



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS

Ieva Kudirkaitė

LIETUVOS PENSIJŲ FONDŲ EFEKTYVUMO IR
RIZIKINGUMO KLASĖS NUSTATYMAS

Baigiamasis magistro projektas

Darbo vadovas
Doc. dr. Audrius Kabašinskas

KAUNAS, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS

**LIETUVOS PENSIJŲ FONDŲ EFEKTYVUMO IR
RIZIKINGUMO KLASĖS NUSTATYMAS**

Baigiamasis magistro projektas
Taikomoji matematika 621G10003

Vadovas

Doc. dr. Audrius Kabašinskas

Recenzentas

Swedbank Life Insurance SE
Lietuvos filialo direktorius
Evaldas Valeiša

Projektą atliko

Ieva Kudirkaitė

KAUNAS, 2015



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MATEMATIKOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS

Ieva Kudirkaitė

Taikomoji matematika 621G10003

Lietuvos pensijų fondų efektyvumo ir rizikingumo klasės nustatymas

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

2015 m. birželio mėn. 11 d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Ievos Kudirkaitės**, baigiamasis darbas tema „Lietuvos pensijų fondų efektyvumo ir rizikingumo klasės nustatymas“ yra parašytas visiškai savarankiškai, o visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena darbo dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymu nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

(studento vardas ir pavardė, įrašyti ranka)

(parašas)

Kudirkaitė I. Efficiency and risk class evaluation for Lithuanian pension funds: Master's work in applied mathematics / supervisor dr. assoc. prof. A. Kabašinskas; Department of Mathematical Modelling, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Kaunas University of Technology. – Kaunas, 2015. – 75 p.

SUMMARY

This master's work target is to perform Lithuania's second stage pension funds analysis of the period from 01/01/2007 to 12/31/2013. Also determine the phases of the business cycle, based on the S&P 500 index historical data.

According to the information given on the website of The Bank of Lithuania - pension funds under the risk groups are divided into four groups by the number of stocks they contain (a conservative investment, low part of stocks, the average part of stocks and stocks pension funds). So in this work performed a cluster analysis and the target was to approve or deny that the pension funds are distributed into four risk groups. The results, which obtained with both hierarchical and *k*-means methods, showing that the pension funds are divided into three similarity groups, but not into four groups.

To determine the business cycle phases, based on technical analysis indicators - Bollinger bands, MACD indicator and MACD histogram. These are the main indicators applied by investors. It was found that during the period, cycle of its direction changed six times - received 6-cycle phases.

Pension funds evaluate the effectiveness of applied Sharpe, Treynor and Sortino ratios. Once the most effective pension fund in each of the four pension fund groups was assessed, then performed an analysis of the business cycle phases. The results show that the most effective funds in 1st phase are those that belong to the conservative investment pension funds and in 2nd and 6th phases the most efficient funds are those that belong to the average part of stocks or stocks pension funds groups.

TURINYS

Ižanga	6
1 Literatūros apžvalga	7
1.1.1 Pensijų sistema Lietuvoje	8
1.2 Verslo ciklas	9
1.3 Fundamentaliosios analizės samprata	10
1.4 Techninės analizės samprata	11
2 Medžiagos ir tyrimų metodai	12
2.1 Efektyvumo vertinimas	12
2.2 Techninės analizės indikatoriai	13
2.3 Klasterinė analizė	20
Klasterinės analizės metodai	21
2.3.1 Hierarchiniai metodai	22
2.3.2 Nehierarchiniai metodai	24
2.4 Duomenys	25
2.5 Programinė realizacija ir instrukcija vartotojui	26
3 Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas	28
3.1 Verslo ciklą ir fazių nustatymas	28
3.2 Pensijų fondų veiklos analizė	31
3.2.1 Pelningumas	31
3.2.2 Statistiniai rodikliai	34
3.2.3 Pensijų fondų efektyvumas	35
3.2.4 Pensijų fondų grąžų pasiskirstymas	38
3.2.5 Koreliacinė analizė	39
3.2.6 Dispersinė analizė	40
3.2.7 Pensijų fondų analizė verslo cikle	40
3.3 Pensijų fondų klasterizavimas	50
3.3.1 Hierarchinis metodas	50
3.3.2 Nehierarchinis metodas	55
3.4 Diskusijos	59
Išvados	61
Literatūros sąrašas	63
1 Priedas	65
2 Priedas	71
3 Priedas	72
4 Priedas	73
5 Priedas	75

Ižanga

Kadangi pasaulyje žmonių gimstamumas mažėja, o vidutinė gyvenimo trukmė ilgėja, todėl ateityje daugeliui valstybių bus vis sunkiau užtikrinti gyventojams pakankamai dideles valstybines pensijas. Lietuvoje taip pat prognozuojama tokia ateities situacija.

Dėl minėtų demografinių tendencijų prognozuojama, kad pažangiose valstybėse vis mažiau darbuotojų (dėl mažo gimstamumo ir emigracijos) turės išlaikyti vis daugiau pensininkų (dėl ilgesnės gyvenimo trukmės). Ši numatoma situacija buvo priežastis Lietuvos pensijų sistemos reformai 2004 metais. Pagal šią reformą, Lietuvoje yra numatomi trys lėšų senatvei kaupimo šaltiniai – vadinamosios pensijų pakopos (*I-oji*, *II-oji* ir *III-oji*). *II-oje* ir *III-oje* pakopose gyventojai investuoja į pensijų fondus, kurie kaupdami, kad ir nedidelius įnašus, sukaupia dideles lėšas, kurios tampa vis svarbesniu investicinio kapitalo šaltiniu. Pensijų fondai ir jų reikalingumas yra svarbūs ne tik socialine prasme, bet ir šalies ekonomine, kadangi pensijų sistema sukurta, kad stiprintų šalies finansų rinką, todėl pensijų fondams itin svarbu gerai pasirinkti atitinkamą investavimo strategiją (investuoti tik į vyriausybės vertybinius popierius, tik į akcijas arba dalinai ir į vyriausybės vertybinius popierius ir į akcijas).

Šio magistrinio darbo tikslai – susipažinti su Lietuvos pensijų sistema ir verslo ciklų teorija, atlikti *II-osios* pensijų pakopos išsamią analizę, pagal kurią gyventojas galėtų spręsti, koku metu, kurį pensijų fondą jam yra palankiausia rinktis, bei į jį investuoti. Taip pat sukurti programinę realizaciją, kurią naudojant būtų galima analizuoti, bei identifikuoti verslo ciklo fazes, taikant techninės analizės indikatorius.

Šiai analizei atlikti pasirinkta naudoti aštuonioliką pensijų fondų, kuriuos valdo penkios skirtingos bendrovės: *UAB „DNB investicijų valdymas“*, *UAB „Finasta Asset Management“*, *UAB „SEB Investicijų valdymas“*, *UAB „Swedbank Investicijų valdymas“* ir *ERGO Life Insurance SE*. Taip pat darbe analizuojamas verslo ciklas, bei identifikuojamos jo fazės. Šiam tikslui pasirinktas *S&P 500* indeksas, kuris yra sudarytas iš didžiausių ir likvidžiausių JAV įmonių akcijų. Darbo analizė atlikta nagrinėjant istorinius duomenis laikotarpiu 2007 01 01 – 2013 12 31.

Dalis magistrinio darbo rezultatų buvo pristatyti konferencijoje „Matematika ir matematikos dėstymas – 2015“. Taip pat *XIII* studentų konferencijoje „Matematika ir gamtos mokslai: teorija ir taikymai“, bei išspausdinta konferencijos leidinyje. Be to, yra parengtas straipsnis ir įteiktas žurnalui „Economic Research-Ekonomska Istraživanja“.

1 Literatūros apžvalga

Mokslinėje, bei kitų publikacijų literatūroje nustatyta, kad pensijų fondai pagal investavimo strategijas skirstomi į keturias didėjančio rizikingumo grupes [1]:

- Konservatyvaus investavimo (investuojantys tik į Vyriausybės vertybinius popierius) – tai fondai, kurių turtas investuojamas tik į šalies centrinio banko ar Europos centrinio banko išleistus vertybinius popierius [1];
- Mažos akcijų dalies (apie 33 procentus lėšų investuojančius į Vyriausybės vertybinius popierius) – tai mažai rizikingi fondai, kuriuose investicijos į akcijas siekia iki 20-30 proc. turto ir labiausiai tinka investuotojams, kurie nori didesnio pajamingumo, tačiau jautrumas rizikai pakankamai didelis [1];
- Vidutinės akcijų dalies (investicijos į akcijas siekia 30 – 70 proc.) – tai vidutinio rizikingumo fondai, labiausiai tinkantys investuotojams, kurie domisi ir išmano kapitalo rinką bei suvokia rizikos laipsnį [1];
- Akcijų (investuojančius tik į įmonių vertybinius popierius) – tai labai rizikingi fondai, kuriuose investicijos į akcijas siekia nuo 70 iki 100 proc., todėl jį renkami investuotojai, kurie nori didžiausio pajamingumo ir yra mažai jautrūs rizikai dėl stiprios finansinės padėties ar kitų asmeninių priežasčių [1].

Pensijų fondų investicijų vertė gali tiek kilti, tiek kristi, todėl kiekvieno pensijų fondo veiklos laikotarpiu galimi šių fondų investicinių vienetų verčių svyravimai. Su pensijų fondų investicijomis yra susijusios šios rizikos:

Kredito rizika – sukaupto turto vertės sumažėjimo rizika dėl skolos vertybinių popierių emitentų, į kurių finansines priemones investuoja pensijų fondas, nesugebėjimo įvykdyti savo finansinių įsipareigojimų. Kredito rizika yra valdoma, laikantis investicijų diversifikavimo taisyklių, atidžiai pasirenkant patikimas sandorio šalis [2].

Palūkanų normos rizika – rizika patirti nuostolius dėl nepalankių palūkanų pokyčių, kurie gali turėti įtakos skolos vertybinių popierių, į kuriuos investuoja pensijų fondas, kainoms. Palūkanų normos rizika draudžiama, įsigyjant trumpesnio laikotarpio skolos vertybinius popierius [2].

Valiutos kurso rizika – tai rizika patirti nuostolius dėl nepalankaus užsienio valiutų kurso pokyčių euro atžvilgiu. Siekiant sumažinti valiutų kurso pokyčių riziką, didžioji dalis lėšų investuojama nacionaline valiuta [2].

Rinkos svyravimo rizika – tai rizika, jog sukaupto turto vertė gali sumažėti, esant neigiamiems pokyčiams kapitalo rinkose. Rizika ribojama, pensijų fondo lėšas investuojant

ilgesniam laikotarpiui į geras ateities perspektyvas turinčias finansines priemones, taip pat laikantis investicijų diversifikavimo taisyklių. Nepaisant to, egzistuoja neigiamų makroekonominių pokyčių galimybė, kas gali turėti įtakos visai finansinių priemonių rinkai. Rinkos svyravimo riziką gali valdyti pats pensijų kaupimo dalyvis, rinkdamasis investavimo strategiją, atsižvelgiant į savo amžių. Dalyvis, kurio amžius artėja prie senatvės pensijos amžiaus, turėtų rinktis vis mažesnės akcijų dalies pensijų fondus [2].

Rinkos likvidumo rizika – rizika patirti nuostolius dėl mažo rinkos likvidumo, kuris neleidžia parduoti finansines priemones norimu laiku už pageidautiną kainą. Siekiant išvengti likvidumo rizikos, investuojama į likvidžias finansines priemones, kad esant poreikiui, jas būtų galima parduoti per kuo įmanomai trumpesnę laiką [2].

Sandorio šalies rizika – rizika patirti nuostolius dėl sandorio šalies nesugebėjimo įvykdyti savo finansinius įsipareigojimus, kurie buvo prisiimti sudarant sandorį. Siekiant sumažinti sandorio šalies riziką, bendrovė sudarys sandorius daugiausia su žemos rizikos kredito įstaigoms ar finansų įstaigoms [2].

Infliacijos rizika – realus pensijų fondo turto prieaugis gali būti mažesnis dėl infliacijos, t.y. išaugus infliacijai, pensijų fondo investicinio vieneto vertė gali atitinkamai sumažėti [2].

Šalies (politinė) rizika – tai rizika, kad dėl tam tikrų politinių įvykių atskirame regione gali nuvertėti arba būti prarasta dalis pensijų fondo investicijų. Vengiant šios rizikos didžioji pensijų fondo turto dalis investuojama politiškai stabiliose šalyse, taip pat siekiama kuo plačiau paskirstyti investicijas tarp įvairių šalių, tokiu būdu sumažinant atskiros šalies rizikos įtaką bendram pensijų fondo investicijų portfeliui [2].

Operacinė rizika – rizika patirti nuostolius dėl žmonių, sistemų, netinkamų ar klaidingų vidaus procesų arba dėl išorės įvykių įtakos. Ši rizika mažinama, aprašant, atskleidžiant ir laikantis rizikų valdymo procedūrų [2].

1.1.1 Pensijų sistema Lietuvoje

Pirmą kartą pensijų sistema Lietuvoje buvo reformuota 2004 m. Iki tol egzistavusią sistemą sudarė tik vienos rūšies – valstybinio socialinio draudimo – mokama pensija, besiremianti kartų solidarumo ir lėšų perskirstymo principais. Pensijos buvo finansuojamos iš surinktų mokesčių – iš dirbančiųjų gauti pinigai nebuvo kaupiami, o skiriami einamosioms pensijoms išmokėti [3].

Dabartinė pensijų sistema, susidedanti iš trijų pakopų, sudaro galimybes kiekvienam individualiai kaupti savo pensiją atskiruose fonduose, kartu gaunant ir valstybinio socialinio

draudimo (SoDra) mokamą pensiją. Privačių kaupiamųjų pensijų fondų veikla remiasi kaupiamų lėšų investavimu, siekiant išsaugoti įmokų vertę ir auginti pelną [3].

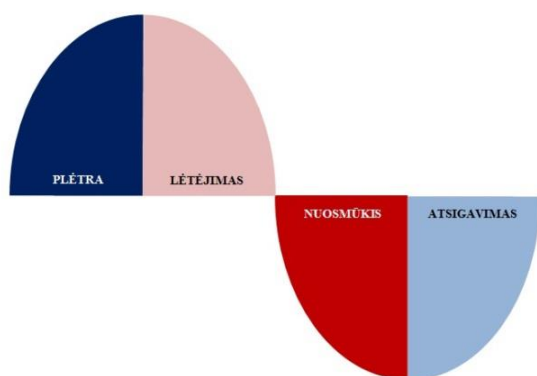
Lietuvoje egzistuojančios trys pensijų pakopos:

- ✓ I pensijų pakopa – valstybinė pensija. Valstybinė („Sodros,“) pensija bus mokama iš ateityje dirbančiųjų sumokėtų mokesčių „Sodrai“ [4].
- ✓ II pakopos pensijų fondai. Investuojama dalis dabar valstybės surinktų „Sodros“ mokesčių, kurie kaupiami žmogaus asmeninėje pensijų fondo sąskaitoje [4].
- ✓ III pakopos pensijų fondai. Investuoja pats žmogus, bet valstybė skatina, nes taiko gyventojų pajamų mokesčio lengvatą. Uždirbama ne tik iš investavimo, bet ir iš lengvatos [4].

Šiuo metu vidutinė pensija Lietuvoje sudaro tik 35 proc. vidutinio atlyginimo, o daugiau uždirbantiems šis procentas dar mažesnis, tad, norint senatvėje užsitikrinti neblogesnę gyvenimo kokybę, būtinas papildomas kaupimas. [3]

1.2 Verslo ciklas

Verslo ciklas - tai periodiniai ekonominio aktyvumo svyravimai. Dažniausiai verslo ciklas yra suskirstomas į 4 pagrindines ciklo stadijas: plėtrą, lėtėjimą, nuosmukį bei atsigavimą. Iš pradžių ekonomika veikia pilnu pajėgumu, tačiau laikui bėgant persisotina ir pradeda vėsti, kartais tai pereina į gana rimtą „atšalimą“, kitaip tariant recesiją, tačiau kad ir koks rimtas būtų nuosmukis, ekonominė situacija anksčiau ar vėliau stabilizuojasi bei po truputi įgauna pagreitį ir vėl visas ciklas kartojasi iš naujo [7]. Grafiškai verslo ciklas pavaizduotas **1.1 Pav.**



1.1 Pav. Verslo ciklo fazės

Pirmoji – plėtros stadija. Šioje stadijoje įmonių veikla yra pelninga, gamyba plečiasi, infliacija iš lėto auga, pajėgumų išnaudojimas auga, dažniausiai kyla ir gaunamas atlyginimas.

Taip pat vartotojų pasitikėjimas didėja, finansų patarėjai pabrėžia ekonomikos pakilimą, o akcijų kainos kyla [7].

Po plėtros stadijos anksčiau ar vėliau prasideda lėtėjimas. Šioje stadijoje pagrindiniai makroekonominiai rodikliai vis dar atrodo ganėtinai teigiami – gamybos bei pajėgumų išnaudojimo lygis aukštas, darbo užmokestis auga, atrodytų kad „pasaka“ tęsiasi toliau. Tačiau galima pastebėti pirmuosius perspėjimo ženklus – infliacija kelia didelį susirūpinimą, ir nors finansų patarėjai vis dar pabrėžia pakilimą, atsiranda perspėjimų (dažniausiai iš centrinių bankų) apie ekonomikos perkaitimą, o akcijų kainos jau kuris laikas nebekyla arba net pradeda smukti [7].

Iš lėtėjimo stadijos ekonomika dažnai, tačiau nebūtinai visada, pereina į nuosmukio stadiją, arba kitaip tariant recesiją. Pagrindiniai makroekonominiai rodikliai atrodo ganėtinai prastai – įmonių pelnai krenta, gamybos apimtys traukiasi, nedarbas auga, tačiau infliacija jau nebe problema. Šioje ciklo stadijoje darbo rinkos naujienos neigiamos, vartotojų pasitikėjimas smunka, finansų patarėjai pradeda akcentuoti saugumą, akcijų kainų kritimas įgauna pagreitį [7].

Tačiau, kad ir koks galingas nuosmukis bebūtų, anksčiau ar vėliau prasideda ekonomikos atsigavimas. Ir nors šioje stadijoje dauguma pagrindinių makroekonominių rodiklių vis dar neatrodo labai pozityviai, tačiau jie jau neblogėja – pajėgumų išnaudojimas stabilizuojasi, gamyba stabilizuojasi, prekių atsargos pradeda mažėti [7].

Tuo tarpu, būtent atsigavimo stadijoje galima pastebėti nemažai tam tikrų prieštaravimų – pavyzdžiui: šioje stadijoje įmonių pelnai vis dar kelia nerimą, tačiau akcijų kainos bei vartotojų pasitikėjimas jau kyla [7].

Ciklo trukmė apibrėžiama tarp dviejų aukščiausių pakilimo taškų (ekonomikos pikų) arba tarp dviejų žemiausių taškų (recesijų). Kilimo būseną tęsiasi nuo žemiausio aktyvumo taško iki aukščiausio taško. Smukimo fazė tęsiasi nuo piko iki žemiausio aktyvumo taško. Šios ekonomikos ciklo fazės kartoja nuolat, skiriasi tik jų trukmė. Verta pabrėžti, kad kai kurie smukimai yra virš krypties linijos t.y. ekonomikos pakilimo metu įvyksta trumpi kritimai. Taip pat gali būti ir su kilimo būseną [8].

Ciklų struktūra yra vienoda, tačiau jie nėra reguliarūs [8].

1.3 Fundamentaliosios analizės samprata

Bendrajai prasme, fundamentali analizė – tai įmonės esamos finansinės būklės ir ateities perspektyvų analizės metodas, kuriuo siekiama nustatyti tikrąją akcijos vertę. Akcijos vertė nustatoma analizuojant ne tik kompanijos vidinę būklę, bet ir ją įtakančius išorės veiksnius, pvz.: konkurencinę aplinką, makroekonominę, politinę situaciją ir kitus [9].

Dažniausiai kalbant apie fundamentaliąją analizę turima omenyje akcijų vertės nustatymas, tačiau fundamentalią analizę galima taikyti visiems investiciniams instrumentams, pradedant nuo obligacijų ir baigiant išvestiniais instrumentais. Fundamentali analizė atliekama netgi siekiant įvertinti pramonės sektoriaus ar visos ekonomikos perspektyvas [9].

1.4 Techninės analizės samprata

Techninė analizė (TA) – rinkos būsenos analizė, pagrįsta praeities kainų sinteze. Šioje analizėje naudojami grafikai, vaizduojantys kainų dinamiką per tam tikrus laikotarpius. Techninė analizė taip pat padeda susidaryti bendrą rinkos vaizdą einamuoju momentu. Techninė analizė remiasi tuo, kad kainoje atsispindi visi rinką įtakojantys faktoriai – ekonominiai, politiniai, psichologiniai ir kiti – visi jie sudaro bendrą kainos judesį. Techninę analizę bendrąja prasme galima įvardinti, kaip kainos prognozavimo metodą, besiremiantį matematiniais (ne ekonominiais) paskaičiavimais [10].

Praktinis techninės analizės naudojimas grindžiamas aksiomomis:

- ✓ *Aksioma 1.* Kaina apima viską.

Bet kuris rinkos faktorius, darantis poveikį kainai, – ekonominis, politinis, psichologinis – iš anksto įtrauktas į kainą ir atsispindi kainos grafike [10].

- ✓ *Aksioma 2.* Kainos juda kryptingai.

Ši aksioma tapo pagrindu, kuriant visas TA metodikas. Pagrindinė TA užduotis yra kainos judėjimo krypties (arba tendencijos, arba trendo) nustatymas ir šios išvados pritaikymas prekyboje [10].

- ✓ *Aksioma 3.* Istorija kartojasi.

Analitikai daro prielaidas, kad jeigu tam tikri analizės būdai veikė praityje, tai jie veiks šiandien ir rytoj, kadangi jų veikimas yra pagrįstas amžiais nekintančia žmogaus psichologija [10].

Techninė analizė - tai rinkos dinamikos tyrimas, dažniausiai grafikų pagalba, siekiant prognozuoti būsimą kainų judėjimo kryptį [10].

2 Medžiagos ir tyrimų metodai

2.1 Efektyvumo vertinimas

Efektyvumo rodikliai visiems vertybinių popierių portfeliams ar fondams yra svarbūs rodikliai, kurie apibūdina turto elgesį (pokyti). Mokslinėje literatūroje jie yra plačiai naudojami siekiant nustatyti valdomo turto veiklos rezultatus. Efektyvumo rodikliai kitaip dar gali būti vadinami kaip rizikos matai. Efektyvumo rodiklių yra daug, tačiau vieni pagrindinių:

- ✓ *Šarpo koeficientas* apibrėžiamas kaip vidutinės portfelio grąžos ir vidutinės nerizikingos grąžos (palūkanų normos) skirtumas, padalintas iš portfelio grąžos standartinio nuokrypio. Šis koeficientas įvertina visą portfelio riziką, apimdamas vidutinės grąžos standartinį kvadratinį nuokrypį. Rodiklis rodo, kokia premijos dalis už rizikingąjį portfelį tenka vienam bendrosios rizikos (kintamumo) vienetui. *Šarpo* rodiklis akcentuoja bendrąją fondo riziką [5].

$$\text{Šarpo koeficientas} = \frac{R_p - R}{\sigma_p} \quad (2.1)$$

čia R_p - vidutinė pensijų fondo pelno norma (grąža);
 σ - pensijų fondo standartinis nuokrypis (rizika);
 R - lyginamasis indeksas, arba kitas lyginamasis dydis.

- ✓ *Sortino* rodiklis apibrėžiamas kaip vidutinės portfelio grąžos ir vidutinės nerizikingos grąžos (palūkanų normos) skirtumas, padalintas iš neigiamų portfelio grąžų standartinio nuokrypio. *Sortino* rodiklis yra labai panašus į *Šarpo* rodiklį. Vienintelis skirtumas yra tas, kad skaičiuojant standartinį nuokrypį naudojamos tik neigiamos reikšmės. Didelė *Sortino* reikšmė rodo žemą nuostolių riziką [6].

$$\text{Sortino rodiklis} = \frac{R_p - R}{\sigma_{pK}} \quad (2.2)$$

čia R_p - vidutinė pensijų fondo pelno norma (grąža);
 σ - pensijų fondo standartinis nuokrypis (rizika);
 σ_{pK} - koreguotas portfelio standartinis nuokrypis. Čia skaičiuojamas ne įprastas standartinis nuokrypis. Šių skaičiavimų imčiai atrenkami tik neigiami pokyčiai ($R_p - R < 0$), eliminuojant teigiamus [6].

- ✓ *Treynoro* rodiklis – populiarus investicinių portfelių (daugiausia investicinių fondų) efektyvumo vertinimo rodiklis. Kaip ir *Šarpo* rodiklis, *Treynoro* rodiklis lygina investicinio fondo ar kito portfelio grąžą virš nerizikingos grąžos, atsižvelgiant į rizikos lygį. Skaičiavimuose naudojamas 'beta' rodiklis turi tam tikrų pranašumų prieš

standartinį nuokrypį, kuris naudojamas Šarpo rodiklio skaičiavimo atveju. Treynoro rodiklis akcentuoja sisteminę riziką [27]

$$\text{Treynoro rodiklis} = \frac{R_p - R}{\beta_p}, \quad (2.3)$$

$$\beta = \frac{\text{Cov}(R_p, R)}{\text{Var}(R)} \quad (2.4)$$

čia R_p - vidutinė pensijų fondo pelno norma (grąža);

β - tai charakteringosios linijos nuolydis, kuris išreiškia portfelio grąžos santykinį nepastovumą bendros rinkos grąžos atžvilgiu.

R – lyginamasis indeksas, arba kitas lyginamasis dydis.

Treynoro koeficientas (atlygio už nepastovumą koeficientas) yra išreiškiamas kaip gautas perteklinis pelningumas [28].

2.2 Techninės analizės indikatoriai

Visus techninės analizės indikatorius galima suskirstyti į dvi grupes:

- Grafiniai techninės analizės modeliai (krypties linijos, atraminiai, pasipriešinimo lygiai);
- Matematiniai techninės analizės modeliai (slankieji vidurkiai, osciliatoriai) [11].

Techninės analizės indikatorius galima sugrupuoti į tris pagrindines indikatorių grupes, sugebančias identifikuoti pirkimo ir pardavimo signalus:

- Krypties indikatoriai;
- Osciliatoriai;
- Mišrieji indikatoriai [11].

Krypties indikatoriai. Manoma, jog šie indikatoriai geriausiai formuoja signalus, kai rinka turi kryptį. Šių tipų indikatoriams yra priskiriami slankieji vidurkiai, kryptinė sistema ir kiti indikatoriai [11].

Osciliatoriai. Osciliatorius galima apibrėžti kaip indikatorius, kurie skirti parodyti rinkos kryptį, bei pačios krypties ekstremumus, t.y. vietas, kuriose rinkos kryptis gali pasikeisti. Osciliatoriai, priešingai nei krypties linijos, geriau veikia pastovios krypties neturinčioje rinkoje. Taip pat dar vienas skirtumas tarp krypties linijų ir osciliatorių yra tai, kad šie indikatoriai dažniausiai yra aplenkiantys ar sutampantys su rinka, kai tuo tarpu krypties linijos yra priskiriamos vėluojančių indikatorių grupei. Reikėtų atkreipti dėmesį ir į tai, kad šie indikatoriai dažniausiai naudojami kaip antriniai, pagalbiniai indikatoriai, kuriais remiantis yra priimami tam tikri sprendimai. Šių

tipų indikatoriums yra priskiriami santykinio stiprumo indeksai, impulso ir kiti signalus formuojantys indikatoriai [11].

