėje nuo 0 iki 100, kur reikšmės žemesnės nei 30 gali signalizuoti apie per didelius pardavimus rinkoje, o reikšmės virš 70 apie per didelius pirkimus rinkoje, kas gali būti ženklu, kad tendencija rinkoje kinta (M. Zatwarnicki ir kiti, 2023). Santykinis stiprumo indeksas apskaičiuojamas tokiu būdu:

$$RSI_t = \left(\frac{U_t^{n-t}}{D_t^{n-1} + U_t^{n-1}} \right) * 100, \quad (21)$$

kur U_t^{n-t} - uždarymo kainų vidurkis priskirtinas toms dienoms, kai kainos kyla nuo praėjusios prekybos dienos periodo eigoje; D_t^{n-1} - uždarymo kainų vidurkis priskirtinas toms dienoms, kai kainos krenta nuo praėjusios prekybos dienos periodo eigoje (Laosethakul ir Coe, 2021).

Be techninės analizės, įvertinant aktyvus kartu yra naudojama ir fundamentali analizė. Picasso ir kiti (2019) teigia, kad techninės analizės strategijos remiasi tik į aktyvo kainą laike, o fundamentalios analizės atveju sprendimas gali būti priimtas atsižvilgiant į konkrečios įmonės finansinę būklę ir kitus makroekonominius rodiklius: pelną prieš mokesčius, palūkanas ir nusidėvėjimą; kainos ir pelno akcijai santykį; akcijos grąžą ir dividendų pajamingumą. Tokiu atveju, remiantis šiais rodikliais, aktyvai yra perkami arba parduodami priklausomai nuo to, ar akcijos vidinė vertė yra didesnė arba mažesnė nei rinkos vertė (Picasso ir kiti, 2019). Pavyzdžiui, Prusak ir Kusowska (2019) atliko tyrimą, kuriame sudarant portfelį naudojo tik du iš fundamentalioje analizėje naudojamų įverčių – P/E (angl. price to earnings) ir P/BV (angl. Price book value ratio). Tyrimo laikotarpis apėmė nuo 2013 metų gruodžio 30 dienos iki 2018 metų gruodžio 28 dienos. Į portfelį buvo traukiamos 6 įmonės iš Varšuvos vertybinių popierių biržos ir priklausomai nuo skaičiavimų rezultatų, tai portfelio įmonės kiekvienais metais buvo keičiamos kartu su jų svoriais. Kiekvieno įverčio taikymas buvo ištirtas atskirai ir pasirenkant įmonę turėjo būti kuo žemesnis, bet teigiamas. Rezultatai parodė, kad koreguojant portfelį atsižvelgus į P/E koeficiento rezultatus, tai galutinė grąža laikotarpio pabaigoje sudarė 10,21%, o P/BV atveju net 96,15% (Prusak ir Kusowa, 2019).

Lenkijos vertybinių popierių biržos tyrime naudotas rodiklis P/E yra paskaičiuojamas nustatant santykį tarp akcijos rinkos kainos ir jai tenkančio grynojo pelno. Aukštesnė šio rodiklio reikšmė gali indikuoti, kad galima tikėtis, kad įmonės pajamos toliau augs, o žemesnė reikšmė,

kad augimas bus mažesnis. Tačiau, tuo pačiu, žemas P/E rodiklis gali indikuoti, kad įmonė yra nepakankamai įvertinta (Ghaeli, 2017).

P/BV rodiklis yra akcijos tikrosios vertės koeficientas, kuris apskaičiuojamas nustatant santykį tarp akcijos rinkos vertės ir jos buhalterinės vertės. Žema šio koeficiento reikšmė gali rodyti, kad įmonės akcijos yra nepakankamai įvertintos, kas galėtų būti tinkamu signalu ilgalaikėms investicijoms (Akbar, 2021).

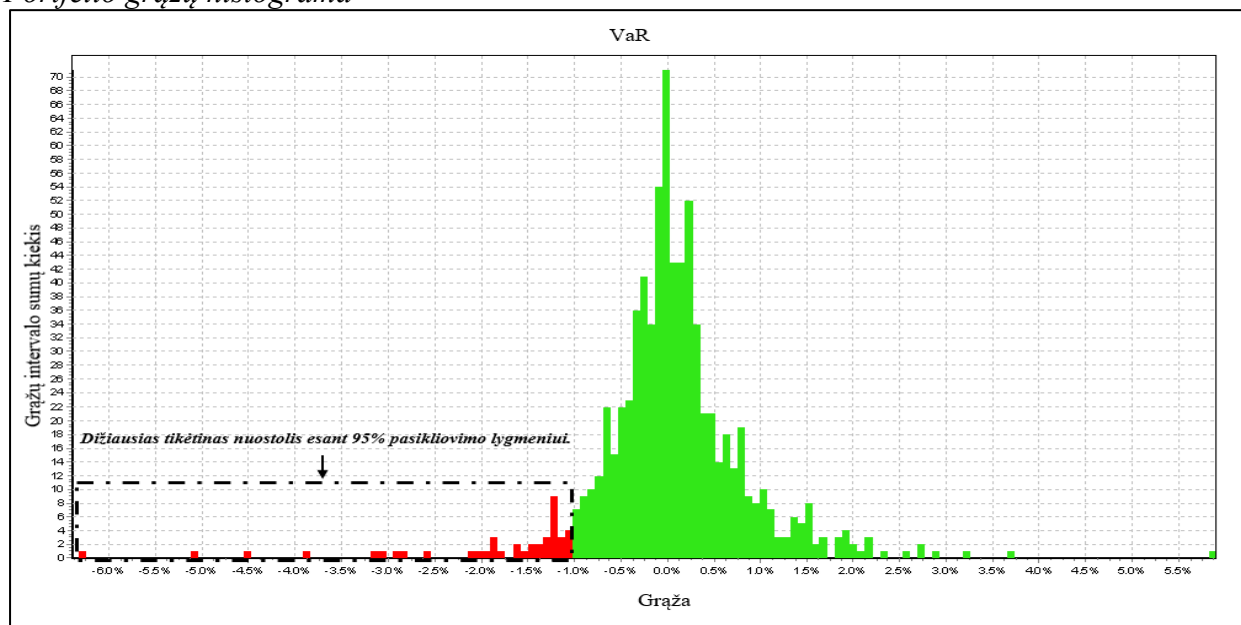
Apibendrinant, tai paaiškėjo, kad portfelio valdymo laike strategijos gali būti paremtos techninės ir fundamentalios analizės rodikliais bei individualia elgsena žvelgiant į pokyčius laike („pirk ir laikyk“, „jeik ir išsik“). Priklausomai nuo konkretaus atvejo, tinkamai pasirinkta strategija galėtų padėti užtikrinti aukštesnę grąžą.

1.4 Investicinio portfelio tikėtinas nuostolis

Sudarant investicinį portfelį yra svarbu apibrėžti ne tik jau aptartą tikėtiną grąžą, bet ir įvertinti rizikas siekiant nustatyti, koks nuostolis gali būti konkretaus investicinio portfelio atveju. Vienas iš plačiau naudojamų įvertinimo metodų yra vertės pokyčio rizikos rodiklis (angl. Value at Risk (VaR)). Amin ir kiti (2018) nurodo, kad vertės pokyčio rizikos rodiklis yra metodas, kuris taikomas siekiant nustatyti, maksimalų tikėtiną nuostolį, kurį gali patirti investicinis portfelis tam tikru laikotarpiu pasirinkus konkretų pasikliautiną intervalą. Šio rodiklio grafinė reprezentacija pateikiama historigrame:

5 paveikslas

Portfelio grąžų historigrama



Šaltinis: sudaryta autoriaus programoje *ECVaR - Academic 1.0* remiantis *Nasdaq Baltic* biržoje pateikiamais akcinių bendrovių „Apranga“, „Nordecon“, „Rokiškio sūris“, „Pieno žvaigždės“ akcijų uždarymo kainomis laikotarpyje nuo 2022.03.24 iki 2025.03.25.

Vertės pokyčio rizikos rodiklis yra apskaičiuojamas grąžų pasiskirstymams tam tikram laikotarpiui. Paveiksle galima matyti, kad duomenų sklaidos atveju šis įvertis yra priskiriamas 1-c kvantiliui, kur c dažniausiai yra lygus 95% pasiklovimo lygmeniui. Tai reiškia, kad pažymėta sritis rodo, kad egzistuoja 5% tikimybė, kad tikėtinas nuostolis bus didesnis nei visa investicijos suma (Amin ir kiti, 2018).

Vertės pokyčio rizikos rodiklį galima apskaičiuoti trimis būdais: istorinės simuliacijos metodu, variacijos - kovariacijos metodu, *Monte Carlo* simuliacijos metodu (Amin ir kiti, 2018). Bogdan ir kiti (2015) teigia, kad istorinis metodas yra pakankamai lengvai pritaikomas. Atliekant skaičiavimus naudojamos istorinės investicinių aktyvų kainos, kurios dažnu atveju yra lengvai prieinamos investuotojams. Svarbu yra pasirinkti laikotarpį, kuriam bus skaičiuojamas nuostolis ir atitinkamą pasiklovimo lygmenį. Šis metodas yra tinkamas daugelio aktyvų atveju. Taikant istorinį vertės pokyčio rizikos metodą yra laikomasi prielaidos, kad praeities tendencijos atsispindės ateityje. Neigiamos šio būdo pusės yra tai, kad praeities tendencijos negali garantuoti ateities ir gautus rezultatus yra sudėtinga pritaikyti tolimai ateičiai, kadangi atskiri įvykiai gali padaryti įtaką, kuri labai smarkiai pakreips gautus rezultatus (Bogdan ir kiti, 2015).

Naudojant variacijos - kovariacijos metodą skaičiavimams atlikti yra naudojama grąžų vidutinė reikšmė ir jų standartinis nuokrypis. Priešingai nei istorinio metodo atveju, didelis duomenų masyvas nėra būtinas. Vienas iš reikalavimų, kuris privalomas prieš taikant šį metodą, yra tas, kad aktyvų grąžų pasiskirstymas privalo būti normaliu - grąžos simetriškai pasiskirsčiusios apie vidurkį, o aritmetinis vidurkis, moda ir mediana vienodos (Bogdan ir kiti, 2015).

Taikant *Monte Carlo* simuliacijos metodą skaičiavimuose yra generuojamas reikšmingai didelis skaičius scenarijų. Kiekvienas scenarijus rodo portfelio vertę atitinkamą dieną. Priklausomai nuo gautų įverčių yra atkreipiamas dėmesys į variantą, kuris signalizuoja didžiausią nuostolį priklausomai nuo pasirinkto tikimybės procento. Šio metodo taikymui nėra būtinas didelis kiekis istorinių duomenų, tačiau analizę atlikti yra pakankamai sudėtinga, kadangi skaičiavimui reikia pakankamai daug laiko ir įtaką rezultatams gali daryti duomenų pasiskirstymas (Bogdan ir kiti, 2015).

Istorinio ir variacijos - kovariacijos metodų taikymo palyginimą skaičiuojant vertės pokyčio rizikos rodiklį atliko Irsan ir kiti (2022). Šie autoriai apskaičiavo Indonezijos vertybinių popierių biržoje esančių bankinio sektoriaus akcijų portfelio tikėtiną nuostolį, o vėliau gautų rezultatų patikimumą palygino jau su realiais duomenimis. Tyrimo laikotarpis apėmė nuo 2020 metų rugsėjo 11 dienos iki 2021 metų rugsėjo 30 dienos. Tyrimas parodė, kad geriausius rezultatus parodė variacijos - kovariacijos metodas, kurio pasiklovimo lygmuo buvo 99%, istorinės

simuliacijos metodo atveju patikimesni rezultatai buvo stebimi esant 95% pasiklivimo lygmeniui. Taip pat analogišką tyrimą, bet jau tikrinant visų trijų metodų tikslumą atliko Amin ir kiti (2018). Šie autoriai atlikdami tyrimą sudarė lygių svorių portfelį iš 10 Malaizijos vertybinių popierių biržos įmonių. Duomenų laikotarpis apėmė nuo 2014 metų rugpjūčio mėnesio iki 2014 metų gruodžio mėnesio. Rezultatų tikslumui įvertinti buvo naudojamas vidutinis kvadratinis nuokrypis (angl. Mean squared error), kurio didesnė vertė reiškia mažesnę tikslumą. Tyrimas parodė, kad tiksliausias buvo *VaR* apskaičiuotas taikant *Monte Carlo* metodą, o mažiausiai tikslus buvo variacijos - kovariacijos metodas.

Taigi vertės pokyčio rizikos rodiklis yra priemonė investicinio portfelio nuostoliams vertinti, atsižvelgiant istorines aktyvo kainas ir grąžas bei galimus scenarijus, tačiau gali egzistuoti neužtikrintumas, kuris jo taikymo variantas yra patikimesnis konkrečiam atvejui.

1.5 Efektyvios rinkos hipotezė ir anomalijos

Sudarant ir valdant investicinį portfelį svarbus veiksnys, kurį privalo turėti omenyje investuotojas prognozuojant aktyvų kainų pokyčius ateityje yra Efektyvios rinkos hipotezė (angl. Efficient market hypothesis). Šią teoriją plačiai išnagrinėjo ir aptarė E. Fama (1970) teigdamas, kad jei rinkos pilnai atspindi visą prieinamą informaciją, tai jas galima laikyti efektyviomis. Tįtan (2015) patikslindamas nurodo, kad esant tokiai sąlygai investuotojams yra neįmanoma gauti perteklinės grąžos lyginant su kitais investuotojais, dėl to siekiant padidinti grąžą atsiranda būtinybė ieškoti rizikingesnių aktyvų.

E. Fama (1970) taip pat pateikė ir trys rinkos efektyvumo formas:

1. Silpna rinkos efektyvumo forma. Kumbure ir kiti (2022) apibendrinant E. Fama (1970) teoriją teigia, kad rinka įgyja tokią efektyvumo formą, kai aktyvo praeities kainos jau atspindi dabarties kainose dėl ko prarandama galimybė prognozuoti jų pokyčius ateityje. Šių autorių nuomone, techninė analizė esant šiai efektyvumo formai tampa netinkama priemone, kad prognozuoti rinkos tendencijas ir šiuo atveju reikėtų pasikliauti „pirk ir laikyk“ strategija.

2. Vidutinio stiprumo efektyvumo forma. Šiuo atveju aktyvų kainos atspindi ne tik visą praeities informaciją, bet ir visą prieinamą informaciją dabartyje. Esant tokiai efektyvumo formai, tai ne tik techninė analizė tampa mažai veiksminga, bet atsiranda rizika ir fundamentalios analizės atveju, kadangi visa prieinama informacija dabartyje gali būti susijusi ir su įmonės specifine informacija bei kitais ekonominiais reiškiniais (Kumbure ir kiti, 2022).

3. Stipri rinkos efektyvumo forma. Tai forma, kuomet aktyvų kainos atspindi praeities, dabarties ir net viešai neprieinama informaciją. Tokiu atveju prognozuoti kainas ir bandyti siekti

aukštesnės gražos tampa beprasmiška. Visgi, šis modelis yra mažai tikėtinas realybėje (Kumbure ir kiti, 2022).

Priešingybė, kuri dažnai pasireiškia rinkose ir prieštarauja Efektyvios rinkos hipotezei, yra rinkų anomalijos. Tai reiškia, kad rinkoje, kuomet prognozuojami aktyvų kainų pokyčiai laike leidžia investuotojams uždirbti reikšmingai didelę grąžą (Angelovska, 2013). Azevedo ir kiti (2023) teigė, kad mokslinėje literatūroje galima aptikti virš 400 ištirtų rinkų anomalijų. Dažnai mokslinėje literatūroje yra atliekami kalendorinių anomalijų tyrimai (Rossi ir Gunardi, 2018; Mysliwiec, 2020; Szymanski ir Wojtalik, 2020; Pawlonka ir Sypniewski, 2023). Prie kalendorinių anomalijų yra priskiriamas mėnesio efektas, kuomet kažkurį metų mėnesį yra stebima didesnė arba mažesnė investicijų grąža lyginant su kitais, o dažniausiai ši anomalija yra stebima sausio mėnesį. Kita anomalija yra savaitės efektas, kuomet didesnė arba mažesnė investicijos grąža yra stebima tam tikrą savaitės dieną, kas atitinkamai gali paveikti ir investicinį portfelį (Rossi ir Gunardi, 2018).

Tyrimą, kuriuo buvo siekiama nustatyti, ar Lenkijos vertybinių popierių rinkoje pasireiškia mėnesio efektas atliko Pawlonka ir Sypniewski (2023). Savo tyrime šie autoriai naudojo WIG20 ir WIG40 indeksus, kur pirmasis į save įtraukia 20 didžiausių, o antrasis 40 vidutinio dydžio įmonių. Duomenų laikotarpis apėmė nuo 2000 metų iki 2019 metų neįtraukus 2008 ir 2009 metų kainų. Rezultatai parodė, kad vidutinio dydžio įmonių akcijų grąžoms yra būdingas Sausio efektas, o didžiausių įmonių atveju buvo stebima reikšmingai maža grąža gegužės ir birželio mėnesiais.

Apibendrinant apertas teorijas, tai investuotojui yra svarbu nustatyti, ar pasirinktos rinkos nėra efektyvios, nes priešingu atveju sudarinėti investicinį portfelį ir prognozuoti jo pokyčius laike, kad užsidirbti papildomą grąžą, tampa sudėtinga. Situacijai esant priešingai, naudinga būtų iširti laikotarpius arba įvykius (pvz. Mėnesio efektas, Savaitės efektas), kuomet aktyvų kainos išauga, bet ir čia egzistuoja rizika, kad gražos pokytis tokiomis aplinkybėmis gali būti neigiamas.

2. OPTIMALAUS INVESTICINIO PORTFELIO SUDARYMO IR ANALIZĖS METODOLOGIJA

Atsižvelgus į atliktą literatūros analizę, paaiškėjo, kad esminiai faktoriai, kuriuos būtina įvertinti sudarant optimalų investicinį portfelį, yra jo tikėtina grąža, kuri turi būti kuo didesnė ir rizika, kuri turi būti kuo mažesnė. Būdų tą nustatyti yra keletas, tačiau jų efektyvumas priklauso nuo konkrečios rinkos ypatybių. Literatūros analizė parodė, kad užtikrinti didesnę grąžą, bet mažesnę riziką galima diversifikuojant portfelį. Diversifikacijos lygio nustatymo priemonė galėtų būti įmonių koreliacinė analizė bei konkretaus aktyvo kainų tendencijų efektyvumo įvertinimas. Svarbi ir pačių aktyvų kainų tendencijų analizė, kuri gali būti įgyvendinta pritaikius techninės ir fundamentalios analizės principus. Jau sudarius investicinį portfelį svarbu įvertinti tikėtino nuostolio dydį, kurį galima bus nustatyti pritaikius vertės pokyčio rizikos rodiklio skaičiavimus bei įvertinti atvejus rinkoje, kuomet jai esant neefektyviai, galimi reikšmingai besiskiriantys nuo vidurkio svyravimai – anomalijos. Tyrimas bus atliekamas remiantis aptartomis teorijomis ir išnagrinėtų autorių darbais.

Tyrimo tikslas – sudaryti investicinius portfelius iš *Nasdaq Baltic* biržoje listinguojamų akcijų, įvertinti jų grąžas pritaikius skirtingas strategijas ir įvertinti jų aktyvus galinčias paveikti anomalijas.

Tyrimo modelis:

1. Pasirinkti aktyvus iš *Nasdaq Baltic* biržos prieš tai įvertinus jų kapitalizacijos dydžius. Sudaryti tyrimo imtį laikotarpyje nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30.
2. Pasirinktų aktyvų atveju atlikti koreliacinę analizę.
3. Pasirinktų aktyvų atveju išanalizuoti, ar akcijų kainų pokyčiams nėra būdinga silpna rinkos efektyvumo forma. Analizę atlikti pritaikius autokoreliacijos, *Ljung-Box Q*, autoregresijos, kvantiliais paremtos regresijos metodus.
4. Atrinkti aktyvus, kuriems nėra būdingas silpnos formos efektyvumas ir remiantis jų kainų pokyčiais atlikti techninę analizę bei įvertinti techninių osciliatorių (Judantis vidutinis konvergencijos/divergencijos rodiklis, santykinis stiprumo indeksas) patikimumą.
5. Sudaryti lygių svorių, maksimalaus *Sharpe* rodiklio portfelius bei apskaičiuoti užtikrinančius maksimalią grąžą ir minimalią variaciją aktyvų pasiskirstymo svorius investiciniame portfelyje. Palyginti rezultatus.
6. Paskaičiuoti faktinę portfelių grąžą kiekvienų metų pabaigoje ir iki 2026-04-30 taikant „Pirk ir laikyk“ strategiją bei svorių koregavimus kiekvienų metų pabaigoje. Rezultatus palyginti.

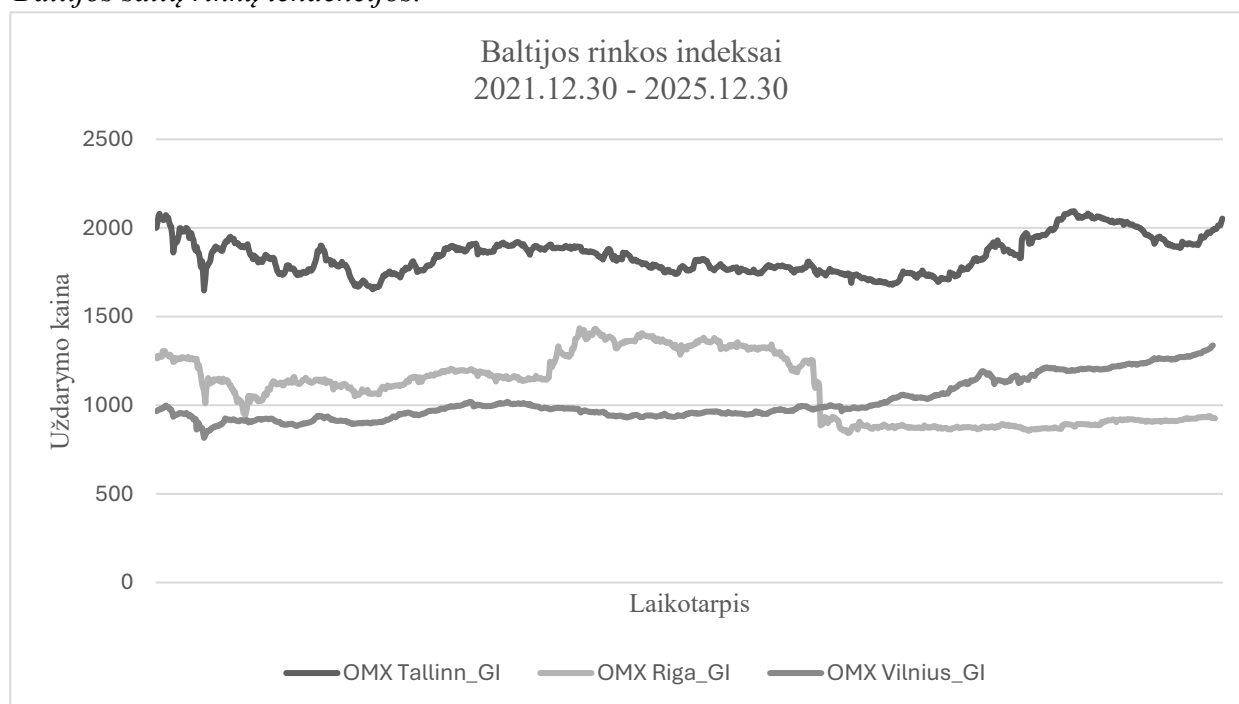
7. Nustatyti tikėtinus nuostolius paskaičiavus vertės pokyčio rizikos rodiklį pritaikius istorinį metodą.
8. Pritaikius mažiausių kvadratų regresinės analizės metodą patikrinti, ar įtrauktų į portfelį įmonių akcijų kainų pokyčiams yra būdingos kalendorinės anomalijos kaip ketvirčio, mėnesio, savaitės efektai.

2.1 Tyrimo duomenys

Tyrimui atlikti bus naudojamos akcijų uždarymo kainos iš *Nasdaq Baltic* biržos oficialaus tinklapio. Į tyrimą bus įtrauktos Lietuvos, Latvijos ir Estijos Respublikose užregistruotų įmonių duomenys. 2025 metų gruodžio 30 dienos duomenimis biržoje buvo listinguojama 31 bendrovė oficialiajame sąraše ir 18 bendrovių papildomame sąraše. Akcijų skaičius Baltijos reguliuojamoje rinkoje buvo lygus 1 064 139 vienetams, o apyvarta sudarė 2 205 170,86 eurų (Šaltinis: <https://nasdaqbaltic.com/statistics/lt/shares?date=2025-01-31> žiūrėta: 2026-01-19). Bendros šių šalių aktyvų kainų judėjimo tendencijos gali būti reprezentuotos trimis visas įmones įtraukiančiais indeksais (*OMX Vilnius*, *OMX Riga*, *OMX Tallin*) grafike laikotarpyje nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30:

6 paveikslas

Baltijos šalių rinkų tendencijos.



Šaltinis: Sudaryta autoriaus remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis laikotarpyje nuo 2021.12.30 iki 2025.12.30.

Dėl reikšmingos apimties, tai pradiniam tyrimo etapui naudojamų įmonių skaičius bus mažinamas iki 20. Išnagrinėtų autorių atveju imtį apribojo Pawlonka ir Sypniewski (2023), kurie atskirai tyrinėjo 20 didžiausių ir 40 vidutinio dydžio Lenkijos vertybinių popierių biržoje

listinguojamų įmonių. Malladi ir Stanoyevitch (2025) atlikdami savo tyrimą iš 181 akcijos į nagrinėjamus lygių svorių portfelį ir svertinių verčių portfelį įtraukė tik po 3 akcijas ir gauti rezultatai parodė, kad jie yra patikimi ir su 10 akcijų portfelio. Abdoun ir Hasan (2023) tyrime nagrinėjami lygių svorių ir optimalus portfeliai neviršijo 12 aktyvų iš Irako skirtingų ekonominių sektorių ir 12 aktyvų iš Irako bankinio sektoriaus. Mazanec (2021) sudarydamas investicinį portfelį įtraukė tik 16 kriptovaliutų, kurie turėjo didžiausią rinkos kapitalizaciją. Šio autoriaus teigimu, tai 2021 metais buvo fiksuojamos 4074 kriptovaliutos, iš kurių 10 didžiausių sudarė 87% rinkos kapitalizacijos. Amin ir kiti (2018) atlikdami vertės pokyčio rizikos rodiklio skaičiavimus pasirinko tik 10 Malaizijos įmonių akcijas. 20 įmonių iš *Nasdaq Baltic* biržos galima reprezentuoti lentelė 2025-12-30 duomenimis:

1 lentelė.

20 Nasdaq Baltic biržos didžiausių apyvartą turinčių įmonių.

Trumpinys	Bendrovė	Rinka	Užd. Kaina	Pirkimo kaina	Pardavimo kaina	Kiekis	Apyvarta	Sektorius
LHV1T	LHV Group	TLN	3.51	3.575	3.575	113273	400954.2	Bankai
IGN1L	Ignitis grupė	VLN	21.05	21.2	21.2	15648	330460.5	Komunalinės paslaugos
ROE1L	Artea bankas	VLN	0.94	0.942	0.942	288031	271292.736	Bankai
TEL1L	Telia Lietuva	VLN	1.89	1.89	1.89	102809	194422.905	Telekomunikacijos
CPA1T	Coop Pank	TLN	2.1	2.115	2.115	56118	118612.005	Bankai
EFT1T	EfTEN Real Estate Fund	TLN	19.15	19.15	19.2	5281	101138.95	Finansinės paslaugos
MRK1T	Merko Ehitus	TLN	30.75	31.25	31.35	3123	96795.65	Statyba ir medžiagos
TSM1T	Tallinna Sadam	TLN	1.282	1.296	1.296	55734	72127.182	Pramoninės prekės ir paslaugos
TAL1T	Tallink Grupp	TLN	0.582	0.583	0.583	116668	67965.021	Kelionės ir laisvalaikis
AKO1L	Akola group	VLN	1.84	1.84	1.84	33642	61851.385	Maistas, gėrimai ir tabakas
HAE1T	Harju Elekter Group	TLN	4.85	4.85	4.85	9840	47655.7	Pramoninės prekės ir paslaugos
GRG1L	Grigeo Group	VLN	1.135	1.13	1.13	38747	43862.025	Pagrindiniai ištekliai
ELEVR	Eleving Group	RIG	1.6996	1.6996	1.6998	24402	41483.2798	Finansinės paslaugos
TKM1T	TKM Grupp	TLN	9.44	9.49	9.5	4304	40805.73	Mažmeninė prekyba
APG1L	Apranga	VLN	3.4	3.44	3.44	11776	40249.09	Mažmeninė prekyba
TVE1T	Tallinna Vesi	TLN	10.75	10.95	11	3266	35401.25	Komunalinės paslaugos
INF1T	Infortar	TLN	45.8	45.7	45.8	523	23921.5	Finansinės paslaugos

1 lentelės tęsinys.

