

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
SOCIALINIŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
EKONOMIKOS KATEDRA**

Aidana RAUKTYTĖ

**VaR METODOLOGIJOS ANALIZĖ IR METODŲ PRAKTINIS
TAIKYMAS**

Magistro darbas

Šiauliai, 2010

**ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS
SOCIALINIŲ MOKSLŲ FAKULTETAS
EKONOMIKOS KATEDRA**

Aidana RAUKTYTĖ

**VaR METODOLOGIJOS ANALIZĖ IR METODŲ PRAKTINIS
TAIKYMAS**

**Magistro darbas
Socialiniai mokslai, ekonomika (04 S)**

Aš, teigiu, kad magistro
studijų baigiamasis darbas, kurį teikiu Ekonomikos studijų programos magistro
kvalifaciniam laipsniui įgyti, yra originalus autorinis darbas
.....
(parašas)

Magistro darbo autorius Aidana Rauktytė
(vardas, pavardė, parašas)

Vadovas prof. habil.dr. V. Vaškelaitis
(pareigos, vardas, pavardė, parašas)

Recenzentas _____
(pareigos, vardas, pavardė, parašas)

SANTRAUKA

Aidana Rauktytė

VaR metodologijos analizė ir metodų praktinis pritaikymas

Magistro darbas

Magistro darbe nagrinėjamas šiuo metu vienas moderniausių rizikos matų – rizikos vertė (angl. *Value-at-risk*). Analizuojami trys pagrindiniai VaR rodiklio skaičiavimo metodai: variacijos/kovariacijos, istorinio modeliavimo ir Monte Karlo simuliacijos keliamų prielaidų, sudėtingumo ir adekvatumo požiūriais. Visų trijų metodų pagalba dabartinėmis rinkos sąlygomis atliekami empiriniai tyrimai, siekiant įvertinti rizikos vertes valiutų ir akcijų rinkose, atlikta gautų rizikos verčių palyginamoji analizė bei patikrintas naudotų metodų tikslumas. Autorės suformuluota hipotezė, kad VaR rodiklio skaičiavimo metodai nėra tinkami naudoti pereinamuoju laikotarpiu kuomet ekonominė aplinka ir padėtis nėra stabili iš dalies patvirtinta, nes atliktų tyrimų rezultatai atmetė tik variacijos/kovariacijos bei istorinio modeliavimo metodų tinkamumą.

SUMMARY

Aidana Rauktytė

VaR methodology analysis and methods practical use

Master's work

In this master's work analyzed one of the modern risk measurements – Value-at-Risk (VaR). The paper examined three main VaR calculation methods: variance/covariance, historical simulation and Monte Carlo generations satisfying in the terms of the assumptions, adequacy and complexity. For all three methods was carried out empirical studies to assess the risk of currency and stock markets, made comparative analysis of the obtained risk values and verified accuracy of used methods in the current market conditions. The authors formulated the hypothesis that the VaR indicator calculation methods are not suitable for use during the transitional period when the economic environment and situation is not stable partially confirmed because the results of tests performed to reject just the variance / covariance and historical simulation methods.

TURINYS

ĮVADAS	7
1. FINANSŲ RIZIKA IR RIZIKOS VERTĖ	10
1.1. Rizikos samprata ekonomikoje	10
1.2. Rizika bankiniame sektoriuje	14
1.3. Rizikos vertės samprata	19
2. VaR METODOLOGIJA	24
2.1. Analitiniai metodai	25
2.1.1. Variacijos – kovariacijos metodas	25
2.2. Modeliavimo metodai	34
2.2.1. Istorinio modeliavimas	35
2.2.2. Monte Karlo simuliacija	38
2.3. VaR metodų palyginamoji analizė	41
3. VaR METODŲ TAIKYMAS	44
3.1. Valiutų kursų kitimo vertinimas	44
3.2. Akcijų kursų svyravimų vertinimas	50
3.3. VaR metodų patikra	57
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	60
LITERATŪRA	62
PAGRINDINIŲ SĄVOKŲ ŽODYNAS	66
PRIEDAI	69
1 priedas. Apibendrinta bankų rizikos klasifikacija	70
2 priedas. Finansų rizikos rūšys ir jų valdymo specifika	71
3 priedas. Baltijos Oficialusis prekybos sąrašas 2007.09.03	73
4 priedas. Hipotezių tikrinimo procedūra	74
5 priedas. Valiutų portfelį sudarančių aktyvų logaritminių dienos pokyčių histogramos.....	75
6 priedas. Akcijų portfelį sudarančių aktyvų logaritminių dienos pokyčių histogramos.....	77
7 priedas. Valiutų ir akcijų portfelių logaritminių dienos pokyčių histogramos	78
8 priedas. Valiutų ir akcijų portfelių, sudarančių aktyvų koreliacinės matricos	79

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Reikšmingiausios komercinių bankų veiklos rizikos	18
2 lentelė. Pagrindinės rizikos vertės parametrų reikšmės	20
3 lentelė. Variacijos – kovariacijos metodo privalumai ir trūkumai	34
4 lentelė. Istorinio modeliavimo metodo privalumai ir trūkumai	37
5 lentelė. Monte Karlo simuliacijos metodo privalumai ir trūkumai	40
6 lentelė. Pagrindinių VaR metodų palyginimas pagal keliamas prielaidas	41
7 lentelė. Pagrindinių VaR metodų palyginimas pagal kriterijus	42
8 lentelė. Pagrindiniai valiutų portfelio parametrai.....	46
9 lentelė. Pagrindinės valiutų portfelį sudarančių aktyvų skaitinės charakteristikos	47
10 lentelė. Pagrindinės valiutų portfelio kriterijų statistikos	48
11 lentelė. Valiutų portfelio rizikos vertė 2008 m. rugsėjo 4 dienos pabaigai, tūkst.lt.	50
12 lentelė. Pagrindiniai akcijų portfelio parametrai.....	52
13 lentelė. Pagrindinės akcijų portfelį sudarančių aktyvų skaitinės charakteristikos	54
13 lentelė. Pagrindinės akcijų portfelio kriterijų statistikos	55
14 lentelė. Akcijų portfelio rizikos vertė 2008 m. rugsėjo 4 dienos pabaigai, tūkst.lt.	56
15 lentelė. Grįžtamojo patikrinimo rezultatai valiutų ir akcijų rinkose	58
16 lentelė. Grįžtamojo patikrinimo modelio „šviesoforo principas“	58
17 lentelė. „Šviesoforo principo“ rezultatai valiutų ir akcijų rinkose.....	59

ILIUSTRACIJŲ SĄRAŠAS

1 pav.	Rizikos ir pelningumo ryšys	12
2 pav.	Rinkos kintamumo ir pelningumo ryšys	13
3 pav.	Banko rizikos klasifikavimas	16
4 pav.	Banko rizikų klasifikacija pagal RAS	17
5 pav.	Var grafinė interpretacija.....	22
6 pav.	VaR metodologijos klasifikacija	24
7 pav.	Eksceso koeficientų reikšmių grafinė išraiška	28
8 pav.	Asimetrijos koeficiento reikšmių grafinė išraiška.....	29
9 pav.	Variacijos – kovariacijos metodo taikymo schema.....	33
10 pav.	Istorinio modeliavimo metodo taikymo schema	36
11 pav.	Monte Karlo simuliacijos taikymo schema.....	39
12 pav.	Rizikos vertės vertinimo metodai sudėtingumo ir adekvatumo požiūriu.....	42
13 pav.	Hipotetinio valiutų portfelio struktūra.....	45
14 pav.	Hipotetinio valiutų portfelio pelno (nuostolio) pokyčių dinamika tūkst.lt.	46
15 pav.	Hipotetinio valiutų portfelio pelno nuostolio histograma tūkst.lt.	47
16 pav.	P – P diagrama. Valiutų portfelio pelningumo – normalusis skirstinys	49
17 pav.	Akcijų naudingumo funkcijų reikšmių grafikas.....	52
18 pav.	Investicinio akcijų portfelio struktūra	52
19 pav.	Investicinio akcijų portfelio pelno (nuostolio) pokyčių dinamika tūkst.lt.	53
20 pav.	Investicinio akcijų portfelio pelno nuostolio histograma tūkst.lt.	54
21 pav.	P – P diagrama. Valiutų portfelio pelningumo – normalusis skirstinys	55

ĮVADAS

Didėjanti finansinių rinkų globalizacija, pačių rinkų plėtra, atskirų šalių ekonomikų internalizacija ir finansų pasaulis tapo daug rizikingesnis. Šiame kontekste finansines institucijas – svarbiausios kurių yra bankai, padedantys užtikrinti stabilumą šalyje, ypač jų veiklą prižiūrinčias organizacijas, vis neramina finansinių krizių arba sisteminės rizikos grėsmė ir skatina domėtis rizikos valdymu ir kontrole. Rizikos svarba finansinėje veikloje yra didelė ne tik šalyse intensyviai diegiančiose šiuolaikinius rinkos mechanizmus, bet ir tą rinką plėtojančiose šalyse. Efektyvi rizikos analizė sudaro galimybes pasiruošti numatomiems nepalankiems įvykiams ir minimizuoti tikėtinus nuostolius pasirenkant tam tikrus rizikos mažinimo būdus.

Problema – sudėtingėjant finansų rinkai, sudėtingesni tampa ir rizikos vertinimo modeliai. Dėl vieningo rizikos mato poreikio buvo įvesta rizikos vertės (angl. *Value at risk*) koncepcija, kuri priskiriama prie sudėtingesnių rizikos vertinimo modelių. Ji galutinai susiformavo tokia, kokią suprantame dabar XX a. paskutiniajame dešimtmetyje po solidžių, gan konservatyvių finansinių institucijų, tokių kaip Barings Bank (1995), Daiwa Bank (1995), Sumito Corporation (1996) ir kt., patirtų didžiulių nuostolių ir bankrotų. Kaip paaiškėjo iš vėlesnės analizės bei kaip galima pastebėti iš istorinių faktų būtent neįvertinus visų galimų rizikos atvejų ir buvo iššaukti didžiųjų korporacijų bankrotai, milžiniški ekonomikos nuosmukiai ir net ekonominės krizės.

Baltijos šalyse VaR koncepcija iki šiol naudojama retai, o dauguma bankų ją įdiegti planuoja ateityje. Diskusija Lietuvoje dėl vidinių rinkos rizikos vertinimo modelių taikymo pradėta 2002 metų pabaigoje Lietuvos Banko valdybos patvirtintomis Metodinėmis rekomendacijomis bankams dėl vidinių rinkos rizikos vertinimo modelių taikymo. Iki tol tokių modelių taikymo galimybės tirtos tik pavieniuose moksliniuose darbuose.

Darbo aktualumas – nepastoviose finansų rinkose rizikos identifikavimas ir jos valdymo galimybės yra viena iš aktualiausiai nagrinėjamų temų, susijusių tiek su smulkiu ar vidutiniu bei stambiu verslu, tiek su finansinėmis institucijomis, bankais, draudimo įmonėmis, projektais ir kt. Šiame kontekste rizikos valdymas tapo daugelio mokslininkų teorinių tyrimų ir praktinės veiklos objektu. Nemaža dalis šių tyrimų tenka bankinio sektoriaus rizikos valdymo (jos identifikavimo, analizės, reguliavimo) metodikai kurti.

Objektas – rizikos vertės metodologija: variacijos-kovariacijos, istorinio modeliavimo bei Monte Karlo simuliacijos metodai.

Darbo tikslas – išanalizavus VaR metodologijos pagrindus metodų teorinius principus, praktiškai juos pritaikyti vertinant valiutų kursų bei akcijų kursų svyravimo riziką bei ištirti naudotų metodų adekvatumą dabartinėmis rinkos sąlygomis.

Šiam tikslui pasiekti darbe numatoma išspręsti tokius **uždavinius**:

- Pateikti rizikos bei rizikos vertės sampratą ir jos valdymo svarbą komerciniuose bankuose.
- Įvertinti VaR metodologijos ypatybes – išskiriant pagrindinius rizikos vertės skaičiavimo metodų esminius principus, metodų prielaidas, privalumus ir trūkumus;
- Atlikti valiutų kursų bei akcijų kursų rizikos vertinimą dabartinėmis rinkų sąlygomis naudojant VaR rodiklį.
- Patikrinti VaR rodiklio tikslumą dabartinėmis rinkos sąlygomis.

Tyrimo hipotezė. VaR rodiklio skaičiavimo metodai nėra tinkami naudoti pereinamuoju laikotarpiu kuomet ekonominė aplinka ir padėtis nėra stabili.

Tyrimo bazė – konceptualiojoje dalyje pasitelkiama mokslinė literatūra, remiamasi įvairių Lietuvos ir užsienio tyrėjų moksliniuose periodiniuose, konferencijų bei seminarų ir kito pobūdžio straipsniuose išdėstytais mokslininkų bei įvairių analitikų mintimis ir kita internetiniuose šaltiniuose pateikiama informacija. Rizikos vertinimo tema naudojant VaR metodologijos principus nagrinėjo Lietuvos tyrėjai, kaip: V. Sakalauskas, P. Aniūnas, J. Nedzveckas, R. Krušinskas ir kt. Labiausiai šiuo klausimu pasisakė A. Dzinkevičius.

Tiriamajoje dalyje atliekant empirinius tyrimus pateikiama statistinių duomenų analizė, daromos išvados dėl duomenų poveikio vienas kitam, aptariami gauti rezultatai.

Tyrimo metodai – medžiagos rinkimo ir duomenų sisteminimo metodai, atliekant mokslinės literatūros, norminių aktų, statistinę analizę, duomenų modeliavimas, grafinis vaizdavimas naudojant statistinius ir matematinius paketus, apibendrinimas.

Darbo naujumas. Atsižvelgus į mokslinę literatūrą, nagrinėjančią bankų rizikos vertinimo temą, naudojant rizikos vertės vertinimo metodus, galima teigti, jog joje dažniausiai atskirai yra analizuojamos rizikos vertės skaičiavimo metodikos pasinaudojant vieną iš trijų pagrindinių VaR rodiklio skaičiavimo metodų – variacijos/kovariacijos, istorinio modeliavimo ar Monte Karlo simuliacijos arba pateikiama tik trumpa šių metodų apžvalga. Be to nagrinėjama tema atliktų tyrimų palyginti nedaug ir dažniausiai autoriai lygino tarpusavyje du skirtingus rodiklio apskaičiavimo metodus ar jų variantus. Šioms problemoms spręsti skirtas šis darbas.

Teorinis darbo reikšmingumas. Darbe atrinkti esminiai darbai ir pasisakymai, nagrinėjama tema, siekiant suprasti esminius VaR metodologijos principus. Ši analizė turėtų būti naudinga Lietuvos komerciniams bankams siekiantiems tobulinti rizikos valdymą ir planuojantiems VaR modelį įdiegti ateityje.

Praktinis darbo reikšmingumas. Rizikos vertinimo tema, naudojant VaR metodologijos principus, tyrimai daugiausia atlikti esant palankiai ekonominei situacijai. Šiuo atveju atlikti

empiriniai tyrimai pereinamuoju laikotarpiu kuomet situacija rinkose yra nestabili ir sunkiai prognozuojama. Tai turėtų paskatinti mokslininkus labiau gilintis ir atlikti rizikos vertinimo metodologijos tyrimų, įvairiomis rinkos sąlygomis, ją tobulinti.

Darbo apimtis ir struktūra. Magistro baigiamąjį darbą sudaro trys pagrindinės dalys, taip pat įvadas, baigiamosios išvados ir rekomendacijos bei naudotas literatūros sąrašas, pateiktas pagrindinių sąvokų žodynėlis, priedai. Pagrindinė darbo medžiaga išdėstyta 79 puslapiu. Joje pateikiama 17 lentelių, 21 paveikslas. Darbo pradžioje pateikiama santrauka, taip pat lentelių bei iliustracijų sąrašai. Literatūros sąrašą sudaro 60 šaltinių. Be to pateikiami 8 priedai.

1. FINANSŲ RIZIKA IR RIZIKOS VERTĖ

Finansinės institucijos yra vienos iš svarbiausių ekonominės veiklos dalyvių, kurios atlieka strateginį vaidmenį, kaupdamos lėšas, priimdamos indėlius ir skolindamos pinigus tiek juridiniams, tiek fiziniams asmenims. Dažniausiai pasitaikančios ir svarbiausios iš šių institucijų – BANKAI, kurie patiria beveik visų tipų rizikas: likvidumo, kredito, operacinę, finansinę, mokumo, palūkanų normos, valiutos ir pan.

Šiais laikais visose veiklos srityse susiduriama su rizika, kuri neatsiejama bet kokios veiklos dalis. Tad rizikos identifikavimas ir jos valdymas tapo daugelio mokslininkų teorinių tyrimų ir praktinės veiklos objektu. Nemaža dalis atliekamų tyrimų skirta būtent bankinio sektoriaus rizikos valdymo metodikai kurti ir analizuoti.