Mišrieji indikatoriai. Šie indikatoriai tiria rinkos jėgų pusiausvyrą, išvestinių instrumentų rinkas, pinigų srautus. Galima teigti, jog šie indikatoriai gali būti atsiliekančios arba aplenkiančios. Šiuos indikatorius galima išskirstyti dar smulkiau:

- Rinkos nuotaikos indikatoriai;
- Pinigų srautų;
- Rinkos platumo ir kiti [11].

Techniniai indikatoriai dažniausiai yra brėžiami virš ar po kainos grafiku, arba kai kurie iš jų būna vaizduojami prie pat kainos linijos, t. y. pačiame kainos grafike. Vieni populiariausių indikatorių, vaizduojamų pačiame grafike, yra diapazonų (kanalų) – pvz., Bolingerio bangos (angl. *Bollinger Bands*) ir įvairių tipų slankiųjų vidurkių (angl. *Moving average*, MA) indikatoriai. Tuo tarpu MACD, Stochastinis Osciliatorius, lyginamosios jėgos indeksas (RSI) ir kiti yra pateikiami ir vaizduojami virš arba po kainų grafikais [12].

Trendas

Trendas - tai sekų komponentė, išreiškianti bendrą didėjimo arba mažėjimo tendenciją.

Dažniausiai trendas surandamas naudojant mažiausių kvadratų metodą bei regresinę analizę. Trendas yra nusakomas algebrine funkcija. Ji kaip ir regresijos atveju, gali būti parinkta įvairiausių pavidalų [13].

Tiesinis sekų trendas yra aproksimuojamas tiesinės regresijos lygtimi

$$y = ax + b, \quad (2.5)$$

kur x - yra rodiklio eilės numeris laiko eilutėje. Krypties koeficientas b lemia aproksimuojančios kreivės polinkį. Jo reikšmė parodo rodiklio kaitos intensyvumą. Jei koeficientas b yra teigiamas tai ir rodiklio reikšmė auga, jei neigiamas – mažėja [13].

Norint gauti tokią tiesinę funkciją, kuri geriausiai apibūdintų nagrinėjamus duomenis, galima taikyti mažiausių kvadratų metodą. Šis metodas leidžia tarp visų galimų tiesių surasti tokią, kuri būtų nutolusi nuo stebėtų taškų mažiausiai. Mažiausių kvadratų metodo pavadinimas atspindi faktą, kad minimizuojama liekamųjų paklaidų e (atstumų tarp tiesės ir stebėtų taškų) kvadratų suma [14].

$$\sum_{i=1}^n e_i^2, \quad e = y - \hat{y}. \quad (2.6)$$

Slankieji vidurkiai

Slankieji vidurkiai sušvelnina kainos svyravimus ir yra trendo sekimo indikatoriai, kurie neprognozuoja trendo krypties, bet leidžia nustatyti dabartinę trendo kryptį su tam tikru vėlavimu. Šis vėlavimas atsiranda, kadangi slankiųjų vidurkių reikšmė nustatoma pagal praities kainų reikšmes. Nepaisant šių rodiklių vėlavimo, jie leidžia išlyginti kainos trumpalaikius svyravimus. Be to, slankieji vidurkiai sudaro pagrindą daugeliui kitų indikatorių (pvz.: *Bollinger bands*, MACD ir kiti) [15].

SMA – paprastas slankusis vidurkis. EMA – eksponentinis slankusis vidurkis. Abu šie indikatoriai naudojami išlyginti kainos svyravimus ir nustatyti kainos tendą arba vidutinę kainos kainą, priklausomai nuo to, kuris ir kokio periodo indikatorius naudojamas [15].



2.1 Pav. SMA ir EMA kreivės

Paprastas slankusis vidurkis (SMA) yra nustatomas, apskaičiavus vidutinę kainą per tam tikrą laikotarpį skaičių [12]. Bendroju atveju paprastas p dienų slankusis vidurkis apskaičiuojamas pagal

$$SMA(p) = \frac{\sum_{i=1}^p K_i}{p} \quad (2.7)$$

čia K – kaina.

Eksponentinis slankusis vidurkis (EMA) sumažina vėlavimą, kadangi šio rodiklio skaičiavimo metu naujesni kainų duomenys turi didesnę lyginamąją svorį, kuris priklauso nuo slankiojo vidurkio periodų skaičiaus [12]. Bendroju atveju p dienų EMA apskaičiuojamas pagal

$$EMA(p) = K(t) \cdot k + EMA(t-1) \cdot (1-k), \quad k = \frac{2}{p+1} \quad (2.8)$$

čia $K(t)$ – t dienos kaina;

$EMA(t-1)$ – $t-1$ dienos apskaičiuota EMA reikšmė;

p - dienų skaičius.

Bollinger Bands Indikatorius

Bolingerio juostų (*Bollinger Bands*) indikatorius yra vienas iš kintamumo arba svyravimų rodiklių. Šie svyravimai yra pagrįsti standartiniu nuokrypiu, kuris pasikeičia, svyravimams didėjant arba mažėjant. Indikatoriaus diapazono linijos prasiplečia, kai svyravimai rinkoje išauga, ir susiaurėja, svyravimams sumažėjus [12].



2.2 Pav. Bolingerio juostų indikatorius

Pagrindinis šio rodiklio tikslas – parodyti kainos pokyčio stiprumą arba silpnumą. Tokiu būdu, kainos judėjimas link viršutinės linijos parodo stiprumą, o ženklus kritimas prie apatinės linijos parodo silpnumą [12].

Bolingerio juostos formuojamos iš trijų linijų. *Vidurinė linija* – paprastas slankusis vidurkis. Žemiau pateiktoje formulėje, n reiškia slankiajam vidurkiui paskaičiuoti naudojamų laiko periodų skaičius (pvz. 20 dienų) [16].

$$\text{Vidurinė linija} = SMA(n) \quad (2.9)$$

Viršutinė linija – tai tas pats slankusis vidurkis, pakeltas į viršų per nustatytą skaičių standartinių nuokrypių [16].

$$\text{Viršutinė linija} = \text{Vidurinė linija} + \left(D \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - \text{Vidurinė linija})^2}{n}} \right) \quad (2.10)$$

čia D -nustatytas skaičius standartinių nuokrypių;

K – kaina;

n - laiko periodų skaičius.

Apatinė linija – slankiojo vidurkio linija nuleista žemyn per lygiai tiek pat standartinių nuokrypių (t.y. per D) [16].

$$\text{Apatinė linija} = \text{Vidurinė linija} - \left(D \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (K_i - \text{Vidurinė linija})^2}{n}} \right) \quad (2.11)$$

čia D -nustatytas skaičius standartinių nuokrypių;

K – kaina;

n - laiko periodų skaičius.

Pasak pačio metodikos išradėjo Džono Bolingerio, optimalus periodas yra 20 dienų. Trumpam periodui reiktų naudoti 10 dienų, o ilgam periodui – 50 dienų [17].

MACD (Moving Average Convergence/Divergence) indikatorius

Šis indikatorius priskiriamas tiek prie osciliatorių, tiek prie sudėtingų slankiųjų vidurkių klasės, nes jis yra ne kas kita, kaip patrauklesnį vaizdą turintis, dviejų paprastų (arba eksponentinių) slankiųjų vidurkių darbo rezultatas. Yra nuomonė, kad MACD stipriai sumažina įprastu būdu naudojamų slankiųjų vidurkių kombinacijų trūkumus [18].

Egzistuoja du MACD analizės ir braižymo būdai:

- linijinis MACD indikatorius, kurį dažniausiai investuotojai naudoja trendo analizei:



2.3 Pav. Linijinis MACD indikatorius

- MACD histograma - pagal analizės būdą ir pagal braižymo principą, yra tikslingiau priskirti prie osciliatorių:



2.4 Pav. MACD histograma

Linijinis MACD indikatorius dažniausiai, tačiau ne visuomet, braižomas išskaičiuojant 26 periodo vidurkį iš 12 periodo vidurkio, kur slankieji vidurkiai yra eksponentiniai. Tuomet ant

MACD grafiko papildomai punktyru pridedamas 9 periodo paprastasis slankusis vidurkis, kuris vykdo signalinės linijos funkcijas [18].

MACD indikatoriaus apskaičiavimui taikomi klasikiniai periodai pateikti (2.12) - (2.14) formulėse, tačiau tyrėjas gali pasirinkti naudoti ir kitokio ilgio periodus [19].

$$MACD = EMA(12) - EMA(26) \quad (2.12)$$

$$SIGNAL = EMA(MACD(9)) \quad (2.13)$$

čia EMA – eksponentinis slankusis vidurkis;

SIGNAL – signalinė indikatoriaus linija.

Tam, kad nubrėžti MACD histogramą, būtina išvesti signalinę liniją iš MACD linijos.

$$MACD \text{ histograma} = MACD - SIGNAL \quad (2.14)$$

Moderniuose vadovėliuose ir daugelyje kitų investavimo leidinių egzistuoja MACD ir MACD histogramos savokų ir aprašymų painiojimas. Painiava yra todėl, kad abu indikatoriai turi vienodus pavadinimus: MACD histograma ir MACD linijinio indikatoriaus atvaizdavimas histogramos pavidalu [18].

Stochastinis Osciliatorius

Stochastinis osciliatorius palygina uždarymo kainą su kainos kitimo diapazonu per nurodytą laikotarpį. Indikatorius paremtas teorija, jog kylant rinkoms (kylantis trendas), kainos bus linkusios stiebtis link pasiektų aukštumų, o rinkoms krentant – uždarymo kaina bus linkusi būti ties pasiektomis žemumomis. Rodiklis sudarytas iš dviejų linijų %K ir %D, o signalai atsiranda, kai stochastinis osciliatorius kerta savo slenkantį vidurkį arba %K ir %D susikerta [12].

Indikatoriaus formulė:

$$\%K = \frac{C-L}{H-L} \cdot 100 \quad (2.15)$$

čia C – naujausia uždarymo kaina;

L – nurodyto periodo žemiausia kaina;

H – nurodyto periodo aukščiausia kaina;

%D – nurodyto periodo slankusis vidurkis [12].



2.5 Pav. Stochastinis osciliatorius

Lyginamosios Jėgos Indeksas (Relative Strength Index, RSI)

RSI – tai osciliatorius, rodantis kainos galimybę kilti arba kristi, ir svyruojantis diapazone nuo 0 iki 100. Šis indikatorius skaičiuojamas pagal formulę:

$$RSI = 100 \cdot \frac{EMA(U(N))}{EMA(U(N)) + EMA(D(N))} \quad (2.16)$$

čia U – prekybos periode pasitaikę kilimai, o D – pasitaikę kritimai [20].



2.6 Pav. Lyginamosios jėgos indeksas (RSI)

Laikoma, kad aktyvas yra pervertintas ir reikėtų jį parduoti, kai RSI pasiekia 70 lygį. Ir atvirkščiai, kai rodiklis nukrenta iki 30 lygio, laikoma, kad jis yra nuvertintas ir laikas jį pirkti. Indekso prasmė – kai stebimas didelis kainos augimas (smukimas), tikėtina, kad kainos radikaliai pasikeis [20].

2.3 Klasterinė analizė

Klasteris – panašių objektų grupė. Klasterinės analizės tikslas – suskirstyti objektus taip, kad skirtumai klasterių viduje būtų kuo mažesni, o tarp klasterių – kuo didesni. Kadangi skirstydami objektus į klasterius, dažniausiai nežinome, kiek klasterių tiriamoje populiacijoje realiai egzistuoja (ir ar išvis egzistuoja), todėl tam tikra prasme klasterinė analizė yra egzistuojančių struktūrų paieška [21].

Klasterizuojamų objektų ir klasterizavimo požymių parinkimą diktuoja konkretaus tyrimo tikslai bei uždaviniai. Skirstymas į klasterius prasideda tada, kai jau turime objektų aibę ir kiekvieną objektą aprašančių skaitinių rodiklių aibę. Toliau svarbu parinkti kiekybinio panašumo matą. Nuo pasirinkto mato priklauso klasterizacijos rezultatai [21].

Dažniausiai naudojami panašumo matai:

➤ *Metriniai atstumo matai*

Šie matai naudojami, kai objektus charakterizuojantys požymiai matuojami pagal intervalų arba santykių skalę. Šiuos matus tiksliau būtų vadinti skirtingumo matais - kuo didesnė reikšmė, tuo objektai mažiau panašūs. Vienas iš metrinių atstumo matų trūkumų – nevienoda skirtingai matuojamų požymių įtaka. Kintamieji, kurių sklaidos charakteristikos įgyja dideles reikšmes, gali nustelbti mažai įvairuojančių kintamųjų įtaką [21].

➤ *Koreliacijos koeficientai*

Šie koeficientai, taip pat naudojami, kaip kintamųjų panašumo matai. Kartais jais remiantis vertinamas objektų panašumas. Jei duomenys yra kiekybiniai, objektų panašumui įvertinti galima taikyti tiesinės koreliacijos koeficientą. Jis skaičiuojamas taip:

$$r_{XY} = \frac{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^m (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.17)$$

čia x_i - yra X objekto i -tojo požymio reikšmė, y_i - Y objekto j -ojo požymio reikšmė, m - matuojamų požymių skaičius [21].

Koreliacijos koeficiento privalumas tas, jog jis jautrus kintamųjų reikšmių profilio formai (profilis - tai objekto kintamųjų reikšmių laužtės grafikas). Šis koeficientas taip pat turi ir trūkumų: neturi aiškios statistinės prasmės; jis nejautrus kintamųjų reikšmių išsibarstymui ir poslinkiui; jei vieno iš objektų kintamųjų reikšmių vektorius susideda iš vienodų reikšmių, r skaičiuoti negalima; jis nėra metrika [21].

➤ *Asociatyvumo koeficientai*

Objektų panašumo matai, kai matuojami požymiai yra kokybiniai, vadinami asociatyvumo koeficientais. Objektai yra tuo panašesni, kuo daugiau sutampančių koordinačių turi vektoriai X ir Y [21].

Atstumui iki klasterių centrų apskaičiuoti dažniausiai taikomos šios metrikos:

➤ *Euklido atstumas tarp dviejų taškų apibrėžiamas*

$$\sqrt{\sum_{j=1}^k (a_j - b_j)^2} \quad (2.18)$$

Šis atstumas visada yra didesnis arba lygus 0 [22].

➤ *Euklido kvadrato atstumas tarp dviejų taškų apibrėžiamas*

$$\sum_{j=1}^k (a_j - b_j)^2 \quad (2.19)$$

Šis atstumas visada yra didesnis arba lygus 0 [22].

➤ *Manheteno (Cityblock) atstumas tarp dviejų taškų apibrėžiamas*

$$\sum_{j=1}^k |a_j - b_j| \quad (2.20)$$

City block atstumas visada yra didesnis arba lygus 0. Daugeliu atveju šis atstumo matas yra panašus į *Euklido* atstumą [22].

➤ *Kosinuso metrika tarp dviejų taškų apibrėžiama* [22]:

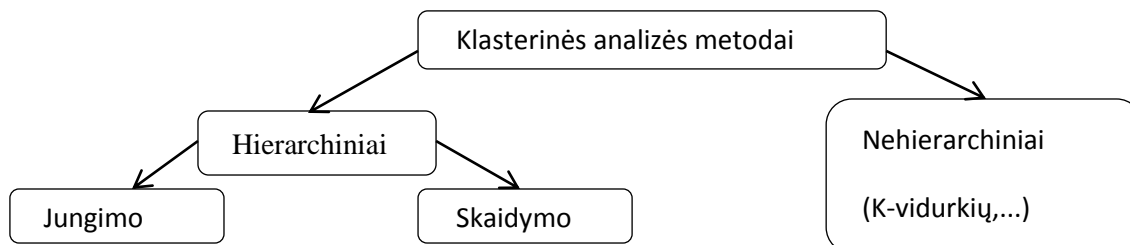
$$\sum_{j=1}^k (a_j b_j) \left(\sum_{j=1}^k a_j^2 \sum_{j=1}^k b_j^2 \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (2.21)$$

➤ *Koreliacijos metrika tarp dviejų taškų apibrėžiama* [22]:

$$\frac{\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (a_j - \bar{a})(b_j - \bar{b})}{\sqrt{\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (a_j - \bar{a})^2} \sqrt{\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (b_j - \bar{b})^2}}, \quad \bar{a} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k a_j \quad (2.22)$$

Klasterinės analizės metodai

Pagrindinės klasterinės analizės metodų klasės pavaizduotos 2.7 Pav.



2.7 Pav. Klasterinės analizės metodai

Hierarchinių metodų rezultatai nusako klasterių tarpusavio hierarchiją, t.y. visi objektai laikomi vienu dideliu klasteriu, kurį sudaro mažesni klasteriai, šiuos savo ruožtu dar mažesni ir t.t. Taikydami hierarchinius metodus, nustatome bendrą visų klasterių tarpusavio priklausomybių struktūrą ir tik po to sprendžiame, koks klasterių skaičius optimalus. Jungimo metodai smulkius klasterius jungia vis į stambesnius, kol lieka vienas. Skaidymo metodai, kai vienintelis klasteris nuosekliai skaidomas į dalis.

Nehierarchiniai metodai paprastai taikomi tada, kai iš anksto žinomas ar pasirenkamas klasterių skaičius ir norima tiriamus objektus klasterizuoti [21].

2.3.1 Hierarchiniai metodai

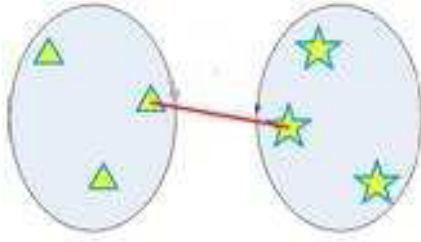
Hierarchiniai algoritmai atsirado vieni pirmųjų ir yra plačiai naudojami iki šiol. Kitaip negu nehierarchiniai algoritmai, kur objektai paskirstomi į klasterius, čia sukuriama tam tikra objektų hierarchija. Algoritmas kiekviename etape sujungia artimus klasterius arba išskaido į mažesnius. Labai panašūs objektai suburiami į mažesnius klasterius, šie vėliau medžio principu jungiami į didesnius klasterius, kur tarpusavio panašumas yra mažesnis. Šio algoritmo rezultatas yra dendrograma. Norint gauti klasterizavimo schemą, reikia pasirinktame lygyje „nupjauti“ dendrogramą. Pagal vykstančius procesus, algoritmai skirstomi į jungimo (angl. *agglomerative*) arba skaidymo (angl. *divisive*). Aglomeratyvūs algoritmai yra gerokai populiareni nei skaidantieji ir veikia būdu „iš apačios į viršų“. Hierarchija skaidančioji gali būti tada, kai algoritmo pradžioje imama viena didelė objektų grupė, o pabaigoje kiekvienas objektas sudaro atskirą grupę. Atvirkštiniame procese kiekvienas objektas sudaro atskirą grupę, o galutiniame rezultate visi objektai sudaro vieną grupę [23].

Klasterių jungimo metodai

Vienas taip pat svarbesnių veiksnių hierarchiškai klasterizuojant yra objektų jungimas į klasterius. Paprastai artumų matricoje elementai $p(S_l, S_m)$ apibūdina atstumą $d(X(i), X(j))$ tarp objektų. Tiek nuo atstumo skaičiavimo, tiek nuo artumo metodikos parinkimo, stipriai priklauso galutiniai objektų grupavimo į klasterius variantai [23].

- *Artimiausio kaimyno* jungimo metodas (angl. *nearest neighbor*), žinomas kaip *Single-Link*. Skaičiuojamas atstumas (2.23) tarp priklausančių skirtingiems klasteriams dviejų artimiausių objektų 2.8 Pav. [23].

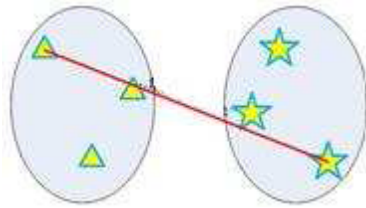
$$p_{\min}(S_l, S_m) = \min_{\substack{X(i) \in S_l \\ X(j) \notin S_m}} d(X(i), X(j)) \quad (2.23)$$



2.8 Pav. Artimiausio kaimyno jungimo metodas

- *Tolimiausio kaimyno jungimo metodas* (angl. *furthest neighbor*), žinomas kaip *Complete-Link*. Atstumas (2.24) tarp klasterių yra apibrėžiamas kaip atstumas tarp priklausančių skirtingiems klasteriams dviejų tolimiausių stebėjimų reikšmių, 2.9 Pav. [23].

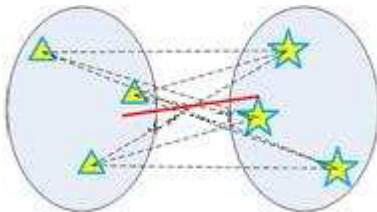
$$p_{\max}(S_l, S_m) = \max_{\substack{X(i) \in S_l \\ X(j) \notin S_m}} d(X(i), X(j)) \quad (2.24)$$



2.9 Pav. Tolimiausio kaimyno jungimo metodas

- *Vidutinių atstumų jungimo metodas*, žinomas kaip *Average*. Skaičiuojamas vidutinis atstumas (2.25) tarp visų galimų dviejų klasterio objekto porų, 2.10 Pav. [23].

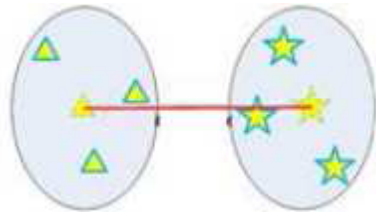
$$p_{\text{vid}}(S_l, S_m) = \frac{1}{n_l n_m} \sum_{X(i) \in S_l} \sum_{X(j) \in S_m} d(X(i), X(j)) \quad (2.25)$$



2.10 Pav. Vidutinių atstumų jungimo metodas

- *Centroidų* jungimo metodas – abiejuose klasteriuose yra apskaičiuojami stebėjimų reikšmių vidurkiai, o atstumas (2.26) tarp klasterių yra apskaičiuojamas kaip atstumas tarp šių vidurkių, 2.11 Pav. [23].

$$p_c(S_l, S_m) = d(\bar{S}_l, \bar{S}_m) \quad (2.26)$$



2.11 Pav. Centroidų jungimo metodas

- *Ward* jungimo metodas – imama klasterių pora ir apskaičiuojamas atstumas kaip *Euklido* atstumų tarp visų įmanomų klasterius sudarančių objektų porų kvadratų suma [23]:

$$p_W(S_l, S_m) = \frac{d(\bar{S}_l, \bar{S}_m)}{\frac{1}{n_l} + \frac{1}{n_m}} \quad (2.27)$$

Kadangi klasifikavimo rezultatai priklauso nuo parinkto atstumo mato, jo parinkimas yra labai svarbus klasterinės analizės žingsnis. Klasterinėje analizėje nėra tokio rezultato, kuris galėtų būti pavadintas vieninteliu teisingu klasifikavimu. Vietoj to bandoma vartoti sąvoką *optimalus klasifikavimas* [24].

2.3.2 Nehierarchiniai metodai

K-vidurkių metodas

Vienas pagrindinių nehierarchinių metodų yra *k*-vidurkių metodas. Naudojant šį metodą, klasterizavimo procedūra susideda iš trijų žingsnių. Pirmiausiai, objektai suskirstomi į *k* pradinių klasterių. Tuomet paeiliui apskaičiuojamas kiekvieno objekto atstumas iki klasterių centrų ir tada objektas skiriamas į artimiausią klasterį. Klasterių centrai perskaičiuojami. Galiausiai antrasis žingsnis kartojamas tol, kol perskirstymų daugiau nėra [21].

Silueto metodas

Pagrindinė problema, taikant *k*-vidurkių metodą yra ta, jog klasterių skaičių reikia nustatyti iš anksto.

Silueto metodas yra vienas iš duomenų pasiskirstymo tarp klasterių tinkamumo nustatymo metodų. Apskaičiuota *Silueto* reikšmė kiekvienam objektui nusako, kiek panašūs yra objektai kiekviename klasteryje, lyginant su kituose klasteriuose esančiais objektais. *Silueto* reikšmė S_i kiekvienam i -tajam objektui apskaičiuojama pagal

$$S_i = \frac{b_i - a_i}{\max(a_i, b_i)} \quad (2.28)$$

čia a_i - vidutinis atstumas nuo i -ojo objekto iki kitų objektų tame pačiame klasteryje;

b_i - minimalus atstumas iš visų vidutinių atstumų nuo i -ojo objekto iki objektų, esančių kituose klasteriuose [25].

Silueto reikšmė gali kisti nuo -1 iki +1. Kuo reikšmė didesnė, tuo teigiama, kad i -tasis objektas yra gerai priskirtas esamam klasteriui, ir visiškai netinkamas kitiems klasteriams. Jeigu dauguma objektų turi aukštą *Silueto* reikšmę, tuomet klasterizavimo rezultatas yra tinkamas. Tačiau jei daugumai objektų reikšmė yra žema, ar net neigiama, vadinasi klasterizuojant buvo nurodytas per mažas arba per didelis klasterių skaičius [25].

2.4 Duomenys

Šiame darbe tyrimas buvo atliktas, naudojant istorines šių pensijų fondų vertes, laikotarpiu 2007 01 01 – 2013 12 31:

- *Konservatyvaus investavimo pensijų fondai*: DNB pensija 1(DNBP1), ERGO konservatyvusis (ERGOK), Finasta konservatyvaus investavimo (FKI), Finasta Nuosaikus (FN), SEB pensija 1(SEBP1), Swedbank pensija 1(SWEDP1).
- *Mažos dalies akcijų pensijų fondai (30 proc.)*: DNB pensija 2(DNBP2), Finasta Augančio pajamingumo (FAP), Swedbank Pensija 2 (SWEDP2).
- *Vidutinės akcijų dalies pensijų fondai (70 proc.)*: DNB pensija 3 (DNBP3), ERGO balans (ERGOB), Finasta Aktyvaus investavimo (FAI), Finasta Subalansuotas (FS), SEB Pensija 2 (SEBP2), Swedbank Pensija 3(SWEDP3), Swedbank Pensija 4 (SWEDP4).
- *Akcijų pensijų fondai (iki 100 proc.)*: Finasta Racionalios rizikos (FRR), SEB pensija 3 (SEBP3).

Taip pat, verslo ciklo ir jo fazių nustatymui naudotas *S&P 500* indeksas. Šis indeksas pasirinktas todėl, jog dauguma pensijų fondų investuoja į užsienio šalių rinką, o *S&P 500* yra laikomas vienu įtakingiausių JAV akcijų biržos rodiklių. Skaičiuojant šį fondą yra įtrauktos 500 pirmaujančių įmonių svarbiausiuose JAV sektoriuose.

2.5 Programinė realizacija ir instrukcija vartotojui

Duomenų masyvai, kurie analizuojami, yra didelės apimties. Todėl didžioji dalis skaičiavimų (pensijų fondų ir indekso kiekvienos dienos pelno normų skaičiavimas, fondų statistinių rodiklių skaičiavimas, Šarpo, Sortino, Treynoro koeficientų skaičiavimas, MACD indikatorius, MACD histogramos, Bolingerio juostų skaičiavimai, grafikų bei lentelių braižymas) atlikti naudojant *Microsoft Excel* programą. Naudojant *Visual Basic* redaktorių (VBA), sukurta vartotojo programa, kuri leidžia vartotojui pasirinkus skirtingus parametrus nubrėžti MACD indikatorius, MACD histogramą, bei *Bolingerio juostų* indikatorius.