AMGIL	Amber Grid	VLN	1.24	1.3	1.31	17713	22823.68	Energija
IDX1R	INDEXO	RIG	9.52	9.46	9.46	2241	20856.18	Finansinės paslaugos
RSU1L	Rokiškio sūris	VLN	4.56	4.46	4.56	4630	20687.88	Maistas, gėrimai ir tabakas

Šaltinis: sudaryta autoriaus remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Pateiktoje lentelėje 20 didžiausių kompanijų apyvarta sudaro 2 053 366,85 eurus, kas yra apie 93,12% nuo bendros sumos, kuri yra lygi 2 205 170,86 eurų. Bendras atrinktų įmonių ir jų grupių akcijų kiekis yra 907 769, kas yra apie 85,31% nuo visų Baltijos reguliuojamosios rinkos akcijų, kurių bendras kiekis yra 1 064 139 vienetai.

Tyrime, kiek įmanoma, bus analizuojamas laikotarpis po COVID-19 rinkos griūties, kurios pikas buvo stebimas 2020 m. nuo vasario mėnesio antros pusės iki kovo mėnesio antros pusės (Lento ir Gradojevic, 2021). Tokiu būdu siekiama eliminuoti pandemijos sukeltą neigiamą įtaką ir užtikrinti duomenų aktualumą. Aktyvų kainų laikotarpis apims nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30. Gražos bus skaičiuojamos iki 2026-04-30.

2.2 Duomenų analizės metodai.

1. Tyrimo metu skaičiavimai bus atliekami naudojant *Nasdaq Baltic* biržos atrinktų aktyvų uždarymo kainų gražas. Pateikiama akcijų gražų apskaičiavimo formulė:

$$R_i(t) = \ln \frac{P_i(t)}{P_i(t-1)}, \quad (22)$$

kur $P_i(t)$ - akcijos i kaina dieną t (Formulės šaltinis: Hidaka ir kiti, 2023).

2. Antruoju žingsniu paskaičiuoti koreliacijos koeficientą tarp aktyvų. Celestin ir kiti (2025) cituodami Markowitz (2020) teigia, kad diversifikacija, kuri užtikrintų gražos ir rizikos balansą yra tuomet, kai koreliacija tarp koeficientų yra neigiama arba labai maža. Koreliacijos koeficiento formulę tarp aktyvų yra pateikę Hidaka ir kiti (2023):

$$C_{i,j} = \frac{\sum_t^T (R_i(t) - R_i^{\wedge})(R_j(t) - R_j^{\wedge})}{\sqrt{\sum_t^T (R_i(t) - R_i^{\wedge})^2} * \sqrt{\sum_t^T (R_j(t) - R_j^{\wedge})^2}}, \quad (23)$$

kur $R_i(t)$ - logaritminė dienos graža; $R_i^{\wedge}$ yra $R_i(t)$ vidurkis paskutinėms T dienoms, kuris apskaičiuojamas $R_i^{\wedge} = \frac{1}{T} \sum_t^T R_i(t)$ (Formulių ir paaiškinimų šaltinis: Hidaka ir kiti, 2023).

Koreliacijos įtaką investiciniam portfeliui yra nustatęs Joshi (2022). Šis autorius teigia, kad padidėjusi koreliacija tarp aktyvų rodo, kad rinkai yra būdinga sisteminė rizika, o sumažėjusi

koreliacija gali rodyti, kad dominuoja nesisteminė rizika, kuri gali būti diversifikuojama, kas yra naudinga investuotojams. Šis autorius atliko tyrimą, kuriame sudarė lygių svorių portfelį ir į jį įtraukė JAV NASDAQ 100 ir Indijos Nifty 50 akcijas. Duomenų laikotarpis apėmė nuo 2017 metų sausio mėnesio iki 2019 metų gruodžio mėnesio. Rezultatai parodė, kad koreliacija tarp aktyvų kiekvienais metais buvo mažesnė Indijos finansų rinkoje ir tuo pačiu buvo mažesnės standartinio nuokrypio reikšmės. Tačiau, tokiu atveju, portfelį turėjo sudaryti daugiau aktyvų, kad pilnai eliminuoti sisteminės rizikos įtaka. Analogišką procedūrą savo tyrimuose taikė jau aptarti Abdoun ir Hasan (2023) bei Mazanec (2021).

3. Priklausomai nuo gautų koreliacijos koeficientų, tai atrinktų įmonių atveju patikrinti, ar jų akcijų kainų pokyčiams nebūdingi efektyvios rinkos požymiai. Šis žingsnis yra svarbus, kadangi jau rinkai esant silpnos efektyvumo formos, tai praeities kainos atspindi ateities kainose dėl to prarandama galimybė prognozuoti jų pokyčius ateityje (Kumbure ir kiti, 2022). Rinkos efektyvumas bus tikrinamas atlikus aktyvų grąžų autokoreliacijos skaičiavimus 10 vėlavimų, *Ljung-BOX Q* testą ir atlikus regresinę analizę. Žemiau pateikiamos rodiklių skaičiavimo formulės ir eiga.

Esant silpnos formos efektyvumui rinkoje, tai negali būti jokio tarpusavio ryšio tarp praeities akcijų grąžų ir dabarties, ką ir parodo autokoreliacijos koeficientas (Vu ir kiti, 2024). Pateikiama tokia koeficiento skaičiavimo formulė:

$$\rho(k) = \frac{\sum_{t=1}^{T-k} (R_t - \bar{R}_T)(R_{t+k} - \bar{R}_T)}{\sum_{t=1}^T (R_t - \bar{R}_T)^2}, \quad (24)$$

kur $\rho(k)$ – autokoreliacija vėlavimų momentui k ; $\bar{R}_T$ – vidutinė grąža, kuri apskaičiuojama $\bar{R}_T = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T R_t$; T – stebėjimų skaičius; R_t – aktyvo grąža laikotarpiu t ; R_{t+k} – aktyvo kainų grąžos, kurios yra nutolusios viena nuo kitos k vėlavimo momentų (Formulės ir paaiškinimų šaltinis: Krawiec ir kiti, 2023).

Tuo pačiu apskaičiuojamas ir *Ljung-Box Q* testo rodiklis, kurio pagalba yra nustatoma, ar stebėjimai laike yra atsitiktiniai ir vienas nuo kito nepriklausomi (Zaman, 2019). Pateikiama tokia formulė:

$$Q'm = T(T + 2) \sum_{k=1}^m \frac{\rho(k)^2}{T - k}, \quad (25)$$

kur $\rho(k)$ – autokoreliacijos koeficientas vėlavimo momentui k , kuomet $k = 1 \dots m$; m – bendras vėlavimų skaičius (maksimalus $m \approx \ln(T)$); T – duomenų laiko eilutės dydis (Formulės ir paaiškinimų šaltinis: Krawiec ir kiti, 2023).

Autokoreliacijos koeficiento ir *Ljung-Box Q* testus savo tyrimuose siekiant nustatyti, ar rinkos nėra silpnai efektyvios taikė Krawiec ir kiti (2023) bei Zaman (2019). Krawiec ir kiti (2023) ištyrė Višegrado grupės (Lenkija, Vengrija, Čekija, Slovakija) degalų rinkas. Tyrime naudojo benzino ir dyzelino kainas, o duomenų laikotarpis apėmė nuo 2016 metų sausio mėnesio iki 2020 metų gruodžio mėnesio. Kartu su autokoreliacijos ir *Ljung-Box Q* testu taikė dar ir kitus testus (angl. Runs test, Variance ratio test, Unit root test). Nagrinėjamų metodų atveju koeficientai statistiškai reikšmingi buvo daliai vėlavimų, kas galėtų rodyti rinkų neefektyvumą. Galima išskirti Slovakiją, kurios atveju nepasitaikė nei vieno statistiškai reikšmingo koeficiento, kas galėtų rodyti, kad ši rinka yra silpnai efektyvi. Vengrijos atveju statistiškai reikšmingo koeficientų nepasitaikė dyzelio atveju. Dėl pakankamai didelio kiekio statistiškai nereikšmingų koeficientų, tai autoriai neatmetė, bet ir nepripažino, kad rinkos yra neefektyvios. Antrame tyrime, kurį atliko Zaman (2019), buvo ištirtas Bangladešo finansų rinkos efektyvumas. Tyrime buvo naudoti DSEX (Dhaka) indekso duomenys laikotarpyje nuo 2013 m. sausio 27 dienos iki 2017 m. rugpjūčio 31 dienos ir CSCX (Chittagong) indekso duomenys laikotarpyje nuo 2013 m. sausio 1 dienos iki 2017 m. rugpjūčio 31 dienos. Skaičiavimai atlikti 16 vėlavimų. Kartu su autokoreliacijos ir *Ljung-Box Q* testu buvo taikyti ir kiti metodai (angl. Run test, Unit root test, Augmented Dickey Fuller test, Phillips – Perron test). Rezultatai parodė, kad autokoreliacijos koeficiento atveju silpnas rinkos efektyvumas negali būti patvirtintas abiejų indeksų atveju, bet *Ljung-Box Q* testo atveju nebuvo nei vieno reikšmingo koeficiento CSCX indekso grąžoms.

Papildomai, siekiant nustatyti, ar atrinktų tyrimui aktyvų atveju yra būdinga silpna efektyvumo forma, bus atlikta regresinė analizė. Tokiu būdu bus patikrinta, ar praeitos dienos grąža turi reikšmingą įtaką dabartinei grąžai. Pateikiama tokia formulė:

$$R(t) = \alpha + \beta R(t - 1) + \varepsilon_t, \quad (26)$$

kur $R(t)$ – grąža laikotarpiu t ; $R(t - 1)$ – grąža laikotarpiu $t-1$; β – koeficientas nusakantis poveikį priklausomam kintamajam; ε_t – paklaida. (Formulės šaltinis: Novak, 2019).

Šį metodą taikė Novak (2019) atliekant tyrimą, kuriuo buvo siekiama nustatyti, ar Kroatijos finansų rinką yra silpnai efektyvi. Tyrimui atlikti buvo naudojamos *CROBEX* indekso reikšmės laikotarpyje nuo 2000 metų sausio mėnesio iki 2019 metų kovo mėnesio. Rezultatai parodė, kad praeities grąža turėjo įtaką dabartinei grąžai, kas rodo, kad rinka yra neefektyvi. Svarbu paminėti, kad šis metodas turi ir savo silpnąją pusę, kadangi nėra eliminuojama

autokoreliacija ir heteroskedastiškumas, o reikšmėms gali trukti normalaus pasiskirstymo. Tokiu atveju tinkamesnis būdas skaičiavimams atlikti gali būti kvantiliais paremtas autoregresijos metodas. Ir šiuo atveju nagrinėjamo tyrimo rezultatai, vėlgi, patvirtino Kroatijos rinkos neefektyvumą.

Pateikiama tokia patobulinta autoregresijos formulė, kuri bus naudojama tyrime:

$$Q_{R(t)}(\tau|R(t-1) = \beta_1(\tau) * R(t-1) + \varepsilon(\tau), \quad (27)$$

kur $Q_{R(t)}(\tau|R(t-1))$ – logaritmuotų grąžų τ kvantilis; $\varepsilon(\tau)$ – paklaidų kvantilis; $\beta_1(\tau)$ – praeities logaritmuotų grąžų priklausomojo kintamojo kvantilis (Formulės ir paaiškinimų šaltinis: Novak, 2019).

4. Atlikus koreliacinę analizę ir patikrinus akcijų kainų pokyčių efektyvumą, tai pasirinktiems aktyvams atlikti techninę analizę siekiant suprognozuoti tikėtinas kainų judėjimo tendencijas ateityje. Remtis MACD (angl. Moving average convergence/divergence) ir RSI (angl. Relative strength index) indikatoriais. Esant pirkimo indikacijoms, tai įtraukti aktyvą į portfelį. Pateikiama techninių osciliatorių skaičiavimo seka su paaiškinimais.

MACD yra techninės analizės priemonė, kuri signalizuoja apie tendencijų pokyčius aktyvų kainų judėjime. Šis osciliatorius yra sudaromas paskaičiavus du eksponentinius judėjimo vidurkius (angl. Exponential moving average (EMA)) – pirmasis skaičiuojamas 12 dienų, o antrasis 26 dienoms. Visa techninės analizės priemonė grafike yra sudaryta iš dviejų linijų, o būtent pačio MACD, kuris yra skirtumas tarp jau minėtų eksponentinių judėjimo vidurkių, ir antrosios signalo linijos, kuri reprezentuoja 9 dienų eksponentinį judėjimo vidurkį. Kuomet MACD linija kerta 9 dienų eksponentinį judėjimo vidurkį iš apačios, tai signalizuoja, kad aktyvo kaina gali kilti, o kai kerta iš viršaus, tai yra požymis, kad aktyvo kaina gali sumažėti. Eksponentinių vidurkių judėjimo dienos gali būti koreguojamos (Cohen ir Cabiri, 2015).

Pateikiamos šios MACD skaičiavimo formulės:

$$MACD(t+1) = EMA_q(t+1) - EMA_p(t+1), \quad (28)$$

kur q – 12 dienų; p – 26 dienos.

EMA 12 ir 26 dienoms apskaičiuojamas tokiu būdu:

$$EMA_p(t+1) = \frac{2}{p+1} P_{m,t} + \left(1 - \frac{2}{p+1}\right) EMA_p(t), \quad (29)$$

$$EMA_q(t+1) = \frac{2}{q+1} P_{m,t} + \left(1 - \frac{2}{q+1}\right) EMA_q(t), \quad (30)$$

kur $P_{m,t}$ – m akcijos kaina laikotarpiu t .

Signalų linijos arba 9 dienų eksponentinio vidurkio judėjimo formulė:

$$Sig_r(t+1) = \frac{2}{r+1} MACD(t) + \left(1 - \frac{2}{r+1}\right) Sig_r(t). \quad (31)$$

Skaičiavimų pradžioje pati pirmoji EMA reikšmė yra pradinė analizuojamų duomenų reikšmė. Tą galima pavaizduoti lygybėmis:

$$EMA_p(1) = EMA_q(1) = P_{m,1}, \quad (32)$$

$$Sig_r(1) = MACD(1). \quad (33)$$

MACD pirkimo ir pardavimo signalų indikacijos:

- a) Pirkimo signalas atsiranda tuomet, kai $MACD(t) > Sig_r(t)$. Tokiu būdu indikuojama, kad atsiranda kainų augimo tendencija ir didėja aktyvų paklausa.
- b) Pardavimo signalas atsiranda tuomet, kai $MACD(t) \leq Sig_r(t)$. Tokiu būdu indikuojama, kad atsiranda kainų kritimo tendencija ir mažėja aktyvų paklausa (Formulių ir paaiškinimų šaltinis: Rosadi ir kiti, 2024).

Cohen ir Cabiri (2015) teigia, kad Santykinis stiprumo indeksas yra priemonė techninėje analizėje, kuri matuoja rinkos pagreičio mastą. Šio indikatorius pagalba yra matuojami uždarymo kainų kilimo ir kritimo pokyčiai per tam tikrą periodą. Bhargavi ir kiti (2017) nurodo, kad rodiklio intervalas sudaro nuo 0 iki 100, kur reikšmės pakilimas virš 70 gali indikuoti, kad rinkoje aktyvas yra perpirktas, o kritimas žemiau 30, tai perparduotas. Dažniausiai analizėje yra skaičiuojamas 14 dienų osciliatorius (tam tikrais atvejais 9 dienų), bet toks rodiklis tinka labiau prognozuoti trumpo ir vidutinio laikotarpio investicijas. Ilgojo laikotarpio investicijų atveju gali būti naudojamas 56 dienų RSI, kurio skaičiavimas yra pagrįstas 2 metų duomenimis, o jau 200 dienų RSI gali būti paremtas 8 metų duomenimis ir čia tinkami naudoti savaitės arba net mėnesio duomenis.

Priklausomai nuo tendencijos, tai apskaičiuojami augimo ir kritimo pokyčiai:

$$U_{i,t} \begin{cases} P_t - P_{t-1}, & \text{jei } P_t > P_{t-1} \\ \text{priešingu atveju } 0 \end{cases} \quad (34)$$

$$D_{i,t} \begin{cases} P_t - P_{t-1}, & \text{jei } P_{t-1} > P_t \\ \text{priešingu atveju } 0 \end{cases} \quad (35)$$

kur P_t – akcijos uždarymo kaina dieną t ; $U_{i,t}$ – aktyvo dienos uždarymo kainos augimo pokytis; $D_{i,t}$ – aktyvo dienos uždarymo kainos mažėjimo pokytis.

Apskaičiuojamos dienos pokyčių vidutinės reikšmės 14 dienų:

$$\check{U}(P)_t = \frac{1}{14} \sum_{t-13}^t U(P)_t, \quad (36)$$

$$\check{D}(P)_t = \frac{1}{14} \sum_{t-13}^t U(P)_t, \quad (37)$$

Apskaičiuojamas santykinis aktyvo stiprumas laikotarpiui t :

$$RS(P)_t = \frac{\check{U}(P)_t}{\check{D}(P)_t}. \quad (38)$$

Apskaičiuojamas aktyvo santykinis stiprumo indeksas laikotarpiu t :

$$RSI(P)_t = 100 - \frac{100}{1 + RS(P)_t}. \quad (39)$$

RSI pirkimo ir pardavimo signalų indikacijos:

- a) Pirkimo signalas atsiranda tuomet, kai $RSI(P)_t < 30$. Tokiu būdu indikuojama, kad atsiranda kainų augimo tendencija ir didėja aktyvų paklausa.
- b) Pardavimo signalas atsiranda tuomet, kai $RSI(P)_t > 70$. Tokiu būdu indikuojama, kad atsiranda kainų kritimo tendencija ir mažėja aktyvų paklausa (Formulių ir paaiškinimų šaltiniai: Gerritsen ir kiti, 2020; Cohen ir Cabiri, 2015).

Bhargavi ir kiti (2017) cituodami Chong ir kitus (2014) nurodo, kad RSI ir MACD indikatoriai yra pakankamai efektyvios priemonės prognozuojant aktyvų judėjimą ir tai gali padėti sugeneruoti didesnę grąžą rinkoje. Bhargavi ir kiti (2017) atliko tyrimą, kuriame išanalizavo 20 akcijų iš Indijos finansų rinkos. Duomenų laikotarpis apėmė nuo 2011 metų sausio mėnesio iki 2013 metų gruodžio mėnesio. Šie autoriai atlikdami tyrimą paskaičiavo 14 ir 56 dienų RSI rodiklius ir remiantis gautomis reikšmėmis įtraukė pasirinktas įmones į investicinį portfelį. Po 3 mėn. buvo patikrintas 14 dienų RSI efektyvumas ir paaiškėjo, kad 4 iš 5 portfelio įmonių sugeneravo teigiamą grąžą. Jau aptartą Cohen ir Cabiri (2015) tyrimas parodė, kad RSI osciliatorius analizuojant DJIA (JAV), FTSE100 (Jungtinė Karalystė) ir NK225 (Japonija) akcijų indeksus 5 iš 6 metų buvo efektyvesnė priemonė nei „pirk ir laikyk“ strategija. Šiuo atveju geresnis sprendimas investuoti ilgesniam laikotarpiui buvo tik TA100 (Izraelis) indekso atveju. Savo ruožtu MACD osciliatoriaus taikymas buvo tinkamesnė priemonė NK225 indekso atveju, bet, vėlgi, nepasitvirtino indekso TA100 atveju.

Svarbu paminėti, kad techniniai indikatoriai ne visada garantuoja geresnę grąžą lyginant su pasyvesnėmis investavimo strategijomis. Gerritsen ir kiti (2020) atliko tyrimą, kuriame patikrino, ar techniniai indikatoriai gali užtikrinti didesnę *Sharpe* rodiklį lyginant su „pirk ir laikyk“ strategija *Bitcoin* atveju. Duomenų laikotarpis tyrimui apėmė nuo 2010 metų liepos mėnesio iki 2019 metų sausio mėnesio. Rezultatai parodė, kad techninių indikatorių naudojimas, o tiksliau RSI ir MACD, dažnu atveju neužtikrino geresnės grąžos ir rizikos santykį. Galima išskirti tik MACD atvejį, kuomet grąža buvo aukštesnė, kai buvo reaguojama tik į pirkimo signalą.

5. Penktame tyrimo etape, atlikus techninę analizę, atrinkti įmonės su geriausiomis augimo tendencijomis ir remiantis jų kainomis sudaryti lygių svorių, maksimalaus *Sharpe* rodiklio bei užtikrinančius maksimalią grąžą ir minimalią riziką portfelius. Išsamiai portfelio optimizavimo eigą ir lygtis yra aprašę Ta ir kiti (2020) straipsnyje „Portfolio optimizavimu pagrįstas akcijų prognozavimas naudojant ilgalaikės ir trumpalaikės atminties tinklą kiekybinėje prekyboje“ (angl. Portfolio Optimization – Based Stock Prediction Using Long – Short Term Memory Network in Quantitative Trading).

Pateikiama tokia nurodytų autorių aprašyta kelių aktyvų portfelio sudarymo eiga ir formulės.

Apskaičiuojama pradinė portfelio vertė:

$$V_0 = x_1 s_1^0 + \dots + x_N s_N^0 = \sum_{i=1}^N x_i s_i^0, \quad (40)$$

kur N – akcijų skaičius portfelyje; S_0 – kiekvienos portfelio akcijos pradinė vertė, kuri gali būti apibrėžta $S_0 = (s_1^0, \dots, s_N^0)$; X – kiekvienos akcijos skaičius portfelyje, kuris gali būti apibrėžtas $X = (x_1, \dots, x_N)$.

Priklausomai nuo sprendimo, kiek kiekvieno aktyvo akcijų įtraukti į portfelį, tai paveiks investicinės sumos pasiskirstymą, kas ir yra pagrindinis tikslas. Tokį pasiskirstymą galima išreikšti svoriais $W = (w_1, \dots, w_N)$, kur $\sum_{i=1}^N w_i = 1$, o $w_i = \frac{x_i s_i^0}{V_0}$, kur $i = 1, \dots, N$.

Laikotarpio t pabaigoje akcijų kainos pakinta, ką galima išreikšti $S_t = (s_1^t, \dots, s_N^t)$.

Apskaičiuojama galutinė portfelio vertė:

$$V_t = x_1 s_1^t + \dots + x_N s_N^t = \sum_{i=1}^N x_i s_i^t. \quad (41)$$

Apskaičiuojama faktinė portfelio grąža:

$$R_p = w_1 r_1 + w_2 r_2 + \dots + w_N r_N. \quad (42)$$

Šios formulės atveju Ta ir kiti (2020) aiškina, kad faktinė portfelio grąža yra atsitiktinis kiekvienos akcijos rinkinys kartus su tikėtinų grąžų vektoriumi, kuris gali būti apibrėžtas $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)$, kur $\mu_i = E(r_i)$, kai $i = 1, 2, \dots, N$.

Cesarone ir kiti (2022) tikėtinas grąžas apibrėžė, kaip kiekvieno aktyvo atskirų laikotarpių grąžų vidutinę reikšmę. Šiame darbe kiekvieno aktyvo tikėtinai grąžai nustatyti bus naudojama tokia formulė:

$$\mu_k = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T r_{kt}. \quad (43)$$

kur μ_k – tikėtina aktyvo k grąža; T – visas stebėjimų laikotarpis; r_{kt} – aktyvo k grąža laikotarpiu t . (Formulės ir paaiškinimų šaltinis: Cesarone ir kiti, 2022).

Apskaičiuojama tikėtina portfelio grąža. Šis rodiklis parodo kiekvieno portfelio aktyvo tikėtiną grąžą portfelyje. Kiekvieno aktyvo tikėtinai grąžai yra priskirti svoriai, kurie yra išreikšti procentais nurodančiais jo rinkos vertės dalį. Bendra šių procentinių reikšmių suma nurodo bendrą portfelio rinkos vertę. Naudojama tokia formulė:

$$E(R_p) = w_1 E(r_1) + w_2 E(r_2) + \dots + w_N E(r_N) = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i. \quad (44)$$

Apskaičiuojama portfelio grąžų dispersija:

$$Var(R_p) = E(R_p - \mu_p)^2 = E(R_p^2) - \mu_p^2. \quad (45)$$

Grąžų dispersija gali būti paskaičiuota remiantis reikšmės S_t dispersija. Pateikiama tokia formulė:

$$Var(R_p) = Var\left(\frac{S_t - S_0}{S_0}\right) = \frac{1}{S_0^2} Var(S_t - S_0) = \frac{1}{S_0^2} Var(S_t) = \frac{1}{S_0^2} Var(S_t). \quad (46)$$

Ta ir kiti (2020) pabrėžia, kad atsitiktinių grąžų standartinis nuokrypis yra $\sigma_p = \sqrt{Var(R_p)}$. Kovariacija tarp kompanijų aktyvų grąžų bus išreikšta $\sigma_p = Cov(r_i, r_j)$, o tiksliau $\sigma_{ii} = \sigma_i^2 = Var(r_i)$. Pateikiama kovariacijos formulė ir matrica:

$$Cov(r_i, r_j) = E[(r_i - \mu_i)(r_j - \mu_j)], \quad (47)$$

$$Cov = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \cdots & \sigma_{NN} \end{bmatrix}. \quad (48)$$

Šio etapo pabaigoje papildomai nurodoma lygių svorių investicinio portfelio, kuris irgi bus skaičiuojamas šio darbo tyrime, formulė:

$$w_i = \frac{1}{N}, \quad (49)$$

kur N – aktyvų skaičius; w_i – aktyvų svoriai investiciniame portfelyje (Formulės šaltinis: Hidaka ir kiti, 2023).

Antram etapui pateikiama portfelio optimizavimo eiga. Siekiant nustatyti optimalų aktyvų pasiskirstymą portfelyje, tai bus atliekama *Monte Carlo* simuliacijos pagalba. Tai yra metodas, kurio pagalba galima įvertinti priklausomybę tarp kintamųjų ir ją vizualizuoti grafiškai. Pirmu žingsniu yra sugeneruojami atsitiktiniai portfelio svoriai, apskaičiuojamos tikėtinos grąžos, jų kintamumas ir *Sharpe* rodiklis. Svoriai yra koreguojami iki tol, kol bus pasiekta aukščiausia *Sharpe* rodiklio reikšmė. Visi sugeneruoti svorių deriniai gali būti pavaizduoti grafiškai (Žr. 2 paveikslą). Ta ir kiti (2020) pateikia tokią *Monte Carlo* algoritmo simuliacijos seką pritaikius programavimo principus:

- **Įvestis.**
 - Sugeneruotų derinių skaičius n .
 - Aktyvų skaičius kiekvienam portfeliui N .
 - Pradinis portfelio svorių rinkinys $W_0 = [w_1, \dots, w_N]$, kur $\sum_{i=1}^N w_i = 1$, kai $i=1, \dots, N$.
- **Išėja.**
 - Maksimalus *Sharpe* rodiklis.
 - Optimalių svorių rinkinys $W = [w_1, \dots, w_N]$, kur $\sum_{i=1}^N w_i = 1$, kai $i=1, \dots, N$.
- **i reikšmėms esant diapazone (n).**
 - Pradiniai atsitiktiniai svoriai W_i .
 - Išsaugomi laikini svoriai W_i .
 - Apskaičiuojama tikėtina portfelio grąža.
 - Apskaičiuojamas tikėtinas kintamumas (dispersija, standartinis nuokrypis).
 - Apskaičiuojamas *Sharpe* rodiklis.
- **Pabaiga**

(Tyrimo eigos ir paaiškinimų šaltinis: Ta ir kiti (2020)).