Šiame skyriuje išanalizavus, apibendrinus užsienio ir Lietuvos autorių mintis bei teiginius, pateikiama ekonominė rizikos, taip pat rizikos vertės samprata. Pasitelkus įvairių autorių pagrindinių finansinių institucijų – banko rizikų grupavimais išskiriamos reikšmingiausios šių įstaigų veiklos rizikos, kurios kartu yra ir pagrindinės finansų rizikos dalys.

1.1. Rizikos samprata ekonomikoje

Šiuolaikinė rinkos aplinka neįsivaizduojama be rizikos. Dėl kintančios aplinkos bet kokiam verslui būdingas neapibrėžtumas, prognozuojamų rezultatų neužtikrintumas, rizikingi sprendimai. Be to visiškai eliminuoti rizikos neįmanoma. Siekiant išvengti vienos rizikingos situacijos, galima patekti į kitą. Netgi absoliutus neveikimas susietas su praleistų galimybių rizika. Rizika visada yra ir gali lemti didelius investicijų nuostolius. Taigi labai svarbu mokėti tiksliai įvertinti riziką ir galimus investicijų praradimus.

Žodynuose ir enciklopedijose rizikos sąvoka apibrėžiama įvairiai, tačiau visas jas sieja viena – nežinomybė bei neapibrėžtumas:

- *Rizika* – tai galimas pavojus, galimas nepasisekimas. (DLKŽ)
- *Rizika* – tai ryžimasis veikti, žinant, kad yra tam tikra tikimybė nepasiekti tikslo, arba ryžimasis nepaisyti galimų neigiamų atsitiktinių aplinkybių padarinių. (TŽŽ)
- *Rizika* – tai sprendimų priėmimo situacija, kurioje įmanomas galimų rezultatų nepastovumas ir egzistuoja tikimybė jiems kisti. (ETŽ)
- *Rizika* – pavojaus, nuostolio, žalos ir pan. galimybė arba tikimybė. (The Oxford Dictionary)
- *Rizika* – nežinomybė dėl to, ar turtas duos tikėtiną grąžą ar bus patirtas nuostolis. (Dictionary of Banking Terms)

- Rizika – išmatuojama galimybė prarasti arba negauti vertės. (Dictionary of Business Terms)

Akivaizdu, jog rizika atsiranda dėl nežinomybės. Jei žmogus viską žinotų, tai rizikos net nebūtų. Ir vis dėl to, nagrinėjant Lietuvos autorių literatūrą išsiskiria dvi ryškios nuomonės.

Vienų nuomone, kaip pavyzdžiui, Laskienė, Sniežka (2003), sąvokas „rizika“ ir „neapibrėžtumas“ laiko sinonimiškomis. Šiam požiūriui į riziką taip pat pritaria ir J. Nadzveckas bei G. Rasimavičius (2000) teigdami: „rizika – tai tam tikri nuostoliai, susidarę nepasiekus užsibrėžto tikslo“. Pasak jų, dažnai rizika apibrėžiama kaip šansas kažko netekti ir šis apibrėžimas būtų tikslesnis, jei sakytume, kad rizika – neužtikrintumo sinonimas“. A. Gegužis (2003) pastebi, jog kai rizika yra sutapatinama su neužtikrintumu, iš to logiškai seka, kad ji yra priklausoma nuo laiko t.y. neužtikrintumas visuomet didėja, kuo tolesnėje ateityje yra planuojama atlikti tam tikrus veiksmus ar priimti sprendimus. Kad rizikos ir neapibrėžtumo sąvokas netikslinga atskirti mano ir V. Aleknavičienė (2005). Anot jos, ir vienu, ir kitu atveju egzistuoja rezultatų nukrypimo galimybė, o nuo to, ar turima ar ne informacija, priklauso tik prognozuojamų rezultatų patikimumo laipsnis.

Kiti autoriai, kaip V. Gronskas (2003), R. Urniežius (2001) „rizikos“ ir „neapibrėžtumo“ sąvokas linkę atskirti. V. Gronskas (2003) pažymi, kad rizika yra galimybė patirti neigiamą poveikį esant pavojingai situacijai. Tuo tarpu R. Urniežius (2001) veikale „Rizika“ neapibrėžtumą kildina iš pokyčių, kuriuos sunku numatyti, arba iš įvykių, kurių galimybės negalima tiksliai apskaičiuoti. Žmonės, nežinodami, kas bus ateityje, priversti spėlioti, koks bus labiausiai tikėtinas padaryto sprendimo rezultatas. Užsienio literatūroje taip pat galima rasti panašių minčių. Už sąvokų atskirimą pasisako ir J. Adams (2000) savo darbe „Rizika“ analizuodamas šias sąvokas, pasiremdamas Frank Knight mintimis teigia: „jei jūs nežinote, kas atsitiks, bet žinote galimybes, tai ir yra rizika, o jei nežinote netgi galimybių, tai yra neapibrėžtumas“.

G. Kancerevyčius (2006) pažymi, jog iki XIX a. rizika buvo tapatinama su neapibrėžtumu, tačiau šios sąvokos dažniausiai yra atskiriamos. Dabar rizika dažnai apibrėžiama ne kaip prarastas neapibrėžtumas, bet kaip išmatuojamas apibrėžtumas.

Visgi daugelis autorių rizikos sąvoką sieja tik su galimais nuostoliais, kad faktiniai rezultatai skirsis nuo planuotų, verslo galimybės bus nepanaudotos arba panaudotos netinkamai. Rizika – tai neigiami ar kitokie negatyvūs veiksniai, pasireiškiantys organizacijos veikloje. Toks požiūris atsispindi R. Urniežiaus (2001), G., Ševčenko, L. Ustimavičiaus, R. Balsevič (2004) darbuose, kuriuose rizika siejama vien su neigiamomis ūkinės veiklos rezultatų galimybėmis. Taip pat su neigiamomis pasekmėmis ir galimu pavojumi riziką sieja ir V. Vaškelaitis (2003) riziką apibrėždamas kaip nesėkmės tikimybę, galimų praradimų pavojų.

R. Bagdonienė, Staškevičius (2000) be tradicinio požiūrio į riziką, kaip potencialių praradimų tikimybę, pažymi kitą rizikos bruožą, teigdami jog rizika – tai prarasta ar neišnaudota galimybė. V. Rutkausko (2000) teigimu, rizika suprantama kaip sprendimų rezultatų nepastovumas. Kuo labiau

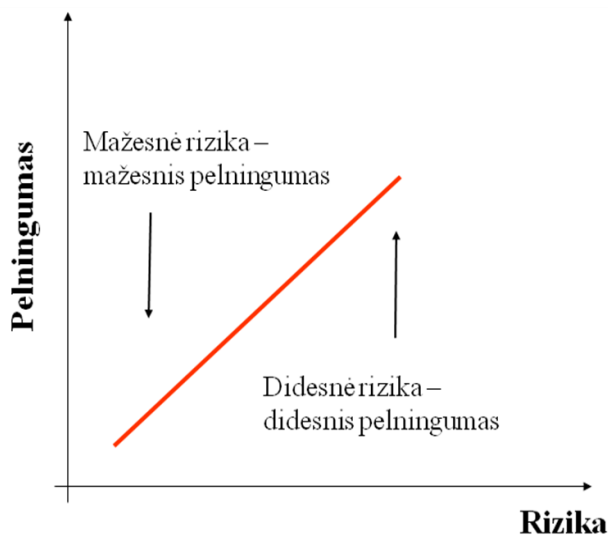
kinta rezultatai, tuo didesnė rizika. Riziką kaip įvykį, kuris gali įvykti arba neįvykti apibūdina I. Mioldažys (2002). Jam įvykus galimi trys ekonominiai rezultatai: neigiamas (pralaimėjimas, nuostolis, žala), nulis, teigiamas (laimėjimas, nauda, pelnas).

Į rizikos sąvoką, kaip vieną iš pelno šaltinių žiūri A. Gegužis (2003), kuris teigia, kad *rizika* – tai ne tik nuostoliai, nes tuomet būtų nesuvokiamas verslininko pasirengimas rizikuoti. Tad kai kurie ekonomistai riziką nagrinėja kaip vieną iš pelno šaltinių. Atlygis už prisiimtą riziką tokiu būdu gali būti teikiamas įvairiomis formomis: valdžia, šlove, pagarba, savigarba, ir pan. – ne vien tik pinigine forma kaip dažnai pažymima literatūroje.

Netradiciškai į riziką žiūri ir Z. Lydeka, B. Drilingas (2001), kurie tikėjimą sėkme, esant neapibrėžtomis aplinkybėmis laiko rizikos požymiu. Jie *riziką* apibūdina kaip specifinės ekonomikos neapibrėžtumo išraišką, atspindinčią verslo dalyvių veiksmuose. Apibendrinami tyrėjai pateikia dvejopą ekonominės rizikos prasmę:

- kai *rizika* fiksuoja rezultatą. Tuomet tai galimi pavojai, gresianti žala, nuostoliai ar nelaimė vykdant kokius nors veiksmus.
- kai *rizika* fiksuoja veikimą ar procesą. Tuomet tai įsitikinimas sėkme ir veiksmų vykdymas, kuris priklauso nuo iš anksto nežinomų įvykių arba tiksliai neapibrėžtų aplinkybių.

Dėl įvairiapusės veiklos sričių apimties rizikos sąvoka tampa daugialypė. Tai buvo galima pastebėti nagrinėtoje mokslinėje literatūroje, kurioje autoriai pateikia įvairias rizikos apibrėžtis, nurodydami būdingiausius bruožus, tačiau tiek Lietuvos, tiek užsienio autoriai sutaria, jog riziką ir pelną sieja tiesioginė priklausomybė.

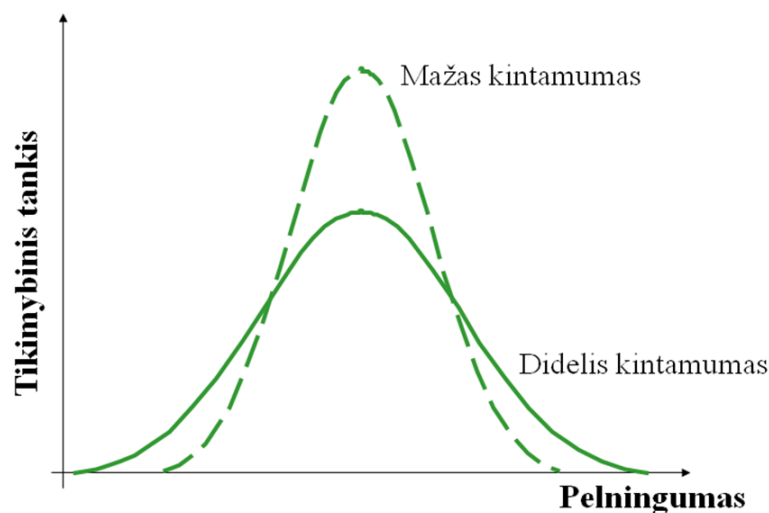


1 pav. Rizikos ir pelningumo ryšys

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Paveiksle aiškiai galima pastebėti, jog didėjant rizikai ir pelnas atitinkamai didėja. Šis tiesiog proporcingas rizikos/pelningumo ryšys, labai ryškiai pasireiškia bankuose, kuomet didesnis pelningumas sąlygoja didesnę riziką ir atvirkščiai, mažiau rizikuojant laukiamas pelnas bus mažesnis. Todėl pasak L. Ramanauskienės, E. Čeplinskienė (2003), tinkamo pelno ir rizikos santykio pasirinkimas yra viena iš svarbiausių banko problemų. Šiose organizacijose pelnas (kaip nuostolis) uždirbamas būtent prisiimant tam tikro lygio riziką. Dažniausiai atsitinka taip, kad kuo daugiau rizikos prisiimama, tuo daugiau galima uždirbti pelno (kaip ir patirti nuostolio). Todėl valdyti pelną be rizikos valdymo praktiškai neišsivaizduojama, nes šie du dalykai yra glaudžiai susiję. Daugelis investuotojų, ko gero, mieliau rinktųsi variantą, kuomet mažai rizikuojant gaunamas didelis pelnas. Tačiau didelis pelnas ir maža rizika yra vienas kitam prieštaraujantys tikslai, tad praktiškai esant mažai rizikai gauti didelį pelną yra labai nedidelė tikimybė. Todėl verslo pasaulyje dažnai pasirenkamas variantas didelis pelnas/didelė rizika. Šiuo atveju didelis pelnas laikomas kaip kompensacija už prisiimtą didelę riziką. Tuomet finansinių institucijų analitikams ir vadovams iškeliamas uždavinys yra pelno ir rizikos santykio optimizavimas, kad būtų užtikrintas institucijos veiklos tęstinumas.

Prisiimta rizika arba kitaip sakant rizikuojama prarasti vertė V. Sakalausko (2005) teigimu yra glaudžiai susijusi ne tik su gaunamu pelnu, bet situacija rinkoje, kuriai būdingas arba mažas rinkos arba didelis kintamumas.



2 pav. Rinkos kintamumo ir pelningumo ryšys

Šaltinis: V. Sakalauskas (2005) Trumpalaikių investicijų rizikos vertinimas naudojant reliatyvios vertės pokytį // *Informacijos mokslai*, Nr. 35/2005, p. 170 – 178

Paveiksle pavaizduoti pelningumo tikimybiniai tankiai yra simetriniai t.y. pokyčiai vyksta su ta pačia tikimybe. Kaip galima pastebėti didesnio kintamumo atveju (ištininė linija) galimas ir didesnis investicijų pelningumas, tačiau atitinkamai ir rizika didesnė. Esant mažesniai rinkos kintamumui

(punktyrinė linija), tiek galimas praradimas, tiek pelnas yra šiek tiek mažesni. Tad tikimybė gauti didesnę pelną susijusi su didesniu investicijų rizikingumu.

Taigi šiuolaikinė ekonomika neįsivaizduojama be neapibrėžtumo ir rizikos. Apibendrinus įvairių autorių nuomones, rizikos sąvoką būtų galima apibrėžti kaip laukiamų rezultatų nukrypimą, kurį sąlygoja aplinkos kintamumas. Be to tiek Lietuvos, tiek užsienio autoriai sutaria, jog rizika turi tiesioginį ryšį, tad tikimybė gauti didesnę pelną siejama su didesne prisiimta rizika tiek su gaunamu pelnu, tiek ir su rinkos padėtimi.

1.2. Rizika bankiniame sektoriuje

Komercinių bankų, kaip ir kitų finansinių tarpininkų, pavyzdžiui, nekilnojamojo turto, draudimo kompanijų, veikla taip pat neįsivaizduojama be rizikos. Nors rizikos valdymo poreikis kyla ne tik bankams, tačiau būtent bankai yra finansinės įstaigos, parodančios šalies ekonomikos likvidumą. Laiku atliktas tikslus rizikos identifikavimas, išskyrimas iš kitų rizikos rūšių, kryptingas pasirinktos reikšmingiausios rizikos įvertinimas gali nulemti ne tik finansinio sprendimo priėmimą, bet ir apsaugoti bet kurį iš proceso dalyvių nuo finansinių nuostolių.

Bet kokios rizikos įvertinimas susideda iš tam tikrų etapų. Nors paprastai jie įvardijami skirtingai, tačiau iš esmės finansinėje literatūroje daugelis autorių (J. A. Staskevičius, R. Bagdonienė (2000), V. Gronskas (2003), G. Kancerevyčius (2006)) nurodo, kad bet kokios rizikos vertinimas susideda iš *rizikos tyrimo* (esamų ir naujų rizikų analizės; išorės, vidinių veiksnių), *reakcijos į iškilusias rizikas* (išvengti, nekreipti dėmesio, sumažinti, praleisti rizikas) bei *rizikos valdymo* (tai metodų ir mažinimo būdų parinkimo).

Kitas svarbus aspektas įvertinant riziką – atliekamų operacijų rizikingumas. Finansų srityse atliekama operacija laikoma rizikinga, jei jos rezultatas yra neprognozuojamas. Rizikos lygis anot V. Vaškėlaičio (2003) didėja jeigu:

- Problemų atsiranda staiga ir neplanuotai.
- Esant palankiai ekonominei situacijai rizika plačiau išplinta.
- Numatyti nauji tikslai, neatitinkantys ankstesnės kompanijos praktikos.
- Aukščiausio lygio vadovai ne visuomet turi kompetencijos priimti sprendimus, kurie padėtų bankui ar kitai finansų organizacijai išvengti didelių finansinių nuostolių.
- Banko veiklą reglamentuojančių dokumentų trūkumai trukdo pasirinkti optimalius konkrečių situacijų sprendimo metodus.