Programos naudojimosi eiga:

- 1) Atidarykite programą *Vartotojo programa(Bolingerio juostos, MACD).xism*. Ši *Microsoft Excel* dokumentą sudaro 3 lapai (*sheet*) :
 - ✓ *Rezultatai* – pateikiami MACD indikatorius, MACD histogramos ir *Bolingerio juostų* grafikai
 - ✓ *MACD* – apskaičiuojamas MACD indikatorius ir MACD histograma;
 - ✓ *Bolingerio juostos* – apskaičiuojamos *Bolingerio* viršutinė ir apatinė juostos, bei paprastasis slankusis vidurkis.
- 2) *Rezultatų* lape, paspaudus mygtuką „BRĖŽTI MACD“ atsiveria vykdymo langas 2.12 pav.

MACD INDIKATORIUS ir MACD HISTOGRAMA

Nurodykite EMA periodų ilgius (dienų skaičius):

1 periodas

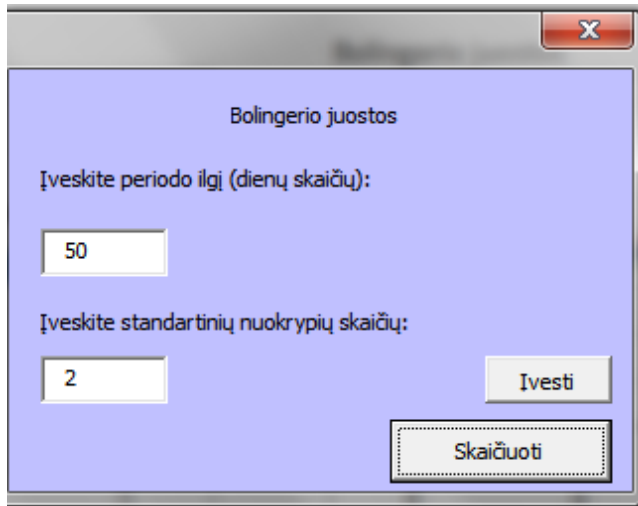
2 periodas

Signalinės linijos periodas

2.12 Pav. BRĖŽTI MACD vykdymo langas

Įrašius į langelius norimus kintamuosius (t.y. 1 periodo, 2 periodo ir signalinės linijos periodo ilgus), paspaudus mygtukus „Įvesti“ ir „Skaičiuoti“ MACD indikatorius ir MACD histogramos grafikai nubrėžiami *Rezultatų* lape.

- 3) *Rezultatų* lape, paspaudus mygtuką „BRĖŽTI BOLINGERIO JUOSTAS“ atsiveria vykdymo langas 2.13 pav.



2.13 Pav. BRĖŽTI BOLINGERIO JUOSTAS vykdymo langas

Įrašius į langelius norimus kintamuosius (t.y. periodo ilgį, bei standartinių nuokrypių skaičių), paspaudus „Įvesti“ ir „Skaičiuoti“ Bolingerio juostų indikatorius grafikas nubrėžiamas *Rezultatų* lape.

Taip pat dalis darbo analizės buvo atlikta, naudojant ir kitas programas:

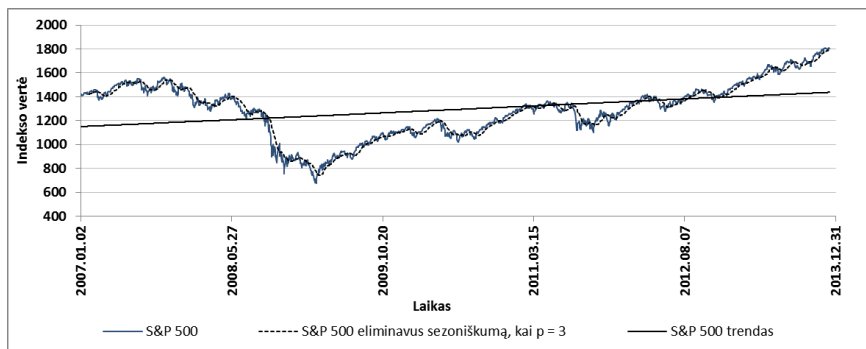
- ✓ *Matlab* – taikyta atliekant klasterinę analizę (*k*-vidurkių metodu).
- ✓ *SPSS Statistics* – naudota skaičiuojant koreliacinę analizę, dispersinę analizę, klasterinę analizę (hierarchiniu metodu).
- ✓ *SAS* - naudota patikrinti hipotezes apie pensijų fondų grąžų pasiskirstymą pagal normalųjį dėsnį.
- ✓ *Statgraphics* – naudota nubrėžti pensijų fondų grąžų histogramas.

3 Tyrimų rezultatai ir jų aptarimas

3.1 Verslo ciklų ir fazių nustatymas

Verslo ciklų nustatymui yra naudojamos *S&P 500* indekso vertės. Investuojama kiekvieną dieną.

Kadangi, *S&P 500* indekso kitimo grafike aiškiai matomas sezoniškumas, jį pašalinti panaudojamas slankiojo vidurkio metodas, kai $p = 20$. *S&P 500* kitimas, jo kitimo kryptis, bei kitimas, pašalinus sezoniškumą, yra pavaizduoti 3.1 Pav.



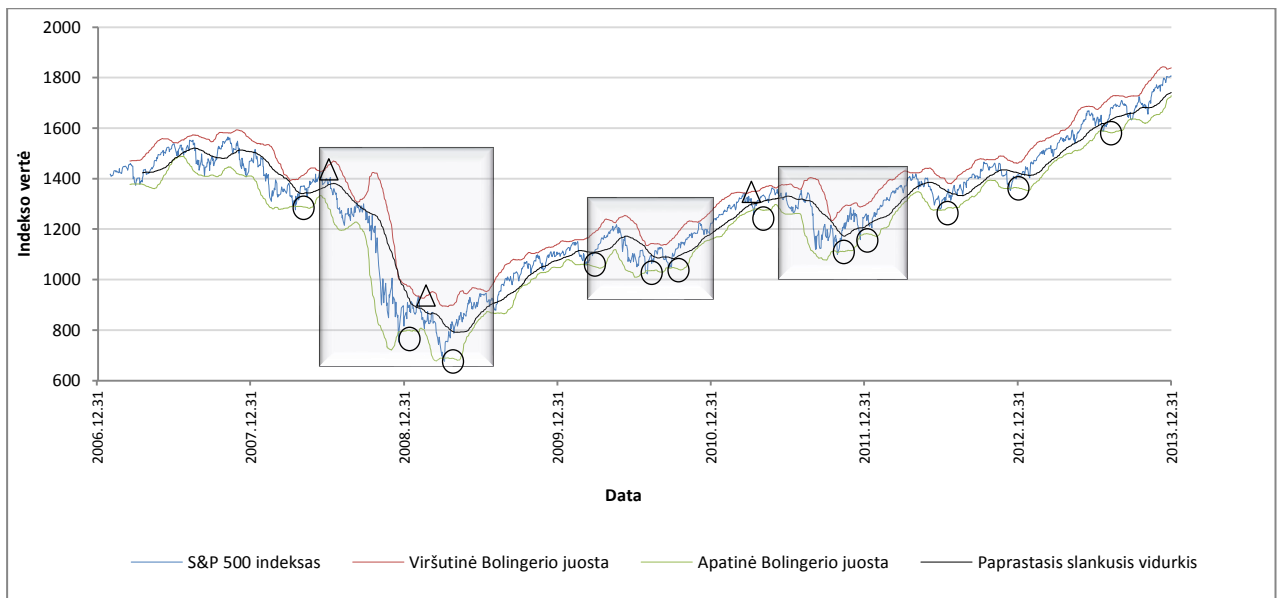
3.1 Pav. *S&P 500* indekso kitimas

Pagal 3.1 Pav., aiškiai matoma, kad nors ir nestiprus, tačiau *S&P 500* indekso trendas yra augantis. Šį trendą smarkiai įtakojo stipriai ir staigiai kritusios *S&P 500* indekso vertės, krizės, kuri prasidėjo 2008 metais, laikotarpiu.

Veslo ciklams, bei fazėms identifikuoti taikoma techninės analizės metodika, bei vieni pagrindinių indikatorių - *Bolingerio juostos* ir *MACD* indikatorius.

Bolingerio juostos

Skaičiuojant paprastąjį slankųjį vidurkį, pasirinktas 50 dienų periodas, kadangi darbe analizuojami ilgo laikotarpio duomenys (kiekvienos dienos septynerių metų istoriniai duomenys). Dažniausiai naudojamas standartinių nuokrypių skaičius D yra lygus 2. Rezultataų grafikas, naudojant šiuos parametrus, pateiktas 3.2 Pav.



3.2 Pav. *Bolingerio juostos* S&P 500 indeksui

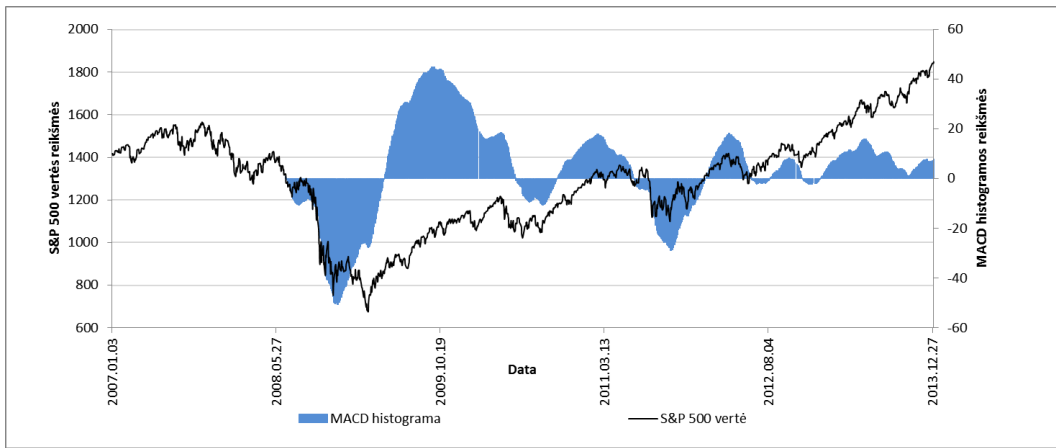
3.2 Pav. apskritimai žymi indekso vertės ir apatinės *Bolingerio juostos* kirtimosi vietą (tai parodo indekso vertės silpnumą), o trikampiai – viršutinės *Bolingerio juostos* ir indekso vertės susikirtimą (tai parodo indekso vertės stiprumą). Matyti, jog signalų pirkti (apskritimai), yra 12, o signalų parduoti (trikampiai) – 3. 3.2 Pav. taip pat pažymėti 3 kvadratai, kurie identifikuoja *Bolingerio juostų* ryškesnius išplatėjimus. Šie išplatėjimai parodo, jog indekso vertės svyravimas juose galimas didesnis. Jeigu juostos tarpusavyje susiaurėja – tokiu atveju galima laikyti, kad nelaukiamas staigus vertės pasikeitimas.

Pažymėtuose kvadratuose taip pat matomi dauguma signalų pirkti. Signalai, esantys ne pažymėtuose kvadratuose, vertinami kaip nereikšmingi, kadangi nustatant ciklo fazes jie yra per silpni (tai parodo gana arti viena kitos *Bolingerio juostos*, bei indekso vertės judėjimo neryškus nutolimas nuo jo paties slankiojo vidurkio).

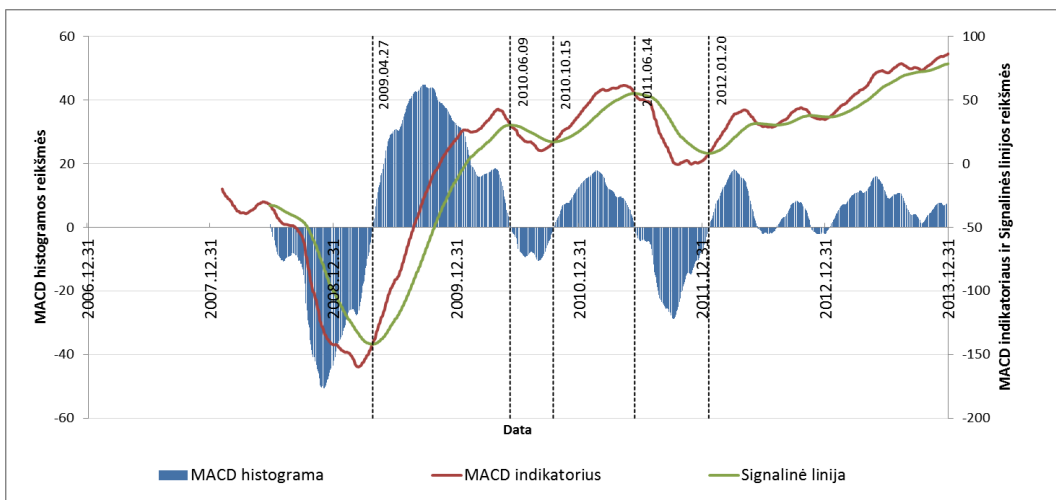
Pagal 3.2 Pav. galima tikėtis, jog nagrinėjamu laikotarpiu yra 6 ciklo fazės: 3 kritimo ir 3 augimo. Klasikinėje teorijoje, *Bolingerio juostos* parodo galimus indekso verčių ribas, tačiau neparodo tvirtų pirkimo bei pardavimo signalų. Dėl tos priežasties darbe skaičiuojamas MACD indikatorius.

MACD indikatorius

Skaičiuojant MACD indikatorių, pasirinkti 120 ir 260 dienų ilgio periodai, o skaičiuojant signalinę liniją - 90 dienų ilgio periodas.



3.3 Pav. MACD histograma S&P 500 indeksui



3.4 Pav. MACD indikatorius ir signalinė linija S&P 500 indeksui

Taigi, kai signalinė linija kertą iš viršaus MACD indikatoriaus liniją – tai yra signalas, jog rinka kyla, tai yra, ciklas - augimo fazėje. Kai signalinė linija kertą MACD indikatoriaus liniją iš apačios – signalas, jog rinka krenta, o tai reiškia, jog ciklas perėjo į kritimo fazę.

Pagal grafiką (3.4 Pav.), matyti, jog signalinė linija MACD indikatoriaus kreivę nagrinėjamu periodu kirto iš viso devynis kartus. Keturis paskutinius kreivių susikirtimus laikysime nereikšmingais, kadangi pagal MACD histogramą aiškiai matoma, jog reikšmės yra mažos, beveik lygios 0. Be to, šie svyravimai trunka labai trumpą laiką, todėl jų išskirti į atskiras ciklo fazes nėra teisinga. 3.4 Pav. ciklo fazių susikirtimai pažymėti punktyrinėmis linijomis. Iš viso išskiriamos 6 ciklo fazės:

1-oji fazė: nuo 2007 01.02 iki 2009.04.27

2-oji fazė: nuo 2009.04.28 iki 2010.06.09

3-oji fazė: nuo 2010.06.10 iki 2010.10.15

4-oji fazė: nuo 2010.10.16 iki 2011.06.14

5-oji fazė: nuo 2011.06.15 iki 2012.01.20

6-oji fazė: nuo 2012.01.21 iki 2013.12.31

3.2 Pensijų fondų veiklos analizė

3.2.1 Pelningumas

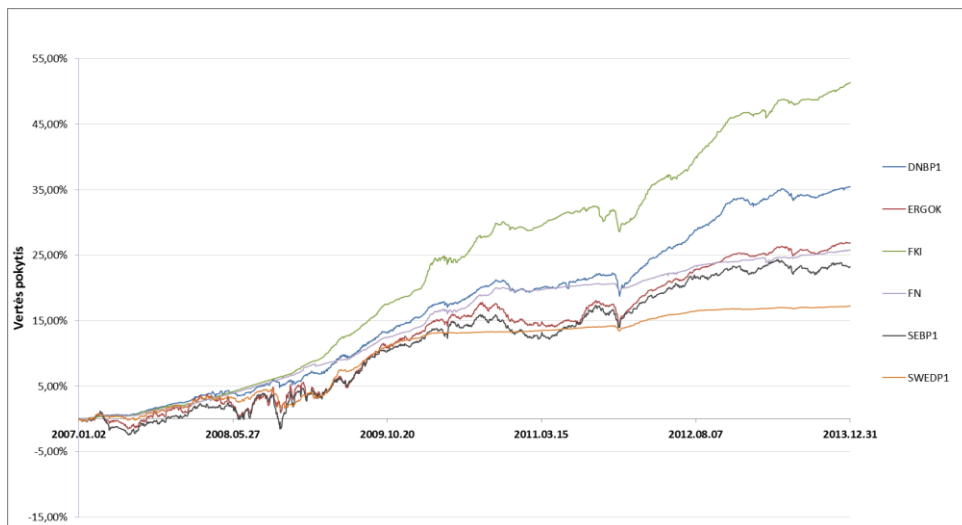
Pensijų fondų pelningumas – tai pensijų fondo vieneto vertės pokytis procentais per pasirinktą laikotarpį. Tarkime, kad periodas yra nuo 0 iki 1, tada pensijų fondo pelningumas P

$$P_i = (X_i - X_{i-1}) \cdot 100\% \quad (3.1)$$

X_i – Fondo vieneto vertė laikotarpio pabaigoje;

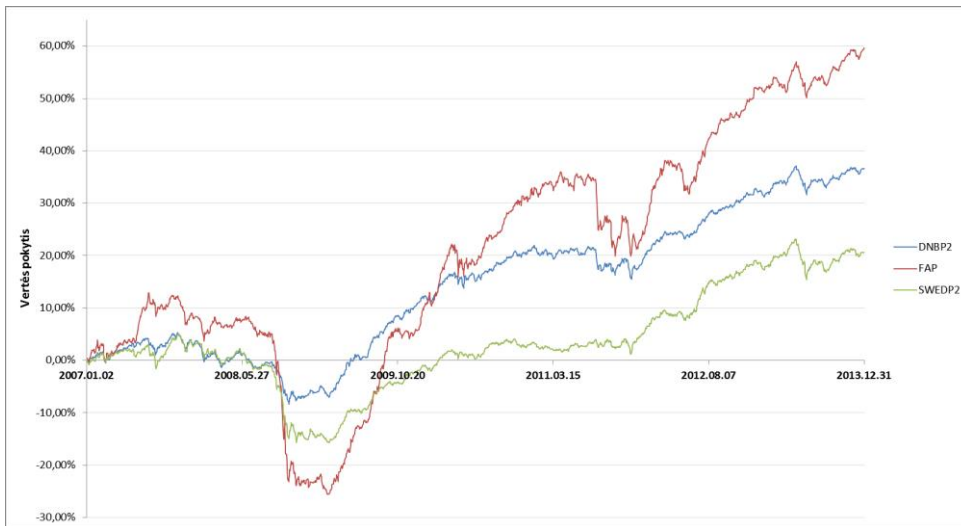
X_{i-1} – Fondo vieneto vertė laikotarpio pradžioje.

II-osios pakopos pensijų fondų pelningumo kreivės, laikotarpiu nuo 2007 01 01 iki 2013 12 31, pateiktos 3.5-3.8 Pav.



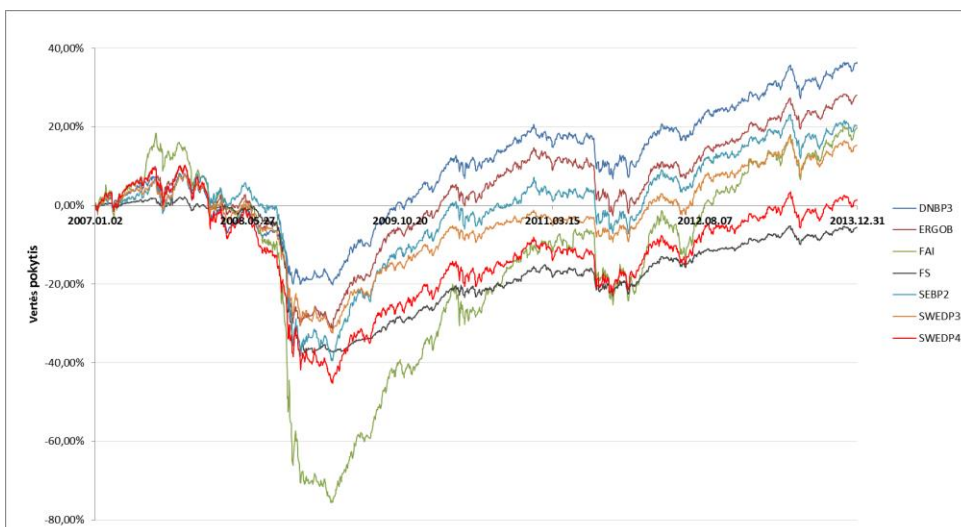
3.5 Pav. Konservatyvaus investavimo pensijų fondų pelningumo grafikas

Šis grafikas rodo, kad per 6-rius metus, pelningiausias fondas konservatyvaus investavimo pensijų fondų grupėje buvo *Finasta Konservatyvaus investavimo pensijų fondas*. Jo pelningumas išaugo net 51,31 %. Mažiausio pelningumo pensijų fondas buvo *Swedbank Pensija 1*, pelningumas siekė 17,20 %. Grafike matyti, kad labiausiai svyravo *SEB Pensija 1* pelningumo kreivė. Tačiau visų pensijų fondų pelningumo tendencija yra didėjanti, ir žymių nuosmūkių per praėjusius 6-erius metus nebuvo.



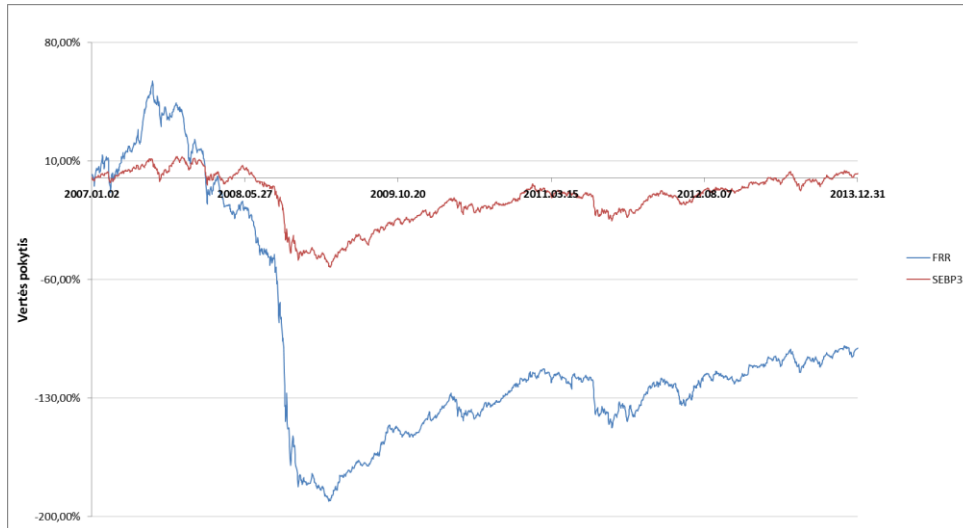
3.6 Pav. Mažos akcijų dalies pensijų fondų pelningumo grafikas

Pensijų fondai, kurių maža dalis yra investuojama į akcijas, gana stipriai sureagavo į Lietuvoje įvykusią krizę 2008-2010 metais. Kaip matyti 3.6 Pav. *Finasta Augančio pajamingumo* fondo vertė, 2008-aisiais metais pradėjo kristi, ir buvo labiausiai nusmukus - iki -26,6 % . Tačiau ekonomikai gerėjant, fondo pelningumas vėl pradėjo augti, bei 2013 metų gale buvo pelningiausias šioje fondų grupėje – 59,61%. Taip pat krizė turėjo įtakos *Swedbank Pensija 2* – fondo vertė krito, ir sumažėjo iki -15,70%. Tačiau šio pensijų fondo pelningumas vėl pradėjo augti, bet ne taip sparčiai kaip *Finasta Augančio pajamingumo*. 2013 12 31 dienai *Swedbank Pensija 2* pelningumas siekė 20,68%. *DNB Pensija 2* krizės metu nuostolių patyrė mažiausiai, nuosmukis siekė 8,32 %. Taip pat, šis pensijų fondas anksčiau pradėjo augti, nei *Finasta Augančio pajamingumo*, bet 2010 metų pradžioje pastarasis fondas aplenkė *DNB Pensija 2* fondą. 2013 metų gale, *DNB Pensija 2* fondo vertės pokytis buvo 36,68%. Visi pensijų fondai, su nežymiais svyravimais, turi tendenciją augti.



3.7 Pav. Vidutinės akcijų dalies pensijų fondų pelningumo grafikas

Vidutinės akcijų dalies pensijų fondai krizę pajautė dar labiau nei mažos akcijų dalies pensijų fondai. Labiausiai nuosmūkį patyrė *Finasta Aktyvaus investavimo* fondas, net -75,58%. Krizės metu mažiausiai nusmuko *DNB Pensija 3* pensijų fondas, o 2013 metų gale, šis fondas taip pat buvo pelningiausias vidutinės akcijų dalies pensijų fondų grupėje (36,40%). Pensijų fondas *Finasta Subalansuotas* po nuosmūkio per krizę, sunkiausiai augo, o pelningumas laikotarpio gale neigiamas -5,48%.



3.8 Pav. Akcijų pensijų fondų pelningumo grafikas

Akcijų pensijų fondai stipriai nusmuko krizės laikotarpiu, ypač *Finasta Racionalios rizikos* pensijų fondas. Jo nuosmūkis siekė net -190,84%. *SEB pensija 3*, lyginant su *Finasta Racionalios rizikos* fondu, tokio nuosmūkio nepatyrė, jis buvo nusmukęs iki -52,77%. 2013 metų gale *SEB pensija 3* fondas, pasiekė prieš krizę buvusį pelningumą ir 2013.12.31 pelningumas siekė 2,57%. *Finasta Racionalios rizikos* pensijų fondas augo, tačiau nesparčiai. 2013.12.31 dieną jo pelningumas -100,56%, lyginant su 2007.01.01 diena.

Kaip matyti, iš visų keturių grafikų, 3.5-3.8 Pav., krizė labiausiai paveikė fondus, kurių sudėtyje buvo daugiausia procentų akcijų. Taip pat, šiems fondams yra sunkiau pasiekti prieš krizę turėtą pelningumą, jų augimo tempas yra lėtesnis. Konservatyvaus investavimo pensijų fondams, krizė beveik neturėjo įtakos, jie sparčiai augo, o svyravimai buvo nežymūs. Taip pat, lengva pastebėti, jog visų fondų pelningumo kreivių tendencijos yra vienodos – pensijų fondai krizės metu patyrė nuostolį, vėliau pradėjo augti, tuomet apie 2011 metų antroje pusėje vėl patyrė nedidelį nuosmūkį, po kurio vėl kilo. Lyginant visus pensijų fondus, matyti, kad nors ir krizės metu *Finasta Augančio pajamingumo* pensijų fondas patyrė nemažą nuosmūkį, tačiau 2013 metų gale jo pelningumas buvo didžiausias iš visų II-oje pensijų pakopoje esančių fondų - 59,61%.

3.2.2 Statistiniai rodikliai

Analizei atlikti, reikalinga apskaičiuoti kiekvieno pensijų fondo pelno normas. Šios randamos taikant:

$$R_i = \frac{X_i - X_{i-1}}{X_{i-1}}, \quad (3.2)$$

čia R_i – pelno norma per i – tąjį periodą;

X_i – fondo apskaitos vieneto vertė i -tojo periodo pabaigoje;

X_{i-1} – fondo apskaitos vieneto vertė $i-1$ – tojo periodo pabaigoje.

3.1 lentelėje yra pateikti apskaičiuotų penkių pagrindinių, statistinių charakteristikų (vidurkis, dispersija, standartinis nuokrypis, asimetrijos koeficientas, eksceso koeficientas) kiekvienam pensijų fondui rezultatai. Taikytos formulė (3.3) – (3.7). n – dienų skaičius.

Vidurkis $E(R)$:

$$E(R) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i, \quad (3.3)$$

čia R_i , kai $i=1,2,\dots,21$ yra fondo kiekvienos dienos pelno norma. Vidurkis išreiškia fondo grąžą.

