



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
FUNDAMENTALIŲJŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
MATEMATINĖS SISTEMOTYROS KATEDRA

Kristina Vaznelytė

INVESTICINIŲ PORTFELIŲ MODELIŲ
SUDARYMAS IR PRITAIKYMAS LIETUVOS
VERTYBINIŲ POPIERIŲ RINKOJE

Magistro darbas

Vadovas
doc. dr. E. Valakevičius

KAUNAS, 2011



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
FUNDAMENTALIŲJŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
MATEMATINĖS SISTEMOTYROS KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas
prof. habil.dr. V.Pekarskas
2011 06 02

INVESTICINIŲ PORTFELIŲ MODELIŲ
SUDARYMAS IR PRITAIKYMAS LIETUVOS
VERTYBINIŲ POPIERIŲ RINKOJE

Taikomosios matematikos magistro baigiamasis darbas

Vadovas
doc. dr. E. Valakevičius
2010 06 02

Recenzentas
doc.dr. R. Misevičienė
2011 06 02

Atliko
FMMM 9 gr. stud.
K. Vaznelytė
2011 06 02

KAUNAS, 2011

KVALIFIKACINĖ KOMISIJA

Pirmininkas: Leonas Saulis, profesorius (VGTU)

Sekretorius: Eimutis Valakevičius, docentas (KTU)

Nariai: Algimantas Jonas Aksomaitis, profesorius (KTU)
Vytautas Janilionis, docentas (KTU)
Vidmantas Povilas Pekarskas, profesorius (KTU)
Rimantas Rudzkis, habil. dr., vyriausiasis analitikas (DnB NORD Bankas)
Zenonas Navickas, profesorius (KTU)
Arūnas Barauskas, dr., vice-prezidentas projektams (UAB „Baltic Amadeus“)

Vaznelytė K. Construction of Investment Portfolio Models and Their Application in Lithuanian Equity Market: Master's work in applied mathematics / supervisor Assoc. Prof. Dr. E. Valakevičius; Department of Mathematics Research In Systems, Faculty of Fundamental Sciences, Kaunas University of Technology. – Kaunas, 2011. – 83 p.

SUMMARY

Construction of an optimal investment portfolio is a complicated task.

There are many ways to select a set of most appropriate stocks for an investment portfolio as well as to allocate weights of assets based on various criteria, but all of these methods have some disadvantages. Four main techniques were analysed of asset selection in order to decide which one has least disadvantages. These techniques were based on correlation coefficients between asset returns, maximisation of the utility function (different values of risk aversion coefficients were analysed), selection of assets with highest historical returns, and employment of modified P/E ratio.

Research was carried with all the stocks quoted in NASDAQ OMX Baltic Exchange in Vilnius Official list for more than 10 years (2001 – 2010). There were 14 stocks quoted in this Official list for such period.

After selecting stocks for portfolios different theoretical asset allocation models (equal weight asset allocation, Markowitz model, Capital Asset Pricing Model, model where risk free asset is added when constructing a portfolio) were modified and adapted in order to become suitable for real market situation. Then the models were applied in Lithuanian equity market. After backtesting some investment characteristics were compared. Results were judged against popular indices in order to obtain conclusions.

It was concluded that the highest return rate was achieved by constructing the portfolio with employing Capital Asset Pricing Model. Best technique for selecting stocks proved to be maximisation of utility function when risk aversion coefficient $A=3$. Also, after comparing asset selection methods, it was noted that highest Sharpe ratio was achieved by utilising the same technique. It is recommended to add a risk free asset into portfolio of stocks because it usually improves results of most portfolios, irrespective of their contents. Constructing portfolios based on asset allocation according to indices analysed in the paper is not recommended because characteristics of indices were worse than the ones of constructed portfolios.

Vaznelytė K. Investicinių portfelių modelių sudarymas ir pritaikymas Lietuvos vertybinių popierių rinkoje: Taikomosios matematikos magistro baigiamasis darbas / mokslinis vadovas doc. dr. E. Valakevičius; Kauno technologijos universitetas, Fundamentalųjų mokslų fakultetas, Matematinės sistemos tyros katedra. – Kaunas, 2011. – 83 p.

SANTRAUKA

Optimalaus investicinio portfelio sudarymas yra sudėtingas uždavinys. Egzistuoja ne vienas būdas tiek geriausioms portfeliui akcijoms atrinkti, tiek aktyvų svoriams portfelyje paskirstyti, bet kiekvienas iš šių būdų turi ne tik privalumų, bet ir trūkumų. Investiciniam portfeliui sudaryti šiame darbe buvo pasirinkti šie modeliai – Markovičiaus modelis, kai tam tikrai grąžai reikia rasti mažiausią galimą riziką, finansinių aktyvų įkainojimo modelis, portfelių sudarymas į investicinį portfelį prie rizikingų aktyvų aibės prijungiant nerizikingą aktyvą ir portfelio sudarymas iš vienodus svorius turinčių aktyvų. Tyrimui paimtos visos „NASDAQ OMX Baltic“ Vilniaus biržos Oficialiajame sąrašė 10 arba daugiau metų (2001-01-01 – 2010-12-31) egzistuojančių įmonių akcijos (iš viso jų buvo 14). Išnagrinėti šie akcijų atrinkimo būdai: mažiausiai koreliuojančių su kitomis akcijų suradimas, didžiausią naudingumo funkcijos reikšmę turinčių akcijų atrinkimas, kai rizikos vengimo koeficientas $A=3$, ir kai $A=10$, didžiausią grąžą turinčių akcijų atrinkimas, ir didžiausias P/E koeficiento reikšmės turinčių akcijų atrinkimas.

Sumodeliavus portfelius taikant tris skirtingos trukmės periodus – metų, pusės metų ir trijų mėnesių, buvo nustatyta, kad optimali trukmė yra vieneri metai. Trijų mėnesių trukmės istorinių duomenų taikyti portfelio sudarymui nerekomenduojama. Buvo nustatyta, kad didžiausias grąžų ir Šarpo rodiklio reikšmės turi portfeliai, sudaryti atrinkus akcijas taikant naudingumo funkcijas, kai rizikos vengimo koeficientas $A=3$. Geriausias aktyvų paskirstymo investiciniame portfelyje metodas yra finansinių aktyvų įkainojimo modelis. Šis modelis teikia didesnę grąžą (ir jo Šarpo koeficiento reikšmė yra didesnė) nei tą pačią riziką turintys indeksai OMX Vilnius ir OMX Baltic Benchmark bei kiti modeliai.

TURINYS

Lentelių sąrašas	8
Paveikslų sąrašas	9
Įvadas	10
1. Bendroji dalis	11
1.1. Investicinio portfelio teorijos apžvalga	11
1.2. Aktyvų parinkimo investiciniams portfeliams metodai	13
1.2.1. P/E koeficiento taikymas	13
1.2.2. Naudingumo funkcijos taikymas	14
1.2.3. Koreliacijos koeficiento taikymas	15
1.2.4. Didžiausių akcijų gražų normų metodas	15
1.2.5. Normaliai pasiskirsčiusių akcijų atrinkimas	15
1.3. Taikytos programinės įrangos apžvalga	15
1.4. Investicinio portfelio sudarymo iš dviejų ir daugiau aktyvų modelis	17
1.5. Markovičiaus modelis	19
1.5.1. Lagranžo daugiklių metodo taikymas Markovičiaus uždaviniui spręsti	20
1.6. Finansinių aktyvų įkainojimo modelis	21
1.7. Markovičiaus ir finansinių aktyvų įkainojimo modelių palyginimas	23
1.8. Kiti modeliai	23
1.8.1. Jungties funkcijų taikymas	23
1.8.2. Šarpo modelis	24
1.9. Akcijų biržos indeksai	24
1.9.1. OMX Vilnius	25
1.9.2. OMX Baltic Benchmark	26
1.10. Charakteristikos investiciniams portfeliams įvertinti	26
1.10.1. Šarpo rodiklis	26
1.10.2. Beta koeficientas	27
2. Tiriamoji dalis	28
2.1. Tirta rinka	28
2.2. Tyrimo metodika ir eiga	30
2.2.1. Biržos nepateiktų istorinių duomenų apie akcijų kainas generavimas	30
2.2.2. Nerizikingosios palūkanų normos nustatymas	30
2.2.3. Tyrimo dalis nr. 1 ir rezultatai – portfelis iš visų akcijų	31
2.2.4. Tyrimo dalis nr. 2 ir rezultatai	33
2.2.5. Tyrimo dalis nr. 3 ir rezultatai	36
2.3. Akcijų atrinkimas investiciniams portfeliams	40
2.3.1. Šarpo rodiklio reikšmių analizė	42
2.4. Investicinių portfelių iš aktyvų vienodais svoriais sudarymas	45
2.5. Tyrimų rezultatų apibendrinimas	45
3. Programinės priemonės, skirtos palengvinti tyrimą. Sukurtų programinių priemonių aprašymas	49
3.1. Programos vykdomų etapų aprašymas	51
3.1.1. Pirmasis etapas	52
3.1.2. Antrasis etapas	52
3.1.3. Trečiasis etapas	53
3.1.4. Ketvirtasis etapas	53
3.1.5. Nustatytų komandų vykdymas ir rezultatų spausdinimas	53
3.1.6. Baigiamasis etapas	55
Išvados ir rekomendacijos	56
Padėka	58
Literatūra	59
1 priedas. Papildomi informacijos šaltiniai	61

2 priedas. Sukurtų programų tekstai.....	62
3 priedas. Visų tirtų įmonių akcijų kainos (2001-2010 m.)	79
4 priedas. Naudotų NASDAQ OMX Baltic biržos indeksų – OMXV ir OMXBBGI – reikšmės (2001-2010 m.)	79
5 priedas. Rezultatų failas „Palyginimas su rinka (be RF).txt“	80
6 priedas. Rezultatų failas „Portfeliai su vienodais svoriais. suvestinė.txt“	81
Kompaktinis diskas	83

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Pakoreguota Standard&Poor's korporacijų reitingų perėjimo tikimybių matrica.....	13
2.1 lentelė. Tirtų įmonių pavadinimai ir jų santrumpos	29
2.2 lentelė. Tirtų įmonių ir indeksų metinės gražų normos.....	29
2.3 lentelė. Nerizikingoji metinė ir ją atitinkanti dienišė palūkanų norma.....	30
2.4 lentelė. Tyrimo dalis nr. 1. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimas.....	31
2.5 lentelė. Tyrimo dalis nr. 1. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimas	32
2.6 lentelė. Tyrimo dalis nr. 1. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių beta koeficientų palyginimas	33
2.7 lentelė. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM (t.y., įtraukus nerizikingą aktyvą) modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimas	33
2.8 lentelė. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM t.y., įtraukus nerizikingą aktyvą) modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimas.....	34
2.9 lentelė. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių beta koeficientų palyginimas	35
2.10 lentelė. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimas, kai periodo trukmė yra pusė metų.....	38
2.11 lentelė. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimas, kai periodo trukmė yra pusė metų	39
2.12 lentelė. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių beta koeficientų palyginimas, kai periodo trukmė yra pusė metų	40
2.13 lentelė. Įmonių akcijų P/E koeficientų reikšmės pirmais ir antrais metais, surašytos mažėjančia tvarka.....	41
2.14 lentelė. Įmonių akcijų naudingumo funkcijos U reikšmės, kai rizikos vengimo koeficientas $A=3$, pirmais ir antrais metais, surašytos mažėjančia tvarka	41
2.15 lentelė. Įmonių akcijų naudingumo funkcijos U reikšmės, kai rizikos vengimo koeficientas $A=10$, pirmais ir antrais metais, surašytos mažėjančia tvarka	41
2.16 lentelė. Įmonių akcijų vidutinių gražų normų reikšmės, surašytos mažėjančia tvarka.....	41
2.17 lentelė. Įmonių akcijų koreliacijos koeficientų lentelė pirmais metais su pilkai pažymėtais mažiausiais vidutiniais koreliacijos koeficientais	42
2.18 lentelė. Portfelių, sudarytų atrinkus 10 įmonių akcijas pagal naudingumo funkcijos reikšmes, kai $A=3$, paskirsčius aktyvus vienodais svoriais, palyginimas	45
3.1 lentelė. Bylų rinkinys, sudarantis tyrimams palengvinti skirtas programines priemones.....	49

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Koreliacijos koeficiento reikšmės įtaka rizikai ir gražai	18
1.2 pav. Indeksų „OMX Vilnius“ ir „OMX Baltic Benchmark“ procentais išreikštų verčių kitimas 2001-2011 metais	25
2.1 pav. 2001-2010 m. „NASDAQ OMX Baltic“ biržoje kotiruotų Lietuvos įmonių akcijų kainų kitimas	28
2.2 pav. Tyrimo dalis nr. 1. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimo grafikai 9 iš eilės einančiais periodais	32
2.3 pav. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM (t.y., įtraukus nerizikingą aktyvą) modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimo grafikai	34
2.4 pav. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM t.y., įtraukus nerizikingą aktyvą) modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimo grafikai	35
2.5 pav. Grafinis investicinių portfelių modelių realizacijos ir indeksų palyginimas, kai efektyvieji portfelių kraštai yra sudaromi iš 14 akcijų	37
2.6 pav. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimo grafikai, kai periodo trukmė yra pusė metų	39
2.7 pav. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimo grafikai, kai periodo trukmė yra pusė metų	40
2.8 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš visų akcijų ir yra atnaujinamas kas pusę metų	42
2.9 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų pagal P/E koeficientus, ir yra atnaujinamas kas metus	43
2.10 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų pagal naudingumo funkcijos reikšmes, kai $A=3$, ir yra atnaujinamas kas metus	43
2.11 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų pagal naudingumo funkcijos reikšmes, kai $A=10$, ir yra atnaujinamas kas metus	44
2.12 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų mažiausias koreliacijos koeficientų reikšmes, ir yra atnaujinamas kas metus	44
2.13 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų didžiausias akcijų gražų normų reikšmes, ir yra atnaujinamas kas metus	44
3.1 pav. Grafinis investicinių portfelių modelių realizacijos ir indeksų palyginimas, kai efektyvieji portfelių kraštai yra sudaromi iš 14 akcijų (ir portfelių sudėtis yra atnaujinama kas pusę metų)	54
3.2 pav. Grafinis investicinių portfelių modelių realizacijos ir indeksų palyginimas, kai efektyvieji portfelių kraštai yra sudaromi iš 5 akcijų, atrinktų pagal P/E koeficientų reikšmes, ir įtraukus nerizikingą aktyvą (portfelio sudėtis yra atnaujinama kas ketvirtį)	54

IVADAS

Yra įvairių akcijų atrinkimo portfeliams būdų ir portfelių optimizavimo metodų. Investicinių portfelių rizika ir vidutinė graža priklauso ne tik nuo akcijų atrinkimo ir paskirstymo portfelyje metodų, bet ir nuo pasirinktų laiko periodų, kuriais tie portfeliai yra vertinami. Darbe buvo siekta patikrinti, kaip akcijų atrinkimo ir svorių portfeliuose optimizavimo būdai gali būti pritaikyti Lietuvos vertybinių popierių rinkoje. Investiciniam portfeliui sudaryti šiame darbe buvo pasirinkti šie modeliai: Markovičiaus modelis, kai tam tikrai gražai reikia rasti mažiausią galimą riziką, finansinių aktyvų įkainojimo modelis, portfelių sudarymas į investicinį portfelį prie rizikingų aktyvų aibės prijungiant nerizikingą aktyvą ir portfelio sudarymas iš vienodus svorius turinčių aktyvų. Tyrimui paimtos visos „NASDAQ OMX Baltic“ Vilniaus biržos Oficialiajame sąraše 10 arba daugiau metų. Išnagrinėti šie akcijų atrinkimo būdai: mažiausiai koreliuojančių su kitomis akcijų suradimas, didžiausią naudingumo vertę turinčių akcijų atrinkimas, kai rizikos vengimo koeficientas $A=3$, ir kai $A=10$, didžiausią gražą turinčių akcijų atrinkimas, ir didžiausias P/E koeficiento reikšmes turinčių akcijų atrinkimas.

Šio darbo tikslas buvo sumodeliuoti portfelius taikant skirtingus akcijų atrinkimo ir aktyvų portfelyje paskirstymo metodus, ir nustatyti, koks metodas yra optimalus realizavus jį Lietuvos vertybinių popierių rinkoje.

Darbo uždaviniai:

- Nustatyti, kokios trukmės periodus reikia parinkti, kad būtų sudaryti kuo didesnę gražą teikiantys portfeliai.
- Nustatyti, koks yra optimalus akcijų atrinkimo investiciniams portfeliams būdas.
- Palyginti sumodeliuotus portfelius ir nustatyti, koks aktyvų paskirstymo investiciniame portfelyje metodas yra optimalus.
- Palyginti optimalų sumodeliuotą portfelį su populiariais indeksais.

1. BENDROJI DALIS

1.1. INVESTICINIO PORTFELIO TEORIJOS APŽVALGA

Vienas iš turimų pinigų vertės išlaikymo arba didinimo būdų – akcijų pirkimas ir pardavimas. Akcija (angl. „stock”) – tai rizikingas nepastovios gražos nuosavybės vertybinis popierius („variable income security“), bendru atveju teikiantis didesnę vidutinę gražą nei obligacija (angl. „bond”) – skolos vertybinis popierius, skirtas nenorintiems rizikuoti, konservatyviems investuotojams.

Norint išlaikyti savo pinigų vertę nusipirkus tam tikrų vertybinių popierių įmanoma tik tada, kai iš jų gaunama graža atsveria ne tik infliacijos poveikį investicijoms, bet ir su jomis susijusias sąnaudas – komisinius, pelno ir kitus mokesčius, investicijų parinkimui bei valdymui skirtą laiką. Nerizikingų (obligacijų, bankinių indėlių) teikiama graža dažnai yra per maža, kad būtų galima išsaugoti realią sukauptų pinigų vertę. Todėl žvelgiant iš ilgalaikės perspektyvos investavimas į nerizikingus vertybinius popierius su pastovia maža gražos norma kartais laikomas rizikingesniu už investavimą į rizikingais vadinamus aktyvus. Ištyrus istorines gražas nustatyta, jog geriausiai nuo infliacijos neigiamos įtakos pinigų apsaugo investavimas į akcijų rinką; taip pat buvo padaryta išvada, kad trumpalaikės investicijos gražos kintamumas yra tiesiogiai proporcingas tikimybei viršyti infliacijos normą per tam tikrą laikotarpį (Valakevičius, 2007).

Akcijų kainoms įtaką daro daug įvairiausių veiksnių. Pvz., tie veiksniai gali būti bendra ekonominė ir finansinė pasaulio, šalies ar regiono padėtis, verslo šakos, kuriai priklauso kompanija, būklė, įmonės vadovų veiksmai, kompanijos pelningumas, kiti (politiniai, socialiniai, ekologiniai) faktoriai. Visų veiksnių ir jų poveikio stiprumo akcijų kainoms tiksliai nustatyti neįmanoma. Trumpalaikiai akcijų kainų svyravimai yra svarbesni spekuliantams, o ne investuotojams, kurie ketina gauti pelno iš ilgalaikių investicijų.

Du svarbūs dalykai, apie kuriuos reikia pagalvoti prieš investuojant į vertybinius popierius – tai investavimo trukmė ir tinkamų aktyvų pasirinkimas. Investicinius portfelius galima sudaryti iš rizikingų ir nerizikingų vertybinių popierių. Akcijų pirkėjai tampa bendrovių nuosavybės dalies turėtojais. Obligacijas Lietuvoje gali leisti vyriausybė, akcinės bendrovės ir uždarnosios akcinės bendrovės (VPK, 2008). Laikoma, kad jos pasiskolina pinigų iš investuotojo jam nusipirkus obligaciją, todėl obligacijos yra vadinamos skolos vertybiniais popieriais. Obligacijų palūkanų norma yra iš anksto žinoma. Atliekant operacijas su vertybiniais popieriais yra patiriamos įvairios papildomos išlaidos – tai komisiniai, pelno ir kiti mokesčiai, į kuriuos čia teoriškai nagrinėdami optimalius portfelius neatsižvelgsime. Dažnai yra nagrinėjami vienetinio ilgio investavimo periodai, kai uždirbtos pajamos išmokamos periodo pabaigoje iš periodo pradžioje investuotų pinigų; pasak Valakevičiaus (2007), prielaida, kad investicija apima tik vieną periodą, kartais pakankamai gerai aproksimuoja kelių periodų investiciją.

Investavimo į rizikingus vertybinius popierius procesą į smulkesnius etapus galima dalinti įvairiai. Vienas iš būdų – skirstymas į dvi pagrindines dalis. Tai yra:

- finansų rinkos analizė, padedanti įvertinti visų galimų investavimo priemonių riziką ir tikėtiną grąžą;
- optimalaus portfelio sudarymas iš finansų rinkoje cirkuliuojančių vertybinių popierių.

Jeigu skirstoma smulkiau, galima kalbėti apie vieną iš svarbių žingsnių, kuris bus nagrinėjamas plačiau šiame darbe, t.y. aktyvų parinkimą investiciniams portfeliams ir su šiuo žingsniu susijusius matematiškai pagrįstus metodus bei metodus, atsižvelgiančius į individualių investuotojų kriterijus.

Yra įvairių investicinio portfelio sudarymo modelių, visi jie turi tiek privalumų, tiek trūkumų ir dažnai – prielaidų, kurios negali būti tenkinamos realioje rinkoje. Šiame darbe bus modifikuoti ir praktiškai pritaikyti du moderniosios investicinio portfelio teorijos modeliai – Markovičiaus modelis ir finansinių aktyvų įkainojimo modelis, dar vadinamas CAPM (angl. „Capital Asset Pricing Model“). Šie modeliai yra buvo pasirinkti dėl to, kad jie yra sėkmingai taikomi užsienyje, tačiau yra mažai informacijos apie šių modelių palyginimą, modifikavimą ir pritaikymą Lietuvos vertybinių popierių rinkoje ir su tuo susijusius aspektus – kaip dažnai turėtų būti atnaujinama portfelio sudėtis, norint pasiekti geriausių rezultatų, ar būtina laikytis tuose modeliuose daromų prielaidų, kokia aktyvų parinkimo ir svorių paskirstymo portfelyje kombinacija yra tinkamiausia Lietuvos rinkai ir kt. Norint išsiaiškinti šiuos klausimus buvo parašytas magistrinis darbas, susijęs su šia tema.

Investuotojai dažniausiai sudaro portfelį iš daugiau nei vieno aktyvo, nes taip sumažinama rizika. Toks kapitalo išskaidymas į skirtingus aktyvus vadinamas diversifikacija. „Laikoma, kad investuotojai vengia rizikos, t.y. jie nori su kiek įmanoma mažesne rizika gauti numatomą pelną. Paprastai investuotojai sudaro investicinį portfelį ir tai reiškia riziką, susijusią ne su viena konkrečia investicija, o su daugeliu investicijų“ (Valakevičius, 2007).

Kapitalo pelno norma yra apibrėžiama taip:

$$R = \frac{X_1 - X_0}{X_0},$$

čia X_0 yra investuoti į portfelį (arba į atskirą aktyvą) pinigai, o X_1 - gauti pinigai. Jei gauname, kad $R < 0$, vadinasi, investicija buvo nuostolinga.

Vykdamas operacijas su vertybiniais popieriais kartais leidžiama juos parduoti jų neturint. Nepadengtas parduodimas vykdomas taip: reikia pasiskolinti aktyvą iš jo savininko ir kam nors kitam tą aktyvą parduoti už kainą X_0 , o po tam tikro laiko tą aktyvą vėl nusipirkti už kainą X_1 ir grąžinti aktyvą skolintojui. Vadinasi, nepadengtąjį pardavimą vykdęs investuotojas gaus pelną $X_0 - X_1$, jeigu vertybinio popieriaus vertė nukris. Jei jo vertė pakils, investuotojas patirs nuostolį $X_1 - X_0$. Pasak

Luenbarger (1998), nepadengtas pardavimas yra laikomas rizikingu, netgi pavojingu daugeliui investuotojų. To priežastis yra nuostolių dydžio neapibrėžtumas.

Rizika yra traktuojama įvairiai, bet ją dažniausiai siekiama išmatuoti kuo konkrečiau, nors kartais tai labai sudėtinga. Pvz., dalinai įmonių riziką galima nusakyti perėjimo tikimybių matrica. Perėjimo tikimybių matricos pritaikymas finansuose matomas žemiau esančioje lentelėje (Inamura, 2006) – čia vaizduojami reitingų agentūros Standard&Poor's 1983-2003 metų duomenys apie tikimybes kompanijoms pereiti iš vienos reitingų kategorijos į kitą. Kaip matome, reitingas D (angl. „Default“) atitinka absorbuojančią būseną – į ją galima patekti, bet išeiti iš jos neįmanoma (tai reiškia įmonės bankrotą). Taip pat matome, kad ši matrica yra stochastinė (nes ji kvadratinė, visi jos elementai neneigiami ir kiekvienos eilutės elementų suma yra lygi vienetui, t.y. 100%).

1.1 lentelė. Pakoreguota Standard&Poor's korporacijų reitingų perėjimo tikimybių matrica

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC/C	D
AAA	92.07	7.09	0.63	0.15	0.06	0.00	0.00	0.00
AA	0.62	90.84	7.76	0.59	0.06	0.10	0.02	0.01
A	0.05	2.09	91.38	5.79	0.44	0.16	0.04	0.05
BBB	0.03	0.21	4.10	89.37	4.82	0.86	0.24	0.37
BB	0.03	0.08	0.40	5.53	83.25	8.15	1.11	1.45
B	0.00	0.08	0.27	0.34	5.39	82.41	4.92	6.59
CCC/C	0.10	0.00	0.29	0.58	1.55	10.54	52.80	34.14
D	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100

Šiame darbe rizika bus laikoma kvadratinė šaknis iš gražos normos dispersijos σ^2 .

1.2. AKTYVŲ PARINKIMO INVESTICINIAMS PORTFELIAMS METODAI

Svarbu tinkamai pasirinkti vertybinius popierius, iš kurių bus sudaromas investicinis portfelis. Metodas, kurį pasirenks investuotojas, turės įtakos portfelio rizikai ir gražai.

Tolesniuose skyreliuose apžvelgti darbe pritaikyti akcijų parinkimo investiciniams portfeliams metodai, pagrįsti tam tikrų kriterijų reikšmių palyginimu. Šie kriterijai yra:

- įmonės akcijų paklausą rinkoje nusakantis P/E koeficientas,
- naudingumo funkcija (individuali kiekvienam investuotojui),
- koreliacijos koeficientai tarp įmonių aktyvų gražų normų,
- akcijų kainų gražų normos,
- akcijų gražų pasiskirstymas pagal normalųjį skirstinį.

1.2.1. P/E KOEFICIENTO TAIKYMAS

Vienas iš būdų parinkti įmonių akcijas, skirtas investiciniam portfeliui sudaryti, yra koeficiento P/E (angl. „price-to-earnings ratio“), nusakančio akcijos rinkos kainos ir grynojo pelno santykį, radimas. Šis koeficientas nusako tam tikros įmonės akcijų paklausą rinkoje. Juo parodoma, kiek litų

investuotojas sutiktų mokėti už vieną litą įmonės pelno, todėl aukšta šio koeficiento reikšmė gali reikšti, kad tikimasi spartaus konkrečios įmonės pelno augimo (Auditum, 2011).

P/E koeficientui skaičiuoti yra taikomas ne vienas būdas. Darbe šis rodiklis bus apibrėžtas kaip vienam akcijos nominalo litui tenkantis grynas pelnas. Pvz., turime 1 Lt kainuojančią akciją, kuri uždirbo 0,2 Lt pelno. Tada jos P/E koeficientas yra 5. Kadangi šios akcijos gražos pelno norma yra 20%, pastebėta, kad P/E galima išreikšti kaip vieneto ir gražos normos santykį. Toks supaprastinimas padarė darbe atliekamus skaičiavimus greitesnius, nes šiuo atveju P/E koeficientui rasti buvo imama ne akcijos kaina ir grynas pelnas, o tik gražos norma.

Šio koeficiento reikšmės kitimui įtakos turi prognozės: koks turėtų būti įmonės pajamų augimas, ką planuoja veikti konkurentai, ar konkrečios įmonės akcijos laikomos patikimomis ir t.t.

1.2.2. NAUDINGUMO FUNKCIJOS TAIKYMAS

Yra trys pagrindinės investuotojų grupės pagal rizikos vengimo intensyvumą – rizikos vengiantys, rizikai neutralūs ir rizikos mėgėjai. „Patirtis rodo, kad daugiausiai yra rizikos vengiančių investuotojų“ (Valakevičius, 2008). Jų naudingumo funkcijos yra iškilos į viršų. Kuo didesnis rizikos vengimo koeficientas, tuo mažiau rizikingų aktyvų bus linkęs įsigyti investuotojas (Bodie ir kt., 2004). Tame pačiame šaltinyje teigiama, jog daugelis tyrimų parodė, kad investuotojų rizikos vengimo koeficientas A dažniausiai yra intervale nuo 2 iki 4. Investuotojo rizikos vengimo koeficiento reikšmė nustatoma iš investuotojo pildomo specialaus klausimyno atsakymų.

Sukaupus pakankamai didelį kiekį kapitalo toks pat kapitalo padidėjimas, kaip prieš tai buvęs, atneš vis mažiau ir mažiau naudos. Naudingumo funkcija, sutrumpintai žymima U (angl. „Utility function“), yra skirtinga kiekvienam investuotojui. Ši funkcija apibrėžiama taip:

$$U = E(R) - 0,005A\sigma^2,$$

čia skaičius 0,005 yra kalibravimo koeficientas, naudojamas tam, kad naudingumo funkcijos operandų reikšmės mažiau skirtųsi, nes paprastai dispersijos σ^2 reikšmė būna žymiai didesnė nei investicinio portfelio vidutinės gražos $E(R)$ reikšmė.

Apibrėšime gražos ir rizikos kriterijų. Individualaus investuotojo suderinamumas tarp gražos ir rizikos gali būti pavaizduotas grafiškai vidutinio kvadratinio nuokrypio ir vidutinės gražos plokštumoje. Suformuluosime vidurkio ir rizikos (vidutinio kvadratinio nuokrypio) kriterijus portfeliui parinkti. Portfelis A yra geresnis už portfelį B , jei:

- 1) portfelio A graža yra didesnė arba lygi B gražai – $E(R_A) \geq E(R_B)$,
- 2) portfelio A rizika yra mažesnė arba lygi B rizikai – $\sigma_A \leq \sigma_B$,
- 3) bent viena iš šių nelygybių yra griežta.

1.2.3. KORELIACIJOS KOEFICIENTO TAIKYMAS

Teoriškai investiciniai portfeliai, sudaryti iš neigiamai koreliuotų akcijų, yra geresni nei iš teigiamai koreliuotų. Taip yra todėl, kad akcijos, kurių grąžų normos kinta priešingomis kryptimis, sumažina portfelio riziką. Taigi vienas iš akcijų atrinkimo būdų yra akcijų koreliacijų koeficientų ρ_{ij} tarp visų įmonių i ir j poromis (kai $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$) įvertinimas ir didesnius vidutinius koreliacijos koeficientus turinčių įmonių akcijų atmetimas. Šiame darbe bus atrinktos tų įmonių akcijos, kurių koreliacijų koeficientų vidurkiai yra mažiausi, ir bus patikrinta, ar šis akcijų atrinkimo metodas yra naudingesnis praktikoje nei kiti metodai.

Kadangi investicinio portfelio optimizavimas vidurkio-rizikos prasme taip pat remiasi koreliacija tarp įmonių akcijų, išsamiau koreliacijos koeficientas yra nagrinėjamas 1.4 skyrelyje.

1.2.4. DIDŽIAUSIŲ AKCIJŲ GRĄŽŲ NORMŲ METODAS

Taikant šį metodą atrenkamos akcijos tų įmonių, kurių grąžų normų vidurkiai yra didžiausi. Jeigu aktyvo A vidutinė grąža tam tikru laikotarpiu yra didesnė nei aktyvo B ($E(R_A) \geq E(R_B)$), aktyvas A laikomas tinkamesniu investiciniam portfeliui sudaryti.

Buvo pastebėta, kad didžiausių akcijų grąžų normų metodas yra atskiras naudingumo funkcijos $U = E(R) - 0,005A\sigma^2$ metodo atvejis, kai investuotojo rizikos vengimo koeficientas $A = 0$. Tada gauname, kad naudingumo funkcija priklauso tik nuo akcijos grąžos normos reikšmės dydžio. Todėl galime teigti, kad didžiausių akcijų grąžų normų metodas tinka investuotojams, kuriems esamos ir galimos rizikos dydis nėra svarbus.

1.2.5. NORMALIAI PASISKIRŠČIUSIŲ AKCIJŲ ATRINKIMAS

Moderniaja vadinamoje portfelio teorijoje (nagrinėjančioje Markovičiaus ir finansinių aktyvų įkainojimo modelius) daroma prielaida, kad akcijų grąžos yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį, tačiau nustatyta, kad šis skirstinys iš tiesų nenusako tikrojo akcijų grąžų pasiskirstymo (Kitt ir Kalda, 2005). Jeigu yra nustatoma, kad tarp nagrinėjamų įmonių akcijų yra tokių, kurių grąžos pasiskirsčiusios normaliai, galima sudaryti investicinį portfelį vien iš tokių įmonių akcijų ir patikrinti, ar šitaip atrinkus akcijas yra gaunami investiciniai portfeliai su geresnėmis charakteristikomis nei atrinkus akcijas taikant kitus metodus, kuriuose nėra atsižvelgiama, ar grąžų pasiskirstymas tenkina teorinių modelių prielaidas.

1.3. TAIKYTOS PROGRAMINĖS ĮRANGOS APŽVALGA

Darbe aprašytoms problemoms ir uždaviniams spręsti buvo taikytas kompanijos „MathWorks“ programinės įrangos paketas „MATLAB“. Šis paketas buvo pasirinktas dėl kelių priežasčių, aprašytų šiame skyrelyje.

Su „MATLAB“ daugelį problemų galima spręsti žymiai greičiau nei su kitomis programomis ir programavimo kalbomis, pvz., „C“ ar „Fortran“. Pagrindiniai „MATLAB“ privalumai – interaktyvi aplinka, didelė biblioteka funkcijų, kurių kodus galima peržiūrėti ir pakeisti pagal savo poreikius, greitesnis duomenų apdorojimas nei su kitomis programomis (pvz., MS „Excel“). Šis paketas leidžia žymiai greičiau sukurti programas bei įvairius modelius nei kitos populiarios programavimo kalbos. Pagrindinis „MATLAB“ duomenų elementas yra matrica. „MATLAB“ nesudėtinga dirbti su įvairiais duomenų šaltiniais, integruoti sukurtas programines priemones į „Excel“, „C“, „C++“. Kompanijos „Ernst & Young“, „PricewaterhouseCoopers“ (PwC), „ExxonMobil“, aukštosios mokyklos – Karnegi Melon universitetas („Carnegie Mellon University“), Londono verslo mokykla („London Business School“), Masačusetso technologijos institutas („Massachusetts Institute of Technology“), Harvardo verslo mokykla („Harvard Business School“) taiko „MATLAB“ įvairioms problemoms spręsti. Šiai pastraipai buvo panaudota informacija, išdėstyta „MathWorks“ (2009) oficialiame tinklalapyje.