Svarbu paminėti, kad mokslinėje literatūroje yra pateikiama tokia *Sharpe* rodiklio skaičiavimo formulė, kuri ir bus naudojama tyrime:

$$S_i = \frac{R_i}{\sigma_i}, \quad (50)$$

kur R_i – aktyvo logaritmuota grąža viršijanti nerizikingą rinkos normą; σ_i – aktyvo grąžų standartinis nuokrypis (Formulės šaltinis: Gerritsen ir kiti, 2020).

Gerritsen ir kiti (2020) tyrinėdami *Bitcoin* rinką laikotarpyje nuo 2011 metų iki 2019 metų *Sharpe* rodiklio skaičiavimuose kaip nerizikingą rinkos normą naudojo 3 mėnesių JAV valstybės obligacijų normą. Šio darbo tyrime bus naudojama Europos Centriniam Banke nurodyta Euro zonos 3 mėnesių AAA reitingo obligacijų vidutinė metų pelningumo norma. Apskaičiuota 2022 – 2025 m. vidutinė reikšmė yra lygi 2,16%. (Šaltinis: European Central Bank, Euro area yield curves žiūrėta: 2026-05-11). Tokiu būdu reikšmei apibrėžti savo darbe skaičiavimą atliko Bányai ir kiti (2024). Siekiant nustatyti dienos reikšmę, tai vidutinis pajamingumas bus dalinamas iš vidutinio laikotarpio prekybos dienų skaičiaus.

Trečiame etape bus taikomas vidutinės variacijos optimizavimo modelis. Ta ir kiti (2020) pateikia tokią šio metodo skaičiavimo eigą:

$$\Phi = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \sigma_{N2} & \cdots & \sigma_{NN} \end{bmatrix}, \quad (51)$$

Ta ir kiti (2020) nurodo, kad portfelis sudarytas iš N aktyvų gali būti aprašytas svorių $W = (w_1, \dots, w_N)$ vidutinėmis reikšmėmis, kai $\sum_{i=1}^N w_i = 1$. Vektorius iš N dimensijų išreiškiamas $I = (1, 1, \dots, 1)$. Tokiu būdu lygtis įgauna pavidalą $w^T I = 1$. Atsitiktinės akcijų grąžos apibūdinamos kaip $r_1, \dots, r_N$, o tikėtinų grąžų vektorius kaip $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)$, kur $\mu_i = E(r_i)$, kai $i = 1, 2, \dots, N$. Kovariacija tarp grąžų gali būti išreikšta $\sigma_{ij} = Cov(r_i, r_j)$ ir $\sigma_{ii} = \sigma_i^2 = Var(r_i)$. Tokių būdu sudaroma $N \times N$ kovariacijos matrica Φ .

Kitu žingsniu apskaičiuojamos w svorių portfelio tikėtina grąža $\mu_P = E(R_P)$ ir dispersija $\sigma_P^2 = Var(R_P)$. Pateikiamos tokios formulės:

$$\mu_P = \sum_{i=1}^N w_i \mu_i = w^T \mu, \quad (52)$$

$$\sigma_P^2 = Var(R_P) = \sum_{i,j=1}^N w_i w_j \sigma_{ij} = w^T \Phi w. \quad (53)$$

Paskutiniu žingsniu suformuluojama vidutinės variacijos portfelio paskirstymo problema:

$$\text{Minimize } (w) \quad w^T \Phi w, \quad (54)$$

$$\text{s.t.} \quad w^T \mu = r_{\text{target}}, \quad (55)$$

$$w^T I = 1 \quad (56)$$

(Tyrimo metodo ir paaiškinimų šaltinis: Ta ir kiti (2020)).

6. Sudarius investicinius portfelius, tolimesnio šio darbo tyrimo metu apskaičiuoti jų tikėtinus nuostolius. Taikyti analogišką metodą, kurį savo tyrime taikė Amin ir kiti (2018). Apskaičiuoti vertės pokyčio rizikos rodiklį (VaR) taikant istorinės simuliacijos metodą. Pateikiama skaičiavimo eiga:

Apibrėžiamas kiekvieno aktyvo svoris investiciniame portfelyje:

$$W_i = \frac{P_i}{P_0}, \quad (57)$$

kur P_0 – visą investicijos suma į portfelį. P_i – investuotos sumos dalis, kuri tenka aktyvui i , kur $i = 1, 2, \dots, N$.

Apskaičiavus aktyvo grąža dieną t , tai remiantis gautais rezultatais skaičiuojama portfelio grąža dieną t :

$$R_P = \sum_{j=1}^N w_j P_{jt}, \quad (58)$$

kur R_t – portfelio grąža laikotarpiu t ; N – bendras aktyvų skaičius portfelyje; w_i – aktyvo i dalis portfelyje; P_{it} – aktyvo i grąža laikotarpiu t (Formulės šaltinis: Bogdan ir kiti, 2015).

Gautų portfelio grąžų aibei nustatomas istorinis vertės pokyčio rizikos rodiklis pritaikant atitinkamą pasiklovimo lygmenį (dažnu atveju 95% arba 99%). *Excel* programoje reikšmė randama pritaikius *PERCENTILE* funkciją (Powell ir Cheung, 2012).

Vasileiou (2017) nurodo, kad remiantis istoriniais duomenimis yra perskaičiuojamos portfelio grąžos paskutiniams tam tikriems stebėjimams. Daroma prielaida, kad ateinančios dienos bus panašios tam tikram skaičiui praeities dienų ir tokiu būdu jų grąžoms vertės pokyčio rodiklis sudarys 1% arba 5% nuo žemiausių grąžų. Pavliuk ir Melnyk (2022) remiantis Morgan (1994) teigia, kad istorinio vertės pokyčio rizikos rodiklio teigiamos pusės yra lengvas rezultatų paskaičiavimas, nebūtina įvertinti parametrus bei duomenų pasiskirstymo formą.

7. Sudarius investicinius portfelius, apskaičiuoti kiekvieno analizuoto periodo grąžas iki 2026-04-30. Tokiu būdu įvertinti strategijas „Pirk ir laikyk“ bei svorių koregavimus kiekvienų metų pabaigoje. Skačiavimų formulės:

$$\text{Graża \%} = \left[\frac{\text{Portfelio (aktyvo) vertė laikotarpio pabaigoje}}{\text{Portfelio (aktyvo) vertė laikotarpio pradžioje}} - 1 \right] * 100\%, \quad (59)$$

$$\begin{aligned} \text{Portfelio grąža \%} \\ &= (\text{Pradiniai svoriai \%} * 1 \text{ aktyvo grąža}) \\ &+ (\text{Pradiniai svoriai \%} * 2 \text{ aktyvo grąža}) + \dots [\text{visos investicijos}]. \end{aligned} \quad (60)$$

(Formulių šaltinis: Crawford Scott, 1998).

8. Tolimesniame šio darbo tyrime kiekvienam portfelio aktyvo grąžų pokyčiui atlikti mažiausių kvadratų metodo regresinę analizę siekiant nustatyti, ar rinkoje pasireiškia kalendorinės anomalijos – ketvirčio efektas, mėnesio efektas, savaitės efektas. Pateikiamos regresijos lygtys:

1) Mėnesio efekto mažiausių kvadratų metodo regresijos lygtis:

$$r_t = \gamma r_{t-1} + \sum_{i=1}^{12} \beta_i d_t^i + \varepsilon_t, \quad (61)$$

kur r_{t-1} – logaritmuota grąža praėjusiais dienai; d_t^i – fiktyvusis kintamasis atspindintis atitinkamą metų mėnesį (nuo sausio iki gruodžio). Pavyzdžiui, d_t^1 atspindi sausio mėnesį ir įgautų 1 reikšmę, jei grąža iškristų šiam mėnesiui ir 0, jei priešingai. d_t^2 atspindi vasario mėnesį ir t.t. (Formulės ir paaiškinimų šaltinis: Szymanski ir Wojtalik, 2020).

2) Savaitės efekto mažiausių kvadratų metodo regresijos lygtis:

$$r_t = \gamma r_{t-1} + \sum_{i=1}^5 \beta_i d_t^i + \varepsilon_t, \quad (62)$$

kur r_{t-1} – logaritmuota grąža praėjusiais dienai; d_t^i – fiktyvusis kintamasis atspindintis atitinkamą prekybos dieną (nuo pirmadienio iki penktadienio). Pavyzdžiui, d_t^1 atspindi pirmadienį ir įgautų 1 reikšmę, jei grąža iškristų šiai dienai ir 0, jei priešingai. d_t^2 atspindi antradienį ir t.t. (Formulės ir paaiškinimų šaltinis: Szymanski ir Wojtalik, 2020).

3) Metų ketvirčio anomalinės grąžos mažiausių kvadratų metodo regresijos lygtis:

$$r_t = \gamma r_{t-1} + \sum_{i=1}^4 \beta_i d_t^i + \varepsilon_t, \quad (63)$$

kur r_{t-1} – logaritmuota grąža praėjusiai dienai; d_t^l – fiktyvusis kintamasis atspindintis atitinkamą metų ketvirtį (nuo pirmojo ketvirčio iki ketvirtojo ketvirčio). Pavyzdžiui, d_t^1 atspindi pirmąjį metų ketvirtį ir įgautų 1 reikšmę, jei grąža iškristų šiam laikotarpiui ir 0, jei priešingai. d_t^2 atspindi antrąjį metų ketvirtį ir t.t. (Formulės šaltinis: sudaryta šio darbo autoriaus modifikavus Szymanski ir Wojtalik (2020) pateiktas formules).

Siekiant įsitikinti anomalijų pasireiškimo (nepareiškimo) tvarumu laike, tai skaičiavimai atskirai bus atlikti tiriamojo laikotarpio kiekvienų metų periodui atskirai.

Taikant mažiausių kvadratų metodą Szymanski ir Wojtalik (2020) ištyrė WIG, mWIG40, sWIG80 (Lenkija), PX (Čekija) ir BUX (Vengrija) indeksus siekiant nustatyti, ar jų atveju pasireiškia savaitės ir mėnesio efektai. Duomenų laikotarpis apėmė nuo 2008 metų sausio 1 dienos iki 2018 metų birželio 30 dienos. Rezultatai parodė, kad savaitės anomalijos pasireiškė visų šalių atvejais, o būtent sWIG80 indeksui (penktadienis ir pirmadienis), BUX indeksui (pirmadienis), PX indeksui (antradienis). Mėnesio efektas irgi pasitvirtino visų šalių atveju, o Lenkijoje ir Vengrijoje būtent sausio efektas. Visgi, nurodyti autoriai pabrėžia, kad taikytas metodas turi savo trūkumų, kadangi iki galo neeliminuoja autokoreliacija ir neužtikrinamas duomenų normalusis skirstinys. Tinkamesnis metodas būtų GARCH modelis, tačiau šiame darbe taikomas nebus dėl ribotų techninių galimybių.

Šio darbo tyrimams atlikti bus naudojamos šios programos: *Microsoft excel*, *Gretl*, *Jamovi*. *MarketScreener* platforma. Įmonių akcijų kainos bus analizuojamos iš *Nasdaq Baltic* biržos oficialaus tinklapio.

3. INVESTICINIŲ PORTFELIŲ SUDARYMAS IR RODIKLIŲ ANALIZĖ

Šiame skyriuje bus pristatomi pasirinktų įmonių akcijų gražų tyrimo rodikliai, jų reikšmė ir poveikis investicinio portfelio rezultatams. Koreliacinėse analizėse pagalba bus apskaičiuojamas aktyvų gražų tarpusavio ryšio stiprumas, kurio pagalba bus nustatomos diversifikacijos galimybės. Autokoreliacijos, *Ljung-Box Q*, autoregresijos ir kvantiliais paremtos regresijos metodų pagalba bus nustatomas rinkos efektyvumo laipsnis, pagal kurią bus nustatoma, ar aktyvų kainų pokyčiai galėtų generuoti didesnę nei vidutinę gražą. Bus atliekama aktyvų techninė analizė siekiant nustatyti jų kainų tendencijas ir reakcijas į osciliatorių signalus. Remiantis atrinktomis įmonėmis bus sudaromas lygių svorių, minimalios rizikos, maksimalios gražos ir maksimalaus *Sharpe* portfeliai, o rezultatai palyginami tarpusavyje. Sudarytiems portfeliams bus skaičiuojamos faktinės gražos iki 2026-04-30 taikant „Pirk ir laikyk“ strategiją bei kiekvienų metų svorių koregavimus. Bus apskaičiuojami istoriniai vertės pokyčio rizikos rodiklių koeficientai siekiant nustatyti tikėtiną portfelio nuostolį. Regresinės analizės pagalba bus nustatomas savaitės, mėnesio, ketvirčio anomalijų pasireiškimas rinkoje ir jų įtaka investicijų rezultatams.

3.1 Akcijų gražų koreliacinė analizė

Pirmajame etape atliekama atrinktų įmonių gražų koreliacinė analizė. Žema koeficiento reikšmė tarp aktyvų gali signalizuoti, kad kainų pokyčiai rinkoje nėra stiprūs, o tai yra teigiamas signalas investuojant paskirstyti lėšas tarp šių akcijų, kadangi bus užtikrinama diversifikacija ir sumažinama rizika. Priešingai, stiprus ryšis, parodys, kad kainos judės ta pačia kryptimi. Pirminės analizės etape paaiškėjo, kad įmonių *Eleving Group (ELEVR)*, *Infotar (INFIT)*, *INDEXO (IDXIR)* kainų laikotarpis biržoje yra vėlesnis nei pasirinktas šiam tyrimui, tai jos yra atmetamos ir toliau darbo pradiniuose etapuose bus tiriamos 17 įmonių. Koreliacinės analizės tarp šių įmonių rezultatai pateikiami 2 lentelėje:

2 lentelė.

17 Nasdaq Baltic biržos didžiausių apyvartą turinčių įmonių koreliacinė matrica																	
	AKO1L	AMG1L	APG1L	CPA1T	EFT1T	GRG1L	HAE1T	IGN1L	LHV1T	MRK1T	ROE1L	RSU1L	TAL1T	TEL1L	TKM1T	TSM1T	TVE1T
AKO1L	—																
AMG1L	0.136	—															
APG1L	0.215	0.193	—														
CPA1T	0.213	0.037	0.213	—													
EFT1T	0.178	0.037	0.2	0.292	—												
GRG1L	0.131	0.111	0.213	0.235	0.21	—											
HAE1T	0.155	0.018	0.139	0.304	0.226	0.209	—										
IGN1L	0.254	0.213	0.262	0.259	0.124	0.252	0.129	—									
LHV1T	0.041	-0.011	0.033	0.382	0.037	0.047	0.035	0.425	—								
MRK1T	0.185	0.043	0.189	0.247	0.187	0.196	0.216	0.173	0.079	—							
ROE1L	0.295	0.198	0.353	0.382	0.23	0.255	0.235	0.425	0.111	0.242	—						
RSU1L	0.047	0.043	0.085	0.085	0.032	0.113	0.019	0.005	-0.015	0.023	0.058	—					
TAL1T	0.204	0.024	0.144	0.301	0.198	0.153	0.212	0.22	0.093	0.235	0.26	0.094	—				
TEL1L	0.16	0.128	0.326	0.158	0.139	0.235	0.095	0.316	0.042	0.079	0.31	0.06	0.11	—			
TKM1T	0.164	0.047	0.125	0.286	0.21	0.215	0.265	0.169	0.114	0.223	0.233	0.05	0.232	0.101	—		
TSM1T	0.142	0.044	0.133	0.252	0.153	0.186	0.182	0.167	0.05	0.219	0.202	0.057	0.221	0.16	0.188	—	
TVE1T	0.112	-0.023	0.086	0.221	0.17	0.114	0.118	0.134	0.027	0.207	0.145	0.05	0.119	0.116	0.143	0.123	—
Maks.	0.295	0.213	0.353	0.382	0.23	0.255	0.265	0.425	0.111	0.242	0.31	0.094	0.232	0.16	0.188	0.123	
Min.	0.041	-0.023	0.033	0.382	0.032	0.047	0.019	0.005	-0.015	0.023	0.058	0.05	0.11	0.101	0.143	0.123	
Juoda skaitmenų spalva - p≤0.05; Geltona skaitmenų spalva - 0.05<p≤0.1; Mėlyna skaitmenų spalva - p>0.1																	

Juoda skaitmenų spalva - $p \leq 0.05$; Geltona skaitmenų spalva - $0.05 < p \leq 0.1$; Mėlyna skaitmenų spalva - $p > 0.1$

Šaltinis: Sudaryta autoriaus remiantis Nasdaq Baltic biržos duomenimis laikotarpyje nuo 2022-01-03 iki 2025-12-30.

Rezultatai rodo, kad daugumoje atveju tarpusavio ryšis tarp įmonių akcijų gražų yra labai žemas arba žemas, kas yra teigiamas signalas diversifikacijai. Didžiausią reikšmę turintis koreliacijos koeficientas yra stebimas tarp *Ignitis* grupės ir *Artea* banko ir yra lygus 0,425, kas rodo vidutinį tarpusavio ryšį, o tai yra mažesnis diversifikacijos efektyvumo požymis. Po jo galima išskirti antrą pagal didumą 0,382 koeficientą tarp Estijos *Coop Pank* ir *Artea* banko. Šis rodiklis galėtų rodyti mažesnę diversifikacijos naudą tarp to pačio sektoriaus įmonių, bet visgi rizika yra mažesnė, kadangi pats koeficientas patenka į žemo reikšmingumo intervalą. Trečiojo, ketvirtojo ir penktojo pagal didumą koeficientų atvejais, vėlgi, išsiskiria *Artea* bankas. Čia stebimas tarpusavio ryšis su įmone *Apranga* ir yra lygus 0,353; su įmone *Telia Lietuva* yra lygus 0,31; su įmone *Akola group* yra lygus 0,295. Visgi, šie tarpusavio ryšiai yra didesni palyginus kitų įmonių, bet pakankamai silpni.

Minimalios koreliacijos atveju pats žemiausias statistiškai reikšmingas koeficientas stebimas tarp *Aprangos* ir banko *LHV group*, kurio reikšmė yra 0,033. Antroje vietoje šiek tiek didesnė, vėlgi, stebima tarp banko *LHV group* ir *Akola group* ir šiuo atveju yra 0,041. Sekantys,

didėjantys, mažiausi reikšmingi koreliacijos koeficientai irgi pasižymi savo dėsningumais, o būtent trečiojo ir ketvirtojo atveju su įmonėmis *TKM Grupp* ir *Tallink Grupp* koreliuoja *Telia Lietuva*, kur reikšmės lygios 0,101 ir 0,11 atitinkamai. Paskutiniuoju atveju išsiskiria įmonė *Tallinna Vesi*, kurios atveju egzistuoja labai silpnas tarpusavio ryšis su *Tallinna Sadam* ir lygus 0,123 bei su *TKM Grupp* ir yra lygus 0,143. Minimalių reikšmių atveju statistiškai nereikšmingi koeficientai yra būdingi įmonei *LHV Gruop*, kurių yra 12 iš 16, o likę reikšmingi yra mažesni nei 0,111. Panašus atvejis stebimas ir *Rokiškio sūrio* atveju, kur stebima 12 iš 16 nereikšmingų ir mažų koreliacijos koeficientų, o reikšmingų atveju riba neperžengia 0,113. Trečioje vietoje yra įmonė *Amber Grid*, kur stebima 10 iš 16 nereikšmingų koreliacijos koeficientų, o ribinis reikšmingas ryšis yra iki 0,213. *Merko Ehitus* atveju nereikšmingi yra 4 koeficientai, o didžiausias reikšmingas yra 0,247. Šių įmonių rodikliai yra palankus signalas svarstyti jas įtraukti į portfelį jo formavimo procese.

Apibendrinant koreliacinės analizės rezultatus, tai diversifikacijos galimybė nagrinėjamų įmonių atveju yra pakankamai pagrįsta ir gali turėti teigiamą poveikį, kadangi daugumoje atveju koeficientai rodo silpną tarpusavio ryšį.

3.2 Akcijų gražų pokyčių silpnos formos efektyvumo tyrimas

Šiame etape tikrinama, ar nagrinėjamų akcijų gražų pokyčiams yra būdingas silpnos formos efektyvumas. Esant rinkai silpnai efektyviai, praeities kainos neturi įtakos dabartinėms kainoms ir negali būti naudojamos prognozėms atlikti siekiant užsidribti didesnės gražos. Apskaičiuojami autokoreliacijos, *Ljung Box – Q* testo, autoregresijos ir kvantiliais paremtos regresijos koeficientai. Rodikliams esant statistiškai reikšmingiems yra signalizuojama, kad praeities kainos turi įtaką dabarties kainoms ir silpnos formos efektyvumo hipotezė yra atmetama. Gauti rezultatai yra pateikiami lentelėje:

3 lentelė.

<i>Akcijų gražų silpnos formos efektyvumo tyrimo rezultatai</i>							
		Autokoreliacijos vėlavimų koeficientų reikšmingumai	Dalinės autokoreliacijos vėlavimų koeficientų reikšmingumai	Ljung Box Q testo koeficientų reikšmingumas	Autoregresijos koeficientas	Kvantiliais paremtos regresijos kvantiliai ir reikšmingumai	Rinkos efektyvumo laipsnis
AKOIL	Akola group	4***; 1*	3***; 1**	10***	-0.0843232***	0.2**; 0.3***; 0.4***; 0.6***; 0.7***	Neefektyvi
AMG1L	Amber Grid	2***; 2**	3***; 1**; 1*	10***	-0.265609***	0.1***; 0.2***; 0.3***; 0.7***; 0.8***; 0.9***	Neefektyvi
APG1L	Apranga	1***; 1**	1***; 1**	2***	0.00417457; p=0.8942	0.1*; 0.2***	Silpnai efektyvi
CPA1T	Coop Pank	1***; 3**	1***; 2**; 1*	7***; 3**	0.101577***	0.1*; p = 0.0852377	Silpnai efektyvi

3 lentelės tęsinys.

EFT1T	EFTEN Real Estate Fund	1***; 1**	1***; 1**	6***; 2**	-0.0673841**	0.1*; 0.2***; 0.3***; 0.6***; 0.7***; 0.8***; 0.9**	Neefektyvi
GRG1L	Grigeo Group	1***; 1*	1***; 1*	1***; 6***; 3*	0.0913587***	0.2*; 0.6***; 0.7***	Neefektyvi
HAE1T	Harju Elekter Group	1**; 1*	1**; 1*	1* Q = 15.5194; p = 0.078	-0.00456726 p=0.8847	0.4***; 0.6***; 0.7***; 0.8**	Silpnai efektyvi
IGN1L	Ignitis grupė	2***; 1**	1***; 2**	4***; 3*	-0.00148099 p=0.9625	0.9*; p = 0.0516279	Silpnai efektyvi
LHV1T	LHV Group	0	0	0	0.000585083 p=0.9852	0.5***; 0.6***	Silpnai efektyvi
MRK1T	Merko Ehitus	1***; 2**	1***; 1**	10***	0.143224***	0.1**; 0.2***; 0.3***; 0.4***; 0.5***; 0.6***; 0.7***; 0.8***; 0.9**	Neefektyvi
ROE1L	Artea bankas	1***; 2**	1***; 2**	4***; 1*	-0.0328560 p=0.2966	0.2**; 0.3***; 0.4***; 0.7**	Silpnai efektyvi
RSU1L	Rokiškio sūris	2***; 1**	5***	10***	-0.325658***	0.1***; 0.2***; 0.3***; 0.7***; 0.8***; 0.9***	Neefektyvi
TAL1T	Tallink Grupp	1***; 1*	1***; 1*	4***; 5***; 1*	0.114540***	0.1**; 0.2**; 0.3*; 0.4**; 0.5***; 0.6***; 0.7***; 0.8***	Neefektyvi
TEL1L	Telia Lietuva	2* (1) = -0.0613; (2) = -0.0557	2* (1) = -0.0613; (2) = -0.0597	2**; 2*	-0.0613323* p=0.0511	0.3***; 0.7***; 0.8***	Silpnai efektyvi
TKM1T	TKM Grupp	2**	2**	1***; 1**; 6*	0.0804465**	0.1**; 0.2***; 0.4***; 0.6***; 0.7***; 0.8***	Neefektyvi
TSM1T	Tallinna Sadam	2**; 1*	2**	7**	0.0344233 p=0.2749	0.3*, p = 0.0699463; 0.7*, p = 0.0992208	Silpnai efektyvi
TVE1T	Tallinna Vesi	1***; 1**	1***; 1**	2**; 3*	-0.0327658 p=0.2977	0.7***; 0.8***; 0.9***	Silpnai efektyvi
Reikšmingumai: ***- 1%; **-5%; *-10%;							

Šaltinis: Sudaryta autoriaus remiantis Nasdaq Baltic biržos duomenimis laikotarpyje nuo 2022-01-03 iki 2025-12-30.

Rezultatai rodo, kad 9 iš 17 įmonių gali būti būdingas silpnos formos rinkos efektyvumas. Stipriausiai tokia rinkos būseną atspindi apskaičiuotus koeficientus *LHV Group* įmonės grąžoms. Šios organizacijos atveju autokoreliacijos, dalinės autokoreliacijos, *Ljung-Box Q* testo ir autoregresijos atvejais visi koeficientai buvo nereikšmingi, kas gali signalizuoti, kad prognozuoti didesnę investicinę grąžą remiantis istorinėmis kainomis yra netikslinga ir ji nebus aukštesnė nei vidutinė. Kvantiliais paremtos regresijos rezultatas yra priešingas minėtiems, tačiau jis nėra pakankamai stiprus, nes iš 9 kvantilių statistiškai reikšmingi tik 2.

Bent dviejų pritaikytų metodų nereikšmingi skaičiavimų rezultatai rodo, kad silpnai efektyvi rinkos forma gali būti būdinga įmonėms *Harju Elekter Group*, *Ignitis grupei*, *Telia Lietuva* ir *Tallinna Sadam*. Visų šių įmonių atveju jų neefektyvumą pagrindžia statistiškai nereikšmingos autoregresijos koeficiento reikšmės, kur *p* reikšmė gali viršyti ir 0,9 rodiklį. *Tallinna Sadam* ir *Ignitis grupės* atveju tokią išvadą patvirtina nereikšmingi kvantiliais paremtos regresijos koeficientai. *Harju Elekter Group* nereikšmingas koeficientas yra *Ljung-Box Q* testo atveju. *Telia Lietuva* atveju koeficientai yra nereikšmingi autokoreliacijos atveju. Visgi, kiti metodai gali

paneigti efektyvumą, tačiau jų rezultatai pakankamai silpni. *HAEIT* indekso atveju autokoreliacija neviršija 1 reikšmingą koeficientą, o statistiškai reikšmingų koeficientų kvantiliais paremtos regresijos atveju tik 4. *IGNIL* indekso grąžų autokoreliacijos atveju stebima tik po 3 statistiškai reikšmingus koeficientus, o *Ljung-Box Q* testo atveju ir kvantiliais paremtos regresijos tik po 4. *TELIL* indekso atveju *Ljung-Box Q* testas parodė tik 2 statistiškai reikšmingus koeficientus, o grąžų kvantilių regresinė analizė tik 3 reikšmingus koeficientus. *TSMIT* atveju rezultatai tam tikrų laipsnių skiriasi, o būtent *Ljung-Box Q* testo atveju yra stebimi 7 statistiškai reikšmingi koeficientai su 95% pasiklovimo lygmeniu, kas galėtų rodyti, kad visgi rinka yra neefektyvi, tačiau kartu su regresinės analizės rezultatais stebima tik po du reikšmingus autokoreliacijos koeficientus.