Dispersija σ^2 :

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - E(R))^2. \quad (3.4)$$

Standartinis nuokrypis σ :

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}, \quad (3.5)$$

šis dydis parodo fondo riziką.

Asimetrijos koeficientas:

$$m_k = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (R_i - E(R))^k, \quad (3.6)$$

tai statistinių dažnių skirstinio simetrijos matas arba histogramos simetrijos matas.

Eksceso koeficientas:

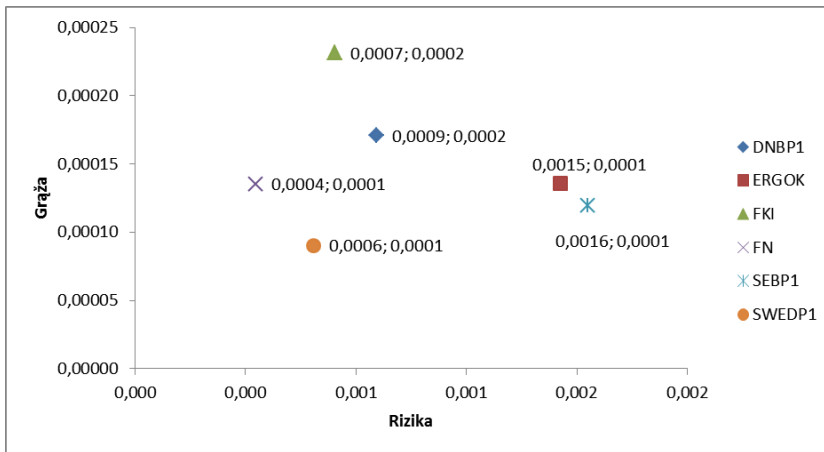
$$E = \frac{1}{n\sigma^2} \sum_{i=1}^n (R_i - E(R)) - 3, \quad (3.7)$$

tai statistinio skirstinio histogramos lėkštumo (arba smailumo) matas.

PENSIJŲ FONDAS	VIDURKIS	DISPERSIJA	STANDARTINIS NUOKRYPIS	ASIMETRIJOS KOEFICIENTAS	EKSCESO KOEFICIENTAS
KONSERVATYVAUS INVESTAVIMO PENSIJŲ FONDAI					
DNB pensija 1	0,000171	0,00000077	0,000875	-0,99678	14,07067
ERGO konservatyvusis	0,000136	0,00000238	0,001541	-0,40959	6,69741
Finasta Konservatyvaus investavimo	0,000232	0,00000052	0,000722	-0,90183	12,31780
Finasta Nuosaikus	0,000135	0,00000019	0,000438	-0,61028	17,98274
SEB Pensija 1	0,000119	0,00000269	0,001639	0,07003	8,03413
Swedbank Pensija 1	0,000090	0,00000042	0,000647	-1,10314	22,46298
MAŽOS AKCIJŲ DALIES PENSIJŲ FONDAI (IKI 30 PROC.)					
DNB pensija 2	0,000167	0,00000387	0,00197	-0,39624	2,51424
Finasta Augančio pajamingumo	0,000200	0,00000934	0,00306	-1,00254	10,60449
Swedbank Pensija 2	0,000099	0,00000461	0,00215	-0,77158	5,98079
VIDUTINĖS AKCIJŲ DALIES PENSIJŲ FONDAI (IKI 70 PROC.)					
DNB pensija 3	0,000162	0,00001335	0,00365	-0,52535	2,69030
ERGO balans	0,000124	0,00001621	0,00403	-0,83780	5,44879
Finasta Aktyvaus investavimo	0,000073	0,00002738	0,00523	-1,26545	13,09721
Finasta Subalansuotas	-0,000022	0,00002065	0,00454	-1,81919	19,16539
SEB Pensija 2	0,000098	0,00002603	0,00510	-0,91657	7,18650
Swedbank Pensija 3	0,000073	0,00001388	0,00373	-0,51771	5,38132
Swedbank Pensija 4	0,000029	0,00004223	0,00650	-0,36041	5,43196
AKCIJŲ PENSIJŲ FONDAI (IKI 100 PROC.)					
Finasta Racionalios rizikos	-0,000219	0,00010684	0,01034	-1,19060	14,05493
SEB pensija 3	0,000060	0,00009258	0,00962	-0,58244	6,57373

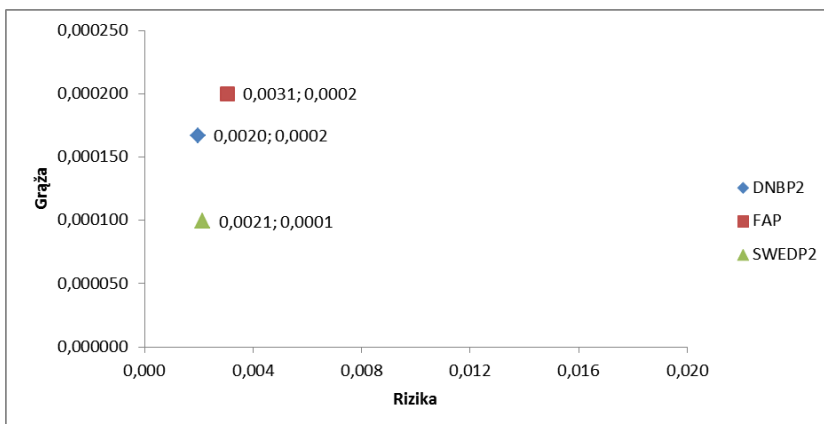
3.2.3 Pensijų fondų efektyvumas

Tam, kad būtų patogiau vizualiai matyti skirtumus tarp pensijų fondų, pateikiami rizikos ir grąžos grafikai 3.9-3.13 Pav. Šiuose grafikuose grąža išreiškiama kaip pensijų fondų kiekvienos dienos grąžų vidurkis ((3.3) formulė), o rizika – grąžų standartinis nuokrypis ((3.5) formulė).



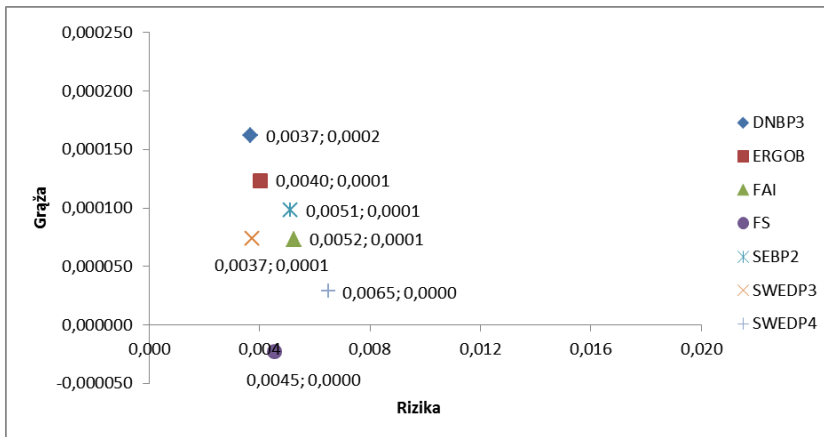
3.9 Pav. Konservatyvaus investavimo pensijų fondų rizika ir grąža

3.9 Pav. matyti, kad iš konservatyvaus investavimo pensijų fondų grupės, didžiausią grąžą 0,000232 duoda *Finasta Konservatyvaus investavimo fondas*, o jo rizika, palyginus su kitų fondų rizikomis, yra gana mažą 0,000722. Didžiausios rizikos šioje grupėje fondas yra *SEB Pensija 1*. Šio fondo rizika 0,001639, o grąža gana maža 0,000119.



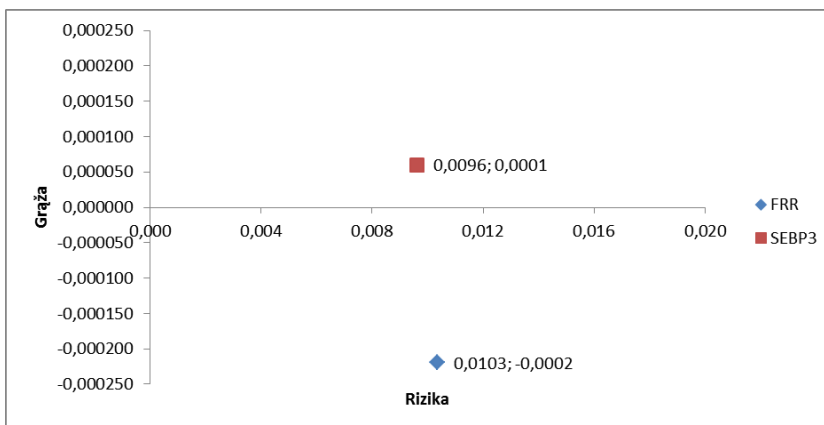
3.10 Pav. Mažos akcijų dalies pensijų fondų rizika ir grąža

3.10 Pav. rodo, kad mažos akcijų dalies pensijų grupėje, pats nerizikingiausias fondas yra *DNB pensija 2*, kadangi jo rizika (0,00197) yra mažesnė nei *Swedbank Pensija 2* fondo rizika, kuri lygi 0,00215. Grąža 0,000167 didesnė, nei 0,000099. Pensijų fondas *Finasta Augančio pajamingumo* duoda didžiausią grąžą - 0,0002, bet ir rizika yra didžiausia 0,00306. Kurį fondą pasirinkti: *DNB pensija 2* ar *Finasta Augančio pajamingumo*, priklauso nuo investuotojo rizikos vengimo lygio.



3.11 Pav. Vidutinės akcijų dalies pensijų fondų rizika ir grąža

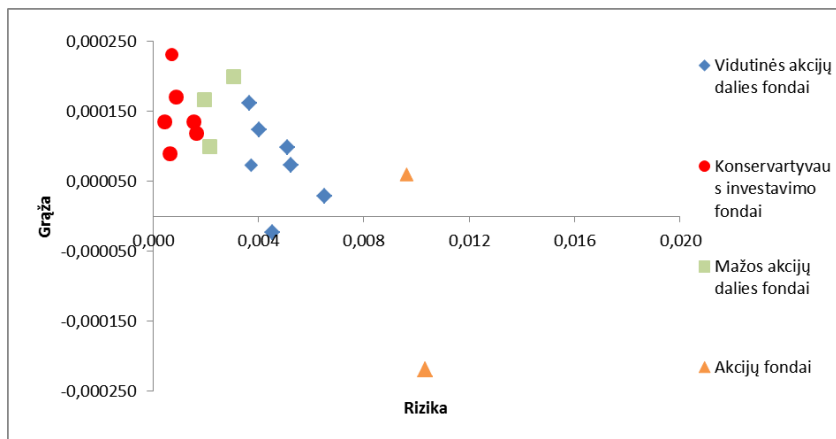
Vidutinės akcijų dalies pensijų fondų grafikas 3.11 Pav., bei 3.1 lentelė, rodo, kad pensijų fondas *DNB pensija 3* yra pats geriausias iš visų šioje grupėje, tiek rizikos, tiek grąžos atžvilgiu, t.y. jis įgyja pačią didžiausią grąžą iš visų 0,000162, su mažiausią rizika 0,00365, Pensijų fondas *Finasta Subalansuotas* yra pats blogiausias, kadangi jo grąža neigiama -0,000022.



3.12 Pav. Akcijų pensijų fondų rizika ir grąža

Šioje, Akcijų pensijų fondų grupėje, lyginami tik 2 fondai. Iš 3.12 Pav. akivaizdu, kad *Finasta Racionalios rizikos* pensijų fondas yra labai prastas pasirinkimas, kadangi turi labai didelę riziką, o grąža neigiama, kas reiškia, kad fondas yra rizikingas, bei nepelningas. Akivaizdu, jog *SEB pensija 3* yra efektyvesnis už *Finasta Racionalios rizikos* fondą.

Visi II-osios pakopos pensijų fondai pagal rizikingumo grupes yra pavaizduoti 3.13 Pav.



3.13 Pav. II-osios pakopos pensijų fondai pagal rizikinkumo grupes

3.13 Pav. parodo, jog konservatyvaus investavimo pensijų fondai yra geriausi – duoda didžiausią grąžą, kai rizikuojama mažiausiai. Kuo fondo sudėtyje yra daugiau akcijų, tuo šis fondas yra prastesnis (t.y. rizika didesnė, o grąža mažesnė nei fondų, kurių sudėtyje mažiau akcijų).

3.2.4 Pensijų fondų grąžų pasiskirstymas

Šioje darbo dalyje tikrinama ar pensijų fondų grąžos yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį. Tikrinama hipotezė apie duomenų normalumą:

H_0 – duomenys pasiskirstę pagal normalųjį dėsnį;

H_1 – duomenys pasiskirstę ne pagal normalųjį dėsnį.

Apibendrinti rezultatai pateikti 3.2 lentelėje. Visi gauti rezultatai, bei histogramos pateiktos 1 priede.

3.2 Lentelė. Pensijų fondų grąžų pasiskirstymo pagal normalųjį dėsnį tikrinimo apibendrinti rezultatai

Pensijų fondas	Kriterijus			
	Shapiro-Wilk	Kolmogorov-Smirnov	Cramer-von Mises	Anderson-Darling
DNBP1	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
ERGOK	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
FKI	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
FN	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
SEBP1	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
SWEDP1	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
DNBP2	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
FAP	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
SWEDP2	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
DNBP3	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
ERGOB	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
FAI	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
FS	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
SEBP2	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
SWEDP3	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
SWEDP4	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050

FRR	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050
SEBP3	<0,0001	<0,0100	<0,0050	<0,0050

Patikrinus visų pensijų fondų gražų normalumą, nustatyta, kad dydžiai nėra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį, kadangi visų fondų $p < 0,05$. Nulinė hipotezė, jog dydžiai yra pasiskirstę pagal normalųjį dėsnį yra atmetama.

Palyginus visų fondų pasiskirstymo grafikus (1 priedas), matyti, kad histogramos gana siauros ir aukštos. Tokia grafiko forma sako, jog duomenų kintamumas yra mažas. Vadinasi, kiekvieno pensijų fondo skirtumai tarp jo gražų yra maži.

3.2.5 Koreliacinė analizė

Koreliacinės analizės tikslas yra nustatyti tarpusavio santykio tarp dviejų kintamųjų dydį ir jo reikšmingumą.

Pirsono koreliacijos koeficientas įvertina tiesinio ryšio stiprumą. Jis gali būti naudojamas, kai stebimų atsitiktinių dydžių X ir Y reikšmės yra išmatuotos intervalų arba santykių skalėje, o jų dvimatis skirstinys yra normalusis.

Nustatyta, jog pensijų fondų gražos nėra pasiskirsčiusios pagal normalųjį dėsnį, todėl koreliacinei analizei atlikti taikomas *Spirmeno* ranginės koreliacijos koeficientas r_s , kuris apibūdina ryšio tarp X ir Y stiprumą monotoniškumo prasme, t.y. X didėjant, Y monotoniškai didėja (nebūtinai tiesiškai), kai $r_s > 0$, arba mažėja, kai $r_s < 0$. Hipotezės apie *Spirmeno* ranginės koreliacijos koeficientą reikšmingumą [14].

$$H_0: r_s = 0 ; H_a: r_s \neq 0. \quad (3.8)$$

Spirmeno ranginės koreliacijos koeficientas apskaičiuojamas pagal

$$r_s = \frac{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - \frac{n+1}{2})(R_{yi} - \frac{n+1}{2})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{xi} - \frac{n+1}{2})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (R_{yi} - \frac{n+1}{2})^2}}, \quad (3.9)$$

čia R_{xi} yra x_i rangas, o R_{yi} - y_i rangas.

Patikrintų koreliacijų tarp pensijų fondų ir *S&P 500* indekso rezultatai pateikti 2 Priede. Rausva spalva pažymėtos reikšmės nurodo kiekvieno fondo didžiausią priklausomybę su kitu atitinkamu fondu. Žalsva spalva pažymėtos reikšmės parodo kiekvieno fondo mažiausią priklausomybę su atitinkamu kitu fondu.

Iš gautų rezultatų nesunku pastebėti, jog labiausiai tarpusavyje priklausomi fondai yra *Swedbank Pensija 3* ir *Swedbank Pensija 4*. Šių fondų *Spirmeno* koreliacijos koeficiento reikšmė yra lygi 0,974, kai reikšmingumo lygmuo yra $\alpha = 0,01$, o $p = 0,000$.

Vienas kitą mažiausiai įtakojantys pensijų fondai yra *Finasta Nuosaikus* ir *SEB Pensija 3* (*Spirmeno* koreliacijos koeficientas lygus 0,048, kai reikšmingumo lygmuo yra $\alpha = 0,05$, o $p = 0,047$).

Pagal 2 Priede pateiktus rezultatus, matome, jog *S&P 500 indekso* kitimas didžiausią įtaką daro *ERGO balans* pensijų fondui, kadangi apskaičiuotas *Spirmeno* ranginės koreliacijos koeficientas yra didžiausias 0,579, kai reikšmingumo lygmuo $\alpha = 0,01$, $p = 0,000$ ($p < \alpha$). Mažiausią įtaką – *Swedbank pensija 1* fondui, nes $r = -0,084$, o $p = 0,001 < \alpha = 0,01$, todėl H_0 atmetame. Pagal gautus rezultatus, taip pat pastebima, kad dviem pensijų fondams *DNB pensija 1* ($p > \alpha$) ir *Finasta Konservatyvaus investavimo* ($p > \alpha$) H_0 hipotezė, jog kintamieji yra nepriklausomi, priimama.

3.2.6 Dispersinė analizė

Dispersinė analizė tai statistinis metodas, naudojamas tyrimų rezultatams, priklausantiems nuo skirtingų, vienu metu veikiančių, faktorių, apdoroti. Dispersinė analizė užsienio literatūroje dažniausiai žymima sutrumpintai ANOVA (*ANalysis Of VAriance*). Šis kriterijus naudojamas hipotezėms apie dviejų ar daugiau populiacijų vidurkius tikrinti [29].

Kadangi, pensijų fondų grąžos nėra pasiskirsčiusios, pagal normalųjį dėsnį, darbe taikomas neparametrinis dispersinės analizės modelis (*Kruskal-Wallis* kriterijus).

Statistinė hipotezė:

H_0 : visų pensijų fondų vidurkiai nesiskiria

H_1 : bent dviejų pensijų fondų vidurkiai skiriasi

Testas atliktas naudojant *SPSS* programą. Gauti rezultatai pateikti 3 Priede. Pagal gautus rezultatus H_0 hipotezė atmetama, nes $p = 0,00 < \alpha$, tai yra, bent dviejų fondų vidurkiai reikšmingai skiriasi.

3.2.7 Pensijų fondų analizė verslo cikluose

Šios analizės tikslas yra nustatyti kiekvieno pensijų fondo ir *S&P 500 indekso* priklausomybę konkrečioje verslo ciklo fazėje. Verslo ciklo fazės jau buvo nustatytos ankstesniame skyrelyje, pasirenkant *S&P 500 indeksą*. Kadangi Lietuvoje antros pakopos pensijų fondai yra išskirstyti į 4 rizikingumo grupes, pagal fondų sudėtį, tai bus analizuojamos šios grupės atskirai. 3.3 – 3.6 lentelėse reikšmės, pažymėtos su dviem žvaigždutėmis (**), reiškia,

jog reikšmingumo lygmuo lygus 0,01, o jei pažymėta viena žvaigždute (*) - reikšmingumo lygmuo 0,05. Koreliacija skaičiuojama naudojant pensijų fondų grąžas.

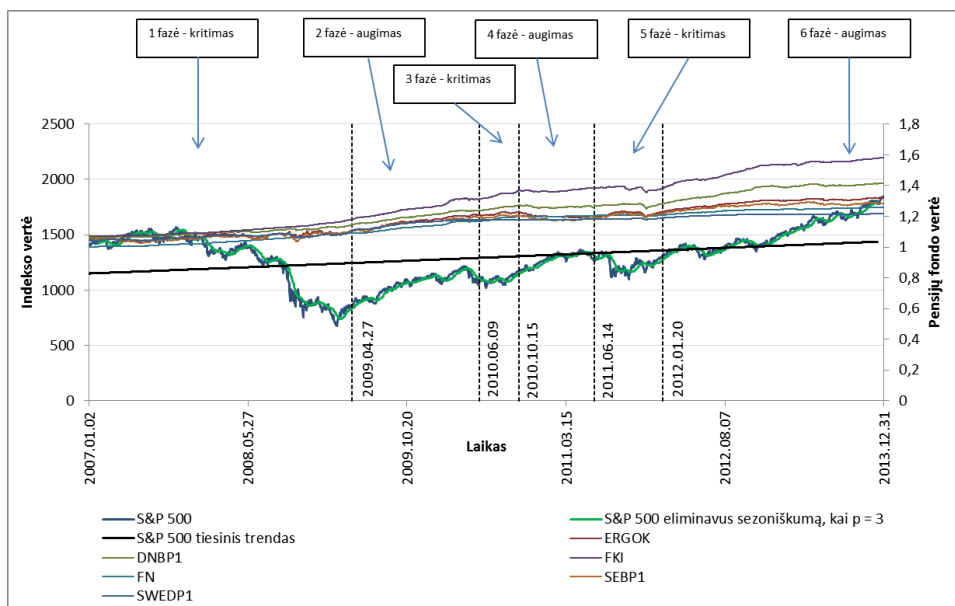
- Konservatyvaus investavimo pensijų fondai

Spirmeno koreliacijos koeficientai kiekvienoje iš fazių pateikiami 3.3 lentelėje.

3.3 Lentelė. S&P 500 ir konservatyvaus valdymo pensijų fondų koreliacija skirtingose fazėse

			1 KRITIMO FAZĖ	2 AUGIMO FAZĖ	3 KRITIMO FAZĖ	4 AUGIMO FAZĖ	5 KRITIMO FAZĖ	6 AUGIMO FAZĖ
			S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500
Konservatyvaus investavimo pensijų fondai	DNBP1	Correlation Coefficient	-0,028	0,013	0,065	0,014	0,029	0,039
		Sig. (2-tailed)	0,506	0,831	0,547	0,861	0,727	0,404
	ERGOK	Correlation Coefficient	-0,258**	-0,174**	-0,592**	-0,235**	-0,263**	-0,097*
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,004	0,000	0,003	0,001	0,036
	FKI	Correlation Coefficient	-0,025	0,093	-0,071	0,138	0,134	0,065
		Sig. (2-tailed)	0,564	0,125	0,511	0,080	0,105	0,161
	FN	Correlation Coefficient	-0,176**	0,004	-0,139	0,004	-0,145	-0,016
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,943	0,200	0,959	0,079	0,728
	SEBP1	Correlation Coefficient	-0,235**	-0,164**	-0,486**	-0,217**	-0,410**	-0,204**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,006	0,000	0,006	0,000	0,000
	SWEDP1	Correlation Coefficient	-0,210**	0,028	-0,090	-0,086	0,142	-0,002
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,649	0,408	0,275	0,088	0,959

Nagrinėjant, kiekvienoje svyravimų fazėje atskirai, pensijų fondų priklausomybę su *S&P 500* indeksu, galima teigti, kad pirmoje kritimo fazėje, indeksas visiškai neįtakojo *DNB pensija 1* ir *Finasta Konservatyvaus investavimo fondų* ($p < \alpha$), H_0 priimama. Didžiausia įtaka šioje fazėje jautė *ERGO konservatyvusis* fondas, $r = -0,258$. Fazėse, nuo antros iki šeštos, *S&P 500* indekso kitimas įtakojo tik du pensijų fondus: *ERGO konservatyvusis* ir *SEB Pensija 1*. Kitų pensijų fondų kitimui, šioje rizikingumo grupėje, indekso svyravimai įtakos neturėjo.



3.14 Pav. Konservatyvaus investavimo pensijų fondai verslo cikluose

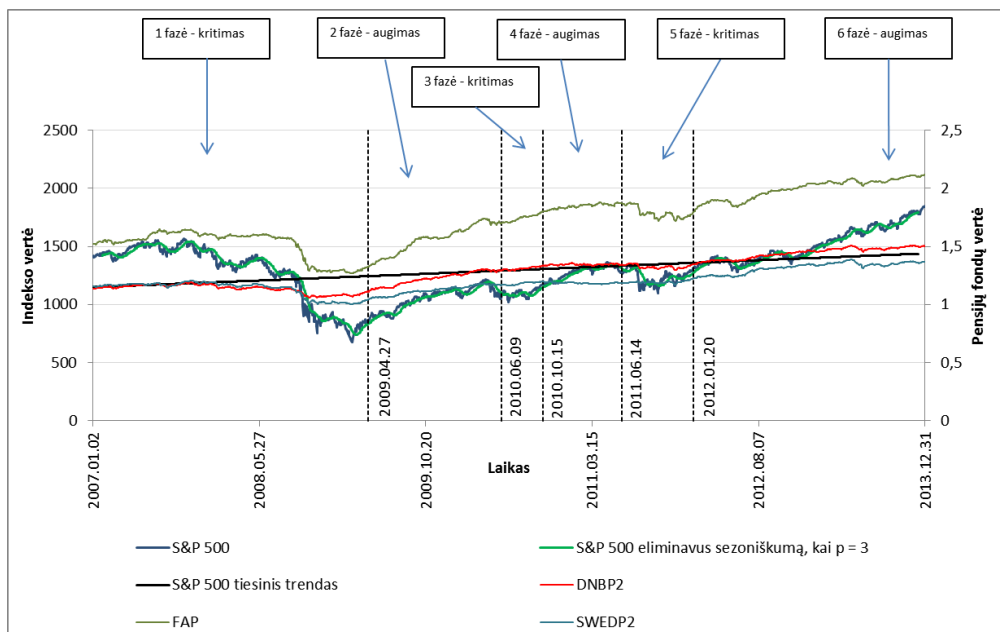
- Mažos akcijų dalies pensijų fondai

Spirmeno koreliacijos koeficientai kiekvienoje iš fazių pateikiami 3.4 lentelėje.

3.4 Lentelė. *S&P 500* ir mažos akcijų dalies pensijų fondų koreliacija skirtingose fazėse

			1 KRITIMO FAZĖ	2 AUGIMO FAZĖ	3 KRITIMO FAZĖ	4 AUGIMO FAZĖ	5 KRITIMO FAZĖ	6 AUGIMO FAZĖ
			S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500
Mažos akcijų dalies pensijų fondai	DNBP2	Correlation Coefficient	0,289**	0,322**	0,390**	0,491**	0,462**	0,315**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	FAP	Correlation Coefficient	0,159**	0,362**	0,240*	0,303**	0,455**	0,456**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,025	0,000	0,000	0,000
	SWEDP2	Correlation Coefficient	0,065	0,390**	-0,006	0,246**	0,163*	0,446**
		Sig. (2-tailed)	0,126	0,000	0,958	0,002	0,049	0,000

Pirmojoje kritimo fazėje, *S&P 500* indekso kitimas labiausiai veikė *DNB pensija 2* fondą ($r = 0,289$). Antroje, augimo fazėje, visi trys pensijų fondai yra priklausomi nuo indekso, o labiausiai iš visų *Swedbank Pensija 2* ($r = 0,390$). Trečioje fazėje (kritimo), labiausiai priklausomas nuo *S&P 500* indekso - *DNB Pensija 2* fondas ($r = 0,390$). Nuo ketvirtos iki penktos fazėse – visų pensijų fondų svyravimai yra priklausomi nuo indekso svyravimų. Ketvirtoje ir penktoje fazėse koreliacijos koeficientų reikšmės didžiausios tarp *DNB Pensija 2* ir *S&P 500*, o šeštoje fazėje - tarp *Finasta Augančio Pajamingumo* ir *S&P 500* indekso.