„MATLAB“ yra viena galingiausių siūlomų sistemų, leidžiančių optimalių finansinių modelių tyrinėjime pasitelkti daug iš anksto užprogramuotų statistinių ir optimizavimui skirtų funkcijų ir metodų, tai suteikia vartotojui galimybę pasinaudoti skirtingomis matematikos sritimis norint pasiekti geriausią rezultatą sprendžiant optimalaus investavimo problemas. Ši programinė įranga turi finansinių priemonių komplektą (angl. „Financial Toolbox“), išplečiantį statistinių (angl. „Statistics Toolbox“) ir optimizavimo priemonių (angl. „Optimization Toolbox“) komplektus funkcijomis, leidžiančiomis analizuoti ir optimizuoti finansinius duomenis. „Financial Toolbox“ programinė įranga leidžia vartotojui vertinti aktyvo ir viso portfelio grąžą iš kainų arba grąžų duomenų; vykdyti vidurkio ir grąžos optimizaciją, kai yra apribojimai; tirti efektyvių portfelių kitimą laike; atlikti kapitalo paskirstymą (angl. „capital allocation“) ir t.t.; „Financial Toolbox“ turi įrankius, leidžiančius vykdyti techninę finansų rinkos analizę, atlikti statistinius skaičiavimus, kai trūksta duomenų ir t.t. Vartotojui suteikiamos įvairios priemonės atlikti pirminę analizę ir rasti optimalaus investavimo problemos sprendinį. Eiliniam neprofesionaliam vartotojui daugybė papildomų „MATLAB“ funkcijų, leidžiančių specifiuoti įvairius su uždavinių sprendimu susijusius veiksnius, gali būti tiesiog nereikalingos, tačiau organizacijoms, tokioms kaip bankai, draudimo įmonės ar pensijų fondai, „MATLAB“ programinės įrangos įvairiapusiškumas gali pagelbėti sutaupyti laiko ir pinigų sprendžiant optimalaus investavimo uždavinius.

Pagrindiniai „MATLAB“ trūkumai – aukšta šios programinės įrangos kaina ir programavimo kalbos sintaksės taisyklės, besiskiriančios nuo kai kurių kitų programavimo kalbų (pvz., kabliataškių, taškų taikymas, priskyrimo operatorius).

1.4. INVESTICINIO PORTFELIO SUDARYMO IŠ DVIEJŲ IR DAUGIAU AKTYVŲ MODELIS

Tarkime, kad turime dviejų aktyvų, pažymėtų raidėmis A ir B, vidutines pelno normas $E(R_A)$ ir $E(R_B)$. Aktyvų dalių portfelyje svoriai lygūs vienetui: $\omega_A + \omega_B = 1$.

Portfelio gražos normos vidurkis yra skaičiuojamas taip:

$$E(R) = \omega_A E(R_A) + \omega_B E(R_B).$$

Portfelio gražos normos dispersija:

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= E\left(R_p - E(R_p)\right)^2 = E\left(\omega_A(R_A - E(R_A)) + \omega_B(R_B - E(R_B))\right)^2 = \\ &= \omega_A^2 \sigma_A^2 + 2\omega_A \omega_B \text{cov}(R_A, R_B) + \omega_B^2 \sigma_B^2. \end{aligned}$$

Rizika investavime – tai vidutinis kvadratinis nuokrypis nuo planuojamo gauti pelno už investiciją per tam tikrą periodą. Matematiškai šis dydis yra šaknis iš dispersijos:

$$\sigma_p = \sqrt{\omega_A^2 \sigma_A^2 + 2\omega_A \omega_B \text{cov}(R_A, R_B) + \omega_B^2 \sigma_B^2}.$$

Kuo labiau svyruoja akcijų kainos, tuo rizika yra didesnė, t.y. tuo didesnis galimas nuokrypis nuo tikėtino vidutinio pelno.

Kovariacija, kai yra 2 aktyvai (A, B) ir 2 ekonomikos būsenos su tikimybėmis P_1 ir P_2 :

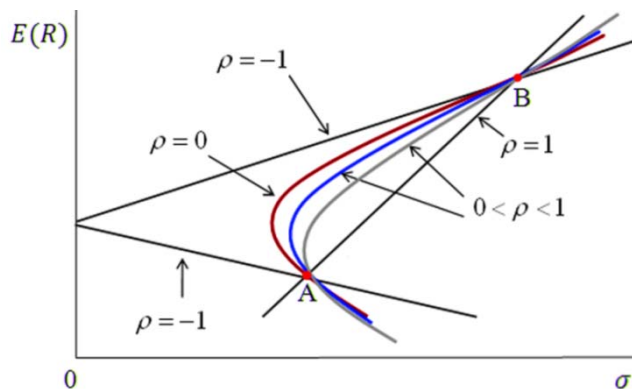
$$\begin{aligned} \text{cov}(R_A, R_B) &= E((R_A - E(R_A)) \times (R_B - E(R_B))) = \\ &= P_1((R_{A_1} - E(R_A)) \times (R_{B_1} - E(R_B))) + P_2((R_{A_2} - E(R_A)) \times (R_{B_2} - E(R_B))). \end{aligned}$$

Jeigu kovariacijos $\text{cov}(R_A, R_B)$ reikšmė lygi nuliui, tai dydžiai R_A ir R_B vadinami nekoreliuotaisiais. Jei $\text{cov}(R_A, R_B) \neq 0$, tai sakoma, kad dydžiai R_A ir R_B yra susieti koreliacine priklausomybe.

Koreliacijos koeficientas šiuo atveju apskaičiuojamas taip:

$$\rho_{AB} = \frac{\text{cov}(R_A, R_B)}{\sigma_A \sigma_B} = \frac{\sigma_{AB}}{\sigma_A \sigma_B}.$$

Iš 1.1 pav. matosi, kad kai koreliacijos koeficiento reikšmė mažesnė nei 1, vidutinis kvadratinis portfelio gražos nuokrypis bus mažesnis nei atskirų portfelių sudarančių aktyvų gražų standartinių nuokrypių svertinis vidurkis, t.y. viso portfelio rizika bus mažesnė nei atskirų aktyvų rizikų svertinis vidurkis. Jeigu koreliacija yra tobula neigiamą (lygi -1), tai reiškia, kad galima gauti pelną su nuline rizika (realybėje tokia situacija neįmanoma). Taigi, kuo mažesnės koreliacijos koeficientų reikšmės tarp akcijų, tuo labiau sumažinama rizika.



1.1 pav. Koreliacijos koeficiento reikšmės įtaka rizikai ir grąžai

Portfeliai, kurie turi mažiausią riziką atitinkamai vidutinei grąžai, sudaro efektyvųjų portfelių kraštą (angl. „efficient frontier“). Kiekvienas efektyvusis portfelis ant to paties efektyviojo portfelių krašto gali turėti įvairias visų aktyvų svorių kombinacijas. 1.1 pav. yra pavaizduoti efektyvieji portfelių, sudarytų iš 2 akcijų, kraštai.

Tarkime, kad turime investicinį portfelį iš n vertybinių popierių su pelno normų vidurkiais $E(R_1), E(R_2), \dots, E(R_i), \dots, E(R_n)$, $i = \overline{1, n}$. Į kiekvieną iš aktyvų investuota portfelio dalis (svoris) yra ω_i . Visų vertybinių popierių svorių suma portfelyje lygi vienetui: $1 = \sum_{i=1}^n \omega_i$.

Vidutinė portfelio grąža yra atskirų aktyvų grąžų vidurkių $E(R_i)$, padaugintų iš tų aktyvų svorių ω_i portfelyje, suma: $E(R_p) = \sum_{i=1}^n \omega_i E(R_i)$.

Portfelio, sudaryto iš daug aktyvų, grąžos dispersija (čia $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$):

$$\sigma_p^2 = E\left(R_p - E(R_p)\right)^2 = E\left(\sum_{i=1}^n \omega_i R_i - \sum_{i=1}^n \omega_i E(R_i)\right)^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij}.$$

Rizika šiuo atveju skaičiuojama taip:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2} = \sqrt{E(R_p - E(R_p))^2}.$$

Kovariacijas tarp dviejų bet kokių skirtingų akcijų pažymime $\text{cov}(R_i, R_j) = \sigma_{ij}$, $i \neq j$. Jei $i = j$, tai gauname i -tojo (arba j -tojo) aktyvo dispersiją.

Kovariacija, kai P_i yra i -toji ekonomikos būseną (čia $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$):

$$\sigma_{ij} = \text{cov}(R_i, R_j) = E((R_i - E(R_i)) \times (R_j - E(R_j))).$$

Jei kovariacija yra teigiama, tai tada dviejų akcijų grąžų normos kartu arba didėja, arba mažėja, jei neigiama – tai vienos akcijos grąžos norma kyla, o kitos – krenta. Pasak Markowitz (1991), kuo labiau atskirų vertybinių popierių grąžos kyla arba krinta kartu, tuo mažiau tų atskirų aktyvų pokyčiai „suprastina“ (angl. „cancel out“) vienas kitą, todėl gaunamas didesnis viso portfelio grąžos nepastovumas.

Koreliacijos koeficientas (kai $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, n}$):

$$\rho_{ij} = \frac{\text{cov}(R_i, R_j)}{\sigma_i \sigma_j} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}.$$

Taigi, teoriškai geriausi portfeliai gaunami iš neigiamai koreliuotų akcijų, nes akcijos, kurių gražos normos kinta priešingomis kryptimis, stipriai sumažina portfelio riziką.

1.5. MARKOVIČIAUS MODELIS

Tai – vienas iš atrinktų aktyvų paskirstymo (angl. „asset allocation“) investiciniame portfelyje modelių. Haris Markovičius (angl. „Harry Markowitz“), amerikiečių ekonomistas, 1952 m. savo darbe „Investicinio portfelio parinkimas“ (angl. „Portfolio Selection“) aprašė optimalaus investicinio portfelio sudarymą tą portfelį diversifikuojant (įtraukiant į portfelį daug akcijų) ir taip minimizuojant gražos dispersiją σ_p^2 pasirinktam pelniui $E(R_p)$, atitinkančiam tą dispersiją (tiksliau, šaknį iš dispersijos). Darbe bus patikrinta, ar remiantis šiuo modeliu ir iš jo gautomis tam tikrų parametru reikšmėmis galima sėkmingai sudaryti investicinį portfelį, kuris duotų pelno ateityje.

Tarkime, kad turime portfelį iš n vertybinių popierių su pelno normų vidurkais $E(R_1), E(R_2), \dots, E(R_n)$ ir kovariacijomis σ_{ij}^2 , kai $i = \overline{1, n}$ ir $j = \overline{1, n}$. Jeigu į kiekvieną iš n aktyvų yra investuota ω_i portfelio dalis, tai turime, kad $1 = \sum_{i=1}^n \omega_i$. Jeigu dar pridedame sąlygą, kad turi galioti $\omega_i \geq 0$, tai reiškia, kad nepadengtas pardavimas draudžiamas. Jei tokios sąlygos nepriedame, nepadengtas pardavimas yra leidžiamas (svoriai ω_i gali būti ir neigiami).

Uždavinio tikslas – rasti tokios mažiausios dispersijos σ_p^2 portfelį, kuriam pasirinkta vidutinė pelno norma yra $E(R_p)$. Gauname tokį optimizavimo uždavinį, kurį galima išspręsti taikant tiesinį programavimą:

$$\min 0,5 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \text{ ir } j = \overline{1, n},$$

su lygybiniais apribojimais

$$\sum_{i=1}^n \omega_i E(R_i) = E(R_p) \text{ ir } \sum_{i=1}^n \omega_i = 1.$$

Pastaba. Koeficientas 0,5 optimizavimo uždavinio formuluotėje yra parašytas tam, kad būtų patogiau spręsti lygčių sistemą, kuri bus sudaryta šiam uždaviniui (žr. skyrelį 1.5.1).

Kai $\omega_i \geq 0$ (nepadengtas pardavimas draudžiamas), gauname Markovičiaus uždavinį su neneigiamais apribojimais (šio uždavinio negalima pertvarkyti į tiesinių lygčių sistemą ir išspręsti taikant tiesinį programavimą):

$$\min 0,5 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij}, \quad i = \overline{1, n} \text{ ir } j = \overline{1, n},$$

su apribojimais

$$\sum_{i=1}^n \omega_i E(R_i) = E(R_p) \text{ ir } \sum_{i=1}^n \omega_i = 1, \text{ bei } \omega_i \geq 0.$$

Aprašytasis uždavinys – tai kvadratinio programavimo uždavinys, kuris darbe bus sprendžiamas taikant programinės įrangos „MATLAB“ specialias funkcijas.

1.5.1. LAGRANŽO DAUGIKLIŲ METODO TAIKYMAS MARKOVIČIAUS UŽDAVINIUI SPREŠTI

Lagranžo daugiklių metodas – tai metodas, kurį taikant galima rasti kelių kintamųjų funkcijos ekstremumus įvedus Lagranžo daugiklius ir sudarant Lagranžo funkciją.

Pirmiausiai surašome investiciniam portfeliui taikomus apribojimus:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i E(R_i) = E(R_p) \text{ ir } \sum_{i=1}^n \omega_i = 1.$$

Šie apribojimai perrašomi taip, kad būtų gautos lygios nuliui išraiškos:

$$\sum_{i=1}^n \omega_i E(R_i) - E(R_p) = 0 \text{ ir } \sum_{i=1}^n \omega_i - 1 = 0,$$

tada šios išraiškos padauginamos iš atitinkamo Lagranžo daugiklio (λ ir μ), o paskui gauti junginiai atimami iš tikslo funkcijos $0,5 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij}$.

Suformuokime Lagranžo funkciją:

$$L = 0,5 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij} - \lambda \left(\sum_{i=1}^n \omega_i E(R_i) - E(R_p) \right) - \mu \left(\sum_{i=1}^n \omega_i - 1 \right).$$

Šią funkciją L reikia diferencijuoti pagal ω_i , $i = \overline{1, n}$. Gausime n lygčių ir daugiklius λ ir μ , tada kiekvieną iš gautų išvestinių prilyginame nuliui. Taigi turime išspręsti $n + 2$ lygčių sistemą.

Pademonstruosime Lagranžo uždavinio sprendimo eigą. Tarkime, kad $n = 2$. Tada Lagranžo funkcija atrodys taip:

$$\begin{aligned} L &= 0,5(\omega_1 \omega_1 \sigma_{11} + \omega_1 \omega_2 \sigma_{12} + \omega_2 \omega_1 \sigma_{21} + \omega_2 \omega_2 \sigma_{22}) - \lambda (\omega_1 E(R_1) + \omega_2 E(R_2) - E(R_p)) - \mu (\omega_1 + \omega_2 - 1) = \\ &= 0,5(\omega_1^2 \sigma_1^2 + 2\omega_1 \omega_2 \sigma_{12} + \omega_2^2 \sigma_2^2) - \lambda (\omega_1 E(R_1) + \omega_2 E(R_2) - E(R_p)) - \mu (\omega_1 + \omega_2 - 1). \end{aligned}$$

Gauname 4 lygčių sistemą:

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial \omega_1} = 0,5(2\omega_1 \sigma_1^2 + 2\omega_2 \sigma_{12}) - \lambda E(R_1) - \mu = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \omega_2} = 0,5(2\omega_2 \sigma_{12} + 2\omega_2 \sigma_2^2) - \lambda E(R_2) - \mu = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} = -(\omega_1 E(R_1) + \omega_2 E(R_2) - E(R_p)) = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \mu} = -(\omega_1 + \omega_2 - 1) = 0 \end{cases};$$

šias lygtis galima parašyti ir taip:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^2 \omega_j \sigma_{ij} - \lambda E(R_i) - \mu = 0, & \text{kai } i = 1, 2 \\ \sum_{i=1}^2 \omega_i E(R_i) - E(R_p) = 0 \\ \sum_{i=1}^2 \omega_i - 1 = 0 \end{cases} ;$$

bendru atveju gausime tokią lygčių sistemą:

$$\begin{cases} \sum_{j=1}^n \omega_j \sigma_{ij} = \lambda E(R_i) + \mu, & \text{kai } i = \overline{1, n} \\ \sum_{i=1}^n \omega_i E(R_i) = E(R_p) \\ \sum_{i=1}^n \omega_i = 1 \end{cases} .$$

Išsprendę šią sistemą gausime sprendinius $\omega = (\omega_1, \omega_1, \dots, \omega_n), \lambda, \mu$.

Taigi, radome kiekvieno aktyvo svorį portfelyje. Dabar galime rasti portfelio riziką iš formulės

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \omega_i \omega_j \sigma_{ij}}, \text{ nes jau žinome atskirų aktyvų svorių } \omega_i \text{ ir } \omega_j \text{ reikšmes.}$$

1.6. FINANSINIŲ AKTYVŲ ĮKAINOJIMO MODELIS

Finansinių aktyvų įkainojimo modelis sutrumpintai dar vadinamas CAPM (angl. „Capital Asset Pricing Model“). CAPM išplečia H. Markovičiaus pasiūlytą investicinio portfelio diversifikavimo modelį. Finansinių aktyvų įkainojimo modelio kūrėjai – Viljamas Šarpas (angl. „William Sharpe“), Džonas Lintneris (angl. „John Lintner“) ir Janas Mosinas (angl. „Jan Mossin“).

CAPM atveju investuotojai turi galimybę rinktis net tik rizikingą, bet ir nerizikingą investiciją (pvz., obligacijas ar indėlius), todėl yra išplečiama galimų investicijų aibė. Šiuo atveju investuotojai turi galimybę sudaryti mažesnės rizikos portfelį, palyginus su mažiausią įmanomą riziką teikiančiu investiciniu portfeliu, sudarytu taikant Markovičiaus modelį. Kadangi nerizikingos ir rizikingos investicijų kovariacija lygi nuliui, tai visada sudarant portfelį iš rizikingo ir nerizikingo aktyvų bus sumažinama rizika. „Jis [CAPM] nusako ryšį tarp aktyvo vidutinės gražos ir jo rizikos. Modelis leidžia numatyti aktyvo vidutinę gražą prieš jam pasirodant finansų rinkoje ir įvertinti galimas investavimo strategijas“ (Valakevičius, 2008). CAPM yra teorinis aktyvų įkainojimo modelis, jį sudarant laikomasi tam tikrų prielaidų (dažniausiai neatitinkančių realios situacijos), supaprastinančių modelio kūrimą. Pagrindinės prielaidos yra tokios:

- vertybiniai popieriai yra be galo dalūs, vadinasi, galima atlikti operacijas su bet kokia vertybinio popieriaus dalimi;
- visi investuotojai savo portfelius optimizuoja pagal aktyvų vidutinę gražą ir standartinį nuokrypį;
- nepadengtojo pardavimo apimtis nėra ribojama;
- vertybinių popierių rinka yra pusiausvyroje;
- visi investuotojai turi vienodas galimybes gauti reikiamą informaciją apie aktyvus;

- individualus investuotojas nedaro jokios įtakos vertybinių popierių kainoms;
- nėra sandorio sudarymo kaštų;
- nemokamas pelno mokestis;
- visi investuotojai vengia rizikos.

Kadangi šios prielaidos neatspindi realios rinkos situacijos ją pernelyg supaprastindamos, norint pritaikyti modelį praktiškai reikia jį modifikuoti tariant, kad galima atmesti dalį prielaidų. Investicinio portfelio sugeneravimas pagal modifikuotą finansinių aktyvų įkainojimo modelį ir testavimas realioje Lietuvos vertybinių popierių rinkoje taikant istorinius duomenis leis nustatyti, ar atmetus kai kurias prielaidas galima sėkmingai taikyti CAPM.

Rinkos portfelis – tai rizikingų vertybinių popierių mažiausios dispersijos efektyvusis portfelis (dar vadinamas liestinės taško portfeliu (angl. „tangency portfolio“)). Rinkos portfelis apima visas rizikingas investicijas. Esant rinkos pusiausvyrai visi investuotojai renkasi toje pačioje kapitalo pasiskirstymo tiesėje CAL (angl. „capital allocation line“) esančius efektyvius portfelius. Kapitalo pasiskirstymo tiesė yra nusakoma tokia formule:

$$E(R_c) = R_f + \frac{E(R_m) - R_f}{\sigma_m} \sigma_c,$$

$E(R_c)$ yra efektyviojo portfelio, sudaryto iš nerizikingų ir rizikingų aktyvų, vidutinė graža;

σ_c – to portfelio rizika;

R_f – nerizikingo portfelio gražos norma;

$E(R_m)$ – rinkos portfelio vidutinė gražos norma;

σ_m – rinkos portfelio rizika;

skirtumas $E(R_m) - R_f$ išreiškia rizikos premiją.

CAPM teorijoje teigiama, kad laukiama viso portfelio graža turėtų viršyti nerizikingo aktyvo gražą dėl rizikos premijos ir beta koeficiento proporcingumo. Vis dėlto, Fleuriet (2003) teigia, jog empiriniai tyrimai tiksliai nepatvirtina šios teorijos. Pasak Hagen (1993), jeigu rinkos portfelis yra efektyvus, tai turėsime tiesinį teigiamą proporcingumą tarp bet kokio aktyvo beta koeficiento ir tikėtinos aktyvo gražos.

1972 m. buvo atliktas Bleko, Jenseno ir Šolco testas (angl. „The Black, Jensen and Scholes test“) su akcijomis, kotiruotomis 1926-1965 m. Niujorko akcijų biržoje. Jį atlikę tyrinėtojai iš gautų testo rezultatų padarė išvadas, kad finansinių aktyvų įkainojimo modelis yra toks, kuriuo galima remtis saugiai skolinant, bet ne skolinantis. R. Rolas (angl. „Roll“) nesutiko su Bleko, Jenseno ir Šolco

gautomis išvadomis, teigdamas, kad jos – tautologija. Vis dėlto, CAPM yra pripažintas modelis, naudojamas reitingų agentūrų ir įvairių kitų organizacijų.

1.7. MARKOVIČIAUS IR FINANSINIŲ AKTYVŲ ĮKAINOJIMO MODELIŲ PALYGINIMAS

Tiek Markovičiaus, tiek CAPM esminė dalis yra efektyviojo portfelių krašto generavimas taikant istorinius duomenis. Krašto sudarymui abiem modeliams galima taikyti analogiškus algoritmus. Abu modeliai priskiriami moderniajai portfelio teorijai (angl. „modern portfolio theory“) kaip tik dėl to, kad remiasi efektyviųjų portfelių krašto sudarymu. Galima sakyti, kad finansinių aktyvų įkainojimo modelis modifikuoja ir praplečia Markovičiaus modelio galimybes, nes CAPM įvedamas beta koeficientas, leidžiantis nustatyti *i*-tojo aktyvo jautrumo laipsnį, lyginant tą aktyvą su rinkos portfelio dispersija. Markovičiaus modelis investuotojui leidžia paskirstyti savo kapitalą tik tarp rizikingų aktyvų, o CAPM – paskirstyti kapitalą tarp rizikingų ir nerizikingų aktyvų. Tiek Markovičiaus, tiek finansinių aktyvų įkainojimo modelių pagrindinis trūkumas – daromos prielaidos, neatitinkančios tikros rinkos situacijos.

1.8. KITI MODELIAI

Be Markovičiaus ir finansinių aktyvų modelių, yra ir kitokių portfelio optimizavimo metodų. Trumpai apžvelgsime jungties funkcijų ir Šarpo modelius. Kadangi pastarųjų modelių praktiškai šiame darbe netaikysime, išsamiau jų nenagrinėsime ir teoriniu aspektu.

1.8.1. JUNGTIES FUNKCIJŲ TAIKYMAS

Jungties funkcijos yra žinomos jau seniai, tačiau finansuose plačiai taikomos jos yra ganėtinai neseniai. Jungties funkcijas finansuose galima taikyti daugiaaktyviame įkainojime, kreditinio portfelio formavime, rizikos valdyme ir kt.

Jungties funkcijų pagrindiniai privalumai yra tai, kad jomis galime aprašyti netiesines priklausomybes, kurios dažniausiai ir pasitaiko finansuose; jungties funkcijų taikymo metodai yra labai lankstūs: neparimetrinis, pusiau parametrinis ir parametrinis.

Tačiau jungties funkcijos turi ir trūkumų. Finansų rinkų kintamųjų (valiutos kursų, akcijų kainų, palūkanų normų) gražos dažniausiai nėra charakterizuojamos normaliu pasiskirstymu, kadangi gražų pasiskirstymas gali būti labai įvairus, ne visada galima rasti gerą jungties funkciją arba gali reikėti sudaryti kelių jungties funkcijų kombinaciją vienam pasiskirstymui (Rachev ir kt., 2009). Taigi ne visada yra paprasta parinkti tinkamiausią jungties funkciją, atitinkančią kintamųjų priklausomybę. Netinkamai panaudotos ar suprastos jungties funkcijos gali turėti milžiniškų neigiamų padarinių. Pvz.,

netinkamas Gauso jungties funkcijos taikymas finansuose yra įvardijamas kaip viena iš „Wall Street“ žlugimo priežasčių (Salmon, 2009).

1.8.2. ŠARPO MODELIS

Norint nustatyti ir įvertinti investavimo efektyvumą galima pasinaudoti finansų moksle gana nauju Šarpo modeliu. Jau 1992 metais Šarpas pradėjo kalbėti ne tik apie skirtingas faktorių klases, bet ir apie lėšų pasiskirstymą jose. Nobelio premijos laureatas teigė, kad skirtingi fondai negali būti taip pat konstruojami ir valdomi.

Investiciniai fondai diversifikuoja investicijas ir kuria portfelius iš skirtingų šalies sektorių (pvz., tokių kaip obligacijos, kurios yra laikomos ilgiau nei vienerius metus, ir obligacijos, laikomos iki metų) ir tarptautinių sektorių (pvz., tokių kaip užsienietiškos paprastosios akcijos ir kiti finansiniai produktai). Aktyvų skaičius kiekviename sektoriuje taip pat yra skirtingas. Pagrindinis Šarpo modelio tikslas yra iš aibės žinomų indeksų (kurie duoda grąžą) sukonstruoti portfelio etaloną. Tam naudojama pagrindinė Šarpo modelio lygtis i -tajam investavimo fondui, kuri naudoja n pasyvių indeksų, kurių pelnas žymimas f_1, f_2, \dots, f_n . Pagrindinė Šarpo modelio lygtis apibrėžiama taip:

$$r_i = (b_{i1}f_1 + b_{i2}f_2 + \dots + b_{in}f_n) + e_i,$$

kur r_i yra i -ojo fondo pelnas, b_{ij} – svoris i -tojo fondo j -ajam indeksui, e_i , – „stebėjimo klaida“. Apskliausta dalis gali būti laikoma jau sudaryto portfelio pelnu.

Remiantis Šarpo modeliu reikia parinkti tokius svorius b_{ij} , kad „stebėjimo klaida“ arba jos dispersija būtų kiek įmanoma mažesnė. Kiekvienas svoris turi būti pasiskirstęs normaliai intervale nuo 0% iki 100%, o svorių suma turi būti lygi 100%; suradus optimalius svorius gaunamas etaloninis portfelis (Liekmanė, 2005).

Norint įvertinti, koks yra konstravimo analizės efektyvumas, reikia rasti santykį tarp fondo pelno ir stebėjimo klaidos dispersijų. Tada galima nuspręsti, kuris konstravimo metodas yra naudingesnis keičiant investavimo fondus, naudojant tuos pačius indeksus.

1.9. AKCIJŲ BIRŽOS INDEKSAI

Akcijų biržos indeksai sudaromi tam, kad būtų galima palyginti ir įvertinti visos rinkos, jos segmentų, atskirų investicinių portfelių, fondų arba įmonių veiklos finansinius rezultatus per tam tikrą laikotarpį. Taigi, indeksus galima laikyti etalonais, padedančiais palyginti vertybinių popierių rinkos dalyvius. Yra įvairių tipų indeksų, vieni iš jų skirti apibendrinti visos šalies rinkai, kiti – atskiriems rinkos segmentams (pvz., energetikos, gamybos, komunalinių paslaugų, sveikatos priežiūros, finansų institucijų, informacinių technologijų, žaliavų, kasdieninio vartojimo prekių ir paslaugų, telekomunikacijos bendrovių ir kitiems sektoriams (Standard & Poor's, 2011)), įmonių grupėms, kurių

akcijomis dažniausiai prekiaujama tam tikrose biržose, didžiausių šalies kompanijų grupėms ir t.t. Pvz., sektorinis indeksas „OMX Baltic Energy GI“ parodo tendencijas Baltijos šalių energetikos sektoriuje ir leidžia objektyviau įvertinti tam sektoriui priklausančių bendrovių veiklą palyginus jų ir energetikos sektoriaus indekso rezultatus.

„NASDAQ OMX“ naudoja tą pačią indeksų klasifikaciją ir Šiaurės Europos, ir Baltijos šalių vertybinių popierių rinkose („NASDAQ OMX Baltic“, 2011). Dviejuose tolesniuose skyreliuose trumpai apžvelgti du biržos „NASDAQ OMX Baltic“ indeksai, OMXV ir OMXBBGI, su kuriais buvo palyginti investiciniai portfeliai, sudaryti pagal anksčiau darbe aprašytus modelius. Šių indeksų kitimas per 10 metų matomas 1.2 pav., sudarytame pagal „NASDAQ OMX Baltic“ (2011) tinklalapyje pateiktus duomenis. Iš šio paveikslo matosi, kad galioja anksčiau teorijoje apibrėžtas dėsnis: bendru atveju rinkoje akcijų vertė kyla žvelgiant iš ilgo laikotarpio perspektyvos.



1.2 pav. Indeksų „OMX Vilnius“ ir „OMX Baltic Benchmark“ procentais išreikštų verčių kitimas 2001-2011 metais

1.9.1. OMX VILNIUS

Pasak „NASDAQ OMX Baltic“ (2009), indeksas „OMX Vilnius“, sutrumpintai žymimas OMXV, atspindi Lietuvos rinkos situaciją ir jos pokyčius; OMXV indeksą sudaro visos Vilniaus vertybinių popierių biržos Oficialiajame ir Papildomajame sąrašuose kotiruojamos bendrovės, išskyrus tas, kurių 90 arba daugiau procentų išleistų akcijų valdo vienas akcininkas. Į sudaromą indeksą yra įskaičiuojami ir išmokėti dividendai. Tai yra gražos indeksas (grąžos indeksas ypatingas tuo, kad norint atspindėti tikrąją indekso vertę, ją skaičiuojant įtraukiami dividendai). Jo bazinė reikšmė įsteigimo metu (1999-12-31) buvo 100 punktų.

1.9.2. OMX BALTIC BENCHMARK

OMX Baltijos šalių palyginamasis indeksas (angl. „OMX Baltic Benchmark Index“), žymimas OMXBBGI (arba trumpiau – OMXBB), yra sudaromas iš visų sektorių didžiausios kapitalizacijos ir turinčių didžiausią likvidumą bendrovių akcijų, kuriomis yra prekiaujama NASDAQ OMX Baltijos šalių VP biržose. Pasak „NASDAQ OMX Baltic“ (2009), koks bus bendrovės akcijų svoris šiame indekse, priklauso nuo bendrovės akcijų rinkos vertės ir jų skaičiaus rinkoje, į indeksą yra įtraukiama tik ta akcinio kapitalo dalis, kuri nevaržomai cirkuliuoja rinkoje. OMXBB indeksas yra skaičiuojamas eurais ir atnaujinamas du kartus per metus, taip siekiama užtikrinti optimalią investavimo strategiją minimaliomis sąnaudomis. OMXBB bazinė reikšmė įsteigimo dieną (1999-12-31) buvo 100 punktų.

Pasak „NASDAQ OMX“ (2009), OMXBB indeksas turėtų padėti „nebrangiai susidaryti efektyvų savo akcijų portfelį“, ir šis indeksas „bus ypač parankus investicinių produktų valdytojams ir kaip palyginamasis indeksas investuotojams“. Darbe bus palyginti šio indekso ir sumodeliuotų portfelių rezultatai.

1.10. CHARAKTERISTIKOS INVESTICINIAMS PORTFELIAMS ĮVERTINTI

Sudarius investicinius portfelius juos galima palyginti tarpusavyje ir su akcijų biržos indeksu, nusakančių bendrą rinkos svyravimą, reikšmėmis ne tik lyginant grąžas ir rizikas, bet ir taikant kitas charakteristikas.

Dviejuose tolesniuose skyreliuose yra aprašytos dvi darbe pritaikytos charakteristikos:

- Šarpo rodiklis;
- Beta koeficientas.

1.10.1. ŠARPO RODIKLIS

Šarpo rodiklis (angl. „Sharpe ratio“, „Sharpe measure“ arba „Sharpe index“) yra populiari investicijų vertinimo charakteristika, nes ji yra reprezentatyvi ir ją paprasta apskaičiuoti. Kuo didesnis Šarpo rodiklis, tuo akcijos arba investicinis portfelis yra geresnis (Sharpe, 1994). Šarpo rodiklis nusako, kokią premiją ($E(R_A) - R_f$) investuotojas gauna vienam papildomam rizikos vienetui. Šis rodiklis yra apibrėžiamas taip:

$$S_A = \frac{E(R_A) - R_f}{\sigma_A},$$

čia $E(R_A)$ yra akcijų arba portfelio vidutinė grąžos norma, σ_A – jo rizika; R_f – nerizikingo aktyvo grąžos norma.

Pavyzdys.

Tarkime, $R_f = 0.03$. Investuotojas gali pasirinkti investuoti į aktyvą A su $E(R_A) = 0.12$ ir $\sigma_A = 0.03$ arba į aktyvą B su $E(R_B) = 0.10$ ir $\sigma_B = 0.02$. Įstačius šias reikšmes į Šarpo rodiklio

išraišką gauname, kad $S_A = 3$, o $S_B = 3,5$, todėl aktyvas B yra geresnis, nes jis suteikia didesnę premiją už vieną papildomą rizikos vienetą.

1.10.2. BETA KOEFICIENTAS

Aktyvo, pažymėto i -tuoju numeriu, jautrumo laipsnis visam rinkos kitimui žinomas kaip beta koeficientas ir skaičiuojamas taip:

$$\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}, \quad i = \overline{1, n},$$

čia σ_{im} yra kovariacija tarp i -tojo aktyvo ir rinkos portfelio grąžų,

σ_m^2 – rinkos portfelio grąžos dispersija.