Bankai, kaip bankininkystės veiklos pagrindinė ašis, pelno siekiančios institucijos, veikdami sudėtingoje rinkos aplinkoje, neišvengiamai susiduria su įvairių rūšių rizika. Pagrindinis

reikalavimas, keliamas bankų sistemai – funkcionavimo stabilumas. Tai skiriamasis šių finansinių institucijų bruožas. Analizuojant komercinių bankų riziką A. Dzinkevičius (2003) siūlo atsižvelgti į:

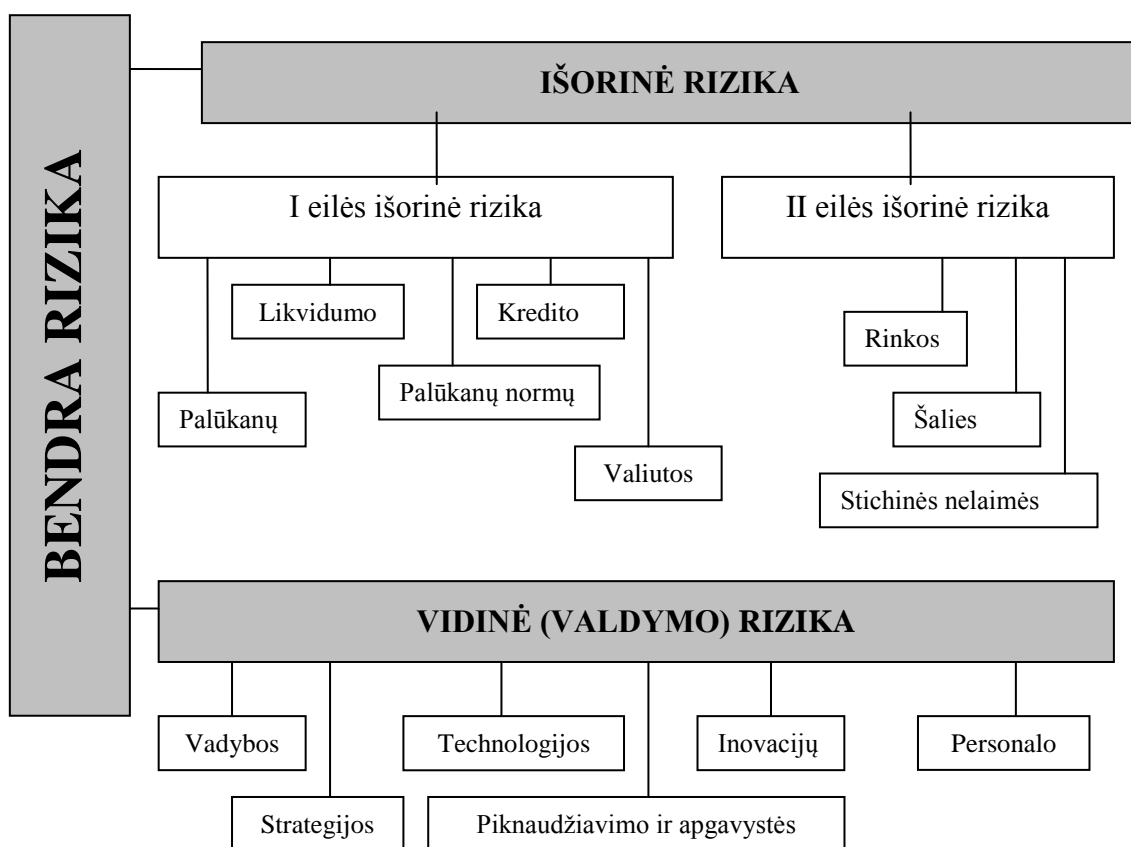
- Pereinamųjų periodų ekonomikos būklę, kuri pasireiškia ne tik gamybos pramonės nuosmikiu, daugelio organizacijų finansinės būklės nestabilumu, bet ir daugelio ūkio šakų tarpusavio ryšių pablogėjimu.
- Politinės padėties nestabilumą (žemas BERI indeksas).
- Bankų sistemos formavimo trūkumus.
- Esminių, veiklą reglamentuojančių dokumentų, aktų nebuvimą arba trūkumus, realios situacijos ir teisinės bazės sąveikos neatitikimus.
- Infliaciją, pereinančią į hiperinfliaciją, ir t.t.

Visi šie įvardinti veiksniai turi įtakos atsirandančioms rizikos rūšims bankinėje veikloje, tačiau jie gali pasireikšti skirtingu lygiu, skirtingu poveikiu ir netgi paveikti galimos metodikos pasirinkimą rizikai įvertinti. Tad siekiant bankų sistemą išlaikyti saugią ir patikimą rizikos identifikavimas, valdymas ir vertinimas tampa neatsiejama dalimi bei itin aktualia problema šio tipo finansinėse institucijose.

Visos rizikos rūšys remiasi tarpusavio priklausomybe. Dėl šios priežasties tik dar labiau išauga detali rizikos suvokimo būtinybė pažymi K. Levišauskaitė, D. Kaupytė (2005). Kaip buvo galima pastebėti pateiktoje medžiagoje rizika gana plati ir daugialypė sąvoka, kurios apibrėžimų daug. Tiek pat daug yra ir rizikos klasifikavimo būdų. Mokslininkai ir tyrėjai nėra vieningi šioje srityje ir finansų teorija kol kas dar negali pasiūlyti visuotinai priimtą ir tuo pat metu išsamios *rizikų klasifikacijos*. Viena iš priežasčių, jog rizika praktikoje reiškiasi labai įvairiai ir dažnai, ta pati rizikos rūšis gali būti įvardijama skirtingais terminais. Be to visos rizikos rūšys yra susijusios, ir nors formaliai gali būti atskirtos viena nuo kitos, tačiau realiai rasti ribą tarp skirtingų rizikos rūšių dažnai būna sudėtinga arba net to padaryti beveik neįmanoma, nes vienos rizikos rūšies pasikeitimas sukelia beveik visų rizikos rūšių pasikeitimus, o tai savo ruožtu labai apsunkina konkretaus rizikos lygio analizės metodo pasirinkimą.

G. Ševčenko, L. Ustimavičius, R. Balsevič (2004), kurie gilinasi į rizikų klasifikacijos aspektus pažymi, jog rizikos skirtis gali pagal vietą, atsiradimo laikotarpį, išorinių ir vidinių veiksnių visumą ir pan. Jie pateikia dažniausiai aptinkamų banko ir kitų finansinių institucijų veikloje rizikos rūšių klasifikaciją (žr. priedą nr.1).

Dar vienas dažnai sutinkamas *rizikų skirstymas pagal įtakos ir atsiradimo sferas*. Dėl tokios rizikų klasifikacijos mokslininkai dažniausiai sutaria ir laiko tikslingu ir esminiu.



3 pav. Banko rizikos klasifikavimas

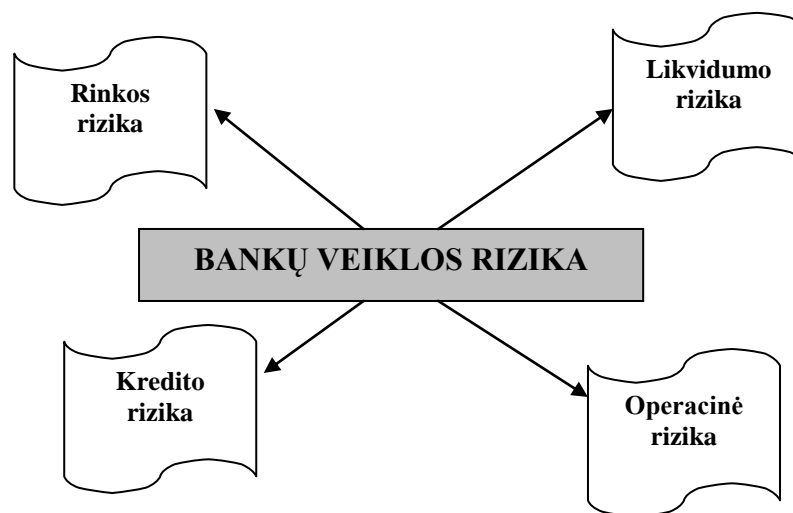
Šaltinis: V. Vaškelaitis Pinigai: komerciniai bankai ir jų rizikos valdymas: teorija ir praktika:

Monografija, Vlnius: Lietuvos mokslas, 2003

Kaip matome schemeje, komercinių bankų bendroji rizika, atsižvelgiant į įtakos ir atsiradimo sferas, gali būti skirstoma į išorinę ir vidinę. Pagal šį suskirstymą vidinė rizika yra susijusi su banko personalo pasirengimo, naudojamos technikos (inovacijų) ir technologijos lygiu, banko įvaizdžiu ir pan. Vidinės rizikos lygis labai priklauso nuo išorinės rizikos lygio.

Išorinė rizika šiuo atveju skaidoma į I ir II eilės rizikas. I eilės rizikos lygis priklauso nuo bankų sistemos lygio ir teisinio reguliavimo, o II eilės rizika yra dar abstraktesnė ir priklauso nuo dar bendresnių išorinės rizikos sąlygų – ekonominės, politinės, socialinės situacijos šalyje rizikas. V. Vaškelaitis (2003) analizuodamas šį skirstymą pažymi skiriamąjį bruožą tarp vidinės ir I eilės išorinės rizikų – jos yra kontroliuojamos. G. Ševčenko, L. Ustimavičiaus, R. Balsevič (2004) dar papildo, jog II eilės išorinės rizikos poveikis kontroliuojant banko veiklą tampa beveik lemiamu.

Pagal Priežiūrinio tikrinimo ir vertinimo proceso bendrąsias nuostatas (2006) kaip viena Lietuvos banko priemonių skirtų rizikos valdymui yra naudojama rizikos vertinimo sistema RAS (angl. *risk assessment system*), kurios pagrindinis tikslas – nustatyti visų reikšmingos rizikos, su kuria susiduria bankas, rūšių lygį, įvertinti jų valdymo kokybę ir banko valdymą. Remiantis RAS principais, skiriamos tam tikros bankų veiklos rizikos rūšys.



4 pav. Banko rizikų klasifikacija pagal RAS

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Pagal schemeje pateiktą rizikų klasifikaciją rizikos vertinimo sistema RAS apima tokias finansinių institucijų grėsmes kaip kredito, rinkos, likvidumo ir operacines rizikas. Tokias pagrindines finansinių institucijų rizikas savo darbuose išskiria ir J. Nedzvedskas, P. Aniūnas (2007), G. Ševčenko, L. Ustimavičius, R. Balsevič (2004). Be to pagal siūlomą bankinės veiklos rizikų skirstymą galime teigti, jog įvardintos rinkos, kredito, likvidumo ir operacinė rizikos yra ne tik reikšmingiausios bet ir pagrindinės finansų rizikos dalys.

Rinkos rizikai yra jautrios visos rinkos kainą turinčios finansinės priemonės – valiutų keitimo sandoriai, palūkaninės finansinės priemonės, nuosavybės vertybiniai popieriai, biržos prekės bei išvardintųjų priemonių pagrindu sudarytos išvestinės finansinės priemonės. A.Gegužio (2003) pastebėjimu, *rinkos riziką* vertinti daugeliu atveju yra paprasčiau negu kitas rizikas, nes egzistuoja pakankamai objektyvios ir reguliariai kotiruojamos rinkos kainos, iš kurių galima gauti daugybę informacijos, nors šios rizikos atsiradimas yra mažiausiai priklausomas nuo bankų veiksmų, o daugiau priklauso nuo makroekonominės situacijos, rinkos konjunktūros. Bendruoju atveju pagal bankų kapitalo pakankamumo skaičiavimo principus, rinkos rizikos pagrindinės dalys yra įvardijamos kaip palūkanų normos rizika, užsienio valiutos kurso rizika ir akcijų kainų rizika bei biržos prekių kainų rizika.

Kadangi bankų pajamas užtikrina paskolos, kurios sudaro apie 60 % viso bankų turto, kituose bankuose laikomi indėliai, vertybiniai popieriai bei kitas finansinis turtas *kredito rizikos* valdymo aktualumas yra akivaizdus.

Likvidumo rizika yra itin svarbi banko veikloje siekiant užtikrinti pagrindinių bankų veiklos principų vykdymą. Atsižvelgiant į tai, jog didžioji bankų pasyvų dalis yra skolinta, tai likvidumo rizikos valdymas prioritetinga kiekvieno banko rizikos valdymo politikos dalis. Pagal Lietuvos

įstatymus likvidumas turi būti ne mažesnis kaip 30 proc., tačiau aukštas likvidumas taip pat nėra gerai ir turi neigiamos įtakos pelningumui.

Finansinių nuostolių atsiradimu ne tik vykstant finansines operacijas, bet ir apimant visą einamąją veiklą, jos procesus, kontrolę ir numatytų reikalavimų atitikimą nagrinėja *operacinė rizika*.

Apibendrintai galima teigti, jog finansinė rizika įprastai atsiranda priimant finansinių išteklių valdymo sprendimus, kur ir kiek investuoti siekiant gauti pelną. Todėl finansinių išteklių rizikos valdymo esmė būtų tokia: nustatyti ir klasifikuoti šias rizikas bei parinkti jų draudimo instrumentus, teigia A. Lileikienė (2002). t.y. tinkamai valdyti riziką. Kiekviena iš finansinės rizikos rūšių turi tam tikrą jai būdingą rizikos valdymo specifiką (žr. priedą nr.2). Norint racionaliai valdyti finansinės rizikos elementus, kiekviena rizikos rūšis turi turėti pakankamai informacijos, rizikos veiksnių parametrų, įvairių charakteristikų ir kitų būtinų rodiklių.

Pagal įvairius bankų rizikų grupavimus, siekiant apjungti įvairius jos kriterijus ryškėja glaudaus ryšio tendencija tarp finansinių institucijų rizikos rūšių egzistavimo bei rizikos rūšių įvairovės. Visgi yra keletas rizikos rūšių, kurios minimos daugelyje rizikos rūšių klasifikacijų. Tad jas galima laikyti reikšmingiausios banko veiklos rizikomis, nes būtent šioms rizikos rūšims buvo ir yra skiriama daugiausia dėmesio, reikalavimų ir tarptautinių banko priežiūros institucijų rekomendacijų.

1 lentelė

Reikšmingiausios komercinių bankų veiklos rizikos rūšys

RIZIKA	APIBŪDINIMAS
Rinkos rizika	Galimų nuostolių rizika dėl rinkos kainų ir normų svyravimų finansų ir kapitalo rinkose. (V. Vaškelaitis, 2003)
Kredito rizika	Galimybė, kad banko skolininkas arba kontrahentas nesugebės įvykdyti savo įsipareigojimų pagal sutartas sąlygas. (G. Kancerevyčius, 2006)
Likvidumo rizika	Banko gebėjimas užtikrinti savo įsipareigojimų vykdymą, t.y. skolų grąžinimą suėjus nustatytam terminui. (Lileikienė, Martinkienė, 2005)
Operacinė rizika	Nuostolių atsiradimo rizika dėl organizacijos vidaus procesų trūkumų, darbuotojų daromų klaidų, informacinių sistemų funkcionavimo ir technologijų sutrikimų, dėl išorinių veiksnių poveikio. (G.Ševčenko ir kt., 2004)

Šaltinis: sudaryta darbo autorės, remiantis skliausteliuose nurodytais šaltiniais

Apibendrinant lentelėje pateiktų rizikų reikšmingumą galima būtų teigti, jog *rinkos rizika* yra besikeičiančių sąlygų rinkose rezultatas, dažniausiai sąlygotas makroekonominių aplinkybių. Šiais laikais augant ir įvairėjant bankų turimų rinkos instrumentų portfeliams rinkos rizika valdymo ir vertinimo svarba labai išaugo ir tampa viena svarbiausių rizikų, kurios valdymui reikalingos

jautresnės priemonės. Dėl komercinių bankų veiklos specifikos, pagrindinė jų veiklos sritis – kreditavimas. Todėl *kredito rizikos* identifikavimas, įvertinimas ir valdymas tampa gyvybiškai svarbus sėkmingai bankų veiklai. Likvidumas, arba sugebėjimas finansuoti turto augimą ir vykdyti įsipareigojimus, suėjus jų terminui, yra viena iš svarbiausių savybių, lemiančių nepalaužiamą bankinių organizacijų gyvybingumą. Todėl *likvidumo rizikos* valdymas yra vienas iš esminių bankų veiklos rūšių, nes jos svarba peržengia individualaus banko ribas. Jeigu likvidumo stygius jaučiamas vienoje institucijoje, jis gali turėti įtakos ir visai sistemai. *Operacinės rizikos* sąryšis su kitomis finansinėmis rizikos rūšimis yra aiškus ir tikslus, ir šios rizikos reikšmė visuotinai pripažinta, tačiau susidomėjimas šia rizika ir jos padariniais atsirado visai neseniai.