Įmonių *Apranga*, *Coop Pank*, *Artea* bankas, *Tallinna Vesi* kainų pokyčių silpną efektyvumą galėtų patvirtinti tik vienas statistiškai nereikšmingas koeficientas. *Apranga*, *Artea* bankas, *Tallinna Vesi* nereikšmingas rezultatas stebimas autoregresijos metodo atveju, kur *APGIL* laikotarpiu $t - 1$ p reikšmė yra 0,8942. *Coop Pank* silpną efektyvumą rodo kvantiliais paremtos regresijos nereikšmingi rezultatai. Statistiškai reikšmingų koeficientų stiprumas varijuoja. *Aprangos* atveju autokoreliacijos analizė ir *Ljung-Box Q* tetas parodė tik po 2 tokius koeficientus, o kvantiliais paremtos regresijos metodo pagalba užfiksuotas reikšmingas koeficientas 0.2 kvantilio atveju. *Tallinna Vesi* atveju, vėlgi, autokoreliacijos ir *Q* statistikos atvejais stebima tik po du reikšmingus koeficientus, o kvantiliais paremtos regresijos jau 3. *Artea* banko atveju stebima po 3 reikšmingus autokoreliacijos koeficientus, o *Q* statistikos ir kvantiliais paremtos regresijos jau po 4. Stipriausią poziciją iš aptartų įmonių užima *Coop Pank*, kur statistiškai reikšmingų koeficientų autokoreliacijos atveju yra 3 ir 4; autoregresijos β yra lygi 0,101577 ir yra reikšminga su 99% lygmeniu; *Ljung-Box Q* testo atveju visi 10 vėlavimų yra statistiškai reikšmingi.

Įmonės, kurių visi analizės koeficientai buvo statistiškai reikšmingi ir jos galėtų būti parskirtos prie neefektyvių rinkų, yra šios 9: *Akola Group*, *Amber Grid*, *EfTEN Real Estate fund*, *Grigeo Group*, *Merko Ehitus*, *Rokiškio sūris*, *Tillink Group*, *TKM Grupp*. Stipriausi rezultatai, kurie patvirtina šių rinkų neefektyvumą, yra stebimi kvantiliais paremtos regresijos atveju. Stiprius rezultatus parodė ir *Ljung-Box Q* testas, kur kai kurių įmonių grąžų visi vėlavimų koeficientai yra statistiškai reikšmingi. Silpniausias, bet reikšmingus rezultatus parodė autokoreliacijos metodas. *Merko Ehitus* įmonės atveju visi kvantiliai ir *Q* statistikos koeficientai yra reikšmingi, o autoregresijos β koeficientas yra reikšmingas su 99% pasiklovimo lygmeniu ir yra lygus 0,143224. Autokoreliacijos rezultatų atveju pasitaikė reikšmingų koeficientų, bet mažas skaičius, o būtent 3 vėlavimams, kai dalinės autokoreliacijos tik 2. 7 statistiškai reikšmingi kvantilių regresijos koeficientai stebimi *Tallink Grupp* atveju. Tuo pačiu neefektyvumą patvirtina ir 9

reikšmingos Q statistikos reikšmės, o autoregresijos koeficientas yra 0.114540 su 99% pasiklivimo lygmeniu. Tačiau reikšmingų autokoreliacijos koeficientų yra tik po 1. Bendrai *Ljung-Box* Q testu atveju galima išskirti šias įmones, kurių visi 10 koeficientų buvo statistiškai reikšmingi: *Akola Grupp*, *Amber Grid*, *Rokiškio sūris*, *Merko Ehitus*. Kiti koeficientai tuo pačiu nepatvirtina aptartų įmonių akcijų kainų tendencijų silpnos formos efektyvumą.

Apibendrinant, tai Baltijos šalių akcijų rinka pasižymi tam tikru kintamumu, kur apie pusė nagrinėjamų įmonių atitiko efektyvumo požymius, o kita pusė, pagal gautus rezultatus, buvo akivaizdžiai neefektyvi. Tokiu atveju būtent paskutiniosios, neefektyvios, turi būti svarstomos įtraukti į investicinį portfelį.

3.3 Akcijų kainų pokyčių techninė analizė

Priimant investicinį sprendimą yra svarbu įsivertinti įmonių akcijų kainų judėjimo tendencijas ir jų pokyčius signalizuojančių indikatorių patikimumą, kadangi tai gali būti svarbus veiksnys, kuris galėtų lemti sprendimą dėl aktyvo įtraukimo į portfelį arba jo dalies koregavimo pagal aktualias rinkų judėjimo realijas. Šioje dalyje bus atlikta įmonių, kurioms būdinga neefektyvi formą, techninė analizė tuo pačiu įvertinant santykinio stiprumo indekso ir slankiojo vidurkio konvergencijos/divergencijos rodiklio signalų patikimumą. Analizė atliekama *MarketScreener* platformoje.

3.3.1 Akola group akcijų kainų pokyčių techninė analizė

Pateikiama *Akola group* indekso *AKOIL* verčių pokyčių grafiko techninė analizė laikotarpyje nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30:

7 paveikslas.

AKOIL indekso kainų grafikas



Šaltinis: Analizė atlikta autoriaus remiantis *MarketScreener* pateikiama informacija.

Grafike galima matyti, kad laikotarpyje nuo 2021-12-30 iki 2022-03-22 kaina sumažėjo nuo 0,94 € iki 0,822 €. Abiem atvejais, o būtent 2022-01-21 ir apytiksliai 2022 metų kovo mėn. pirmoje pusėje, RSI ir MACD indikatorių signalai pasitvirtino ir kaina pradėjo didėti. Augimo tendencija tęsėsi iki 2023-02-22, kur kaina pasiekė 1,68 €. Šiuo laikotarpiu galima išskirti 4 MACD ir 2 RSI signalus, kurie atitiko realijas ir signalizavo apie trumpalaikes reversijas. Apie 2022-08-17 osciliatoriai signalizavo apie kainų kritimą, tačiau rinkoje reikšmingai stiprių pokyčių stebima nebuvo. Nuo 2023-02-22/23 kaina pradėjo kristi, ką patvirtino MACD ir RSI signalai. Kritimas tęsėsi iki 2024-04-18 ir kaina sumažėjo iki 0,936 €. Šiuo laikotarpiu stebimas tam tikra neapibrėžtumas osciliatorių atveju, kadangi techninių indikatorių signalai nors ir stiprūs, bet pokyčiai rinkoje nėra ryškūs. Nuo šio laikotarpio ir iki 2025-12-30 kaina pradėjo didėti ir išaugo iki 1,84 € už akciją, bet reversijos nepatvirtino osciliatorių signalai. Pačiu augimo laikotarpiu galima išskirti akivaizdžius 4 MACD ir 2 RSI signalus, kurie atitiko judėjimo pokyčius, bet ir 2 MACD bei 3 RSI signalus, kurie buvo klaidingi arba pokyčiai nebuvo stiprūs.

3.3.2 *Amber Grid* akcijų kainų pokyčių techninė analizė

Priešingai nei prieš tai buvusios įmonės, tai *AMGIL* indekso atveju nebuvo smarkiai išreikštų kainų kitimo tendencijų. Pokyčiai pateikiami grafike:

8 paveikslas.

AMGIL indekso kainų grafikas



Šaltinis: Analizė atlikta autoriaus remiantis *MarketScreener* pateikiama informacija.

Grafike galima matyti, kad nėra akivaizdaus ilgalaikio kainų augimo arba mažėjimo nagrinėjamu laikotarpiu. Trumpuoju laikotarpiu kaina mažėjo nuo 2022-02-25 iki 2022-03-21 ir pokytis sudarė nuo 1,21 € iki 1,02 €. Nuo šios dienos MACD ir RSI osciliatoriai signalizavo apie kainų augimą ir ji didėjo iki apytiksliai 2022-06-06, o aktyvo kaina sudarė 1,28 €. Osciliatorių signalai nuo šios dienos nepasitvirtino ir tolimesnio kainos kritimo nestebima. Dar išskirtinas laikotarpis nuo apytiksliai 2024-02-01 iki 2024-03-21, kuomet kaina pakito nuo 1,15 € iki 1,02 €. Šiuo atveju apie kritimą signalizavo tik MACD osciliatorius. Nuo 2024-03-21 kaina augo iki 2024-03-28 ir akcijos vertė sudarė 1,15 €. Nuo 2024 m. 3 ketvirčio stebimi nepatikimi osciliatorių signalai.

3.3.3 *EFTEN Real Estate Fund* akcijų kainų pokyčių techninė analizė

EFTIT indekso pokyčiai nagrinėjamu laikotarpiu pasižymi smarkiais kainų svyravimais. Tendencijos pateikiamos grafike:

9 paveikslas.

EFT1T indekso kainų grafikas



Šaltinis: Analizė atlikta autoriaus remiantis *MarketScreener* pateikiama informacija.

Bendrai, tai nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30 stebimas aktyvo kainos mažėjimas, kuomet per 4 metus ji pakito nuo 22,8 € iki 19,2 €. Šiuo laikotarpiu vyko svyravimai, kuomet buvo stebimos ne tik mažėjimo, bet ir kainų augimo tendencijos. Nuo 2022-02-11 iki 2022-03-07 kaina sumažėjo nuo 24 € iki 19,8 €, o nuo 2022-03-07 padidėjo iki 22,9 € 2022-04-25. Augimo pradžioje buvo stebimi stiprūs MACD ir RSI indikatorių signalai, kitu atveju jie buvo silpnesni. Nuo 2022-04-25 kaina mažėjo iki 2022-07-01 ir tapo lygi 20,3 €. Vėlgi apie kritimą signalizavo MACD pokytis. Atkreiptinas dėmesys į laikotarpį nuo 2023-01-09 iki 2023-02-13, kuomet kainą padidėjo nuo 19,55 € iki 22 €. Po jo sekė kainų kritimas iki 2023-08-29 ir vertė tapo lygi 17,9 €. Apie kainų mažėjimą pakankamai stipriai signalizavo RSI ir MACD reikšmės.

3.3.4 Grigeo Group akcijų kainų pokyčių techninė analizė

GRGIL indekso atveju yra stipriai išreikšta kainų judėjimo tendencija nagrinėjamu laikotarpiu. Pokyčius galima matyti grafike:

10 paveikslas.

GRGIL indekso kainų grafikas



Šaltinis: Analizė atlikta autoriaus remiantis *MarketScreener* pateikiama informacija.

Grafike galima matyti, kad egzistuoja stipriai išreikšta kainų augimo tendencija didžiajai nagrinėjamo laikotarpio daliai, o būtent pokyčiai prasidėjo nuo 2022-09-28. Iki 2025-12-30 kaina pakito nuo 0,668 € iki 1,13 €. Su kainų didėjimo pradžia sutapo MACD ir RSI osciliatorių signalai. Taip pat galim išskirti dar kelias tendencijas, bet jau tiriamojo laikotarpio pradžioje. Nuo 2022-02-09 kaina mažėjo iki 2022-03-04 ir pokytis sudarė nuo 0,944 € iki 0,7 €. Nuo 2022-03-04 prasidėjo augimas ir tęsėsi iki 2022-04-25, o kainos pasikeitė nuo 0,7 € iki 0,908 €. Šiuo atveju buvo stiprūs MACD ir RSI signalai apie perparduotą rinką. Nuo 2022-04-28 iki 2022-09-08 stebimas kainų mažėjimas nuo 0,908 € iki 0,664 €. Taip pat ir šiuo atveju pažymima tai, kad osciliatorių signalai patvirtino artėjančią tendenciją. Galima dar išskirti 2025-08-19 ir 2025-11-05 laikotarpį, kuomet kaina sumažėjo nuo 1,18 € iki 1,005 €. Šiuo atveju tendenciją irgi patvirtino MACD ir RSI indikatorių signalai.

3.3.5 *Merko Ehitus* akcijų kainų pokyčių techninė analizė

MRKIT indekso kainų pokyčiai pasižymi kintamumu, kuris gali būti padalintas į keletą periodų. Pateikiamas toks tendencijų grafikas:

11 paveikslas.

MRKIT indekso kainų grafikas



Šaltinis: Analizė atlikta autoriaus remiantis *MarketScreener* pateikiama informacija.

Įmonei *Merko Ehitus* yra būdingas ilgalaikis kainų augimas laikotarpyje nuo 2022-09-28 iki 2025-05-19. Per šį periodą kaina padidėjo nuo 11,7 € iki 33 €. Atliekant detalesnę analizę, tai paaiškėja, kad nuo 2022-09-28 iki 2024-10-02 augimas vyko palaipsniui ir galutinė kaina po jo sudarė 16,6 €. Staigus kainų šuolis prasidėjo jau nuo 2024-10-02. Nuo 2025-06-10 kainos pradėjo kristi ir ši tendencija tęsėsi iki 2025-11-13, kur aktyvo vertė sudarė 27,1 €. Augimas nuo šios dienos ir atsinaujino. Pagal grafike pateiktą informaciją, tai daugumoje atveju MACD ir RSI indikatorių signalai atitiko rinkų tendencijų pokyčius.

3.3.6 Rokiškio sūrio akcijų kainų pokyčių techninė analizė

RSUIL indekso kainų pokyčiams būdinga tendencija ne visų nagrinėjamu laikotarpiu. Kainų pokyčiai pateikiami grafike:

12 paveikslas.

RSUIL indekso kainų grafikas



Šaltinis: Analizė atlikta autoriaus remiantis *MarketScreener* pateikiama informacija.

Nagrinėjamo laikotarpio pradžioje pastebima kainų kritimo tendencija nuo 2022-01-11 iki 2022-03-08, kur piniginis pokytis sudarė nuo 2,96 € iki 2,58 €. Nuo 2022-03-08 iki 2022-05-04 stebimas kainų augimas, kur aktyvo vertė pakito iki 3,1 €. Abiem atvejais MACD ir RSI indikatoriai patvirtino judėjimą. Iki 2023-11-20 stebima akumuliacijos fazė per kurios laikotarpį akcijų kainos nesmarkiai kito, o pabaigoje sumažėjo tik iki 2,84 €. Nuo 2023-11-20 prasidėjo kainų augimas ir galutinė kaina 2025-12-30 dienai buvo lygi 4,56 €. Daugumoje atveju techninių osciliatorių signalai atitiko realybę, bet kainų pokyčiai nebuvo smarkūs. Atkreiptinas dėmesys tik 2025 m. pabaigos signalus, kurie buvo klaidinantys.

3.3.7 Tallink Grupp akcijų kainų pokyčių techninė analizė

TALIT indekso atveju nestebima stabilios kainų kitimo tendencijos nagrinėjamu laikotarpiu, bet būdingas cikliškumas. Techninių osciliatorių signalai rodo pakankamai aukštą patikimumo lygį. Pokyčiai pateikiami grafike:

13 paveikslas.

TALIL indekso kainų grafikas



Šaltinis: Analizė atlikta autoriaus remiantis *MarketScreener* pateikiama informacija.

Nuo 2022-01-13 iki 2022-10-13 įmonės akcijos vertė mažėjo nuo 0,635 € iki 0,459 €. Nuo 2022-10-13 įvyko reversija ir kaina pradėjo augti, kur augimas tęsėsi iki 2024-06-06 ir vertė sudarė jau 0,753 €. Tuomet iki 2024-07-29 kaina dar nukrito iki 0,578 € ir nuo šio momento, tikėtina, stebima akumuliacijos fazė, kurios pabaigoje kaina sudarė 0,568 €. Jos pabaigoje stebimas tam tikras atsigavimas ir 2025-12-30 aktyvo vertė buvo lygi 0,583 €. Daugumoje atveju MACD ir RSI signalai rodė atitinkančius realius pokyčius signalus. Grafike aktyvo perpirkimo ir perpardavimo signalai atitinkę tolimesnes reversijas yra pažymėti mėlyna spalva.

3.3.8 TKM Grupp akcijų kainų pokyčių techninė analizė

TKMIT indekso pokyčiai nagrinėjamu laikotarpiu pasižymi dideliu kintamumu. Tendencijos pateikiamos grafike:

14 paveikslas.

TKMIT indekso kainų grafikas



Šaltinis: Analizė atlikta autoriaus remiantis MarketScreener pateikiama informacija.

Pagal grafike pateiktą informaciją galima išskirti kelias kainų kitimo tendencijas. Nuo 2022-01-03 kaina mažėjo iki 2022-12-20 ir pokytis sudarė nuo 11,4 € iki 9,03 €. Nuo 2022-12-20 iki 2023-03-24 kaina augo nuo 9,03 € iki 10,48 €. Kitas augimas jau stebimas laikotarpyje nuo 2024-01-12 iki 2024-03-28 ir pokytis sudaro nuo 9,9 € iki 10,68 €. Nuo 2024-03-28 kaina mažėjo ir 2024-11-07 aktyvo vertė buvo lygi 9,17 €. Nuo 2024-11-28 iki 2025-04-10 kaina augo ir vertė pakito nuo 9,24 € iki 10,26 €. Paskutinis ryškesnis kritimas stebimas nuo 2025-03-21 iki 2025-04-10 ir kaina sumažėjo nuo 10 € iki 9,23 €. Nedidelis atsigavimas stebimas nuo 2025-12-12, kuomet iki 2025-12-30 akcijų kaina padidėjo nuo 9,21 € iki 9,5 €. Daugumoje atveju osciliatorių signalai atitiko tendencijų pokyčius, o šiuos signalus grafike galima matyti pažymėtus mėlynais keturkampiais.

Apibendrinant atliktą analizę, tai galima matyti, kad skirtingų įmonių kainų pokyčiai gali turėti ir stiprias tendencijas su pakankamai nemažu kiekiu teisingų techninių osciliatorių signalų, bet tuo pačiu pasižymėti ir dideliu kintamumu. Remiantis atlikta analize ir atsižvelgiant į stiprias arba stabilias kainų augimo tendencijas, tai į investicinį portfelį yra svarstoma įtraukti įmones: *Akola group*, *Grigeo group*, *Merko Ehitus* ir *Rokiškio sūris*.

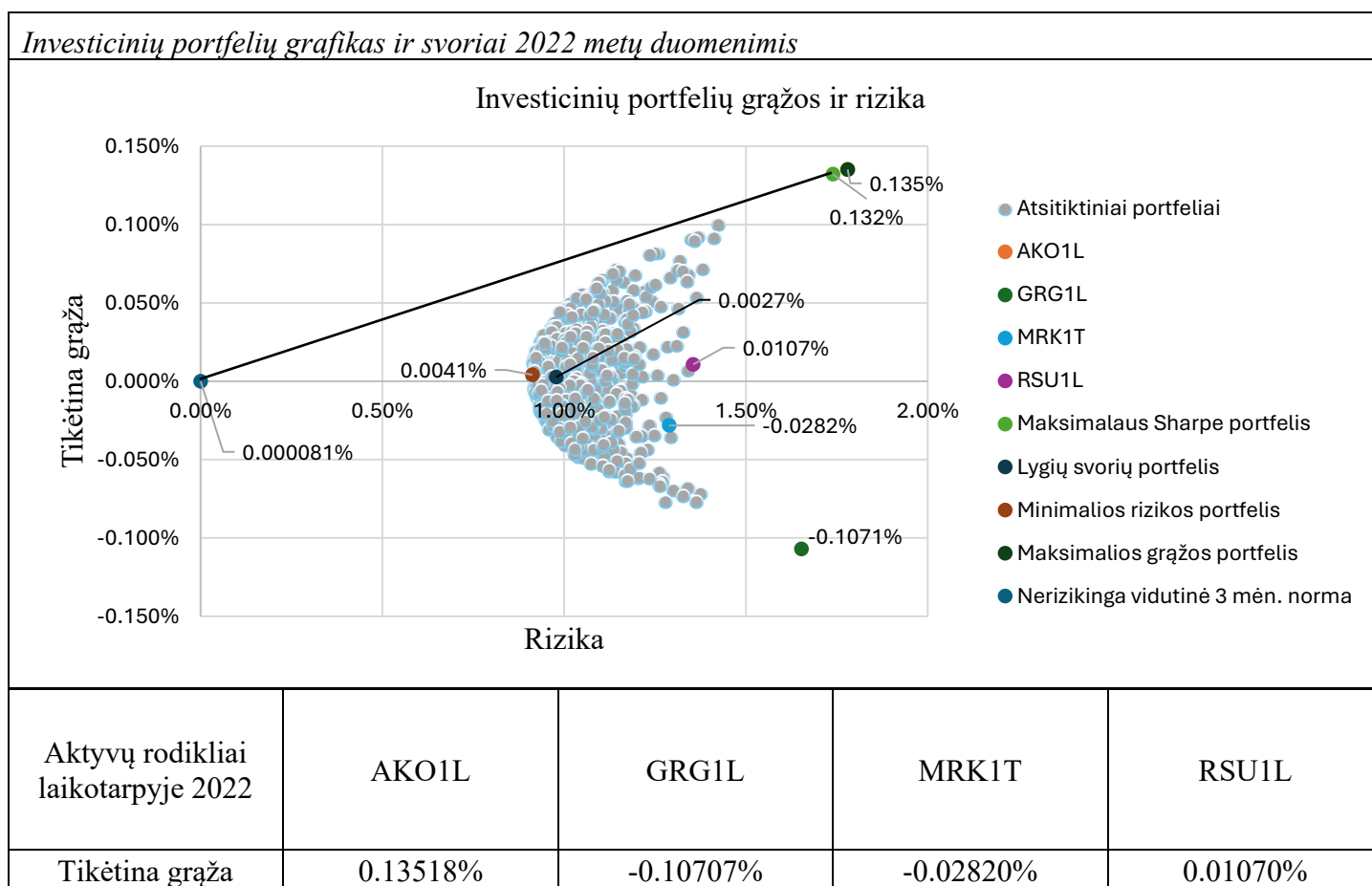
3.4 Investicinių portfelių sudarymas

Šioje darbo dalyje remiantis istorinėmis akcijų kainomis bus sudaromi investiciniai portfeliai įmonėms *Akola group*, *Grigeo group*, *Merko Ehitus* ir *Rokiškio sūris*. Nagrinėjamas laikotarpis bus paskirstytas į keturis periodus: 2021/12/30 – 2022/12/30; 2021/12/30 – 2023/12/29; 2021/12/30 – 2024/12/30; 2021/12/30 – 2025/12/30. Remiantis kiekvieno laikotarpio duomenimis bus apskaičiuojami lygių svorių, maksimalaus *Sharpe* rodiklio, minimalios rizikos ir maksimalios grąžos portfelių reikšmės, o gauti rezultatai tarpusavyje palyginami. Tolimesniame tyrimo etape siekiant įvertinti portfelių pelningumą, tai daroma prielaida, kad kiekvieno laikotarpio pradžioje į kiekvieną portfelį yra investuojama 10 000 €. Galutiniame etape bus analizuojamos ir lyginamos grąžos bei jų skirtumai pritaikius „pirk ir laikyk“ investicijos strategiją bei investicinių svorių koregavimus kiekvienų metų pabaigoje. Grąžų analizės laikotarpis apims iki 2026-04-30.

3.4.1 Investiciniai portfeliai sudaryti remiantis 2021/12/30 – 2022/12/30 duomenimis

Pateikiama aktyvų bei 4 investicinių portfelių rodiklių lentelė ir grafikas sudaryti remiantis nuo 2021-12-30 iki 2022-12-30 akcijų kainų duomenimis:

4 lentelė.



4 lentelės tęsinys.

Standartinis nuokrypis	0.01780	0.01653	0.01288	0.01355
<i>Sharpe</i> rodiklis	0.07590	-0.06483	-0.02195	0.00784
<u>Lygių svorių portfelis</u>	<u>AKO1L</u>	<u>GRG1L</u>	<u>MRK1T</u>	<u>RSU1L</u>
Svoriai	25%	25%	25%	25%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0027%	Metų	0.6739%
Standartinis nuokrypis		0.009781		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.00263		
<u>Maksimalaus Sharpe rodiklio portfelis</u>	97.53%	0%	0.00%	2.47%
Tikėtina grąža	Dienos	0.1321%	Metų	39.6586%
Standartinis nuokrypis		0.017391		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.07592		
<u>Minimalios rizikos portfelis</u>	14.49%	8.29%	38.26%	38.97%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0041%	Metų	1.0405%
Standartinis nuokrypis		0.009127		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.00439		
<u>Maksimalios gražos portfelis</u>	100%	0%	0%	0%
Tikėtina grąža	Dienos	0.1352%	Metų	40.7456%
Standartinis nuokrypis		0.017799		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.07590		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje galima matyti, kad didžiausia tikėtina grąža nagrinėjamu laikotarpiu yra stebima AKO1L indekso atveju ir sudaro 0,135%. Antroje vietoje yra RSU1L, kur tikėtina grąža lygi apie 0,011%. GRG1L ir MRK1T rodo neigiamas grąžas, kur didžiausia yra *Grigeo Group* indekso atveju ir sudaro apie -0,11%. Didžiausias *Sharpe* rodiklis yra AKO1L indekso atveju, bet tuo pačiu šios įmonės atveju yra stebimas ir didžiausias standartinis nuokrypis, kuris yra lygus 0,0178. Lygių svorių portfelio atveju dienos tikėtina grąža yra lygi 0,0027%, kas viršija tik GRG1L ir MRK1T tikėtinas grąžas ir tarp visų portfelių tai yra žemiausias rodiklis. Maksimalios gražos portfelio atveju tikėtina dienos grąža yra lygi 0,1352% ir čia tik nedidelis skirtumas stebimas lyginant su maksimalaus *Sharpe* rodiklio portfelio atveju, kur reikšmė yra 0,1321%. Abu šie rodikliai viršija kiekvieno indekso tikėtinas grąžas. Tuo pačiu abiejų portfelių atvejais stebimi ir pakankami aukšti

standartinio nuokrypio rodikliai, kur maksimalios grąžos atveju yra lygus apie 0,0178, o maksimalaus *Sharpe* rodiklio atveju apie 0,0174. Čia rezultatai yra artimi AKO1L standartiniam nuokrypiui. Tokiu atveju maksimalaus *Sharpe* rodiklio atveju 97,53% sumos investuojama įmonės *Akola Group* akcijas, o 2,47% į *Rokiškio sūrio* akcijas. Maksimalios grąžos portfelio atveju 100% investuojama į *Akola Group* akcijas. Minimalios rizikos atveju svoriai pasiskirsto tokiu būdu: AKO1L – 14,49%; GRG1L – 8,29%; MRK1T – 38,26%; RSU1L – 38,97%.

Remiantis gautais rodikliais ir svorių paskirstymo dydžiais, tai susidaro tokie „Pirk ir laikyk“ strategijos bei kasmetinio svorių koregavimo investicijų rezultatai laikotarpyje iki 2026-04-30:

5 lentelė.

<i>"Pirk ir laikyk" investicinių portfelių grąžos (2023-2026)</i>						
Data	<u>Lygiu svoriu</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalaus Sharpe</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2022-12-30	10,000.00 €			10,000.00 €		
2023-12-29	11,173.52 €	11.74%	11.74%	8,504.53 €	-14.95%	-14.95%
2024-12-30	12,623.89 €	12.98%	26.24%	8,779.52 €	3.23%	-12.20%
2025-12-30	16,823.10 €	33.26%	68.23%	13,772.61 €	56.87%	37.73%
2026-04-30	16,191.61 €	-3.75%	61.92%	12,751.92 €	-7.41%	27.52%
Galutinis pokytis	61.92%			27.52%		
Data	<u>Minimalios rizikos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalios grąžos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2022-12-30	10,000.00 €			10,000.00 €		
2023-12-29	10,493.98 €	4.94%	4.94%	8,470.15 €	-15.30%	-15.30%
2024-12-30	12,868.30 €	22.63%	28.68%	8,694.03 €	2.64%	-13.06%
2025-12-30	17,779.64 €	38.17%	77.80%	13,731.34 €	57.94%	37.31%
2026-04-30	17,124.95 €	-3.68%	71.25%	12,686.57 €	-7.61%	26.87%
Galutinis pokytis	71.25%			26.87%		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad vadovaujantis „Pirk ir laikyk“ strategija, tai didžiausia grąža 2026/04/30 yra stebima minimalios rizikos portfelio atveju ir yra lygi 71,25%, kuomet investuotų lėšų vertė pakito nuo 10 000 € iki 17 124,95 €. Antroje vietoje pakankamai aukštą rezultatą parodė lygių svorių portfelis, kur vertė pakito nuo 10 000 € iki 16 191,61 € ir pokytis sudarė 61,92%. Žemiausius, bet teigiamus, rezultatus parodė maksimalaus *Sharpe* rodiklio

portfelis ir maksimalios grąžos. Pirmuoju atveju grąža yra 27,52% (12 751,92 €), o antruoju atveju grąža yra 26,87% (12 686,57 €).

Atliekant portfelių svorių korekcijas kiekvienais metais, tai grąžos reikšmingai pasikeitė maksimalaus *Sharpe* ir maksimalios grąžos portfelių atvejais. Rezultatus galima matyti lentelėje:

6 lentelė.