Viso portfelio beta koeficientas yra išreiškiamas taip:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n \omega_i \beta_i.$$

Ryšys tarp vieno aktyvo vidutinės grąžos ir to aktyvo beta koeficiento yra išreiškiamas tokia lygybe:

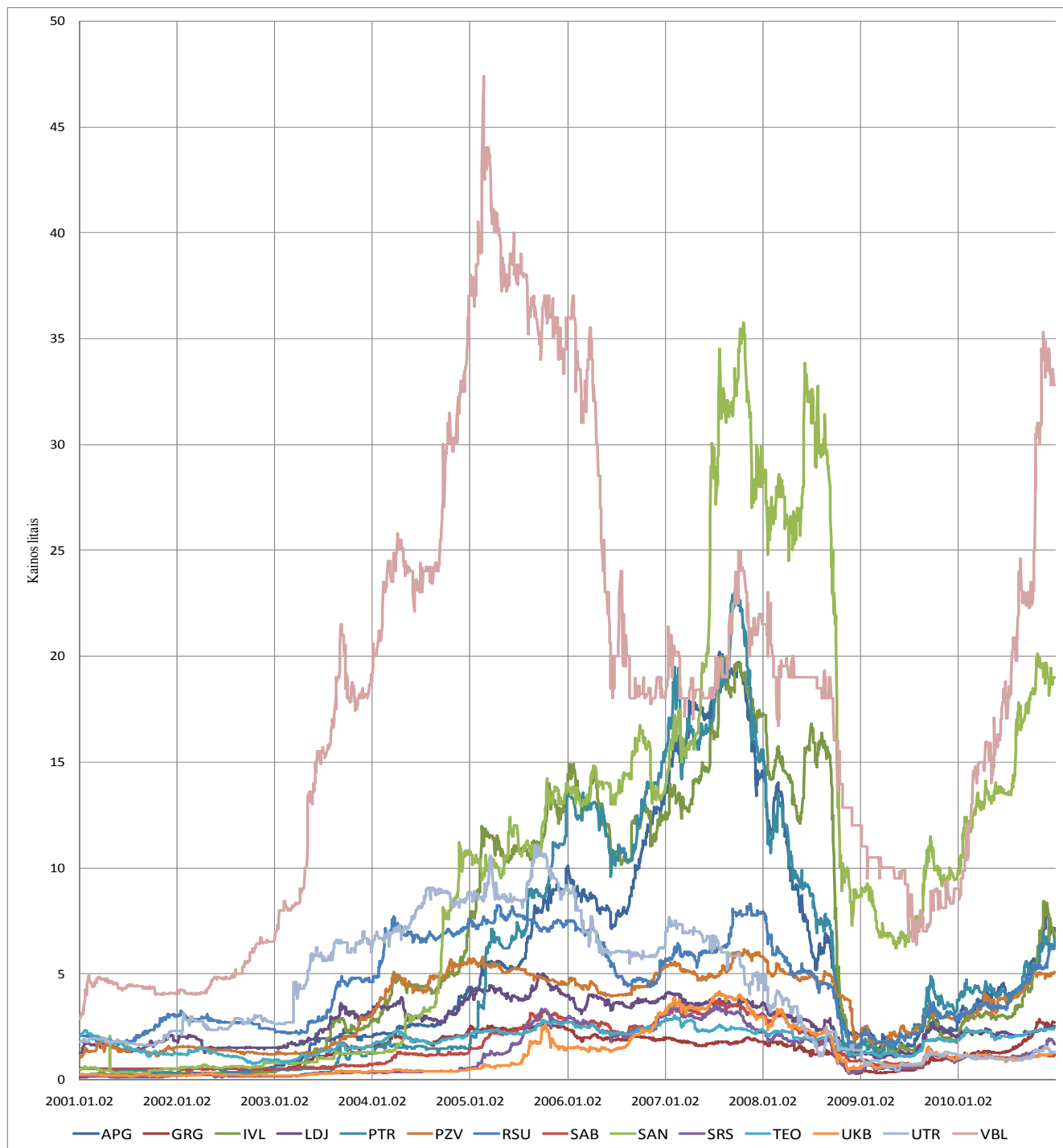
$$E(R_i) = R_f + \beta_i(E(R_m) - R_f).$$

Beta koeficientas nusako sisteminę duoto aktyvo riziką lyginant aktyvo kainų kitimą su finansų rinkos svyravimais bendrai (Fleuriet, 2003). Aktyvas, kuriam beta koeficiento reikšmė yra 1, turi tokią pačią riziką kaip ir rinka. Beta koeficiento reikšmė, mažesnė nei 1, nurodo, kad rizika yra mažesnė nei rinkos. Tarkim, jei beta koeficiento reikšmė yra 2, tai aktyvas svyruoja dvigubai daugiau už rinką.

2. TIRIAMOJI DALIS

2.1. TIRTA RINKA

Tyrimui buvo panaudotos akcijų kainos (surašytos 3 priede) tų įmonių, kurios buvo kotiruojamos vertybinių popierių biržos „NASDAQ OMX“ Baltijos Oficialiajame Vilniaus sąraše daugiau nei 10 metų. Visų šių įmonių kainų kitimo dinamika pavaizduota 2.1 pav., o įmonių eilės numeriai abėcėlės tvarka, kurie bus reikalingi vėliau, pavadinimai ir juos atitinkančios santrumpos surašyti 2.1 lentelėje.



2.1 pav. 2001-2010 m. „NASDAQ OMX Baltic“ biržoje kotiruotų Lietuvos įmonių akcijų kainų kitimas

2.1 lentelė. Tirtų įmonių pavadinimai ir jų santrumpos

Eil. nr.	Trumpinys	Įmonės pavadinimas
1	APG	Apranga
2	GRG	Grigiškės
3	IVL	Invalda
4	LDJ	Lietuvos dujos
5	PTR	Panevėžio statybos trestas
6	PZV	Pieno žvaigždės
7	RSU	Rokiškio sūris
8	SAB	Šiaulių bankas
9	SAN	Sanitas
10	SRS	Snoras
11	TEO	TEO LT
12	UKB	Ūkio bankas
13	UTR	Utenos trikotažas
14	VBL	Vilniaus baldai

Oficialiajame Vilniaus biržos sąrašė šiuo metu yra 18 įmonių akcijų, bet ilgiau nei 10 metų buvo kotiruojamos tik 14 įmonių akcijos, o likusių keturių įmonių (2006 gegužę pradėtos kotiruoti įmonės „Vilkyškių pieninė“, 2007 m. birželį – įmonės „City Service“, 2010 vasarį – „Linas Agro Group“, 2011 m. sausį – „Lesto“ akcijos („NASDAQ OMX“, 2011)) duomenys į tyrimą nebuvo įtraukti dėl to, kad apie šias įmones birža neturėjo pakankamai istorinių duomenų.

Tyrimui buvo surinkti įmonių akcijų kainų kasdieniai duomenys nuo 2001 m. sausio pradžios iki 2010 m. gruodžio pabaigos imtinai.

Kad būtų galima objektyviai palyginti sudarytų portfelių rezultatus su bendromis rinkos tendencijomis, buvo apskaičiuotos dviejų „NASDAQ OMX Baltic“ indeksų – „OMX Vilnius“ ir „OMX Baltic Benchmark GI“ – kasdienės gražų normos dešimčiai metų. 2.2 lentelėje matomos iš kasdinių gražų normų gautos metinės visų nagrinėjamų įmonių akcijų ir indeksų gražų normos. Iš šios lentelės nesunku pastebėti, kad 2008 m. Lietuvos vertybinių popierių rinkoje buvo krizė.

2.2 lentelė. Tirtų įmonių ir indeksų metinės gražų normos

Metai	APG	GRG	IVL	LDJ	PTR	PZV	RSU	SAB	SAN	SRS	TEO	UKB	UTR	VBL	OMXV	OMXBB
2001	5%	68%	37%	44%	-50%	50%	47%	2%	337%	28%	-48%	-6%	31%	40%	-19%	6%
2002	87%	81%	39%	-14%	49%	-23%	-22%	0%	60%	-10%	-29%	9%	23%	49%	12%	31%
2003	136%	145%	214%	84%	103%	101%	69%	39%	50%	88%	60%	89%	106%	112%	74%	38%
2004	80%	44%	106%	27%	37%	67%	53%	84%	227%	55%	34%	18%	38%	72%	53%	46%
2005	88%	4%	65%	3%	224%	-23%	0%	76%	32%	176%	24%	128%	5%	0%	44%	39%
2006	31%	-16%	-6%	0%	12%	20%	-28%	11%	0%	12%	3%	84%	-30%	-59%	11%	21%
2007	13%	-6%	35%	-1%	9%	9%	38%	1%	85%	-27%	-13%	-1%	-13%	27%	5%	-8%
2008	-174%	-155%	-201%	-86%	-213%	-97%	-140%	-110%	-106%	-154%	-66%	-137%	-94%	-51%	-100%	-106%
2009	43%	135%	43%	59%	114%	52%	69%	32%	18%	118%	53%	74%	15%	-9%	42%	35%
2010	103%	112%	142%	21%	64%	67%	78%	6%	74%	58%	32%	26%	25%	141%	46%	55%

2.2. TYRIMO METODIKA IR EIGA

2.2.1. BIRŽOS NEPATEIKTŲ ISTORINIŲ DUOMENŲ APIE AKCIJŲ KAINAS GENERAVIMAS

„NASDAQ OMX“ biržoje duomenys apie skirtingų įmonių akcijų kainas pateikiami kartais praleidžiant kai kurias dienas, pvz., nagrinėjamu laikotarpiu nuo 2001 m. sausio iki 2011 m. sausio 1 d. apie įmonės „Invalda“ kasdienes akcijų kainas buvo pateikta 51 diena daugiau duomenų nei apie įmonę „Apranga“. Kai kokią nors dieną tam tikros įmonės akcijomis buvo neprekiuojama (ir tos įmonės akcijų kainos buvo nerodomos „NASDAQ OMX“ tinklalapio generuojamoje lentelėje), pvz., 2002-04-03 nėra duomenų apie UAB „Apranga“ akcijas, buvo laikoma, kad atitinkamą dieną tos įmonės akcijų kaina buvo tokia, kokia buvo užfiksuota paskutinį kartą, kai akcijos buvo pardavinėjamos (minėto UAB „Apranga“ pavyzdžio atveju – 0,275 Lt). Taip buvo siekiama sudaryti kiek įmanoma objektyvesnių pradinį duomenų, naudosimų portfelių sudaryme, masyvus.

Pastaba. Kadangi „Invalda“ turėjo daugiausiai užfiksuotų dienų iš visų „NASDAQ OMX Baltic“ Oficialiajame Vilniaus biržos sąraše esančių įmonių, šios įmonės datų masyvas buvo laikytas etaloniniu kuriant bendrą visų įmonių akcijų kainų ir jas atitinkančių dienų masyvą, parodytą 3 priede.

2.2.2. NERIZIKINGOSIOS PALŪKANŲ NORMOS NUSTATYMAS

Daugelyje skaičiavimų reikėjo žinoti nerizikingąją palūkanų normą. Buvo gauti Lietuvoje egzistavusių vidutinių indėlių palūkanų normų duomenys iš World Bank (2011) iki 2009 metų imtinai. Kadangi nebuvo galima rasti analogiškos informacijos apie vidutines indėlių palūkanų normas 2010 metams, šių metų nerizikingąją palūkanų normą laikyta vyriausybės obligacijų metinė palūkanų norma, pateikta Lietuvos Respublikos centrinio banko (2011) tinklalapyje. 2.3 lentelėje pavaizduota surinkta informacija apie metinę nerizikingąją palūkanų normą bei ją atitinkančią dienos palūkanų normą. Dienos palūkanų norma buvo sugeneruota taikant sudėtinių palūkanų formulę, nes buvo daryta prielaida, jog palūkanos yra skaičiuojamos kiekvieną dieną.

2.3 lentelė. Nerizikingoji metinė ir ją atitinkanti dieninė palūkanų norma

Metai	Metinė nerizikingoji palūkanų norma, %	Dienos palūkanų norma
2001	3	0.0118%
2002	1.7	0.0067%
2003	1.27	0.0050%
2004	1.22	0.0048%
2005	2.4	0.0094%
2006	2.97	0.0117%
2007	5.4	0.0210%
2008	7.65	0.0294%
2009	4.81	0.0187%
2010	3.17	0.0124%

2.2.3. TYRIMO DALIS NR. 1 IR REZULTATAI – PORTFELIS IŠ VISŲ AKCIJŲ

Pirmiausiai buvo imtas vienu metų ilgio periodas. Portfelis sudarytas iš visų 14 įmonių akcijų. Į portfelio sudarymą nerizikingas aktyvas neįtrauktas. (Norint atlikti analogišką tyrimą reikia programoje surašyti komandas taip: [1 1 0 1]).

Norint objektyviai palyginti rezultatus, gautus testuojant šio modelio realizaciją su indeksu rezultatais, iš kiekviename periode gauto (remiantis praeito periodo istoriniais duomenimis ir pagal juos sugeneruotais testuojamų portfelių svoriais) portfelių krašto buvo atrinkti portfeliai, kurie turėjo atitinkamu metu riziką, kuo artimesnę OMXV ir OMXBB rizikai. Tada buvo palygintos indeksų ir portfelių gražos.

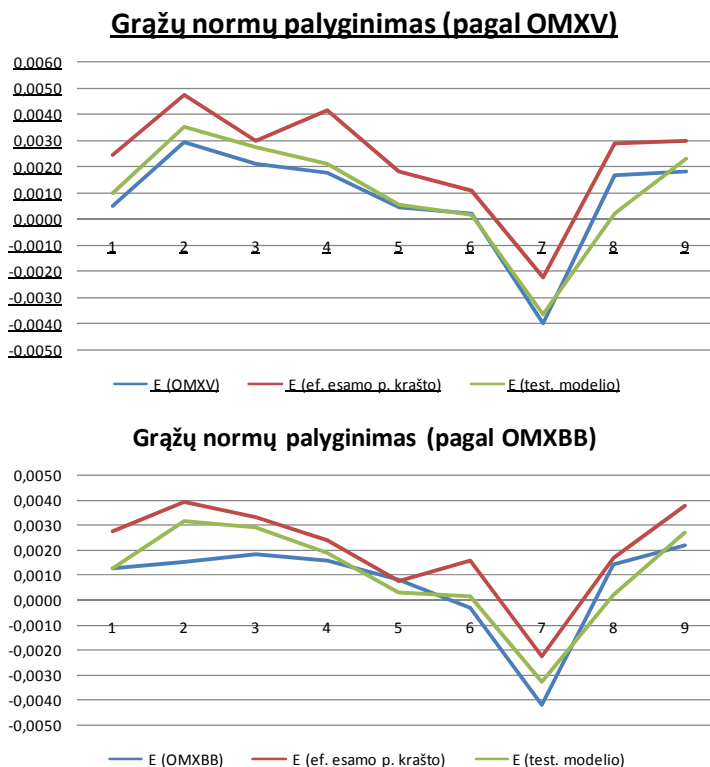
Tyrimo rezultatai pavaizduoti grafiškai toliau skyrelyje atspausdintose lentelėse ir paveiksluose.

2.4 lentelė. Tyrimo dalis nr. 1. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimas

Periodo nr.	σ (OMXV)	E (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	E (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	E (test. modelio)
1	0.0073	0.0005	0.0071	0.0025	0.0068	0.0010
2	0.0103	0.0029	0.0104	0.0047	0.0101	0.0035
3	0.0069	0.0021	0.0069	0.0030	0.0072	0.0027
4	0.0095	0.0017	0.0099	0.0041	0.0098	0.0021
5	0.0103	0.0004	0.0102	0.0018	0.0102	0.0005
6	0.0090	0.0002	0.0088	0.0011	0.0087	0.0002
7	0.0197	-0.0040	0.0188	-0.0022	0.0193	-0.0036
8	0.0176	0.0017	0.0173	0.0029	0.0000	0.0002
9	0.0094	0.0018	0.0096	0.0030	0.0093	0.0023
Vidurkis:	0.0111	0.0008	0.0110	0.0023	0.0091	0.0010
Periodo nr.	σ (OMXBB)	E (OMXBB)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	E (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	E (test. modelio)
1	0.0085	0.0012	0.0083	0.0027	0.0091	0.0013
2	0.0088	0.0015	0.0087	0.0039	0.0091	0.0032
3	0.0075	0.0018	0.0075	0.0033	0.0078	0.0029
4	0.0065	0.0016	0.0063	0.0024	0.0066	0.0019
5	0.0055	0.0008	0.0071	0.0009	0.0055	0.0003
6	0.0102	-0.0003	0.0102	0.0016	0.0098	0.0002
7	0.0182	-0.0042	0.0188	-0.0022	0.0176	-0.0033
8	0.0152	0.0014	0.0154	0.0017	0.0000	0.0002
9	0.0114	0.0022	0.0113	0.0038	0.0110	0.0027
Vidurkis:	0.0102	0.0007	0.0104	0.0020	0.0085	0.0010

Iš 2.4 lentelės ir 2.2 pav. matosi, kad testuojamo modelio vidutinė gražos norma yra didesnė ir už OMXV, ir už OMXBB indeksų gražų normas esant (beveik) tai pačiai rizikai.

Iš 2.5 lentelės matome, kad testuojamo modelio Šarpo rodiklis vidutiniškai yra didesnis ir už OMXV, ir už OMXBB indeksų Šarpo rodiklius esant panašiai rizikai. Taigi, testuojamo modelio charakteristikos yra geresnės nei indeksų.



2.2 pav. Tyrimo dalis nr. 1. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių grašų normų palyginimo grafikai 9 iš eilės einančiais periodais

2.5 lentelė. Tyrimo dalis nr. 1. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimas

Periodo nr.	σ (OMXV)	S (OMXV)	Artimiausia σ (test. modelio)	S (test. modelio)
1	0.0073	0.0573	0.0068	0.0912
2	0.0103	0.2782	0.0101	0.3450
3	0.0069	0.2943	0.0072	0.3455
4	0.0095	0.1720	0.0098	0.1594
5	0.0103	0.0297	0.0102	-0.0057
6	0.0090	0.0001	0.0087	-0.0357
7	0.0197	-0.2173	0.0193	-0.2984
8	0.0176	0.0836	0.0000	0.0365
9	0.0094	0.1804	0.0093	0.1987
Vidurkis:	0.0111	0.0976	0.0091	0.0930
Periodo nr.	σ (OMXBB)	S (OMXBB)	Artimiausia σ (test. modelio)	S (test. modelio)
1	0.0085	0.1378	0.0091	0.0475
2	0.0088	0.1662	0.0091	0.1652
3	0.0075	0.2377	0.0078	0.1643
4	0.0065	0.2248	0.0066	0.1291
5	0.0055	0.1278	0.0055	0.1317
6	0.0102	-0.0502	0.0098	0.1078
7	0.0182	-0.2468	0.0176	-0.2191
8	0.0152	0.0790	0.0000	0.1521
9	0.0114	0.1797	0.0110	0.1590
Vidurkis:	0.0102	0.0951	0.0085	0.0931

Iš 2.6 lentelės matosi, kad testuojamo modelio beta koeficientas vidutiniškai yra didesnis ir už OMXV, ir už OMXBB indeksų beta koeficientus esant panašiai rizikai. Taigi, testuojamo modelio beta koeficientas yra blogesnis nei indeksų. Rinkos portfelio, t.y. portfelio, sudaryto iš visų 14 įmonių akcijų, beta koeficientas yra lygus vienetui, kaip kad ir matosi iš lentelės.

2.6 lentelė. Tyrimo dalis nr. 1. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių beta koeficientų palyginimas

Periodo nr.	σ (OMXV)	β (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	β (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	β (test. modelio)
1	0.0073	0.8001	0.0071	1.0000	0.0068	0.9766
2	0.0103	0.8647	0.0104	1.0000	0.0101	0.9565
3	0.0069	0.9137	0.0069	1.0000	0.0072	1.0129
4	0.0095	0.4895	0.0099	1.0000	0.0098	0.4309
5	0.0103	0.7722	0.0102	1.0000	0.0102	0.6512
6	0.0090	0.9253	0.0088	1.0000	0.0087	1.0279
7	0.0197	0.6363	0.0188	1.0000	0.0193	0.7681
8	0.0176	0.9468	0.0173	1.0000	0.0000	0.9683
9	0.0094	0.9243	0.0096	1.0000	0.0093	1.0249
Vidurkis:	0.0111	0.8081	0.0110	1.0000	0.0091	0.8686
Periodo nr.	σ (OMXBB)	β (OMXBB)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	β (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	β (test. modelio)
1	0.0085	0.8381	0.0083	1.0000	0.0091	0.9951
2	0.0088	0.8230	0.0087	1.0000	0.0091	1.0000
3	0.0075	0.8616	0.0075	1.0000	0.0078	1.0129
4	0.0065	0.7893	0.0063	1.0000	0.0066	1.1097
5	0.0055	0.8325	0.0071	1.0000	0.0055	0.9963
6	0.0102	0.8291	0.0102	1.0000	0.0098	0.9696
7	0.0182	0.6772	0.0188	1.0000	0.0176	0.7880
8	0.0152	0.7900	0.0154	1.0000	0.0000	1.0000
9	0.0114	0.4943	0.0113	1.0000	0.0110	0.7925
Vidurkis:	0.0102	0.7706	0.0104	1.0000	0.0085	0.9627

2.2.4. TYRIMO DALIS NR. 2 IR REZULTATAI

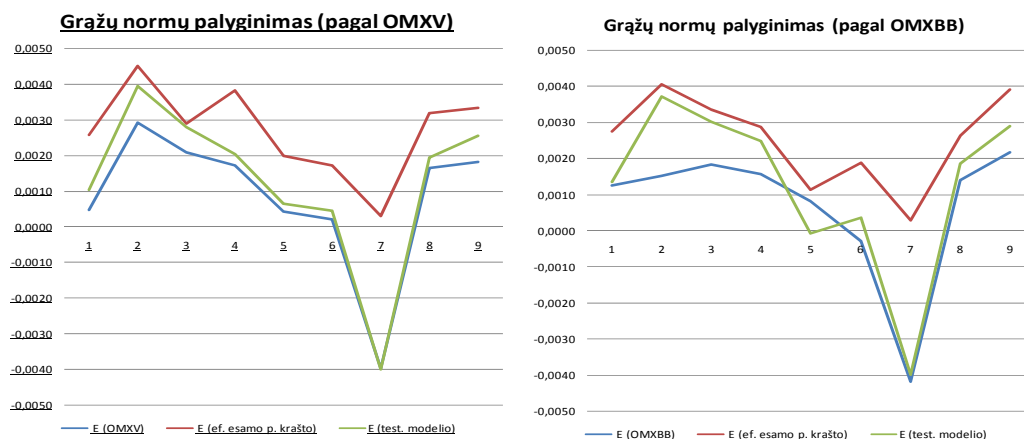
Buvo imtas vienu metų ilgio periodas. Portfelis sudarytas iš visų 14 įmonių akcijų. Į portfelio sudarymą įtrauktas nerizikingas aktyvas. Taip gautas modifikuotas finansinių aktyvų įkainojimo modelis. (Norint atlikti analogišką tyrimą reikia programoje surašyti komandas taip: [1 1 1 1]).

Tyrimo rezultatai pavaizduoti grafiškai šiame skyrelyje esančiose lentelėse ir paveiksluose.

2.7 lentelė. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM (t.y., įtraukus nerizikingą aktyvą) modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių grąžų normų palyginimas

Periodo nr.	σ (OMXV)	E (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	E (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	E (test. modelio)
1	0.0073	0.0005	0.0075	0.0026	0.0068	0.0010
2	0.0103	0.0029	0.0098	0.0045	0.0104	0.0039
3	0.0069	0.0021	0.0065	0.0029	0.0075	0.0028
4	0.0095	0.0017	0.0091	0.0038	0.0093	0.0020
5	0.0103	0.0004	0.0106	0.0020	0.0105	0.0006
6	0.0090	0.0002	0.0095	0.0017	0.0091	0.0004
7	0.0197	-0.0040	0.0000	0.0003	0.0193	-0.0040
8	0.0176	0.0017	0.0176	0.0032	0.0175	0.0019
9	0.0094	0.0018	0.0098	0.0033	0.0096	0.0025
Vidurkis:	0.0111	0.0008	0.0089	0.0027	0.0111	0.0013

Periodo nr.	σ (OMXBB)	E (OMXBB)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	E (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	E (test. modelio)
1	0.0085	0.0012	0.0083	0.0028	0.0091	0.0013
2	0.0088	0.0015	0.0088	0.0041	0.0100	0.0037
3	0.0075	0.0018	0.0076	0.0034	0.0075	0.0030
4	0.0065	0.0016	0.0068	0.0029	0.0068	0.0025
5	0.0055	0.0008	0.0058	0.0011	0.0075	-0.0001
6	0.0102	-0.0003	0.0105	0.0019	0.0102	0.0003
7	0.0182	-0.0042	0.0000	0.0003	0.0182	-0.0040
8	0.0152	0.0014	0.0144	0.0026	0.0172	0.0019
9	0.0114	0.0022	0.0115	0.0039	0.0114	0.0029
Vidurkis:	0.0102	0.0007	0.0082	0.0025	0.0109	0.0013



2.3 pav. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM (t.y., įtraukus nerizikingą aktyvą) modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimo grafikai

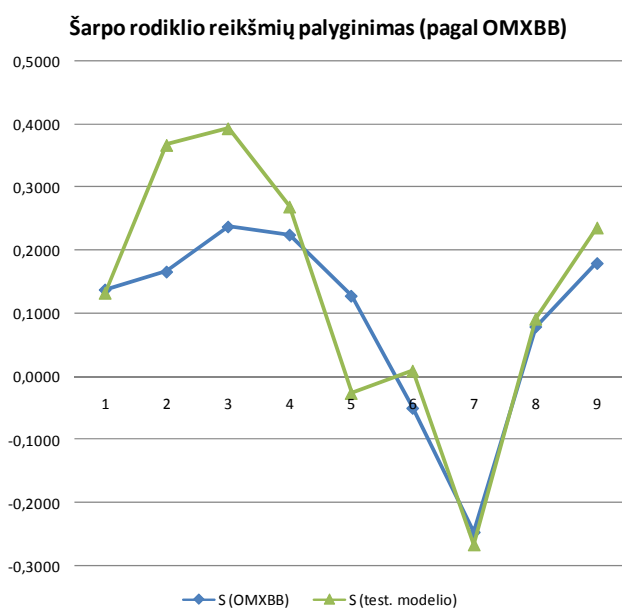
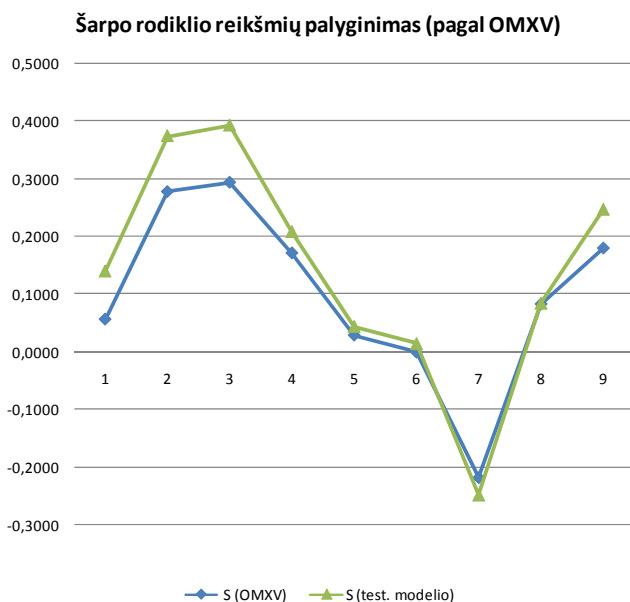
Iš 2.8 lentelės ir 2.3 pav. matosi, kad testuojamo modelio vidutinė gražos norma yra didesnė ir už OMXV, ir už OMXBB indeksų gražų normas esant (beveik) tai pačiai rizikai.

Iš 2.8 lentelės ir 2.4 pav. **Error! Reference source not found.** matome, kad testuojamo modelio Šarpo rodiklis vidutiniškai yra didesnis ir už OMXV, ir už OMXBB indeksų Šarpo rodiklius esant panašiai rizikai. Taigi, testuojamo modelio charakteristikos yra geresnės nei indeksų.

2.8 lentelė. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM t.y., įtraukus nerizikingą aktyvą) modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimas

Periodo nr.	σ (OMXV)	S (OMXV)	Artimiausia σ (test. modelio)	S (test. modelio)
1	0.0073	0.0573	0.0068	0.1402
2	0.0103	0.2782	0.0104	0.3750
3	0.0069	0.2943	0.0075	0.3935
4	0.0095	0.1720	0.0093	0.2087
5	0.0103	0.0297	0.0105	0.0441
6	0.0090	0.0001	0.0091	0.0143
7	0.0197	-0.2173	0.0193	-0.2484
8	0.0176	0.0836	0.0175	0.0845
9	0.0094	0.1804	0.0096	0.2473
Vidurkis:	0.0111	0.0976	0.0111	0.1399

Periodo nr.	σ (OMXBB)	S (OMXBB)	Artimiausia σ (test. modelio)	S (test. modelio)
1	0.0085	0.1378	0.0091	0.1327
2	0.0088	0.1662	0.0100	0.3671
3	0.0075	0.2377	0.0075	0.3935
4	0.0065	0.2248	0.0068	0.2694
5	0.0055	0.1278	0.0075	-0.0262
6	0.0102	-0.0502	0.0102	0.0093
7	0.0182	-0.2468	0.0182	-0.2662
8	0.0152	0.0790	0.0172	0.0915
9	0.0114	0.1797	0.0114	0.2362
Vidurkis:	0.0102	0.0951	0.0109	0.1341



2.4 pav. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM t.y., įtraukus nerizikingą aktyvą) modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimo grafikai

2.9 lentelė. Tyrimo dalis nr. 2. Biržos indeksų ir pagal CAPM modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių beta koeficientų palyginimas

Periodo nr.	σ (OMXV)	β (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	β (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	β (test. modelio)
1	0.0073	0.5135	0.0068	0.2751	0.0068	0.9763
2	0.0103	3.1047	0.0101	0.5638	0.0104	0.4581
3	0.0069	2.2202	0.0072	0.6894	0.0075	0.3276
4	0.0095	1.8409	0.0098	0.9554	0.0093	0.2315
5	0.0103	0.4502	0.0102	0.8955	0.0105	0.6339
6	0.0090	0.2237	0.0087	0.7711	0.0091	0.4932
7	0.0197	-4.2299	0.0193	0.0000	0.0193	0.6041
8	0.0176	1.7587	0.0000	0.0000	0.0175	0.0000
9	0.0094	1.9374	0.0093	0.8247	0.0096	0.6503
Vidurkis:	0.0111	0.8688	0.0091	0.5528	0.0111	0.4861
Periodo nr.	σ (OMXBB)	β (OMXBB)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	β (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	β (test. modelio)
1	0.0085	1.3979	0.0091	0.3747	0.0091	0.9944
2	0.0088	1.6924	0.0091	0.5534	0.0100	0.4647
3	0.0075	2.0647	0.0078	0.7161	0.0075	0.2861
4	0.0065	1.7593	0.0066	0.8898	0.0068	0.5863
5	0.0055	0.9202	0.0055	0.4812	0.0075	0.5322
6	0.0102	-0.3408	0.0098	0.8370	0.0102	0.5152
7	0.0182	-4.7086	0.0176	0.0000	0.0182	0.5725
8	0.0152	1.5604	0.0000	0.0000	0.0172	0.0000
9	0.0114	2.4381	0.0110	0.8648	0.0114	0.6755
Vidurkis:	0.0102	0.7537	0.0085	0.5241	0.0109	0.5141

Iš 2.9 lentelės matosi, kad testuojamo modelio beta koeficientas vidutiniškai yra mažesnis ir už OMXV, ir už OMXBB indeksų beta koeficientus esant panašiai rizikai. Taigi, testuojamo modelio beta koeficientas yra geresnis nei indeksų.

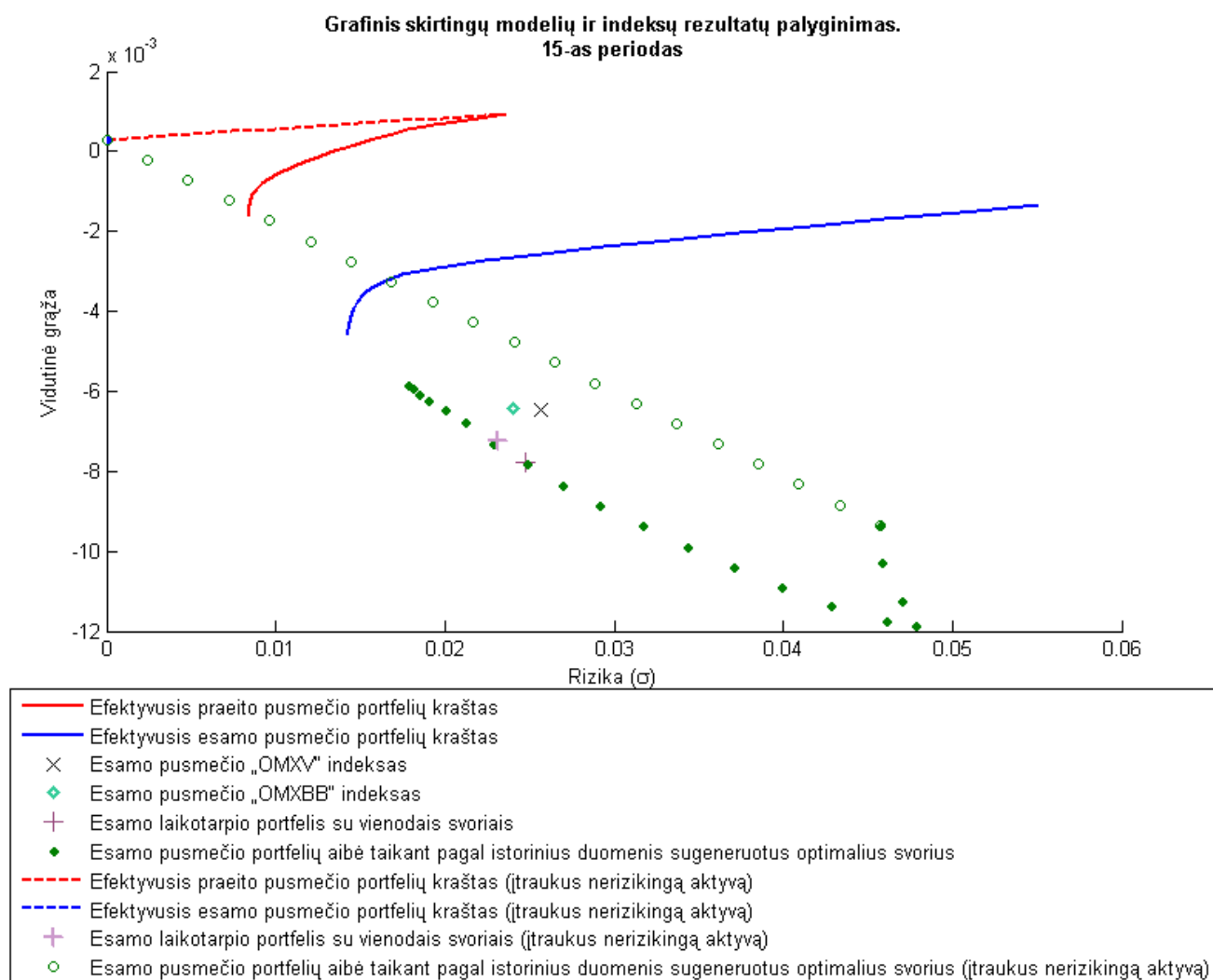
Po visų atliktų tyrimų pamatysime, kad kai neatrenkame akcijų, finansinių aktyvų įkainojimo modelis yra geresnis už kitus modelius. Jo vidutinė teikiama grąža yra 0,0013, indekso OMXV – 0,0008, o indekso OMXBB – 0,0007. Šio modelio Šarpo rodiklis yra lygus 0,1399, kai esant tai pačiai rizikai OMXV Šarpo rodiklis lygus 0,0976, ir lygus 0,1341, kai $S(OMXBB) = 0.0951$. Pagal CAPM modelį sudaryto portfelio beta koeficiento reikšmės yra žemesnės nei OMXV ir OMXBB indeksų.