3.15 Pav. Mažos akcijų dalies pensijų fondai verslo cikluose

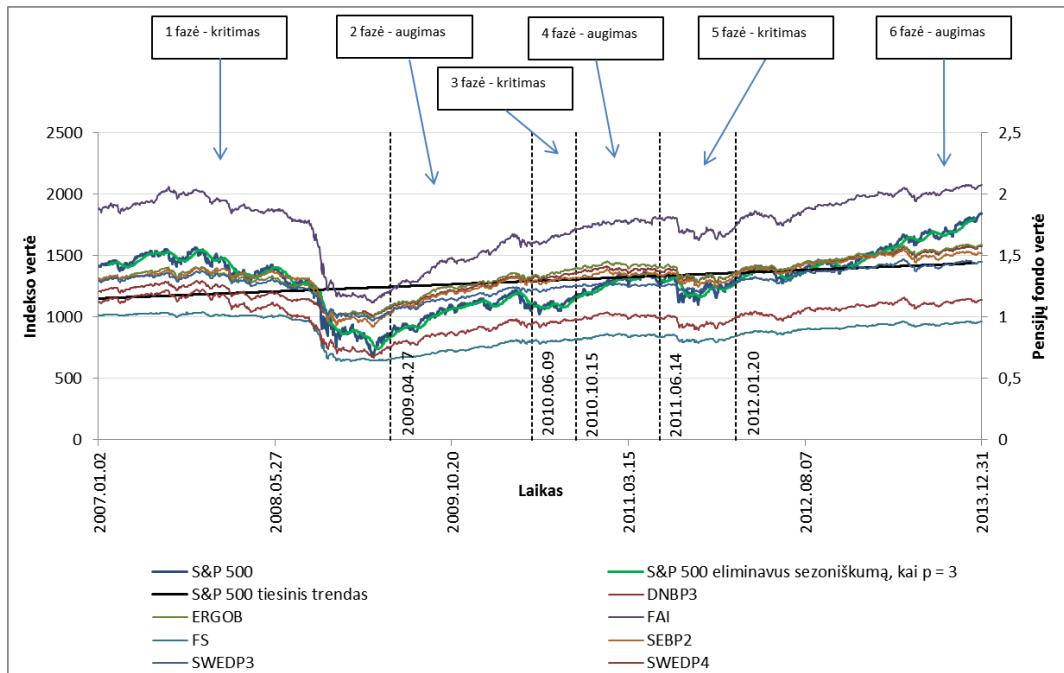
- Vidutinės akcijų dalies pensijų fondai

Spirmeno koreliacijos koeficientai kiekvienoje iš fazių pateikiami 3.5 lentelėje.

3.5 Lentelė. *S&P 500* ir vidutinės akcijų dalies pensijų fondų koreliacija skirtingose fazėse

			1 KRITIMO FAZĖ	2 AUGIMO FAZĖ	3 KRITIMO FAZĖ	4 AUGIMO FAZĖ	5 KRITIMO FAZĖ	6 AUGIMO FAZĖ
			S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500
Vidutinės akcijų dalies pensijų fondai	DNBP3	Correlation Coefficient	0,292**	0,327**	0,377**	0,507**	0,464**	0,336**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	ERGOB	Correlation Coefficient	0,537**	0,643**	0,551**	0,607**	0,645**	0,607**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	FAI	Correlation Coefficient	0,251**	0,518**	0,317**	0,418**	0,536**	0,569**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000
	FS	Correlation Coefficient	0,175**	0,454**	0,517**	0,626**	0,646**	0,634**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	SEBP2	Correlation Coefficient	0,108*	0,230**	0,341**	0,404**	0,381**	0,372**
		Sig. (2-tailed)	0,011	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
	SWEDP3	Correlation Coefficient	0,154**	0,525**	0,431**	0,579**	0,550**	0,530**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	SWEDP4	Correlation Coefficient	0,195**	0,556**	0,571**	0,641**	0,639**	0,560**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Šioje pensijų fondų grupėje, pirmojoje kritimo fazėje labiausiai *S&P 500* indeksas poveikį darė *ERGO balans* pensijų fondui, nes *Spirmeno* koreliacijos koeficientas lygus 0,537. Antroje, augimo, fazėje indekso kitimas taip pat labiausiai paveikė *ERGO balans* pensijų fondą ($r = 0,643$). Trečioje fazėje (kritimas) – *Swedbank Pensija 4* buvo daugiausiai priklausomas nuo *S&P 500*, $r = 0,571$. Ketvirtoje (augimo) fazėje nuo *S&P 500* indekso labiausiai priklausomas vėl *Swedbank Pensija 4* ($r = 0,641$). Penktojoje fazėje (kritimas) – *Finasta Subalansuotas* fondo priklausomybė nuo indekso didžiausia, lyginant su kitais pensijų fondais, $r = 0,646$. Šeštojoje augimo fazėje vėl labiausiai įtakojamas *Finasta Subalansuotas* pensijų fondas, koreliacijos koeficientas $r = 0,634$. Šioje pensijų rizikingumo grupėje visi pensijų fondai visose fazėse, pagal apskaičiuotus *Spirmeno* ranginės koreliacijos koeficientus, yra priklausomi nuo *S&P 500* indekso.



3.16 Pav. Vidutinės akcijų dalies pensijų fondai verslo cikluose

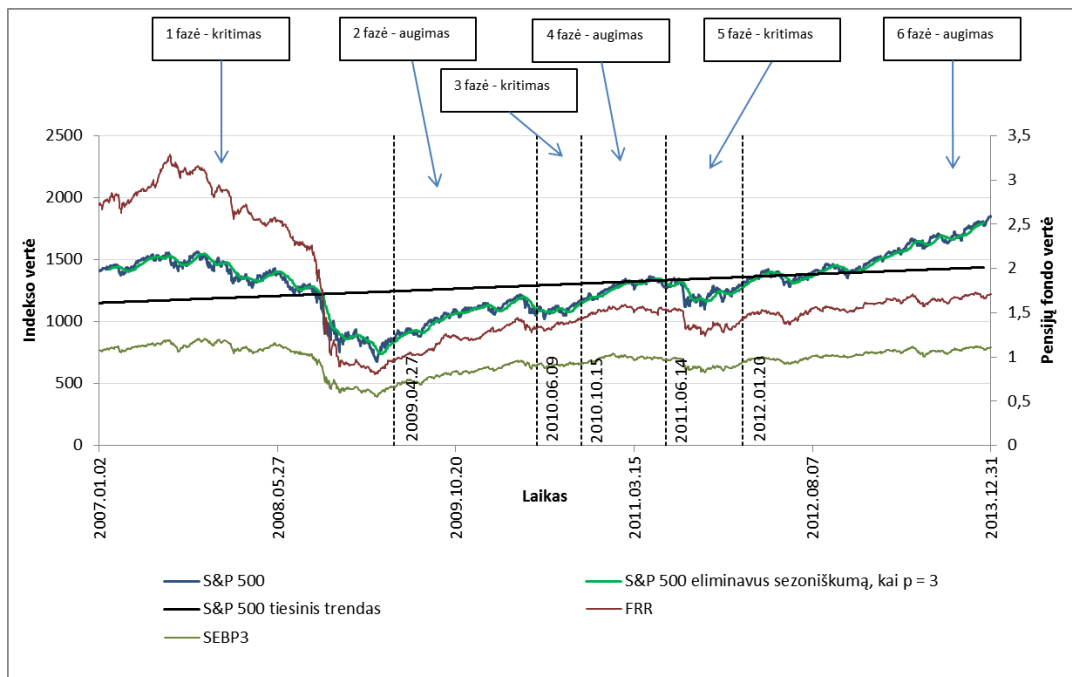
- Akcijų pensijų fondai

Spirmeno koreliacijos koeficientai kiekvienoje iš fazių pateikiami 3.6 lentelėje.

3.6 Lentelė. S&P 500 ir akcijų pensijų fondų koreliacija skirtingose fazėse

			1 KRITIMO FAZĖ	2 AUGIMO FAZĖ	3 KRITIMO FAZĖ	4 AUGIMO FAZĖ	5 KRITIMO FAZĖ	6 AUGIMO FAZĖ
			S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500	S&P 500
Akcijų pensijų fondai	FRR	Correlation Coefficient	0,263**	0,491**	0,420**	0,393**	0,604**	0,586**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	SEBP3	Correlation Coefficient	0,176**	0,301**	0,481**	0,441**	0,451**	0,399**
		Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Paskutintoje akcijų pensijų fondų grupėje, pagal gautus rezultatus galima daryti tokias išvadas, jog visose fazėse abu pensijų fondai yra priklausomi nuo indekso. 1-2 fazėse labiau priklausomas yra *Finasta Racionalios Rizikos* pensijų fondas. 3-4 fazėse, S&P 500 indekso įtaka labiau jaučiama *SEB Pensija 3* fondui, o 5-6 fazėse – vėl *Finasta Racionalios Rizikos* fondas yra labiau priklausomas nuo indekso kitimo.



3.17 Pav. Akcijų pensijų fondai

Apibendrinant, tik *DNB Pensija 1* ir *Finasta Racionalios Rizikos* pensijų fondai, esantys konservatyvaus investavimo rizikingumo grupėje, visiškai nekoreliuoja su *S&P 500* indeksu nei vienoje fazėje, o fondas *Swedbank Pensija 2* tik 1-oje ir 3-oje kritimo fazėse. Pensijų fondai *Finasta Nuosaiikus* ir *Swedbank Pensija 1*, su indeksu koreliuoja tik 1-oje – kritimo fazėje. Visi kiti pensijų fondai visose rizikingumo grupėse yra priklausomi nuo indekso. Taigi, kuo daugiau nagrinėjamų pensijų fondų sudėtyje yra akcijų, tuo labiau šie fondai koreliuoja su *S&P 500* indeksu.

Pensijų fondų efektyvumas

Paskaičiuoti trys efektyvumo rodikliai (*Šarpo*, *Sortino* ir *Treynoro*) pensijų fondams, rezultatai pateikti 5 priede. Pagal gautus rezultatus, visi apskaičiuoti rodikliai nurodo to pačio fondo, kaip efektyviausio. Taip yra dėl to, jog vertinamos skirtingos rizikos.

Gauti rezultatai parodo, jog vertinant fondo efektyvumą pagal *Šarpo* ir *Sortino* rodiklius, nuo 1-os iki 6-os fazėse rezultatai sutampa: geriausi fondai yra tie, kurie priklauso akcijų pensijų fondų grupei. 1-oje fazėje efektyviausias *Finasta Konservatyvaus Investavimo*. 2-oje, 3-oje, 4-oje ir 6-oje fazėse, galima spręsti, kad geriausias fondas *Finasta Racionalios Rizikos*, o 5-oje fazėje – *SEB Pensija 3*. Pagal apskaičiuotus *Treynoro* rodiklius, gauti visai kitokie rezultatai: 1-oje fazėje efektyviausias *Swedbank Pensija 2*, 2-oje fazėje *SEB Pensija 1*, 3-oje ir 4-oje fazėse *Swedbank Pensija 1*, 5-oje fazėje *DNB Pensija 1* ir 6-oje fazėje *Finasta Nuosaiikus*. Taigi, galima daryti išvadą, jog jeigu taikomi *Šarpo* arba *Sortino* rizikos matai, tai esant krizei (1 fazė) –

rekomenduotina investuoti į konservatyvaus investavimo pensijų fondus, o esant augimo periodui (bei kritimo fazėse, kai nuosmūkiai neryškūs) patartina investuoti į akcijų pensijų fondus. Jeigu taikomas *Treynoro* rodiklis – tuomet pagal gautus rezultatus, 1-oje kritimo fazėje, patartina rinktis fondą, turinti daugiau akcijų, t.y. esantį vidutinės dalies akcijų pensijų fondų grupėje. Nuo 2-os iki 6-os fazėse, *Treynoro* rodiklis parodo, jog efektyviausi fondai, tie, kurie yra konservatyvaus investavimo pensijų fondų grupėje.

Nagrinėjant gautus rezultatus, taip pat galima nustatyti ir tuos pensijų fondus, kurių rinktis nepatartina. Taigi, jeigu šis sprendimas yra priimamas, remiantis *Šarpo* arba *Sortino* rodikliais, gauta, kad 1-ojoje fazėje (krizėje) nepatartina rinktis *Finasta Racionalios Rizikos* pensijų fondo, o nuo 2-os iki 6-os fazėse – *Swedbank Pensija 1* fondo. Pagal apskaičiuotus *Treynoro* rodiklius, gauta, kad pirmojoje fazėje – nerekomenduotinas fondas yra *Finasta Konservatyvaus investavimo*, 2-oje ir 6-oje fazėse – *Swedbank Pensija 1*, 3-oje fazėje – *DNB Pensija 1*, o 4-oje bei 5-oje – *Finasta Nuosaikus*.

Nagrinėjant visą periodą, Pagal *Šarpo* koeficientą patartina rinktis investuoti į *SEB Pensija 1* fondą, o pagal *Sortino*, bei *Treynoro* koeficientus rekomenduotina rinktis *Finasta Nuosaikus* pensijų fondą. Nerekomenduotini fondai: pagal *Šarpo* koeficientą – *Finasta Nuosaikus*, pagal *Sortino* koeficientą – *Finasta Racionalios Rizikos*, pagal *Treynoro* koeficientą – *Finasta Konservatyvaus Investavimo*.

Pensijų fondų analizė pagal fondus valdančias įmones

Jeigu investuotojas nori pakeisti pensijų fondą, pasirenkant kitą, kurį valdo ta pati bendrovė, kaip ir esamą, tai toks investavimo keitimas (į kitą fondą) nieko nekainuoja. Dėl šios priežasties, yra svarbu nustatyti, kuris pensijų fondas, yra laikomas efektyviausiu investuotojui kiekvienoje kritimo arba augimo fazėje, pagal fondų valdymo bendroves.

Darbe nagrinėjami aštuonioliką II-os pakopos pensijų fondų, kuriuos valdo 5 bendrovės: *UAB “DNB investicijų valdymas”*, *UAB „Finasta Asset Management“*, *UAB “SEB Investicijų valdymas”*, *UAB “Swedbank Investicijų valdymas”* ir *ERGO Life Insurance SE* (nuo 2014 m. liepos 7 d. ši bendrovė perleido teises ir pareigas, atsirandančias iš Valstybinio socialinio draudimo įmokos dalies kaupimo pensijų fondų *ERGO Konservatyvusis* ir *ERGO Balans* pensijų kaupimo sutarčių *UAB DNB investicijų valdymas*).

Šioje darbo dalyje analizuojami pensijų fondai, išskiriant juos į 5 grupes pagal valdymo įmones. Pensijų fondų efektyvumas visu nagrinėjamoju laikotarpiu, bei atskirose ciklo fazėse pateiktas 3.7 lentelėje. Pagrindiniu efektyvumo įvertinimo matu laikomas *Šarpo* koeficientas.

3.7 Lentelė. Pensijų fondų efektyvumų palyginimas pagal valdymo bendroves

Bendrovė	Pensijų fondas	Visas laikotarpis	1 fazė	2 fazė	3 fazė	4 fazė	5 fazė	6 fazė
UAB „DNB investicijų valdymas“	DNBP1	-0,113	1,004	-0,573	-1,615	-0,622	-0,965	-0,564
	DNBP2	-0,052	0,293	-0,133	-0,636	-0,356	-0,508	-0,246
	DNBP3	-0,030	0,111	-0,028	-0,305	-0,187	-0,278	-0,108
UAB „Finasta Asset Management“	FKI	-0,053	3,024	-0,461	-1,099	-1,014	-1,086	-0,433
	FN	-0,308	2,382	-0,973	-1,977	-2,021	-3,043	-1,204
	FAP	-0,023	0,117	0,025	-0,429	-0,166	-0,411	-0,138
	FAI	-0,038	-0,011	0,033	-0,157	-0,073	-0,290	-0,076
	FS	-0,064	-0,014	-0,029	-0,260	-0,130	-0,231	-0,119
UAB „SEB Investicijų valdymas“	FRR	-0,047	-0,074	0,045	-0,065	-0,018	-0,162	-0,036
	SEBP1	-0,092	0,346	-0,373	-1,042	-0,578	-0,791	-0,526
	SEBP2	-0,034	0,038	-0,006	-0,302	-0,141	-0,238	-0,104
	SEBP3	-0,022	-0,009	0,038	-0,145	-0,042	-0,141	-0,044
UAB „Swedbank Investicijų valdymas“	SWEDP1	-0,278	0,751	-1,434	-11,640	-4,795	-3,778	-3,763
	SWEDP2	-0,079	0,181	-0,280	-0,789	-0,522	-0,569	-0,182
	SWEDP3	-0,053	0,065	-0,084	-0,392	-0,278	-0,305	-0,107
	SWEDP4	-0,037	0,001	-0,005	-0,165	-0,118	-0,163	-0,072
ERGO Life Insurance SE	ERGOK	-0,087	0,360	-0,344	-1,021	-0,700	-0,838	-0,791
	ERGOB	-0,036	0,070	-0,026	-0,239	-0,184	-0,300	-0,107

UAB „DNB investicijų valdymas“

Pagal pateiktus 3.7 lentelėje rezultatus, 1-oje fazėje didžiausią Šarpo koeficiento reikšmę turi DNB pensija 1 fondas (1,004) – todėl jis efektyviausias. Kitose fazėse efektyviausiu pensijų fondu yra DNB pensija 3, kadangi Šarpo rodikliai didžiausi. Jeigu analizuojami pensijų fondai visu nagrinėjamoju laikotarpiu- efektyviausiu laikomas taip pat DNB pensija 3 pensijų fondas.

UAB „Finasta Asset Management“

1-ojoje fazėje efektyviausias fondas Finasta Konservatyvaus investavimo – jis priklauso konservatyvaus investavimo rizikingumo grupei. Šarpo koeficientas 3,024. 2-oje, 3-oje, 4-oje, 5-oje ir 6-oje fazėse efektyviausiu fondu laikomas Finasta Racionalios Rizikos. Analizuojant visą nagrinėjamąjį laikotarpį, efektyviausias Finasta Augančio pajamingumo fondas.

UAB „SEB Investicijų vadymas“

Nagrinėjami 3 šios bendrovės valdomi pensijų fondai. 1-oje fazėje efektyviausias fondas SEB Pensija 1, Šarpo rodiklis 0,346. Šis pensijų fondas priklauso konservatyvaus investavimo pensijų fondų rizikingumo grupei. Nuo 2-os fazės iki 6-os fazėse, efektyviausiu fondu laikomas SEB Pensija 3. Šis fondas priklauso akcijų pensijų fondų rizikingumo grupei. Taip pat SEB Pensija 3 yra efektyviausias ir visu nagrinėjamoju laikotarpiu.

UAB „Swedbank Investicijų valdymas“

1-oje fazėje efektyviausiu laikomas *Swedbank Pensija 1* pensijų fondas, Šarpo koeficientas 0,751. Jis priklauso konservatyvaus investavimo pensijų fondų rizikingumo grupei. Nuo 2-os iki 6-os fazėse efektyviausias fondas *Swedbank Pensija 4*. Šis fondas priklauso vidutinės akcijų dalies pensijų fondų grupei.

ERGO Life Insurance SE

1-oje fazėje paranku rinktis *ERGO Konservatyvusis* pensijų fondą, kuris priklauso konservatyviems pensijų fondams, o kitose fazėse patartina rinktis *ERGO Balans* pensijų fondą, kuris priklauso vidutinės akcijų dalies pensijų rizikingumo grupei.

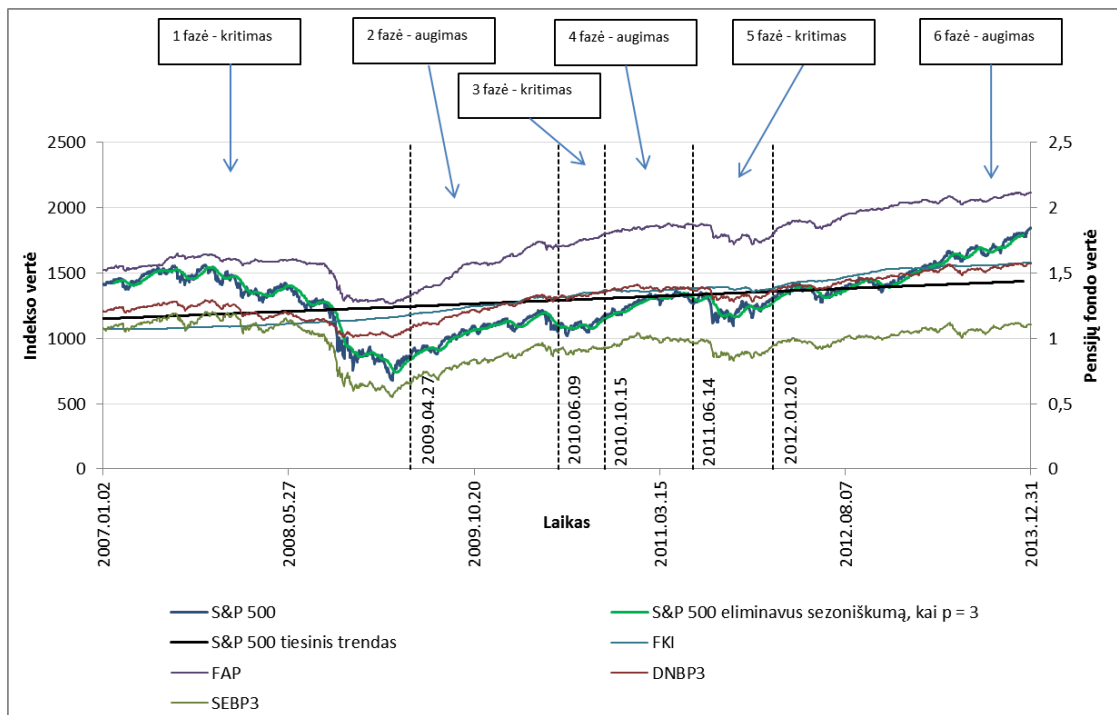
Apibendrinant, galima teigti, jog vertinant pensijų fondų efektyvumus pagal Šarpo koeficientą kiekvienoje iš bendrovių, efektyviausi fondai 1-oje fazėje yra tie, kurie priklauso konservatyvaus investavimo pensijų fondams, o nuo 2-os iki 6-os fazėse efektyviausi fondai tie, kurių sudėtyje yra daugiau akcijų - priklausantys akcijų pensijų fondų arba vidutinės dalies akcijų pensijų fondų grupėms.

Pagal pateiktus skaičiavimų rezultatus 3.7 lentelėje, palyginus visus fondus skirtingose fazėse, gauta, kad geriausia investuotojui rinktis *UAB „Finasta Asset Management“* bendrovės valdomus pensijų fondus, kadangi 1-oje, 2-oje, 3-oje, 4-oje ir 6-oje ciklo fazėse didžiausią efektyvumą įgija būtent šie fondai. 5-oje fazėje (kritimo fazėje) efektyviausiu laikomas *UAB „SEB Investicijų vadymas“* valdomas pensijų fondas *SEB Pensija 3* (Šarpo koeficientas - 0,141), tačiau *Finasta Racionalios Rizikos* fondas atsilieka labai nedaug (Šarpo koeficientas - 0,162).

Efektyviausių pensijų fondų analizė verslo cikluose

Kad būtų galima panagrinėti skirtingo rizikingumo fondus verslo cikluose, išrenkama po vieną efektyviausią pensijų fondą kiekvienoje grupėje. Efektyviausi fondai atrenkami pagal apskaičiuotą Šarpo rodiklį kiekvienam fondui (5 priedas).

Atrinkti efektyviausi pensijų fondai: *Finasta Konservatyvaus Investavimo*, *Finasta Aujančio pajamingumo*, *DNB pensija 3* ir *SEB pensija 3*. Šie fondai pavaizduoti 3.18 Pav.



3.18 Pav. Efektyviausi pensijų fondai verslo cikluose

Pagal 3.18 Pav. gana nesunku pastebėti, jog šių efektyviausių pensijų fondų kitimai (svyravimai) yra panašūs kaip ir *S&P 500* indekso. Lyginant pensijų fondų vertes laikotarpio pradžioje ir pabaigoje (3.8 lentelė), galima daryti išvadą, kad visų fondų pelningumai pakilo. Didžiausią vertę laikotarpio pabaigoje turėjo *Finasta Augančio Pajamingumo* pensijų fondas. Šio fondo vertės pokytis per laikotarpį taip pat buvo didžiausias 59,24 %. Rezultatai 3.8 lentelėje.

3.8 Lentelė. Efektyviųjų pensijų fondų Šarpo koeficientai skirtingose fazėse

	Finasta Konservatyvaus investavimo	Finasta Augančio pajamingumo	DNB pensija 3	SEB pensija 3
Šarpo koef.	-0,05299	-0,02291	-0,02952	-0,02179
1 fazė. Šarpo koef.	3,02430	0,11749	0,11138	-0,00911
1 fazė. Pelningumas	11,16%	-20,16%	-13,95%	-42,42%
2 fazė. Šarpo koef.	-0,46143	0,02483	-0,02838	0,03814
2 fazė. Pelningumas	0,09%	0,18%	0,25%	1,44%
3 fazė. Šarpo koef.	-1,09936	-0,42905	-0,30483	-0,14466
3 fazė. Pelningumas	5,70%	9,68%	4,81%	1,66%
4 fazė. Šarpo koef.	-1,01446	-0,16627	-0,18654	-0,04228
4 fazė. Pelningumas	1,66%	7,19%	1,45%	4,65%
5 fazė. Šarpo koef.	-1,08650	-0,41138	-0,27832	-0,14124
5 fazė. Pelningumas	-0,45%	-7,26%	-0,59%	-2,68%
6 fazė. Šarpo koef.	-0,43266	-0,13835	-0,10822	-0,04410
6 fazė. Pelningumas	20,04%	31,60%	20,83%	16,17%
Fondo vertė pradžioje	1,07	1,5256	1,21	1,082

Fondo vertė pabaigoje	1,5831	2,1180	1,5738	1,1051
Pokytis per laikotarpį	51,31%	59,24%	36,38%	2,31%

Pagal 3.8 lentelę, galima analizuoti pensijų fondų efektyvumą kiekvienoje ciklo fazėje. Pagal paskaičiuotus *Šarpo* rodiklius visam nagrinėjamam laikotarpiui, efektyviausiu fondu laikomas *SEB pensija 3* fondas, nes jo *Šarpo* koeficientas didžiausias -0,02179. Pirmojoje ekonominių svyravimų fazėje (kritimo fazėje), efektyviausiu laikomas fondas yra *Finasta Konservatyvus investavimo*, nes *Šarpo* rodiklis 3,02430. Antroje fazėje efektyviausias *SEB pensija 3*, *Šarpo* rodiklis 0,03814. Trečioje fazėje, efektyviausiu vėl laikomas *SEB pensija 3*, nes *Šarpo* rodiklis nors ir neigiamas, -0,14466, tačiau didžiausias iš visų. Ketvirtoje (augimo) fazėje – efektyviausias *SEB pensija 3*, *Šarpo* koeficientas lygus -0,04228. Penktoje fazėje (kritimas) – vėl efektyviausias *SEB pensija 3* (-0,14124), o šeštoje (augimas) fazėje – taip pat efektyviausias *SEB pensija 3* fondas (-0,04410). Taigi, apibendrinant, galima teigti, jog 1-ojoje fazėje kai rinka patyrė krizę, palankiausia rinktis *Finasta Konservatyvus investavimo* pensijų fondą. Pasibaigus pirmai - kritimo fazei, bei rinkai pradedant augti, konservatyvus investavimo pensijų fondai auga lėčiau, nei fondai, kurių sudėtyje yra akcijų, todėl nuo 2 iki 6 fazėse efektyviausiu laikomas *SEB pensija 3* pensijų fondas.