Taigi komerciniai bankai kaip pelno siekiančios institucijos neišvengiamai susiduria su įvairių rūšių rizika, kurios dėl bankų veiklos specifikos skiriasi ne tik pagal savo pobūdį ar prigimtį, bet ir pagal analizės būdą ir skaičiavimo metodiką. Tad jos klasifikuojamos pagal įvairius požymius, tačiau mokslininkai nėra vieningi šiuo klausimu. Vis dėlto pagrindinėmis finansinės veiklos rizikos rūšimis gali būti laikomos – rinkos, kredito bei likvidumo rizikos, kurios yra sudėtinė finansų rizikos dalis.

1.3. Rizikos vertės samprata

Nepaisant žinomos rizikos svarbos, daugelio finansinių institucijų veikloje dažniausiai ji apibrėžiama labai nekonkrečiai, pakankamai abstrakčiai, o tikslaus ir vienareikšmio įvertinimo problema vis dar aktuali. Šių dienų rinkos sąlygomis ateities prognozavimo ir rizikingų sprendimų priėmimas aktualūs klausimai, kuriems spręsti skiriama nemaža dalis tyrimų ir sąnaudų.

Bankų rizikos specialistai - praktikai rizikai vertinti ir analizuoti dažniausiai taiko matematinius, statistinius metodus bei tikimybių teorijos priemones. Dėl vieningo rizikos mato, kuris leistų vienareikšmiškai įvertinti riziką XX a. paskutiniame dešimtmetyje buvo įvestas rizikos vertės rodiklis, kuris savo universalumu greitai rado savo terpę rizikos vertinimo ir valdymo kontekste ir dabar naudojamas kaip vienas šiuolaikškiausių ir moderniausių rizikos įvertinimo matų.

Mokslinėje finansinėje literatūroje ir įvairių seminarų medžiagoje rizikos vertė nusakoma labai panašiai. Apibendrinus literatūroje pateikiamas apibrėžtis, tiksliausiai rizikos vertę būtų galima apibrėžti taip:

Rizikos vertė – tai įvertintas įmonės/banko tam tikros pozicijos ar net viso portfelio galimas didžiausias nuostolis dėl rinkos parametro pasikeitimo per pasirinktą ar pozicijos laikymo laikotarpį su pasirinktu pasikliovimo lygmeniu.

Iš apibrėžimo matome, jog vertės pokyčio rizika arba rizikos vertė yra apibrėžiama dviem pagrindiniais elementais:

- *Laikymo periodu-horizontu* (angl. *holding period*) – laiko tarpu per kurį pasirinktas portfelis laikomas nekintančiu arba kitaip tariant, laikotarpis per kurį portfelį galima likviduoti. Šis parametras dažniausiai išreiškiamas dienomis.
- *Pasiklovimo lygmeniu* (angl. *confidence level*) – leistinos rizikos lygiu t.y. sritis tarp dviejų vertinamojo parametro reikšmių, kuriai su tam tikra tikimybe priklauso vertinamasis parametras.

Mokslinėje – metodinėje literatūroje nėra vieningai sutarta, kokio dydžio turėtų būti šie minėti parametrai. Paprastai naudojamas vienos dienos periodas, nors VaR gali būti skaičiuojamas bet kokiam periodui – savaitei (5 darbo dienos), dviem savaitėms (10 darbo dienų) ar mėnesiui (20 darbo dienų) ir kt. Tarkim valiutų portfeliumi tinkamiausias laiko horizontas gali būti viena diena, o kas mėnesį atsiskaitančiam skolos vertybinių popierių portfelio valdytojui tinkamas gali pasirodyti ir mėnesio ilgumo laiko horizontas. Vis dėlto rekomenduojamas kuo įmanoma trumpesnis laiko horizontas, nes ilgėjant laiko tarpui, didėja ir galimos rizikos vertės kitimo ribos. Akivaizdu, jog tarkim per mėnesį galima tikėtis didesnių vertės pokyčių nei per vieną dieną.

Rekomenduojamas pasiklovimo lygmuo 95 – 99%. Pasak G. Kancerevyčiaus (2006), šitoks pasirinkimas motyvuojamas tuo, jog pasirinkus didesnę pasiklovimo lygį tampa sudėtinga ar net neįmanoma patikrinti modelio teisingumo. Tarkim pasirinkus 99,99% pasiklovimo lygmenį tik maždaug 1 dieną iš 10 000 nuostolis būtų viršijamas, tai būtų kartą per 40 metų.

2 lentelė

Pagrindinės rizikos vertės parametrų reikšmės

	Pasiklovimo lygmuo (c)	Laikymo periodas (d)
RiskMetrics (JP Morgan bankas)	95%	1
Bazelio bankų priežiūros komitetas (BIS)	99%	10
Lietuvos Bankas	99%	10

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Kaip matome pagal *Bazelio bankų priežiūros komiteto* rekomendacijas siūloma naudoti 10 darbo dienų periodą su 99% pasiklovimo lygmeniu, o *JP Morgan* siūlomas 1 darbo dienos ir 95% pasiklovimo lygmuo. *Lietuvos banko* rekomendacijomis VaR parametrai imami analogiški Bazelio reikalavimams.

Rachev, Mittnik (2000), Alexander (2001) bei Best (1999) darbuose rizikos vertė formalizuojama ir apibūdinama kaip viršutinė vienpusio pasikliautinio intervalo riba:

$$P(\Delta P(\tau) \leq -VaR) = 1 - c$$

čia c – pasiklivimo tikimybė;

$\Delta P(\tau)$ – portfelio vertės pokytis per laiko periodą.

Jon Danielsson (2000), V. Sakalauskas (2005), A. Dzinkevičius (2005) rizikos vertės formulę, pabrėžiant nepalankių įvykių tikimybę, pateikia tokį rizikos vertės apibrėžimą:

$$P(\Delta P(\tau) \leq -VaR) = p$$

čia p – patikimumas (nepalankių įvykių tikimybė) $p = 0.01$, $p = 0.05$;

Rizikos vertė gali būti perrašyta pasinaudojant tankio funkcija. Tuomet rizikos vertę galima apibrėžti kaip tam tikro laikotarpio prognozuojamo portfelio pelno (nuostolio) tikimybinio pasiskirstymo procentilį:

$$1 - c = F_{\Delta P}(-VaR) = \int_{-\infty}^{-VaR} f_{\Delta P}(x) dx$$

čia $\Delta P(\tau)$ – portfelio vertės pokytis per laiko periodą

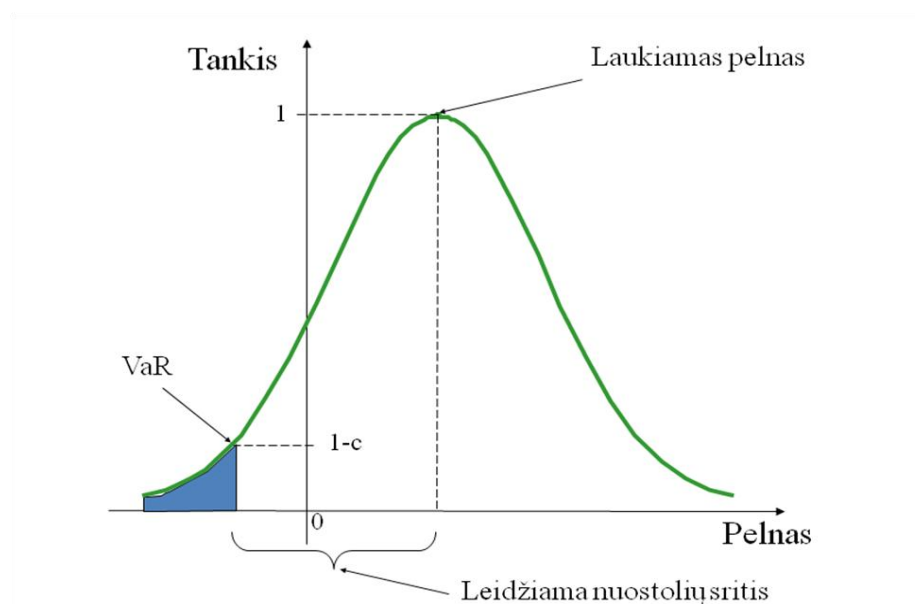
$F_{\Delta P}(x)$ – vertės pokyčių pasiskirstymo funkcija

$f_{\Delta P}(x)$ – vertės pokyčių tankio funkcija

Pasak Alexander (2001), skirtingos VaR apskaičiavimo metodikos daugiausia priklauso nuo pasirinkto tankio funkcijos $f_{\Delta P}(x)$ konstravimo būdo. Autorius išskiria tokius tradicinius skirstinio $F_{\Delta P}(x)$ aproksimacijos būdus:

- Parametrinis metodas – analitinis, paremtas sistemos modeliu.
- Istorinis metodas – neparimetrinis, paremtas empiriniais duomenimis.
- Monte Karlo metodas – neparimetrinis, paremtas atsitiktinių procesų generavimu.

Pagrindinė rizikuojamos prarasti vertės aproksimacijos interpretacija geometriškai vaizduojama paveiksle:



5 pav. Rizikos vertės rodiklio grafinė interpretacija

Šaltinis: Машарский А., Больших Е. (2003) Развитие „VaR“ – методологии на Латвийском финансовом рынке

Rizikos vertės mato naudingumą atspindi šio rodiklio praktinio panaudojimo sritis. VaR koncepcija greitą pripažinimą ir populiarumą įgijo pirmiausia dėl savo *principų paprastumo ir aiškumo*, bei tikimybinio pagrindo, nes gautas rizikos vertės matas ne tik nurodo reikšmę apie didžiausią galimą nuostolį, bet ir nusako tikimybę su kuria jis nebus viršytas. Tai padeda priartėti prie tenkinančio tikslumo. Ši savybė ypač aktuali finansinės institucijos veikloje, kurioje rizikai padengti naudojami rezervai.

A. Dzinkevičius (2005) remdamasis užsienio tyrėjų pastebėjimais susistemino VaR metodologijos pritaikymo sritis ir teigia:

- Rizikos vertės pagrindinė paskirtis – *valdymo informacija*. Tai apibendrintas rizikos matas agreguotame portfelio kontekste. Taigi ji gali inicijuoti reikiamų sprendimų priėmimą, siekiant išvengti nuostolių. Rizikos vertė rodo ir kapitalo, būtino rinkos rizikai padengti, poreikį. Tai daro ją pritaikomą finansinių institucijų veiklos reguliavimo tikslams.
- *Kaip kapitalo poreikio nustatymo įrankis* rizikos vertė gali būti priskirta ir nuosavam kapitalui, ir kapitalo kaštams. Šiame kontekste rizikos vertė gali būti naudojama kaip ribotų išteklių paskirstymo įrankis.
- Rodiklis tinkamas tiek atskiro instrumento pozicijai vertinti, tiek produktų grupių, ar visam banko/įmonės rizikos vertinimui.
- *Limitų nustatymo įrankis* atskiriems skyriams ar valiutų dileriams;

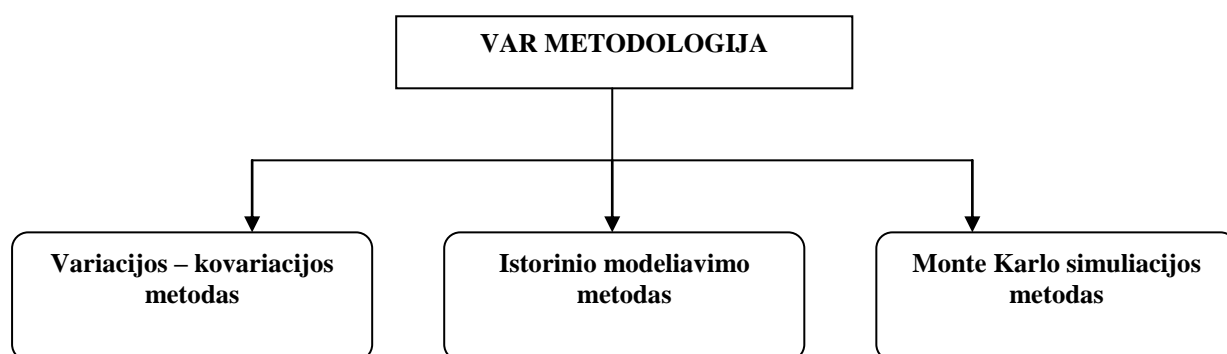
- *Pasiektų rezultatų nustatymo įrankis*, įvertintų atsižvelgiant į rizikos laipsnį. Jis gali nulemti dilerių motyvacijos sistemos gaires.
- leidžia įvertinti rizikos sumažėjimą dėl *diversifikavimo* t.y. VaR įvertina skirtingų aktyvų kainų pokyčių tarpusavio ryšį.

Taigi standartiškai VaR apibrėžiamas kaip vertės pokyčio rizikos matas, kuris tiesiogiai susijęs su laiko periodu bei pasiklovimo lygiu t.y. šis rodiklis turi prasmę tik tada, kai kartu nurodoma nepalankių įvykių tikimybė ir skaičiavimo laikotarpis. Pats rizikos mato skaičiavimas remiasi kvantilių radimu žinant finansinio instrumento vertės pasiskirstymą t.y. dėl plačios praktinio pritaikymo srities rizikos vertės modelis įgijo platų pripažinimą tik svarbu mokėti teisingai pasirinkti VaR metodą, tinkamai naudoti ir pritaikyti jį specifinėse situacijose.

2. VaR METODOLOGIJA

Rizikos vertė (angl. *Value – At – Risk*) moderniausias šiuolaikinis rizikos valdymo metodas, toks kaip suprantamas šiandien, galutinai buvo suformuluotas XX a. paskutiniame dešimtmetyje po eilės solidžių ir pakankamai konservatyvių finansinių institucijų, tokių kaip *Metallgesellschaft (1993)*, *Orange County (1994)*, *Barings Bank (1995)*, *Daiwa Bank (1995)*, *Sumitomo Corporation (1996)*, bankrotų ar milžiniškų nuostolių patyrimo. Šis rizikos vertinimo būdas greitai susilaukė pripažinimo ir tapo labai populiarus tarp finansų rinkų dalyvių, kurių beveik vieningai naudoja įvairios finansinės institucijos, kaip bankai, savitarpio fondai, draudimo kompanijos, pensijų fondai bei nefinansinio pobūdžio kompanijos.

Bene aktyviausi vertės pokyčio metodų kūrėjai ir propaguotojai yra „JP Morgan“ bankas ir „RiskMetrics“ grupė (kartu su kitais partneriais), kurių sukurti *RiskMetrics* ir *CreditMetrics* modeliai beveik tapo VaR metodologijos standartu. Visgi jau klasika tapę VaR skaičiavimo metodai nuo pirmųjų bandymų iki dabar vertinant riziką kito. Sukurta nemažai minėtų metodų variacijų, tačiau visos jos yra tradicinių – variacijos/kovariacijos, istorinio modeliavimo bei Mone Karlo simuliacijos metodų atmainos.



6 pav. Rizikos vertės metodologijos klasifikacija

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Kaip matome iš pateiktos schemos yra trys pagrindiniai rizikos vertės skaičiavimo metodai, kurie tarpusavyje skiriasi rizikos veiksnių pasiskirstymo prielaidomis (pvz.: normalusis pasiskirstymas apie vidurkį ar kitoks) bei vertinimo prielaidomis (pvz.: vertinant remiamasi prielaida, kad rizikos veiksniai veikia tiesiškai, arba vertinant pilnai).

Rizikuojamosios vertės modelis pasak D. Cibulskienės, Ž. Grigaliūnienės (2007) plačiai taikomas bankininkystėje, draudimo ir vertybinių popierių rinkose. Anot jų, galima teigti, kad plačiausiai šį modelį taiko instituciniai investuotojai.

Valdant riziką neegzistuoja universalios, kiekvienai situacijai tinkančios schemos, pažymi A. Lileikienė (2002). Metodo pasirinkimas kiekvienoje konkrečioje situacijoje priklauso nuo tokių

veiksnių kaip portfelio struktūra, finansinės institucijos tipas, rinkos sąlygos teigia A. Dzinkevičius (2002). Be to autoriaus teigimu, pastaruoju metu VaR modeliais gali būti valdomos ne tik rinkos rizikos, susijusios su palūkanų normų, valiutų kursų, ar vertybinių popierių kainų pokyčiais, bet ir likvidumo, kredito pinigų srautų rizikos. Tam pritaria ir V. Vaškelaitis (2006). Anot jo, refinansavimo rizikos kontekste rizikuojamosios vertės metodas leidžia įvertinti potencialias būsimo skolinimosi išlaidas, įvertinti, kokiai rizikai esant skolos portfelis nukryps daugiau ar mažiau nuo etaloninio portfelio. Taip pat VaR pagrindu sudaryti modeliai taip pat gali būti modifikuojami, kad atspindėtų likvidumo rizikos skirtumus, matomus aktyvuose tam tikru laiku.