2.2.5. TYRIMO DALIS NR. 3 IR REZULTATAI

Buvo paimtas pusės metų ilgio periodas. Portfelis sudarytas iš visų 14 įmonių akcijų. Portfeliai sudaryti pirmiausiai neįtraukiant, o paskui – įtraukiant nerizikingąjį aktyvą. (Norint atlikti analogišką tyrimą reikia programoje surašyti komandas taip: [2 1 1 1]).

Penkiolikto periodo (krizės meto) portfelį ir indeksų rizikos ir grąžos pavaizduotos 2.5 pav. Iš šio pav. matosi, kad portfelis, sudarytas iš aktyvų su vienodais svoriais (neįtraukus rizikingo aktyvo) turi panašią riziką ir grąžą kaip ir vienas iš portfelių, esančių ant sumodeliuoto pagal istorinius duomenis portfelį krašto. Bendru atveju portfeliai iš aktyvų su vienodais svoriais turi blogesnes charakteristikas nei sumodeliuoti portfeliai pagal Markovičiaus arba finansinių aktyvų įkainojimo modelį (t.y., tyrimų metu nubraižytuose portfeliuose, sudarytuose paskirsčius aktyvus vienodais svoriais, šių portfelių padėtis rizikos-grąžos plokštumoje turi tendenciją būti žemiau ir dešiniau nei pagal istorinius duomenis sumodeliuoti portfelį kraštai), todėl lentelėse papildomai jų rezultatų nepateiksime, tik spausdinsime grafikuose. Iš 2.5 pav. matome, kad bet koku verta įtraukti nerizikingą

aktyvą į portfelio sudarymą. Kadangi šiam pav. matomas krizės periodas, nerizikingo aktyvo įtraukimas į portfelį ne tik sumažina riziką, bet ir padidina gražos normą.



2.5 pav. Grafinis investicinių portfelių modelių realizacijos ir indeksų palyginimas, kai efektyvieji portfelių kraštai yra sudaromi iš 14 akcijų

Šiame skyrelyje lentelėse toliau rodomi tik tie portfeliai, kurie buvo sudaryti neįtraukus nerizikingo aktyvo.

Iš 2.10 lentelės ir 2.6 pav. matosi, kad testuojamo modelio vidutinė gražos norma yra didesnė ir už OMXV, ir už OMXBB indeksų gražų normas esant (beveik) tai pačiai rizikai. Tačiau buvo pastebėta, kad testuojamo modelio rezultatai, kai buvo imtas ne pusės, o vienerių metų ilgio periodas, buvo geresni – tyrimo nr. 1 metu gauta analogiško testuojamo modelio vidutinė gražos norma buvo 0,0012 (esant tokiai panašiai rizikai kaip ir OMXV indekso), o dabartiniu atveju – tik 0,0010.

Kitų tyrimų atvejais irgi pastebėta, kad sudarant analogiškus portfelius, kurie skiriasi tik periodo trukme, geresni portfeliai sumodeliuojami turint vienerių, o ne pusės metų istorinius duomenis.

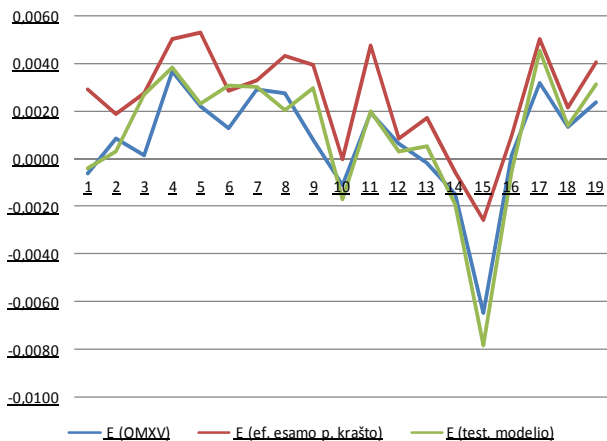
Iš 2.11 lentelės ir 2.7 pav. matome, kad testuojamo modelio Šarpo rodiklis vidutiniškai yra didesnis ir už OMXV, ir už OMXBB indeksų Šarpo rodiklius esant panašiai rizikai. Taigi, ši testuojamo modelio charakteristika yra geresnė nei indeksų.

2.10 lentelė. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimas, kai periodo trukmė yra pusė metų

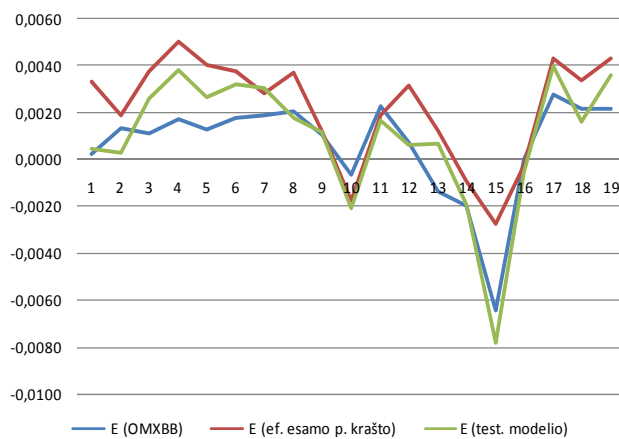
Periodo nr.	σ (OMXV)	E (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	E (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	E (test. modelio)
1	0.0094	-0.0006	0.0095	0.0029	0.0093	-0.0004
2	0.0083	0.0008	0.0084	0.0019	0.0083	0.0003
3	0.0061	0.0002	0.0062	0.0028	0.0071	0.0027
4	0.0072	0.0037	0.0074	0.0050	0.0101	0.0038
5	0.0127	0.0022	0.0126	0.0053	0.0125	0.0023
6	0.0074	0.0013	0.0076	0.0029	0.0087	0.0031
7	0.0064	0.0029	0.0061	0.0033	0.0066	0.0030
8	0.0099	0.0027	0.0097	0.0043	0.0099	0.0020
9	0.0090	0.0008	0.0093	0.0039	0.0087	0.0030
10	0.0114	-0.0011	0.0116	0.0000	0.0114	-0.0017
11	0.0089	0.0019	0.0091	0.0047	0.0088	0.0020
12	0.0078	0.0006	0.0078	0.0009	0.0100	0.0003
13	0.0100	-0.0002	0.0100	0.0017	0.0102	0.0005
14	0.0102	-0.0015	0.0102	-0.0005	0.0106	-0.0020
15	0.0257	-0.0065	0.0258	-0.0026	0.0248	-0.0078
16	0.0137	0.0001	0.0136	0.0010	0.0156	-0.0006
17	0.0206	0.0032	0.0207	0.0050	0.0204	0.0045
18	0.0112	0.0013	0.0112	0.0021	0.0122	0.0014
19	0.0072	0.0023	0.0072	0.0040	0.0072	0.0031
Vidurkis:	0.0107	0.0007	0.0107	0.0026	0.0112	0.0010

Periodo nr.	σ (OMXBB)	E (OMXBB)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	E (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	E (test. modelio)
1	0.0109	0.0002	0.0110	0.0033	0.0105	0.0005
2	0.0081	0.0014	0.0084	0.0019	0.0083	0.0003
3	0.0089	0.0011	0.0085	0.0038	0.0091	0.0026
4	0.0073	0.0017	0.0074	0.0050	0.0101	0.0038
5	0.0100	0.0013	0.0100	0.0041	0.0115	0.0026
6	0.0092	0.0018	0.0091	0.0038	0.0093	0.0032
7	0.0054	0.0019	0.0054	0.0028	0.0066	0.0030
8	0.0082	0.0021	0.0085	0.0037	0.0086	0.0018
9	0.0043	0.0011	0.0043	0.0012	0.0052	0.0012
10	0.0059	-0.0006	0.0076	-0.0017	0.0083	-0.0021
11	0.0046	0.0023	0.0051	0.0019	0.0067	0.0017
12	0.0118	0.0008	0.0115	0.0032	0.0118	0.0006
13	0.0082	-0.0014	0.0084	0.0012	0.0089	0.0007
14	0.0088	-0.0020	0.0089	-0.0009	0.0106	-0.0020
15	0.0240	-0.0064	0.0224	-0.0027	0.0248	-0.0078
16	0.0122	0.0000	0.0121	-0.0003	0.0156	-0.0006
17	0.0176	0.0028	0.0177	0.0043	0.0183	0.0040
18	0.0141	0.0022	0.0139	0.0034	0.0141	0.0016
19	0.0078	0.0022	0.0078	0.0043	0.0077	0.0036
Vidurkis:	0.0099	0.0006	0.0099	0.0022	0.0108	0.0010

Gražų normų palyginimas (pagal OMXV)



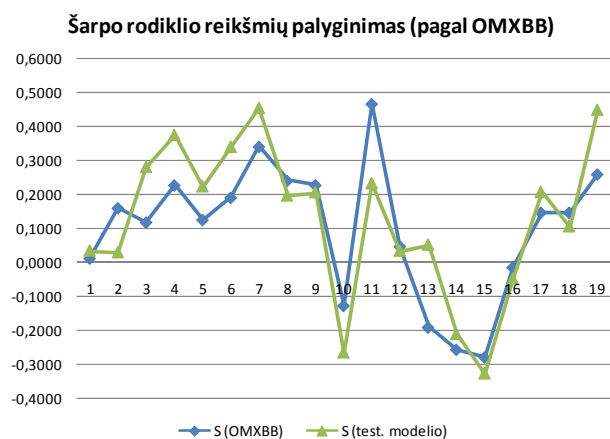
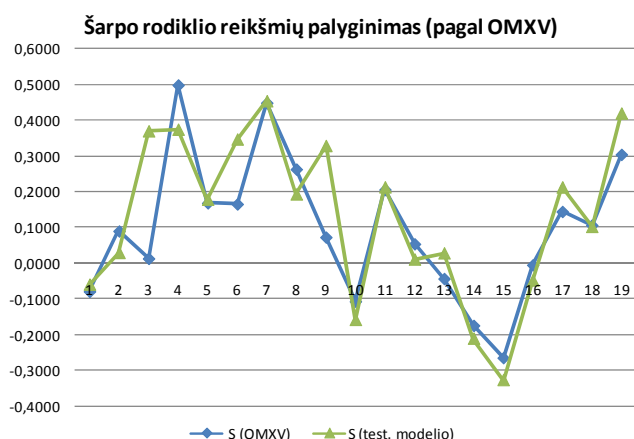
Gražų normų palyginimas (pagal OMXBB)



2.6 pav. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių gražų normų palyginimo grafikai, kai periodo trukmė yra pusė metų

2.11 lentelė. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimas, kai periodo trukmė yra pusė metų

Periodo nr.	σ (OMXV)	S (OMXV)	Artimiausia σ (test. modelio)	S (test. modelio)
1	0.0094	-0.0783	0.0093	-0.0600
2	0.0083	0.0904	0.0083	0.0288
3	0.0061	0.0138	0.0071	0.3694
4	0.0072	0.4985	0.0101	0.3739
5	0.0127	0.1689	0.0125	0.1780
6	0.0074	0.1659	0.0087	0.3464
7	0.0064	0.4487	0.0066	0.4536
8	0.0099	0.2632	0.0099	0.1926
9	0.0090	0.0733	0.0087	0.3282
10	0.0114	-0.1060	0.0114	-0.1588
11	0.0089	0.2063	0.0088	0.2126
12	0.0078	0.0543	0.0100	0.0102
13	0.0100	-0.0425	0.0102	0.0277
14	0.0102	-0.1734	0.0106	-0.2113
15	0.0257	-0.2637	0.0248	-0.3272
16	0.0137	-0.0042	0.0156	-0.0483
17	0.0206	0.1450	0.0204	0.2123
18	0.0112	0.1069	0.0122	0.1018
19	0.0072	0.3046	0.0072	0.4192
Vidurkis:	0.0107	0.0985	0.0112	0.1289
Periodo nr.	σ (OMXBB)	S (OMXBB)	Artimiausia σ (test. modelio)	S (test. modelio)
1	0.0109	0.0114	0.0105	0.0340
2	0.0081	0.1596	0.0083	0.0288
3	0.0089	0.1177	0.0091	0.2804
4	0.0073	0.2269	0.0101	0.3739
5	0.0100	0.1251	0.0115	0.2229
6	0.0092	0.1903	0.0093	0.3395
7	0.0054	0.3403	0.0066	0.4536
8	0.0082	0.2404	0.0086	0.1961
9	0.0043	0.2272	0.0052	0.2057
10	0.0059	-0.1280	0.0083	-0.2656
11	0.0046	0.4665	0.0067	0.2320
12	0.0118	0.0468	0.0118	0.0338
13	0.0082	-0.1918	0.0089	0.0517
14	0.0088	-0.2571	0.0106	-0.2113
15	0.0240	-0.2798	0.0248	-0.3272
16	0.0122	-0.0154	0.0156	-0.0483
17	0.0176	0.1467	0.0183	0.2066
18	0.0141	0.1462	0.0141	0.1055
19	0.0078	0.2591	0.0077	0.4484
Vidurkis:	0.0099	0.0964	0.0108	0.1242



2.7 pav. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių Šarpo rodiklių palyginimo grafikai, kai periodo trukmė yra pusė metų

2.12 lentelė. Tyrimo dalis nr. 3. Biržos indeksų ir pagal Markovičiaus modelį iš visų 14 įmonių akcijų sugeneruotų portfelių beta koeficientų palyginimas, kai periodo trukmė yra pusė metų

Periodo nr.	σ (OMXV)	β (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	β (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	β (test. modelio)
1	0.0094	0.3534	0.0093	1.0000	0.0093	0.4156
2	0.0083	0.4284	0.0083	1.0000	0.0083	0.7385
3	0.0061	0.7741	0.0071	1.0000	0.0071	1.1811
4	0.0072	1.0533	0.0101	1.0000	0.0101	1.3358
5	0.0127	0.7653	0.0125	1.0000	0.0125	0.4908
6	0.0074	1.1657	0.0087	1.0000	0.0087	1.0515
7	0.0064	1.2572	0.0066	1.0000	0.0066	1.0971
8	0.0099	0.7088	0.0099	1.0000	0.0099	0.4385
9	0.0090	0.9746	0.0087	1.0000	0.0087	1.0693
10	0.0114	0.6729	0.0114	1.0000	0.0114	0.7130
11	0.0089	0.4005	0.0088	1.0000	0.0088	0.4358
12	0.0078	1.2385	0.0100	1.0000	0.0100	1.1108
13	0.0100	1.1468	0.0102	1.0000	0.0102	1.0160
14	0.0102	0.7393	0.0106	1.0000	0.0106	0.6167
15	0.0257	1.1194	0.0248	1.0000	0.0248	0.8869
16	0.0137	1.2146	0.0156	1.0000	0.0156	1.0000
17	0.0206	0.9268	0.0204	1.0000	0.0204	0.9363
18	0.0112	0.8166	0.0122	1.0000	0.0122	0.9818
19	0.0072	1.1891	0.0072	1.0000	0.0072	1.1368
Vidurkis:	0.0107	0.8919	0.0112	1.0000	0.0112	0.8764
Periodo nr.	σ (OMXBB)	β (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	β (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	β (test. modelio)
1	0.0109	0.3793	0.0105	1.0000	0.0105	0.4872
2	0.0081	0.5233	0.0083	1.0000	0.0083	0.7385
3	0.0089	0.3698	0.0091	1.0000	0.0091	0.2302
4	0.0073	1.0338	0.0101	1.0000	0.0101	1.3358
5	0.0100	0.5725	0.0115	1.0000	0.0115	0.6381
6	0.0092	0.6879	0.0093	1.0000	0.0093	0.9383
7	0.0054	0.9863	0.0066	1.0000	0.0066	1.0971
8	0.0082	0.6060	0.0086	1.0000	0.0086	0.5450
9	0.0043	0.8191	0.0052	1.0000	0.0052	1.0000
10	0.0059	1.0565	0.0083	1.0000	0.0083	1.0323
11	0.0046	0.6483	0.0067	1.0000	0.0067	0.8972
12	0.0118	0.7996	0.0118	1.0000	0.0118	0.9639
13	0.0082	0.8138	0.0089	1.0000	0.0089	1.0328
14	0.0088	0.7400	0.0106	1.0000	0.0106	0.6167
15	0.0240	0.6319	0.0248	1.0000	0.0248	0.8869
16	0.0122	0.7613	0.0156	1.0000	0.0156	1.0000
17	0.0176	0.8279	0.0183	1.0000	0.0183	1.0056
18	0.0141	0.7199	0.0141	1.0000	0.0141	0.6241
19	0.0078	0.9404	0.0077	1.0000	0.0077	1.2191
Vidurkis:	0.0099	0.7325	0.0108	1.0000	0.0108	0.8573

Iš 2.12 lentelės matome, kad testuojamo portfelio beta koeficientai turi panašias reikšmes kaip ir tyrimo nr. 1 atveju, kai su OMXV lyginamo modelio beta koeficientas buvo 0,8686 (o dabar – 0,8764), o su OMXBB – 0,9627 (dabar beta koeficiento reikšmė geresnė – 0,8573). Kadangi testuojamų modelių atitinkami gražų vidurkiai ir Šarpo koeficiento reikšmės tyrimo nr. 1 atveju buvo geresni, galime teigti, kad beta koeficientas nėra reprezentatyvi investicijų charakteristika ir geresnės beta koeficiento reikšmės nereiškia, kad atitinkamas portfelis yra geresnis vidurkio-rizikos prasme.

2.3. AKCIJŲ ATRINKIMAS INVESTICINIAMS PORTFELIAMS

Buvo imtas 1 metų trukmės laikotarpis. Gauti rezultatai, taikant skirtingus akcijų atrinkimo portfeliams metodus, pavaizduoti grafiškai toliau einančiose lentelėse.

2.13 lentelėje, 2.14 lentelėje, 2.15 lentelėje ir 2.16 lentelėje matosi, kad geriausiai įvairius kriterijus tenkinančios įmonės pirmais metais yra pakeičiamos kitomis antrais metais. Todėl yra svarbu periodiškai atnaujinti portfelio sudėtį, norint turėti tam tikromis ypatybėmis pasižyminčias akcijas

investiciniame portfelyje. 2.17 lentelėje parodyti įmonių koreliacijos koeficientai tik pirmame periode, bet ir šiuo atveju įmonės, turinčios optimalias charakteristikas, kis kiekvienais metais.

Pastebėta, kad „Apranga“ pirmais metais patenka į geriausių įmonių trejetą trimis atvejais, o „Grigiškės“ – 4.

2.13 lentelė. Įmonių akcijų P/E koeficientų reikšmės pirmais ir antrais metais, surašytos mažėjančia tvarka

Įmonės eil. nr.	Trumpinys	P/E koeficiento reikšmė (1 m.)	Įmonės eil. nr.	Trumpinys	P/E koeficiento reikšmė (2 m.)
1	APG	4846	1	APG	186
2	GRG	372	2	GRG	176
3	IVL	681	3	IVL	118
4	LDJ	567	4	LDJ	299
5	PTR	-506	5	PTR	244
6	PZV	509	6	PZV	249
7	RSU	541	7	RSU	363
8	SAB	13045	8	SAB	630
9	SAN	75	9	SAN	541
10	SRS	900	10	SRS	286
11	TEO	-530	11	TEO	417
12	UKB	-4367	12	UKB	285
13	UTR	808	13	UTR	233
14	VBL	637	14	VBL	225

2.14 lentelė. Įmonių akcijų naudingumo funkcijos U reikšmės, kai rizikos vengimo koeficientas A=3, pirmais ir antrais metais, surašytos mažėjančia tvarka

Įmonės eil. nr.	Trumpinys	Naudingumo funkcijos reikšmė (1 m.)	Įmonės eil. nr.	Trumpinys	Naudingumo funkcijos reikšmė (2 m.)
1	APG	0.0032	3	IVL	0.008
2	GRG	0.0029	2	GRG	0.0053
9	SAN	0.002	1	APG	0.0049
14	VBL	0.0018	14	VBL	0.0041
5	PTR	0.0016	6	PZV	0.0037
3	IVL	0.0012	5	PTR	0.0036
13	UTR	0.0005	13	UTR	0.0036
12	UKB	-0.0001	10	SRS	0.0031
8	SAB	-0.0003	12	UKB	0.003
4	LDJ	-0.0009	4	LDJ	0.0029
10	SRS	-0.001	7	RSU	0.0025
6	PZV	-0.0011	11	TEO	0.0021
7	RSU	-0.0011	9	SAN	0.0015
11	TEO	-0.0014	8	SAB	0.0011

2.15 lentelė. Įmonių akcijų naudingumo funkcijos U reikšmės, kai rizikos vengimo koeficientas A=10, pirmais ir antrais metais, surašytos mažėjančia tvarka

Įmonės eil. nr.	Trumpinys	Naudingumo funkcijos reikšmė (1 m.)	Įmonės eil. nr.	Trumpinys	Naudingumo funkcijos reikšmė (2 m.)
2	GRG	0.0009	1	APG	0.0025
14	VBL	0.0007	2	GRG	0.002
7	RSU	0.0005	14	VBL	0.0013
4	LDJ	0.0004	9	SAN	0.0011
6	PZV	0.0004	5	PTR	0.0007
9	SAN	0.0004	3	IVL	0.0003
10	SRS	0.0003	13	UTR	-0.0005
13	UTR	0.0002	8	SAB	-0.001
1	APG	0	12	UKB	-0.0011
3	IVL	-0.0001	4	LDJ	-0.0015
8	SAB	-0.0005	7	RSU	-0.0015
12	UKB	-0.002	6	PZV	-0.0017
5	PTR	-0.0025	11	TEO	-0.0021
11	TEO	-0.0028	10	SRS	-0.0023

2.16 lentelė. Įmonių akcijų vidutinių gražų normų reikšmės, surašytos mažėjančia tvarka

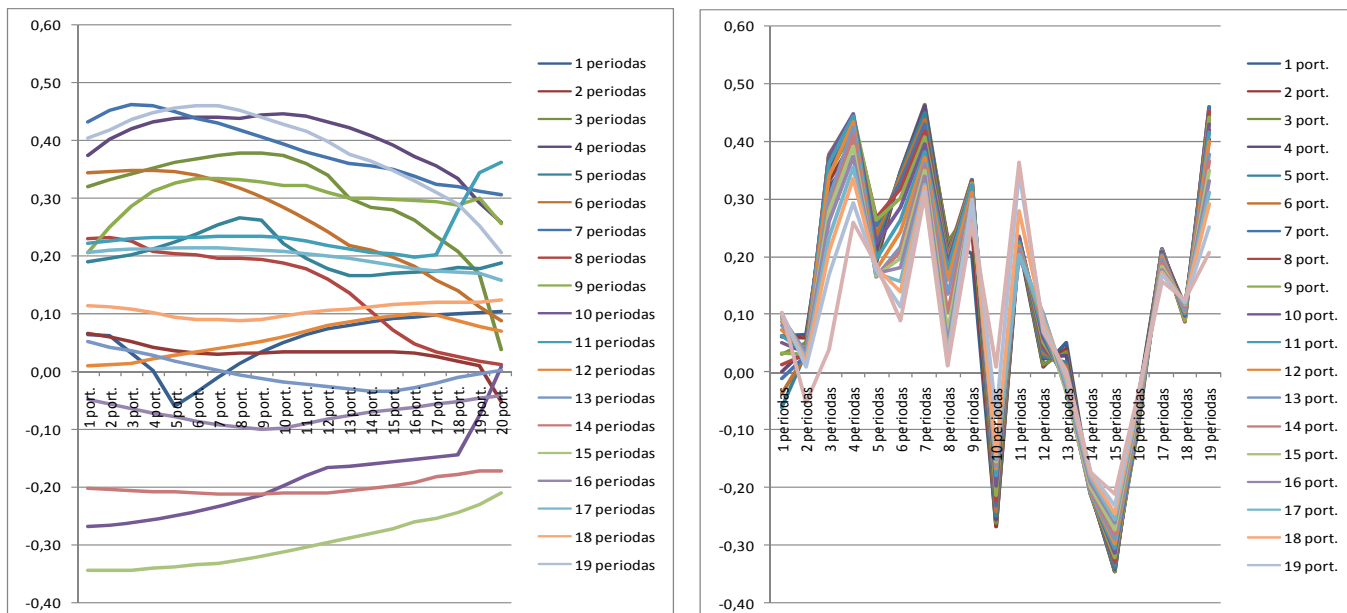
Įmonės eil. nr.	Trumpinys	Vidutinė gražos norma (1 m.)	Įmonės eil. nr.	Trumpinys	Vidutinė gražos norma (2 m.)
9	SAN	0.0134	9	SAN	0.0238
2	GRG	0.0027	14	VBL	0.0038
6	PZV	0.002	2	GRG	0.0028
4	LDJ	0.0018	6	PZV	0.0025
7	RSU	0.0018	3	IVL	0.0017
14	VBL	0.0016	4	LDJ	0.0012
3	IVL	0.0015	8	SAB	0.0001
13	UTR	0.0012	1	APG	0
10	SRS	0.0011	13	UTR	-0.0001
1	APG	0.0002	7	RSU	-0.0004
8	SAB	0.0001	5	PTR	-0.0017
12	UKB	-0.0002	12	UKB	-0.0017
11	TEO	-0.0019	10	SRS	-0.0018
5	PTR	-0.002	11	TEO	-0.0023

2.17 lentelė. Įmonių akcijų koreliacijos koeficientų lentelė pirmais metais su pilkai pažymėtais mažiausiais vidutiniais koreliacijos koeficientais

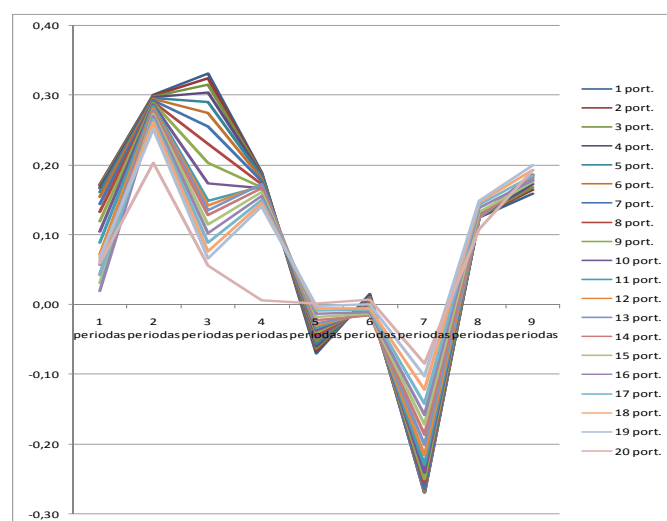
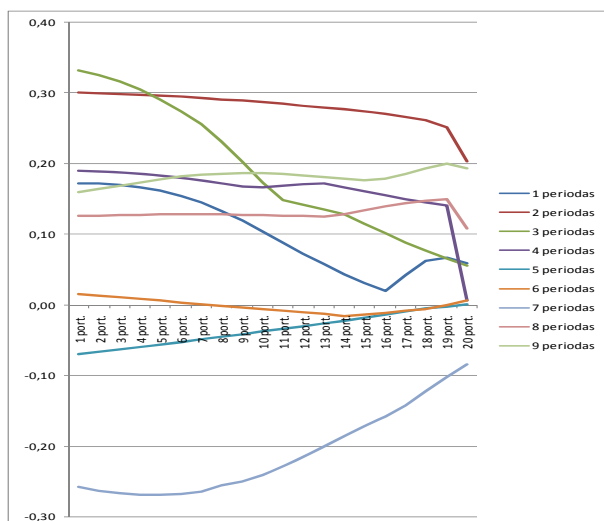
	APG	IVL	SAB	VBL	SAN	PTR	LDJ	UTR	UKB	GRG	TEO	SRS	RSU	PZV
APG	1.000	-0.055	-0.003	-0.004	0.013	0.024	-0.005	0.000	-0.003	-0.004	0.036	0.000	-0.004	0.003
IVL	-0.055	1.000	0.099	0.064	0.039	0.098	0.057	-0.001	0.120	-0.076	-0.033	0.051	0.019	0.075
SAB	-0.003	0.099	1.000	-0.054	0.048	0.038	0.006	-0.116	-0.010	0.063	0.014	-0.074	-0.008	0.002
VBL	-0.004	0.064	-0.054	1.000	-0.048	0.027	0.080	-0.080	-0.009	0.077	0.074	0.140	0.039	0.023
SAN	0.013	0.039	0.048	-0.048	1.000	0.064	-0.034	0.001	-0.002	0.049	0.026	-0.049	0.124	0.027
PTR	0.024	0.098	0.038	0.027	0.064	1.000	0.062	0.138	0.009	0.070	0.085	0.114	0.076	0.102
LDJ	-0.005	0.057	0.006	0.080	-0.034	0.062	1.000	0.062	0.233	0.108	0.075	-0.011	-0.005	0.005
UTR	0.000	-0.001	-0.116	-0.080	0.001	0.138	0.062	1.000	0.009	-0.025	-0.007	0.144	0.047	-0.052
UKB	-0.003	0.120	-0.010	-0.009	-0.002	0.009	0.233	0.009	1.000	0.002	-0.005	0.011	-0.011	-0.088
GRG	-0.004	-0.076	0.063	0.077	0.049	0.070	0.108	-0.025	0.002	1.000	0.105	0.036	0.160	0.022
TEO	0.036	-0.033	0.014	0.074	0.026	0.085	0.075	-0.007	-0.005	0.105	1.000	0.120	0.041	0.036
SRS	0.000	0.051	-0.074	0.140	-0.049	0.114	-0.011	0.144	0.011	0.036	0.120	1.000	-0.044	0.006
RSU	-0.004	0.019	-0.008	0.039	0.124	0.076	-0.005	0.047	-0.011	0.160	0.041	-0.044	1.000	-0.008
PZV	0.003	0.075	0.002	0.023	0.027	0.102	0.005	-0.052	-0.088	0.022	0.036	0.006	-0.008	1.000
Vidurkis	0.071	0.104	0.072	0.095	0.090	0.136	0.117	0.080	0.090	0.113	0.112	0.103	0.102	0.082

2.3.1. ŠARPO RODIKLIO REIKŠMIŲ ANALIZĖ

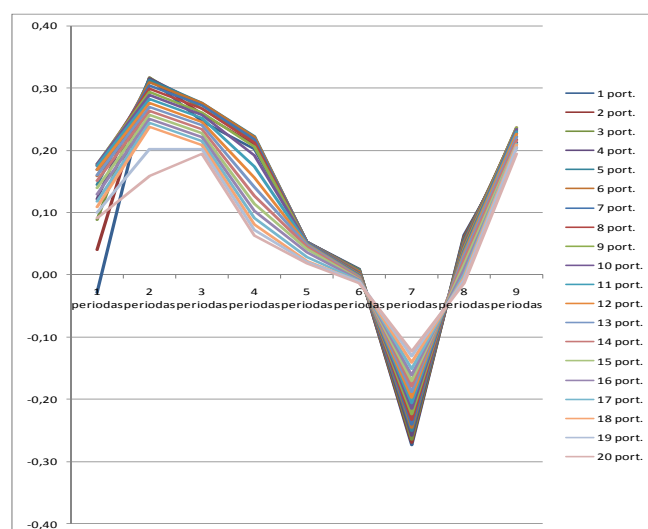
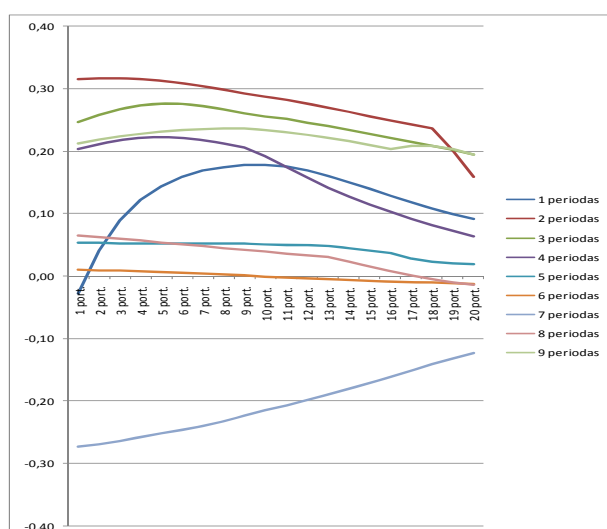
Šiame skyrelyje pavaizduoti grafiškai Šarpo rodiklių reikšmių tyrimų rezultatai.