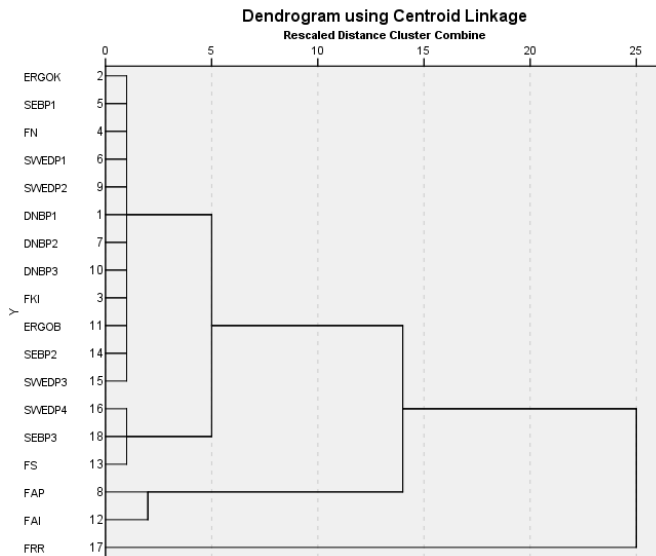
3.3 Pensijų fondų klasterizavimas

Fondų skirstymas į klasterius atliktas, naudojant pensijų fondų vertes. Šios analizės tikslas yra patikrinti, ar Lietuvos banko oficialiame tinklapyje skelbiamas pensijų fondų suskirstymas į keturias skirtingų rizikingumų grupes yra teisingas. Klasterizavimas atliktas naudojant hierarchinius ir nehierarchinius metodus.

3.3.1 Hierarchinis metodas

Atliekant hierarchinį klasterizavimą, pasirinkta naudoti *Centroidų* jungimo metodą, kai atstumas tarp klasterių kiekviename žingsnyje skaičiuojamas kaip vidutinis atstumas tarp dviejų klasterių. Taip pat naudoti keturi atstumo matai *Euclidean* (Euklido kvadrato), *Block*, *Cosine* (kosinuso) bei *Correlation* (koreliacijos). Gauti rezultatai pateikti 3.19 – 3.22 Pav. Duomenų jungimo į klasterius detalios išvesties lentelės pateiktos 4 Priede.

- Atstumo matas - Euclidean



3.19 Pav. Hierarchinio klasterizavimo dendrograma, kai atstumo matas - *Euclidean*

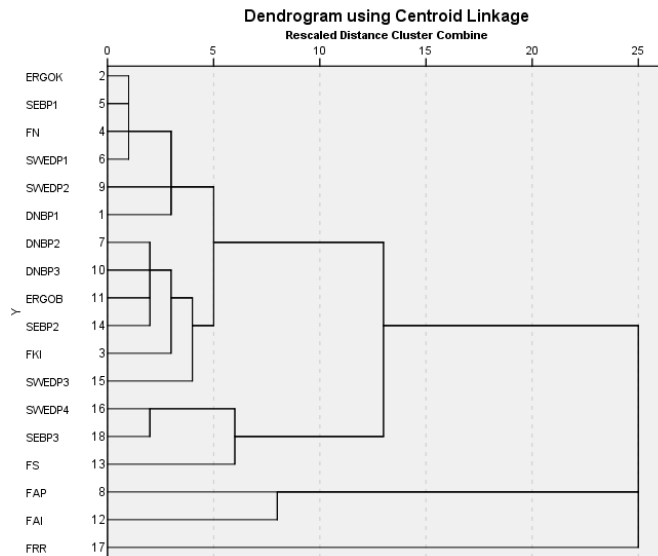
Pagal gautą rezultatą – dendrogramą (3.19 Pav.), matyti, jog lyginant pensijų fondus pagal rizikingumą, labiausiai nuo visų nutolęs klasteris, kurį sudaro tik vienas pensijų fondas – *Finasta Racionalios Rizikos*. Klasteris, kurį sudaro 2 pensijų fondai – *Finasta Augančio pajamingumo*, bei *Finasta Aktyvaus Investavimo*, yra tarpinis klasteris tarp rizikingo ir nerizikingo. Taip pat pagal dendrogramą aiškiai matoma, jog klasteris, kurį sudaro penkioliką pensijų fondų - nuo *ERGO Konservatyvusis* iki *SEB Pensija 3* – laikomi mažiausiai rizikingais.

Naudojant *Euclidean* atstumo matą gauta, jog optimaliausias klasterių skaičius yra 3. Taip pat, 4 Priede pateiktoje klasterizavimo išvesties lentelėje, palyginus koeficientus, kurie reiškia atstumą tarp dviejų klasterių pagal pasirinktą atstumo matą, 11-tame lygyje šis atstumas šuoliškai padidėja, o tai reiškia, kad jungimą į klasterius galima užbaigti.

Koeficientų reikšmės dendrogramoje yra transformuotos į skalės nuo 0 iki 25 reikšmes. Pensijų fondai pasiskirstę taip:

- ✓ 1 klasteris: *DNBP2, SWEDP2, DNBP3, ERGOB, FS, SEBP2, SWEDP3, SWEDP4, SEBP3, DNBP1, ERGOK, FKI, FN, SEBP1, SWEDP1*.
- ✓ 2 klasteris: *FAP, FAI*.
- ✓ 3 klasteris: *FRR*.

- Atstumo matas – *Block*



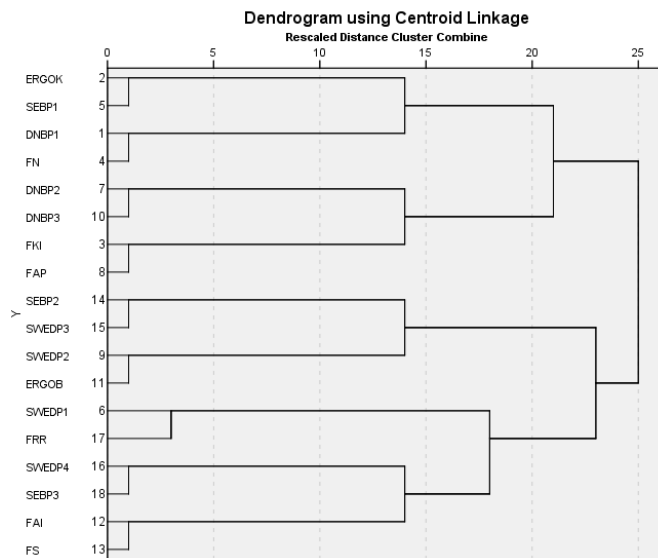
3.20 Pav. Hierarchinio klasterizavimo dendograma, kai atstumo matas - *Block*

Pagal gautą dendogramą 3.20 Pav. matyti, jog du klasteriai vienodai nutolę nuo trečiojo klasterio. Vieną klasterį sudaro *Finasta Racionalios Rizikos* pensijų fondas. Kitą klasterį sudaro du pensijų fondai: *Finasta Augančio pajamingumo* ir *Finasta Aktyvaus investavimo*. Trečiasis klasteris didžiausias – nuo *ERGO Konservatyvus* iki *Finasta Subalansuotas*. Šis klasteris laikomas mažiausiai rizikingu.

Sujungus pensijų fondus į klasterius, naudojant *Block* atstumo matą (3.20 Pav.), matyti, jog optimaliausias klasterių skaičius yra 3. Pagal 4 priede pateiktą detalią jungimo žingsnių lentelę, taip pat gauta, jog ženklus koeficiento reikšmės padidėjimas atsiranda 15-ame žingsnyje. Pensijų fondai pasiskirstę taip:

- ✓ 1 klasteris: *DNBP2, SWEDP2, DNBP3, ERGOB, FS, SEBP2, SWEDP3, SWEDP4, SEBP3, DNBP1, ERGOK, FKI, FN, SEBP1, SWEDP1.*
- ✓ 2 klasteris: *FAP, FAI.*
- ✓ 3 klasteris: *FRR.*

- Atstumo matas –Cosine



3.21 Pav. Hierarchinio klasterizavimo dendograma, kai atstumo matas - *Cosine*

Pagal dendogramą (3.21 Pav.) yra du klasteriai, kurie vienas nuo kito nutolę toliausiai: pirmajam priklauso pensijų fondai nuo *ERGO Konservatyvusis* iki *Finasta Augančio Pajamingumo*, o antrajam – nuo *SEB Pensija 2* iki *Finasta Subalansuotas*. Tačiau, taip pat matyti, jog pagal atstumus šie du klasteriai viduje dar išskiriami į mažesnes grupes. Keturi pensijų fondai- nuo *ERGO Konservatyvusis* iki *Finasta Nuosaikus* - yra vienodai nutolę nuo klasterio, kurį sudaro taip pat keturi fondai: nuo *DNB Pensija 2* iki *Finasta Augančio Pajamingumo*. Kitas klasteris, kurį sudaro vėl keturi pensijų fondai - nuo *SEB Pensija 2* iki *ERGO Balans* - yra nutolęs nuo klasterio, kurį sudaro 6 pensijų fondai - nuo *Swedbank Pensija 1* iki *Finasta Subalansuotas*. Be to, ši fondų grupė dar išskiriama į du klasterius: vieną iš jų sudaro *Swedbank Pensija 1* ir *Finasta Racionalios Rizikos*, o kitą keturi fondai nuo *Swedbank Pensija 4* iki *Finasta Subalansuotas*. Visi šie klasteriai viduje dar išskiriami į dar mažesnius klasterius, po du pensijų fondus kiekviename.

Pagal gautus rezultatus (3.21 Pav.), kai atstumo matas *Cosine*, pensijų fondai suskirstyti 9 klasterius:

1 klasteris: *ERGOK,SEBP1*.

2 klasteris: *DNBP1, FN*.

3 klasteris: *DNBP2, DNBP3*.

4 klasteris: *FKI, FAP*.

5 klasteris: *SEBP2,SWEDP3*.

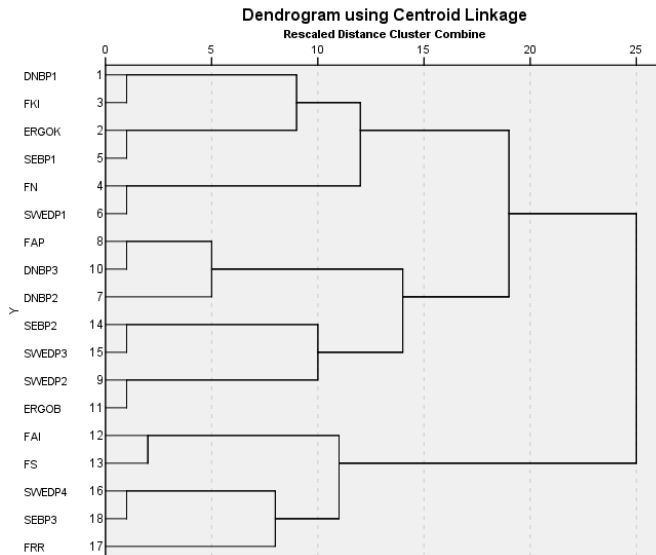
6 klasteris: *SWEDP2, ERGOB*.

7 klasteris: *SWEDP1, FRR*.

8 klasteris: *SWEDP4, SEBP3*.

9 klasteris: *FAI, FS*

- Atstumo matas – Pearson Correlation



3.22 Pav. Hierarchinio klasterizavimo dendograma, kai atstumo matas - *Correlation*

Pagal dendogramą 3.22 Pav. matyti, jog labiausiai nutolęs klasteris susideda iš 5 pensijų fondų: nuo *Finasta Aktyvaus Investavimo* iki *Finasta Racionalios Rizikos*. 3.22 Pav. taip pat aiškiai matyti ir kiti du klasteriai: vienas iš jų susideda iš *DNB Pensija 1 – Swedbank Pensija 1* pensijų fondų, bei kitas iš *Finasta Augančio pajamingumo – ERGO Balans*.

Dendrogramoje (3.22 Pav.) matyti, jog kai jungiant pensijų fondus į grupes taikomas *Correlation* atstumo matas, akivaizdų koeficiento šuolį įžvelgti gana sunku. Parinktas optimalus klasterių skaičius 3. Pensijų fondai į grupes pasiskirstę taip:

1 klasteris: *FAI, FS, SWEDP4, SEBP3, FRR*.

2 klasteris: *DNBP1, FKI, ERGOK, SEBP1, FN, SWEDP1*.

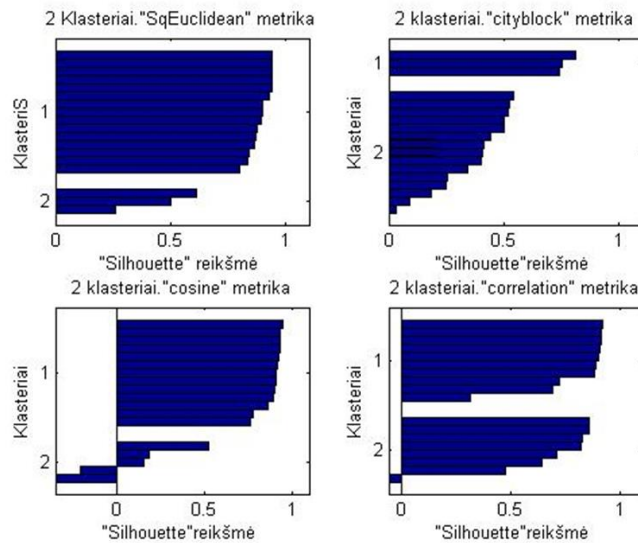
3 klasteris: *FAP, DNBP3, DNBP2, SEBP2, SWEDP3, SWEDP2, ERGOB*.

Apibendrinus, galima teigti, jog klasterizuojant pasirinkus *Euclidean* arba *Block* atstumo matą, gauti rezultatai (dendogramos) yra aiškesni, negu taikant *Cosine* arba *Correlation* atstumo matas. Kai taikomas atstumas *Cosine*, gauti net 9 klasteriai, kai kiekviename iš jų pensijų fondai sugrupuoti po 2. Šis rezultatas nėra tikslus, kadangi tiek daug rizikingumo grupių II-oje pensijų pakopoje negali būti. Naudojant *Euclidean*, *Block* ir *Correlation* atstumus, nustatyta, kad pensijų fondai yra susiskirstę į 3 grupes, tačiau kai naudojami pirmieji du atstumai – pensijų fondų pasiskirstymai yra identiški.

3.3.2 Nehierarchinis metodas

Pasirinkus klasterių skaičių 2,3,4 arba 5, taikant k -vidurkių metodą atliktas klasterizavimas. Pritaikius *Silueto* metodą nustatytas optimalus klasterių skaičius. Tyrimui atlikti, naudoti keturi atstumo matai *Euclidean* (Euklido kvadrato), *Cityblock*, *Cosine* (kosinuso) bei *Correlation* (koreliacijos). Rezultatai pateikti 3.9 – 3.12 lentelėse ir 3.23 – 3.26 Pav.

- Pasirinktas klasterių skaičius 2 :



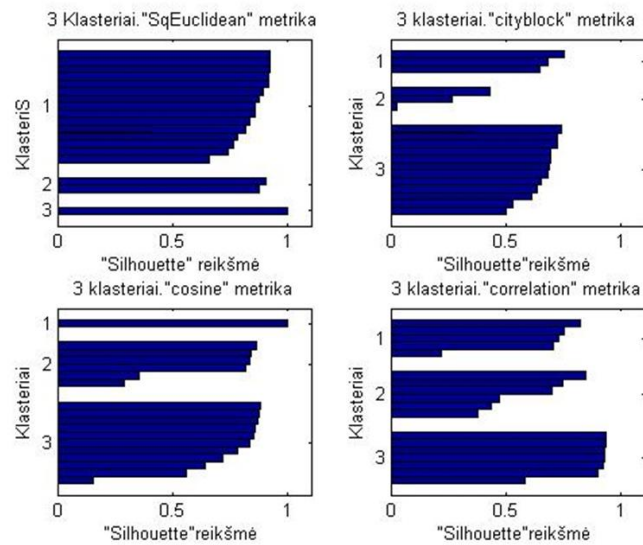
3.23 Pav. Fondų pasiskirstymas tarp 2 klasterių, kai taikomas k -vidurkių metodas

3.9 Lentelė. *Silueto* reikšmės, kai fondai pasiskirstę tarp 2 klasterių

Metrika	SqEuclidean	Cityblock	Cosine	Correlation
<i>Silueto reikšmė</i>	0.8206	0.4280	0.6628	0.7310

Iš lentelės matyti, kad kai taikoma *SqEuclidean* metrika, *Silueto* reikšmė yra didžiausia 0.8206 (geriausia).

- Pasirinktas klasterių skaičius 3 :



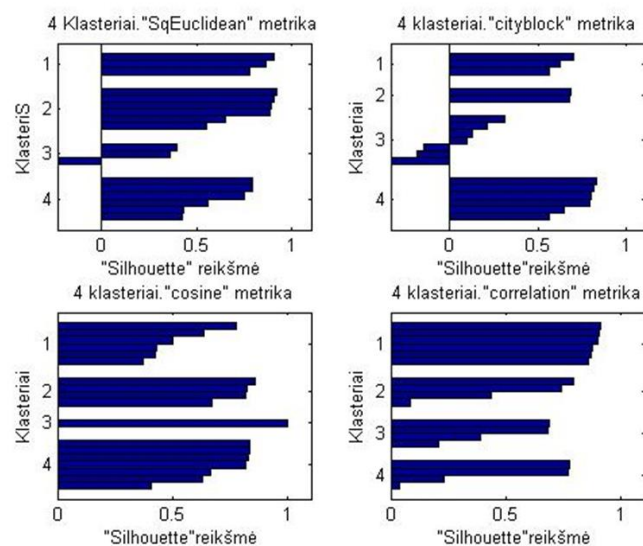
3.24 Pav. Fondų pasiskirstymas tarp 3 klasterių, kai taikomas k -vidurkių metodas

3.10 Lentelė. *Silueto* reikšmės, kai fondai pasiskirstę tarp 3 klasterių

Metrika	SqEuclidean	Cityblock	Cosine	Correlation
<i>Silueto reikšmė</i>	0.8584	0.5929	0.7230	0.7181

Iš 3.10 lentelės matyti, jog geriausias rezultatas 0.8584 gaunamas, naudojant *SqEuclidean* metriką .

- Pasirinktas klasterių skaičius 4 :



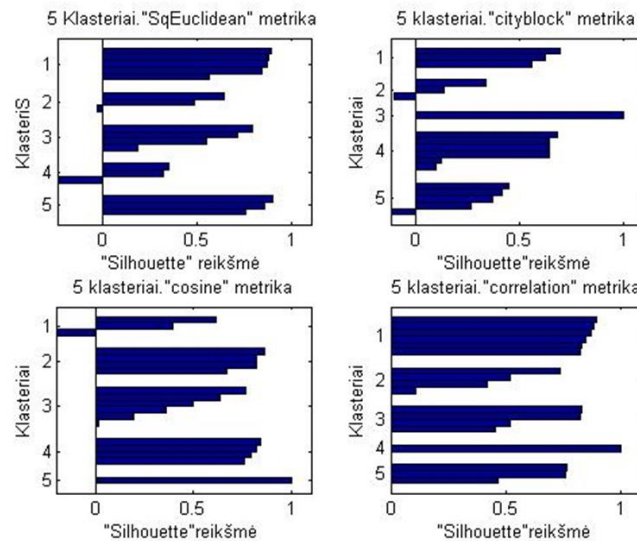
3.25 Pav. Fondų pasiskirstymas tarp 4 klasterių, kai taikomas k -vidurkių metodas

3.11 Lentelė. *Silueto* reikšmės, kai fondai pasiskirstę tarp 4 klasterių

Metrika	SqEuclidean	Cityblock	Cosine	Correlation
<i>Silueto</i> reikšmė	0.6465	0.4298	0.6847	0.6190

Iš 3.11 lentelės matyti, kad geriausias rezultatas 0.6847 gaunamas, naudojant „*Cosine*“ metriką.

- Pasirinktas klasterių skaičius 5 :



3.26 Pav. Fondų pasiskirstymas tarp 5 klasterių, kai taikomas *k*-vidurkių metodas

3.12 Lentelė. *Silueto* reikšmės, kai fondai pasiskirstę tarp 5 klasterių

Metrika	SqEuclidean	Cityblock	Cosine	Correlation
<i>Silueto</i> reikšmė	0.5716	0.4135	0.5931	0.6951

Pagal 3.12 lentelės rezultatus, tinkamiausia yra „*Correlation*“ metriką, *Silueto* reikšmė 0,6951.

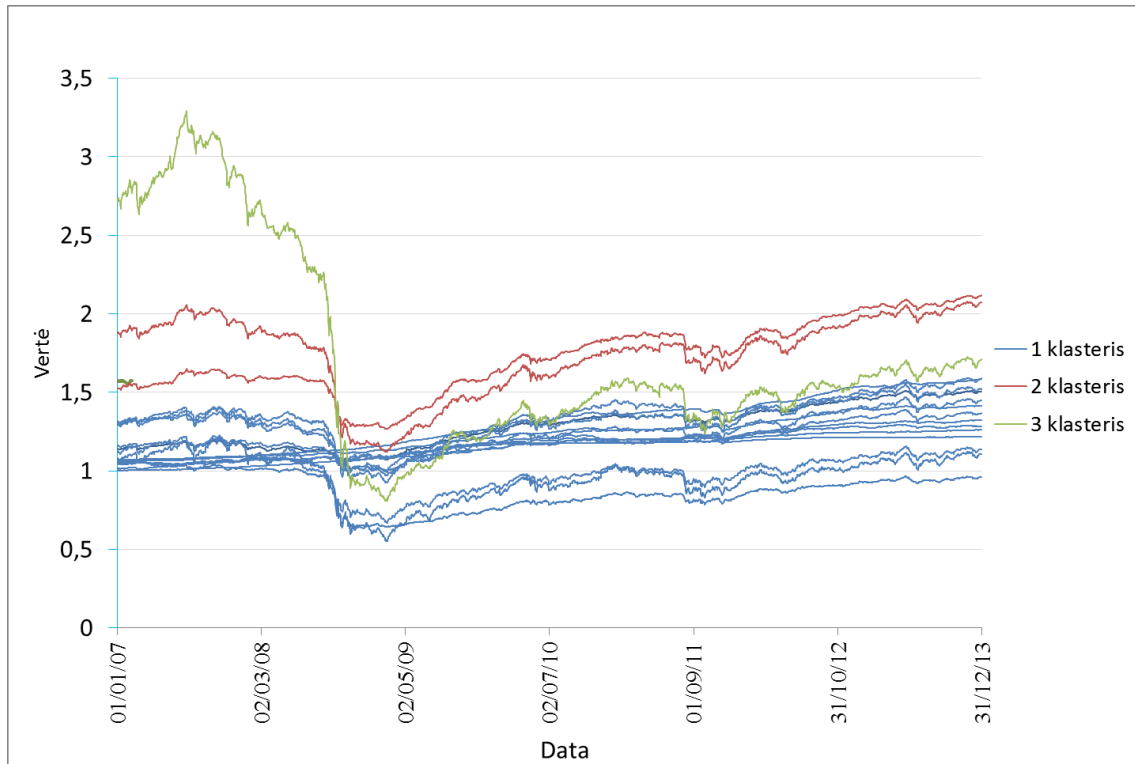
Palyginus visas *Silueto* metodo reikšmes (3.9 – 3.12 lentelės), kai klasterių skaičiai 2, 3, 4 arba 5, geriausi rezultatai gauti, kai klasteriai 3 (naudojant *SqEuclidean* metriką gauta *Silueto* reikšmė 0.8584).

Pensijų fondai, kai yra 3 klasteriai, pasiskirstę taip:

- ✓ 1 klasteris: *DNBP2, SWEDP2, DNBP3, ERGOB, FS, SEBP2, SWEDP3, SWEDP4, SEBP3, DNBP1, ERGOK, FKI, FN, SEBP1, SWEDP1*.

- ✓ 2 klasteris: *FAP, FAI*.
- ✓ 3 klasteris: *FRR*.

Palyginus hierarchinį ir k -vidurkių metodus, galima teigti, jog klasteriai abiejais metodais susiskirtę vienodai.



3.27 Pav. Pensijų fondų grafinis vaizdavimas, kai klasterių skaičius 3

Remiantis Lietuvos banko tinklapyje skelbiamomis ataskaitomis (26 literatūros šaltinis), II-osios pakopos pensijų fondai yra suskirstyti į keturias grupes, pagal akcijų kiekį fondo sudėtyje. Nurodytos keturios grupės: konservatyvaus investavimo, mažos akcijų dalies (iki 30 proc.), vidutinės akcijų dalies (iki 70 proc.) ir akcijų pensijų fondai (iki 100 proc.). Atlikus klasterinę analizę, gauti rezultatai rodo, kad pensijų fondai, yra pasiskirstę į 3, o ne 4 grupes.

Pagal 3.27 Pav. rizikingiausias yra 3-asis klasteris, kadangi kreivės kintamumas yra akivaizdžiai didžiausias. Fondas *Finasta Racionalios Rizikos* taip pat ir Lietuvos banko ataskaitose buvo priskirtas rizikingiausiųjų grupei. Fondas *SEB Pensija 3*, kuris pradžioje buvo vienas rizikingiausių, atlikus klasterizavimą pateko į 1-ąjį klasterį, kuriame atvirkščiai, fondų kreivės turi mažiausią kintamumą, ir laikomi mažiau rizikingais. Pagal 3.27 Pav., taip pat matyti, kad 2-asis klasteris yra vidutinės rizikos (kreivių kintamumas, lyginant su kitomis, yra vidutiniškas). Į šį klasterį pateko 2 fondai: *Finasta Augančio Pajamingumo* ir *Finasta Aktyvaus Investavimo*. Pagal Lietuvos banką, fondas *Finasta Augančio pajamingumo* turi iki 30 proc.

akcijų, o fondas *Finasta Aktyvaus Investavimo* turi iki 70 proc. akcijų. Šie fondai laikomi vidutiniškai rizikingais.

3.4 Diskusijos

Neretam gyventojui, pasirinkusiam senatvės pensiją kaupti II-oje pensijų pakopoje, kyla daug klausimų, tokių kaip: kurios bendrovės valdomi pensijų fondai yra geriausi, kurį fondą rinktis, kaip yra vertinami fondų efektyvumai, kokia yra pensijų fondų kitimo tendencija, ir daug kitų klausimų. Dėl šios priežasties, nuspręsta atlikti II-os pakopos pensijų fondų analizę, bei pateikti rekomendacijas investuotojams.

Kadangi, skirtingi investuotojai renkasi skirtingas investavimo strategijas: vieni investuoja ilgesniam laikui į vieną konkretų fondą, kiti – seka rinkos kaitą, bei keičia dažniau pensijų fondus, į kuriuos investuoja. Todėl darbe nagrinėjami pensijų fondai, vertinant ilgesnį, septynerių metų, investavimo laikotarpį. Taip pat nustačius verslo ciklo fazes (kurių nagrinėjamoju laikotarpiu yra šešios), analizuojami fondai kiekvienoje iš jų. Nustatant ciklo fazes, buvo remtasi vienais pagrindinių techninės analizės indikatorių: *Bolingerio juostomis*, MACD indikatoriumi ir MACD histograma.