Taigi siekdami geriau suvokti kiekvieno – variacijos/kovariacijos, istorinio modeliavimo, Monte Karlo simuliacijos metodų specifiką bei panašumus ir skirtumus, skyriuje nagrinėsime visas tris metodikas – jų pagrindines prielaidas, veikimo principą, metodų privalumus bei trūkumus.

2.1. Analitiniai metodai

Analitinių metodų rezultatai pagrįsti ekonominio modeliavimo principais ir alternatyvų paieška. Tai labiausiai paplitusi VaR skaičiavimo metodų grupė, pirmą kartą pritaikyta J.P. Morgano banke naudojant ten sukurtą VaR skaičiavimo sistemą *RiskMetrics*. Šioje parametrinių modelių klasėje norint įvertinti riziką, pakanka apskaičiuoti portfelio rizikos faktorių (paprasčiausiu atveju, tik atskirų aktyvų) kovariacinę matricą.

2.1.1. Variacijos – kovariacijos metodas

Variacijos – kovariacijos metodas (angl. *variance/covariance method*) – parametrinis metodas, kurį taikant apskaičiuojama finansinių priemonių rizikos vertė pasinaudojant apskaičiuota rizikos faktorių kovariacinę matricą.

Pagrindinė prielaida, kurios laikomasi – finansinių priemonių rizikos veiksnių normalumo sąlyga t.y. šių priemonių portfelio pelnas (nuostolis) yra pasiskirstę pagal normaliojo pasiskirstymo dėsnį (angl. *normal distribution*).

Tuomet, kai portfelio vertės pokyčiai yra apibūdinami parametriniu normaliuoju skirstiniu, rizikos vertė gali būti rasta kaip funkcija, priklausanti nuo skirstinio parametrų. Kuo tiksliau įmanoma nustatyti finansinės priemonės pasiskirstymą, tuo tikslesnes rizikos vertes gauname. Priimant sprendimus daugeliu atvejų normalumo prielaidos gali būti laikomasi, nors tokia padėtis trunka neilgai. Ši prielaida supaprastina analizę.

Tad jei rezultatai pasiskirstę pagal normalųjį tikimybinį pasiskirstymo dėsnį, tada gali būti sudarytas standartinio normaliojo pasiskirstymo tankio funkcijos grafikas pagal kurį gali būti

nustatyta bet kurio rezultato tikimybė. Tokiu atveju rizikos vertė – skirtumas tarp tikėtinos turto vertės laikotarpio pabaigoje ir pasirinkto kvantilio mažiausių galimų turto verčių viršutinės ribos.

Matematiškai, pasitelkiant bendrąsias grąžas, VaR rodiklis išreiškiamas tokia formule:

$$VaR = \mu W - R^* W \quad (1)$$

kur W – žymi esamą portfelio rinkos vertę,

μ – tikėtina turto grąža;

R^* – portfelio mažiausia grąža su pasirinktu patikimumo lygmeniu.

Pagal anksčiau pateiktą rizikos vertės apibrėžimą tikimybine išraiška portfelio mažiausia grąža R^* turi tenkinti lygybę:

$$P[X < (R^* - \mu) / \sigma_p = \alpha] = 1 - c \quad (2)$$

čia $P[\bullet]$ – žymi įvykio tikimybę,

X – atsitiktinis kintamasis pasiskirstęs pagal standartinį normalųjį skirstinį,

σ_p – portfelio grąžų standartinis nuokrypis,

c – patikimumo lygmuo.

Konstanta α randama iš standartinio normaliojo skirstinio kaupiamojo pasiskirstymo lentelių arba gali būti apskaičiuota pasinaudojant programos STATISTICA funkcija Statistics/Probability Calculator/Distributions.

Atitinkamai iš lygybės (2) išreiškiame ir gauname, kad kritinė grąža R^* yra:

$$R^* = \mu + \alpha \sigma_p. \quad (3)$$

Gautąją išraišką (3) įstačius į pradinę rizikos vertės formulę (1) gaunamas vienos dienos parametrinis VaR rodiklis:

$$VaR = -\alpha \sigma_p W$$

Skaičiuojant rizikos vertes ilgesniam nei vienos dienos periodui rizikos vertės formulė papildoma dar vienu dėmeniu:

$$VaR = -\alpha \sigma_p W \sqrt{\tau}$$

čia σ_p – portfelio standartinis nuokrypis;

W – portfelio rinkos vertė;

α – konstanta, priklausanti nuo pasirinkto pasikliovimo lygmens;

τ – laikymo periodas, išreikštas darbo dienų skaičiumi.

Vadinasi, vertės, kuria rizikuojama, rodiklis pasirinktam patikimumo lygmeniui priklauso tik nuo portfelio gražos kintamumo, bei, žinoma, nuo paties portfelio vertės.

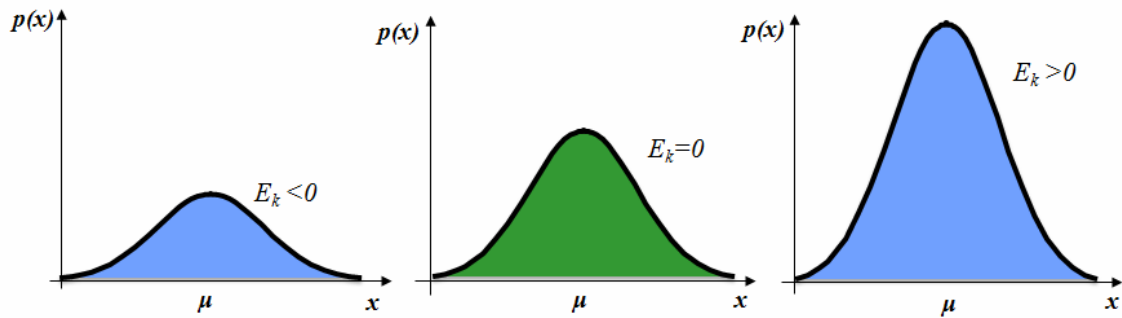
Praktikoje daugelio finansinių priemonių ar ekonominių veiksnių kitimą galima aproksimuoti normaliaisiais pasiskirstymo dėsniais, tačiau normalumo sąlyga ne visada tenkinama, ypač pereinamuoju laikotarpiu, kai vyksta struktūriniai rinkos pokyčiai pakankamai dažnai pasitaikančių finansų rinkose. Tad norint gauti kuo tikslesnes VaR rodiklio reikšmes, būtina tikrinti normalumo sąlygos teisingumą.

Vienas iš būdų tai padaryti – pasinaudoti pagrindinėmis vertinamojo portfelio pelno (nuostolio), ir jį sudarančių finansinių priemonių *skaitinėmis charakteristikomis*, kaip antai vidurkis, dispersija, standartinis nuokrypis, eksceso bei asimetrijos koeficientai. Du paskutiniai nusako pelningumo skirstinio artumą normaliajam.

Realybėje dažnai pasitaiko, jog investicijų pelningumo skirstinys dažnai yra šiek tiek aukštesnis ir siauresnis t.y. vertindami mes šiek tiek sumažiname realią riziką. Šią plokštumo savybę apibūdina eksceso koeficientas (angl. *kurtosis*), kuris matematiškai užrašomas:

$$E_k = \frac{E[(X - \mu_x)^4]}{\sigma_x^4} - 3$$

Normaliojo skirstinio $\Phi(x, \mu, \sigma)$ tankio funkcijos $p(x)$ eksceso reikšmė $E_k = 0$. Gautos teigiamos ar neigiamos reikšmės parodo tankio funkcijos padėtį. Jeigu $E_k > 0$, tai gaunamas vadinamasis teigiamas ekscesas, kuris pasižymi smailumu ir ilga „uodega“, o jeigu $E_k < 0$, tai gaunamas vadinamasis neigiamas ekscesas, kuris pasižymi lėkštumu ir trumpa „uodega“. Šią situaciją vaizduoja paveikslas, kur μ ir σ yra atsitiktinio dydžio X vidurkis ir standartinis nuokrypis, o tankio funkcija abejose paveikslėliuose vienoda:



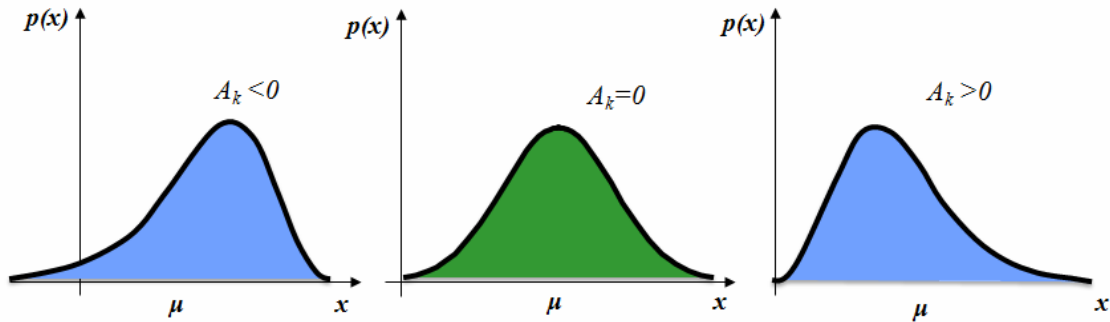
7 pav. Eksceso koeficientų reikšmių grafinė išraiška

Šaltinis: A. Aksomaitis (2002) Tikimybių teorija ir statistika. Kaunas: Technologija

Kitas dažnai pasitaikantis atvejis praktikoje, kuomet stebimas pelningumo skirstinys turintis storesnius kraštus t.y. ekstremalūs pelningumo šuoliai yra dažnesni, nei numatomi pagal normalųjį skirstinį. Šią savybę geriausiai apibūdina asimetrijos koeficientas (angl. *skewness*), kuris matematiškai randamas pagal formulę:

$$A_s = \frac{E[(X - \mu_x)^3]}{\sigma_x^3}$$

Gautos reikšmės nusako pelningumo pasiskirstymo tankio funkcijos padėtį. Jeigu skirstinys yra simetriškas vidurkio atžvilgiu $A_s = 0$. Tokia situacija stebima kuomet turime normalųjį pasiskirstymą. Jeigu $A_s > 0$, gaunama vadinama dešinioji asimetrija t.y. kuomet tankio funkcija yra pasislinkusi šiek tiek į dešinę. Antrasis galimas variantas asimetrija iš kairės, kai $A_s < 0$. Tuomet tankio funkcijos grafikas yra pasislinkęs kairiau. Aprašytąją situaciją vaizduoja paveikslas, kur μ ir σ yra atsitiktinio dydžio X vidurkis ir standartinis nuokrypis, o tankio funkcija abejose paveikslėliuose vienoda:



8 pav. Asimetrijos koeficiento reikšmių grafinė išraiška

Šaltinis: A. Aksomaitis (2002) Tikimybių teorija ir statistika. Kaunas: Technologija

Įvardintos lėkštumo bei pasislinkimo problemos sprendžiamos bandant turimą skirstinį pakeisti labiau tinkamu. Dažniausiai naudojami Stjudento, Laplaso, Veibulo ar kt. tikimybiniai skirstiniai.

Kitas, kiek paprastesnis skaičiavimų prasme, būdas sprendžiant pelningumo pasiskirstymo klausimą – saugumo koeficientų įvedimas. Kompensuojančias konstantas rekomenduoja naudoti ir bankų priežiūros Bazelio komitetas. Konkreti k reikšmė nustatoma iš praktinės modelio patikros. Bendru atveju koeficiento viršutinė riba randama iš Čebyšovo nelygybės:

$$P(R \geq \varepsilon) \frac{\sigma^2}{2\varepsilon^2}$$

Pasinaudojus šia nelygybe galime gauti, jog esant fiksuotai 5% nepalankių įvykių tikimybei saugumo koeficientas negali viršyti 1,92, o 1% VaR saugumo koeficientas neviršija 3,04.

Kitas normalumo sąlygos tikrinimas gali būti paremtas tam tikrais statistiniais kriterijais, kurių statistikų reikšmės leidžia spręsti apie duotojo pelningumo skirstinio artumą normaliajam.

Vienas populiariausių ir plačiausiai taikomų pasiskirstymo dėsnio nustatymo testų yra χ^2 kriterijus, kurio esmė yra abscisių ašies grupavimas į tam tikrą intervalų skaičių. Kriterijaus χ^2 statistika matematiškai išreiškiama formule:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} ,$$

čia K – intervalų skaičius,

O_i – stebimas dažnis t.y. empirinis reikšmių skaičius i -ajame intervale

E_i – tikėtinas dažnis t.y. teorinis reikšmių skaičius i -ajame intervale.

Šis normalumo tikrinimo testas universalus tuo, jog kriterijaus taikymo galimybės nepriklauso nuo teorinio skirstinio išraiškos t.y. tinka taikyti tiek diskretiesiems, tiek ir tolydiesiems

atsitiktiniams dydžiams. Kitas dažnai taikomas testas normalumo sąlygai tikrinti – *Kolmogorovo – Smirnovo kriterijus*, kuris matuoja atstumą tarp empirinio ir teorinio skirstinių. Šios statistikos reikšmė randama pagal formulę:

$$D_n = \max_x [F_0(x) - S_n(x)]$$

čia $S_n(x)$ – empirinio skirstinio funkcija,

$F_0(x)$ – teorinio pasiskirstymo funkcija,

n – imties tūris.

Šio testo esminis trūkumas, jog galima taikyti tik tolydiems ir visiškai apibrėžtiems skirstiniams, tačiau nėra grupavimo būtinybės, kas būtina taikant χ^2 kriterijų. Vienas iš galingiausių testų normališkumui tikrinti įvardijamas *Shapiro – Wilkso kriterijus*. Ši statistika labai jautri eksceso ir asimetrijos koeficientų reikšmėms. Tai užtikrina didesnę normalumo prielaidos patikimumą nei kitų statistikų.

Duotojo skirstinio artimumą normaliajam pasiskirstymo dėsniai be jau aprašytųjų savo darbe naudoja V. Sakalauskas (2004). Autorius normalumui tikrinti pasinaudoja *P – P diagrama* (angl. *P – P plot*). Šioje diagramoje stebimų duomenų kaupiamoji funkcija (skaičius stebimų duomenų, neviršijančių x) lyginama su teoriniu kaupiamuoju skirstiniu. Jei visi taškai šioje diagramoje yra ant koordinatinių ašių pusiaukampinės, sakome, kad teorinis ir stebimas skirstiniai sutampa.

Pasitvirtinus normalumo sąlygos faktui, galima įvertinti rizikos vertę. Kaip jau buvo minėta anksčiau VaR rodiklis pasirinktam patikimumo lygmeniui priklauso tik nuo portfelio grąžos kintamumo, bei nuo paties portfelio vertės. Portfelio grąžos kintamumą nusako nagrinėjamo portfelio pelningumo standartinis nuokrypis σ_p , kurio įvertinimo metodika nusako variacijos – kovariacijos metodo pasirinkimą. A. Dzinkevičiaus (2005) teigimu dažniausiai minimi šios metodų grupės metodai – portfelio normalusis; aktyvų normalusis; delta normalusis bei delta-gama, kurių skaičiavimo principas analogiškas, skiriasi tik standartinių nuokrypių skaičiavimas.

PORTFELIO NORMALUSIS METODAS. Ši modelis vertinant riziką taikytinas tada, kai:

- portfelį sudaro aktyvai, kurių pelnas (nuostolis) yra pasiskirstęs pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį,
- portfelis susideda iš daugelio nepriklausomų aktyvų, kurių bendrą pelną (nuostolį), galima būtų aproksimuoti normaliuoju pasiskirstymo dėsniumi, remiantis centrine ribine teorema.

Be to nagrinėjamu atveju laikoma, kad priklausomybė tarp rizikos faktorių ir portfelio vertės santykinų pokyčių yra tiesinė, nors realiai taip yra ne visada. Tada tenka naudoti aproksimacijas: delta metodas - tiesinė aproksimacija, delta-gama metodas – kvadratinė aproksimacija.

Portfelio normaliojo metodo atveju bendra portfelio rizika skaičiuojama remiantis sukauptais rizikos faktoriais ir jų koreliacijomis ir standartinis portfelio nuokrypis randamas pagal formulę:

$$\sigma_p = \sqrt{V(\mu_p)}$$

Šioje parametrinių modelių klasėje, norint įvertinti riziką, pakanka apskaičiuoti portfelio rizikos faktorių (paprasčiausiu atveju tik atskirų aktyvų) kovariacinę matricą, kuri išreiškiama per portfelio normos variaciją, kuri matematiškai randama iš formulės:

$$V(X_p) = \omega^T \text{cov}(\mu_p) \omega = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \omega_i \omega_j \text{cov}(X_i, X_j)$$

čia μ_p – portfelio vidutinė pelno norma per vieną periodą;

N – aktyvų skaičius portfelyje;

X_i – i -ojo aktyvo vidutinė pelno norma per vieną periodą ($X_i = \Delta P(1) = P_i(1) - P_i(0)$);

ω_i – i -ojo aktyvo svoris portfelyje.