2.8 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš visų akcijų ir yra atnaujinamas kas pusę metų

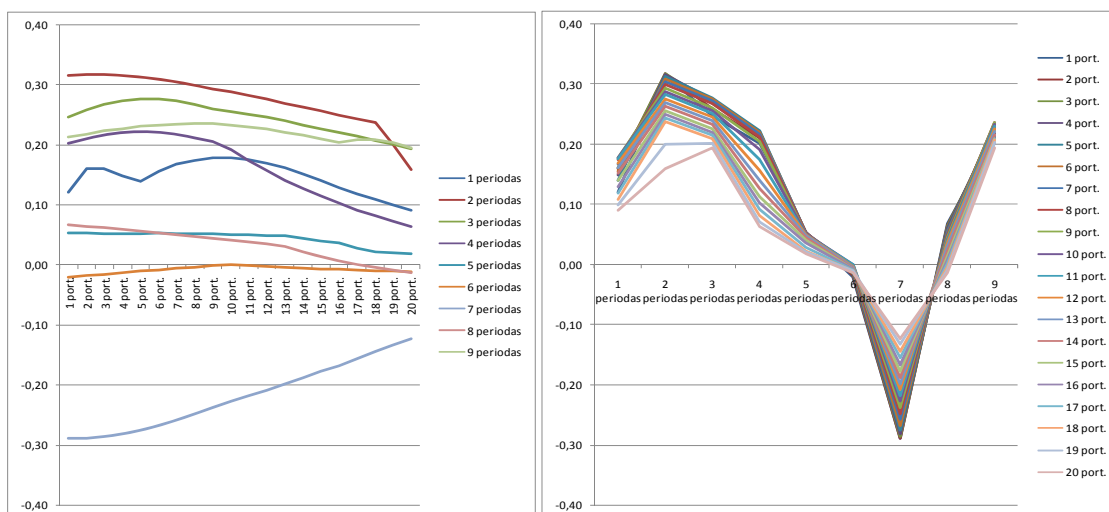


2.9 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelio kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų pagal P/E koeficientus, ir yra atnaujinamas kas metus

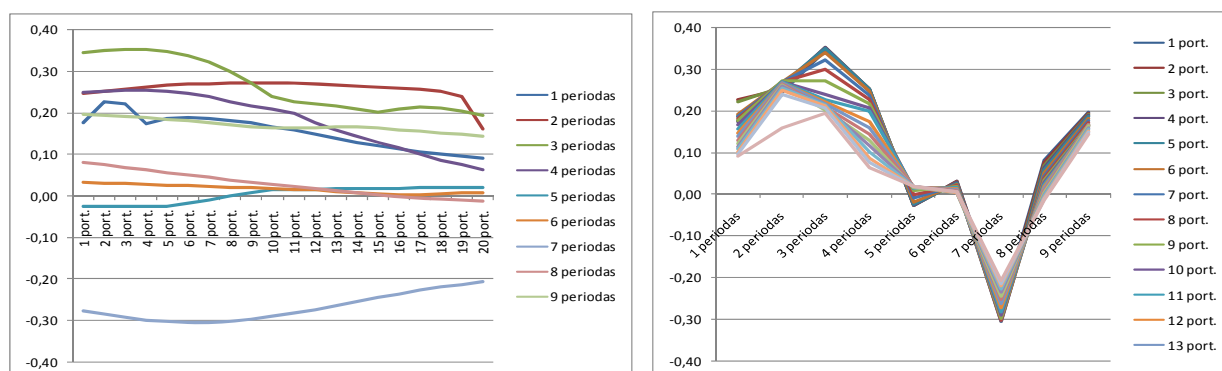


2.10 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelio kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų pagal naudingumo funkcijos reikšmes, kai $A=3$, ir yra atnaujinamas kas metus

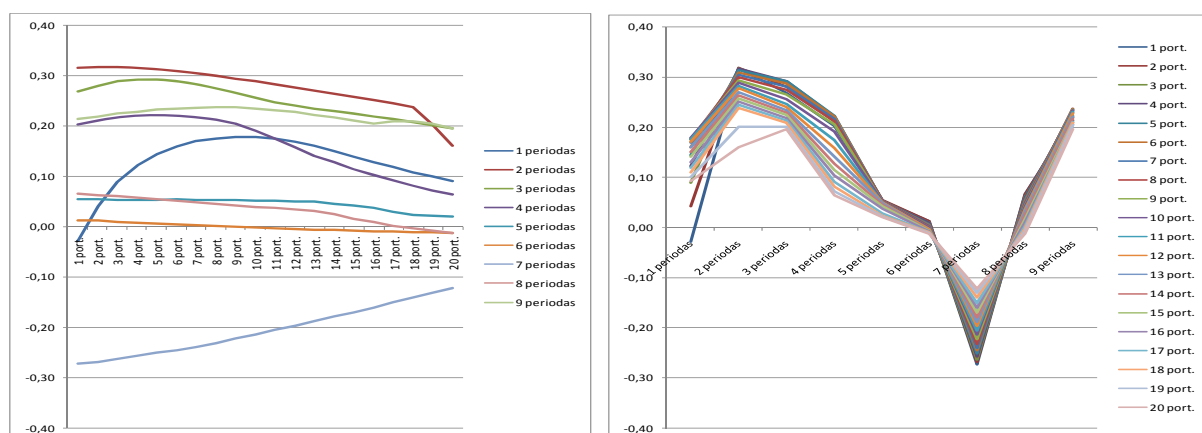
Iš 2.8 pav., 2.9 pav., 2.10 pav., 2.11 pav., 2.12 pav. ir 2.13 pav. matome, kad nepriklausomai nuo to, kaip pasirenkame akcijas – įtraukiame į portfelį visų įmonių aktyvus, atrenkame po 5 akcijas pagal P/E koeficientų, naudingumo funkcijos, koreliacijos koeficientų ar gražų normų reikšmes, Šarpo rodiklių reikšmių kitimas labiau priklauso nuo periodo trukmės ir periodo numerio, t.y., bendros ekonomikos būsenos, o ne to, kokios konkrečios akcijos buvo parinktos. Pvz., visais atvejais antro arba trečio periodo metu (kai turime vienų metų ilgio periodą) buvo viršijama Šarpo rodiklio reikšmė, lygi 0,30, o septinto arba aštunto periodo metu Šarpo rodiklio reikšmė visais atvejais nukrito žemiau -0,20. Pastebėta, kad sudarant portfelį taikant trumpesnių periodų istorinius duomenis Šarpo rodiklio reikšmė kinta labiau nei taikant ilgesnės trukmės periodus. Didėjant portfelio numeriui (susietam su rizikos ir gražos charakteristikomis), matoma Šarpo rodiklio reikšmės modulio mažėjimo tendencija.



2.11 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų pagal naudingumo funkcijos reikšmes, kai $A=10$, ir yra atnaujinamas kas metus



2.12 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų mažiausias koreliacijos koeficientų reikšmes, ir yra atnaujinamas kas metus



2.13 pav. Šarpo rodiklio reikšmių (pavaizduotų ordinačių ašyje) priklausomybės nuo portfelio sudėties (kairėje) ir nuo periodo (dešinėje) grafinis palyginimas, kai efektyvusis portfelių kraštas yra sudarytas iš 5 įmonių akcijų, atrinktų didžiausias akcijų gražų normų reikšmes, ir yra atnaujinamas kas metus

2.4. INVESTICINIŲ PORTFELIŲ IŠ AKTYVŲ VIENODAIS SVORIAIS SUDARYMAS

Sudarant portfelius iš akcijų su vienodais svoriais, ir palyginus analogiškus portfelius, besiskiriančius tik tuo, kad į pirmąjį portfelį nerizikingas aktyvas neįtraukiamas, o į antrąjį – įtraukiamas, antruoju atveju yra gaunami portfeliai su mažesne rizika esant tai pačiai grąžai arba didesne grąža esant tai pačiai rizikai, arba ir didesne grąža, ir mažesne rizika tuo pat metu. Taip pat, įtraukus nerizikingą aktyvą gaunami portfeliai, turintys aukštesnes Šarpo rodiklio reikšmes ir mažesnes beta koeficiento reikšmes (abi charakteristikos yra geresnės antruoju atveju). 2.18 lentelėje parodyti aprašytas savybes turintys analogiški portfeliai.

2.18 lentelė. Portfelijų, sudarytų atrinkus 10 įmonių akcijas pagal naudingumo funkcijos reikšmes, kai $A=3$, paskirsčius aktyvus vienodais svoriais, palyginimas

Neįtraukus nerizikingo aktyvo			Įtraukus nerizikingą aktyvą		
Periodas	Rizika	Grąža	Periodas	Rizika	Grąža
1	0.006	0.001	1	0.005	0.001
2	0.010	0.004	2	0.009	0.004
3	0.007	0.003	3	0.006	0.002
4	0.008	0.002	4	0.007	0.002
5	0.008	0.000	5	0.007	0.000
6	0.010	0.000	6	0.009	0.000
7	0.019	-0.005	7	0.018	-0.005
8	0.019	0.002	8	0.018	0.002
9	0.011	0.003	9	0.010	0.003

Nustatyta, kad sudarant portfelius iš įmonių akcijų jas paskirstant vienodais svoriais portfelyje, gaunami blogesni portfeliai nei sudarant portfelius taikant modifikuotą Markovičiaus modelį arba finansinių aktyvų įkainojimo modelį, įtraukiant nerizikingą aktyvą į sudaromą portfelį. Didesnio kiekio įmonių akcijų įtraukimas į portfelį, sudarytą iš aktyvų su vienodais svoriais, ne visada reiškia, kad bus gautas geresnis portfelis vidurkio-rizikos prasme.

Sudaryti portfelijų paskirstant aktyvus vienodais svoriais nerekomenduojama.

2.5. TYRIMŲ REZULTATŲ APIBENDRINIMAS

Prog. komandų seka	Tyrimo nr.	Periodo trukmė	Akcijų atrinkimo būdas	Atrenkamų įm. a. kiekis	Ar RF yra įtrauktas	Ar visos akcijos sudaro rinkos port.	σ (OMXV)	E (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	E (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	E (test. modelio)
1 250 1	4	Metai	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0132	0.0026	0.0127	0.0012
1 350 1	5	Metai	N.F.R., $A=3$	5	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0120	0.0014	0.0131	0.0013
1 450 1	6	Metai	N.F.R., $A=10$	5	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0132	0.0026	0.0127	0.0012
1 550 1	7	Metai	Koreliacijos	5	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0120	0.0014	0.0131	0.0013

			k.									
1 6 0 1	8	Metai	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
1 750 1	9	Metai	D.A.G.	5	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0136	0.0027	0.0130	0.0010
3 1 1 1	10	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0102	0.0007	0.0086	0.0034	0.0094	0.0012
3 1 0 1	11	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0100	0.0030	0.0107	0.0011
3 250 1	12	Ketvirtis	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0111	0.0009	0.0123	0.0009
2 1 1 1	13	Pusė metų	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0107	0.0007	0.0094	0.0030	0.0100	0.0011
1 2A0 1	14	Metai	P/E k.	10	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0111	0.0015	0.0120	0.0011
1 3A0 1	15	Metai	N.F.R., A=3	10	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0112	0.0021	0.0117	0.0011
1 4A0 1	16	Metai	N.F.R., A=10	10	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0112	0.0021	0.0116	0.0010
1 5A0 1	17	Metai	Koreliacijos k.	10	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0109	0.0020	0.0114	0.0013
2 6 0 1	18	Pusė metų	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų.					
1 7A0 1	19	Metai	D.A.G.	10	Ne	Visos	0.0111	0.0008	0.0112	0.0021	0.0117	0.0011
3 6 0 1	20	Ketvirtis	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
3 251 1	21	Ketvirtis	P/E k.	5	Yra RF	Visos	0.0102	0.0007	0.0087	0.0016	0.0093	0.0007
3 2A1 1	22	Ketvirtis	P/E k.	10	Yra RF	Visos	0.0102	0.0007	0.0086	0.0028	0.0095	0.0012
Prog. komandų seka	Tyrimo nr.	Periodo trukmė	Akcijų atrinkimo būdas	Atrenkamų įm. a. kiekis	Ar RF yra įtrauktas	Ar visos akcijos sudaro rinkos port.	σ (OMXBB)	E (OMXBB)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	E (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	E (test. modelio)
1 250 1	4	Metai	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0130	0.0026	0.0127	0.0013
1 350 1	5	Metai	N.F.R., A=3	5	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0116	0.0013	0.0127	0.0013
1 450 1	6	Metai	N.F.R., A=10	5	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0130	0.0026	0.0127	0.0013
1 550 1	7	Metai	Koreliacijos k.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0116	0.0013	0.0127	0.0013
1 6 0 1	8	Metai	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
1 750 1	9	Metai	D.A.G.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0134	0.0026	0.0130	0.0010
3 1 1 1	10	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0094	0.0007	0.0079	0.0031	0.0088	0.0011
3 1 0 1	11	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Ne	Visos	0.0094	0.0007	0.0094	0.0026	0.0104	0.0010
3 250 1	12	Ketvirtis	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0094	0.0007	0.0111	0.0009	0.0124	0.0009
2 1 1 1	13	Pusė metų	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0099	0.0006	0.0086	0.0028	0.0093	0.0012
1 2A0 1	14	Metai	P/E k.	10	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0106	0.0013	0.0116	0.0011
1 3A0 1	15	Metai	N.F.R., A=3	10	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0109	0.0020	0.0114	0.0010
1 4A0 1	16	Metai	N.F.R., A=10	10	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0108	0.0021	0.0112	0.0010
1 5A0 1	17	Metai	Koreliacijos k.	10	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0106	0.0018	0.0111	0.0012
2 6 0 1	18	Pusė metų	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
1 7A0 1	19	Metai	D.A.G.	10	Ne	Visos	0.0102	0.0007	0.0109	0.0020	0.0114	0.0010
3 6 0 1	20	Ketvirtis	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
3 251 1	21	Ketvirtis	P/E k.	5	Yra RF	Visos	0.0094	0.0007	0.0081	0.0014	0.0089	0.0006
3 2A1 1	22	Ketvirtis	P/E k.	10	Yra RF	Visos	0.0094	0.0007	0.0080	0.0027	0.0089	0.0011
Prog. komandų seka	Tyrimo nr.	Periodo trukmė	Akcijų atrinkimo būdas	Atrenkamų įm. a. kiekis	Ar RF yra įtrauktas	Ar visos akcijos sudaro rinkos port.	σ (OMXV)	S (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	S (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	S (test. modelio)
1 250 1	4	Metai	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0127	0.2142	0.0127	0.1137

1 350 1	5	Metai	N.F.R., A=3	5	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0131	0.1452	0.0131	0.1183
1 450 1	6	Metai	N.F.R., A=10	5	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0127	0.2142	0.0127	0.1137
1 550 1	7	Metai	Koreliacijos k.	5	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0131	0.1452	0.0131	0.1183
1 60 1	8	Metai	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
1 750 1	9	Metai	D.A.G.	5	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0130	0.2092	0.0130	0.0966
3 1 1 1	10	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0102	0.0968	0.0094	0.3318	0.0094	0.1748
3 1 0 1	11	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Ne	Visos	0.0102	0.0968	0.0107	0.2712	0.0107	0.1327
3 250 1	12	Ketvirtis	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0968	0.0123	0.1150	0.0123	0.0914
2 1 1 1	13	Pusė metų	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0107	0.0985	0.0100	0.2404	0.0100	0.0774
1 2A0 1	14	Metai	P/E k.	10	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0120	0.1509	0.0120	0.1220
1 3A0 1	15	Metai	N.F.R., A=3	10	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0117	0.2148	0.0117	0.1148
1 4A0 1	16	Metai	N.F.R., A=10	10	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0116	0.2081	0.0116	0.1153
1 5A0 1	17	Metai	Koreliacijos k.	10	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0114	0.1788	0.0114	0.1471
2 60 1	18	Pusė metų	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
1 7A0 1	19	Metai	D.A.G.	10	Ne	Visos	0.0111	0.0976	0.0117	0.2147	0.0117	0.1156
3 60 1	20	Ketvirtis	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
3 251 1	21	Ketvirtis	P/E k.	5	Yra RF	Visos	0.0102	0.0968	0.0093	0.1330	0.0093	0.1147
3 2A1 1	22	Ketvirtis	P/E k.	10	Yra RF	Visos	0.0102	0.0968	0.0095	0.2767	0.0095	0.1759
Prog. komandų seka	Tyrimo nr.	Periodo trukmė	Akcijų atrinkimo būdas	Atrenkamų įm. a. kiekis	Ar RF yra įtrauktas	Ar visos akcijos sudaro rinkos port.	σ (OMXBB)	S (OMXBB)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	S (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	S (test. modelio)
1 250 1	4	Metai	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0127	0.2157	0.0127	0.1128
1 350 1	5	Metai	N.F.R., A=3	5	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0127	0.1363	0.0127	0.1124
1 450 1	6	Metai	N.F.R., A=10	5	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0127	0.2157	0.0127	0.1128
1 550 1	7	Metai	Koreliacijos k.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0127	0.1363	0.0127	0.1124
1 60 1	8	Metai	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
1 750 1	9	Metai	D.A.G.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0130	0.2118	0.0130	0.0977
3 1 1 1	10	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0094	0.0924	0.0088	0.3286	0.0088	0.1651
3 1 0 1	11	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Ne	Visos	0.0094	0.0924	0.0104	0.2398	0.0104	0.1170
3 250 1	12	Ketvirtis	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0094	0.0924	0.0124	0.1107	0.0124	0.0874
2 1 1 1	13	Pusė metų	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0099	0.0964	0.0093	0.2352	0.0093	0.0878
1 2A0 1	14	Metai	P/E k.	10	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0116	0.1387	0.0116	0.1213
1 3A0 1	15	Metai	N.F.R., A=3	10	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0114	0.1973	0.0114	0.1046
1 4A0 1	16	Metai	N.F.R., A=10	10	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0112	0.1923	0.0112	0.1033
1 5A0 1	17	Metai	Koreliacijos k.	10	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0111	0.1714	0.0111	0.1337
2 60 1	18	Pusė metų	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
1 7A0 1	19	Metai	D.A.G.	10	Ne	Visos	0.0102	0.0951	0.0114	0.1975	0.0114	0.1053
3 60 1	20	Ketvirtis	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų					
3 251 1	21	Ketvirtis	P/E k.	5	Yra RF	Visos	0.0094	0.0924	0.0089	0.1340	0.0089	0.1093
3 2A1 1	22	Ketvirtis	P/E k.	10	Yra RF	Visos	0.0094	0.0924	0.0089	0.2714	0.0089	0.1677

Prog. komandų seka	Tyrimo nr.	Periodo trukmė	Akcijų atrinkimo būdas	Atrenkamų įm. a. kiekis	Ar RF yra įtrauktas	Ar visos akcijos sudaro rinkos port.	σ (OMXV)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	β (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	β (test. modelio)
1 250 1	4	Metai	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0111	0.0127	1.1128	0.0127	1.0096
1 350 1	5	Metai	N.F.R., A=3	5	Ne	Visos	0.0111	0.0131	0.9647	0.0131	0.8483
1 450 1	6	Metai	N.F.R., A=10	5	Ne	Visos	0.0111	0.0127	1.1128	0.0127	1.0096
1 550 1	7	Metai	Koreliacijos k.	5	Ne	Visos	0.0111	0.0131	0.9647	0.0131	0.8483
1 600 1	8	Metai	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų				
1 750 1	9	Metai	D.A.G.	5	Ne	Visos	0.0111	0.0130	1.1045	0.0130	1.0384
3 111 1	10	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0102	0.0094	0.7089	0.0094	0.5398
3 100 1	11	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Ne	Visos	0.0102	0.0107	1.0000	0.0107	0.8238
3 250 1	12	Ketvirtis	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0123	0.7944	0.0123	0.7074
2 111 1	13	Pusė metų	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0107	0.0100	0.6938	0.0100	0.5273
1 2A0 1	14	Metai	P/E k.	10	Ne	Visos	0.0111	0.0120	0.8822	0.0120	0.8044
1 3A0 1	15	Metai	N.F.R., A=3	10	Ne	Visos	0.0111	0.0117	1.0570	0.0117	0.8932
1 4A0 1	16	Metai	N.F.R., A=10	10	Ne	Visos	0.0111	0.0116	1.0388	0.0116	0.8769
1 5A0 1	17	Metai	Koreliacijos k.	10	Ne	Visos	0.0111	0.0114	1.0004	0.0114	0.8967
2 600 1	18	Pusė metų	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų				
1 7A0 1	19	Metai	D.A.G.	10	Ne	Visos	0.0111	0.0117	1.0538	0.0117	0.8889
3 600 1	20	Ketvirtis	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų				
3 251 1	21	Ketvirtis	P/E k.	5	Yra RF	Visos	0.0102	0.0093	0.3502	0.0093	0.2988
3 2A1 1	22	Ketvirtis	P/E k.	10	Yra RF	Visos	0.0102	0.0095	0.5495	0.0095	0.4913
Prog. komandų seka	Tyrimo nr.	Periodo trukmė	Akcijų atrinkimo būdas	Atrenkamų įm. a. kiekis	Ar RF yra įtrauktas	Ar visos akcijos sudaro rinkos port.	σ (OMXBB)	Artimiausia σ (ef. esamo p. krašto)	β (ef. esamo p. krašto)	Artimiausia σ (test. modelio)	β (test. modelio)
1 250 1	4	Metai	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0127	1.1616	0.0127	1.0167
1 350 1	5	Metai	N.F.R., A=3	5	Ne	Visos	0.0102	0.0127	1.0069	0.0127	0.8995
1 450 1	6	Metai	N.F.R., A=10	5	Ne	Visos	0.0102	0.0127	1.1616	0.0127	1.0167
1 550 1	7	Metai	Koreliacijos k.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0127	1.0069	0.0127	0.8995
1 600 1	8	Metai	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų				
1 750 1	9	Metai	D.A.G.	5	Ne	Visos	0.0102	0.0130	1.1451	0.0130	1.0330
3 111 1	10	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0094	0.0088	0.6478	0.0088	0.5182
3 100 1	11	Ketvirtis	Visos akcijos	visos	Ne	Visos	0.0094	0.0104	1.0000	0.0104	0.8385
3 250 1	12	Ketvirtis	P/E k.	5	Ne	Visos	0.0094	0.0124	0.8077	0.0124	0.7403
2 111 1	13	Pusė metų	Visos akcijos	visos	Yra RF	Visos	0.0099	0.0093	0.6431	0.0093	0.4807
1 2A0 1	14	Metai	P/E k.	10	Ne	Visos	0.0102	0.0116	0.8964	0.0116	0.9104
1 3A0 1	15	Metai	N.F.R., A=3	10	Ne	Visos	0.0102	0.0114	1.0521	0.0114	0.9789
1 4A0 1	16	Metai	N.F.R., A=10	10	Ne	Visos	0.0102	0.0112	1.0371	0.0112	0.9615
1 5A0 1	17	Metai	Koreliacijos k.	10	Ne	Visos	0.0102	0.0111	1.0016	0.0111	0.9639
2 600 1	18	Pusė metų	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų				
1 7A0 1	19	Metai	D.A.G.	10	Ne	Visos	0.0102	0.0114	1.0478	0.0114	0.9746
3 600 1	20	Ketvirtis	Normal. p.	nepastovus	Ne	Visos	Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų				
3 251 1	21	Ketvirtis	P/E k.	5	Yra RF	Visos	0.0094	0.0089	0.3217	0.0089	0.3130
3 2A1 1	22	Ketvirtis	P/E k.	10	Yra RF	Visos	0.0094	0.0089	0.5180	0.0089	0.4773

3. PROGRAMINĖS PRIEMONĖS, SKIRTOS PALENGVINTI TYRIMĄ. SUKURTŲ PROGRAMINIŲ PRIEMONIŲ APRAŠYMAS

Sukurtų programų tekstai su išsamiais komentarais yra pateikti 2 priede. Programos, taikytos praktiškai šiame darbe, buvo sukurtos su „MATLAB“ 7.8.0 (R2009a) versija. Jos veikia paleistos per komandinį langą „MATLAB“ aplinkoje (komandinės eilutės aplinkoje).

Trumpai aprašysime visas sukurtas MATLAB funkcijas 3.1 lentelėje.

Faile „vykdymas.m“ yra aprašyta pagrindinė vykdomoji programa, skirta informacijos pateikimui, vartotojo pasirinktų parametru įvedimui (4 etapais) ir reikiamų programų iškvietimui, todėl norint pradėti vykdyti tyrimą taikant sukurtas priemones, komandiniame lange pirmiausiai reikia įrašyti komandą „vykdymas“.

3.1 lentelė. Bylų rinkinys, sudarantis tyrimams palengvinti skirtas programines priemones

Bylos pavadinimas	Aprašymas
<code>AkcijuSharpeKoeficientai.m</code>	Pagalbinė funkcija, skirta akcijų Šarpo (Sharpe) koeficientams rasti. Funkcijos argumentai: Return (atskirų akcijų gražų normų matrica, kurios formatas yra toks: [dienų skaičius x aktyvų skaičius]), INum (akcijų, kurių gražos yra Return, numeriai), RF(nerizikingo aktyvo gražos norma tam tikru periodu).
<code>ArtimiausiaSigmaIrGraza.m</code>	Pagalbinė funkcija, skirta rasti tam tikrai turimai rizikos reikšmei kuo artimesnę rizikos reikšmę iš pasirinktos rizikos reikšmių aibės ir grąžinti tą rizikos reikšmę ir ją atitinkančios gražos reikšmę. Funkcijos argumentai: sigma0 (rizikos reikšmė, kuriai bus ieškoma panašių rizikos reikšmių iš kitų), sigmos (rizikos reikšmių vektorius-stulpelis, kuriame bus ieškoma reikšmių, artimų reikšmei sigma0), grazos (stulpelį sigmos atitinkantis gražų stulpelis).
<code>atrPagalDAG.m</code>	Programa atrPagalDAG (D.A.G. - didžiausios akcijų gražos) skirta didžiausias gražų normas teikiančių įmonių akcijų atrinkimui. Įmonės surikiuojamos pagal gražų normas mažėjančia tvarka. Funkcijos atrPagalDAG argumentai: GrMat (įmonių akcijų gražų normų matrica) ir atrenkamu_kiekis (norimų atrinkti įmonių akcijų kiekis). Gražinama [2 x atrenkamu_kiekis] formato matrica, kurios pirma eilutė - vidutinės dienos įmonių akcijų gražos, o antra eilutė - įmonių eilės numeriai.
<code>atrPagalKKR.m</code>	Programa atrPagalKKR skirta įmonių akcijų atrinkimui pagal mažiausias koreliacijos koeficientų reikšmes (KKR). Iš įvestos gražų matricos atrenkamas nustatytas įmonių akcijų, kurios mažiausiai koreliuoja su

	kitomis, kiekis. Įmonės surikiuojamos koreliacijos koeficientų reikšmių mažėjimo tvarka. Funkcijos AtrPagalKKR argumentai: GrMat (įmonių akcijų gražų normų matrica) ir atrenkamu_kiekis (norimų atrinkti įmonių akcijų kiekis). Gražinama [2 x atrenkamu_kiekis] formato matrica, kurios pirma eilutė - koreliacijos koeficientų vidurkių reikšmės, o antra eilutė - įmonių eilės numeriai.
atrPagalNFR.m	Programa atrPagalNFR skirta įmonių akcijų atrinkimui pagal didžiausias naudingumo funkcijų reikšmes (NFR). Iš įvestos gražų matricos ir rizikos vengimo koeficiento A reikšmės atrenkamas nustatytas įmonių, kurių akcijos yra naudingiausias, kiekis. Įmonės surikiuojamos naudingumo funkcijos reikšmių mažėjimo tvarka. Funkcijos AtrPagalKKR argumentai: GrMat (įmonių akcijų gražų normų matrica), atrenkamu_kiekis (norimų atrinkti įmonių akcijų kiekis) ir rizikos_vengimo_koef (A reikšmė). Gražinama [2 x atrenkamu_kiekis] formato matrica, kurios pirma eilutė - naudingumo funkcijų reikšmės, o antra eilutė - įmonių eilės numeriai.
atrPagalNGS.m	Programa atrPagalNGS yra skirta normalųjį gražų skirtinį (NGS) turinčių įmonių akcijoms atrinkti. Argumentai: GrMat (įmonių akcijų gražų normų matrica), pavadinimai (įmonių pavadinimų santrumpų vektorius-eilutė) ir p (reikšmingumo lygmuo, angl. - significance level). Gražinama eilutė, kurioje surašyti normalias gražas turinčių įmonių numeriai.
atrPagalPEK.m	Programa atrPagalPEK (čia PEK - P/E koeficientas) skirta įmonių, kurių akcijų kainos ir pelno koeficientai (price-earnings ratios) yra didžiausi, atrinkimui. Įmonės surikiuojamos pagal P/E koeficientus mažėjančia tvarka. Funkcijos AtrPagalPEK argumentai: GrMat (įmonių akcijų gražų normų matrica) ir atrenkamu_kiekis (norimų atrinkti įmonių akcijų kiekis). Gražinama [2 x atrenkamu_kiekis] formato matrica, kurios pirma eilutė - įmonių P/E koeficientai, o antra eilutė - įmonių eilės numeriai.
IndeksoBeta.m	Koeficiento beta skaičiavimui skirta pagalbinių funkcijų.
krastoBraizymas.m	Pagalbinė programa, naudojama portfelių kraštui brėžti su tam tikrais nustatytais parametrais.
PortfelioSharpeKoeficientai.m	Pagalbinė funkcija, skirta portfelio Šarpo (angl. Sharpe) koeficientams rasti. Šios funkcijos argumentai: Return (viso portfelių krašto gražų normų matrica, [20 X 1] formato), Risk (viso portfelių krašto rizikos matrica), RF(nerizikingo aktyvo gražos norma tam tikru periodu).
PortfelioBetaKoeficientai.m	Pagalbinė funkcija, skirta beta koeficientams apskaičiuoti. Funkcijos argumentai:

	RinkosGrazos (nagrinėjamo laikotarpio gražos), RinkosWts (rinkos portfelio svoriai), Wts (nagrinėjamo portfelio svoriai), INum (nagrinėjamą portfelį sudarančių įmonių akcijų numeriai).
portfeliuTyrimas.m	Portfelių tyrimui skirta pagalbinė programa.
portPagalMark.m	Ši funkcija skirta akcijų investiciniams portfeliams parinkimui, jų modeliavimui ir informacijos apie riziką, gražą, svorius ir kt. spausdinimui. Funkcijos argumentai: akcijuGrazos (akcijų gražų normų matrica), pavadinimai (įmonių, kurių akcijos nagrinėjamos, pavadinimų santrumpos), tipas (skaičiumi nusakomas akcijų parinkimo portfeliui tipas), atrenkamu_kiekis (kelių įmonių akcijas norima atrinkti), grafPavadinimas (paveikslo antraštė), braizLinArbaTaskPavadinimas (braižomos linijos, taško arba taškų aibės pavadinimas grafikuose), spalva (braižomos linijos, taško arba taškų aibės grafike spalva), grafikoTipas (linijų tipas - ištisinės arba punktyrai).
rastiPortfelioGraza.m	Programa rastiPortfelioGraza skirta portfelių gražų normoms rasti, kai duotos atskirų įmonių akcijų gražų normos bei įmonių akcijų portfelyje svoriai. Argumentai: Grazos (atskirų įmonių akcijų gražų normos) ir svoriai (skirtingų aktyvų svoriai, naudojami sudaryti investiciniams portfeliams).
rastiPortfelioRizika.m	Programa Rizika skirta portfelio rizikai rasti, kai yra duotos atskirų įmonių akcijų gražų normos bei įmonių akcijų portfelyje svoriai. Argumentai: esamosGrazos (atskirų įmonių akcijų gražų normos) ir svoriai (skirtingų aktyvų svoriai, naudojami sudaryti investiciniams portfeliams).
SharpeIndeksui.m	Šarpo (Sharpe) indeksui skaičiuoti skirta pagalbinė funkcija.
vienodSvoriuPort.m	Pagalbinė funkcija, suskaičiuojanti portfelio, kuriame aktyvai yra pasiskirstę vienodais svoriais, riziką ir gražą.
vykdymas.m	Ši pagrindinė vykdomoji programa skirta vartotojo pasirinktų parametrų įvedimui ir reikiamų programų iškvietimui.

3.1. PROGRAMOS VYKDOMŲ ETAPŲ APRAŠYMAS

Programoje atliekamos operacijos buvo suskirstytos į kelis etapus tam, kad vartotojui būtų patogiau modeliuoti investicinį portfelį nuosekliai vykdant visus reikalingus žingsnius.

3.1.1. PIRMASIS ETAPAS

Pirmojo etapo metu programoje pasirenkamas periodo ilgis paspaudus klavišą 1, 2 arba 3:

- 1 – metai,
- 2 – pusmetis,
- 3 – ketvirtis.

Vykdamt skaičiavimus buvo laikyta, kad metuose yra 252 prekybos akcijomis dienos (angl. „trading days“). Šis dienų kiekis laikomas standartiniu prekybos dienų skaičiumi per metus (Borodin ir kt., 2004). Atitinkamai, pasirinkus pusmečio ilgio periodą skaičiavimai buvo atliekami su 126 dienų įmonių akcijų duomenų matrica, o pasirinkus ketvirčio metų ilgio periodą – su 63 dienų.

Nuo pasirinkto periodo priklausys, kaip dažnai bus atnaujinama investicinio portfelio sudėtis: iš kokių konkrečių įmonių akcijų jis bus sudarytas ir kokiais svoriais tų įmonių akcijos bus pasiskirsčiusios. Taip pat pasirinktas periodo ilgis yra esminis faktorius, nuo kurio priklauso, iš kokių istorinių duomenų yra formuojama prognozė ir nustatomi svoriai, kuriais aktyvai bus paskirstomi naujo periodo pradžioje.

3.1.2. ANTRASIS ETAPAS

Antrojo etapo metu yra nustatoma, pagal kokius kriterijus turi būti parenkamos akcijos investiciniam portfeliui. Skirtingų kriterijų teorinis pagrindimas ir ypatybės buvo aprašytos ankstesniuose darbo skyriuose.

Programoje galima pasirinkti vieną iš siūlomų variantų paspaudus atitinkamą klavišą:

- 1 - Įtraukiami visi aktyvai,
- 2 - Atrenkamos didžiausius P/E koeficientus turinčios įmonių akcijos,
- 3 - Akcijos atrenkamos pagal naudingumo funkciją, kai $A = 3$,
- 4 - Akcijos atrenkamos pagal naudingumo funkciją, kai $A = 10$,
- 5 - Atrenkamos mažiausiai su kitomis koreliuojančios akcijos,
- 6 - Atrenkamos akcijos, kurių gražų normos yra normaliai pasiskirsčiusios,
- 7 - Atrenkamos akcijos, turinčios didžiausias gražų normas.

Trumpai aprašysime kai kuriuos variantus, kuriems reikia papildomų pastabų. Visais atvejais, jei nepažymėta kitaip, privaloma įvesti skaičių, nusakantį, kelių įmonių akcijas norima atrinkti būsimam investiciniam portfeliui.