<i>Investicinių portfelių grąžos perskirstant svorius kiekvienais metais (2023-2026)</i>						
Data	<u>Lygiu svoriu</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalaus Sharpe</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2022-12-30	10,000.00 €			10,000.00 €		
2023-12-29	11,173.52 €	11.74%	11.74%	8,504.53 €	-14.95%	-14.95%
2024-12-30	12,796.35 €	14.52%	27.96%	11,091.33 €	30.42%	10.91%
2025-12-30	17,350.11 €	35.59%	73.50%	18,737.62 €	68.94%	87.38%
2026-04-30	16,707.90 €	-3.70%	67.08%	16,431.42 €	-12.31%	64.31%
Galutinis pokytis	67.08%			64.31%		
Data	<u>Minimalios rizikos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalios grąžos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2022-12-30	10,000.00 €			10,000.00 €		
2023-12-29	10,493.98 €	4.94%	4.94%	8,470.15 €	-15.30%	-15.30%
2024-12-30	13,505.05 €	28.69%	35.05%	11,468.85 €	35.40%	14.69%
2025-12-30	17,551.26 €	29.96%	75.51%	19,209.87 €	67.50%	92.10%
2026-04-30	16,680.72 €	-4.96%	66.81%	16,407.78 €	-14.59%	64.08%
Galutinis pokytis	66.81%			64.08%		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje galima matyti, kad lygių svorių portfelio vertė yra mažesnė lyginant su „Pirk ir laikyk“, bet pakankamai aukšta, kadangi pokytis įvyko nuo 10 000 € iki 16 707,9 € (67,08%). Šiuo atveju tai yra didžiausia reikšmė. Antroje vietoje yra minimalios rizikos portfelis, kur vertė padidėjo nuo 10 000 € iki 16 680,72 € (66,81%). Reikšmingai padidėjo maksimalaus *Sharpe* ir

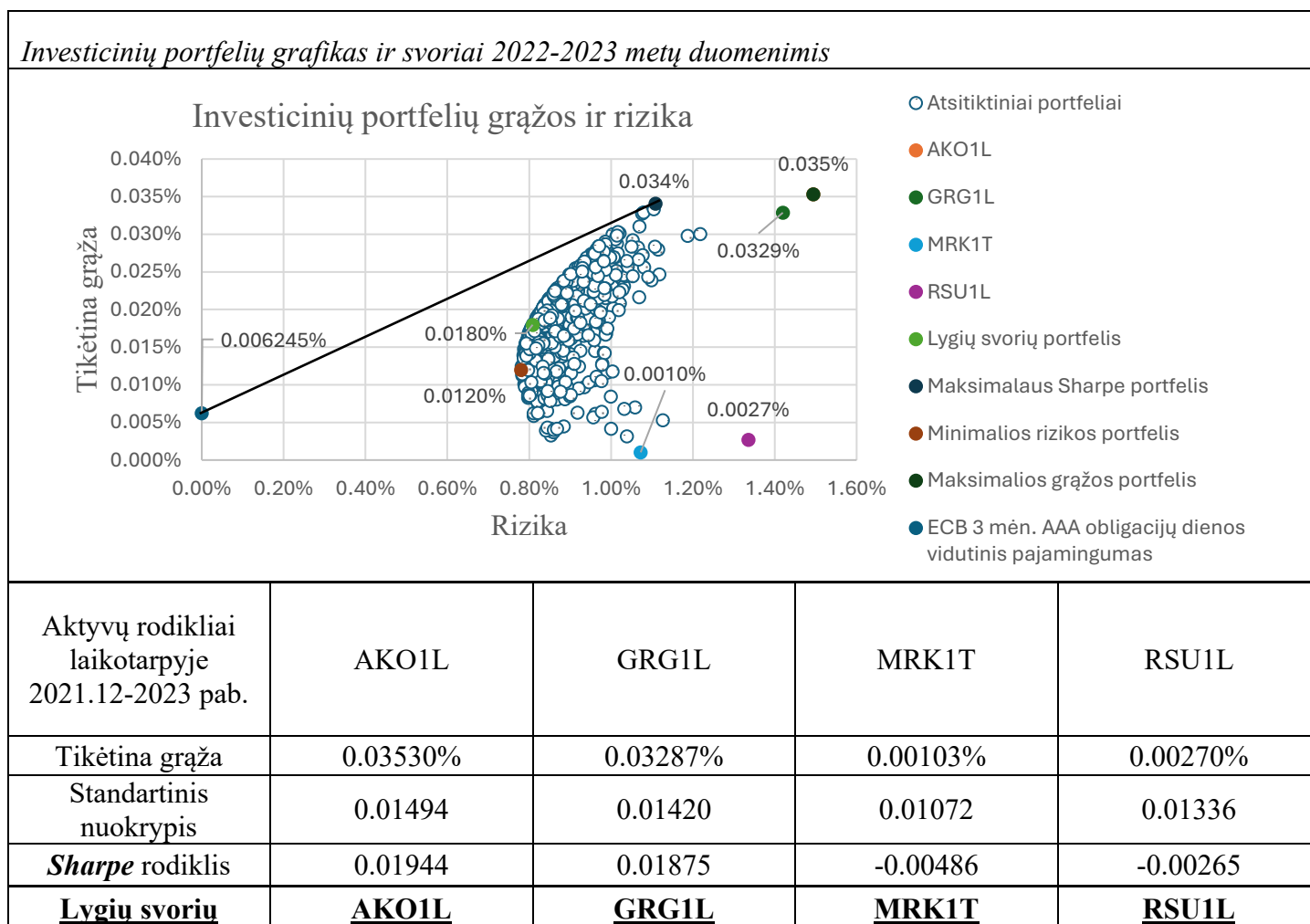
maksimalios grąžos portfelių pajamingumai. Pirmuoju atveju vertė padidėjo nuo 10 000 € iki 16 431,42 € (64,31%), o antruoju atveju vertė pakito nuo 10 000 € iki 16 407,78 € (64,08%).

Apibendrinant, tai portfeliai sudaryti remiantis 2022 m. duomenimis ilguoju laikotarpiu neparodė neigiamų grąžų. Tą galima buvo stebėti tik maksimalios grąžos ir maksimalaus *Sharpe* portfelių atvejais investicijų pradžioje. Kasmetinė svorių koregavimų strategija daugumoje atvejų parodė geresnius rezultatus nei „Pirk ir laikyk“ išskyrus minimalios rizikos portfelio atveju, kur skirtumas sudarė -4,44%. Maksimalaus *Sharpe* portfelio pokytis lygus 36,79%, o maksimalios grąžos investicijos atveju nuo 2024 m. pabaigos lėšas perskirsčius į visas *Merko Ehitus* akcijas, tai grąžos pokytis buvo lygus 37,21%. Lygių svorių portfelio atveju grąža padidėjo 5,16%.

3.4.2 Investiciniai portfeliai sudaryti remiantis 2021/12/30 – 2023/12/29 duomenimis

Pateikiama aktyvų bei 4 investicinių portfelių rodiklių lentelė ir grafikas sudaryti remiantis nuo 2021-12-30 iki 2023-12-29 akcijų kainų duomenimis:

7 lentelė.



7 lentelės tęsinys.

Svoriai	25%	25%	25%	25%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0180%	Metų	4.6524%
Standartinis nuokrypis		0.008086		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.01451		
<u>Maksimalaus Sharpe rodiklio portfelis</u>	49.97%	50.03%	0%	0%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0341%	Metų	9.0045%
Standartinis nuokrypis		0.011089		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.02511		
<u>Minimalios rizikos portfelis</u>	16.25%	15.39%	39.65%	28.72%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0120%	Metų	3.0766%
Standartinis nuokrypis		0.007804		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.00735		
<u>Maksimalios gražos portfelis</u>	100%	0%	0%	0%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0353%	Metų	9.3403%
Standartinis nuokrypis		0.014944		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.01944		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje galima matyti, kad visų indeksų atveju tikėtina grąža yra teigiama. Didžiausias rodiklis stebimas AKO1L atveju ir yra lygus 0,0353%, o mažiausias MRK1T atveju ir yra lygus 0,00103%. Didžiausias standartinis nuokrypis, vėlgi, stebimas AKO1L atveju ir yra lygus 0,01494, o mažiausias MRK1T atveju ir yra lygus 0,0172. Maksimalaus *Sharpe* rodiklio atveju investicijos suma paskirstoma tarp *Akola Group* akcijų ir *Grigeo Group*. Pirmuoju atveju svoris yra 49,97%, o antruoju atveju 50,03%. Minimalios rizikos portfelio atveju svorių pasiskirstymas yra toks: AKO1L – 16,25%; GRG1L – 15,39%; MRK1T – 39,65%; RSU1L – 28,72%. Maksimalios gražos portfelio atveju visa suma yra investuojama į *Akola Group* akcijas. Lygių svorių portfelio tikėtina grąža viršija MRK1T ir RSU1L tikėtinas grąžas, bet žemesnė už AKO1L ir GRG1L tikėtinas grąžas. Tokia situacija stebima ir minimalios rizikos portfelio atveju, bet su didesniu skirtumu. Maksimalaus *Sharpe* portfelio standartinis nuokrypis yra didesnis tik nei MRK1T. Minimalios rizikos portfelio standartinis nuokrypis yra žemesnis nei visų aktyvų atskirai.

Susidaro tokie „Pirk ir laikyk“ strategijos bei kasmetinio svorių koregavimo investicijų rezultatai laikotarpyje iki 2026-04-30:

8 lentelė.

<i>"Pirk ir laikyk" investicinių portfelių grąžos (2024-2026)</i>						
Data	<u>Lygiu svoriu</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalaus Sharpe</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2023-12-29	10,000.00 €			10,000.00 €		
2024-12-30	11,452.39 €	14.52%	14.52%	9,926.44 €	-0.74%	-0.74%
2025-12-30	15,651.26 €	36.66%	56.51%	13,263.50 €	33.62%	32.63%
2026-04-30	15,013.74 €	-4.07%	50.14%	12,578.65 €	-5.16%	25.79%
Galutinis pokytis	50.14%			25.79%		
Data	<u>Minimalios rizikos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalios grąžos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2023-12-29	10,000.00 €			10,000.00 €		
2024-12-30	12,086.66 €	20.87%	20.87%	10,264.32 €	2.64%	2.64%
2025-12-30	16,817.55 €	39.14%	68.18%	16,211.45 €	57.94%	62.11%
2026-04-30	16,135.83 €	-4.05%	61.36%	14,977.97 €	-7.61%	49.78%
Galutinis pokytis	61.36%			49.78%		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje galima matyti, kad vadovaujantis „Pirk ir laikyk“ strategija, tai didžiausia reikšmė yra stebima minimalios rizikos portfelio atveju ir ji pakito nuo 10 000 € iki 16 135,83 € (61,36%). Antroje vietoje aukštus rezultatus rodo lygių svorių portfelis, kur vertė padidėjo nuo 10 000 € iki 15 031,74 € (50,14%). Trečioje vietoje yra maksimalios grąžos portfelis, kur pajamingumas yra lygus 49,78% ir investicijos vertė išaugo iki 14 977,97 €. Žemiausią, bet teigiamą rezultatą parodė maksimalaus *Sharpe* portfelis, kur investicijos suma išaugo tik iki 12 578,65 €.

Koreguojant portfelių svorius kiekvienais metais, tai grąžos reikšmingai pasikeitė maksimalaus *Sharpe* ir maksimalios grąžos portfelių atvejais. Rezultatus galima matyti lentelėje:

9 lentelė.

<i>Investicinių portfelių grąžos perskirstant svorius kiekvienais metais (2024-2026)</i>						
Data	<u>Lygiu svoriu</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalaus Sharpe</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2023-12-29	10,000.00 €			10,000.00 €		
2024-12-30	11,452.39 €	14.52%	14.52%	9,926.44 €	-0.74%	-0.74%

9 lentelės tęsinys.

2025-12-30	15,527.89 €	35.59%	55.28%	16,769.66 €	68.94%	67.70%
2026-04-30	14,953.12 €	-3.70%	49.53%	15,881.70 €	-5.30%	58.82%
Galutinis pokytis	49.53%			58.82%		
Data	<u>Minimalios rizikos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalios gražos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2023-12-29	10,000.00 €			10,000.00 €		
2024-12-30	12,086.66 €	20.87%	20.87%	10,264.32 €	2.64%	2.64%
2025-12-30	15,707.91 €	29.96%	57.08%	17,192.32 €	67.50%	71.92%
2026-04-30	15,101.87 €	-3.86%	51.02%	16,258.55 €	-5.43%	62.59%
Galutinis pokytis	51.02%			62.59%		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje galima matyti, kad didžiausias pajamingumas, priešingai nei „Pirk ir laikyk“ strategijos atveju, yra stebimas maksimalios gražos portfelio atveju, kur vertė 2026-04-30 sudarė 16 258,55 € (62,59%). Antroje vietoje reikšmingai padidėjo maksimalaus *Sharpe* rodiklio reikšmė, kuri pakito nuo 10 000 € iki 15 881 € (58,82%). Minimalios rizikos portfelio graža šiuo atveju yra žemesnė ir yra lygi 15 101,87 € (51,02%). Lygių svorių portfelis pakito iki 14 953,12 € (49,53%).

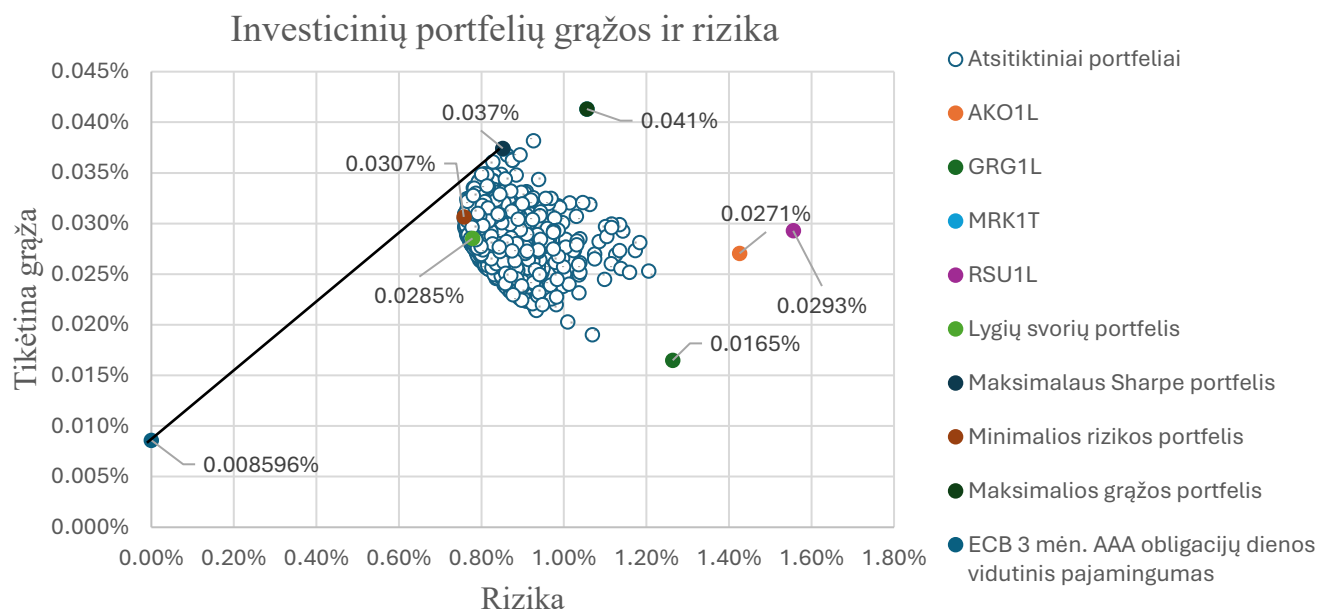
Apibendrinant, tai visi portfeliai, išskyrus maksimalaus *Sharpe*, investicijų pradžioje, rodė tik teigiamas gražas. Pritaikius kasmetinę portfelių koregavimo strategiją lyginant su „Pirk ir laikyk“, tai didžiausias grąžų pokytis stebimas maksimalaus *Sharpe* atveju ir sudaro 33,03%. Maksimalios gražos portfelio atveju graža padidėjo 12,81%. Lygių svorių portfelio atveju graža sumažėjo tik - 0,61%, minimalios rizikos net 10,34%.

3.4.3 Investicinių portfelių sudarytų remiantis 2021/12/30 – 2024/12/30 duomenimis

Pateikiama aktyvų bei 4 investicinių portfelių rodiklių lentelė ir grafikas sudaryti remiantis nuo 2021-12-30 iki 2024-12-30 akcijų kainų duomenimis:

10 lentelė.

Investicinių portfelių grafikas ir svoriai 2022-2024 metų duomenimis



Aktyvų rodikliai laikotarpyje 2021.12-2024	AKO1L	GRG1L	MRK1T	RSU1L
Tikėtina grąža	0.02705%	0.01649%	0.04130%	0.02928%
Standartinis nuokrypis	0.01426	0.01264	0.01056	0.01556
<i>Sharpe</i> rodiklis	0.01294	0.00625	0.03099	0.01330
<u>Lygių svorių</u>	<u>AKO1L</u>	<u>GRG1L</u>	<u>MRK1T</u>	<u>RSU1L</u>
Svoriai	25%	25%	25%	25%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0285%	Metų	7.485%
Standartinis nuokrypis		0.007784		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.02561		
<u>Maksimalaus Sharpe rodiklio portfelis</u>	10.87%	0%	69.77%	19.36%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0374%	Metų	9.93%
Standartinis nuokrypis		0.008518		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.03385		
<u>Minimalios rizikos portfelis</u>	18.14%	22.92%	39.16%	19.78%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0307%	Metų	8.063%
Standartinis nuokrypis		0.007572		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.02913		

10 lentelės tęsinys.

<u>Maksimalios gražos portfelis</u>	0%	0%	100%	0%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0413%	Metų	11.013%
Standartinis nuokrypis		0.010556		
<i>Sharpe</i> rodiklis		0.03099		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje galima matyti, kad didžiausia tikėtina grąža yra stebima MRK1T atveju ir yra lygi 0,0413%, o mažiausia GRG1L atveju ir yra lygi apie 0,0165%. Maksimalaus *Sharpe* rodiklio atveju investicija turi būti paskirstyta tokiais svoriais: *Akola Group* – 10,87%; *Merko Ehitus* – 69,77%; *Rokiškio sūris* – 19,36%. Minimalios rizikos portfelio atveju svoriai paskirstomi tokiais proporcijomis: *Akola Group* – 18,14%; *Grigeo Group* – 22,92%; *Merko Ehitus* – 39,16%; *Rokiškio sūris* – 19,78%. Maksimalios gražos atveju visa suma investuojama į *Merko Ehitus* akcijas. Maksimalaus *Sharpe* rodiklio atveju grąža yra didesnė nei aktyvų tikėtinos gražos, išskyrus *Merko Ehitus* atvejį. Minimalios rizikos portfelio standartinis nuokrypis yra mažesnis nei visų aktyvų vidutinis standartinis nuokrypis.

Remiantis gautais rodikliais ir svorių paskirstymo dydžiais, tai susidaro tokie „Pirk ir laikyk“ strategijos bei kasmetinio svorių koregavimo investicijų rezultatai laikotarpyje iki 2026-04-30:

11 lentelė.

<i>"Pirk ir laikyk" investicinių portfelių grąžos (2025-2026)</i>						
Data	<u>Lygių svorių</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalaus Sharpe</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2024-12-30	10,000.00 €			10,000.00 €		
2025-12-30	13,558.64 €	35.59%	35.59%	14,642.93 €	46.43%	46.43%
2026-04-30	13,004.77 €	-4.08%	30.05%	13,932.69 €	-4.85%	39.33%
Galutinis pokytis	30.05%			39.33%		
Data	<u>Minimalios rizikos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalios gražos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2024-12-30	10,000.00 €			10,000.00 €		
2025-12-30	13,715.83 €	37.16%	37.16%	15,011.99 €	50.12%	50.12%
2026-04-30	13,134.81 €	-4.24%	31.35%	14,196.64 €	-5.43%	41.97%
Galutinis pokytis	31.35%			41.97%		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

„Pirk ir laikyk“ strategijos atveju didžiausia grąža yra maksimalios grąžos investicijos atveju ir sudaro 14 196,64 € (41,97%). Antruoju atveju šiek tiek žemesnį rodiklį parodė maksimalaus *Sharpe* portfelis, kur galutinė grąža yra lygi 39,33%, o pinigine išraiška vertė yra lygi 13 932,69 €. Minimalios rizikos portfelio atveju vertė pakito nuo 10 000 € iki 13 134,81 € (31,35%). Lygių svorių portfelio atveju grąža yra žemiausia ir sudaro 30,05%.

Portfelio koregavimas kiekvienais metais neparodė reikšmingai skirtingų rezultatų. Tą galima matyti lentelėje:

12 lentelė.

<i>Investicinių portfelių grąžos perskirstant svorius kiekvienais metais (2025-2026)</i>						
Data	<u>Lygių svorių</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalaus Sharpe</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2024-12-30	10,000.00 €			10,000.00 €		
2025-12-30	13,558.64 €	35.59%	35.59%	14,642.93 €	46.43%	46.43%
2026-04-30	13,056.76 €	-3.70%	30.57%	13,867.58 €	-5.30%	38.68%
Galutinis pokytis	30.57%			38.68%		
Data	<u>Minimalios rizikos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės	<u>Maksimalios grąžos</u>	Proc. Pokytis kasmet	Proc. Pokytis nuo pradinės vertės
2024-12-30	10,000.00 €			10,000.00 €		
2025-12-30	13,715.83 €	37.16%	37.16%	15,011.99 €	50.12%	50.12%
2026-04-30	13,186.65 €	-3.86%	31.87%	14,196.64 €	-5.43%	41.97%
Galutinis pokytis	31.87%			41.97%		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

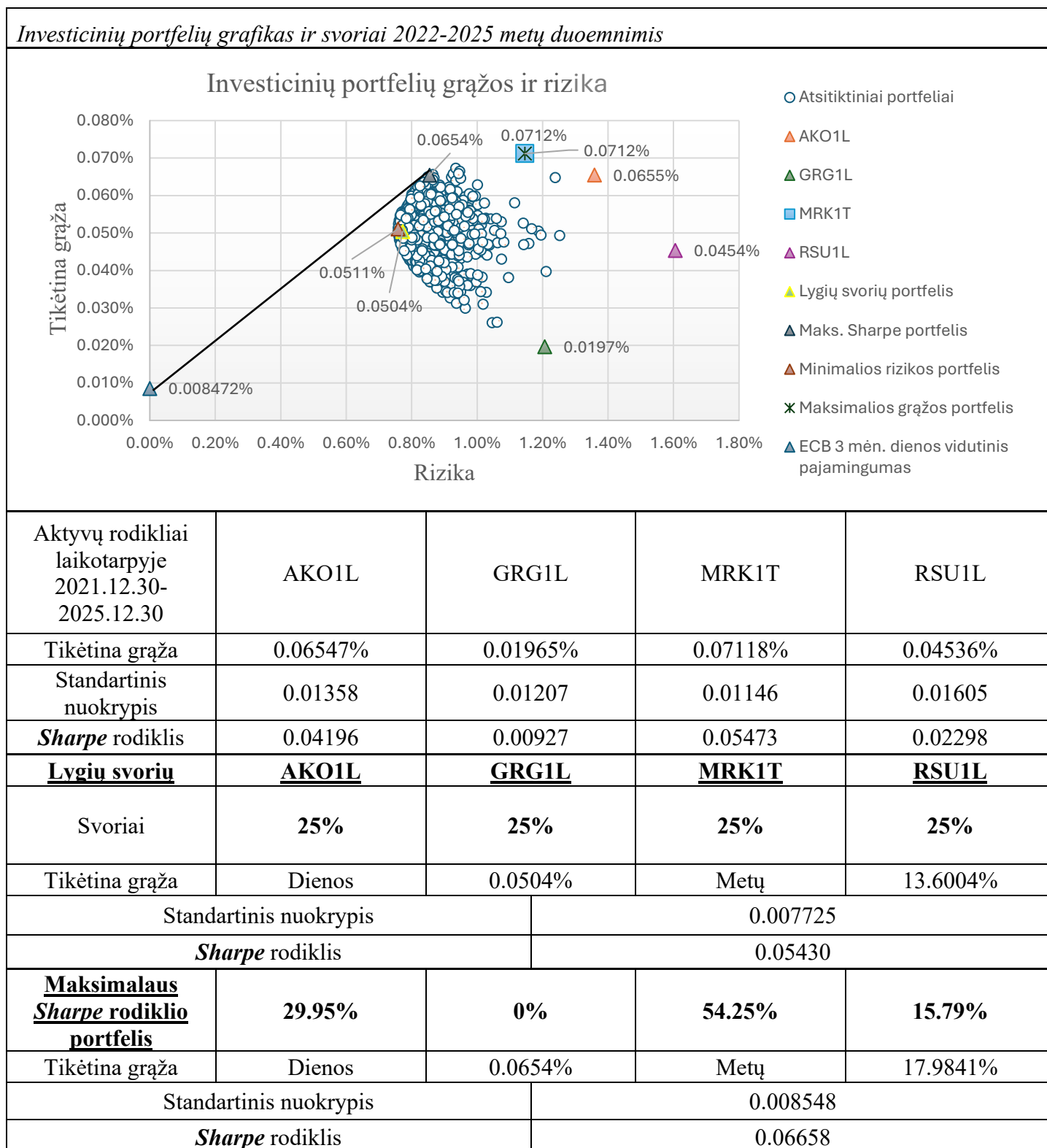
Maksimalios grąžos portfelio atveju pajamingumas nepakito, kadangi skaičiavimų rezultatai neparodė koregavimo būtinybės. Maksimalaus *Sharpe* rodiklio atveju suma išaugo iki 13 867,58 € (38.68%). Minimalios rizikos portfelio atveju suma pakito nuo 10 000 € iki 13 186,65 € (31,87%). Lygių svorių portfelio atveju vertė padidėjo nuo 10 000 € iki 13 056,76 € (30,57%).

Apibendrinant, tai ilgesnio duomenų laikotarpio analizė tarp „Pirk ir laikyk“ strategijos ir kasmetinio portfelio svorio koregavimo neparodė reikšmingų skirtumų. Pokyčiai sudarė nuo -0,65% iki 0,52%.

3.4.4 Investicinių portfelių sudarytų remiantis 2021/12/30 – 2025/12/30 duomenimis

Pateikiama aktyvų bei 4 investicinių portfelių rodiklių lentelė ir grafikas sudaryti remiantis nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30 akcijų kainų duomenimis:

13 lentelė.



13 lentelės tęsinys.

<u>Minimalios rizikos portfelis</u>	21.39%	27.50%	32.87%	18.23%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0511%	Metų	13.7912%
Standartinis nuokrypis		0.007583		
Sharpe rodiklis		0.05619		
<u>Maksimalios gražos portfelis</u>	0%	0%	100.00%	0%
Tikėtina grąža	Dienos	0.0534%	Metų	14.4477%
Standartinis nuokrypis		0.011456		
Sharpe rodiklis		0.05473		

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Pagal lentelės duomenis, tai didžiausia tikėtina grąža yra MRK1T atveju ir yra lygi apie 0,0712%. Mažiausia grąža stebima GRG1L indekso atveju ir reikšmė yra lygi apie 0,0197%. Mažiausia standartinio nuokrypio reikšmė yra stebima MRK1T indekso atveju ir yra lygi 0,01146, o didžiausia jau RSU1L atveju ir yra lygi 0,01605, kai tikėtina grąža 0,04536%. Maksimalaus *Sharpe* rodiklio atveju svariai pasiskirstę tokiu būdu: AKO1L – 29,95%; MRK1T – 54,25%; RSU1L – 15,79%. Minimalios rizikos portfelio atveju yra apskaičiuoti šie svoriai: AKO1L – 21,39%; GRG1L – 27,5%; MRK1T – 32,87%; RSU1L – 18,23%. Maksimalios gražos portfelio atveju visa suma turi būti investuota į *Merko Ehitus* akcijas. Maksimalaus *Sharpe* portfelio atveju tikėtina grąža yra žemesnė nei *Merko Ehitus* ir *Akola Group* akcijų tikėtinos gražos, o standartinis nuokrypis yra žemesnis nei visų akcijų. Minimalios rizikos portfelio atveju tikėtina grąža yra žemesnė nei *Akola Group* ir *Merko Ehitus*, o standartinis nuokrypis taip pat yra žemesnis nei visų įmonių akcijų atveju.