$\text{cov}(\mu_p)$ – portfelio aktyvų kovariacinė matrica.

AKTYVŲ NORMALUSIS METODAS. Šis metodas yra metodologinis gerai žinomo J.P. Morgan programinio paketo *RiskMetrics* pagrindas. Jis taikytinas, kai portfelį sudarančių aktyvų pelnas (nuostolis) yra pasiskirstęs pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Be to aktyvų normaliojo metodo atveju laikoma, kad jei portfelį sudarančių aktyvų pelnas (nuostolis) yra pasiskirstęs pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį, tai ir portfelio pelnas (nuostolis) yra pasiskirstęs pagal šį dėsnį.

Kaip ir portfelio normaliojo metodo atveju rizikos vertės skaičiavimas skiriasi tik vertinamojo portfelio vidutinio standartinio nuokrypio skaičiavimu. Šiuo atveju jei turime portfelį, kurį sudaro n aktyvų, kurių kiekvieno dalis portfelyje yra ω_i , portfelio dispersija bus lygi:

$$\sigma_p^2 = [w_1, w_2, \dots, w_n] \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \rho_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \sigma_2 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \sigma_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \dots \\ w_n \end{bmatrix}$$

kur ρ_{ij} – koreliacijos koeficientas tarp aktyvų i ir j , ir $\rho_{ij} = \rho_{ji}$.

Suvedus duotąją išraišką į vektorinį pavidalą, atlikus tam tikrus pažymėjimus bei skaičiavimus portfelio standartinis nuokrypis randamas pagal formulę:

$$\sigma_p = \sqrt{w \sum w^T}$$

kur $w - n \times 1$ – portfelio skirtingų pozicijų nediversifikuotų svertinių rizikos verčių matrica

$\sum - n \times n$ – portfelio pozicijų pelno (nuostolio) variacijų kovariacijų matrica

Kaip matome taikant šį metodą reikia atlikti daug skaičiavimų: n pozicijoms reikia apskaičiuoti n dispersijas bei $n(n-1)/2$ kovariacijas.

DELTA NORMALUSIS METODAS. Šiuo atveju prielaida dėl pasiskirstymo žymiai supaprastina ir pagreitina skaičiavimo procedūras, nes vertinamojo portfelio rizika yra apskaičiuojama kaip tiesinė portfelį sudarančių elementų kvadratinių nuokrypių funkcija.

Tokiu būdu bandoma sumažinti skaičiavimų skaičių ir vietoj atskirų portfelio pozicijų dirbama tik su ribotu skaičiumi rinkos rizikos veiksnių, tiesiogiai veikiančių vertinamojo portfelio pozicijų pelną (nuostolį). Be to, turint tam tikrą apskaičiuotą portfelio VaR galima nesunkiai pereiti nuo vieno pasiklovimo lygmens prie kito, nuo vieno ilgumo periodo prie kito.

Taikant šį metodą atskirų rinkos kintamųjų pokyčiai gaunami dauginant apskaičiuotas dispersijas iš nepastovumą matuojančių jautrumo parametrų, kurie vadinami delta veiksniais. Kadangi laikomasi prielaidos, jog portfelio rinkos vertė yra m rinkos kintamųjų funkcija S t.y. $MP_p = f(S_1, S_2, \dots, S_m)$, tuomet portfelio vertės pokytis gali būti aprašomas formule:

$$\Delta MP_p = \theta \Delta t + \sum \delta_j \Delta S_j X_j = \theta \Delta t + \delta^T \Delta S$$

kur $\theta \Delta t$ – portfelio vertės pokytis dėl laiko poveikio

X_j – portfelio apimtis jautri j -ajam rizikos veiksniai

Portfelio standartinis nuokrypis skaičiuojamas tuomet randamas taip:

$$\sigma_p = \sqrt{\delta^T \sum \delta}, \text{ kur } \delta^T = [\nu MV / \nu_1, \nu MV / \nu_2, \dots, \nu MV / \nu_m]$$

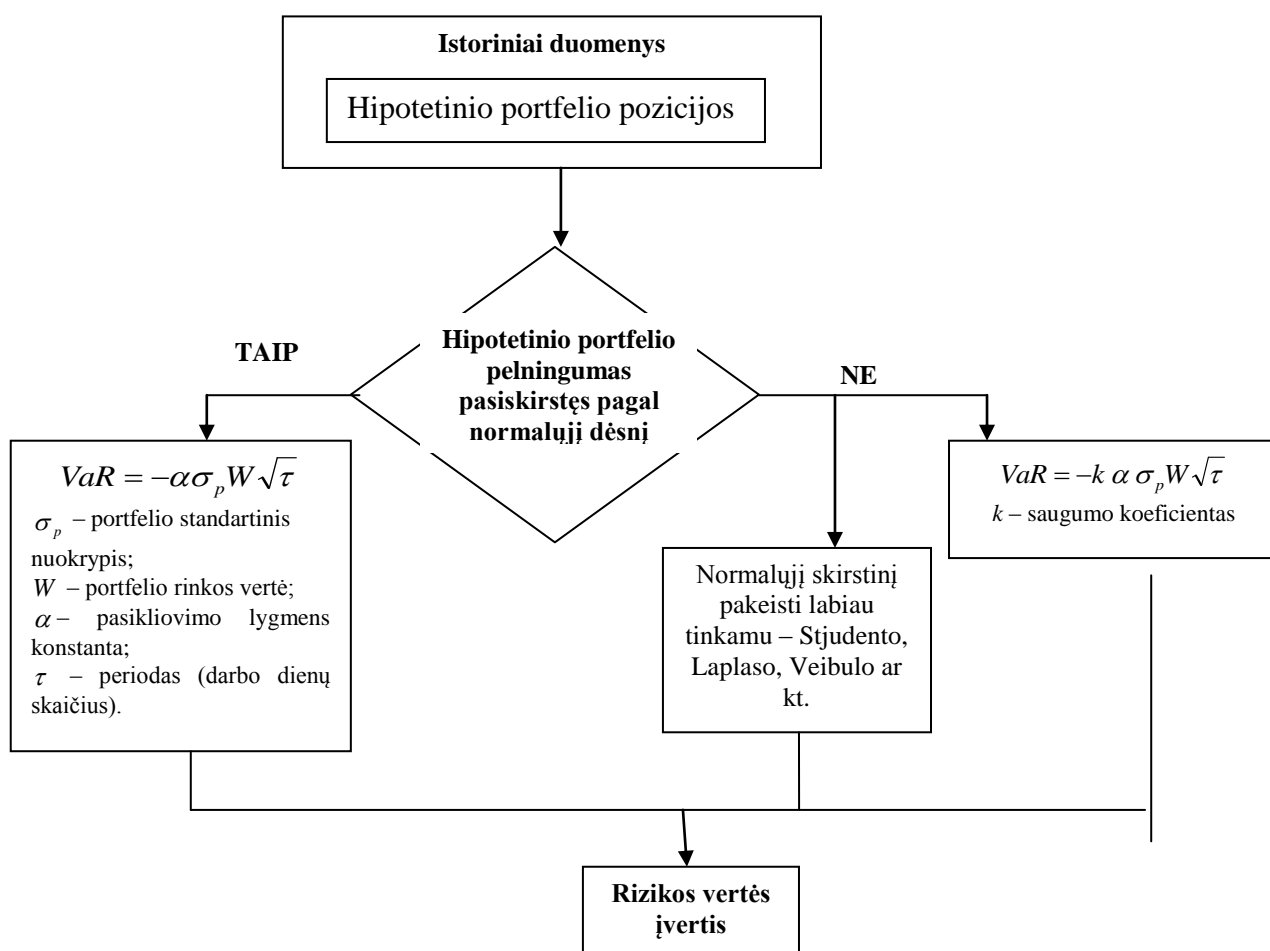
kur $\delta^T - m \times 1$ – portfelio jautrumo parametrų verčių matrica

$\sum - m \times m$ – portfelio pozicijų pelno (nuostolio) variacijų kovariacijų matrica

Šis metodas yra savotiškas kompromisas tarp tikslumo ir sudėtingumo. Jis gerai tinka trumpiems laiko tarpams (ne ilgesniems kaip viena diena) bei portfeliams, kurių sudėtyje nėra pasirinkimo sandorių.

DELTA – GAMA METODAS yra natūralus delta normaliojo metodo patobulinimas, kai siekiama įvertinti netiesinius rinkos kintamųjų pokyčių efektus. Rizikos vertė šiuo metodu gali būti apskaičiuojama naudojant aproksimaciją, kvadratinį optimizavimą arba iteracinę skaičiavimo procedūrą.

Pats variacijos/kovariacijos metodo principas išplaukia iš pagrindinės daromos normalumo prielaidos, o schematiškai pats procesas gali būti pavaizduotas:



9 pav. Variacijos – kovariacijos metodo taikymo schema

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Kaip matome iš schemos parametrinio metodo taikymo principas gan paprastas, susivedantis į vienos formulės skaičiavimą. Visi matematiniai skaičiavimai yra paprasti ir lengvai suprantami. Pagal kairiąją schemos dalį, matome kaip atsitinka, jei vis dėlto portfelio pelningumai nėra pasiskirstę pagal normalųjį dėsnį ir negali būti aproksimuoti normaliojo pasiskirstymo dėsniumi.

Šio modelio plusus ir minusus tyrinėjo lietuvių autoriai A. Dzinkevičius (2005), P. Aniūnas ir kt. (2009), taip pat užsienio K. Simons (1996), J. Hull ir A. White (1998), J. Danielsson, G. Casper (2000), M. Kudinska (2003), T. Varcholová, M. Rimarčík (2003), M. Bohdalová (2007).

Susisteminius pagrindines tyrėjų mintis istorinio modeliavimo privalumai ir trūkumai pateikiami lentelėje.

3 lentelė

Variacijos – kovariacijos metodo privalumai ir trūkumai

PRIVALUMAI (<i>advantages</i>)	TRŪKUMAI (<i>drawbacks</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Paprasta realizacija, kuomet rizikos vertė randama pritaikant vieną formulę. • Galimybė gauti VaR įverčius realiu laiku. • Efektyvus naudojamų išteklių požiūriu. • Delta–gama metodu įvertinamos kai kurios netiesinės finansinės priemonės. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prielaida apie rinkos kintamųjų normalųjį pasiskirstymą, ko dažnai nepatvirtina empiriniai tyrimai. • Laikoma, kad kovariacijos nekinta laike. • Neapima neįprastų pokyčių rinkoje įvykimo galimybės.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Apibendrinant lentelėje pateiktus faktus, galima teigti, jog didžiausias šio metodo privalumas – *paprastumas ir paprastas paaiškinimas*. Be variacijos – kovariacijos, kuris dar dažnai vadinamas parametriniu VaR skaičiavimo metodu, plačiai naudojami modeliavimo metodai – istorinis bei Monte Karlo simuliacijos metodai, tačiau iš esmės tik šis metodas leidžia gauti rizikos vertės įverčius realiu laiku. Dar viena savybė išskirianti šį metodą galimybė greitai ir nesunkiai galima apskaičiuoti viso portfelio rizikos vertę.

Taigi variacijos/kovariacijos metodo didžiausia blogybė ta, jog portfelį sudarančių finansinių priemonių grąžos yra pasiskirsčiusios pagal normalųjį skirstinį, dažnai neatitinka tikrovės. Praktikoje normalumo sąlyga ne visada tenkinama, ypač pereinamuoju laikotarpiu, kai vyksta struktūriniai rinkos pokyčiai pakankamai dažnai pasitaikančių finansų rinkose, kai atsiranda papildoma rizika, kinta aktyvų likvidumas, kinta koreliaciniai ryšiai tarp atskirų aktyvų ir rinkų ir pan.

2.2. Modeliavimo metodai

Modeliavimo metodų grupei priskiriami *istorinio modeliavimo metodas* bei *Monte Karlo imitacijos metodas*. Rizikos vertė šioje metodų grupėje apskaičiuojama iš faktinių arba sumodeliuotų kvantilių. Tai reiškia, kad kiekvieną kartą, kai yra sumodeliuojamas rinkos kintamojo pokytis rinkoje, visi portfelyje esantys aktyvai yra pervertinami tuo pačiu metu. Tai padeda numatyti netikėtus ir ženklus rinkos pokyčius tam, kad būtų galima tinkamai nuo jų apsisaugoti. Tai labai svarbi šių rizikos vertės apskaičiavimo metodų ypatybė.

2.2.1. Istorinis metodas

Istorinio modeliavimo metodas (angl. *historical simulation*) – metodas, kurį taikant finansinių priemonių rizikos vertė apskaičiuojama panaudojant surinktus duomenis apie rinkos rizikos veiksnių praėjusio laikotarpio pokyčius (istoriją).

Taikant šį metodą M. Bohdalova (2007), A. Dzinkevičius (2002) skiria tokias *prielaidas*:

- portfelis nekis periodą, apimančią istorinių duomenų masę t.y. ekonominė aplinka yra stacionari.
- istorinis portfelio pelno (nuostolio) pasiskirstymas gerai pakeičia jo pasiskirstymą, kuris bus stebimas ateinančiu laikotarpiu t.y. praeitis atspindės ateitį.

Apibendrinus G. Kancerevyčiaus (2006), A. Dzinkevičiaus (2004), M. Bohdalova (2007) medžiagą istorinio modeliavimo veikimo procesą galime suskirstyti į *etapus*:

1. Paimamas finansinių aktyvų portfelis konkrečiu laiko momentu t.y. identifikuojame skirtingas portfelio priemones (aktyvus) ir surenkame duomenis, kurie atspindėtų jų pelningumo pokyčius pasirinktu laikotarpiu;
2. Remiantis esama portfelio struktūra (aktyvų proporcijomis jame) perskaičiuojamas portfelio pelningumas tam tikram laikui į praeitį, pavyzdžiui, 5 metus atgal t.y. modeliuojame hipotetinio portfelio pelningumą, kurį gautume, jeigu portfelį laikytume pasirinktu laiko periodu:

$$R_t^p = \sum_{i=1}^n w_i R_{i,t}$$

čia w_i – santykinė i -tojo aktyvo reikšmė portfelyje;

$R_{i,t}$ – aktyvo i pelnas (nuostolis) periodu t ;

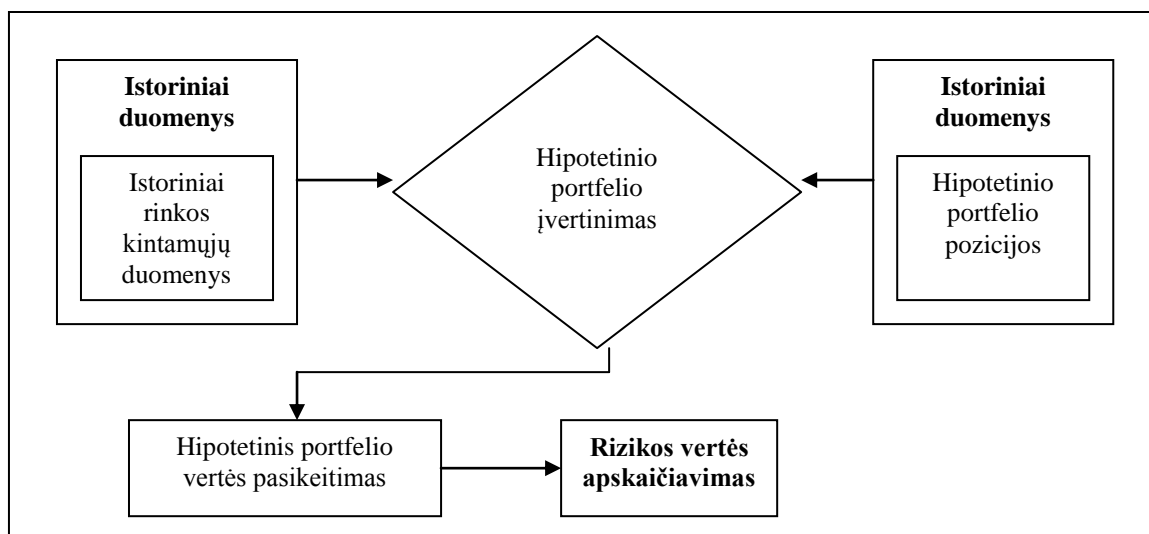
n – aktyvų skaičius;

t – stebėjimų skaičius $t = 0, \dots, T$.