Įtraukiami visi aktyvai: šiuo atveju nereikia įvesti skaičiaus, nusakančio, kelių įmonių akcijas norima atrinkti, nes panaudojami visų įmonių akcijų duomenys.

Akcijos atrenkamos pagal naudingumo funkciją: programoje iš anksto yra nustatytos dvi pasirenkamos rizikos vengimo koeficiento reikšmės, $A = 3$ ir $A = 10$, pagal kurias galima atrinkti

akcijas investiciniam portfeliui. Tačiau, jeigu reikia, galima nustatyti kitokias rizikos vengimo koeficiento reikšmes.

Atrenkamos akcijos, kurių gražos yra normaliai pasiskirsčiusios: šiuo atveju nereikia įvesti skaičiaus, nusakančio, kelių įmonių akcijas reikia atrinkti, nes yra nustatyta, kad bendru atveju organizacijų akcijos šio normaliojo pasiskirstymo kriterijaus netenkina, todėl realybėje šiuo būdu atrinkti tokio kiekio įmonių akcijų, kiek kitais būdais, dažnai neįmanoma, ir atrenkamų įmonių akcijų skaičiaus fiksavimas nėra geras sprendimas. Nustatytas reikšmingumo lygmuo, kurį galima pakeisti, yra 0,05.

3.1.3. TREČIASIS ETAPAS

Šiame etape galima pasirinkti, ar reikia įtraukti nerizikingą aktyvą į investicinio portfelio sudarymo modelį. Klavišai ir juos atitinkančios reikšmės:

- 0 – Ne,
- 1 – Taip.

Jeigu pasirenkama įtraukti į investicinio portfelio sudarymą nerizikingą aktyvą, tada programa sugeneruoja kiekvienam periodui ne po vieną, o po du tekstinius failus su optimaliomis rizikomis, gražomis ir aktyvų portfeliuose svoriais.

3.1.4. KETVIRTASIS ETAPAS

Šiame etape vartotojui leidžiama pasirinkti, kaip turėtų būti sudarytas rinkos portfelis:

- 0 - Iš atrinktų akcijų,
- 1 - Iš visų akcijų.

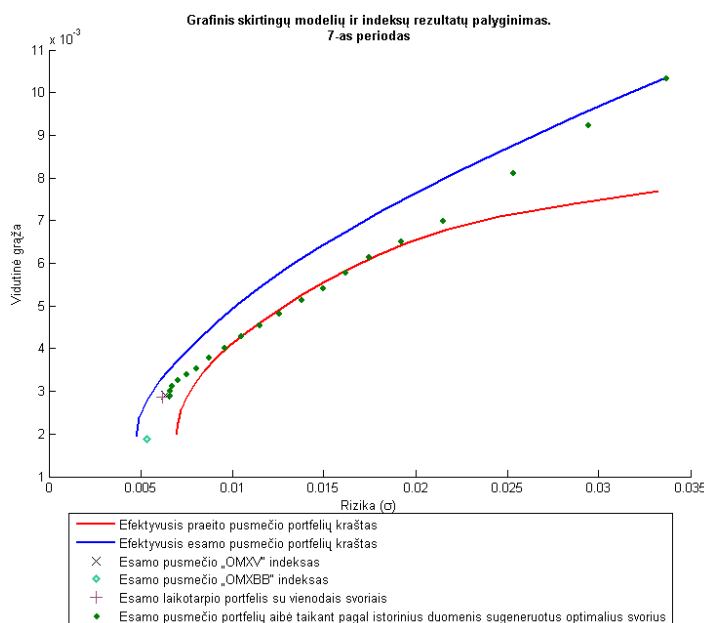
3.1.5. NUSTATYTŲ KOMANDŲ VYKDYMAS IR REZULTATŲ SPAUSDINIMAS

Pasirinkus paskutinę komandą programa pradeda vykdyti visas operacijas.

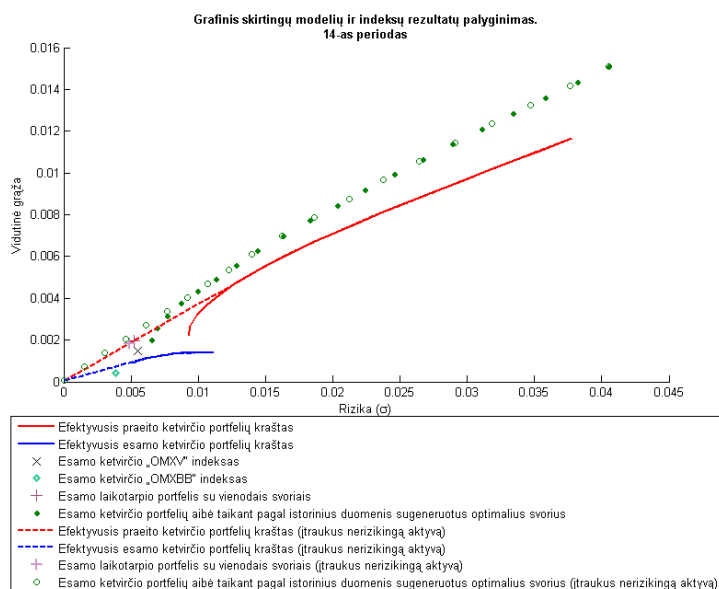
Generuojami rezultatų failai į atskirą katalogą. Kiekvienam periodui sukuriamas atskiras failas su pavadinimu, nusakančiu to periodo charakteristikas, pvz., jei pasirinkti metų ilgio periodai ir į portfelį nebuvo įtrauktas nerizikingas aktyvas, pirmam tikrinamam periodui generuojamas failas „KasMetus-1(be RF).txt“.

- Faile pirmiausiai atspausdinama lentelė su praeito periodo efektyviojo portfelių krašto rizika, graža ir portfelį sudarančių akcijų optimalias svoriais.
- Atspausdinama antra lentelė - esamo periodo efektyviojo portfelių krašto rizika, graža ir aktyvų optimalūs svoriai.
- Atspausdinamos indeksų OMXV ir OMXBB vidurkio ir rizikos reikšmės.
- Spausdinama viena iš svarbiausių lentelių – portfelio, sudaryto taikant praeito periodo optimalius atitinkamų aktyvų svorius, rizika ir graža. Ši lentelė parodo, kaip gerai taikant praeito periodo istorinius duomenis yra generuojami nauji portfeliai..

3.1 pav. ir 3.2 pav. parodyti programos spausdinami grafiniai investicinių portfelių modelių realizacijos ir indeksų palyginimai: kai vartotojas nustato, kad bus sudaromi portfeliai neįtraukiant nerizikingo aktyvo, spausdinamas pirmas paveikslėlis, o kai nustatoma, kad reikia įtraukti į portfelių sudėtį ir nerizikingą aktyvą, spausdinamas antras paveikslėlis. Abiejuose paveikslėliuose matosi, kad sumodeliuotų pagal moderniąją investavimo teoriją portfelių grąžų normos yra didesnės nei indeksų grąžų normos.



3.1 pav. Grafinis investicinių portfelių modelių realizacijos ir indeksų palyginimas, kai efektyvieji portfelių kraštai yra sudaromi iš 14 akcijų (ir portfelių sudėtis yra atnaujinama kas pusę metų)



3.2 pav. Grafinis investicinių portfelių modelių realizacijos ir indeksų palyginimas, kai efektyvieji portfelių kraštai yra sudaromi iš 5 akcijų, atrinktų pagal P/E koeficientų reikšmes, ir įtraukus nerizikingą aktyvą (portfelio sudėtis yra atnaujinama kas ketvirtį)

Kiekvienam periodui yra generuojama po paveikslą, kuriame pateikiama išsami grafinė informacija.

- Raudona ištisine linija žymimas praeito periodo efektyvusis portfelių kraštas (kreivė), sudarytas taikant Markovičiaus modelį. Ši kreivė rodo, kokia buvo optimali rizika ir grąža praeito periodo metu.
- Mėlyna ištisine linija žymimas šio periodo efektyvusis portfelių kraštas (kreivė), sudarytas taikant Markovičiaus modelį. Ši kreivė rodo, kokia yra optimali rizika ir grąža šiuo periodu.
- Iksu žymima esamo periodo OMXV indekso padėtis grafike.
- Žalsvas rombas rodo esamo periodo OMXBB indekso riziką ir grąžą.
- Violetinis kryžiukas plonais krašteliais žymi esamo laikotarpio portfelio, sudaryto aktyvų svorius paskirsčius lygiomis dalimis, riziką ir grąžą.
- Iš žalių taškų sudaryta portfelių aibė žymi vieną iš svarbiausių tyrimui skirtų modelių realizaciją – Markovičiaus modelio praktinio pritaikymo rezultatus: ši taškų aibė rodo portfelius, sudarytus taikant optimalius praeito periodo svorius.
- Iš žalių apskritimų sudaryta portfelių aibė žymi kito svarbaus modelio – CAPM arba modelio iš rizikingų akcijų ir nerizikingo aktyvo realizaciją.

3.1.6. BAIGIAMASIS ETAPAS

Po visų rezultatų atspausdinimo programa komandiniame lange praneša, koks yra likusių nepanaudotų investicinio portfelio modeliui sudaryti, dienų skaičius. Jeigu buvo pasirinktas metų trukmės periodas, norint, kad visų dienų duomenys būtų panaudojami modeliui sudaryti, reikia, kad duomenų apie akcijas, indeksus ir nerizikingąsias palūkanų normas matricoje būtų $252n$ dienų duomenys, pusės metų periodo atveju – $126n$, o ketvirčio – $63n$ dienų duomenys, čia n yra natūralusis skaičius. Tada bus spausdinamas toks pranešimas:

Likusių nepanaudotų modeliui sudaryti dienų skaičius: 0.

Galutiniame etape vartotojui pasiūloma užverti sugeneruotus paveikslus išspausdinant tokį pranešimą:

Ar norite užverti sugeneruotus paveikslus?

0 - Ne

1 - Taip

Turint daug periodų ir metų (pvz., šiame darbe buvo nagrinėti ketvirčio trukmės periodų duomenys, kai turime 2520 dienų duomenis), sugeneruojama daugiau nei 30 paveikslų, ir vartotojui patogiau turėti galimybę visus paveikslus uždaryti dviem mygtukų paspaudimais.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

Portfeliai, sudaryti iš aktyvų su vienodais svoriais, bendru atveju turi mažesnę grąžą ir didesnę riziką negu analogiški portfeliai, sudaryti pagal Markovičiaus modelį arba finansinių aktyvų įkainojimo modelį, remiantis istoriniais duomenimis. Todėl nerekomenduojama sudaryti portfelių paskirstant aktyvus portfelyje vienodais svoriais. Jei vis dėlto nutariama sudaryti portfelį iš akcijų su vienodais svoriais, norint gauti kuo didesnę grąžą esant tai pačiai rizikai reikia įtraukti į portfelį nerizikingą aktyvą.

Ant efektyviojo portfelių krašto esantys portfeliai, sudaryti iš didesnio kiekio aktyvų, palyginus tuo pačiu metodu sudarytais portfeliais iš mažesnio skaičiaus aktyvų, bendru atveju turi geresnes charakteristikas – didesnę grąžos normos, didesnę Šarpo rodiklio ir mažesnę beta koeficiento reikšmę.

Palyginus iš to paties įmonių akcijų kiekio sudarytus portfelius pagal Markovičiaus modelį su analogiškais portfeliais, gautais įtraukus nerizikingą aktyvą, nustatyta, kad antru atveju yra gaunama ne mažesnė grąža nei pirmu atveju, taip pat antru atveju gaunama aukštesnė Šarpo rodiklio reikšmė ir mažesnė beta koeficiento reikšmė. Todėl bendru atveju rekomenduojama įtraukti nerizikingą aktyvą į investicinį portfelį.

Geriau yra sudaryti portfelį pagal OMXV, o ne OMXBB indeksą, nes OMX turi didesnę Šarpo koeficientą.

Kai akcijos atrenkamos pagal U funkciją, kai $A=3$ ir $A=10$, ir pagal koreliacijos koeficientus, didinat aktyvų kiekį portfelyje, bendru atveju nesudaromi geresni portfeliai esant tai pačiai rizikai.

Atrenkant akcijas pagal P/E koeficientus, didesnis akcijų kiekis duoda didesnę grąžą esant tai pačiai rizikai.

Krizės metu rekomenduojama investuoti tik į nerizikingus aktyvus.

Mažiausios grąžos (esant tai pačiai rizikai, palyginus su kitais pagal moderniąją portfelio teoriją sudarytais portfeliais) buvo gautos taikant P/E koeficientų metodą, atnaujinant portfelį kas ketvirtį. Šiuo atveju gauti mažiausi beta koeficientai, todėl galima daryti išvadą, kad beta koeficientas nėra adekvati investicijos charakteristika.

Palyginus grąžas, gautas sudarius portfelius taikant skirtingos trukmės periodus (metų, pusės metų ir ketvirčio) nustatyta, kad didžiausios grąžos gaunamos pasirinkus metų trukmės periodus. Antras geriausias variantas – pusės metų. Mažiausios grąžos gautos sumodeliavus portfelius taikant 3 mėnesių istorinius duomenis. Todėl rekomenduojama modeliuoti portfelius naudojant vieno metų trukmės istorinius duomenis.

Palyginus akcijų atrinkimo portfeliams metodus, nustatyta, kad didžiausią grąžos normos ir Šarpo rodiklio reikšmę ir turintys portfeliai yra gaunami taikant naudingumo funkcijos metodą, kai

$A=3$, todėl patariama taikyti šį metodą norint gauti didžiausią premiją už papildomą prisiimtą rizikos vienetą.

Palyginus indeksą OMXBB ir artimą šio indekso rizikai turinčius portfelius, sumodeliuotus pagal istorinius duomenis taikant Markovičiaus modelį, nustatyta, kad net iš nedidelio kiekio įmonių akcijų (pvz., 5 įmonių) sumodeliuoti portfeliai turi geresnes charakteristų reikšmes – gražos normos, Šarpo indekso ir beta koeficiento. Šis teiginys negalioja tada, kai portfeliams modeliuoti naudojami 3 mėnesių trukmės duomenys, šis periodas yra per trumpas bendru atveju norint sudaryti portfelius, teikiančius didesnę gražą nei OMXBB.

Didžiausias CAPM ir Markovičiaus modelių trūkumas – yra daromos tokios teorinės prielaidos, kurios negalioja realioje rinkoje, todėl modelius prieš taikant praktiškai būtina adaptuoti.

Šių modelių privalumai išryškėja tada, kai rinkoje tendencijos yra pastovios, t.y. kai taikant istorinius duomenis galima sėkmingai prognozuoti ateitį.

Optimalaus portfelio modelio – modifikuoto finansinių aktyvų įkainojimo modelio gražos norma, kai portfelis sudaromas iš visų 14 akcijų (ir atnaujinamas kas metus), yra $\frac{0.0013}{0.0008} = 1,625$ karto aukštesnė už OMXV ir $\frac{0.0013}{0.0007} = 1,86$ karto aukštesnė už OMXBB gražos normą, ir vidutiniškai $\frac{0.0027}{0.0013} = 2,08$ karto mažesnė už gražos normą, kuri gali būti gauta idealiu atveju. Šio modelio Šarpo rodiklis yra $\frac{0.1399}{0.0976} = 2,43$ karto aukštesnis už OMXV ir $\frac{0.1341}{0.0951} = 1,41$ karto aukštesnis už OMXBB Šarpo rodiklio reikšmę. Beta koeficientų reikšmės taip pat yra geresnės šio modelio nei OMXV ir OMXBB indeksų.

PADĖKA

Dėkoju magistrinio darbo vadovui doc. dr. Eimučiui Valakevičiui už naudingus patarimus ir konsultacijas ruošiant šį baigiamąjį darbą.

LITERATŪRA

1. Auditum / Akcijos rinkos kainos ir grynojo pelno koeficientas.
<http://www.auditum.lt/index.php/finansiniu-rodikliu-skaiciuokles/20-investiciniai-rodikliai/70-akcijos-rinkos-kainos-ir-grynojo-pelno-koeficientas.html> (žiūrėta 2011-01-20).
2. Bodie Z., Kane A., Marcus A.J. Essentials of Investments. – McGraw-Hill, 5th ed., 2004. p. 139.
3. Borodin, A., R. El-Yaniv, and V. Gogan. Can We Learn to Beat the Best Stock/ *Journal of Artificial Intelligence Research*, 2004, Vol. 21(1), p.579-594. <http://eprints.pascal-network.org/archive/00000229/> (žiūrėta 2009-12-20).
4. Fleuriet, M. Finance, a Fine Art / John Wiley & Sons Ltd, 2003. p. 101, 102.
5. Hagen, R. A. Modern Investment Theory / Prentice-Hall International, Inc., 3rd ed., 1993, p. 233.
6. Inamura, Y. Estimating Continuous Time Transition Matrices From Discretely Observed Data / Bank of Japan, 2006, p. 11.
7. Kitt, R., and J. Kalda. Leptokurtic Portfolio Theory/ *European Physical Journal B*, Vol. 50 (1-2), 2005 p.10. <http://arxiv.org/abs/physics/0504122> (žiūrėta 2010-04-11).
8. Luenbarger, D.G. Investment Science / Oxford University Press, 1998. p. 138.
9. Lietuvos Respublikos centrinis bankas / Government securities issuer, Ministry of Finance Records, 2011. <http://www.lbank.lt/vvp/> (žiūrėta 2011-03-11)
10. Liekmanė, A. / Lietuvos finansų rinkos investicinio portfelio gražos ir rizikos analizė. Magistro baigiamasis darbas. 2005, KTU. p.17.
11. Lietuvos vertybinių popierių komisija / Obligacijos, 2008. <http://www.vpk.lt/lt/investuotoju-svietimas/kur-investuoti/13162/> (žiūrėta 2010-02-01)
12. Markowitz, H.M. Portfolio Selection / Wiley-Blackwell, 2nd ed., 1991., p.19.
13. NASDAQ OMX Baltic / Akcijų ir indeksų istoriniai duomenys.
<http://www.nasdaqomxbaltic.com> (žiūrėta 2011-03-05).
14. Rachev, S.T., Stein, M., Sun, W. (2009). Copula Concepts in Financial Markets
http://statistik.ets.kit.edu/download/Copula_Concepts_in_Financial_Markets.pdf (žiūrėta 2009-12-30)
15. Rutkauskas, A.V.; Martinkutė, R. Investicijų portfelio anatomija ir valdymas / Vilnius, Technika, 2007, p.360.
16. Salmon, F., 2009, Recipe for Disaster: The Formula That Killed Wall Street
http://www.wired.com/techbiz/it/magazine/17-03/wp_quant?currentPage=all (žiūrėta 2009-12-30)

17. Sharpe, W. F. The Sharpe Ratio, *Portfolio Management* / Vol. 21, 1964, pp. 49-58.
18. Standard & Poor's/ GICS (Global Industry Classification Standard).
<http://www.standardandpoors.com/indices/gics/en/us> (žiūrėta 2009-12-29)
19. The Mathworks. <http://www.mathworks.com/> (žiūrėta 2010-10-15).
20. World Bank / Deposit interest rate.
<http://data.worldbank.org/indicator/FR.INR.DPST/countries/1W-LT?display=graph> (žiūrėta 2011-03-17).
21. Valakevičius E. Investicijų mokslas: vadovėlis / Kaunas: Technologija, 2007, p. 214, 225.
22. Valakevičius, E. Investavimas finansų rinkose / Kaunas: Technologija, 2008. p. 101, 173.

1 PRIEDAS. PAPILDOMI INFORMACIJOS ŠALTINIAI

Supratimui apie temą pagilinti naudingi, bet darbe necituoti informacijos šaltiniai:

1. Aksomaitis, A. Tikimybių teorija ir statistika / KTU: Technologija, 2002.
2. Best, P. Implementing Value at Risk / Wiley & Sons, 1998.
3. Business Week Magazine / A Better Way to Size Up Your Nest Egg.
http://www.businessweek.com/2001/01_04/b3716156.htm (žiūrėta 2010-03-15).
4. Christie, Steve. Is the Sharpe Ratio Useful in Asset Allocation? / Macquarie Applied Finance Centre Research Paper, 2005.
5. Cornell, B., J. Cvitanić, J, and L. Goukasian. Beliefs regarding fundamental value and optimal investing / *Annals of Finance*, Vol. 6(1), 2010, pp. 83-105-105.
6. Meucci, A. Risk and Asset Allocation / Springer, 2009.

2 PRIEDAS. SUKURTŲ PROGRAMŲ TEKSTAI

AkcijuSharpeKoeficientai.m

```
% Pagalbinė funkcija, skirta akcijų Šarpo (Sharpe) koeficientams rasti.
% Funkcijos argumentai:
% Return (atskirų akcijų gražų normų matrica, kurios formatas yra toks:
% [dienų skaičius x aktyvų skaičius]),
% INum (akcijų, kurių gražos yra Return, numeriai),
% RF(nerizikingo aktyvo gražos norma tam tikru periodu).

function AkcijuSharpeKoeficientai(Return, INum, RF)

    fid = evalin('base', 'fid');
    %-----
    % Akcijų Šarpo (Sharpe) koeficientai

    str = ' Akcijų Šarpo (Sharpe) koeficientai: ';
    fprintf(fid, '\n%s\r\n', str); disp(str);
    fprintf(fid, [repmat('\t%d', 1, length(INum)) '\r\n'], INum); disp(INum);
    Sharpe = zeros(1, size(Return, 2));
    % Kiekvienai akcijai
    for i = 1:size(Return, 2),
        vid = mean(Return(:, i)) - RF;
        if abs(vid - 0) < 0.00000000000001,
            vid = 0;
        end
        Sharpe(i) = vid/std(Return(:, i));
    end
    fprintf(fid, [repmat('\t%8.6f', 1, length(Sharpe)) '\r\n'], Sharpe); disp(Sharpe);

end
```

ArtimiausiaSigmaIrGraza.m

```
% Pagalbinė funkcija, skirta rasti tam tikrai turimai rizikos reikšmei kuo
% artimesnę rizikos reikšmę iš pasirinktos rizikos reikšmių aibės ir
% gražinti tą rizikos reikšmę ir ją atitinkančios gražos reikšmę.
% Funkcijos argumentai:
% sigma0 (rizikos reikšmė, kuriai bus ieškoma panašių rizikos reikšmių iš
% kitų),
% sigmos (rizikos reikšmių vektorius-stulpelis, kuriame bus ieškoma reikšmių,
% artimų reikšmei sigma0),
% grazos (stulpelį sigmos atitinkantis gražų stulpelis).

function [sigma, graza] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(sigma0, sigmos, grazos)

    index = 1;
    for i = 2:length(sigmos),
        if abs(sigmos(i) - sigma0) < abs(sigmos(index) - sigma0),
            index = i;
        end;
    end;
    sigma = sigmos(index); % rasta rizikos reikšmė
    graza = grazos(index); % nustatyta riziką atitinkanti graža

end
```

atrPagalDAG.m

```
% Programa atrPagalDAG (D.A.G. - didžiausios akcijų gražos) skirta
% didžiausias gražų normas teikiančių įmonių akcijų atrinkimui. Įmonės
% surikiuojamos pagal gražų normas mažėjančia tvarka. Funkcijos AtrPagalDAG
% argumentai: GrMat (įmonių akcijų gražų normų matrica) ir atrenkamu_kiekis
% (norimų atrinkti įmonių akcijų kiekis). Gražinama [2 x atrenkamu_kiekis]
% formato matrica, kurios pirma eilutė - vidutinės dienos įmonių akcijų
% gražos, o antra eilutė - įmonių eilės numeriai.

function DidAkcijuGLent = atrPagalDAG(GrMat, atrenkamu_kiekis)

    vidGrazos = mean(GrMat);

    disp('Žemiau esančios lentelės pirma eilutė - kiekvienos įmonės akcijų gražų normų vidurkis, antra -
    kiekvienos įmonės eilės numeris:')
    ImoniuNrNuoPirmoIkiPaskutinio=[1:size(vidGrazos,2)];
    VisuImoniuVidutGrazuNormuLentele=[vidGrazos;ImoniuNrNuoPirmoIkiPaskutinio]

    display(['Bus atrinktos ' int2str(atrenkamu_kiekis) ' įmonių akcijos.'])
```

```

disp('*****');

DidAkcijuGLent=[1:atrenkamu_kiekis;1:atrenkamu_kiekis];
tempA=vidGrazos;
for k=1:atrenkamu_kiekis
    max=-10000000;
    for i=1:size(tempA,2)
        a=tempA(i);
        if a>max
max=a;
            maxInd=i;
        end
    end
    DidAkcijuGLent(1,k)=max;
    DidAkcijuGLent(2,k)=maxInd;
    tempA(maxInd)=-10000000;
end
disp('Žemiau esančios lentelės pirma eilutė - akcijų gražos mažėjančia tvarka, antra - atitinkamų
įmonių numeriai');
disp(DidAkcijuGLent);

end

```

atrPagalKKR.m

```

% Programa atrPagalKKR skirta įmonių akcijų atrinkimui pagal mažiausias
% koreliacijos koeficientų reikšmes (KKR). Iš įvestos gražų matricos
% atrenkamas nustatytas įmonių akcijų, kurios mažiausiai koreliuoja su
% kitomis, kiekis. Įmonės surikiuojamos koreliacijos koeficientų reikšmių
% mažėjimo tvarka. Funkcijos AtrPagalKKR argumentai: GrMat (įmonių akcijų
% gražų normų matrica) ir atrenkamu_kiekis (norimų atrinkti įmonių akcijų
% kiekis). Gražinama [2 x atrenkamu_kiekis] formato matrica, kurios pirma
% eilutė - koreliacijos koeficientų vidurkių reikšmės, o antra eilutė -
% įmonių eilės numeriai.

function MinKorLent = atrPagalKKR(GrMat,atrenkamu_kiekis)

    KoreliacijosKoeffMatrica=corr(GrMat)

    disp('Žemiau esančios lentelės pirma eilutė - kiekvienos įmonės akcijų gražų normų koreliacijos
koeficientų vidurkis, antra - kiekvienos įmonės eilės numeris:')
    VisuImoniuKoreliacijosKoeffVid=mean(corr(GrMat));
    ImoniuNrNuoPirmoIkiPaskutinio=[1:size(KoreliacijosKoeffMatrica,2)];
    VisuImoniuVidutKorKoeffLentele=[VisuImoniuKoreliacijosKoeffVid;ImoniuNrNuoPirmoIkiPaskutinio]

    display(['Bus atrinktos ' int2str(atrenkamu_kiekis) ' įmonių akcijos.'])
    disp('*****');
    display('Žemiau esančios lentelės pirma eilutė - atrinktų įmonių akcijų gražų normų koreliacijos
koeficientų vidurkiai didėjančia tvarka, antra - įmonių eilės numeriai');

    % Kreipiamasi į pagalbinę funkciją KorKoeffSurikiavimas
    MinKorLent=KorKoeffSurikiavimas(atrenkamu_kiekis, VisuImoniuKoreliacijosKoeffVid)

end

%AtrMat=GrMat(:, MinKorLent(2,:));

% Funkcija KorKoeffSurikiavimas yra pagalbinė funkcijos atrPagalKKR
% programa. Argumentai: kiekis (kelių įmonių akcijas reikia atrinkti) ir
% VisuImoniuKoreliacijosKoeffVid (visų įmonių koreliacijos koeficientų
% vidurkių vektorius-eilutė).

function MinimaliuKoreliacijosKoeffLentele=KorKoeffSurikiavimas(kiekis, VisuImoniuKoreliacijosKoeffVid)

    MinimaliuKoreliacijosKoeffLentele=[1:kiekis;1:kiekis];
    tempA=VisuImoniuKoreliacijosKoeffVid;
    for k=1:kiekis
        min=2;
        for i=1:size(tempA,2)
            a=tempA(i);
            if a<min
                min=a;
                minInd=i;
            end
        end
        MinimaliuKoreliacijosKoeffLentele(1,k)=min;
        MinimaliuKoreliacijosKoeffLentele(2,k)=minInd;
        tempA(minInd)=2; % Mažiausia rasta reikšmė ištrinama iš masyvo įrašant skaičių 2
    end
end

```

```
end
```

atrPagalNFR.m

```
% Programa atrPagalNFR skirta įmonių akcijų atrinkimui pagal didžiausias
% naudingumo funkcijų reikšmes (NFR). Iš įvestos gražų matricos ir rizikos
% vengimo koeficiento A reikšmės atrenkamas nustatytas įmonių, kurių akcijos
% yra naudingiausias, kiekis. Įmonės surikiuojamos naudingumo funkcijos
% reikšmių mažėjimo tvarka. Funkcijos atrPagalKKR argumentai: GrMat (įmonių
% akcijų gražų normų matrica), atrenkamu_kiekis (norimų atrinkti įmonių akcijų
% kiekis) ir rizikos_vengimo_koef (A reikšmė). Gražinama [2 x atrenkamu_kiekis]
% formato matrica, kurios pirmą eilutę - naudingumo funkcijų reikšmės, o antra
% eilutę - įmonių eilės numeriai.

function MaxNaudLent = atrPagalNFR(GrMat,atrenkamu_kiekis,rizikos_vengimo_koef)

    disp('Jūsų pasirinkta rizikos vengimo koeficiento A reikšmė:');
    disp(rizikos_vengimo_koef);

    disp('Žemiau esančios lentelės pirmą eilutę - kiekvienos įmonės akcijų naudingumo funkcijos
reikšmės, antra - kiekvienos įmonės eilės numeris:')
    naudingumo_funkcijos=mean(GrMat)-0.005*rizikos_vengimo_koef*std(GrMat);
    ImoniuNrNuoPirmoIkiPaskutinio=[1:size(naudingumo_funkcijos,2)];
    VisuImoniuNFRLentele=[naudingumo_funkcijos;ImoniuNrNuoPirmoIkiPaskutinio]

    display(['Bus atrinktos ' int2str(atrenkamu_kiekis) ' įmonių akcijos.'])
    disp('*****');

    % disp('Naudingumo funkcijos reikšmių lentelė:')
    MaxNaudLent=NaudingumoFunkcijos(atrenkamu_kiekis, naudingumo_funkcijos);
    disp('Žemiau esančios lentelės pirmą eilutę - naudingumo funkcijos reikšmės mažėjančia tvarka,
antra - įmonių akcijų indeksai')

end

% Pagalbinė programa, gražinanti maksimalias naudingumo funkcijos reikšmes
% turinčių įmonių akcijų naudingumo funkcijų vertes ir indeksus.
```

```
function MaxNaudingumoFREiksmiuLentele=NaudingumoFunkcijos(kiekis, naudingumo_funkcijos)

    MaxNaudingumoFREiksmiuLentele=[1:kiekis;1:kiekis];
    tempA=naudingumo_funkcijos;
    for k=1:kiekis
        max=-10000000;
        for i=1:size(tempA,2)
            a=tempA(i);
            if a>max
                max=a;
                maxInd=i;
            end
        end
        MaxNaudingumoFREiksmiuLentele(1,k)=max;
        MaxNaudingumoFREiksmiuLentele(2,k)=maxInd;
        tempA(maxInd)=-10000000;
    end

end

end
```

atrPagalNGS.m

```
% Programa atrPagalNGS yra skirta normalųjį gražų skirtinį (NGS) turinčių
% įmonių akcijoms atrinkti. Argumentai: GrMat (įmonių akcijų gražų normų
% matrica), pavadinimai (įmonių pavadinimų santrumpų vektorius-eilutė) ir
% p (reikšmingumo lygmuo, angl. - significance level). Gražinama eilutė,
% kurioje surašyti normalias gražas turinčių įmonių numeriai.

function NGSImoniuNumeriai = atrPagalNGS(GrMat, pavadinimai, p)

    % Rekomenduojama: p = 0.05 arba p = 0.01;
    vidGrazos = mean(GrMat);
    stdGrazos = std(GrMat);

    [m, n] = size(GrMat);
    normGrazos = zeros(m, n);
    n = length(pavadinimai);
```



```

% Gražų logaritmai privalo būti normaliai pasiskirstę
% GrMat = log(GrMat + 1);
for i = 1:n;
    normGrazos(:, i) = (GrMat(:, i) - vidGrazos(i)) / stdGrazos(i);
end

hipotezes = zeros(3, n);
for i = 1:n;
    if stdGrazos(i) == 0,
        hipotezes(:, i) = [1; 0; p];
    else
        [h temp D] = kstest(normGrazos(:, i), [], p);
        hipotezes(:, i) = [h; D; p];
    end
end
disp(' Hipotezių tikrinimo rezultatai:');
disp(pavadinimai);
disp(hipotezes);

index = 1;
for i = 1:n;
    if hipotezes(1, i) == 0,
        NGSImoniuNumeriai(index) = i;
        index = index + 1;
    end
end

if index == 1,
    disp(' Gražų, tenkinančių normalumo hipotezę, nėra. ');
    NGSImoniuNumeriai = 0;
end
end
end

```

atrPagalPEK.m

```

% Programa atrPagalPEK ( čia PEK - P/E koeficientas) skirta įmonių, kurių
% akcijų kainos ir pelno koeficientai (price-earnings ratios) yra didžiausi,
% atrinkimui. Įmonės surikiuojamos pagal P/E koeficientus mažėjančia tvarka.
% Funkcijos AtrPagalPEK argumentai: GrMat (įmonių akcijų gražų normų matrica)
% ir atrenkamu_kiekis (norimų atrinkti įmonių akcijų kiekis). Gražinama
% [2 x atrenkamu_kiekis] formato matrica, kurios pirma eilutė - įmonių P/E
% koeficientai, o antra eilutė - įmonių eilės numeriai.

function PEKLent = atrPagalPEK(GrMat, atrenkamu_kiekis)

    vidGrazos = mean(GrMat);
    PEK = 1 ./ vidGrazos;

    n = size(vidGrazos,2);
    imoniuNumeriai = 1:n;

    disp('Žemiau esančios lentelės pirma eilutė - kiekvienos įmonės P/E koeficientas, antra - kiekvienos
    įmonės eilės numeris:')
    ImoniuNrNuoPirmoIkiPaskutinio = 1:size(vidGrazos,2);
    VisuImoniuPEKLentele = [PEK; ImoniuNrNuoPirmoIkiPaskutinio]

    display(['Bus atrinktos ' int2str(atrenkamu_kiekis) ' įmonių akcijos.'])
    disp('*****');

    %VisuImoniuPEKLentele = [sortrows(VisuImoniuPEKLentele', -1)]';
    for i=1:n-1,
        tmp = PEK(i);
        for j=i+1:n,
            if tmp < PEK(j),
                tmp1 = PEK(j);
                tmp2 = imoniuNumeriai(j);
                PEK(j) = tmp;
                imoniuNumeriai(j) = imoniuNumeriai(i);
                PEK(i) = tmp1;
                imoniuNumeriai(i) = tmp2;
                tmp = tmp1;
            end;
        end;
    end;

    PEKLent = [PEK(1:atrenkamu_kiekis); imoniuNumeriai(1:atrenkamu_kiekis)];
end
end