Pateikiamos tokios investicijų gražos 2026-04-30 datai:

14 lentelė.

<i>Investicinių portfelių grąža 2026 metais</i>				
Data	<u>Lygiu svorių</u>	Proc. Pokytis kasmet	<u>Maksimalaus Sharpe</u>	Proc. Pokytis kasmet
2025-12-30	10,000.00 €		10,000.00 €	
2026-04-30	9,629.85 €	-3.70%	9,470.49 €	-5.30%
Data	<u>Minimalios rizikos</u>	Proc. Pokytis kasmet	<u>Maksimalios gražos</u>	Proc. Pokytis kasmet
2025-12-30	10,000.00 €		10,000.00 €	
2026-04-30	9,614.18 €	-3.86%	9,456.87 €	-5.43%

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Didžiausias nuostolis stebimas maksimalios gražos portfelio atveju, kur investicijos suma sumažėjo iki 9 456,87 € (-5,43%). Antroje vietoje yra maksimalaus *Sharpe* portfelis, kur vertė nukrito iki 9 470,49 € (-5,3%). Minimalios rizikos portfelio vertė sumažėjo iki 9 614,18 € (-3,86%). Lygių svorių portfelio vertė pakito nuo 10 000 € iki 9 629,85 € (-3,7%).

Taigi esant tokiems rezultatams, investuotojui vertėtų išlaikyti portfelį ilgesnį laiką, jei nebus indikacijų, kad kainų tendencijos kris ilguoju laikotarpiu.

3.5 Istoriniai vertės pokyčio rizikos rodikliai investiciniams portfeliams

Šioje darbo dalyje remiantis istorinėmis akcijų kainomis bus apskaičiuojami istoriniai vertės pokyčio rizikos rodikliai įmonėms *Akola group*, *Grigeo group*, *Merko Ehitus* ir *Rokiškio sūris*. Nagrinėjamas laikotarpis bus paskirstyti į keturis periodus: 2021/12/30 – 2022/12/30; 2021/12/30 – 2023/12/29; 2021/12/30 – 2024/12/30; 2021/12/30 – 2025/12/30. Remiantis kiekvieno laikotarpio duomenimis bus apskaičiuojami vertės pokyčio rizikos rodikliai lygių svorių, maksimalaus *Sharpe* rodiklio, minimalios rizikos ir maksimalios gražos portfelių reikšmėms, o gauti rezultatai tarpusavyje palyginami.

3.5.1 Istoriniai vertės pokyčio rizikos rodikliai investiciniams portfeliams remiantis 2021/12/30 – 2022/12/30 duomenimis

Remiantis gautais rezultatais, tai didžiausias tikėtina nuostolis su 95% ir 99% pasiklivimo lygmeniu yra stebimas maksimalios gražos portfelio atveju. Rezultatai pateikiami lentelėje:

15 lentelė.

<i>Investicinių portfelių vertės pokyčio rizikos rodikliai ir jų grafikai 2022 metų duomenimis</i>		
Pradinė investicija 10000 €	Lygių svorių	Maks. <i>Sharpe</i>
AKO1L	25.00%	97.53%
GRG1L	25.00%	0.00%
MRK1T	25.00%	0.00%
RSU1L	25.00%	2.47%
VaR 95%	-137.59 €	-192.70 €
VaR 99%	-412.75 €	-489.64 €

15 lentelės tęsinys.

	Lygių svorių portfelis	Maks. Sharpe portfelis
Prdinė investicija 10000 €	Min. rizika	Maks. Gražos
AKO1L	14.49%	100%
GRG1L	8.29%	0%
MRK1T	38.26%	0%
RSU1L	38.97%	0%
VaR 95%	-141.67 €	-195.02 €
VaR 99%	-315.43 €	-498.30 €
	Minimalios rizikos portfelis	Maksimalios gražos portfelis

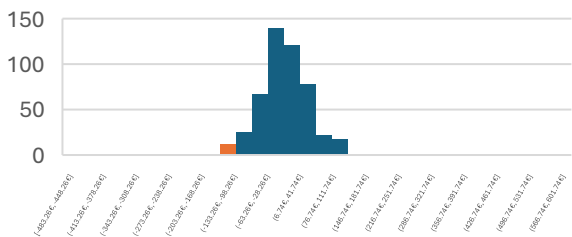
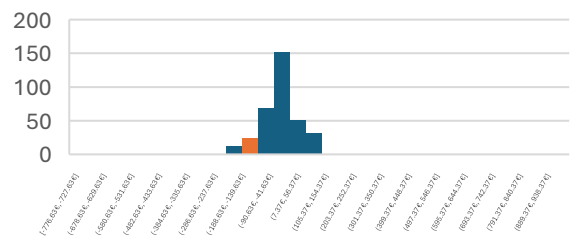
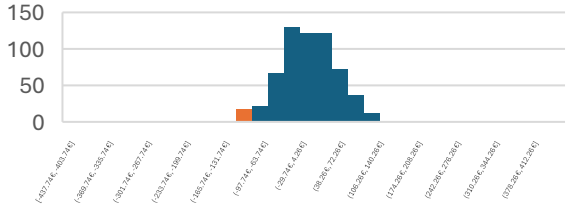
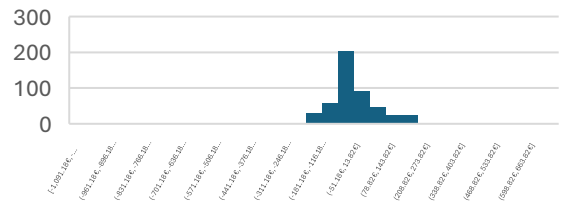
Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis

Rezultatai rodo, kad investuojant 10 000 € į įmonės *Akola Group* akcijas, tai didžiausias dienos nuostolis su 95% pasiklovimo lygmeniu yra 195,02 €, o su 99%, tai 498,3 €. Antroje vietoje aukštą riziką rodo maksimalaus *Sharpe* rodiklio portfelis, kur 95% vertės pokyčio rizikos rodiklis yra 192,7 €, o 99% - 489,64 €. Trečioje vietoje galim išskirti lygių svorių portfelį, kur 99% rodiklis yra 412,75 €, o 95% lygus 137,59 €. Minimalios rizikos portfelio tikėtinas nuostolis esant 5% tikimybei gali viršyti 141.67 €, o esant 1 %, tai 315,43 €, kas mažiau nei kitų portfelių atvejais.

3.5.2 Istoriniai vertės pokyčio rizikos rodikliai investiciniams portfeliams remiantis 2021/12/30 – 2023/12/29 duomenimis

Ivykus laikotarpio pokyčiams, tai stebimi pokyčiai maksimalaus *Sharpe* rodiklio atveju. Rezultatus galima matyti lentelėje:

16 lentelė.

Investicinių portfelių vertės pokyčio rizikos rodikliai ir jų grafikai 2022-2023 metų duomenimis		
Prdinė investicija 10000 €	Lygių svorių	Maks. Sharpe
AKO1L	25.00%	49.97%
GRG1L	25.00%	50.03%
MRK1T	25.00%	0.00%
RSU1L	25.00%	0.00%
VaR 95%	-108.37 €	-133.55 €
VaR 99%	-280.83 €	-318.06 €
	Lygių svorių portfelis 	Maks. Sharpe portfelis 
Prdinė investicija 10000 €	Min. rizika	Maks. Gražos
AKO1L	16.25%	100%
GRG1L	15.39%	0%
MRK1T	39.65%	0%
RSU1L	28.72%	0%
VaR 95%	-120.00 €	-181.27 €
VaR 99%	-303.83 €	-368.74 €
	Minimalios rizikos portfelis 	Maksimalios gražos portfelis 

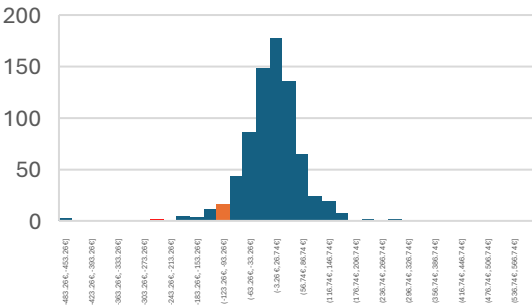
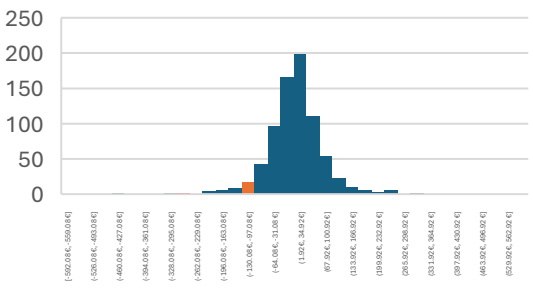
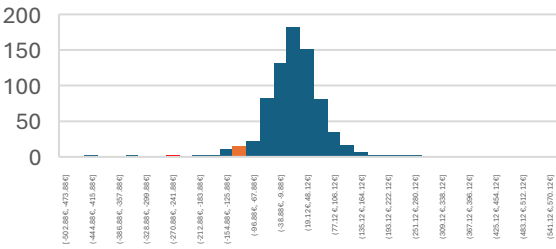
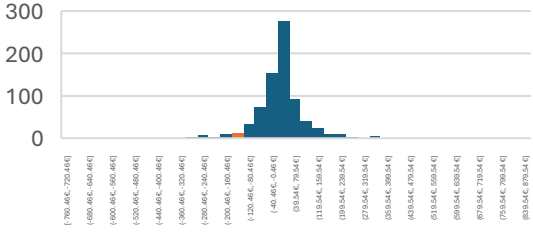
Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis

Didžiausia rizika išlieka maksimalios gražos portfelio atveju, kur tikėtinas nuostolis su 95% pasiklivimo lygmeniu yra 181,27 €, o su 99%, tai 368,74 €. Maksimalaus *Sharpe* rodiklio atveju 95% rodiklis yra lygus 133,55 €, o 99% reikšmė yra 318,06 €. Trečioje vietoje yra minimalios rizikos portfelis, kur 95% rodiklis lygus 120 €, o 99% - 303,83 €. Lygių svorių atveju egzistuoja 5% tikimybė, kad dienos nuostolis bus didesnis nei 108,37 €, o 1% atveju nuostolio suma yra lygi 280,83 €.

3.5.3 Istoriniai vertės pokyčio rizikos rodikliai investiciniams portfeliams remiantis 2021/12/30 – 2024/12/30 duomenimis

2021-2024 metų vertės pokyčio rizikos rodiklio tendencijos išlieka panašios. Rezultatai pateikiami lentelėje:

17 lentelė.

Investicinių portfelių vertės pokyčio rizikos rodikliai ir jų grafikai 2022-2024 metų duomenimis		
Prdinė investicija 10000 €	Lygių svorių	Maks. Sharpe
AKO1L	25.00%	10.87%
GRG1L	25.00%	0.00%
MRK1T	25.00%	69.77%
RSU1L	25.00%	19.36%
VaR 95%	-107.30 €	-102.16 €
VaR 99%	-252.00 €	-289.78 €
	Lygių svorių portfelis 	Maks. Sharpe portfelis 
Prdinė investicija 10000 €	Min. rizika	Maks. Gražos
AKO1L	18.14%	0%
GRG1L	22.92%	0%
MRK1T	39.16%	100%
RSU1L	19.78%	0%
VaR 95%	-101.15 €	-127.38 €
VaR 99%	-258.27 €	-337.96 €
	Minimalios rizikos portfelis 	Maksimalios gražos portfelis 

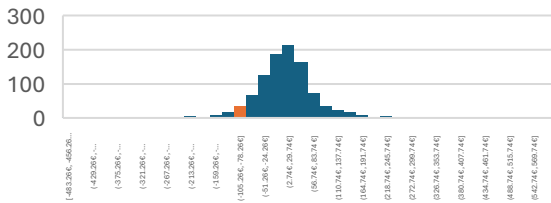
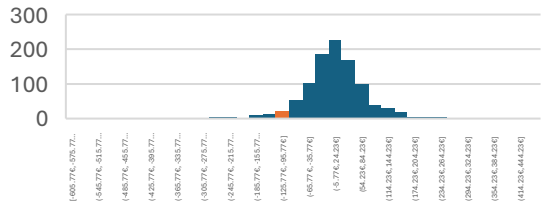
Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis Nasdaq Baltic biržos duomenimis

Didžiausią tikėtiną nuostolį rodo maksimalios gražos portfelis, kurio atveju su 95% pasiklivimo lygmeniu tikėtinas nuostolis yra lygus 127,38 €, o su 99% lygmeniu, tai 337,96 €. Maksimalaus *Sharpe* portfelio atveju 95% rodiklis yra 102,16 €, o 99% lygus 289,78 €. Minimalios rizikos portfelio atveju tikėtini nuostoliai yra 101,15 € (95%) ir 258,27 € (99%). Lygių svorių portfelio atveju egzistuoja 5% tikimybė, kad lėšų praradimas viršys 107,3 € ir 1% tikimybė, kad 252 €.

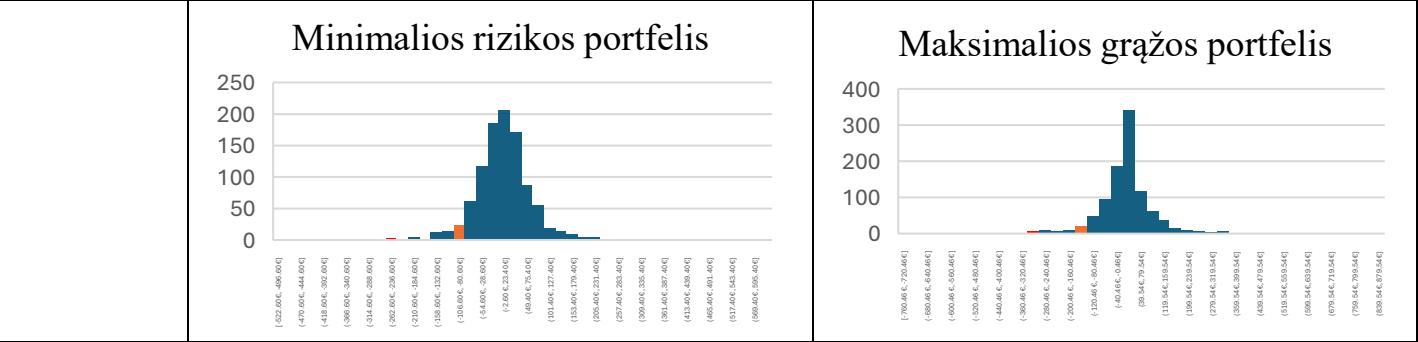
3.5.4 Istoriniai vertės pokyčio rizikos rodikliai investiciniams portfeliams remiantis 2021/12/30 – 2025/12/30 duomenimis

Pateikiama vertės pokyčio rizikos rodiklio skaičiavimo lentelė remiantis 2021/12/30 – 2025/12/30 duomenimis:

18 lentelė.

Investicinių portfelių vertės pokyčio rizikos rodikliai ir jų grafikai 2022-2025 metų duomenimis		
Prdinė investicija 10000 €	Lygių svorių	Maks. <i>Sharpe</i>
AKO1L	25.00%	29.95%
GRG1L	25.00%	0.00%
MRK1T	25.00%	54.25%
RSU1L	25.00%	15.79%
VaR 95%	-103.28 €	-107.95 €
VaR 99%	-228.39 €	-283.87 €
	Lygių svorių portfelis 	Maks. <i>Sharpe</i> portfelis 
Prdinė investicija 10000 €	Min. rizika	Maks. Gražos
AKO1L	21.39%	0%
GRG1L	27.50%	0%
MRK1T	32.87%	100%
RSU1L	18.23%	0%
VaR 95%	-94.09 €	-141.68 €
VaR 99%	-240.57 €	-314.96 €

18 lentelės tęsinys.



Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Didžiausius tikėtinus nuostolius, vėlgi, rodo Maksimalios grąžos portfelis, kur su 95% pasiklivimo lygmeniu tikėtinas nuostolis yra 141,68 €, o su 99%, tai 314,96 €. Maksimalaus *Sharpe* rodiklio portfelis rodo tikėtiną investicijos sumažėjimą lygų 107,95 € esant 5% tikimybei ir 283,87 € esant 1% tikimybei. Minimalios rizikos portfelis gali prarasti 94,09 € (95%) ir 240,57 € (99%). Lygių svorių portfelis su 95% pasiklivimo lygmeniu gali sumažėti 103,28 €, su 99% pasiklivimo lygmeniu, tai 228,39 €.

Apibendrinant, tai didėjant analizuojamų duomenų laikotarpiui ir ryškėjant kainų judėjimo (augimo) tendencijoms, tai tikėtinas portfelio nuostolis daugumoje atveju mažėjo. Didžiausias tikėtino nuostolio mažėjimo rodiklis buvo stebimas maksimalaus *Sharpe* portfelio atveju, kur esant 95% lygmeniui nuostolis sumažėjo 43,98%, o esant 99% lygmeniui, tai sumažėjo 42,02%. Lygių svorio portfelio atveju, tai esant 95% lygmeniui nuostolis sumažėjo 24,94%, o esant 99% lygmeniui sumažėjo 44,67%. Maksimalios grąžos portfelio nuostolis esant 95% lygmeniui sumažėjo 27,35%, o esant 99% lygmeniui sumažėjo 36,79%. Šiuo atveju atkreiptinas dėmesys, kad visa investicijos suma nuo 2024-12-30 yra perskirstoma nuo *Akola Group* akcijų į *Merko Ehitus* akcijas. Minimalios rizikos portfelio atveju vertės pokyčio rizikos rodiklis esant 5% tikimybei sumažėjo 33,59%, o esant 1% tikimybei, tai 23,79%.

3.6 Kalendorinių anomalijų tyrimas *Akola Group*, *Grigeo Group*, *Merko Ehitus* ir *Rokiškio sūris* akcijų kainų pokyčiams laikotarpyje nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30

Šioje darbo dalyje remiantis *Akola Group*, *Grigeo Group*, *Merko Ehitus* ir *Rokiškio sūris* akcijų kainų grąžomis bus nagrinėjama, ar šių įmonių atveju pasireiškia kalendorinės anomalijos, o būtent: ketvirčio, mėnesio ir savaitės efektai. Skaičiavimai atliekami visam 2021/12/30 – 2025/12/30 laikotarpiui ir atskirai 2022, 2023, 2024 ir 2025 metų laikotarpiams siekiant patikrinti tvarumą laike. Tokiu būdu bus siekiama nustatyti, ar tam tikrais metu laikotarpiais galima tikėtis didesnės arba mažesnės grąžos.

3.6.1 Kalendorinių anomalijų tyrimas *Akola Group* akcijų grąžoms

Žemiau lentelėje yra pateikiami regresijos lygties koeficientai *Akola Group* akcijų grąžoms kiekvienai savaitės dienai:

19 lentelė.

<i>Akola Group savaitės dienos anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>AKOIL</u> <u>Savaitės</u> <u>diena</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	−0.0829405***	−0.116341*	0.0874742	−0.125758**	−0.123138*
Pirmadienis	−0.000316581	0.000251102	−0.00201855	−0.00392420**	0.00448591***
Antradienis	0.00199248**	0.00414669*	−0.000260644	0.0021993	0.00221019
Trečiadienis	0.000555054	0.00253056	−0.000336086	0.000515581	−0.000124375
Ketvirtadienis	0.000756772	−0.000131829	−2.88418e-05	0.000162261	0.00323664**
Penktadienis	0.000533929	0.000680455	−0.000385327	0.00160171	0.000357421
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje galima matyti, kad aukštesnė statistiškai reikšminga teigiama grąža yra stebima antradienį, tačiau stipriai reikšmingų rezultatų nestebima atskirais metų laikotarpiais, kas rodo, kad rodiklis nėra tvarus laike. Teigiamus reikšmingus rezultatus galima išskirti 2025 metais pirmadienį ir ketvirtadienį. Neigiamas reikšmingas koeficientas stebimas 2024 metais pirmadienį, tačiau jie nėra būdingi visam tyrimo laikotarpiui.

Antroje lentelėje yra pateikiami regresijos lygties koeficientai visiems metų mėnesiams:

20 lentelė.

<i>Akola Group mėnesio anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>Mėnuo</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	−0.0969737***	−0.127640**	0.00871962	−0.183680***	−0.193423***
Sausis	0.00242627*	0.00254299	0.0052351**	−0.000845127	0.00246167
Vasaris	0.00119118	−0.00280739	0.00647644**	−0.00311337	0.00371097
Kovas	−0.00247275*	−0.000202082	−0.00326503	−0.00338488	−0.00349049
Balandis	0.000546909	0.00420589	−0.00158266	0.000962526	−0.00115160
Gegužė	0.00460658***	0.00586489	2.68752E-06	0.00535119*	0.00849063***

20 lentelės tęsinys.

Birželis	0.000195277	0.000530866	-0.00541787**	0.00334567	0.00420266*
Liepa	0.000600002	0.00333046	-0.000867794	-0.000116364	0.000519675
Rugpjūtis	0.000321872	0.00211172	-0.00130551	-0.000996291	0.00171157
Rugsėjis	0.000484758	0.00148843	-0.00279077	-0.000375969	0.00411625*
Spalis	0.00179222	-0.000116666	-0.000741938	0.00430637	0.00416046*
Lapkritis	-0.00125196	-0.000306200	-0.000937444	-0.00361224	-0.000358484
Gruodis	0.000239166	0.00201766	-0.00224714	-6.34866e-05	0.00158365
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje atkreiptinas dėmesys į gegužės mėnesio statistiškai reikšmingą aukštesnę grąžą, kuri lygi 0,00460658. Taip pat aukštesnės grąžos reikšmingas koeficientas pasikartoja 2025 m. gegužės mėnesiui, kas galėtų būti mėnesio anomalijos požymis, bet visgi šis rodiklis nėra labai tvarus laike, kadangi 2022-2024 metų laikotarpio koeficientai yra arba nereikšmingi, arba labai silpnai reikšmingi. Taip pat pastebima, kad 2023 metais teigiami reikšmingi rodikliai stebimi sausio ir vasario mėnesiais, o neigiamas birželio mėnesį.

Trečioje lentelėje yra pateikiami regresijos lygties koeficientai kiekvienam metų ketvirčiui:

21 lentelė.

<i>Akola Group metų ketvirčio anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>Metų ketvirtis</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	-0.0859561***	-0.121297*	0.0585287	-0.162556**	-0.144319**
I ketvirtis	0.000359725	-0.000116354	0.00248108*	-0.00236177	0.000854651
II ketvirtis	0.00179154**	0.00344625	-0.00229848	0.0031579*	0.00369915**
III ketvirtis	0.000461433	0.00227674	-0.00156134	-0.000488127	0.0020039
IV ketvirtis	0.000281575	0.000516273	-0.00119712	0.000346817	0.00182434
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje atkreiptinas dėmesys į antrojo metų ketvirčio koeficientus, kur visam laikotarpiui yra stebimas statistiškai reikšmingas koeficientas lygus 0,00179. Reikšminga aukštesnė grąža pasikartoja 2025 m. laikotarpyje ir yra lygi 0,0037. Kadangi į šį metų ketvirtį įeina gegužės

mėnesis, tai galėtų būti požymis, kad *Akola Group* akcijų kainų atveju buvo pasireiškusi kalendorinė anomalija.

3.6.2 Kalendorinių anomalijų tyrimas *Grigeo Group* akcijų gražoms

Pateikiami regresijos lygties koeficientai *Grigeo Group* akcijų gražoms kiekvienai savaitės dienai:

22 lentelė.

<i>Grigeo Group savaitės dienos anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>GRG1L</u> <u>Savaitės diena</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	0.0921517***	0.228041***	0.0834266	-0.0396370	-0.149787**
Pirmadienis	-0.000894262	-0.00363917	-0.00104824	-9.40171e-05	0.000745399
Antradienis	0.000954503	-8.36849e-05	0.00368397**	0.000735073	9.50281E-05
Trečiadienis	0.000203797	0.000573139	0.00082234	-0.000978596	0.000561995
Ketvirtadienis	-0.000209614	-0.00248132	-0.000101928	0.00127338	0.000569949
Penktadienis	0.000805333	0.00134685	0.0045347***	-0.00178365	-0.000290267
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje pateikti rezultatai rodo, kad *Grigeo Group* akcijoms nėra būdingos stiprios anomalijos savaitės dienų atveju. Atkreiptinas dėmesys tik į 2023 metus, kuomet buvo stebimos aukštesnės reikšmingos gražos antradienį ir penktadienį.

Antroje lentelėje yra pateikiami regresijos lygties koeficientai visiems metų mėnesiams:

23 lentelė.

<i>Grigeo Group mėnesio anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>Mėnuo</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	0.0789424**	0.19353***	0.0095691	-0.0732880	-0.207530***
Sausis	0.00161636	-2.00124e-05	0.00720477***	-0.00112674	0.000777933
Vasaris	-0.000590599	-0.00542850	0.00082073	0.00233415	0.00112242
Kovas	0.000613191	0.00134677	0.00101624	0.00025529	-0.000311032
Balandis	0.00130856	0.00309056	0.00164127	-0.000519077	0.000880066

23 lentelės tęsinys.

Gegužė	−0.00206902	−0.00387702	−0.00107995	−0.000909824	−0.00224068
Birželis	−0.000532148	−0.00146180	0.00143649	−0.00340280*	0.000798969
Liepa	0.000479929	−0.000817503	0.00286722	−0.000899060	0.00149266
Rugpjūtis	−0.000379255	−0.00198500	−0.000831703	0.000208097	0.00162479
Rugsėjis	−0.00167282	−0.00294121	0.000706127	0	−0.00453726**
Spalis	0.000371275	0.00390518	−0.00164882	1.56582E-05	−0.00118713
Lapkritis	0.000498284	−0.000314780	0.00324027	−0.000269540	−0.00135181
Gruodis	0.00272989**	−0.00181371	0.00578293**	0.00233525	0.00802662***
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Teigiama statistiškai reikšminga grąža yra stebima gruodžio mėnesį ir koeficientas lygus 0,00273. Teigiamos reikšmingos grąžos pasikartoja 2023 m. ir 2025 m., o koeficientai yra 0,00578 ir 0,00803 atitinkamai. Tai galėtų būti požymis, kad *Grigeo Group* akcijų grąžoms yra būdinga mėnesio anomalija. 2023 metais stebima reikšminga aukštesnė grąža sausio mėnesį ir yra lygi 0,0072. 2025 m. stebima neigiama reikšminga grąža rugsėjo mėnesį ir koeficientas yra lygus (−0,00454).

Trečioje lentelėje yra pateikiami regresijos lygties koeficientai kiekvienam metų ketvirčiui:

24 lentelė.

<i>Grigeo Group metų ketvirčio anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>Metų ketvirtis</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	0.0863174***	0.215268***	0.0479758	−0.0593729	−0.154704**
I ketvirtis	0.000568763	−0.00118483	0.00293574**	0.000458678	0.000504668
II ketvirtis	−0.000463132	−0.000868391	0.000610431	−0.00153177	−0.000179025
III ketvirtis	−0.000511059	−0.00187829	0.000821538	−0.000239829	−0.000463970
IV ketvirtis	0.00112888	0.000561341	0.00221192	0.000583814	0.00152104
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Metų ketvirčio atvejais nestebima statistiškai reikšmingų koeficientų visam tyrimo laikotarpiui. Vienintelis teigiamas reikšmingas koeficientas stebimas 2023 m. pirmojo ketvirčio atveju.

3.6.3 Kalendorinių anomalijų tyrimas *Merko Ehitus* akcijų grąžoms

Pateikiami regresijos lygties koeficientai *Merko Ehitus* akcijų grąžoms kiekvienai savaitės dienai:

25 lentelė.