3. Gaunama tokio hipotetinio investicinio portfelio verčių laiko eilutė, kuri yra surūšiuojama t.y. istorinių stebėjimų visumos pagalba gauname portfelio pelno (nuostolio) tikimybinio pasiskirstymo funkciją.
4. Turint pasiskirstymo funkciją pasirinkus tam tikrą tikimybę, apskaičiuojama rizikos vertė. Atitinkamas pasiskirstymo funkcijos p – osios eilės kvantilis.

$$F_X(x_p) \leq p \leq F_X(x_p + 0), \text{ čia } 0 < p < 1$$

Pagal aprašytą nagrinėjamo modeliavimo metodo etapų seką galima sudaryti istorinio modeliavimo taikymo schemą:



10 pav. Istorinio modeliavimo metodo taikymo schema

Šaltinis: A. Dzinkevičius. Valiutinių pozicijų portfelio rinkos rizikos vertinimo metodų lyginamoji analizė. // *Tiltai*, Nr. 2 (31), Klaipėdos universiteto leidykla, 2005, p. 1–13.

Kaip matome iš schemos istorinio modeliavimo metodo taikymo principas gan *paprastas ir lengvai paaiškinamas*. Visi matematiniai skaičiavimai yra paprasti ir lengvai suprantami t.y. istorinis metodas paima finansinių aktyvų portfelį konkrečiu laiko momentu ir tada perskaičiuoja portfelį atitinkamą skaičių kartų, naudojant istorinius aktyvų kainų pokyčių duomenis. Portfelio perskaičiavimai pateikia pelno ir nuostolio skirstinį, kurį išanalizavus ir gaunamas VaR su pasirinktu pasikliautinumo lygiu. Taikant šį būdą surenkama empirinė informacija apie portfelį sudarančių vertybinių popierių vertes praeityje ir taikant esamus vertybinių popierių svorius portfelyje apskaičiuojama tokio hipotetinio investicinio portfelio verčių laiko eilutė, iš kurios gaunamas istorinis turimo portfelio pasiskirstymas, o iš jo – VaR.

Šio modelio plusus ir minusus tyrinėjo lietuvių autoriai A. Dzinkevičius (2005), P. Aniūnas, J. Nedzveckas, R. Krušinskas (2009), taip pat užsienio K. Simons (1996), J. Hull, A. White (1998), J. Danielsson, G. Casper (2000), M. Prisket (2001), M. Kudinska (2003), T. Varcholová, M. Rimarčík (2003), M. Bohdalová (2007). Susisteminius pagrindines šių tyrėjų mintis istorinio modeliavimo privalumai ir trūkumai pateikiami lentelėje.

Istorinio modeliavimo metodo privalumai ir trūkumai

PRIVALUMAI (<i>advantages</i>)	TRŪKUMAI (<i>drawbacks</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Nėra reikalavimo, kad duomenų pasiskirstymas būtų pagal normalųjį skirstinį. • Nereikia skaičiuoti standartinių nuokrypių bei koreliacijų. • Taikomas faktinis rinkos kintamųjų tikimybinis pasiskirstymas. • Metodas apima rinkos kintamųjų nukrypimus nuo normaliojo pasiskirstymo dėsnio. • Metodas tinkamas ir netiesinėms priemonėms vertinti. • Metodas nėra sudėtingas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rezultatai visiškai priklauso nuo turimų istorinių duomenų. • Laikomasi prielaidos, kad rinka bus stabili. • Reikalingas didelis duomenų masyvas. • Tinkamo nagrinėjamo periodo nustatymas. • Ne visada efektyvus naudojamų išteklių požiūriu.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Apibendrinant lentelėje pateiktus faktus, galima teigti, jog pagrindinis metodo privalumas – *neparametriškumas* t.y. nėra prisirišama prie normaliojo pasiskirstymo dėsnio. Kadangi nereikia daryti jokių prielaidų dėl rinkos rizikos kintamųjų pasiskirstymo dėsnio, nereikia skaičiuoti kovariacijų ar standartinių nuokrypių, tai nėra ir *modelio rizikos*. Be to istorinio modeliavimo metodas duoda galimybę *vertinti kai kurias netiesines priemones*, kaip pavyzdžiui, opcionus. Dar vienas skiriamasis modelio bruožas – *naudojant visų aktyvų kainų pokyčius kartu, įvertinama ir bet kokia galima koreliacija tarp jų*.

Kita vertus, istorinė simuliacija yra grindžiama *išimtinai istoriniais duomenimis, neįtraukiant galimų rinkos aplinkos pokyčių*. Tad jei rizikos kintamųjų pasiskirstymo pobūdis gerokai pasikeistų, gauti rezultatai gali iškreipti rizikos vertę. Reikalingi dideli duomenų masyvai, tačiau tam tikriems vertybiniams popieriams pakankamai ilgo laiko stebėjimų duomenų kiekio gali ir nebūti. T. Ramanausko (2004) pastebėjimu taip gali nutikti vertinant naujus vertybinius popierius ar išvestinius instrumentus, jei trūksta istorinių duomenų apie jų vertes. Be to iškyla problemų, susijusių su *istorinio periodo trukmės pasirinkimu*, kuris dar priklauso ir nuo pasiklovimo lygio pasirinkimo. Pasirinkus per trumpą laikotarpį gali atsirasti klaidų dėl informacijos trūkumo, o jei nagrinėjamas periodas per ilgas, pasenę duomenys taip pat gali daryti įtaką VaR įvertinimui. Tarkim pasirinkus 95% pasiklovimo lygį, vidutiniškai laukti tektų 20 dienų, o pasirinkus 99 % pasiklovimo lygį gali prireikti maždaug 100 dienų kol tikėtas nuostolis viršys apskaičiuotą rizikos vertės rodiklį ir pan. Taip metodas gali būti ne visada *efektyvus naudojamų išteklių požiūriu*, kai

nagrinėjamame portfelyje yra daug sudėtingų finansinių priemonių, pavyzdžiui, įvairių pasirinkimo sandorių. Tuomet gali prireikti atlikti daug skaičiavimų.

Taigi istorinio modeliavimo metodas savo principu yra gana paprastas ir lengvai suprantamas. Be to jei vertintume atitikimą rinkos elgesiui, tai istorinis metodas būtų geresnis nei parametrinis, nes istorinis metodas nedaro jokių prielaidų apie aktyvų verčių pokyčių skirstinius. Tačiau visgi esant dideliems struktūriniais pokyčiams šis metodas gali nebeatspindėti tikrovės, nes viena prielaidų jog ekonominė aplinka yra stacionari.

2.3. Monte Karlo metodas

Monte Karlo simuliacijos (angl. *Monte Carlo simulation*) **metodas** – metodas, kurį taikant imituojami įvairūs rinkos rizikos veiksnių pokyčių scenarijai, o rizikos vertė vertinama remiantis modeliavimo rezultatais, gautais panaudojant statistinius bei matematinius modelius.

Pagal Lietuvos banko Metodines rekomendacijas bankams dėl vidinių rinkos rizikos vertinimo modelių taikymo (2002) kiekvienas scenarijus sukuria galimą finansinių priemonių rizikos vertę per pasirinktą laikotarpį ateityje.

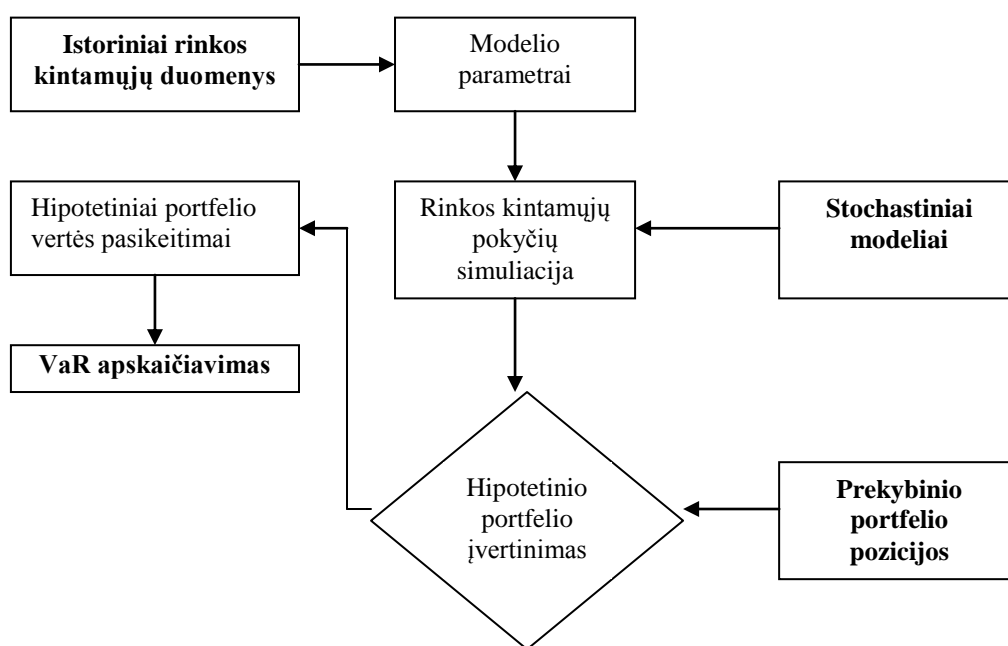
Monte Karlo simuliacijos metodas kaip ir prieš tai aprašytasis istorinio modeliavimo metodas skaičiuojant rizikos vertę apima procesą, kurį sudaro tam tikri specifiniai žingsniai. Įvairūs autoriai A. Dzinkevičius (2004), P. Glasserman, P. Heidelberger, P. Shahabuddin (2000), R. Tamošiūnienė, T. Petravičius (2006) skirtingai aprašo patį metodo skaičiavimo procesą. Vis dėlto susistemintus tyrėjų pateikiamą literatūrą, galima teigti, jog šis modeliavimo procesas apima tokį specifinių žingsnių skaičių:

- 1) pasirenkamas dominančios kainos modelis. Pasirinkę modelį, mes pasirinktinai remdamiesi prieinamais istoriniais arba rinkos duomenimis apskaičiuojame jo parametrus – nuokrypius, koreliacijos koeficientus ir t.t.
- 2) atliekamas kiekvieno kintamojo kitimo modeliavimas t.y. atsitiktiniams kintamiesiems suformuojame fiktyvias kitimo trajektorijas. Naudojant Monte Karlo metodą šias kainų kitimo trajektorijas formuojame remdamiesi atsitiktiniais skaičiais arba, tiksliau tariant pseudo-atsitiktiniais skaičiais, gautais iš vadinamųjų „atsitiktinių skaičių generatorių“. Kiekviena „atsitiktinių skaičių grupė pateikia finansinės priemonės hipotetinę galutinę kainą, tokias pačias procedūras atliekame kiekvienai kitai portfelyje esančiai priemonei tam kad gautume galutinę portfelio kaip visumos vertę.
- 3) Tuomet mes kartojame modeliavimo procedūrą pakankamą kartų skaičių tam, kad būtume įsitikinę, jog portfelio verčių sumodeliuotas pasiskirstymas yra pakankamai

artimas „tikrojo“ portfelio verčių pasiskirstymui. Monte Karlo simuliacijos metodu gautų rezultatų tikslumas priklauso nuo atliktų iteracijų skaičiaus. t.y. tikslumas bus proporcingas $1/\sqrt{n}$, kur n – iteracijų skaičius. Iteracijų skaičius gali siekti iki 5 – 10 tūkst.

- 4) Galiausiai iš gauto pasiskirstymo apskaičiuojame mus dominančią rizikos vertę t.y. portfelio verčių pokyčiai surūšiuojami ir atitinkama procentilė su norimu pasikliautinumo lygiu yra VaR.

Ši pakankamai sudėtingą procesą gana tiksliai schematiškai pamėgino pavaizduoti A. Dzinkevičius (2005).



11 pav. Monte Karlo simuliacijos taikymo schema

Šaltinis: A. Dzinkevičius. Valiutinių pozicijų portfelio rinkos rizikos vertinimo metodų lyginamoji analizė.

// Tiltai, Nr. 2 (31), Klaipėdos universiteto leidykla, 2005, p. 1–13.

Kaip matome iš loginės taikymo schemas Monte Karlo simuliacija yra panaši į istorinio modeliavimo metodą. Pagrindinis skirtumas: rinkos kintamųjų pokyčiai generuojami simuliacijos dėka, o ne imami iš istorinių duomenų. Šiuo atveju portfelio aktyvų tam tikros dienos verčių pokyčių rinkinys gali būti laikomas vienu įvykiu, portfelio mastu. Monte Karlo simuliacijos apima labai didelės įvykių (koreliuotų aktyvų verčių pokyčių) aibės generavimą, iš kurios gaunamas VaR.

Iš esmės Monte Karlo modeliavimas atliekamas dviem etapais. Pirma, apibrėžiamas finansinių kintamųjų kitimo procesas, pasirenkami parametrai. Po to, atliekamas kiekvieno kintamojo kitimo modeliavimas, ir tam tikrais laiko intervalais pagal gautus rezultatus perkainojamas portfelis. Kiekvienas iš tų perkainojimų po to naudojamas sudarant pelningumų pasiskirstymą apie vidurkį, iš

kurio jau galima išmatuoti rizikos vertę. Norint taikyti šį metodą reikia apibrėžti kintamųjų kitimo procesus ir parametrus, kiekvienam portfelio instrumentui turėti vertinimo modelį ir žinoti tų instrumentų pozicijos dydį.

Trečiojo VaR metodologijos modelio plusus ir minusus tyrinėjo lietuvių autoriai A. Dzinkevičius (2005), P. Aniūnas, J. Nedzveckas, R. Krušinskas (2009), taip pat užsienio tyrėjai K. Simons (1996), J. Hull, A. White (1998), J. Danielsson, G. Casper (2000), M. Kudinska (2003), T. Varcholová, M. Rimarčík (2003), M. Bohdalová (2007). Taip pat prisijungė P. Glasserman, P. Heidelberger, P. Shahabuddin (2000). Susisteminius pagrindines minėtų tyrėjų mintis Monte Karlo modeliavimo metodo privalumai ir trūkumai pateikiami lentelėje.

5 lentelė

Monte Karlo simuliacijos metodo privalumai ir trūkumai

PRIVALUMAI (<i>advantages</i>)	TRŪKUMAI (<i>drawbacks</i>)
<ul style="list-style-type: none"> • Galingas ir lankstus. • Patikimesnis ir visapusiškesnis. • Tinkamas bet kokio portfelio rizikai vertinti. • Modeliuojant galimos įvairios hipotezės apie finansinių priemonių pokyčius ir jų tikimybinis pasiskirstymas. • Galimybė įtraukti bet kokius rinkos pokyčius. • Leidžia atlikti jautrumo analizę ir testuoti dėl patikimumo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Galima modelio rizika. • Reikia daug finansinių, darbo bei laiko sąnaudų, galingų kompiuterių. • Matematiškai sudėtingas metodas.

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Šį kartą pagal lentelėje pateiktus faktus, galima teigti, jog pagrindinis metodo privalumas – *universalumas ir galingumas*. Monte Karlo simuliacijos metodas būdamas labai lankstus, nesunkiai įvertina nelinijinių finansinių priemonių netiesines priklausomybes, todėl gali būti pritaikomas praktiškai įvairios sandaros portfeliams. Kita labai svarbi savybė išskirianti šį būdą iš kitų – *galimybė atlikti jautrumo analizę*. Kadangi kuriama daug scenarijų, gaunamas tikslesnis ir visapusiškesnis vertinamo portfelio rizikos vertės matas. Modeliuojant galimos įvairios hipotezės apie finansinių priemonių pokyčius ir jų tikimybinis pasiskirstymas, *kas leidžia atlikti jautrumo analizę*, testuoti dėl modelių patikrinimo, ko neleidžia nei variacijos/kovariacijos, nei istorinio modeliavimo metodai.

Tačiau iš kitos pusės Monte Karlo simuliacijos metodas yra *matematiškai sudėtingas ir sunkiai paaiškinamas*. Šio metodo taikymas yra neįmanomas be specialių matematinių ar ekonominių programinių paketų. Esminis trūkumas – *modelio rizika*, kylanti dėl netinkamų įkainojimo modelių

parinkimo. Ši užduotis nesunkiai įveikiama, kai susiduriama su pozicijomis, kurioms taikytinas tik vienas tinkamas modelis. Užduotis pasunkėja nagrinėjant išvestinius instrumentus su fiksuota palūkanų norma, kai yra visa eilė alternatyvių modelių su tam tikrais privalumais ir trūkumais.

Taigi Monte Karlo simuliacijos metodas labiausiai imlus resursams ir naudoti jį nėra taip paprasta, tad prasminga naudoti tuomet, kai investicinį portfelį sudaro daug egzotiškų finansinių instrumentų, kurių gražos stipriai netiesiškos ir tuomet kai paprastesni metodai nėra tinkami.

2.4. VaR metodų palyginamoji analizė

Rinkos reguliuotojams rūpi ne tik skaičiavimo metodų tikslumas, bet ir konservatyvumo lygis, susijęs su apskaičiuotomis rizikos vertėmis. Tad sprendimas pasirinkti rizikos vertės skaičiavimo metodą dažnai priimamas taikant tris pagrindinius kriterijus: konservatyvumo, tikslumo bei efektyvumo.