```

closeFigures.m

```
% Sugeneruotų paveikslų uždarymui skirtas kodas.

for i = 1:10,
    close(figure(i));
end
```

IndeksoBeta.m

```
% Koeficiento beta skaičiavimui skirta pagalbinė funkcija.

function beta = IndeksoBeta(VisosGrazos, gr, RinkosWts, Wts, INum, str1, str2)

    beta = zeros(20, length(INum));
    % Kiekvienam portfeliui
    for j = 1:20,
        % Kiekvienai akcijai
        for i = 1:length(INum),
            RinkosPortfelioGrazos = sum(RinkosGrazos .* repmat(RinkosWts(j, :), size(RinkosGrazos, 1), 1), 2);
            sigmaIM = cov(gr, RinkosPortfelioGrazos);
            sigmaM2 = var(RinkosPortfelioGrazos);
            beta(j, i) = sigmaIM(1, 2)/sigmaM2;
        end
    end
end

end
```

krastoBraizymas.m

```
% Pagalbinė programa, naudojama portfelių kraštui brėžti su tam tikrais
% nustatytais parametrais.

function krastoBraizymas(PortDuom, grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas, spalva, grafikoTipas)

    PortRisk=PortDuom(:,1); PortReturn=PortDuom(:,2);
    plot(PortRisk,PortReturn,grafikoTipas,'LineWidth',2,
'DisplayName',braizLinArbaTaskPavadinimas,'Color',spalva);
    xlabel('Rizika (\sigma)');
    ylabel('Vidutinė graža');
    title(grafPavadinimas);

end
```

PortfelioSharpeKoeficientai.m

```
% Pagalbinė funkcija, skirta portfelio Šarpo (angl. Sharpe) koeficientams
% rasti. Šios funkcijos argumentai:
% Return (viso portfelių krašto gražų normų matrica, [20 X 1] formato ),
% Risk (viso portfelių krašto rizikos matrica ),
% RF(nerizikingo aktyvo gražos norma tam tikru periodu ).

function Sharpe = PortfelioSharpeKoeficientai(Return, Risk, RF)

    %fid = evalin('base', 'fid');
    %str = ' Portfelio Šarpo (Sharpe) koeficientai: ';
    %fprintf(fid, '\n%s\r\n', str); disp(str);
    Sharpe = zeros(1, length(Return));
    % Kiekvienai akcijai
    for i = 1:length(Return),
        Sharpe(i) = (Return(i)-RF)/Risk(i);
    end
    %fprintf(fid, '\t%8.6f\r\n', Sharpe); disp(Sharpe);

end
```

PortfelioBetaKoeficientai.m

```
% Pagalbinė funkcija, skirta beta koeficientams apskaičiuoti.
% Funkcijos argumentai:
% RinkosGrazos (nagrinėjamo laikotarpio gražos),
% RinkosWts (rinkos portfelio svoriai),
% Wts (nagrinėjamo portfelio svoriai),
% INum (nagrinėjama portfelį sudarančių įmonių akcijų numeriai).
```

```

function betaPortfeliams = PortfeliuBetaKoefficientai(VisosGrazos, RinkosGrazos, RinkosWts, Wts, INum,
str1, str2)

    fid = evalin('base', 'fid');
    %-----
    % Portfelijų beta koeficientai

    fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
    fprintf(fid, [repmat('\t%d', 1, length(INum)) '\r\n'], INum); disp(INum);

    beta = zeros(20, length(INum));
    % Kiekvienam portfeliiui
    for j = 1:20,
        % Kiekvienai akcijai
        for i = 1:length(INum),
            RinkosPortfelioGrazos = sum(RinkosGrazos .* repmat(RinkosWts(j, :), size(RinkosGrazos, 1),
1), 2);
            atskirosAkcijosGrazos = VisosGrazos(:, INum(i));
            sigmaIM = cov(atskirosAkcijosGrazos, RinkosPortfelioGrazos);
            sigmaM2 = var(RinkosPortfelioGrazos);
            beta(j, i) = sigmaIM(1, 2)/sigmaM2;
            %beta(length(INum)+1) = sum(beta.*Wts');
        end
    end
    fprintf(fid, [repmat('\t%8.6f', 1, size(beta, 2)) '\r\n'], beta); disp(beta);
    %-----
    fprintf(fid, '\n%s\r\n', str2); disp(str2);
    betaPortfeliams = zeros(length(INum), 1);
    % Kiekvienam portfeliiui
    for i = 1:20,
        betaPortfeliams(i) = sum(beta(i, :) .* Wts(i, :));
    end
    fprintf(fid, '\t%8.6f\r\n', betaPortfeliams); disp(betaPortfeliams);
    %-----

end

```

portfeliuTyrimas.m

```

% Portfelijų tyrimui skirta pagalbinė programa.

switch laikotarpis,
    case 1,
        braizLinArbaTaskPavadinimas1 = 'Efektyvusis praeitų metų portfelijų kraštas';
        braizLinArbaTaskPavadinimas2 = 'Efektyvusis esamų metų portfelijų kraštas';
        braizLinArbaTaskPavadinimas3 = 'Esamų metų portfelijų aibė taikant pagal istorinius duomenis
sugeneruotus optimalius svorius';
        braizLinArbaTaskPavadinimas4 = char(strcat('Esamų metų „', RSAIPavadinimas, '\" indeksas'));
        braizLinArbaTaskPavadinimas5 = char(strcat('Esamų metų „', pasirinktoIndeksoPavadinimas, '\"
indeksas'));
        periodoPav = 'KasMetus';
        pilnasPeriodas = 252;
    case 2,
        braizLinArbaTaskPavadinimas1 = 'Efektyvusis praeito pusmečio portfelijų kraštas';
        braizLinArbaTaskPavadinimas2 = 'Efektyvusis esamo pusmečio portfelijų kraštas';
        braizLinArbaTaskPavadinimas3 = 'Esamo pusmečio portfelijų aibė taikant pagal istorinius duomenis
sugeneruotus optimalius svorius';
        braizLinArbaTaskPavadinimas4 = char(strcat('Esamo pusmečio „', RSAIPavadinimas, '\" indeksas'));
        braizLinArbaTaskPavadinimas5 = char(strcat('Esamo pusmečio „', pasirinktoIndeksoPavadinimas, '\"
indeksas'));
        periodoPav = 'KasPusmetį';
        pilnasPeriodas = 126;
    case 3,
        braizLinArbaTaskPavadinimas1 = 'Efektyvusis praeito ketvirčio portfelijų kraštas';
        braizLinArbaTaskPavadinimas2 = 'Efektyvusis esamo ketvirčio portfelijų kraštas';
        braizLinArbaTaskPavadinimas3 = 'Esamo ketvirčio portfelijų aibė taikant pagal istorinius
duomenis sugeneruotus optimalius svorius';
        braizLinArbaTaskPavadinimas4 = char(strcat('Esamo ketvirčio „', RSAIPavadinimas, '\"
indeksas'));
        braizLinArbaTaskPavadinimas5 = char(strcat('Esamo ketvirčio „', pasirinktoIndeksoPavadinimas,
'\" indeksas'));
        periodoPav = 'KasKetvirtį';
        pilnasPeriodas = 63;
end

braizLinArbaTaskPavadinimas6 = char(strcat('Esamo laikotarpio portfelis su vienodais svoriais'));
kiekMetu = floor((m-1)/pilnasPeriodas);

```

```

for iPeriodu = 1:kiekMetu-1,

    figure(iPeriodu);
    if suNerizikingu == 0,
        clf;
        rezultatuFailoVardas = ['Results/' periodoPav '-' num2str(iPeriodu) '(be RF).txt'];
    else
        hold on;
        rezultatuFailoVardas = ['Results/' periodoPav '-' num2str(iPeriodu) '(su RF).txt'];
    end

    % Grafiko pozicijos nustatymo argumentai: [left bottom width height]
    set(gcf, 'Position', [30 40 850 700]);

    fid = fopen(rezultatuFailoVardas, 'w');
    str1 = '-----';
    str2 = ['    Nagrinėjamas periodas nr. ' num2str(iPeriodu) ':'];
    str3 = '-----';
    fprintf(fid, '%s\r\n', str1); disp(str1);
    fprintf(fid, '%s\r\n', str2); disp(str2);
    fprintf(fid, '%s\r\n', str3); disp(str3);
    ind1 = (iPeriodu-1)*pilnasPeriodas + 1;
    ind2 = iPeriodu*pilnasPeriodas;
    ind3 = (iPeriodu+1)*pilnasPeriodas;
    buvusiosGrazos = akcijuGrazos(ind1:ind2, :);
    esamosGrazos = akcijuGrazos((ind2+1):ind3, :);
    esamosRSAIGrazos = RSAIGrazos((ind2+1):ind3, :);
    esamosPasirinktoIGrazos = PasirinktoIndeksoGrazos((ind2+1):ind3, :);
    grafPavadinimas = {'\bfGrafinis skirtingų modelių ir indeksų rezultatų palyginimas.';
[num2str(iPeriodu) '-as periodas']};

    str = 'Praeito periodo efektyviojo portfelio krašto rizika, graža ir svoriai:';
    fprintf(fid, '%s\r\n', str); disp(str);
    [buvePagrPortWts, buveImoniuNumeriai, buvePagrPortReturn, buvePagrPortRisk] =
portPagalMark(buvusiosGrazos, pavadinimai, akcijuAtrinkimoPortfeliuiiBudat, atrenkamu_kiekis,
grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas1, [1 0 0], grafikoTipas);
    str = 'Esamo periodo efektyviojo portfelio krašto rizika, graža ir svoriai:';
    fprintf(fid, '%s\r\n', str); disp(str);
    [esamiPagrPortWts, esamiImoniuNumeriai, esamiPagrPortReturn, esamiPagrPortRisk] =
portPagalMark(esamosGrazos, pavadinimai, akcijuAtrinkimoPortfeliuiiBudat, atrenkamu_kiekis,
grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas2, [0 0 1], grafikoTipas);

    % 20 identiškų portfelio formavimas, jei frontcon() sudarė tik vieną portfelį
    if size(buvePagrPortWts, 1) == 1,
        buvePagrPortWts = repmat(buvePagrPortWts, 20, 1);
        buvePagrPortRisk = repmat(buvePagrPortRisk, 20, 1);
        buvePagrPortReturn = repmat(buvePagrPortReturn, 20, 1);
    end;
    if size(esamiPagrPortWts, 1) == 1,
        esamiPagrPortWts = repmat(esamiPagrPortWts, 20, 1);
        esamiPagrPortRisk = repmat(esamiPagrPortRisk, 20, 1);
        esamiPagrPortReturn = repmat(esamiPagrPortReturn, 20, 1);
    end;

    %-----
    % Rinkos portfelio sudarymas

    if rinkosPortfelioTipas == 1,
        rinkosGrazos = akcijuGrazos((ind2+1):ind3, 1:nFix);
        [RinkosPortRisk, RinkosPortReturn, RinkosPortWts] = frontcon(mean(rinkosGrazos),
cov(rinkosGrazos), 20);
    else
        if suNerizikingu == 0, % Galbūt portfelyje yra RF, reikia rasti ir neimti
            index = 1;
            for i = 1:length(esamiImoniuNumeriai),
                if esamiImoniuNumeriai(i) <= nFix,
                    esamiImoniuNumeriai2(index) = esamiImoniuNumeriai(i);
                    index = index + 1;
                end
            end
            end
            rinkosGrazos = akcijuGrazos((ind2+1):ind3, esamiImoniuNumeriai2);
            [RinkosPortRisk, RinkosPortReturn, RinkosPortWts] = frontcon(mean(rinkosGrazos),
cov(rinkosGrazos), 20);
        end
    end
    %-----
    if size(RinkosPortWts, 1) == 1,
        RinkosPortWts = repmat(RinkosPortWts, 20, 1);
        RinkosPortRisk = repmat(RinkosPortRisk, 20, 1);
        RinkosPortReturn = repmat(RinkosPortReturn, 20, 1);
    end;

```

```

end
%-----

str1 = '  Gauti praėjusio periodo svoriai:';
fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
fprintf(fid, [repmat('\t%d', 1, length(buveImoniuNumeriai)) '\r\n'], buveImoniuNumeriai);
disp(buveImoniuNumeriai);
fprintf(fid, [repmat('\t%0.8f', 1, size(buvePagrPortWts, 2)) '\r\n'], buvePagrPortWts);
disp(buvePagrPortWts);
str2 = '  Gauti esamo periodo svoriai:';
fprintf(fid, '\n%s\r\n', str2); disp(str2);
fprintf(fid, [repmat('\t%d', 1, length(esamiImoniuNumeriai)) '\r\n'], esamiImoniuNumeriai);
disp(esamiImoniuNumeriai);
fprintf(fid, [repmat('\t%0.8f', 1, size(esamiPagrPortWts, 2)) '\r\n'], esamiPagrPortWts);
disp(esamiPagrPortWts);

% Esamo laikotarpio portfelio parametrai naudojant praeito periodo svorius
atrinktosEsamosGrazos=esamosGrazos(:, buveImoniuNumeriai);
esamaGrazaPagalSenusSvorius = rastiPortfelioGraza(atrinktosEsamosGrazos, buvePagrPortWts);
esamaRizikaPagalSenusSvorius = rastiPortfelioRizika(atrinktosEsamosGrazos, buvePagrPortWts);

RSAIvid = mean(esamosRSAIGrazos);
RSAIstd = std(esamosRSAIGrazos);
PasirinktoIvid = mean(esamosPasirinktoIGrazos);
PasirinktoIstd = std(esamosPasirinktoIGrazos);

%-----
% Portfelis iš akcijų su vienodais svoriais
PortDuomVienodSv = vienodSvoriuPort(esamosGrazos);
strM23(iPeriodu, 1:3) = [iPeriodu PortDuomVienodSv(1) PortDuomVienodSv(2)];
%-----

% Rinkos indeksai
hold on;
if suNerizikingu == 0,
    plot(RSAIstd,RSAIvid,'x','MarkerSize',10,'DisplayName',braizLinArbaTaskPavadinimas4,'Color',[0
0 0]);

plot(PasirinktoIstd,PasirinktoIvid,'d','LineWidth',2,'MarkerSize',5,'DisplayName',braizLinArbaTaskPavad
inimas4,'Color',[0.2 0.8 0.6]);
    pliusoStoris = 1;
    pliusoSpalva = [0.6 0.3 0.5];
else
    pliusoStoris = 2;
    pliusoSpalva = [0.8 0.6 0.8];
end

str1 = '  Indeksų reikšmės:';
fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
strM = {'Indeksas'      'Vidurkis'      'Rizika';
        'RSA indeksas'  num2str(RSAIvid)  num2str(RSAIstd);
        'Pasirinktas ind.'  num2str(PasirinktoIvid)  num2str(PasirinktoIstd)};
disp(strM');
fprintf(fid, [repmat('\t%s', 1, size(strM, 2)) '\r\n'], strM{:});

plot(PortDuomVienodSv(1),PortDuomVienodSv(2),'+', 'LineWidth',pliusoStoris,'MarkerSize',10,'DisplayName'
,braizLinArbaTaskPavadinimas4,'Color',pliusoSpalva);
%   % Spalvos keitimas šviesėjančiai
%   for i = 1:20,
%
plot(esamaRizikaPagalSenusSvorius(i),esamaGrazaPagalSenusSvorius(i),grafikoTipas2,'MarkerSize',5,'Displ
ayName',braizLinArbaTaskPavadinimas3,'Color',[0 (0.4+i/50) 0]);
%   end;

plot(esamaRizikaPagalSenusSvorius,esamaGrazaPagalSenusSvorius,grafikoTipas2,'MarkerSize',5,'DisplayName'
,braizLinArbaTaskPavadinimas3,'Color',[0 0.5 0]);
hold off;
if itrauktiNerizikingaAktyva == 0,
    legend(braizLinArbaTaskPavadinimas1,...
           braizLinArbaTaskPavadinimas2,...
           braizLinArbaTaskPavadinimas4,...
           braizLinArbaTaskPavadinimas5,...
           braizLinArbaTaskPavadinimas6,...
           braizLinArbaTaskPavadinimas3,...
           'Location', 'SouthOutside');
else
    if suNerizikingu == 1,
        legend(braizLinArbaTaskPavadinimas1,...
               braizLinArbaTaskPavadinimas2,...

```

```

braizLinArbaTaskPavadinimas4,...
braizLinArbaTaskPavadinimas5,...
braizLinArbaTaskPavadinimas6,...
braizLinArbaTaskPavadinimas3,...
[braizLinArbaTaskPavadinimas1 '(įtraukus nerizikingą aktyvą)],...
[braizLinArbaTaskPavadinimas2 '(įtraukus nerizikingą aktyvą)],...
[braizLinArbaTaskPavadinimas6 '(įtraukus nerizikingą aktyvą)],...
[braizLinArbaTaskPavadinimas3 '(įtraukus nerizikingą aktyvą)],...
'Location', 'SouthOutside');
    end
end

%-----
% Akcijų ir portfelių Šarpe (Sharpe) koeficientai

AkcijuSharpeKoeficientai(esamosGrazos(:, esamiImoniuNumeriai), esamiImoniuNumeriai,
nerizikingoAktyvoGrazos(ind2+1));
esamiPortfelioSharpeKoeficientai = PortfelioSharpeKoeficientai(esamiPagrPortReturn,
esamiPagrPortRisk, nerizikingoAktyvoGrazos(ind2+1));
esamiBuvSvPortfelioSharpeKoeficientai = PortfelioSharpeKoeficientai(esamaGrazaPagalSenusSvorius,
esamaRizikaPagalSenusSvorius, nerizikingoAktyvoGrazos(ind2+1));
strMSharpeEsamas(iPeriodu, 1:21) = [iPeriodu esamiPortfelioSharpeKoeficientai];
strMSharpeBuves(iPeriodu, 1:21) = [iPeriodu PortfelioSharpeKoeficientai(buvePagrPortReturn,
buvePagrPortRisk, nerizikingoAktyvoGrazos(ind1))];
strMSharpeEsamasBuvSv(iPeriodu, 1:21) = [iPeriodu esamiBuvSvPortfelioSharpeKoeficientai];
strMSharpeEsamasVienSv(iPeriodu, 1:2) = [iPeriodu PortfelioSharpeKoeficientai(PortDuomVienodSv(2),
PortDuomVienodSv(1), nerizikingoAktyvoGrazos(ind2+1))];
%-----

%-----
% Portfelių beta koeficientai

if suNerizikingu == 0,
    str1 = ' Esamo periodo akcijų beta koeficientai: ';
    str2 = ' Esamo periodo portfelių beta koeficientai: ';
else
    str1 = ' Esamo periodo akcijų beta koeficientai: ';
    str2 = ' Esamo periodo portfelių beta koeficientai: ';
end
esamibetaPortfeliams = PortfelioBetaKoeficientai(esamosGrazos, rinkosGrazos, RinkosPortWts,
esamiPagrPortWts, esamiImoniuNumeriai, str1, str2);
if suNerizikingu == 0,
    str1 = ' Esamo periodo akcijų su praeito periodo svoriais beta koeficientai (be nerizikingo
aktyvo): ';
    str2 = ' Esamo periodo portfelių su praeito periodo svoriais beta koeficientai (be
nerizikingo aktyvo): ';
else
    str1 = ' Esamo periodo akcijų su praeito periodo svoriais beta koeficientai (su nerizikingu
aktyvu): ';
    str2 = ' Esamo periodo portfelių su praeito periodo svoriais beta koeficientai (su
nerizikingu aktyvu): ';
end
esamiBuvSvbetaPortfeliams = PortfelioBetaKoeficientai(esamosGrazos, rinkosGrazos, RinkosPortWts,
buvePagrPortWts, buveImoniuNumeriai, str1, str2);
%-----

str1 = ' Esamų metų portfelis su senais svoriais: ';
str2 = ' Rizika Graza';
fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
fprintf(fid, '%s\r\n', str2); disp(str2);
strM = [esamaRizikaPagalSenusSvorius; esamaGrazaPagalSenusSvorius];
fprintf(fid, [repmat('\t%e', 1, size(strM, 1)) '\r\n'], strM); disp(strM);
print(gcf, '-dbitmap', ['Figures/' periodoPav '-' num2str(iPeriodu)]);
% print(gcf, '-dmeta', ['Figures/' periodoPav '-' num2str(iPeriodu)]);
%-----
% Portfelių lyginimui su rinkos indeksais

% RSA indeksui
[artimiausiaSigma1, graza1] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(RSAIstd, esamiPagrPortRisk,
esamiPagrPortReturn);
[artimiausiaSigma2, graza2] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(RSAIstd, esamaRizikaPagalSenusSvorius,
esamaGrazaPagalSenusSvorius);
% Sharpe
tmpSharpe = SharpeIndeksui(esamosRSAIGrazos, nerizikingoAktyvoGrazos(ind2+1));
[artimiausiaSigma3, sharpe1] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(RSAIstd, esamaRizikaPagalSenusSvorius,
esamiPortfelioSharpeKoeficientai);
[artimiausiaSigma4, sharpe2] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(RSAIstd, esamaRizikaPagalSenusSvorius,
esamiBuvSvPortfelioSharpeKoeficientai);
% Beta

```

```

[artimiausiaSigma5, beta1] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(RSAIstd, esamaRizikaPagalSenusSvorius,
esamibetaPortfeliams);
[artimiausiaSigma6, beta2] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(RSAIstd, esamaRizikaPagalSenusSvorius,
esamiBuvSvbetaPortfeliams);
% Rezultatai
strM211(iPeriodu, 1:7) = [iPeriodu RSAIstd RSAIvid artimiausiaSigma1 graza1 artimiausiaSigma2
graza2];
strM212(iPeriodu, 1:7) = [iPeriodu RSAIstd tmpSharpe artimiausiaSigma3 sharpe1 artimiausiaSigma4
sharpe2];
strM213(iPeriodu, 1:7) = [iPeriodu RSAIstd RSAIvid artimiausiaSigma5 beta1 artimiausiaSigma6
beta2];
% Pasirinktam indeksui
[artimiausiaSigma1, graza1] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(PasirinktoIstd, esamiPagrPortRisk,
esamiPagrPortReturn);
[artimiausiaSigma2, graza2] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(PasirinktoIstd, esamaRizikaPagalSenusSvorius,
esamaGrazaPagalSenusSvorius);
% Sharpe
tmpSharpe = SharpeIndeksui(esamosPasirinktoIGrazos, nerizikingoAktyvoGrazos(ind2+1));
[artimiausiaSigma3, sharpe1] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(PasirinktoIstd,
esamaRizikaPagalSenusSvorius, esamiPortfelioSharpeKoefficientai);
[artimiausiaSigma4, sharpe2] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(PasirinktoIstd,
esamaRizikaPagalSenusSvorius, esamiBuvSvPortfelioSharpeKoefficientai);
% Beta
[artimiausiaSigma5, beta1] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(PasirinktoIstd, esamaRizikaPagalSenusSvorius,
esamibetaPortfeliams);
[artimiausiaSigma6, beta2] = ArtimiausiaSigmaIrGraza(PasirinktoIstd, esamaRizikaPagalSenusSvorius,
esamiBuvSvbetaPortfeliams);
% Rezultatai
strM221(iPeriodu, 1:7) = [iPeriodu PasirinktoIstd PasirinktoIvid artimiausiaSigma1 graza1
artimiausiaSigma2 graza2];
strM222(iPeriodu, 1:7) = [iPeriodu PasirinktoIstd tmpSharpe artimiausiaSigma3 sharpe1
artimiausiaSigma4 sharpe2];
strM223(iPeriodu, 1:7) = [iPeriodu PasirinktoIstd PasirinktoIvid artimiausiaSigma5 beta1
artimiausiaSigma6 beta2];
%-----

fclose(fid);

end;

%-----
% Portfeliu lyginimas su rinkos indeksais

if suNerizikingu == 0,
    rezultatuFailoVardas = 'Results/Palyginimas su rinka (be RF).txt';
else
    rezultatuFailoVardas = 'Results/Palyginimas su rinka (su RF).txt';
end
fid2 = fopen(rezultatuFailoVardas, 'w');
disp('*****');
disp('          Indeksu ir modelių rezultatų palyginimas          ');
disp('*****');
disp('Randama artimiausia (pažymėta "art.") esamo periodo portfeliu krašto ir ');
disp('sumodeliuotų portfeliu (taikant istorinius duomenis) rizikos reikšmė');
str0 = 'Gražos prie artimiausių riziku:';
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', str0); disp(str0);
str = {'Periodas | ' 'rizika(RSAI) | ' 'E(RSAI) | ' '...
      'art. rizika(esamu) | ' 'E(esamu) | ' '...
      'art. rizika(esamu su senais sv.) | ' 'E(esamu su senais sv.)'};
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n\n', [str{:}]); disp(str);
fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strM211, 2)-1) '\r\n'], strM211); disp(strM211);
str = {'Periodas | ' 'rizika(Pasirinkto) | ' 'E(Pasirinkto) | ' '...
      'art. rizika(esamu) | ' 'E(esamu) | ' '...
      'art. rizika(esamu su senais sv.) | ' 'E(esamu su senais sv.)'};
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n\n', [str{:}]); disp(str);
fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strM221, 2)-1) '\r\n'], strM221); disp(strM221);

str0 = 'Sharpe prie artimiausių riziku:';
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', str0); disp(str0);
disp('Randama artimiausia (pažymėta "art.") esamo periodo portfeliu krašto ir ');
disp('sumodeliuotų portfeliu (taikant istorinius duomenis) rizikos reikšmė');
str = {'Periodas | ' 'rizika(RSAI) | ' 'sharpe(RSAI) | ' '...
      'art. rizika(esamu) | ' 'sharpe(esamu) | ' '...
      'art. rizika(esamu su senais sv.) | ' 'sharpe(esamu su senais sv.)'};
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n\n', [str{:}]); disp(str);
fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strM212, 2)-1) '\r\n'], strM212); disp(strM212);
str = {'Periodas | ' 'rizika(Pasirinkto) | ' 'sharpe(Pasirinkto) | ' '...
      'art. rizika(esamu) | ' 'sharpe(esamu) | ' '...
      'art. rizika(esamu su senais sv.) | ' 'sharpe(esamu su senais sv.)'};
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n\n', [str{:}]); disp(str);

```

```

fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strM222, 2)-1) '\r\n'], strM222); disp(strM222);

str0 = 'Beta prie artimiausių rizikų:';
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', str0); disp(str0);
disp('Randama artimiausia (pažymėta "art.") esamo periodo portfelių krašto ir ');
disp('sumodeliuotų portfelių (taikant istorinius duomenis) rizikos reikšmė');
str = {'Periodas | ' 'rizika(RSAI) | ' 'E(RSAI) | '...
      'art. rizika(esamų) | ' 'beta(esamų) | '...
      'art. rizika(esamų su senais sv.) | ' 'beta(esamų su senais sv.)'};
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', [str{:}]); disp(str);
fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strM213, 2)-1) '\r\n'], strM213); disp(strM213);
str = {'Periodas | ' 'rizika(Pasirinkto) | ' 'E(Pasirinkto) | '...
      'art. rizika(esamų) | ' 'beta(esamų) | '...
      'art. rizika(esamų su senais sv.) | ' 'beta(esamų su senais sv.)'};
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', [str{:}]); disp(str);
fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strM223, 2)-1) '\r\n'], strM223); disp(strM223);
fclose(fid2);
disp('*****');
%-----

%-----
% Portfeliai su vienodais svoriais (suvestinė)
rezultatuFailoVardas = 'Results/Portfeliai su vienodais svoriais (suvestinė).txt';
if suNerizikingu == 0,
    fid2 = fopen(rezultatuFailoVardas, 'w');
    str4 = '          RF neįtrauktas';
else
    fid2 = fopen(rezultatuFailoVardas, 'a');
    str4 = '          RF įtrauktas';
end
str1 = '*****';
str2 = '          Portfeliai su vienodais svoriais (suvestinė)          ';
str3 = '*****';
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', str1); disp(str1);
fprintf(fid2, '%s\r\n', str2); disp(str2);
fprintf(fid2, '%s\r\n', str4); disp(str4);
fprintf(fid2, '%s\r\n', str3); disp(str3);
str = {'Periodas | ' 'Rizika | ' 'Graža | '};
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', [str{:}]); disp(str);
fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strM23, 2)-1) '\r\n'], strM23); disp(strM23);
str1 = '*****';
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', str1); disp(str1);
fclose(fid2);
%-----

%-----
% Sharpe koeficientų suvestinė
rezultatuFailoVardas = 'Results/Sharpe koeficientai.txt';
if suNerizikingu == 0,
    fid2 = fopen(rezultatuFailoVardas, 'w');
    str4 = '          RF neįtrauktas';
else
    fid2 = fopen(rezultatuFailoVardas, 'a');
    str4 = '          RF įtrauktas';
end
str1 = '*****';
str2 = '          Sharpe koeficientu suvestine';
str3 = '*****';
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', str1); disp(str1);
fprintf(fid2, '%s\r\n', str2); disp(str2);
fprintf(fid2, '%s\r\n', str4); disp(str4);
fprintf(fid2, '%s\r\n', str3); disp(str3);

str5 = 'Esamų metų portfelis:';
fprintf(fid2, '%s\r\n', str5); disp(str5);
str = {'Periodas | '...
      '1 portfelis | ' '2 portfelis | ' '3 portfelis | ' '4 portfelis | '...
      '5 portfelis | ' '6 portfelis | ' '7 portfelis | ' '8 portfelis | '...
      '9 portfelis | ' '10 portfelis | ' '11 portfelis | ' '12 portfelis | '...
      '13 portfelis | ' '14 portfelis | ' '15 portfelis | ' '16 portfelis | '...
      '17 portfelis | ' '18 portfelis | ' '19 portfelis | ' '20 portfelis | '};
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', [str{:}]); disp(str);
fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strMSharpeEsamas, 2)-1) '\r\n'], strMSharpeEsamas);
disp(strMSharpeEsamas);
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', str1); disp(str1);

str5 = 'Praeitų metų portfelis:';
fprintf(fid2, '%s\r\n', str5); disp(str5);
fprintf(fid2, '\n\n%s\r\n', [str{:}]); disp(str);

```



```

fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strMSharpeBuves, 2)-1) '\r\n'], strMSharpeBuves);
disp(strMSharpeBuves);
fprintf(fid2, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);

str5 = 'Esamų metų portfelis su senais svoriais: ';
fprintf(fid2, '%s\r\n', str5); disp(str5);
fprintf(fid2, '\n%s\r\n\n', [str{:}]); disp(str);
fprintf(fid2, ['\t%d' repmat('\t%e', 1, size(strMSharpeEsamasBuvSv, 2)-1) '\r\n'],
strMSharpeEsamasBuvSv); disp(strMSharpeEsamasBuvSv);
fprintf(fid2, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);

str = {'Periodas | ' '1 portfelis | '};
str5 = 'Esamų metų portfelis su vienodais svoriais: ';
fprintf(fid2, '%s\r\n', str5); disp(str5);
fprintf(fid2, '\n%s\r\n\n', [str{:}]); disp(str);
fprintf(fid2, '\t%d\t%e\r\n', strMSharpeEsamasVienSv); disp(strMSharpeEsamasVienSv);
fprintf(fid2, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);

fclose(fid2);
%-----

disp(['Likusių nepanaudotų modeliui sudaryti dienų skaičius: ' num2str(m - 1 - kiekMetu*pilnasPeriodas)
'.']);
if itrauktiNerizikingaAktyva == 0,
    hold off;
end

```

portPagalMark.m

```

% Ši funkcija skirta akcijų investiciniams portfeliams parinkimui, jų
% modeliavimui ir informacijos apie riziką, gražą, svorius ir kt. spausdinimui.
% Funkcijos argumentai:
% akcijuGrazos (akcijų gražų normų matrica),
% pavadinimai (įmonių, kurių akcijos nagrinėjamos, pavadinimų santrumpos),
% tipas (skaičiumi nusakomas akcijų parinkimo portfeliui tipas),
% atrenkamu kiekiis (kelių įmonių akcijas norima atrinkti),
% grafPavadinimas (paveikslo antraštė),
% braizLinArbaTaskPavadinimas (braižomos linijos, taško arba taškų aibės
% pavadinimas grafikuose),
% spalva (braižomos linijos, taško arba taškų aibės grafike spalva),
% grafikoTipas (linijų tipas - ištisinės arba punktyrai).

function [PagrPortWts, ImoniuNumeriai, PagrPortReturn, PagrPortRisk] = portPagalMark(akcijuGrazos,
pavadinimai, tipas, atrenkamu_kiekis, grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas, spalva,
grafikoTipas)

% Efektyvusis portfelių kraštas iš visų akcijų
hold on; set(gcf, 'Color', [1 1 1]);
fid = evalin('base', 'fid');

switch tipas,
case 1, % Naudojamos visų įmonių akcijos
    %str = '-----';
    %fprintf(fid, '\n%s\r\n', str);
    disp('Visos akcijos:');
    AtrMat=akcijuGrazos;
    [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMat), cov(AtrMat), 20);
    str1 = 'Rizika (1 stulp.) ir graža (2 stulp.) bei aktyvų portfeliuose svoriai (likę
stulp.),';
    str2 = 'kai portfeliai sudaryti iš visų akcijų: ';
    fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
    fprintf(fid, '%s\r\n', str2); disp(str2);
    PortDuomPagr=[PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts];
    ImoniuNumeriai = 1:size(akcijuGrazos, 2);
    strM = [{'Rizika' 'Graža'} pavadinimai(ImoniuNumeriai)];
    fprintf(fid, ['\n' repmat('\t%s', 1, size(strM, 2)) '\r\n'], strM{:}); disp(strM);
    fprintf(fid, [repmat('\t%10.8f', 1, size(PortDuomPagr, 2)) '\r\n'], PortDuomPagr);
    disp(PortDuomPagr);
    krastoBraizymas(PortDuomPagr, grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas, spalva,
grafikoTipas);
case 2, % Naudojamos didžiausias P/E koeficiento reikšmes turinčių įmonių akcijos
    %str = '-----';
    %fprintf(fid, '\n%s\r\n', str);
    %-----
    suNerizikingu = evalin('base', 'suNerizikingu');
    if suNerizikingu == 0,
        PEKReiksmiuLentele = atrPagalPEK(akcijuGrazos, atrenkamu_kiekis);
        AtrMat=akcijuGrazos(1:size(akcijuGrazos,1), PEKReiksmiuLentele(2,:));
        [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMat), cov(AtrMat), 20);