<i>Merko Ehitus savaitės dienos anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>MRK1T</u> <u>Savaitės diena</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	0.146662***	0.215841***	0.0933512	0.00918791	0.183253***
Pirmadienis	-0.000837868	-0.00325030*	-0.000566842	0.00220784	-0.00188152
Antradienis	0.00114182	0.000618985	0.000717439	0.00172079	0.00198301
Trečiadienis	0.000718171	0.00137064	0.000532074	0.00163694	-0.000457189
Ketvirtadienis	0.00207975***	0.00299232*	0.0017755	0.00103275	0.00271029
Penktadienis	-6.86930e-05	-0.00294268*	-0.00111987	-0.000491123	0.00441641**
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje stebimas reikšmingas aukštesnės grąžos koeficientas ketvirtadienį ir yra lygus 0,00208. Tačiau atskirais metų periodais reikšmingų arba stipriai reikšmingų rodiklių nestebima. 2025 metais stebimas aukštesnis grąžos koeficientas penktadienį ir yra lygus 0,00442, bet tokia reikšmė nėra būdinga visam tyrimo laikotarpiui.

Antroje lentelėje yra pateikiami regresijos lygties koeficientai visiems metų mėnesiams:

26 lentelė.

<i>Merko Ehitus mėnesio anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>Mėnuo</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	0.11923***	0.174079***	0.0405626	-0.0416473	0.123009*
Sausis	0.0015581	0.00102608	0.000727654	0.00144097	0.00318859
Vasaris	0.00239759*	1.20191E-05	0.00444527**	0.000771613	0.00495459
Kovas	0.000547036	0.000289971	-0.000694423	0.00155036	0.00146294
Balandis	0.00224125*	0.00219372	0.00202216	0.002277	0.00269178
Gegužė	0.000790232	-0.00171652	-0.000229423	0.00131229	0.00426063

26 lentelės tęsinys.

Birželis	-0.00273211**	-0.00498852*	-0.00309197*	-0.00417213*	0.000992873
Liepa	-0.000534943	-0.00147456	0.000423012	9.90454E-05	-0.00107375
Rugpjūtis	-0.000395979	-8.47939e-05	-0.000888799	0.000126285	-0.000750162
Rugsėjis	-0.00172515	-0.00297371	-0.000232097	0.000234835	-0.00353608
Spalis	0.00159169	0.00297577	-7.70185e-05	0.00202541	0.00159608
Lapkritis	0.00168407	0.00207014	0.00152049	0.00474464**	-0.00102088
Gruodis	0.00248582*	0.000305046	0.000333905	0.0050818**	0.00537591*
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Birželio mėnesį stebima statistiškai reikšminga neigiama grąža, kuri yra (-0,00273). Tuo pačiu šiam mėnesiui neigiamos grąžos yra stebimos kiekvienais metais laikotarpyje nuo 2022 m. iki 2024 m., bet šiuo atveju rezultatai yra 10% reikšmingumo. 2023 m. statistiškai reikšmingas teigiamas koeficientas stebimas vasario mėnesį ir yra lygus 0,00445. Taip pat 2025 m. stebimos aukštesnės reikšmingos grąžos lapkričio ir gruodžio mėnesiais, kur rodikliai yra 0,00474 ir 0,0051 atitinkamai.

Trečioje lentelėje yra pateikiami regresijos lygties koeficientai kiekvienam metų ketvirčiui:

27 lentelė.

<i>Merko Ehitus metų ketvirčio anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>Metų ketvirtis</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	0.133182***	0.198084***	0.080209	-0.0190732	0.14586**
I ketvirtis	0.001456**	0.000436317	0.00130738	0.00122328	0.00309014*
II ketvirtis	5.46979E-05	-0.00164034	-0.000571857	-6.16150e-05	0.0025848
III ketvirtis	-0.000859659	-0.00143692	-0.000236287	0.000148846	-0.00173504
IV ketvirtis	0.00186496***	0.00173128	0.000575222	0.0037486***	0.00185541
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Pateiktoje lentelėje stebimas statistiškai reikšmingas aukštesnis koeficientas pirmąjį metų ketvirtį ir yra lygus 0,00146. Atskirais metų periodais rezultatai yra nereikšmingi arba silpnai reikšmingi. Ketvirtąjį metų ketvirtį stebima reikšminga aukštesnė grąža, kurį yra lygi 0,00186. Rezultatas pasikartoja 2024 m. ir čia koeficientas yra lygus 0,0037.

3.6.4 Kalendorinių anomalijų tyrimas *Rokiškio sūrio* akcijų grąžoms

Rokiškio sūrio akcijų grąžoms nėra būdingos kalendorinės anomalijos. Lentelėje pateikiami regresijos lygties koeficientai *Rokiškio sūris* akcijų grąžoms kiekvienai savaitės dienai:

28 lentelė.

<i>Rokiškio sūris savaitės dienos anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>RSU1L</u> <u>Savaitės diena</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	−0.324292***	−0.270086***	−0.373167***	−0.269540***	−0.400489***
Pirmadienis	0.000317564	−0.000625887	0.000246414	−0.00169651	0.00321785
Antradienis	−0.000851402	−0.00202414	−0.00355679**	0.00173975	0.000845879
Trečiadienis	0.00182068*	0.000356271	0.00149014	0.00426489	0.000977016
Ketvirtadienis	0.000568661	0.00114617	−2.55742e-05	−0.000105051	0.00122628
Penktadienis	0.00115202	0.00185036	0.001359	0.00112947	0.000297418
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Analizuojant lentelėje pateiktus rezultatus galima matyti, kad visam tyrimo laikotarpiui nėra būdinga reikšmingų arba stipriai reikšmingų koeficientų. Galima išskirti tik 2023 m. laikotarpį, kuomet yra stebima reikšminga neigiama grąžą antradienį ir koeficiento reikšmė yra lygi (−0,00356).

Antroje lentelėje yra pateikiami regresijos lygties koeficientai visiems metų mėnesiams:

29 lentelė.

<i>Rokiškio sūris mėnesio anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>Mėnuo</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	−0.327238***	−0.276304***	−0.384991***	−0.277625***	−0.415233***
Sausis	0.00136467	−0.000911489	0.000423935	−0.000225072	0.00645526*
Vasaris	−6.74189e-05	−0.00192374	0	0.00237895	−0.000864101
Kovas	0.0001873	−0.000639398	−0.000112719	−0.00230774	0.00397235
Balandis	0.000940512	0.00560291*	0.000658707	0.000237039	−0.00259924
Gegužė	0.000090789	0.000855632	−0.00231428	0.00346762	−0.00214446
Birželis	0.000616507	0	0.00093724	0.00171811	−0.000214040
Liepa	0.000813919	0.000403831	−0.000576185	0.000501065	0.00287375
Rugpjūtis	0.000829672	0.00116943	0.00133984	0.000361832	0.000426711
Rugsėjis	0.0009519	−0.00160806	−0.00154358	0.00295036	0.00416329

29 lentelės tęsinys.

Spalis	0.000770802	0.000804997	0.000382951	0	0.00193856
Lapkritis	-0.00133463	-0.000768406	-0.00250830	-0.000724286	-0.00134537
Gruodis	0.0021532	-0.000815803	0.00240486	0.00532081	0.00216937
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje galima matyti, kad viso laikotarpio atveju nėra nei vieno statistiškai reikšmingo koeficiento. Tokios reikšmės kartojasi ir atskirų metų laikotarpiais. 2022 m. stebimas koeficientas balandžio mėnesį ir 2025 m. koeficientas sausio mėnesį yra reikšmingi tik su 90% pasiklovimo lygmeniu.

Trečioje lentelėje yra pateikiami regresijos lygties koeficientai kiekvienam metų ketvirčiui:

30 lentelė.

<i>Rokiškio sūris metų ketvirčio anomalijų tyrimo rezultatai</i>					
<u>Metu ketvirtis</u>	Visas laikotarpis	2022	2023	2024	2025
R_{t-1}	-0.325759***	-0.272069***	-0.378761***	-0.271184***	-0.408349***
I ketvirtis	0.00050737	-0.00112817	0.0001036	-2.03375e-05	0.0032898
II ketvirtis	0.000540842	0.00200212	-0.000263633	0.00180357	-0.00164566
III ketvirtis	0.00086327	0	-0.000210751	0.00122679	0.00251229
IV ketvirtis	0.000481452	-0.000266797	-1.48715e-05	0.00129288	0.000944977
* - 10% reikšmingumo lygmuo; ** - 5% reikšmingumo lygmuo; *** - 1% reikšmingumo lygmuo.					

Šaltinis: autoriaus skaičiavimai remiantis *Nasdaq Baltic* biržos duomenimis.

Lentelėje metų ketvirčių atveju nėra stebima nei vieno statistiškai reikšmingo koeficiento. Reikšmingi koeficientai yra tik gražoms laikotarpiu $t-1$, kas papildomai patvirtina, kad akcijų kainų pokyčių tendencijos nėra efektyvios.

Apibendrinant skaičiavimų rezultatus visų įmonių atveju, tai anomalijų pasireiškimas arba jų požymiai gali būti būdingas šioms įmonėms: *Akola Group* – antradienio efektas (silpnai tvarus), gegužės efektas (silpnai tvarus) ir aukštesnė grąža IV metų ketvirtį (silpnai tvari); *Grigeo Group* – gruodžio efektas (vidutiniškai tvari); *Merko Ehitus* – aukštesnė grąža IV metų ketvirtį (silpnai tvari). Paskutiniosios įmonės atveju birželio mėnesio nuostoliai atskirais metų periodais nėra stipriai reikšmingi.

IŠVADOS

1. Investavimas yra lėšų paskirstymas į tam tikras turto rūšis siekiant ateityje užsidirbti. Pagrindiniai elementai į kuriuos privalo koncentruotis investuotojas, yra kuo didesnė investicijų grąža ir kuo mažesnė rizika patirti nuostolį arba prarasti visas lėšas. Aukštesnė grąža ir mažesnė rizika gali būti užtikrinta tinkamai sudarius investicinį portfelį, kuomet lėšos yra paskirstomos tarp skirtingų aktyvų. Pats paprasčiausias yra lygių svorių portfelis, kuomet lėšos paskirstomos lygiomis dalimis tarp akcijų, obligacijų arba kito turto rūšių. Pažymima, kad ne visada minėtas būdas yra pats geriausias, o vietoje jo gali būti sudaromi portfeliai atsižvelgiant į aktyvų svorius rinkoje arba sudarant plačiai paplitusį vidutinės variacijos portfelį, kuomet yra užtikrinama ne maksimali, bet optimali grąža atsižvelgiant į esančią riziką. Taip pat egzistuoja ir kitos sudėtingos portfelio sudarymo teorijos, kaip Mičaudo perrinkto efektyvumo teorija, kuomet portfelio sudarymo procese pasitelkiant *Monte Carlo* simuliacijos metodą yra generuojamos reikšmės, kurios yra tapačios realioms laiko eilučių grąžoms. Visgi, šios priemonės gali būti veiksmingos, bet realybėje investuotojai gali būti neracionalūs ir šališki sudarant investicinį portfelį arba siekti saugesnės pozicijos rinkoje, ką aiškina Kumuliacinės perspektyvos ir Elgesio portfelio teorijos.

2. Svarbi strategija, kurį tiesiogiai siejasi su optimalaus portfelio sudarymu yra aktyvų diversifikacija jame. Tą užtikrinti galima analizuojant koreliacijas tarp aktyvų grąžų ir į patį portfelį įtraukiant tokius aktyvus, kurių atveju šis koeficientas yra neigiamas, kas užtikrins mažesnius nuostolius rinkos pokyčių akivaizdoje. Pažymima, kad diversifikavimo strategijos pagal savo esmę gali būti ir sudėtingesnės, apimti ne tik konkrečios šalies, bet ir globalų finansų rinkų mastą: tradicinė diversifikacija, kuomet lėšos paskirstomos tarp skirtingų aktyvų; sektorinė diversifikacija, kuomet lėšos paskirstomos tarp skirtingų pramonės šakų; geografinė diversifikacija, kuomet lėšos paskirstomos tarp skirtingų regionų aktyvų; faktoriaus paremta diversifikacija, kuomet atsižvelgiama į rinkų ir įmonių augimo galimybes, vertę, dydį ir rinkos tendencijas; alternatyvaus turto diversifikacija, kuomet į portfelį įtraukiamas netradicinis turtas ir diversifikacijos koregavimas atsižvelgiant į koreliacijos tarp aktyvų pokyčius realiaame laike. Svarbu atsižvelgti į tokią tikimybę, kad esant visuotiniam ekonomikos nuosmukiui diversifikacija gali tapti ir neefektyvi, o augimo laikotarpiu nebūtina.

3. Grąža generuojama ir rizikos dydis kinta laikui bėgant, todėl yra svarbu pasirinkti tinkamą portfelio valdymo strategiją laike. Siekiant niveliuoti tam tikrais laikotarpiais įvairių aplinkybių sukeltus veiksnius, kurie gali paveikti portfelio rodiklius, tai tokiu atveju gali būti taikoma „pirk ir laikyk“ strategija, kuomet investuojama pakankamai ilgam laikotarpiui, tačiau tokiu atveju gali būti neįgyvendinti trumpalaikiai perspektyvūs sprendimai, dėl to vietoje jos gali būti taikoma „jeik

ir išėik“, kuomet trumpu laikotarpiu, atsižvelgiant į rinkos pokyčius, aktyvai yra perkami ir parduodami. Svarbios portfelio valdymo strategijos taip pat yra techninė ir fundamentali analizė, kuomet pirmuoju atveju yra prognozuojami tendencijų pokyčiai rinkoje, o antruoju atsižvelgiama į įmonės finansinę būklę.

4. Atliekant investicinio portfelio rizikos vertinimą, tuo pačiu siekiama ir kiekybiškai išmatuoti tikėtiną nuostolį. Tą atlikti gali būti pasitelkiamas vertės pokyčio rizikos rodiklis. Šio įvertinimo būdo taikymo variantų yra keletas: istorinis simuliacijos metodas, kuomet skaičiavimams atlikti yra naudojamos istorinės aktyvų vertės; variacijos-kovariacijos metodas, kuomet naudojama grąžų vidutinė reikšmė ir standartinis nuokrypis; *Monte Carlo* simuliacijos metodas, kuomet generuojamas reikšmingas kiekis scenarijų ir atkreipiamas dėmesys į tą, kuris rodo didžiausią nuostolį. Šių variantų tikslumas priklauso nuo konkrečios rinkos ypatybių.

5. Labai svarbus veiksnys, kuris gali daryti įtaką investuotojo portfelio grąžai yra rinkų efektyvumas. Kuo rinka efektyvesnė, tai tuo yra mažesnė tikimybė gauti didesnę uždarbį. Efektyvumo lygmenys yra trys: silpno efektyvumo forma, kuomet vertybinių popierių kainose atsispindi praeities informacija; vidutinio stiprumo, kuomet kainose atsispindi praeities ir dabarties informacija ir stipri forma, kuomet kainose atsispindi praeities, dabarties ir net nevieša informaciją. Nesant rinkai efektyviai, tai investuotojas turi potencialą užsidirbti ir pakankamai didelę grąžą, jei pavyks nustatyti ir teisingai įvertinti rinkoje pasireiškiančias anomalijas.

6. Šio darbo tyrimui atlikti pasirinkta 20 didžiausių *Nasdaq Baltic* biržoje listinguojamų įmonių. Pirmu žingsnių įvertinama jų tarpusavio koreliacija siekiant išrinkti įmones turinčias kuo mažesnę tarpusavio ryšį. Antru žingsniu pasitelkiant autokoreliacijos, *Ljung-BOX Q* testą ir regresinės analizės metodą įvertinama ar pasirinktų aktyvų atveju rinkos nėra efektyvios. Trečiu žingsniu įvertinamas Judančio vidutinio konvergencijos/divergencijos rodiklio, santykinio stiprumo indekso signalų patikimumas bei įvertinama aktyvų kainų judėjimo tendencija ateityje ir pasirenkami, tie, kurių vertė tikėtina didės. Ketvirtame žingsnyje pasitelkiant *Monte Carlo* simuliacijos ir vidurkio variacijos optimizavimo metodus sudaromi maksimalaus *Sharpe* bei lygių svorių, maksimalios grąžos ir minimalios rizikos investiciniai portfeliai, o rezultatai palyginami. Penktame žingsnyje paskaičiuojami vertės pokyčio rizikos rodikliai remiantis istoriniu metodu. Šeštajame žingsnyje paskaičiuojamos portfelio grąžos kiekvienam analizės laikotarpiui, o rezultatai palyginami taikant „pirk ir laikyk“ strategijas bei kasmetinius svorių koregavimus. Septintame žingsnyje mažiausių kvadratų regresinės analizės metodo pagalba patikrinama, ar rinkoje pasireiškia kalendorinės anomalijos, kaip savaitės efektas, mėnesio efektas ir ketvirčio efektas.

7. Sudarius 17 *Nasdaq Baltic* biržos didžiausią apyvartų turinčių įmonių logaritmuotų grąžų matricą, tai paaiškėjo, kad rodiklių pokyčių tarpusavio ryšis daugumoje atveju yra nereikšmingas arba silpnas. Didžiausia reikšmė buvo stebima tarp *Ignitis grupės* ir *Artea banko*, kuri viršijo 0,4 ir rodė vidutinį tarpusavio ryšį. Gauti rezultatai parodė, kad investicinio portfelio diversifikacija investuojant į analizuojamas įmones yra pagrįsta ir gali būti naudinga.

8. Silpnos formos efektyvumo tyrimas remiantis autokoreliacijos, *Ljung-Box Q* testo ir regresinės analizės metodais parodė, kad 8 iš 17 įmonių atveju kainų tendencijoms nėra būdingas silpnos formos efektyvumas. Tokius rezultatus parodė šios įmonės: *Akola Group*, *Amber grid*, *EfTEN Real Estate Fund*, *Grigeo Group*, *Merko Ehitus*, *Rokiškio sūris*, *Tallink Grupp*, *TKM Grupp*. Daugumoje atveju stipriausi rezultatai buvo stebimi taikant kvantiliais paremtos regresijos metodą ir *Ljung-Box Q* testą. Patikimiausi rezultatai, kurie patvirtino silpną rinkos efektyvumą, buvo stebimi *LHV Group* įmonės atveju, kur reikšmingi koeficientai buvo nustatyti tik 2 kvantiliais paremtos regresijos lygties koeficientams. Neefektyvių įmonių atveju buvo atliekama techninė analizės siekiant į portfelį įtraukti įmonių akcijas su stipriausiomis augimo tendencijomis.

9. Techninės analizės rezultatai parodė, kad laikotarpyje nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30 stipriausios akcijų kainų augimo tendencijos ilgesniuojų laikotarpiu buvo stebimos *Akola Group*, *Grigeo Group*, *Merko Ehitus* ir *Rokiškio sūrio* įmonių atvejais. Techninių osciliatorių signalai daugumoje atveju buvo patikimi. Šioms įmonėms buvo apskaičiuoti lygių svorių, maksimalaus *Sharpe*, minimalios rizikos ir maksimalios grąžos investicinių portfelių svoriai remiantis 2021/12/30 – 2025/12/30 uždarymo kainų duomenimis.

10. Portfelio skaičiavimai buvo atliekami remiantis atskirų laikotarpių duomenimis, o būtent 2021/12/30 – 2022/12/30; 2021/12/30 – 2023/12/29; 2021/12/30 – 2024/12/30; 2021/12/30 – 2025/12/30. Grąžos buvo skaičiuojamos kiekvienų metų pabaigoje ir iki 2026/04/30. Rezultatai parodė teigiamas grąžas 2026 m. balandžio mėnesio pabaigoje, taikant „pirk ir laikyk“ strategiją bei kasmetinius svorių koregavimus. Sudaryti remiantis 2021/12/30 – 2022/12/30 duomenimis žemiausią galutinę grąžą taikant „pirk ir laikyk“ strategiją parodė maksimalios grąžos portfelis, kur reikšmė buvo lygi 26,87%, o didžiausią grąžą taikant „pirk ir laikyk“ strategiją parodė minimalios rizikos portfelis ir reikšmė buvo lygi 71,25%. Sudaryti remiantis 2021/12/30 – 2023/12/29 duomenimis žemiausią grąžą taikant „pirk ir laikyk“ strategiją parodė maksimalaus *Sharpe* portfelis, kuri buvo lygi 25,79%. Didžiausią grąžą parodė maksimalios grąžos portfelis perskirsčius visą investicijos suma 2024-12-30 nuo *Akola Group* į *Merko Ehitus* akcijas ir reikšmė sudarė 62,59%. Sudarytų remiantis 2021/12/30 – 2024/12/30 duomenimis portfelių atveju žemiausia grąža buvo stebima lygių svorių portfelio atveju taikant „Pirk ir laikyk“ strategija ir

reikšmė sudarė 30,05%. Didžiausia grąža buvo lygi 41,97% maksimalios grąžos portfelio atveju, o strategijos pasirinkimas neturėjo įtakos. Sudarytų remiantis 2021/12/30 – 2025/12/30 duomenimis portfelių atveju iki 2026/04/30 yra stebimos nuostolis, kur mažiausias -3,7% yra lygių svorių portfelio atveju, o didžiausias -5,43% yra maksimalios grąžos portfelio atveju.

11. Vertės pokyčio rizikos rodiklio skaičiavimai parodė, kad didėjant nagrinėjamų duomenų laikotarpiui, ryškėjo analizuojamų įmonių kainų augimo tendencijos. Tai lėmė, kad bendrai tikėtinas nuostolis mažėjo. Didžiausias tikėtino nuostolio rodiklio mažėjimas perskirstant svorius kiekvienais metais buvo stebimas maksimalaus *Sharpe* portfelio atveju, kur reikšmės sudarė 43,98% (95% pasiklovimo lygmuo) ir 42,02% (99% pasiklovimo lygmuo).

12. Anomalių tyrimas parodė, kad jų požymiai gali būti būdingi šioms įmonėms: *Akola Group* – antradienio efektas (silpnai tvarus), gegužės efektas (silpnai tvarus) ir aukštesnė grąža IV metų ketvirtį (silpnai tvary); *Grigeo Group* – gruodžio efektas (vidutiniškai tvary); *Merko Ehitus* – aukštesnė grąža IV metų ketvirtį (silpnai tvary). Paskutiniosios įmonės atveju birželio mėnesio rezultatai atskirais metų periodais nėra stipriai reikšmingi.

REKOMENDACIJOS

1. Atlikta analizė parodė, kad Baltijos šalių įmonių akcijų pokyčiams nėra būdingas stiprus tarpusavio ryšis, dėl šios priežasties investuotojui siekiant nustatyti diversifikacijos laipsnį vertėtų ne tik remtis sektorine diversifikacija, bet ir patikrinti akcijų grąžų tarpusavio koreliaciją. Esant kuo mažesniai ryšiui, tai svarstyti įtraukti būtent šias įmones, kad užtikrinti mažesnę riziką. Kadangi duomenys yra prieinami oficialiuose biržų tinklapiuose, tai skaičiavimus būtų nesudėtinga atlikti šiame darbe naudotose *Gretl* arba *Jamovi* programose. *Microsoft Excel* programoje taip pat yra galimybė atlikti tokius skaičiavimus *Data analysis* pakete.
2. Investuojant į efektyvias rinkas, tai atsiranda tikimybė, kad investuotojui nepavyks pasiekti didesnės nei vidutinė rinkos grąža rezultatus. Tokiu atveju vertėtų investuoti į neefektyvias rinkas. Šiame darbe iš 17 didžiausių įmonių yra nustatytos 8, kurios pilnai atitinka neefektyvios rinkos požymius: *Akola Group*, *Amber grid*, *EfTEN Real Estate Fund*, *Grigeo Group*, *Merko Ehitus*, *Rokiškio sūris*, *Tallink Grupp*, *TKM Grupp*. Didžiausia tikimybė, kad investicinė grąža nebus didesnė nei vidutinė yra stebima *LHV Group* ir *Telia Lietuva* atvejais, tai šios įmonės neturėtų būti svarstomos įtraukti į investicinius portfelius.
3. Svarbi priemonė analizuojant rinkas yra techninė analizė. Jei investuotojo siekis yra sudaryti portfelį ilgesniam laikotarpiui, tai vertėtų atsižvelgti, ar svarstomų įmonių akcijų kainoms nėra būdingi dažni svyravimai ir ar tendencija yra auganti. Šiame darbe atsižvelgiant į kainų tendą sudaryti investicinį portfelį buvo pasirinktos įmonės *Akola Group*, *Grigeo Group*, *Merko Ehitus* ir *Rokiškio sūris*, kadangi iki 2025-12-30 buvo stebimos augimo tendencijos. Dažnu atveju, bet ne visada, MACD ir RSI osciliatorių signalai buvo patikimi, ką galima matyti 7, 10, 11, 12 paveiksluose, tai esant galimybei, galima būtų perskaičiuoti aktyvų svorius portfelyje paskirstant daugiau lėšų toms akcijoms, kurių atveju indikuojama augimo tendencija. Visgi šį būdą vertėtų taikyti, jei investuotojui yra priimtinas aukštesnis rizikos lygis.
4. Sudarius lygių svorių, minimalios rizikos, maksimalaus *Sharpe* maksimalios grąžos portfelius iki 2025-12-30 buvo stebimos teigiamos grąžos kiekvienų metų pabaigoje. Didėjant analizuojamų duomenų imčiai, tai abiejų strategijų atvejais lygių svorių ir minimalios rizikos pajamingumai buvo teigiami, bet mažėjo kiekvienais metais. Taikant „pirk ir laikyk“ strategiją, tai lygių svorių portfelio metinė grąža sumažėjo nuo 61,92% iki 30,05%. Minimalios rizikos portfelio metinė grąža sumažėjo nuo 71,25% iki 31,35%. Metų pabaigos koregavimų atveju lygių svorių portfelio grąža sumažėjo nuo 67,08% iki 30,57% (šiuo atveju nuo kiekvieno aktyvo sugeneruota praeitų metų bendra suma buvo vėl perskirstoma lygiomis dalimis, kad atitiktų alokacijas), o minimalios rizikos atveju sumažėjo nuo 66,81% iki 31,87%. Priešingai, maksimalaus *Sharpe* portfelio grąža

atsirandant naujiems duomenimis „pirk ir laikyk“ atveju padidėjo nuo 27,52% iki 39,33%. Metinių koregavimų atveju sumažėjo nuo 64,31% iki 38,68%, bet išliko didesnė nei prieš tai minėtų portfelių. Taip pat vertės pokyčio rizikos rodiklis šio portfelio atveju sumažėjo virš 40%. 2026-04-30 lygių svorių ir minimalios rizikos portfelių atvejais stebimas nuostolis, kuris lygus -3,7% ir -3,8% atitinkamai, o maksimalaus *Sharpe* nuostolis yra -5,30%. Tokiu būdu rekomenduojama investuoti į maksimalaus *Sharpe* portfelį ilgesniam laikotarpiui perskirstant svorius metų pabaigoje arba atsiradus reikšmingiems rinkų signalams. Trumpuoju laikotarpiu gali būti svarstomos *short* pozicijos priklausomai nuo rinkų tendencijų.

5. Anomalių tyrimas parodė, kad investuotojui vertėtų apsvarstyti investuoti daugiau lėšų į *Akola Group* akcijas prieš gegužės mėnesį arba IV metų ketvirtį, į *Grigeo Group* akcijas prieš gruodžio mėnesį ir *Merko Ehitus* akcijas prieš IV metų ketvirtį. Taip pat atkreipti dėmesį į portfelio svorius prieš birželio mėnesį.