Vienas iš svarbiausių kylančių klausimų investuotojui – kurį pensijų fondą pasirinkti? Darbe buvo analizuoti pensijų fondų pelningumai per laikotarpį 2007 01 01 – 2013 12 31, apskaičiuoti statistiniai rodikliai, pagal kuriuos galima spręsti, kokią grąžą fondas duoda su prisiimta rizika. Taip pat buvo analizuoti pensijų fondai verslo cikluose, lyginant jų priklausomybę su *S&P 500* indeksu. Atlikta pensijų fondų analizė, pagal fondus valdančias bendroves, bei paskaičiuoti efektyvumą įvertinantys rodikliai: *Šarpo*, *Sortino* bei *Treynoro*. Gauti rezultatai, parodė, kad investuotojui, kai rinka yra krizėje, t.y. 1-oje fazėje, palankiausia rinktis konservatyvaus investavimo pensijų fondus, kurių sudėtyje nėra akcijų. Rekomenduotina rinktis *Finasta Konservatyvaus Investavimo* pensijų fondą, o nepatartina investuoti į *SEB Pensija 3* fondą. Kai rinka pradeda kilti, nuo 2-os iki 6-os fazės, – palankiau investuoti į pensijų fondus, turinčius daugiau akcijų, kadangi jų efektyvumas auga greičiau. Rekomenduotinas – *Finasta Racionalios Rizikos* pensijų fondas, nerekomenduotinas – *Swedbank Pensija 1* fondas. Taip pat, darbe nustatyta, kad žmogui, norinčiam kaupti senatvės pensiją II-ojoje pensijų pakopoje, patartina rinktis *UAB „Finasta Asset Management“* bendrovės valdomus pensijų fondus, kadangi beveik visose ciklo fazėse didžiausią efektyvumą įgyja būtent šios bendrovės valdomi pensijų fondai.

Pensijų fondų efektyvumas gali būti vertinamas ir kitais rodikliais, bei modeliais, nei Šarpo, Sortino ir Treynoro (pavyzdžiui: *Jenseno Alfa* rodiklis, *Treynoro-Mazuy* modelis, *Carharto* investicinių fondų efektyvumo vertinimo modelis, sąlyginis *beta* modelis, sąlyginis *alfa-beta* modelis ir kiti). Todėl atliekant išsamesnę pensijų fondų efektyvumo vertinimo analizę, galima iširti ir daugiau efektyvumą įvertinančių rodiklių.

Remiantis Lietuvos banko tinkapyje skelbiamomis ataskaitomis, pensijų fondai, esantys II-oje pakopoje, yra suskirstyti į keturias rizikingumo grupes, pagal akcijų kiekį fondo sudėtyje. Tačiau atliktos klasterinės analizės rezultatai parodė, kad fondus galima suskirstyti ne į keturias, o į tris skirtingas grupes. Dėl to, galima būtų rekomenduoti Lietuvos bankui, peržiūrėti pensijų fondų klasifikaciją.

Išvados

- Verslo ciklo fazių nustatymui taikyti techninės analizės indikatoriai: *Bolingerio juostos*, MACD indikatorius ir MACD historgrama. Pagal *S&P 500* indekso kitimą nustatytos 6 ciklo fazės:
 - 1-oji fazė: nuo 2007.01.02 iki 2009.04.27
 - 2-oji fazė: nuo 2009.04.28 iki 2010.06.09
 - 3-oji fazė: nuo 2010.06.10 iki 2010.10.15
 - 4-oji fazė: nuo 2010.10.16 iki 2011.06.14
 - 5-oji fazė: nuo 2011.06.15 iki 2012.01.20
 - 6-oji fazė: nuo 2012.01.21 iki 2013.12.31
- Apskaičiavus visų fondų pelningumus per nagrinėjamąjį laikotarpį, įsitikinta, jog krizė, buvusi 2008 metais, labiausiai paveikė fondus, kurių sudėtyje buvo daugiausia procentų akcijų. Nustatyta, jog, lyginant visus pensijų fondus, krizės metu *Finasta Augančio pajamingumo* pensijų fondas patyrė didžiausią nuosmūkį iš visų fondų, tačiau 2013 metų gale jo pelningumas buvo didžiausias: - 59,61%.
- Apskaičiavus visų pensijų fondų grąžų statistinius rodiklius, nustatyta, kad pensijų fondai, esantys konservatyvaus investavimo pensijų fondų grupėje, yra geriausi – duoda didžiausią grąžą, kai rizikuojama mažiausiai. Kuo fondo sudėtyje yra daugiau akcijų, tuo šis fondas yra prastesnis, t.y. pasirinkęs tokį fondą investuotojas gautų mažesnę grąžą su didesne rizika, nei renkantis fondus, turinčius mažiau akcijų.
- Patikrinus hipotezę apie duomenų pasiskirstymą pagal normalųjį dėsnį, gauti rezultatai, kad pensijų fondų grąžų pasiskirstymas nėra normalusis. Pensijų fondai yra pasiskirstę pagal *alfa-stabilųjį* dėsnį.
- Atliekant koreliacinę analizę taikytas *Spirmeno* ranginės koreliacijos koeficientas, kadangi grąžų pasiskirstymas nėra normalusis. Analizės rezultatai parodo, kad labiausiai tarpusavyje priklausomi fondai yra *Swedbank Pensija 3* ir *Swedbank Pensija 4* ($r = 0,974$). Mažiausiai priklausomi yra *Finasta Nuosaikus* ir *SEB Pensija 3* ($r = 0,048$). *S&P 500* indekso kitimas didžiausią įtaką daro *ERGO balans* pensijų fondui ($r = 0,579$), o mažiausią – *Swedbank pensija 1* fondui ($r = -0,084$).
- Atlikus ANOVA testą, H_0 hipotezę, jog visų pensijų fondų vidurkiai nesiskiria, atmetame, nes $p=0,00 < \alpha$, tai yra, bent dviejų fondų vidurkiai reikšmingai skiriasi.
- Pensijų fondų analizė verslo cikluose parodo, kad fondai, kurių sudėtyje yra daugiau akcijų labiau koreliuoja su *S&P 500*, negu fondai kurių sudėtyje akcijų mažai, arba nėra.

- Nagrinėjant pensijų fondus kiekvienoje ciklo fazėje pagal fondus valdančias bendroves, nustatyta, kad efektyviausi fondai 1-oje fazėje yra tie, kurie priklauso konservatyvaus investavimo pensijų fondams, o nuo 2-os iki 6-os fazėse efektyviausi fondai tie, kurių sudėtyje yra daugiau akcijų, priklausantys akcijų pensijų fondų arba vidutinės dalies akcijų pensijų fondų grupėms. Lyginant bendroves pagal valdomus pensijų fondus, nustatyta, jog 1-oje, 2-oje, 3-oje, 4-oje ir 6-oje fazėse efektyviausieji fondai valdomi *UAB „Finasta Asset Management“* bendrovės. 5-oje fazėje efektyviausias fondas *SEB Pensija 3* (Šarpo koeficientas -0,141) priklauso *UAB „SEB Investicijų vadymas“*.
- Nustyti keturi efektyviausi pensijų fondai kiekvienoje iš rizikingumo grupių: *Finasta Konservatyvaus Investavimo*, *Finasta Augančio pajamingumo*, *DNB pensija 3* ir *SEB pensija 3*. Iš jų efektyviausias *SEB pensija 3* (Šarpo koeficientas -0,02179). Taip pat nustatyta, kad 1-ojoje fazėje (kai rinka patyrė krizę), palankiausia rinktis *Finasta Konservatyvaus investavimo* pensijų fondą. Pasibaigus pirmai - kritimo fazei, bei rinkai pradėdant augti, konservatyvaus investavimo pensijų fondai auga lėčiau, nei fondai, kurių sudėtyje yra akcijų, todėl nuo 2 iki 6 fazėse efektyviausiu laikomas *SEB pensija 3* pensijų fondas.
- Klasterinė analizė parodo, jog nagrinėjamus pensijų fondus galima suskirstyti į tris, o ne keturias, kaip nurodyta Lietuvos banko ataskaitose, rizikingumo grupes. Atlikus hierarchinį klasterizavimą, optimaliausiu rezultatu laikoma, kai fondai susigrupavę taip:
 - 1 klasteris: *FRR*.
 - 2 klasteris: *FAP, FAI*.
 - 3 klasteris: *ERGOK, SEBP1, FN, SWEDP1, SWEDP2, DNBPI, DNBP2, DNBP3, ERGOB, SEBP2, FKI, SWEDP3, SWEDP4, SEBP3, FS*.
 Atlikus pensijų fondų grupavimą *k*-vidurkių metodu, bei palyginus gautas *Silueto* metodo reikšmes, kai klasterių skaičiai 2, 3, 4 arba 5, geriausi rezultatai gauti, kai klasteriai 3 (naudojant *SqEuclidean* metriką gauta *Silueto* reikšmė 0.8584).
 Pensijų fondai, kai yra 3 klasteriai, pasiskirstę taip:
 - 1 klasteris: *DNBP2, SWEDP2, DNBP3, ERGOB, FS, SEBP2, SWEDP3, SWEDP4, SEBP3, DNBPI, ERGOK, FKI, FN, SEBP1, SWEDP1*.
 - 2 klasteris: *FAP, FAI*.
 - 3 klasteris: *FRR*.
 Taigi, tiek hierarchiniu, tiek *k* – vidurkiu metodais, gauta, kad pensijų fondai susiskirtę į tris klasterius.

Literatūros sąrašas

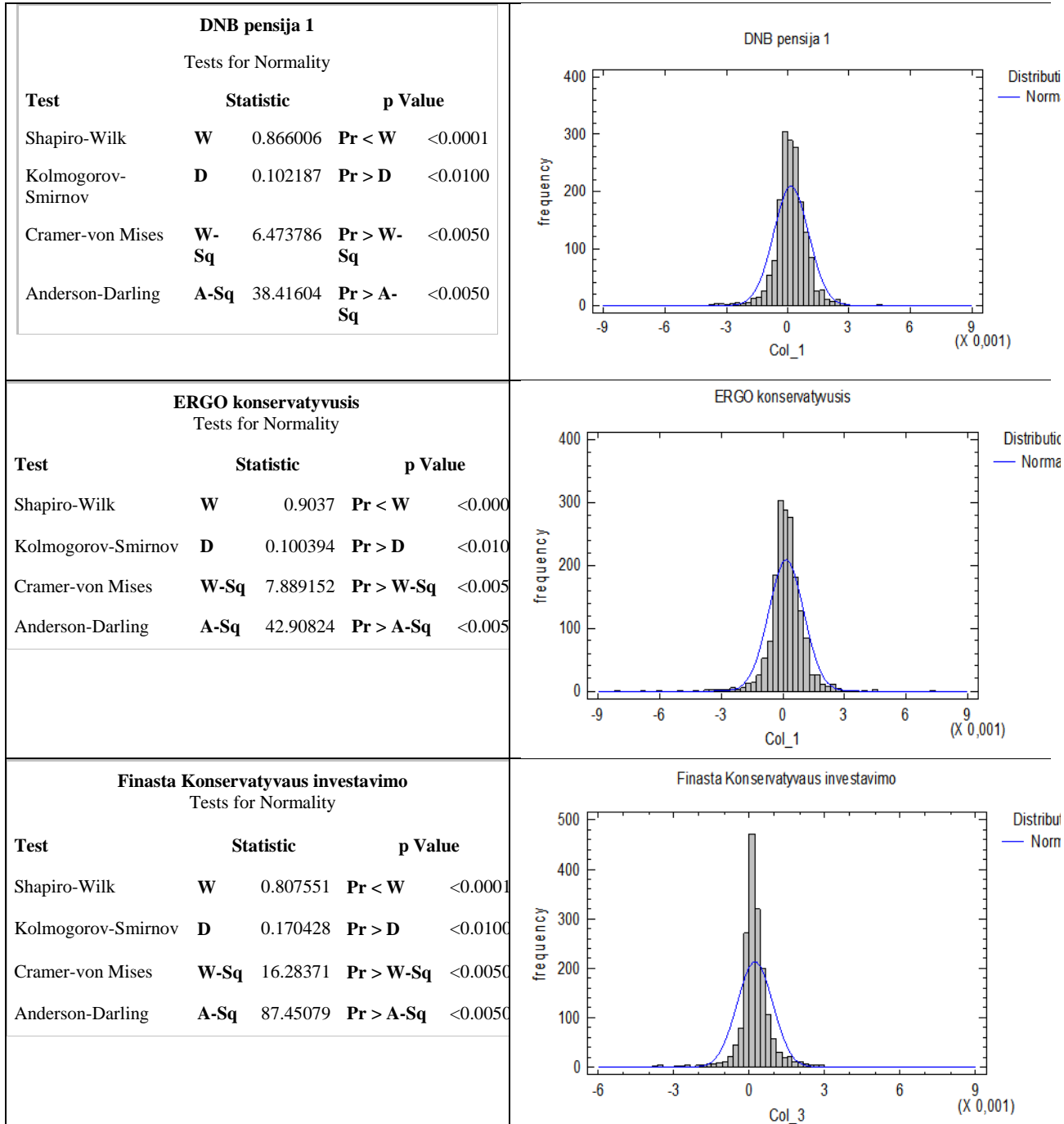
1. http://www.asu.lt/jaunasis_mokslininkas/smk_2007/finansai/Ausiuraityte_Vaida.pdf [Žiūrėta 2015.02.10]
2. <http://www.mpensija.lt/pensiju-fondai.html> [Žiūrėta 2015 02 15]
3. <https://www.mpensija.lt/lietuvos-pensiju-sistema.html> [Žiūrėta 2015 02 10]
4. <http://lt.wikipedia.org/wiki/Pensija> [Žiūrėta 2015 02 23]
5. <http://www.scribd.com/doc/14773702/Akciju-Portfelio-Rodikliu-Ir-Akciju-Indikatoriu-Zinynas> [Žiūrėta 2015 02 23]
6. <http://www.finansistas.net/sortino-koeficientas.html> [Žiūrėta 2015 03 01]
7. <http://www.investavimas.lt/verslo-ciklai/> [Žiūrėta 2015 03 01]
8. <http://etalpykla.lituanistikadb.lt/fedora/get/LT-LDB-0001:J.04~2009~1367170848234/DS.002.0.01.ARTIC> [Žiūrėta 2015 03 01]
9. <http://www.investologija.lt/LT/mikroekonomika/370/2/fundamentali-analize/fundamentali-analize-kas-tai/> [Žiūrėta 2015 02 26]
10. <http://www.masterforex-v.lt/3klase.html> [Žiūrėta 2015 04 05]
11. http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2011~D_20140627_164743-12167/DS.005.0.01.ETD [Žiūrėta 2015 03 30]
12. <https://fp.lhv.lt/news/4642261?locale=lt> [Žiūrėta 2015 04 05]
13. <https://mackeviciute.wordpress.com/2009/11/24/trendo-anlize/> [Žiūrėta 2015 03 30]
14. http://www.lidata.eu/index.php?file=files/mokymai/Janilionis_III/jan_III.html&course_file=jan_III_2.html [Žiūrėta 2015 03 30]
15. http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2009~D_20101125_190805-89987/DS.005.1.01.ETD [Žiūrėta 2015 04 16]
16. <http://www.masterforex-v.lt/7klase/Bollinger-Bands-BB.html> [Žiūrėta 2015 04 16]
17. http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2008~D_20080612_132834-42426/DS.005.0.01.ETD [Žiūrėta 2015 04 16]
18. <http://www.masterforex-v.lt/7klase/Moving-Average-ConvergenceDivergence-MACD.html> [Žiūrėta 2015 04 16]
19. https://www.tradingview.com/stock-charts-support/index.php/MACD_%28Moving_Average_Convergence_Divergence%29#CALCULATION [Žiūrėta 2015 04 16]
20. [<http://www.fmf.lt/ft/studiju-programos/taikomoji-matematika/S-17494/straipsnis/Investavimas-arba-kaip-per-mokslo-metus-uzsidirbti-atostogoms?!l=5&p=1>] [Žiūrėta 2015 04 16]

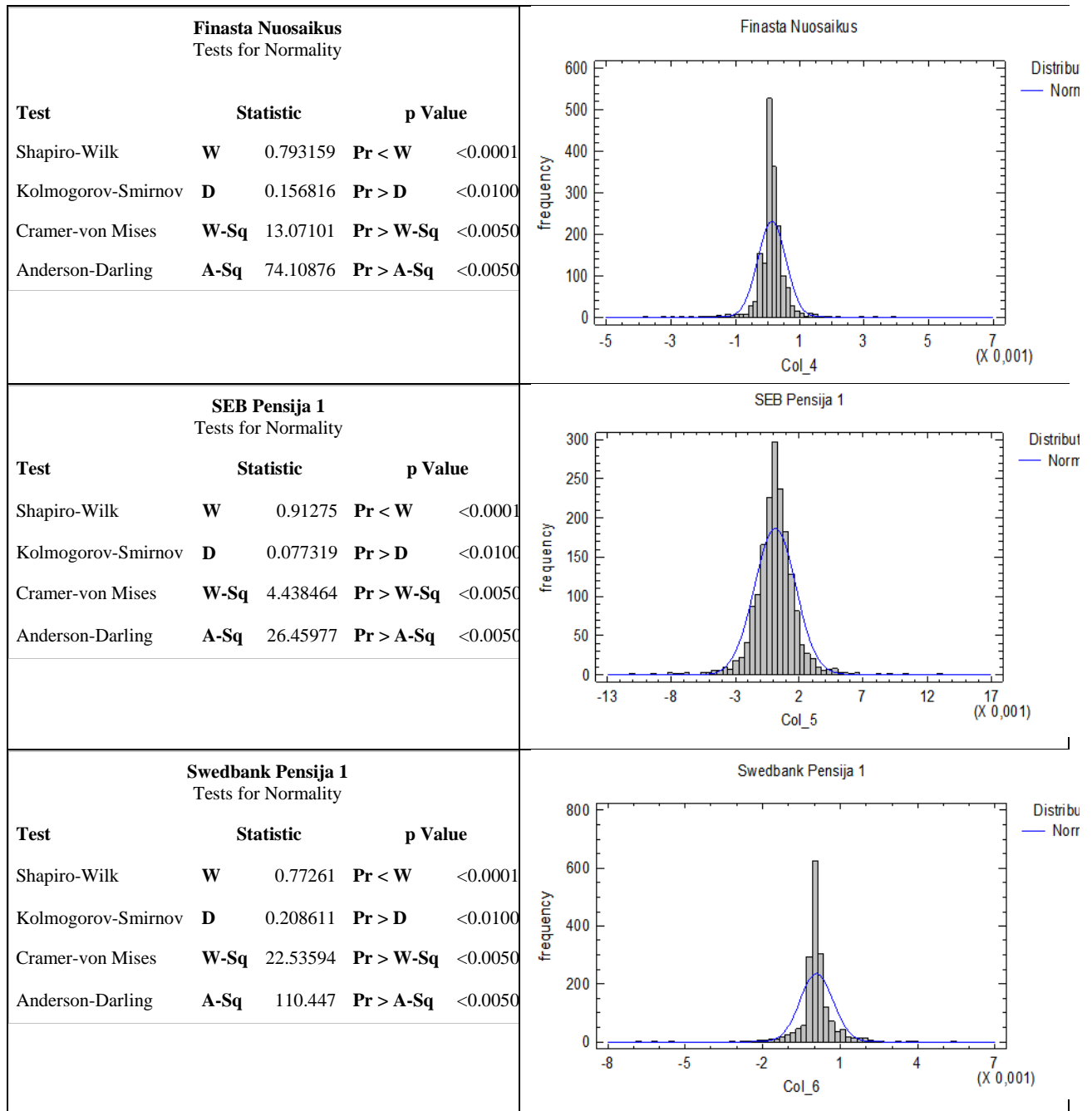
21. V. Čekanavičius, G Murauskas. Statistika ir jos taikymai II. 2011, Vilnius.
22. http://stn.spotfire.com/spotfire_client_help/hc/hc_distance_measures_overview.htm
[Žiūrėta 2015 04 05]
23. http://vddb.laba.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2012~D_20120620_112756-41462/DS.005.0.01.ETD [Žiūrėta 2015 05 01]
24. <http://ebooks.mruni.eu/reader/statistini-metod-taikymas-rinkos-tyrimuose25179/283>[Žiūrėta 2015 05 01]
25. <http://www.mathworks.se/help/stats/silhouette.html> [Žiūrėta 2015 05 01]
26. http://www.lb.lt/finansu_istaigu_finansines_ataskaitos [Žiūrėta 2015 05 01]
27. <http://www.finansistas.net/treynor-koeficientas.html> [Žiūrėta 2015 05 01]
28. <http://jmk.vvf.vgtu.lt/index.php/conference/2012/paper/viewFile/19/66> [Žiūrėta 2015 05 01]
29. http://vddb.library.lt/fedora/get/LT-eLABa-0001:E.02~2009~D_20090630_094905-22768/DS.005.0.02.ETD

1 Priedas

✓ *Konservatyvaus investavimo pensijų fondai:*

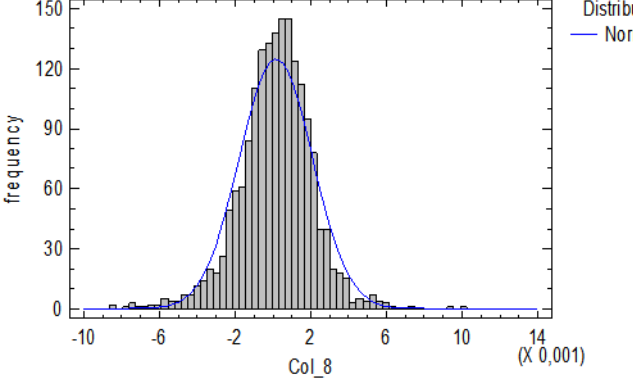
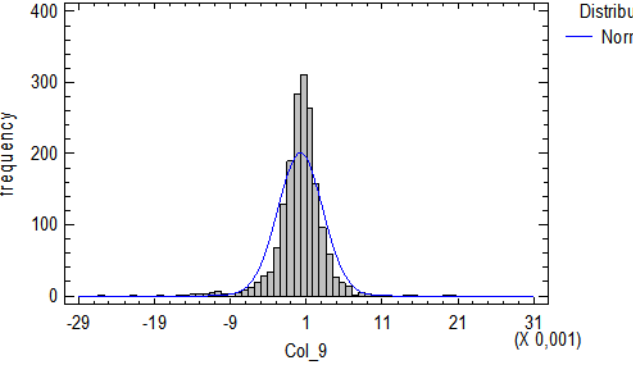
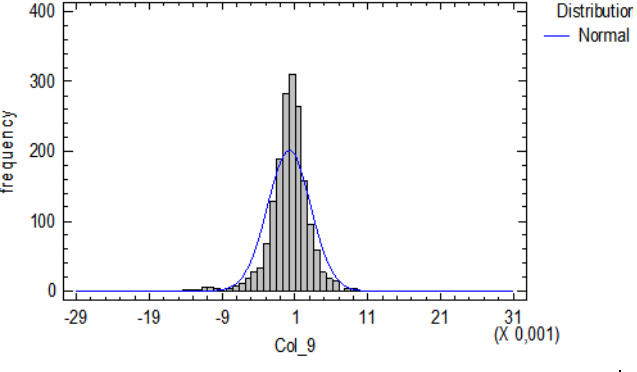
Tikrinama, ar pensijų fondų grąžos yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį:





✓ *Mažos akcijų dalies pensijų fondai:*

Tikrinama, ar pensijų fondų grąžos yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį:

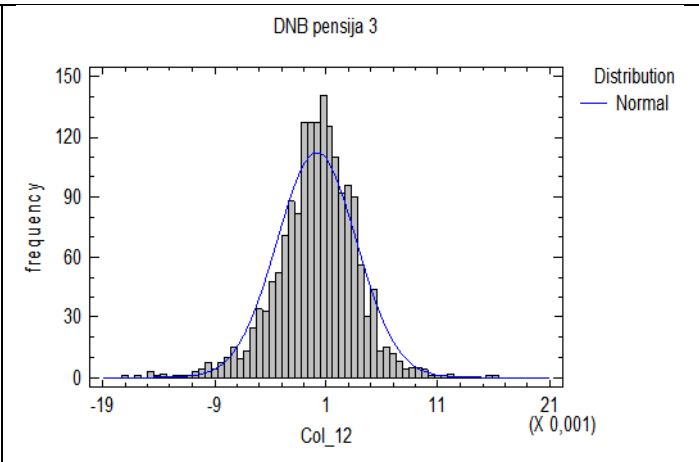
<p style="text-align: center;">:DNB pensija 2 Tests for Normality</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Test</th> <th>Statistic</th> <th>p Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shapiro-Wilk</td> <td>W 0.97632</td> <td>Pr < W <0.001</td> </tr> <tr> <td>Kolmogorov-Smirnov</td> <td>D 0.04318</td> <td>Pr > D <0.01</td> </tr> <tr> <td>Cramer-von Mises</td> <td>W-Sq 1.154309</td> <td>Pr > W-Sq <0.001</td> </tr> <tr> <td>Anderson-Darling</td> <td>A-Sq 7.610068</td> <td>Pr > A-Sq <0.001</td> </tr> </tbody> </table>	Test	Statistic	p Value	Shapiro-Wilk	W 0.97632	Pr < W <0.001	Kolmogorov-Smirnov	D 0.04318	Pr > D <0.01	Cramer-von Mises	W-Sq 1.154309	Pr > W-Sq <0.001	Anderson-Darling	A-Sq 7.610068	Pr > A-Sq <0.001	<p style="text-align: center;">DNB pensija 2</p> 
Test	Statistic	p Value														
Shapiro-Wilk	W 0.97632	Pr < W <0.001														
Kolmogorov-Smirnov	D 0.04318	Pr > D <0.01														
Cramer-von Mises	W-Sq 1.154309	Pr > W-Sq <0.001														
Anderson-Darling	A-Sq 7.610068	Pr > A-Sq <0.001														
<p style="text-align: center;">Finasta Augančio pajamingumo Tests for Normality</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Test</th> <th>Statistic</th> <th>p Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shapiro-Wilk</td> <td>W 0.87532</td> <td>Pr < W <0.0001</td> </tr> <tr> <td>Kolmogorov-Smirnov</td> <td>D 0.09996</td> <td>Pr > D <0.0100</td> </tr> <tr> <td>Cramer-von Mises</td> <td>W-Sq 6.379253</td> <td>Pr > W-Sq <0.0050</td> </tr> <tr> <td>Anderson-Darling</td> <td>A-Sq 38.00485</td> <td>Pr > A-Sq <0.0050</td> </tr> </tbody> </table>	Test	Statistic	p Value	Shapiro-Wilk	W 0.87532	Pr < W <0.0001	Kolmogorov-Smirnov	D 0.09996	Pr > D <0.0100	Cramer-von Mises	W-Sq 6.379253	Pr > W-Sq <0.0050	Anderson-Darling	A-Sq 38.00485	Pr > A-Sq <0.0050	<p style="text-align: center;">Finasta Augančio pajamingumo</p> 
Test	Statistic	p Value														
Shapiro-Wilk	W 0.87532	Pr < W <0.0001														
Kolmogorov-Smirnov	D 0.09996	Pr > D <0.0100														
Cramer-von Mises	W-Sq 6.379253	Pr > W-Sq <0.0050														
Anderson-Darling	A-Sq 38.00485	Pr > A-Sq <0.0050														
<p style="text-align: center;">Swedbank Pensija 2 Tests for Normality</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Test</th> <th>Statistic</th> <th>p Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shapiro-Wilk</td> <td>W 0.930672</td> <td>Pr < W <0.0001</td> </tr> <tr> <td>Kolmogorov-Smirnov</td> <td>D 0.077877</td> <td>Pr > D <0.0100</td> </tr> <tr> <td>Cramer-von Mises</td> <td>W-Sq 3.143727</td> <td>Pr > W-Sq <0.0050</td> </tr> <tr> <td>Anderson-Darling</td> <td>A-Sq 19.47938</td> <td>Pr > A-Sq <0.0050</td> </tr> </tbody> </table>	Test	Statistic	p Value	Shapiro-Wilk	W 0.930672	Pr < W <0.0001	Kolmogorov-Smirnov	D 0.077877	Pr > D <0.0100	Cramer-von Mises	W-Sq 3.143727	Pr > W-Sq <0.0050	Anderson-Darling	A-Sq 19.47938	Pr > A-Sq <0.0050	<p style="text-align: center;">Swedbank Pensija 2</p> 
Test	Statistic	p Value														
Shapiro-Wilk	W 0.930672	Pr < W <0.0001														
Kolmogorov-Smirnov	D 0.077877	Pr > D <0.0100														
Cramer-von Mises	W-Sq 3.143727	Pr > W-Sq <0.0050														
Anderson-Darling	A-Sq 19.47938	Pr > A-Sq <0.0050														