```

```

        ImoniuNumeriai = PEKReiksmiuLentele(2, :);
        %msgbox(num2str(PagrPortWts));
    else
        PEKReiksmiuLentele = atrPagalPEK(akcijuGrazos(:,1:(end-1)), atrenkamu_kiekis;
        AtrMatSuNerizikingu=akcijuGrazos(:, horzcat(PEKReiksmiuLentele(2,:), size(akcijuGrazos,
2)));
        [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMatSuNerizikingu),
cov(AtrMatSuNerizikingu), 20);
        ImoniuNumeriai = horzcat(PEKReiksmiuLentele(2, :), size(akcijuGrazos, 2));
        %msgbox(num2str(PagrPortWts));
    end
    %-----
    str = 'P/E koeficiento reikšmių lentelė (1 eil. - koeficientų reikšmės, 2 eil. - įmonių
numeriai):';
    fprintf(fid, '\n%s\r\n', str); disp(str);
    fprintf(fid, [repmat('\t%10.4f', 1, size(PEKReiksmiuLentele, 2)) '\r\n'],
PEKReiksmiuLentele'); disp(PEKReiksmiuLentele);
    str1 = 'Rizika (1 stulp.) ir graža (2 stulp.) bei aktyvų portfeliuose svoriai (likę
stulp.),';
    str2 = 'kai portfeliai sudaryti iš atrinktų akcijų:';
    fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
    fprintf(fid, '%s\r\n', str2); disp(str2);
    PortDuomPagr=[PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts];
    strM = [{'Rizika' 'Graža'} pavadinimai(ImoniuNumeriai)];
    fprintf(fid, ['\n' repmat('\t%s', 1, size(strM, 2)) '\r\n'], strM{:}); disp(strM);
    fprintf(fid, [repmat('\t%10.8f', 1, size(PortDuomPagr, 2)) '\r\n'], PortDuomPagr);
disp(PortDuomPagr);
    krastoBraizymas(PortDuomPagr, grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas, spalva,
grafikoTipas);
    case 3, % Naudojamos didžiausias naudingumo funkcijos reikšmės, kai A=3, turinčių įmonių
akcijos
        %str = '-----';
        %fprintf(fid, '\n%s\r\n', str);
        rizikos_vengimo_koef = 3;
        %-----
        suNerizikingu = evalin('base', 'suNerizikingu');
        if suNerizikingu == 0,
            MaxNaudLent = atrPagalNFR(akcijuGrazos,atrenkamu_kiekis,rizikos_vengimo_koef);
            AtrMat=akcijuGrazos(1:size(akcijuGrazos,1), MaxNaudLent(2,:));
            [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMat), cov(AtrMat), 20);
            ImoniuNumeriai = MaxNaudLent(2, :);
        else
            MaxNaudLent = atrPagalNFR(akcijuGrazos(:,1:(end-
1)),atrenkamu_kiekis,rizikos_vengimo_koef);
            AtrMat=akcijuGrazos(1:size(akcijuGrazos,1), MaxNaudLent(2,:));
            [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMatSuNerizikingu),
cov(AtrMatSuNerizikingu), 20);
            ImoniuNumeriai = horzcat(MaxNaudLent(2, :), size(akcijuGrazos, 2));
        end
        %-----
        str = 'Maksimalių U (naudingumo) funkcijos reikšmių lentelė, kai A=3 (1 eil. - U reikšmės,
2 eil. - įmonių numeriai):';
        fprintf(fid, '\n%s\r\n', str); disp(str);
        fprintf(fid, [repmat('\t%10.4f', 1, size(MaxNaudLent, 2)) '\r\n'], MaxNaudLent');
disp(MaxNaudLent);
        str1 = 'Rizika (1 stulp.) ir graža (2 stulp.) bei aktyvų portfeliuose svoriai (likę
stulp.),';
        str2 = 'kai portfeliai sudaryti iš atrinktų akcijų:';
        fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
        fprintf(fid, '%s\r\n', str2); disp(str2);
        PortDuomPagr=[PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts];
        strM = [{'Rizika' 'Graža'} pavadinimai(ImoniuNumeriai)];
        fprintf(fid, ['\n' repmat('\t%s', 1, size(strM, 2)) '\r\n'], strM{:}); disp(strM);
        fprintf(fid, [repmat('\t%10.8f', 1, size(PortDuomPagr, 2)) '\r\n'], PortDuomPagr);
disp(PortDuomPagr);
        krastoBraizymas(PortDuomPagr, grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas, spalva,
grafikoTipas);
        case 4, % Naudojamos didžiausias naudingumo funkcijos reikšmės, kai A=10, turinčių įmonių
akcijos
            %str = '-----';
            %fprintf(fid, '\n%s\r\n', str);
            rizikos_vengimo_koef = 10;
            %-----
            suNerizikingu = evalin('base', 'suNerizikingu');
            if suNerizikingu == 0,
                MaxNaudLent = atrPagalNFR(akcijuGrazos,atrenkamu_kiekis,rizikos_vengimo_koef);
                AtrMat=akcijuGrazos(1:size(akcijuGrazos,1), MaxNaudLent(2,:));
                [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMat), cov(AtrMat), 20);
                ImoniuNumeriai = MaxNaudLent(2, :);
            else

```

```

        MaxNaudLent = atrPagalNFR(akcijuGrazos(:,1:(end-
1)),atrenkamu_kiekis,rizikos_vengimo_koef);
        AtrMatSuNerizikingu=akcijuGrazos(:, horzcat(MaxNaudLent(2,:), size(akcijuGrazos, 2)));
        [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMatSuNerizikingu),
cov(AtrMatSuNerizikingu), 20);
        ImoniuNumeriai = horzcat(MaxNaudLent(2, :), size(akcijuGrazos, 2));
    end
    %-----
    str = 'Maksimalių U (naudingumo) funkcijos reikšmių lentelė, kai A=10 (1 eil. - U reikšmės,
2 eil. - įmonių numeriai):';
    fprintf(fid, '\n%s\r\n', str); disp(str);
    fprintf(fid, [repmat('\t%10.4f', 1, size(MaxNaudLent, 2)) '\r\n'], MaxNaudLent');
disp(MaxNaudLent);
    str1 = 'Rizika (1 stulp.) ir graža (2 stulp.) bei aktyvų portfeliuose svoriai (likę
stulp.),';
    str2 = 'kai portfeliai sudaryti iš atrinktų akcijų:';
    fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
    fprintf(fid, '%s\r\n', str2); disp(str2)
    PortDuomPagr=[PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts];
    strM = [{'Rizika' 'Graža'} pavadinimai(ImoniuNumeriai)];
    fprintf(fid, ['\n' repmat('\t%s', 1, size(strM, 2)) '\r\n'], strM{:}); disp(strM);
    fprintf(fid, [repmat('\t%10.8f', 1, size(PortDuomPagr, 2)) '\r\n'], PortDuomPagr');
disp(PortDuomPagr);
    krastoBraizymas(PortDuomPagr, grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas, spalva,
grafikoTipas);
    case 5, % Naudojamos mažiausiai su kitomis koreliuojančios akcijos
        %str = '-----';
        %fprintf(fid, '\n%s\r\n', str);
        %-----
        suNerizikingu = evalin('base', 'suNerizikingu');
        if suNerizikingu == 0,
            MinKorLent = atrPagalKKR(akcijuGrazos,atrenkamu_kiekis);
            AtrMat=akcijuGrazos(1:size(akcijuGrazos,1), MinKorLent(2,:));
            [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMat), cov(AtrMat), 20);
            ImoniuNumeriai = MinKorLent(2, :);
        else
            MinKorLent = atrPagalKKR(akcijuGrazos(:,1:(end-1)),atrenkamu_kiekis);
            AtrMatSuNerizikingu=akcijuGrazos(:, horzcat(MinKorLent(2,:), size(akcijuGrazos, 2)));
            [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMatSuNerizikingu),
cov(AtrMatSuNerizikingu), 20);
            ImoniuNumeriai = horzcat(MinKorLent(2, :), size(akcijuGrazos, 2));
        end
        %-----
        str = 'Mažiausių koreliacijos koeficientų lentelė (1 eil. - koeficientų reikšmės, 2 eil. -
įmonių numeriai):';
        fprintf(fid, '\n%s\r\n', str); disp(str);
        fprintf(fid, [repmat('\t%10.4f', 1, size(MinKorLent, 2)) '\r\n'], MinKorLent');
disp(MinKorLent);
        str1 = 'Rizika (1 stulp.) ir graža (2 stulp.) bei aktyvų portfeliuose svoriai (likę
stulp.),';
        str2 = 'kai portfeliai sudaryti iš visų akcijų:';
        fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
        fprintf(fid, '%s\r\n', str2); disp(str2);
        PortDuomPagr=[PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts];
        strM = [{'Rizika' 'Graža'} pavadinimai(ImoniuNumeriai)];
        fprintf(fid, ['\n' repmat('\t%s', 1, size(strM, 2)) '\r\n'], strM{:}); disp(strM);
        fprintf(fid, [repmat('\t%10.8f', 1, size(PortDuomPagr, 2)) '\r\n'], PortDuomPagr');
disp(PortDuomPagr);
        krastoBraizymas(PortDuomPagr, grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas, spalva,
grafikoTipas);
        case 6, % Naudojamos akcijos, kurių gražos turi normalųjį skirstinį
            %str = '-----';
            %fprintf(fid, '\n%s\r\n', str);
            %-----
            p = 0.05;
            suNerizikingu = evalin('base', 'suNerizikingu');
            if suNerizikingu == 0,
                NGSImoniuNumeriai = atrPagalNGS(akcijuGrazos, pavadinimai, p);
                ImoniuNumeriai = NGSImoniuNumeriai(1, :);
            else
                NGSImoniuNumeriai = atrPagalNGS(akcijuGrazos(:,1:(end-1)), pavadinimai, p);
                ImoniuNumeriai = horzcat(NGSImoniuNumeriai(1, :), size(akcijuGrazos, 2));
            end
            str = 'Normalius gražų skirstinius (NGS) turinčių įmonių numeriai:';
            fprintf(fid, '\n%s\r\n', str); disp(str);
            fprintf(fid, [repmat('\t%d', 1, length(NGSImoniuNumeriai)) '\r\n'], NGSImoniuNumeriai);
disp(NGSImoniuNumeriai);
            %-----
            [t1, t2] = size(NGSImoniuNumeriai);
            if t1 + t2 > 2,

```

```

        if suNerizikingu == 0,
            AtrMat=akcijuGrazos(:, NGSImoniNumeriai(1,:));
            [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMat), cov(AtrMat),
20);
        else
            AtrMatSuNerizikingu=akcijuGrazos(:, horzcat(NGSImoniNumeriai(1,:),
size(akcijuGrazos, 2)));
            [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMatSuNerizikingu),
cov(AtrMatSuNerizikingu), 20);
        end
        str1 = 'Rizika (1 stulp.) ir graža (2 stulp.) bei aktyvų portfeluose svoriai (likę
stulp.),';
        str2 = 'kai portfeliai sudaryti iš atrinktų akcijų:';
        fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
        fprintf(fid, '%s\r\n', str2); disp(str2);
        PortDuomPagr=[PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts];
        strM = [{'Rizika' 'Graža'} pavadinimai(ImoniuNumeriai)];
        fprintf(fid, ['\n' repmat('\t%s', 1, size(strM, 2)) '\r\n'], strM{:}); disp(strM);
        fprintf(fid, [repmat('\t%10.8f', 1, size(PortDuomPagr, 2)) '\r\n'], PortDuomPagr);
disp(PortDuomPagr);
        krastoBraizymas(PortDuomPagr, grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas, spalva,
grafikoTipas);
    else
        str = 'Portfelis negali būti sudarytas, nes nėra normaliai pasiskirsčiusių gražų.';
disp(str);
        fprintf(fid, '\n%s\r\n', str);
    end
    case 7, % Naudojamos didžiausias gražų normas turinčių įmonių akcijos
        %str = '-----';
        %fprintf(fid, '\n%s\r\n', str);
        %-----
        suNerizikingu = evalin('base', 'suNerizikingu');
        if suNerizikingu == 0,
            DidAkcijuGLent = atrPagalDAG(akcijuGrazos, atrenkamu_kiekis);
            AtrMat=akcijuGrazos(:, DidAkcijuGLent(2,:));
            [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMat), cov(AtrMat), 20);
            ImoniuNumeriai = DidAkcijuGLent(2, :);
        else
            DidAkcijuGLent = atrPagalPEK(akcijuGrazos(:,1:(end-1)), atrenkamu_kiekis);
            AtrMatSuNerizikingu=akcijuGrazos(:, horzcat(DidAkcijuGLent(2,:), size(akcijuGrazos,
2)));
            [PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts] = frontcon(mean(AtrMatSuNerizikingu),
cov(AtrMatSuNerizikingu), 20);
            ImoniuNumeriai = horzcat(DidAkcijuGLent(2, :), size(akcijuGrazos, 2));
        end
        %-----
        str = 'Didžiausių akcijų gražų lentelė: (1 eil. - koeficientų reikšmės, 2 eil. - įmonių
numeriai)'; disp(str);
        fprintf(fid, '\n%s\r\n', str);
        strM = pavadinimai(ImoniuNumeriai(1:size(DidAkcijuGLent, 2)));
        fprintf(fid, [repmat('\t%10.8f', 1, size(strM, 2)) '\r\n'], strM{:}); disp(strM);
        fprintf(fid, [repmat('\t%10.8f', 1, size(DidAkcijuGLent, 2)) '\r\n'], DidAkcijuGLent);
disp(DidAkcijuGLent);
        str1 = 'Rizika (1 stulp.) ir graža (2 stulp.) bei aktyvų portfeluose svoriai (likę
stulp.),';
        str2 = 'kai portfeliai sudaryti iš atrinktų akcijų:';
        fprintf(fid, '\n%s\r\n', str1); disp(str1);
        fprintf(fid, '%s\r\n', str2); disp(str2);
        PortDuomPagr=[PagrPortRisk, PagrPortReturn, PagrPortWts];
        strM = [{'Rizika' 'Graža'} pavadinimai(ImoniuNumeriai)];
        fprintf(fid, ['\n' repmat('\t%s', 1, size(strM, 2)) '\r\n'], strM{:}); disp(strM);
        fprintf(fid, [repmat('\t%10.8f', 1, size(PortDuomPagr, 2)) '\r\n'], PortDuomPagr);
disp(PortDuomPagr);
        krastoBraizymas(PortDuomPagr, grafPavadinimas, braizLinArbaTaskPavadinimas, spalva,
grafikoTipas);
    end
    hold off;
end
end

```

rastiPortfolioGraza.m

```

% Programa rastiPortfolioGraza skirta portfelių gražų normoms rasti, kai
% duotos atskirų įmonių akcijų gražų normos bei įmonių akcijų portfelyje
% svoriai. Argumentai: Grazos (atskirų įmonių akcijų gražų normos) ir
% svoriai (skirtingų aktyvų svoriai, naudojami sudaryti investiciniam
% portfeliams.

```

```
function Graza = rastiPortfelioGraza(Grazos, svoriai)

    kiekAtrinktu = size(svoriai, 2);
    Graza = zeros(20, 1);
    for k = 1:20,
        % sum(mean(Grazos) .* svoriai(k, :)) - lėčiau veikianti procedūra
        Graza(k) = 0;
        for i = 1:kiekAtrinktu,
            Graza(k) = Graza(k) + mean(Grazos(:, i)) * svoriai(k, i);
        end
    end

end

end
```

rastiPortfelioRizika.m

```
% Programa Rizika skirta portfelio rizikai rasti, kai yra duotos atskirų
% įmonių akcijų gražų normos bei įmonių akcijų portfelyje svoriai.
% Argumentai: esamosGrazos (atskirų įmonių akcijų gražų normos) ir
% svoriai (skirtingų aktyvų svoriai, naudojami sudaryti investiciniams
% portfeliams.

function Rizika = rastiPortfelioRizika(esamosGrazos, svoriai)
```

```
    esamaKov = cov(esamosGrazos);
    kiekAtrinktu = size(svoriai, 2);
    Rizika = zeros(20, 1);
    for k = 1:20,
        Rizika(k) = 0;
        for i = 1:kiekAtrinktu,
            for j = 1:kiekAtrinktu,
                Rizika(k) = Rizika(k) +...
                    svoriai(k, i) *...
                    svoriai(k, j) *...
                    esamaKov(i, j);
            end
        end
    end
    Rizika = sqrt(Rizika);

end
```

SharpeIndeksui.m

```
% Šarpo (Sharpe) indeksui skaičiuoti skirta pagalbinė funkcija.

function Sharpe = SharpeIndeksui(Return, RF)

    Sharpe = (mean(Return)-RF)/std(Return);

end
```

vienodSvoriuPort.m

```
% Pagalbinė funkcija, suskaičiuojanti portfelio, kuriame aktyvai yra
% pasiskirstę vienodais svoriais, rizika ir graža.

function PortDuomVienodSv=vienodSvoriuPort(GrMat)

    Wts(1:size(GrMat,2))=1/size(GrMat,2);
    VidutGraza=sum(mean(GrMat) .*Wts);
    Kov=cov(GrMat);
    suma=0;
    for i=1:size(GrMat,2)
        for j=1:size(GrMat,2)
            el=Wts(i)*Wts(j)*Kov(i,j);
            suma=suma+el;
        end
    end
    Rizika=sqrt(suma);
    disp('Rizika ir graža portfelio, sudaryto iš vienodus svorius turinčių aktyvų:')
    PortDuomVienodSv=[Rizika, VidutGraza]

end
```

vykdymas.m

```
% Ši pagrindinė vykdomoji programa skirta vartotojo pasirinktų parametru
```

```

% įvedimui ir reikiamų programų iškvietimui.

clear all; clc;

% Katalogo, kuriame yra duomenų failai, pavadinimas:
katalogas = 'DuomMag_0110';

% Visų nagrinėjamų įmonių akcijų kainos:
filename = [katalogas '/DuomMag_VisosImones_0110.xls'];

% Nerizikingo aktyvo kainos, sugeneruotos iš duomenų apie Lietuvoje buvusių
% nerizikingų metinių palūkanų normų reikšmes:
filename2 = [katalogas '/DuomMag_NerizikingasA_0110.xls'];

% Rinkos svyravimus atspindinčio indekso duomenų įvedimas. Šiuo atveju -
% OMX Vilnius (OMXV) indekso reikšmių masyvas (OMXV indeksas įtrauktas dėl
% to, kad laikoma, jog jis atspindi bendras rinkos kitimo tendencijas):
filename3 = [katalogas '/DuomMag_OMXV_0110.xls'];

% Pasirinkto palyginimui skirto indekso duomenų įvedimas. Šiuo atveju -
% OMX Baltic Benchmark (OMXBB) indekso reikšmės (OMXBB indeksas įtrauktas
% tam, kad būtų galima palyginti įvairių sudarytų modelių ir šio Vilniaus
% OMX NASDAQ Baltic rekomenduojamo indekso rezultatus):
filename4 = [katalogas '/DuomMag_OMXBB_0110.xls'];

disp('-----');
disp('----- 1-asis etapas -----');
disp('Pasirinkite periodo ilgį (ir spauskite Enter):');
disp('1 - metai');
disp('2 - pusmetis');
disp('3 - ketvirtis');
laikotarpis = input(''); % Parametras yra tekstas prieš įvedimo žymeklį

disp('-----');
disp('----- 2-asis etapas -----');
disp('Pasirinkite akcijų atrinkimo portfeliui būdą:');
disp('1 - Įtraukiami visi aktyvai');
disp('2 - Atrenkamos didžiausius P/E koeficientus turinčios įmonių akcijos');
disp('3 - Akcijos atrenkamos pagal naudingumo funkciją, kai A = 3');
disp('4 - Akcijos atrenkamos pagal naudingumo funkciją, kai A = 10');
disp('5 - Atrenkamos mažiausiai su kitomis koreliuojančios akcijos');
disp('6 - Atrenkamos akcijos, kurių gražos yra normaliai pasiskirsčiusios');
disp('7 - Atrenkamos akcijos, turinčios didžiausias gražų normas');
akcijuAtrinkimoPortfeliuiBudai = input('');

if (akcijuAtrinkimoPortfeliuiBudai == 1) || (akcijuAtrinkimoPortfeliuiBudai == 6),
    atrenkamu_kiekis = 0;
else
    disp('-----');
    disp('Pasirinkite, kiek akcijų įtraukti į modelį:');
    atrenkamu_kiekis = input('');
end

disp('-----');
disp('----- 3-asis etapas -----');
disp('Ar įtraukti nerizikingą aktyvą į modelį?');
disp('0 - Ne');
disp('1 - Taip');
itrauktiNerizikingaAktyva = input('');

disp('-----');
disp('----- 4-asis etapas -----');
disp('Kaip turėtų būti sudarytas rinkos portfelis?');
disp('0 - Iš atrinktų akcijų');
disp('1 - Iš visų akcijų');
rinkosPortfelioTipas = input('');

[akcijuKainos,txt,raw] = xlsread(filename);
pavadinimai = txt(1,2:end);
[m, n] = size(akcijuKainos);
akcijuGrazos = zeros(m-1, n);
for j = 1:n,
    for i = 2:m,
        akcijuGrazos(i-1, j) = (akcijuKainos(i, j) - akcijuKainos(i-1, j)) / akcijuKainos(i-1, j);
    end
end
nFix = n;

disp('----- Atliekami skaičiavimai pagal įvestas komandas -----');

```

```

% Nerizikingo aktyvo gražų normos
[nerizikingoAktyvoKainos,nerizikingoAktyvoTxt] = xlsread(filename2);
nerizikingoAktyvoPavadinimai = nerizikingoAktyvoTxt(1,2:end);
[m2, n2] = size(nerizikingoAktyvoKainos);
nerizikingoAktyvoGrazos = zeros(m2-1, n2);
for j = 1:n2,
    for i = 2:m2,
        nerizikingoAktyvoGrazos(i-1, j) = (nerizikingoAktyvoKainos(i, j) - nerizikingoAktyvoKainos(i-1,
j)) /nerizikingoAktyvoKainos(i-1, j);
    end
end

% Rinkos svyravimus atitinkančio indekso gražų normos
[RSAIKainos,RSAITxt] = xlsread(filename3);
RSaipavadinimas = RSAITxt(1,2:end);
[m3, n3] = size(RSAIKainos);
RSaIGrazos = zeros(m3-1, n3);
for j = 1:n3,
    for i = 2:m3,
        RSAIGrazos(i-1, j) = (RSaIKainos(i, j) - RSAIKainos(i-1, j)) /RSAIKainos(i-1, j);
    end
end

% Pasirinkto indekso gražų normos
[PasirinktoIndeksoKainos,PasirinktoIndeksoTxt] = xlsread(filename4);
pasirinktoIndeksoPavadinimas = PasirinktoIndeksoTxt(1,2:end);
[m4, n4] = size(PasirinktoIndeksoKainos);
PasirinktoIndeksoGrazos = zeros(m4-1, n4);
for j = 1:n4,
    for i = 2:m4,
        PasirinktoIndeksoGrazos(i-1, j) = (PasirinktoIndeksoKainos(i, j) - PasirinktoIndeksoKainos(i-1,
j)) /PasirinktoIndeksoKainos(i-1, j);
    end
end

% Apsauga nuo (atrenkamu_kiekis<=0) arba (atrenkamu_kiekis > n)
atrenkamu_kiekis = max(min([atrenkamu_kiekis; n]), 1);

grafikoTipas = '-';
grafikoTipas2 = '.';

% Atskirymui, kada nerizikingas aktyvas įtrauktas ir kada neištrauktas
suNerizikingu = 0;
portfelioTyrimas();
if itrauktiNerizikingaAktyva == 1,
    grafikoTipas = '--';
    grafikoTipas2 = 'o';
    % Atskirymui, kada nerizikingas aktyvas įtrauktas ir kada neištrauktas
    suNerizikingu = 1;
    akcijuGrazos = horzcat(akcijuGrazos, nerizikingoAktyvoGrazos);
    pavadinimai = horzcat(pavadinimai, nerizikingoAktyvoPavadinimai);
    portfelioTyrimas();
end

disp('-----');
disp('Ar norite užverti sugeneruotus paveikslus?');
disp('0 - Ne');
disp('1 - Taip');
uzvertiPaveikslus = input('');
if uzvertiPaveikslus == 1,
    for i = 1:kiekMetu-1,
        close(figure(i));
    end
end
end

```

3 PRIEDAS. VISŲ TIRTŲ ĮMONIŲ AKCIJŲ KAINOS (2001-2010 M.)



Ši „xlsx“ formato lentelė yra pridėtame kompaktiniame diske. Lentelė sudaryta iš 2521 eilutės, todėl yra per didelės apimties, kad būtų spausdinama.

4 PRIEDAS. NAUDOTŲ NASDAQ OMX BALTIC BIRŽOS INDEKSŲ – OMXV IR OMXBBI – REIŠMĖS (2001-2010 M.)



Ši „xlsx“ formato lentelė yra pridėtame kompaktiniame diske. Lentelė sudaryta iš 2521 eilutės, todėl yra per didelės apimties, kad būtų spausdinama.

5 PRIEDAS. REZULTATŲ FAILAS „PALYGINIMAS SU RINKA (BE RF).TXT“

Pasirinkus vienų metų ilgio periodą, atrinkimą pagal koreliacijos koeficientus, atrenkant 5 įmonių duomenis, neįtraukus nerizikingo aktyvo į modelį ir pasirinkus rinkos portfelį iš visų 14 akcijų (įrašius programoje veiksmų seką [1 3 5 0 1]) gaunas toks rezultatų failas.

Gražos prie artimiausių rizikų:

Periodas	rizika(RSAI)	E(RSAI)	art. rizika(esamų)	E(esamų)	art. rizika(esamų su senais sv.)	E(esamų su senais sv.)
1	7.256570e-003	4.831823e-004	9.818919e-003	1.714219e-003	9.557898e-003	2.174366e-003
2	1.032055e-002	2.921163e-003	1.112874e-002	3.098444e-003	1.619960e-002	4.105374e-003
3	6.934226e-003	2.088926e-003	8.811170e-003	2.500987e-003	9.075356e-003	2.756284e-003
4	9.521979e-003	1.732093e-003	9.179730e-003	2.672491e-003	1.112827e-002	2.812689e-003
5	1.032057e-002	4.235406e-004	1.044155e-002	-4.160504e-004	1.041580e-002	1.900242e-004
6	8.971171e-003	2.104307e-004	8.890642e-003	6.756934e-004	1.023220e-002	5.326083e-004
7	1.966879e-002	-3.979809e-003	1.966102e-002	-2.648317e-003	1.974767e-002	-4.527419e-003
8	1.755418e-002	1.654676e-003	1.756107e-002	1.782360e-003	2.052631e-002	1.844171e-003
9	9.415663e-003	1.822809e-003	1.274728e-002	3.293498e-003	1.143612e-002	2.137419e-003

Periodas	rizika(Pasirinkto)	E(Pasirinkto)	art. rizika(esamų)	E(esamų)	art. rizika(esamų su senais sv.)	E(esamų su senais sv.)
1	8.535611e-003	1.243160e-003	9.818919e-003	1.714219e-003	9.557898e-003	2.174366e-003
2	8.753615e-003	1.504985e-003	1.112874e-002	3.098444e-003	1.619960e-002	4.105374e-003
3	7.521927e-003	1.836089e-003	8.811170e-003	2.500987e-003	9.075356e-003	2.756284e-003
4	6.540254e-003	1.564522e-003	6.952473e-003	1.782204e-003	1.112827e-002	2.812689e-003
5	5.489301e-003	8.183442e-004	9.489064e-003	-8.229706e-004	8.142598e-003	-9.829375e-005
6	1.022093e-002	-3.030505e-004	1.012327e-002	9.791140e-004	1.023220e-002	5.326083e-004
7	1.815727e-002	-4.187273e-003	1.814571e-002	-2.855321e-003	1.821606e-002	-4.513302e-003
8	1.519212e-002	1.387663e-003	1.754331e-002	1.729162e-003	2.052631e-002	1.844171e-003
9	1.137473e-002	2.168177e-003	1.274728e-002	3.293498e-003	1.143612e-002	2.137419e-003

Sharpe prie artimiausių rizikų:

Periodas	rizika(RSAI)	sharpe(RSAI)	art. rizika(esamų)	sharpe(esamų)	art. rizika(esamų su senais sv.)	sharpe(esamų su senais sv.)
1	7.256570e-003	5.733015e-002	9.557898e-003	1.852811e-001	9.557898e-003	2.204673e-001
2	1.032055e-002	2.781715e-001	1.619960e-002	2.829141e-001	1.619960e-002	2.503206e-001
3	6.934226e-003	2.942814e-001	9.075356e-003	3.462389e-001	9.075356e-003	2.983874e-001
4	9.521979e-003	1.719811e-001	1.112827e-002	2.808359e-001	1.112827e-002	2.442606e-001
5	1.032057e-002	2.973965e-002	1.041580e-002	-3.567857e-002	1.041580e-002	7.048310e-003
6	8.971171e-003	9.776969e-005	1.023220e-002	1.927987e-002	1.023220e-002	3.157235e-002
7	1.966879e-002	-2.172750e-001	1.974767e-002	-1.373135e-001	1.974767e-002	-2.441375e-001
8	1.755418e-002	8.359782e-002	2.052631e-002	8.789541e-002	2.052631e-002	8.072498e-002
9	9.415663e-003	1.803874e-001	1.143612e-002	2.776135e-001	1.143612e-002	1.760280e-001

Periodas	rizika(Pasirinkto)	sharpe(Pasirinkto)	art. rizika(esamų)	sharpe(esamų)	art. rizika(esamų su senais sv.)	sharpe(esamų su senais sv.)
1	8.535611e-003	1.377754e-001	9.557898e-003	1.852811e-001	9.557898e-003	2.204673e-001
2	8.753615e-003	1.661834e-001	1.619960e-002	2.829141e-001	1.619960e-002	2.503206e-001
3	7.521927e-003	2.376754e-001	9.075356e-003	3.462389e-001	9.075356e-003	2.983874e-001
4	6.540254e-003	2.247664e-001	1.112827e-002	2.808359e-001	1.112827e-002	2.442606e-001
5	5.489301e-003	1.278367e-001	8.142598e-003	-9.160223e-002	8.142598e-003	-2.639257e-002
6	1.022093e-002	-5.015239e-002	1.023220e-002	1.927987e-002	1.023220e-002	3.157235e-002
7	1.815727e-002	-2.467883e-001	1.821606e-002	-1.618992e-001	1.821606e-002	-2.638897e-001
8	1.519212e-002	7.901978e-002	2.052631e-002	8.789541e-002	2.052631e-002	8.072498e-002
9	1.137473e-002	1.796821e-001	1.143612e-002	2.776135e-001	1.143612e-002	1.760280e-001

Beta prie artimiausių rizikų:

Periodas	rizika(RSAI)	E(RSAI)	art. rizika(esamų)	beta(esamų)	art. rizika(esamų su senais sv.)	beta(esamų su senais sv.)
1	7.256570e-003	4.831823e-004	9.557898e-003	1.104231e+000	9.557898e-003	1.136514e+000
2	1.032055e-002	2.921163e-003	1.619960e-002	9.672859e-001	1.619960e-002	1.034839e+000
3	6.934226e-003	2.088926e-003	9.075356e-003	1.049326e+000	9.075356e-003	4.362952e-001
4	9.521979e-003	1.732093e-003	1.112827e-002	9.555317e-001	1.112827e-002	1.019197e+000

5	1.032057e-002	4.235406e-004	1.041580e-002	5.169205e-001	1.041580e-002	5.739355e-001
6	8.971171e-003	2.104307e-004	1.023220e-002	1.000000e+000	1.023220e-002	1.036111e+000
7	1.966879e-002	-3.979809e-003	1.974767e-002	9.179942e-001	1.974767e-002	5.284189e-001
8	1.755418e-002	1.654676e-003	2.052631e-002	1.000000e+000	2.052631e-002	1.000000e+000
9	9.415663e-003	1.822809e-003	1.143612e-002	1.170621e+000	1.143612e-002	8.692408e-001

Periodas | rizika(Pasirinkto) | E(Pasirinkto) | art. rizika(esamų) | beta(esamų) | art. rizika(esamų su senais sv.) |
beta(esamų su senais sv.)

1	8.535611e-003	1.243160e-003	9.557898e-003	1.104231e+000	9.557898e-003	1.136514e+000
2	8.753615e-003	1.504985e-003	1.619960e-002	9.672859e-001	1.619960e-002	1.034839e+000
3	7.521927e-003	1.836089e-003	9.075356e-003	1.049326e+000	9.075356e-003	4.362952e-001
4	6.540254e-003	1.564522e-003	1.112827e-002	9.555317e-001	1.112827e-002	1.019197e+000
5	5.489301e-003	8.183442e-004	8.142598e-003	9.454360e-001	8.142598e-003	9.803968e-001
6	1.022093e-002	-3.030505e-004	1.023220e-002	1.000000e+000	1.023220e-002	1.036111e+000
7	1.815727e-002	-4.187273e-003	1.821606e-002	8.698936e-001	1.821606e-002	5.830179e-001
8	1.519212e-002	1.387663e-003	2.052631e-002	1.000000e+000	2.052631e-002	1.000000e+000
9	1.137473e-002	2.168177e-003	1.143612e-002	1.170621e+000	1.143612e-002	8.692408e-001

6 PRIEDAS. REZULTATŲ FAILAS „PORTFELIAI SU VIENODAIS SVORIAIS. SUVESTINĖ.TXT“

Pasirinkus vienų metų ilgio periodą, atrinkimą pagal didžiausias grąžas, atrenkant 10 įmonių duomenis, (įrašius programoje veiksmų seką [1 7 10 0 1]) gaunas toks rezultatų failas – suvestinė apie portfelius, sudarytus iš aktyvų su vienodais svoriais.

Portfeliai su vienodais svoriais (suvestinė)

RF neįtrauktas

Periodas	Rizika	Graža
1	5.824763e-003	8.512148e-004
2	9.731612e-003	3.953686e-003
3	6.936056e-003	2.667737e-003
4	7.626759e-003	2.275519e-003
5	7.997743e-003	9.374767e-005
6	9.792237e-003	4.444320e-004
7	1.930840e-002	-5.057702e-003
8	1.937167e-002	2.315882e-003
9	1.073514e-002	2.688870e-003

Portfeliai su vienodais svoriais (suvestinė)

RF įtrauktas

Periodas	Rizika	Graža
1	5.436446e-003	7.989446e-004
2	9.082838e-003	3.693459e-003

3	6.473652e-003	2.493109e-003
4	7.118308e-003	2.130117e-003
5	7.464560e-003	9.527185e-005
6	9.139421e-003	4.287734e-004
7	1.802117e-002	-4.700940e-003
8	1.808023e-002	2.173969e-003
9	1.001947e-002	2.517902e-003

KOMPAKTINIS DISKAS