LITERATŪROS IR ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

- Abdoun, E. L., & Hasan, M. F. (2023). The buy and hold investment strategy: Building and evaluating passive portfolios from Iraq stock exchange. *Technium Business and Management*, 5, 79-87. <https://doi.org/10.47577/business.v5i.10141>
- Akbar, J. S. (2021). The effect of return on assets and return on equity on price to book value on banking companies listed on the Indonesia Stock Exchange. *International Journal of Economics, Business and Accounting Research (IJEBAR)*, 5(3), 1677-1688. <https://doi.org/10.29040/ijebar.v5i3.2814>
- Akkaya, M. (2021). Behavioral portfolio theory. In Applying Particle Swarm Optimization: New Solutions and Cases for Optimized Portfolios (pp. 29-48). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70281-6_3#DOI
- Amin, F. A. M., Yahya, S. F., Ibrahim, S. A. S., & Kamari, M. S. M. (2018, June). Portfolio risk measurement based on value at risk (VaR). In *AIP Conference Proceedings (Vol. 1974, No. 1)*. AIP Publishing. <https://doi.org/10.1063/1.5041543>
- Angelovska, J. (2013). An econometric analysis of market anomaly-day of the week effect on a small emerging market. *International Journal of Academic Research in Accounting, Finance and Management Sciences*, 3(1), 314-322.
- Azevedo, V., Kaiser, G. S., & Mueller, S. (2023). Stock market anomalies and machine learning across the globe. *Journal of Asset Management*, 24(5), 419-441. <https://doi.org/10.1057/s41260-023-00318-z>
- Bacsosz, S. (2019). Analysis of the geographical diversification of financial instruments. *Regional statistics*, 9(01), 13-31. DOI: 10.15196/RS090110
- Bányai, A., Tatay, T., Thalmeiner, G., & Pataki, L. (2024). The impact of rebalancing strategies on ETF portfolio performance. *Journal of Risk and Financial Management*, 17(12), 533. <https://doi.org/10.3390/jrfm17120533>
- Barro, D., Basso, A., Funari, S., & Visentin, G. A. (2023). Portfolio Diversification Including Art as an Alternative Asset. Department of Management, Università Ca'Foscari Venezia Working Paper, (6). <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4617318>
- Becker, F., Gürtler, M., & Hibbeln, M. (2015). Markowitz versus Michaud: portfolio optimization strategies reconsidered. *The European Journal of Finance*, 21(4), 269–291. <https://doi.org/10.1080/1351847X.2013.830138>

- Bhargavi, R. & Gumparathi, Srinivas & Anith, R.. (2017). Relative strength index for developing effective trading strategies in constructing optimal portfolio. *International Journal of Applied Engineering Research*. 12. 8926-8936.
- Bilbao-Terol, A., Arenas-Parra, M., Cañal-Fernández, V., & Bilbao-Terol, C. (2016). Multi-criteria decision making for choosing socially responsible investment within a behavioral portfolio theory framework: A new way of investing into a crisis environment. *Annals of Operations Research*, 247, 549-580. <https://doi.org/10.1007/s10479-015-1947-9>
- Bjerring, T. T., Ross, O., & Weissensteiner, A. (2017). Feature selection for portfolio optimization. *Annals of Operations Research*, 256(1), 21-40. <https://doi.org/10.1007/s10479-016-2155-y>
- Bogdan, S., Baresa, S., & Ivanovic, Z. (2015). Estimating risk on the capital market with VaR method. *UTMS Journal of Economics*, 6(1), 165-175.
- Cesarone, F., Martino, M. L., & Carleo, A. (2022). Does ESG impact really enhance portfolio profitability?. *Sustainability*, 14(4), 2050. <https://doi.org/10.3390/su14042050>
- Clarissa, A., & Koesrindartoto, D. P. (2024). Strategic portfolio rebalancing: Integrating predictive models and adaptive optimization objectives in a dynamic market. *Investment Management and Financial Innovations*, 21(3), 304-316. [https://doi.org/10.21511/imfi.21\(3\).2024.25](https://doi.org/10.21511/imfi.21(3).2024.25)
- Cheung, Y. H., & Powell, R. J. (2012). Anybody can do value at risk: a nonparametric teaching study. *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, 6(1).
- Coe, T. S., & Laoethakul, K. (2021). Applying technical trading rules to beat long-term investing: Evidence from Asian markets. *Asia-Pacific Financial Markets*, 28(4), 587-611. <https://doi.org/10.1007/s10690-021-09337-5>
- Cohen, G., & Cabiri, E. (2015). Can technical oscillators outperform the buy and hold strategy?. *Applied Economics*, 47(30), 3189-3197. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1013609>
- El Fadl, M. A., Abbey, B., & Choi, K. S. (2015, January). Effect of it trading platform on financial risk-taking and portfolio performance. In *2015 48th Hawaii International Conference on System Sciences (pp. 3298-3306)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2015.398>
- Enow, S. T. (2023). The Merits of buy and Hold Strategy in International Financial Markets. *Journal of Economic and Social Development, Clinical Journals Press*, vol. 10(02), pages 01-05, September.

- Euro area yield curves. European Central Bank. Prieiga per internetą: https://www.ecb.europa.eu/stats/financial_markets_and_interest_rates/euro_area_yield_curves/html/index.en.html [žiūrėta: 2026-05-11].
- Fama, E. F. (1970). Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417. <https://doi.org/10.2307/2325486>
- Fidan Keçeci, N., Kuzmenko, V., & Uryasev, S. (2016). Portfolios dominating indices: Optimization with second-order stochastic dominance constraints vs. minimum and mean variance portfolios. *Journal of Risk and Financial Management*, 9(4), 11. <https://doi.org/10.3390/jrfm9040011>
- Gerritsen, D. F., Bouri, E., Ramezanifar, E., & Roubaud, D. (2020). The profitability of technical trading rules in the Bitcoin market. *Finance Research Letters*, 34, 101263. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.08.011>
- Ghaeli, M. R. (2016). Price-to-earnings ratio: A state-of-art review. *Accounting*, 3(2), 131-136. [doi: 10.5267/j.ac.2016.7.002](https://doi.org/10.5267/j.ac.2016.7.002)
- Gunjan, A., & Bhattacharyya, S. (2023). A brief review of portfolio optimization techniques. *Artificial Intelligence Review*, 56(5), 3847-3886. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10273-7>
- Hidaka, R., Hamakawa, Y., Nakayama, J., & Tatsumura, K. (2023). Correlation-diversified portfolio construction by finding maximum independent set in large-scale market graph. *IEEE Access*, 11, 142979-142991. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3341422>
- Irsan, M. Y. T., Priscilla, E., & Siswanto, S. (2022). Comparison of Variance Covariance and Historical Simulation Methods to Calculate Value At Risk on Banking Stock Portfolio. *Jurnal Matematika, Statistika dan Komputasi*, 19(1), 241-250. <https://doi.org/10.20956/j.v19i1.21436>
- Johnk, D. (2021). Use Excel to graph the efficient frontier of a three security portfolio. Prieiga per internetą: <https://www.youtube.com/watch?v=IRa64LEERhE> [žiūrėta: 2025-03-25].
- Johnk, D. (2024). Graph the efficient frontier and capital allocation line for a three stock portfolio using Excel. Prieiga per internetą: <https://www.youtube.com/watch?v=cbEDVptx9Fg&t=1817s> [žiūrėta: 2025-03-25].

- Joshi, H. (2022). Asset correlation and the optimal portfolio size determination—Case of Nifty 50 and NASDAQ 100 indices. *Indian Journal of Research in Capital Markets*, 9(1), 8-17. <https://doi.org/10.17010/ijrcm/2022/v9i1/170400>
- Kalayci, C. B., Ertenlice, O., Akyer, H., & Aygoren, H. (2017). A review on the current applications of genetic algorithms in mean-variance portfolio optimization. *Pamukkale University Journal of Engineering Sciences*, 23(4). 470-476. DOI:10.5505/pajes.2017.37132
- Krawiec, Monika & Górska, Anna & Gehringer, Agnieszka. (2023). Verification of the Weak-Form Informational Efficiency of Fuel Markets in the Visegrad Group. *Metody Ilościowe w Badaniach Ekonomicznych*. 24. 149-161. 10.22630/MIBE.2023.24.3.11. <https://doi.org/10.22630/MIBE.2023.24.3.11>
- Kumbure, M. M., Lohrmann, C., Luukka, P., & Porras, J. (2022). Machine learning techniques and data for stock market forecasting: A literature review. *Expert Systems with Applications*, 197, 116659. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.116659>
- Lento, C., & Gradojevic, N. (2021). S&P 500 Index Price Spillovers around the COVID-19 Market Meltdown. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(7), 330. <https://doi.org/10.3390/jrfm14070330>
- Ling, F. C. H., Yat, D. N. C., & binti Muhamad, R. (2014). An empirical re-investigation on the ‘buy-and-hold strategy’ in four Asian markets: A 20 years’ study. *World Applied Sciences Journal*, 30, 226-237. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.30.icmrp.30
- Majewski, S., & Majewska, A. (2022). Behavioral portfolio as a tool supporting investment decisions. *Procedia Computer Science*, 207, 1713-1722. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.09.229>
- Malladi, R., & Fabozzi, F. J. (2017). Equal-weighted strategy: Why it outperforms value-weighted strategies? Theory and evidence. *Journal of Asset Management*, 18, 188-208. <https://doi.org/10.1057/s41260-016-0033-4>
- Malladi, R., & Stanoyevitch, A. (2025). Assessing the Impact of Rebalancing on Equal-weighted and Value-weighted Portfolios over Five Decades. *Financial Services Review*, 33(1), 142-164. <https://doi.org/10.61190/fsr.v33i1.3991>
- Mangram, M. E. (2013). A simplified perspective of the Markowitz portfolio theory. *Global journal of business research*, 7(1), 59-70.

- MarketScreener platforma. Prieiga per internetą: <https://www.marketscreener.com/> [žiūrėta: 2026-05-02].
- Markowitz, H. M. (1952). Portfolio selection. *Journal of finance*, 7(1), 77-91.
- Mazanec, J. (2021). Portfolio optimalization on digital currency market. *Journal of Risk and Financial Management*, 14(4), 160. <https://doi.org/10.3390/jrfm14040160>
- Mba, J. C., Ababio, K. A., & Agyei, S. K. (2022). Markowitz mean-variance portfolio selection and optimization under a behavioral spectacle: New empirical evidence. *International Journal of Financial Studies*, 10(2), 28. <https://doi.org/10.3390/ijfs10020028>
- Myśliwiec, M. (2020). The calendar anomalies on Warsaw Stock Exchange in 2015-2020. *The Review of Economics, Finance & Investments*, 1(1), 42-55. <https://doi.org/10.53752/refi.2020.1.16>
- Nakagawa, K., & Suimon, Y. (2022). Inflation rate tracking portfolio optimization method: Evidence from Japan. *Finance Research Letters*, 49, 103130. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103130>
- Nasdaq Baltic (2025). Baltijos rinkos indeksai. Prieiga per internetą: <https://nasdaqbaltic.com/statistics/lt/charts> [žiūrėta: 2026-01-18].
- Novak, I. (2019). Efficient market hypothesis: case of the Croatian capital market. *InterEULawEast: journal for the international and european law, economics and market integrations*, 6(1), 3-20. <https://doi.org/10.22598/iele.2019.6.1.2>
- Oehler, A., & Horn, M. (2021). Behavioural portfolio theory revisited: lessons learned from the field. *Accounting & Finance*, 61, 1743-1774. <https://doi.org/10.1111/acfi.12643>
- Oliveira, A. B., Trucíos, C., & Valls Pereira, P. L. (2022). Does Portfolio Resampling Really Improve Out-of-Sample Performance? Evidence From the Brazilian Market. Evidence From the Brazilian Market (October 22, 2022). <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4255892>
- Pae, Y., & Sabbaghi, N. (2015). Equally weighted portfolios vs value weighted portfolios: Reasons for differing betas. *Journal of Financial Stability*, 18, 203-207. <https://doi.org/10.1016/j.jfs.2015.04.006>
- Page, S., & Panariello, R. A. (2018). When diversification fails. *Financial Analysts Journal*, 74(3), 19-32. <https://doi.org/10.2469/faj.v74.n3.3>

- Pawlonka, T., & Sypniewski, P. (2023). Behavioural seasonal anomalies on the stock exchange—verification of the January effect on the WSE in Warsaw. *Zeszyty Naukowe SGGW, Polityki Europejskie, Finanse i Marketing*, (29 (78)), 97-109. <https://doi.org/10.22630/PEFIM.2023.29.78.7>
- Prusak, B., & Kusowska, M. (2019). The analysis of efficiency of selected contrarian strategies on the Warsaw Stock Exchange in the years 2014–2018. *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie*, (4 (44)), 25-38. DOI: [10.25944/znmwse.2019.04.2538](https://doi.org/10.25944/znmwse.2019.04.2538)
- Rossi, M., & Gunardi, A. (2018). Efficient market hypothesis and stock market anomalies: Empirical evidence in four European countries. *Journal of Applied Business Research*, 34(1).
- Sahaa, A., & Xub, Y. (2021). A market signal-based alternative to buy-and-hold investing. *Journal Of Investment Management*, 19(3), 81-98.
- Scott, M. C. (1998). How to calculate the return on your portfolio. *American Association of Individual Investors Journal*, 15-18.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, 19(3), 425-442. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1964.tb02865.x>
- Shen, W., & Wang, J. (2017, February). Portfolio selection via subset resampling. *In Proceedings of the AAAI conference on artificial intelligence (Vol. 31, No. 1)*. <https://doi.org/10.1609/aaai.v31i1.10728>
- Sukono, Rosadi, D., Maruddani, D. A. I., Ibrahim, R. A., & Johansyah, M. D. (2024). Mechanisms of stock selection and its capital weighing in the portfolio design based on the MACD-K-means-Mean-VaR model. *Mathematics*, 12(2), 174. <https://doi.org/10.3390/math12020174>
- Ta, V. D., Liu, C. M., & Tadesse, D. A. (2020). Portfolio optimization-based stock prediction using long-short term memory network in quantitative trading. *Applied Sciences*, 10(2), 437. <https://doi.org/10.3390/app10020437>
- Vasileiou, E. (2017). Value at Risk (VaR) historical approach: Could it be more historical and representative of the real financial risk environment?. *Theoretical Economics Letters (ABS 1)*, 7, 951-974. <https://doi.org/10.4236/tel.2017.74065>

- Vasuki, M., Celestin, M., Boakye, M. M., & Kumar, A. D. (2025). Evaluating the efficiency of portfolio diversification strategies using statistical correlation metrics. In *Brainae Journal of Business, Sciences and Technology* (Vol. 9, Number 2, pp. 160–170). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14880876>
- Wojtalik, G., & Szymański, M. (2020). Calendar Effects in the Stock Markets of Central European Countries. *Acta Universitatis Lodzensis Folia Oeconomica*, 5(350). 27-51. <http://dx.doi.org/10.18778/0208-6018.350.02>
- Wright, T., & Conwell, J. (2023). Maximizing Profit and Managing Risk: A Sector-based Diversification Strategy for Stock Portfolio Optimization. Prieiga per internetą: <https://dspace.sewanee.edu/items/82de286d-bee1-4fa6-902e-60c278213677> [žiūrėta: 2025-06-16].
- Zaman, S. (2019). Weak form market efficiency test of Bangladesh Stock Exchange: an empirical evidence from Dhaka Stock Exchange and Chittagong Stock Exchange. *Journal of economics, business and accountancy ventura*, 21(3), 285-291. DOI: [10.14414/jebav.v21i3.1615](https://doi.org/10.14414/jebav.v21i3.1615)
- Zatwarnicki, M., Zatwarnicki, K., & Stolarski, P. (2023). Effectiveness of the relative strength index signals in timing the cryptocurrency market. *Sensors*, 23(3), 1664. <https://doi.org/10.3390/s23031664>
- Zilbering, Y., Jaconetti, C. M., & Kinniry Jr, F. M. (2015). Best practices for portfolio rebalancing. Valley Forge, Pa.: The Vanguard Group. *Vanguard Research PO Box, 2600*, 19482-2600.
- Павлюк О., & Мельник, Т. (2022). АНАЛІЗ НАЙПОШИРЕНІШИХ МЕТОДІВ ПОЗПАХУНКУ «VALUE AT RISK, VAR». *Financial and Credit Activity Problems of Theory and Practice*, 3(44), 43–49. <https://doi.org/10.55643/fcaptp.3.44.2022.3746>

OPTIMALAUS INVESTICINIO PORTFELIO SUDARYMO STRATEGIJOS IR VEIKSNIAI

EDMUNDAS IŠORA

Magistro baigiamasis darbas

Apskaita ir finansų valdymas

Vilniaus universiteto Ekonomikos ir verslo administravimo fakultetas

Darbo vadovas - Jaunesnioji asistentė Daiva Raziūnienė

SANTRAUKA

100 puslapių, 30 lentelių, 34 paveikslėliai, 70 šaltinių.

Pagrindinis šio magistro darbo tikslas – pasirinkti įmones, kurioms sudaryti lygių svorių, maksimalaus *Sharpe* rodiklio, minimalios rizikos, maksimalios grąžos investicinius portfelius ir įvertinti jų pajamingumus, tikėtinus nuostolius bei galinčius paveikti veiksniai.

Darbą sudarys trys pagrindinės dalys: literatūros analizė, tyrimas ir jo rezultatai, išvados ir rekomendacijos.

Atlikęs literatūros analizę autorius išsiaiškino, kokie yra pagrindiniai investicinio portfelio diversifikacijos ir formavimo aspektai. Koreliacinės analizės pagalba buvo išsiaiškinta, kad 17 didžiausių *Nasdaq Baltic* biržoje nurodytų įmonių akcijų grąžų tarpusavio ryšis neviršija vidutinio stiprumo rodiklį. Autokoreliacijos, *Ljung-Box Q* testo, autoregresijos ir kvantiliais paremtos regresijos rezultatai parodė, kad 9 iš 17 įmonių yra būdinga silpna rinkos efektyvumo forma. Remiantis techninės analizės rezultatais buvo atrinktos 4 įmonės, kurioms buvo sudaryti lygių svorių, minimalios rizikos, maksimalaus *Sharpe* rodiklio ir maksimalios grąžos portfeliai. Kiekvieno portfelio atveju buvo paskaičiuoti istoriniai vertės pokyčio rodikliai. Kiekvieno aktyvo grąžoms buvo atlikta regresinė analizė siekiant nustatyti kalendorinių anomalijų pasireiškimą - savaitės, mėnesio, metų ketvirčio efektus. Tyrimui atlikti buvo naudojamos *Nasdaq Baltic* biržoje nurodytų įmonių akcijų uždarymo kainos laikotarpyje nuo 2021-12-30 iki 2025-12-30. Skaičiavimams ir analizėms atlikti buvo naudojamos *Microsoft Excel*, *Jamovi*, *Gretl* programos ir *MarketScreener* platforma.

Atliktas tyrimas atskleidė, kad remiantis 2021/12/30 – 2025/12/30 duomenimis investiciniai portfeliai daugumoje atveju generavo teigiamas grąžas, kurios keitėsi priklausomai nuo įmonių svorių portfelyje. Paaiškėjo, kad aktualiausiu laikotarpiu, iki 2026-04-30 buvo fiksuojamas

nuostolis visų portfelių atvejais. Tolimesnis tyrimas parodė, kad Baltijos šalių įmonių akcijų kainų pokyčiams būdingos kalendorinės anomalijos.

Išvadose ir rekomendacijose apibendrinti pagrindiniai mokslinės literatūros analizės aspektai, atlikto tyrimo rezultatai. Autorius mano, kad tyrimo rezultatai galėtų būti naudingi sudarant ir valdant investicinius portfelius iš Baltijos šalių įmonių akcijų.

STRATEGIES AND DETERMINANTS OF OPTIMAL INVESTMENT PORTFOLIO FORMATION

EDMUNDAS IŠORA

Master thesis

Accounting and Financial Management

Vilnius University, Faculty of Economics and Business Administration

Supervisor – lecturer Junior Assistant Professor Daiva Raziūnienė

SUMMARY

100 pages, 30 tables, 34 pictures, 70 šaltinių.

The main purpose of this master thesis is to determine companies and using their historical data form equally weighted, maximum *Sharpe*, minimal risk and maximum return investment portfolios. Evaluate all portfolios returns, expected loss and factors that could affect results.

The work consists of three main parts: the analysis of literature, the research and its results, conclusion and recommendations.

After the literature analysis author determined main investment portfolio diversification and formation aspects. Correlation analysis indicated that the interrelation between 17 largest companies from *Nasdaq Baltic* stock market does not exceed medium level. Autocorrelation, *Ljung-BOX Q* test, autoregression and quantile regression results demonstrated that for 9 out of 17 companies could be applicable weak form of market efficiency. Based on the results of technical analysis, 4 companies were selected to form equally weighted, maximum *Sharpe*, minimal risk and maximum return portfolios. In the case of every portfolio was calculated historical Value at Risk coefficients. Also, in the case of every company stock return using regression analysis was determined if calendar anomalies like week, month or quarter of year effects could appear. To conduct the research closing prices of shares of companies listed on the *Nasdaq Baltic* stock market was used. Data period included prices from 2021-12-30 to 2025-12-30. Calculations and analysis were made using *Microsoft Excel*, *Jamovi*, *Gretl* software and *MarketScreener* platform.

Research revealed that for period from 2021-12-30 to 2025-12-30 investment portfolios mostly generated positive returns which changed depending on asset weights in portfolio. Analysis of

period until 2026-04-30 showed that portfolios lost in value. Further research has shown that for changes in the shares prices of Baltic state companies are common calendar anomalies.

In conclusions and recommendations are summarized main concepts of literature analysis and research results. The author believes that research results could be useful in formation and management of investment portfolio from Baltic states companies shares.

PRIEDAI

1 priedas

Grąžų ir dispersijų skaičiavimo rezultatai *Microsoft Excel* programoje naudojant akcinių bendrovių „Apranga“, „Nordecon“, „Rokiškio sūris“, „Pieno žvaigždės“ akcijų uždarymo kainas laikotarpyje nuo 2022.03.24 iki 2025.03.25 (Metodo šaltiniai: Johnk, 2021 ir Johnk, 2024).

	Rokiškio sūris	Pieno žvaigždės	Nordecon	Apranga
Vidutinė mėnesio grąža	0.069977	0.029692	-0.01115	0.057921
Mėnesio dispersija	2.764143	2.035073	2.281661	1.43627
Metinė grąža	0.83972	0.356302	-0.13378	0.695049
Metinė dispersija	33.16971	24.42087	27.37993	17.23524

2 priedas

Variacijos - kovariacijos matricos skaičiavimo rezultatai *Microsoft Excel* programoje naudojant akcinių bendrovių „Apranga“, „Nordecon“, „Rokiškio sūris“, „Pieno žvaigždės“ akcijų uždarymo kainas laikotarpyje nuo 2022.03.24 iki 2025.03.25 (Metodo šaltiniai: Johnk, 2021 ir Johnk, 2024).

	Rokiškio sūris	Pieno žvaigždės	Nordecon	Apranga
Rokiškio sūris	33.12618077	-0.178459858	1.105874827	1.082312346
Pieno žvaigždės	-0.178459858	24.3888227	1.630492493	0.249205973
Nordecon	1.105874827	1.630492493	27.34399564	2.16598931
Apranga	1.082312346	0.249205973	2.16598931	17.21262402

3 priedas

Variacijos-kovariacijos matrica buvo sudaroma panaudojus *Microsoft Excel* „MMULT“ ir „TRANSPOSE“ funkcijas.

4 priedas

Europos Centrinio Banko oficialiame tinklapyje nurodyta Eurozonos 3 metų AAA reitingo obligacijos norma (angl. spot rate) 2025.03.24 – 2.166398.

5 priedas

Vidutinės variacijos portfelio skaičiavimo rezultatai *Microsoft Excel* programoje naudojant akcinių bendrovių „Apranga“, „Nordecon“, „Rokiškio sūris“, „Pieno žvaigždės“ akcijų uždarymo kainas laikotarpyje nuo 2022.03.24 iki 2025.03.25 (Metodo šaltiniai: Johnk, 2021 ir Johnk, 2024).

SOLVER	Optimal
Rokiškio sūris	0.316030066
Pieno žvaigždės	0.181351329
Nordecon	0
Apranga	0.502618604
Tikėtina grąža	0.679337295
Rizika	2.971151407
Sharpe rodiklis	0.221353013

6 priedas

Minimalios variacijos portfelio skaičiavimo rezultatai *Microsoft Excel* programoje naudojant akcinių bendrovių „Apranga“, „Nordecon“, „Rokiškio sūris“, „Pieno žvaigždės“ akcijų uždarymo kainas laikotarpyje nuo 2022.03.24 iki 2025.03.25 (Metodo šaltiniai: Johnk, 2021 ir Johnk, 2024).

	Akcinių bendrovių aktyvų svoriai (%)
Rokiškio sūris	0.187821254
Pieno žvaigždės	0.262402077
Nordecon	0.196531599
Apranga	0.35324507
Tikėtina grąža	0.470442455
Rizika	2.602812669
Sharpe rodiklis	0.180743878

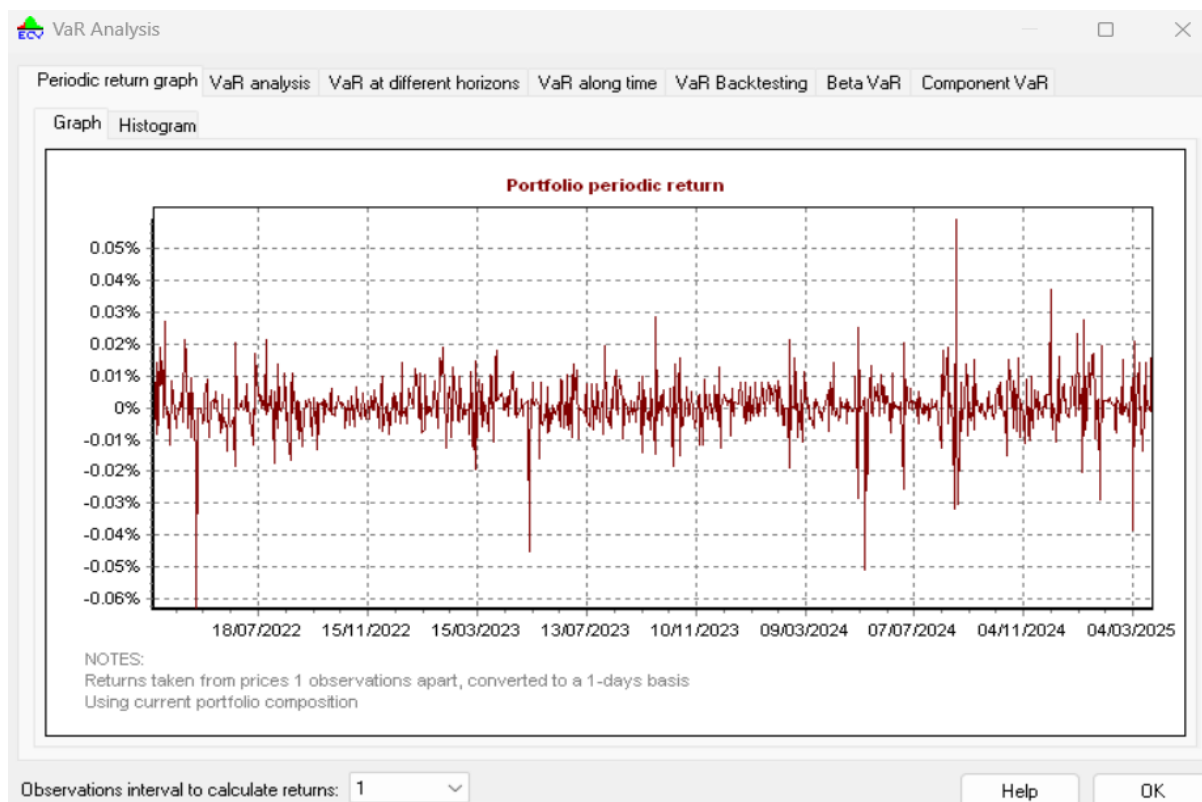
7 priedas

Tikėtina grąža skaičiuoti *Microsoft Excel* programoje buvo naudojamos „MMULT“ ir „TRANSPOSE“ funkcijos. Rizikai skaičiuoti buvo naudojamos „SQRT“, „MMULT“ ir „TRANSPOSE“ funkcijos. Sharpe rodiklio paskaičiavimui buvo panaudotas *Solver* programos paketas.

8 priedas

Atsitiktiniai portfeliai buvo sudaromi *Microsoft Excel* programoje panaudojus „RANDARRAY“ ir „TABLE“ funkcijas. Iš viso sugeneruota 500 atsitiktinių portfelių.

Gražų generavimas *ECVaR 1.0* programoje remiantis Nasdaq Baltic biržoje pateikiamais akcinių bendrovių „Apranga“, „Nordecon“, „Rokiškio sūris“, „Pieno žvaigždės“ akcijų uždarymo kainomis laikotarpyje nuo 2022.03.24 iki 2025.03.25.



10 priedas

Vertės pokyčio analizė *ECVaR - Academic 1.0* programoje remiantis Nasdaq Baltic biržoje pateikiamais akcinių bendrovių „Apranga“, „Nordecon“, „Rokiškio sūris“, „Pieno žvaigždės“ akcijų uždarymo kainomis laikotarpyje nuo 2022.03.24 iki 2025.03.25.