✓ Vidutinės akcijų dalies pensijų fondai:

Tikrinama, ar pensijų fondų grąžos yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį:

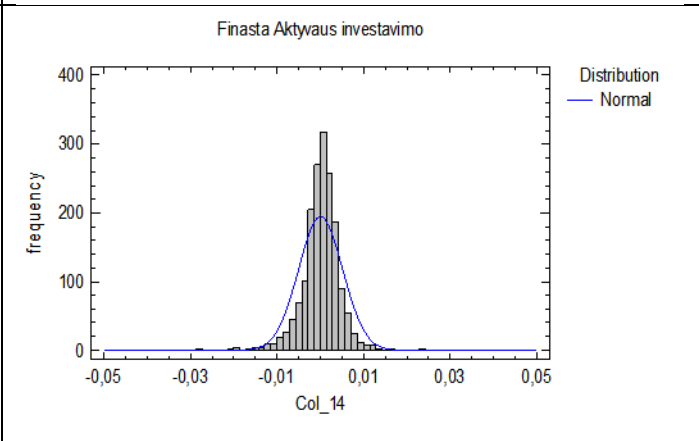
DNB pensija 3
Tests for Normality

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.977898	Pr < W <0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D 0.050286	Pr > D <0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq 1.139908	Pr > W-Sq <0.0050
Anderson-Darling	A-Sq 7.322759	Pr > A-Sq <0.0050



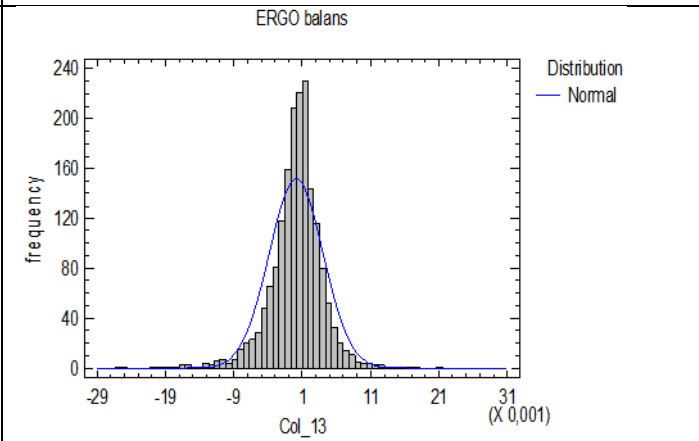
Finasta Aktyvaus investavimo
Tests for Normality

Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.849134	Pr < W <0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D 0.108286	Pr > D <0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq 7.563312	Pr > W-Sq <0.0050
Anderson-Darling	A-Sq 45.15382	Pr > A-Sq <0.0050



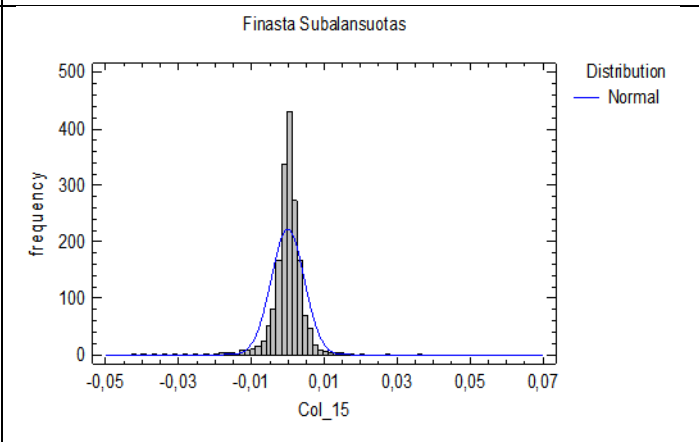
ERGO balans
Tests for Normality

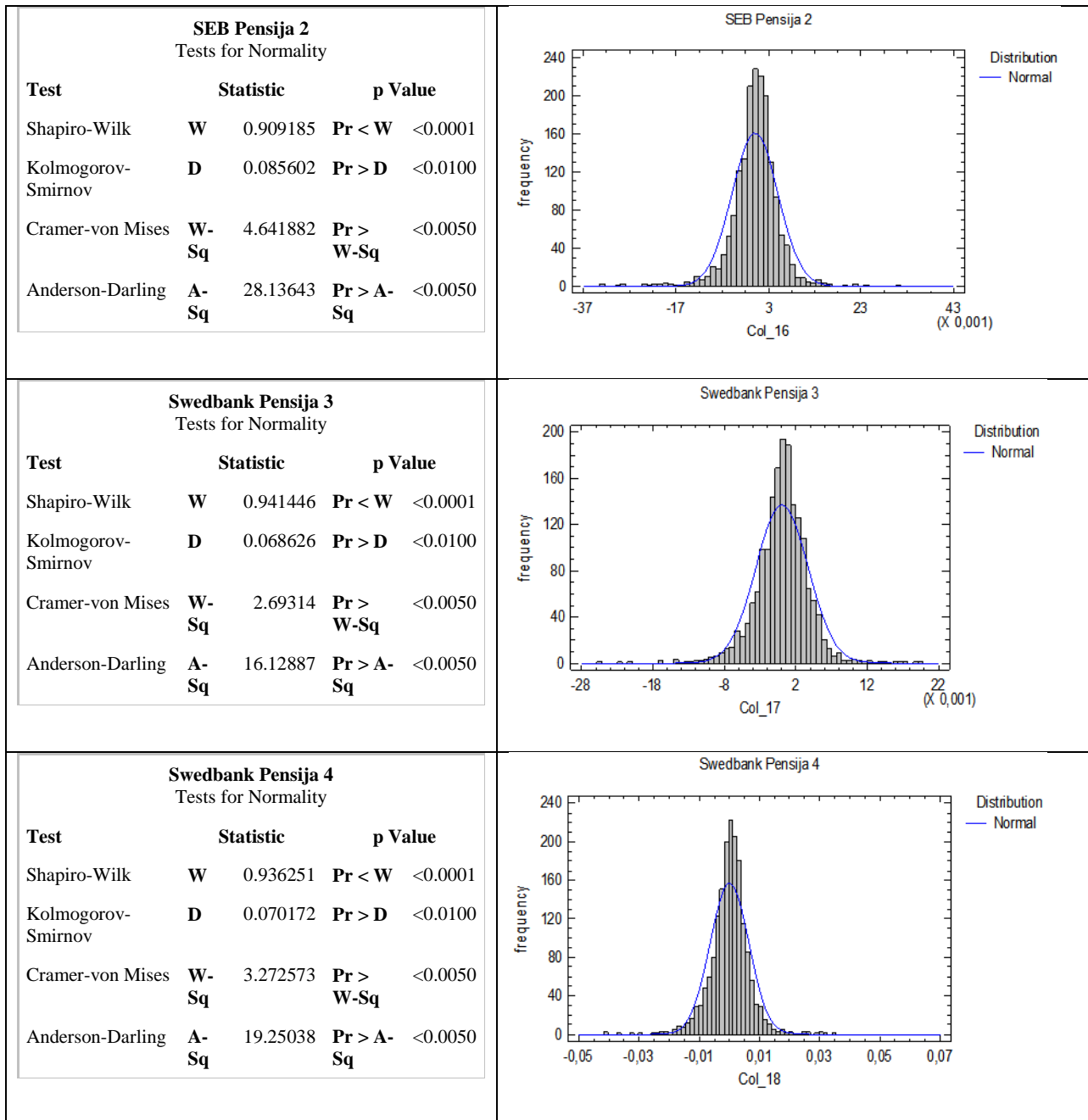
Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.926108	Pr < W <0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D 0.086965	Pr > D <0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq 4.380436	Pr > W-Sq <0.0050
Anderson-Darling	A-Sq 25.50603	Pr > A-Sq <0.0050



Finasta Subalansuotas
Tests for Normality

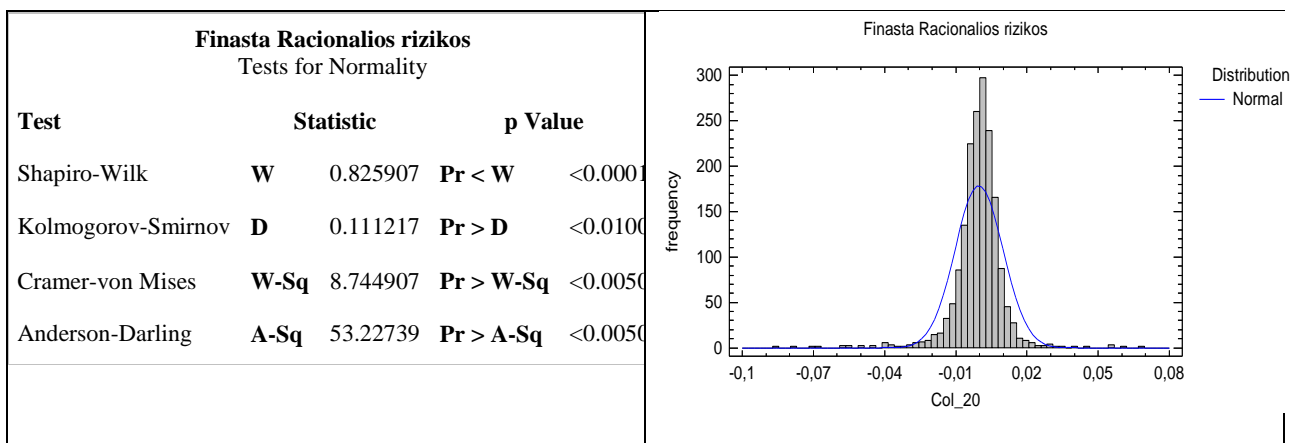
Test	Statistic	p Value
Shapiro-Wilk	W 0.795697	Pr < W <0.0001
Kolmogorov-Smirnov	D 0.132546	Pr > D <0.0100
Cramer-von Mises	W-Sq 12.01698	Pr > W-Sq <0.0050
Anderson-Darling	A-Sq 67.94674	Pr > A-Sq <0.0050

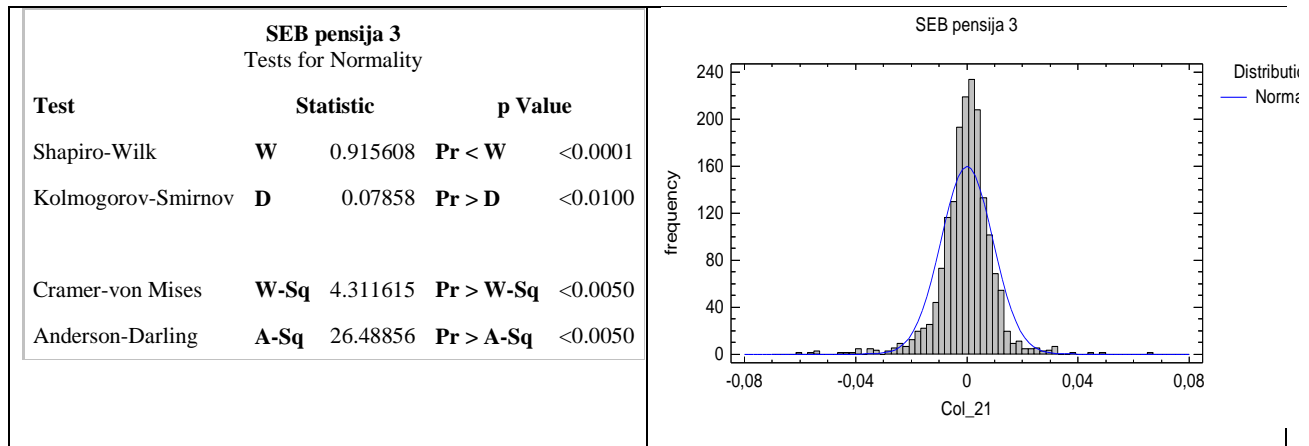




✓ *Akcijų pensijų fondai:*

Tikrinama, ar pensijų fondų grąžos yra pasiskirstę pagal normalųjį skirstinį:





2 Priedas

		SP500	DNBP1	ERGOK	FKI	FN	SEBP1	SWEDP1	DNBP2	FAP	SWEDP2	DNBP3	ERGOB	FAI	FS	SEBP2	SWEDP3	SWEDP4	FRR	SEBP3
SP500	Correlation	1,0	0,009	-,229**	0,045	-,093**	-,244**	-,084**	,338**	,302**	,217**	,345**	,579**	,403**	,429**	,241**	,376**	,424**	,414**	,305**
	Sig. (2-tailed)		0,722	0,000	0,062	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DNBP1	Correlation	0,009	1,0	,202**	,262**	,221**	,158**	,208**	,250**	0,033	,163**	,115**	,096**	0,015	0,034	,068**	,071**	0,024	-0,010	0,013
	Sig. (2-tailed)	0,722		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,172	0,000	0,000	0,000	0,533	0,164	0,005	0,004	0,317	0,684	0,584
ERGOK	Correlation	-,229**	,202**	1,0	,307**	,462**	,846**	,533**	-,078**	-0,005	,222**	-,117**	-0,012	-,082**	-,093**	0,019	-0,029	-,150**	-,124**	-,134**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,829	0,000	0,000	0,608	0,001	0,000	0,424	0,226	0,000	0,000	0,000
FKI	Correlation	0,0	,262**	,307**	1,0	,613**	,259**	,240**	,274**	,354**	,290**	,248**	,239**	,284**	,228**	,278**	,233**	,192**	,206**	,221**
	Sig. (2-tailed)	0,062	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FN	Correlation	-,093**	,221**	,462**	,613**	1,0	,423**	,381**	,112**	,162**	,199**	,078**	,102**	,094**	,073**	,128**	,092**	0,033	0,046	,048**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,176	0,059	0,047
SEBP1	Correlation	-,244**	,158**	,846**	,259**	,423**	1,0	,455**	-0,046	-0,003	,273**	-,079**	0,005	-,056**	-,077**	,072**	0,010	-,114**	-,102**	-,089**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,057	0,909	0,000	0,001	0,822	0,021	0,002	0,003	0,667	0,000	0,000	0,000
SWEDP1	Correlation	-,084**	,208**	,533**	,240**	,381**	,455**	1,0	,074**	,112**	,246**	0,039	,072**	,085**	,063**	,090**	,115**	0,037	0,034	0,002
	Sig. (2-tailed)	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,002	0,000	0,000	0,105	0,003	0,000	0,009	0,000	0,000	0,124	0,163	0,945
DNBP2	Correlation	,338**	,250**	-,078**	,274**	,112**	-0,046	,074**	1,0	,620**	,665**	,971**	,725**	,648**	,645**	,837**	,765**	,767**	,646**	,844**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,057	0,002		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FAP	Correlation	,302**	0,033	-0,005	,354**	,162**	-0,003	,112**	,620**	1,0	,592**	,648**	,629**	,902**	,653**	,656**	,675**	,669**	,862**	,662**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,172	0,829	0,000	0,000	0,909	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SWEDP2	Correlation	,217**	,163**	,222**	,290**	,199**	,273**	,246**	,665**	,592**	1,0	,678**	,617**	,610**	,599**	,707**	,896**	,788**	,601**	,656**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
DNBP3	Correlation	,345**	,115**	-,117**	,248**	,078**	-,079**	0,039	,971**	,648**	,678**	1,0	,740**	,682**	,668**	,869**	,799**	,807**	,686**	,890**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,105	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ERGOB	Correlation	,579**	,096**	-0,012	,239**	,102**	0,005	,072**	,725**	,629**	,617**	,740**	1,0	,697**	,649**	,687**	,715**	,715**	,702**	,695**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,000	0,608	0,000	0,000	0,822	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FAI	Correlation	,403**	0,015	-,082**	,284**	,094**	-,056**	,085**	,648**	,902**	,610**	,682**	,697**	1,0	,702**	,657**	,732**	,742**	,906**	,687**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,533	0,001	0,000	0,000	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
FS	Correlation	,429**	0,034	-,093**	,228**	,073**	-,077**	,063**	,645**	,653**	,599**	,668**	,649**	,702**	1,0	,625**	,744**	,765**	,682**	,654**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,164	0,000	0,000	0,003	0,002	0,009	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
SEBP2	Correlation	,241**	,068**	0,019	,278**	,128**	,072**	,090**	,837**	,656**	,707**	,869**	,687**	,657**	,625**	1,0	,768**	,751**	,663**	,966**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,005	0,424	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
SWEDP3	Correlation	,376**	,071**	-0,029	,233**	,092**	0,010	,115**	,765**	,675**	,896**	,799**	,715**	,732**	,744**	,768**	1,0	,974**	,739**	,777**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,004	0,226	0,000	0,000	0,667	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000
SWEDP4	Correlation	,424**	0,024	-,150**	,192**	0,033	-,114**	0,037	,767**	,669**	,788**	,807**	,715**	,742**	,765**	,751**	,974**	1,0	,756**	,789**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,317	0,000	0,000	0,176	0,000	0,124	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
FRR	Correlation	,414**	-0,010	-,124**	,206**	0,046	-,102**	0,034	,646**	,862**	,601**	,686**	,702**	,906**	,682**	,663**	,739**	,756**	1,0	,702**
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,684	0,000	0,000	0,059	0,000	0,163	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
SEBP3	Correlation	,305**	0,013	-,134**	,221**	,048**	-,089**	0,002	,844**	,662**	,656**	,890**	,695**	,687**	,654**	,966**	,777**	,789**	,702**	1,0
	Sig. (2-tailed)	0,000	0,584	0,000	0,000	0,047	0,000	0,945	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	

* - kai reikšmingumo lygmuo 0,01

** - kai reikšmingumo lygmuo 0,05

3 Priedas

Ranks

fondas		N	Mean Rank
graža	DNBP1	1693	14990,02
	ERGOK	1693	14882,97
	FKI	1693	15478,48
	FN	1693	14637,89
	SEBP1	1693	14711,14
	SWEDP1	1693	14115,18
	DNBP2	1693	15241,40
	FAP	1693	15655,11
	SWEDP2	1693	14936,92
	DNBP3	1693	15506,62
	ERGOB	1693	15655,98
	FAI	1693	15674,90
	FS	1693	15165,75
	SEBP2	1693	15633,49
	SWEDP3	1693	15237,02
	SWEDP4	1693	15384,73
	FRR	1693	15592,49
	SEBP3	1693	15774,93
	Total	30474	
		VAR00002	
Chi-Square	75,329		
df	17		
Asymp. Sig.	,000		

4 Priedas

- *Euclidean* (Euklido kvadrato)

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	2	5	,446	0	0	3
2	4	6	1,429	0	0	3
3	2	4	1,901	1	2	8
4	11	14	3,206	0	0	10
5	7	10	3,243	0	0	7
6	16	18	4,304	0	0	12
7	3	7	7,725	0	5	11
8	2	9	9,347	3	0	9
9	1	2	8,573	0	8	13
10	11	15	10,152	4	0	11
11	3	11	14,445	7	10	13
12	13	16	25,471	0	6	15
13	1	3	34,433	9	11	15
14	8	12	53,371	0	0	16
15	1	13	174,354	13	12	16
16	1	8	544,369	15	14	17
17	1	17	1043,628	16	0	0

- *Block*

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	2	5	23,694	0	0	2
2	2	4	42,249	1	0	3
3	2	6	35,197	2	0	8
4	7	10	61,031	0	0	6
5	11	14	66,014	0	0	6
6	7	11	65,904	4	5	10
7	16	18	76,039	0	0	13
8	2	9	85,156	3	0	9
9	1	2	90,198	0	8	12
10	3	7	98,122	0	6	11
11	3	15	112,725	10	0	12
12	1	3	144,308	9	11	15
13	13	16	179,962	0	7	15
14	8	12	236,553	0	0	16
15	1	13	386,428	12	13	16
16	1	8	739,811	15	14	17
17	1	17	741,133	16	0	0

- *Cosine* (kosinuso)

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	2	5	1,000	0	0	10
2	14	15	1,000	0	0	12
3	1	4	1,000	0	0	10
4	7	10	1,000	0	0	13
5	16	18	,999	0	0	11
6	9	11	,999	0	0	12
7	12	13	,998	0	0	11
8	3	8	,998	0	0	13
9	6	17	,927	0	0	14
10	1	2	,500	3	1	15
11	12	16	,500	7	5	14
12	9	14	,500	6	2	16
13	3	7	,500	8	4	15
14	6	12	,372	9	11	16
15	1	3	,249	10	13	17
16	6	9	,204	14	12	17
17	1	6	,105	15	16	0

- *Pearson Correlation* (korelacijos)

Agglomeration Schedule

Stage	Cluster Combined		Coefficients	Stage Cluster First Appears		Next Stage
	Cluster 1	Cluster 2		Cluster 1	Cluster 2	
1	1	3	,998	0	0	11
2	2	5	,997	0	0	11
3	4	6	,985	0	0	14
4	8	10	,984	0	0	9
5	16	18	,984	0	0	10
6	14	15	,980	0	0	12
7	9	11	,943	0	0	12
8	12	13	,916	0	0	13
9	7	8	,723	0	4	15
10	16	17	,550	5	0	13
11	1	2	,492	1	2	14
12	9	14	,463	7	6	15
13	12	16	,380	8	10	17
14	1	4	,354	11	3	16
15	7	9	,189	9	12	16
16	1	7	-,082	14	15	17
17	1	12	-,451	16	13	0

5 Priedas

	Visas laikotarpis		1 fazė		2 fazė		3 fazė		4 fazė		5 fazė		6 fazė								
	Šarpo r.	Sortino r.	Treynor r.	Šarpo r.	Sortino r.	Treynor r.	Šarpo r.	Sortino r.	Treynor r.	Šarpo r.	Sortino r.	Treynor r.	Šarpo r.	Sortino r.	Treynor r.						
DNBP1	-0,1133	1,1583	0,0729	1,0040	0,6152	-0,2164	-0,5730	-0,7911	-0,2087	-1,6149	-1,6862	-0,2035	-0,6219	-0,8678	-0,0458	0,7528	-0,5641	-0,7118	-0,0804		
ERGOK	-0,0872	0,6468	0,0057	0,3601	0,4779	-0,0293	-0,3439	-0,4792	0,0290	-1,0213	-1,2320	0,0211	-0,7002	-0,8757	0,0182	-0,8376	-0,9403	-0,7908	-0,8876	0,1206	
FKI	-0,0530	1,4665	-0,0102	3,0243	2,2632	-1,2444	-0,4614	-0,6234	-0,0259	-1,0994	-1,4347	0,9525	-1,0145	-1,1158	-0,0449	-1,0865	-1,1961	-0,4327	-0,5557	-0,0378	
FN	-0,3078	2,4812	0,2013	2,3824	0,9669	-0,4016	-0,9734	-1,2444	-0,0772	-1,9766	-2,2721	0,2950	-2,0208	-2,0482	-1,0266	-3,0425	-3,3274	-83,0432	-1,2038	-1,3952	0,2650
SEBP1	-0,0919	0,6560	0,0065	0,3457	0,4422	-0,0348	-0,3733	-0,5759	0,0768	-1,0419	-1,2875	0,0273	-0,5776	-0,7924	0,0156	-0,7914	-1,2093	0,0377	-0,5257	-0,6406	0,0206
SWEDP1	-0,2778	1,6251	0,0548	0,7510	0,7768	-0,1371	-1,4335	-1,9094	-0,3948	-11,6404	-11,6404	2,0051	-4,7946	-4,7946	0,9216	-3,7780	-4,6664	-0,6190	-3,7627	-4,0265	-2,0987
DNBP2	-0,0524	0,4517	-0,0025	0,2928	0,3983	0,0229	-0,1334	-0,2034	-0,0050	-0,6357	-0,8484	-0,0173	-0,3564	-0,4976	-0,0055	-0,5083	-0,6739	-0,0202	-0,2463	-0,3398	-0,0053
FAP	-0,0229	0,1683	-0,0011	0,1175	0,1215	0,0102	0,0248	0,0365	0,0008	-0,4290	-0,6495	-0,0163	-0,1663	-0,2569	-0,0041	-0,4114	-0,4890	-0,0166	-0,1383	-0,1880	-0,0021
SWEDP2	-0,0795	0,2955	-0,0066	0,1805	0,2119	0,0446	-0,2800	-0,4352	-0,0083	-0,7895	-1,0361	-0,1204	-0,5219	-0,7454	-0,0166	-0,5687	-0,7721	-0,0650	-0,1819	-0,2483	-0,0029
DNBP3	-0,0295	0,1765	-0,0013	0,1114	0,1525	0,0083	-0,0284	-0,0426	-0,0010	-0,3048	-0,4341	-0,0083	-0,1865	-0,2521	-0,0027	-0,2783	-0,3639	-0,0107	-0,1082	-0,1594	-0,0022
ERGOB	-0,0364	0,1084	-0,0009	0,0697	0,0821	0,0025	-0,0264	-0,0402	-0,0005	-0,2387	-0,3449	-0,0040	-0,1842	-0,2628	-0,0022	-0,3003	-0,3796	-0,0081	-0,1066	-0,1462	-0,0013
FAI	-0,0376	-0,0169	-0,0013	-0,0113	-0,0119	-0,0006	0,0325	0,0485	0,0007	-0,1566	-0,2425	-0,0041	-0,0725	-0,1128	-0,0016	-0,2899	-0,3606	-0,0095	-0,0764	-0,1040	-0,0010
FS	-0,0643	-0,0203	-0,0024	-0,0145	-0,0120	-0,0011	-0,0289	-0,0431	-0,0007	-0,2599	-0,3508	-0,0052	-0,1298	-0,2022	-0,0016	-0,2306	-0,3048	-0,0064	-0,1190	-0,1698	-0,0013
SEBP2	-0,0337	0,0616	-0,0021	0,0382	0,0436	0,0046	-0,0060	-0,0088	-0,0003	-0,3021	-0,4049	-0,0081	-0,1415	-0,2165	-0,0025	-0,2384	-0,2975	-0,0127	-0,1036	-0,1473	-0,0019
SWEDP3	-0,0527	0,1087	-0,0024	0,0655	0,0814	0,0078	-0,0839	-0,1285	-0,0018	-0,3922	-0,5168	-0,0089	-0,2778	-0,3790	-0,0037	-0,3047	-0,4376	-0,0095	-0,1075	-0,1542	-0,0014
SWEDP4	-0,0371	0,0022	-0,0014	0,0013	0,0017	0,0001	-0,0050	-0,0076	-0,0001	-0,1653	-0,2271	-0,0031	-0,1183	-0,1660	-0,0014	-0,1632	-0,2312	-0,0044	-0,0716	-0,1059	-0,0009
FRR	-0,0473	-0,1173	-0,0015	-0,0742	-0,0810	-0,0037	0,0445	0,0692	0,0011	-0,0650	-0,1054	-0,0014	-0,0184	-0,0287	-0,0004	-0,1621	-0,2051	-0,0049	-0,0359	-0,0523	-0,0004
SEBP3	-0,0218	-0,0153	-0,0011	-0,0091	-0,0111	-0,0009	0,0381	0,0584	0,0014	-0,1447	-0,2075	-0,0029	-0,0423	-0,0672	-0,0007	-0,1412	-0,1799	-0,0062	-0,0441	-0,0654	-0,0007