Siekiant išryškinti kiekvieno rizikos vertės metodų (variacijos/kovariacijos, istorinio modeliavimo, Monte Karlo simuliacijos) privalumus ir trūkumus, pagrindinius principus, taikymo prielaidas, bus atliekama teorinė VaR apskaičiavimo metodų palyginamoji analizė.

Kiekvienas iš nagrinėtų, variacijos-kovariacijos, istorinio modeliavimo bei Monte Karlo simuliacijos metodų kelia tam tikras prielaidas, be kurių metodų naudojimas būtų beprasmiškas.

6 lentelė

Pagrindinių VaR metodų palyginimas pagal keliamas prielaidas

	Variacijos/kovariacijos metodas	Istorinis modeliavimo metodas	Monte Karlo simuliacijos metodas
Prielaida nr. 1	<i>Normalumo sąlyga</i> t.y. finansinių priemonių rinkos rizikos veiksniai ir šių priemonių portfelio pelnas (nuostolis) yra pasiskirstę pagal normaliojo pasiskirstymo dėsnį (angl. <i>normal distribution</i>).	<i>Rinkos stacionarumo sąlyga</i> t.y. portfelis nekis periodą, apimančią istorinių duomenų masyvą	<i>Normalumo sąlyga</i>
Prielaida nr. 2	<i>Tiesiškumo sąlyga</i> t.y. Tiesiškai priklausomi	<i>praeitis atspindės ateitį</i> t.y. gautas istorinis portfelio pelno (nuostolio) pasiskirstymas gerai pakeičia jo pasiskirstymą, kuris bus stebimas ateinančiu laikotarpiu	–

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Iš pateiktos lentelės galima teigti, kuomet rinkos pokyčius galima aproksimuoti normaliuoju pasiskirstymo dėsnio pats tinkamiausias yra variacijos/kovariacijos metodas. Jei vertintume atitiktumą rinkos elgesiui, tai istorinis metodas būtų geresnis nei parametrinis, nes istorinis metodas nedaro jokių prielaidų apie aktyvų verčių pokyčių skirstinius. Monte Karlo metodas jokių prielaidų nekelia, tik generuoja sekas remdamasis pasirinktu tinkamiausiu skirstiniu (nebūtinai normaliuoju), tinkamiausias, kai paprastesni metodai nėra tinkami.

Skaidant rizikos vertės metodus pagal tam tikrus kriterijus, tokius kaip metodo paprastumas, pritaikomumas, skaičiavimo greitis, pasiskirstymo prielaida, veiksnių skaičius P. Aniūnas, J. Nedzveckas, R. Krušinskas (2009) savo darbe pateikia tokią palyginamąją lentelę:

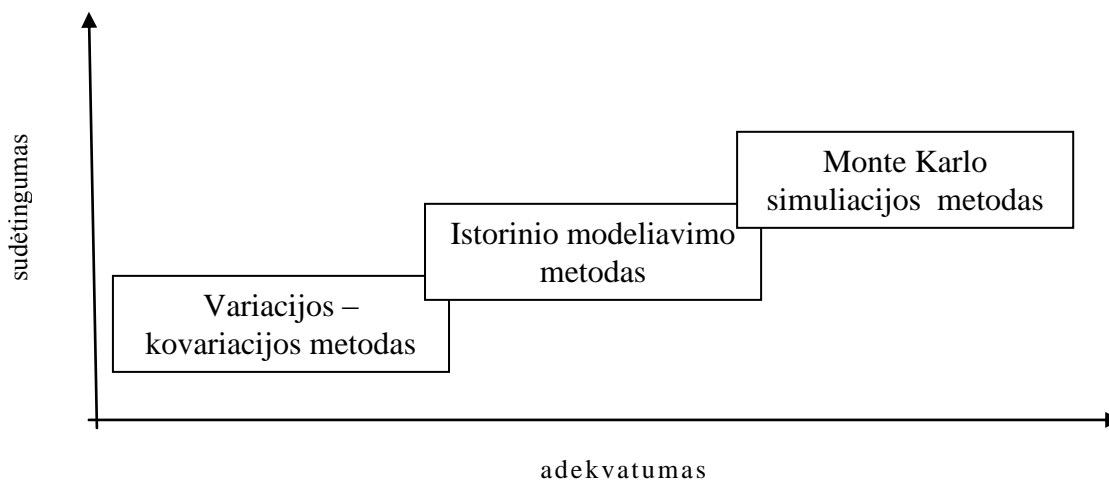
7 lentelė

Pagrindinių VaR metodų palyginimas pagal kriterijus

Kriterijus	Variacijos – kovariacijos metodas	Istorinis modeliavimo metodas	Monte Karlo simuliacijos metodas
PAPRASTUMAS	paprastas	vidutiniškai paprastas	sudėtingas
PRITAIKOMUMAS	lengvas	lengvas	sudėtingas
SKAIČIAVIMO GREITIS	greitas	vidutinis	lėtas
PASISKIRSTYMO PRIELAIDA	normalusis pasiskirstymas	–	normalusis pasiskirstymas
VEIKSNIŲ SKAIČIUS	ribotas	neribotas	ribotas

Šaltinis: P. Aniūnas, J. Nedzveckas, R. Krušinskas. Variance - Covariance Risk Value Model for Currency Market // *Inžinerinė ekonomika 2009 Nr. 1 (61), p. 18 – 27*

Taikant metodus praktikoje, ypač finansinėms institucijoms labiausiai dominantis dalykas skaičiavimo metodų efektyvumas ir paprastumas. Iš lentelėje pateiktos informacijos remiantis šiais dviem kriterijais:



12 pav. Rizikos vertės vertinimo metodai sudėtingumo ir adekvatumo požiūriu

Šaltinis: A. Dzinkevičius (2005) Valiutinių pozicijų portfelio rinkos rizikos vertinimo metodų palyginamoji analizė // *Tiltai, Nr.2(31)/2005, p.1–13*

Kaip matome, vertinant rizikos vertės metodus iš sudėtingumo ir adekvatumo pozicijų, galima pastebėti tiesinę priklausomybę tarp šių savybių t.y. metodui sudėtingėjant, jo adekvatumas didėja. Galima teigti, jog variacijos – kovariacijos metodas yra pats paprasčiausias, bet ir mažiausiai adekvatus, o Monte Karlo simuliacijos metodas yra pats sudėtingiausias, bet ir pats adekvačiausias.

Taigi VaR metodologija nėra panacėja, kuri galėtų viską išspręsti. Nėra ir vieno geriausio, absoliučiai tinkamo rizikos vertės apskaičiavimo metodo. Pasirinkimas labiausiai priklauso nuo pasirinkto portfelio struktūros ir jį sudarančių finansinių priemonių specifikos bei rinkos ypatumų.

3. VaR METODŲ PRAKTINIS TAIKYMAS

Rizikos vertės metodas (angl. *Value-at-Risk*) vienas moderniausių, šiuolaikiškiausių rizikos vertinimo metodų. Baltijos šalyse kol kas dar naudojamas retai. Vertindami riziką Lietuvos komerciniai bankai renkasi paprastesnius metodus ir dar yra nemažai erdvės tobulinti rizikos valdymą. Vis dėlto, nors VaR metodologija dar retai naudojama Lietuvoje (šį metodą pripažįsta tik Lietuvos bankas) daugelis komercinių bankų planuoja ją įdiegti ateityje.

Atsižvelgiant į antrame skyriuje aptartus rizikos vertės metodus šioje dalyje bus atliekami du empiriniai tyrimai skirtingose rinkose, siekiant atlikti pagrindinių VaR metodologijos metodų palyginamąją analizę, siekiant nustatyti ar pasirinktas metodas lemia ir kaip lemia skaitinę rizikos vertės išraišką bei tikrinamas metodų adekvatumas vertinant riziką dabartinėmis rinkos sąlygomis.

Darbe bus nagrinėjami portfeliai sudaryti tik iš bazinių aktyvų, t.y. aktyvų, kurių rizika tiesiogiai susijusi su jų vertės kitimu. Kadangi portfelio vertė tiesiškai priklauso nuo aktyvų kainos, todėl toliau aktyvų kiekį išreikštą verte portfelyje bus vertinama pagal svorius, o portfelio vertė pradiniu momentu prilyginama vienetui. Ši prielaida neapribos analizės, nes norint gauti konkrečias vertes, išreiktos valiuta ar kitu dydžiu, portfelį pakanka padauginti iš jos ir bus gauta tiek norima portfelio vertė, tiek atskiro aktyvo kiekis, išreikštas valiuta ar kitu konkrečiu vienetu.

Portfelio vertės skaičiavimuose dažniausiai naudojama *pelningumo sąvoka* t.y. esamos portfelio vertės palyginamos su kažkokia pradine jo verte. Toks duomenų pateikimas t.y. pelningumai, o ne pačios portfelio vertės (ar instrumento kainos) labiau tinka statistiniam apdorojimui. Be to pelningumai yra santykiniai matai ir nepriklauso nuo kainų ar vertės lygio, kaip kad absoliuti vertė ar kainų pokyčiai. Kadangi loginė transformacija leidžia dirbti su tolydžiais skaičiais, kas yra paprasčiau nei su diskrečiaisiais, o logaritminiai pokyčiai teoriškai gali apimti periodą nuo $-\infty$; $+\infty$, tyrimuose skaičiavimai atliekami naudojant logaritminius pokyčius.

Taigi trečiojoje darbo dalyje nesudėtingomis priemonėmis, per daug nesigilinant į finansinių instrumentų skirtumus bei rizikos faktorių skaičiavimus, bus nagrinėjami du skirtingi portfeliai – valiutinis, akcijų, siekiant išsiaiškinti VaR esmę, geriau suprasti patį principą, skaičiavimo ir taikymo subtilybes bei pritaikomumą skirtingoms rinkoms.

3.1. Valiutų kursų kitimo vertinimas

Pastaruosius dešimtmečius pasaulyje vykstant sparčiai globalizacijai svarbią reikšmę šiems procesams turi tarptautinė prekyba. Kapitalo judėjimas, eksportas ir importas, nuolatinis kapitalo judėjimas didina tarptautinių atsiskaitymų ir valiutų keitimo operacijų apimtį ir svarbą. Būtent šiame kontekste išryškėja valiutų kursų rizikos ir jos valdymo reikšmė. Lietuvoje valiutų kursų

rizikos valdymo problema tapo ypač aktuali įvedus nacionalinę valiutą – litą, suaktyvėjus tarptautinei prekybai. Nauja susidomėjimo banga kilo litą persiejant nuo USD (JAV dolerio) prie EUR (euro). Viena paskutiniųjų susidomėjimų valiutų rizikos tema įvyko praūžus diskusijoms dėl lito devalvavimo.

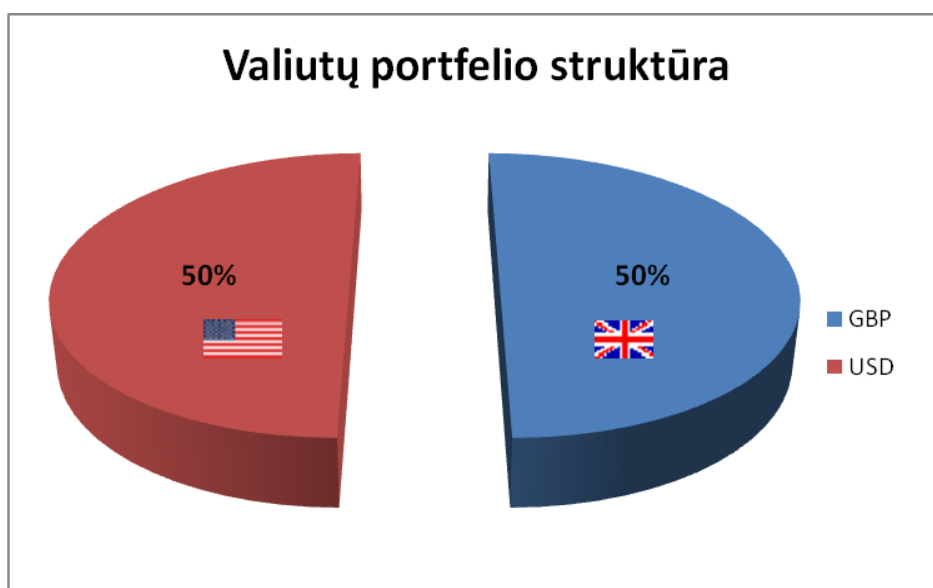
Tyrimo objektas – valiutų rinka.

Tyrimo laikotarpis – tyrimo atskaitos taškas pasirinktas 2007.09.03., o paskutinė tyrimo diena 2008.09.03. Didžiosios Britanijos svaro sterlingo (GBP) ir Amerikos dolerio (USD) kursų svyravimai buvo stebimi kiekvieną dieną. Paprastai atmetus savaitgalius ir švenčių dienas per metus gauname apie 250 stebėjimų. Valiutinio portfelio rizika bus vertinama 2008 m. rugsėjo 4 dienos pabaigai.

Tyrimo tikslas – įvertinti valiutų kursų svyravimus trimis tradiciniais rizikos vertės metodais remiantis realiais užsienio valiutų kursais dabartinėmis rinkos sąlygomis, atlikti palyginamąją gautų rizikos verčių analizę.

Duomenys. Šiuo atveju atrenkant valiutas į sudaromą hipotetinį *valiutų portfelį* buvo pasinaudota loginiu metodu arba kitaip sakant atsitiktinai, stebint padėtį ekonomikoje, atsižvelgiant į esamą ir būsimas situacijas. Praktikoje dažnai pasitaiko, jog būtent šiuo būdu sudaryti portfeliai turi didesnę pasisekimą realiame gyvenime.

Taigi iš turimų užsienio valiutų t.y. Didžiosios Britanijos svaro sterlingo (GBP) ir Amerikos dolerio (USD) sudarome hipotetinį *valiutinį* portfelį, kuriame šios valiutos turi vienodą lyginamąjį svorį bendrajame portfelyje. Šią struktūrą atspindi pateiktas paveikslas:



13 pav. Hipotetinio valiutų portfelio struktūra

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Atliekamo empirinio tyrimo valiutų rinkoje metu hipotetinio *valiutų* portfelio rizikos vertė bus skaičiuojama su tokiais parametrais:

8 lentelė

Pagrindiniai valiutų portfelio parametrai

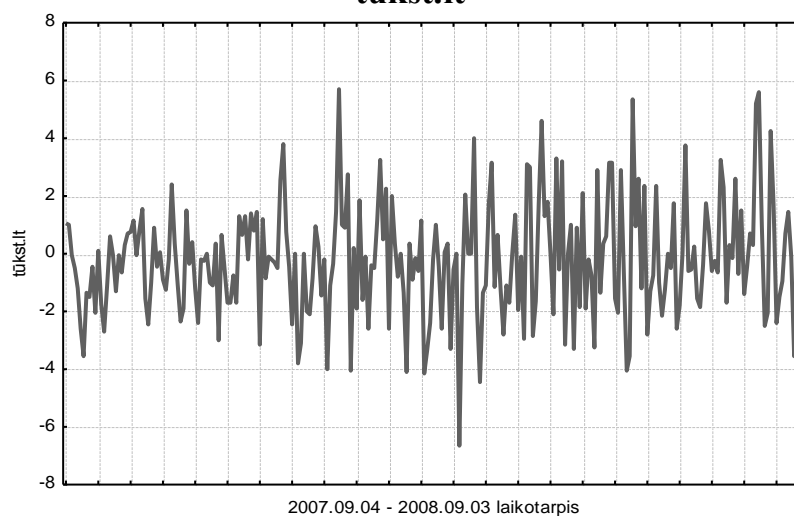
Parametro pavadinimas	Parametro reikšmė
Pasiklovimo lygmuo	99%
Laiko horizontas	10 dienų
Imties tūris	253
Duomenų periodiškumas	1 diena
Tiriamasis periodas	2007.09.03 – 2008.09.03

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Pagal pateiktus lentelės duomenis pagrindinių rizikos vertės charakteristikų reikšmės imamos Lietuvos banko rekomendacijomis – 99% pasiklovimo lygmuo, o laikymo laikotarpis 10 dienų. Pagal Lietuvos banko metodines rekomendacijas bankams dėl vidinių rinkos rizikos vertinimo modelių taikymo duomenys turi būti atnaujinami kasdien, o minimalus istorinių duomenų kiekis rizikos vertei skaičiuoti ne mažiau kaip 250 darbo dienų.

Darome prielaidą, jog tyrimo metu nagrinėjamo valiutų *portfelio rinkos vertė* yra lygi 1 mln.lt. Atsižvelgiant į logaritminės transformacijos naudą pereiname prie logaritminių pokyčių. Paskaičiavus pelningumus logaritminiais pokyčiais gauname sudaryto hipotetinio valiutų portfelio pelno (nuostolio) dinamiką litais.

VALIUTŲ PORTFELIO dienos pelnas (nuostolis) tūkst.lt

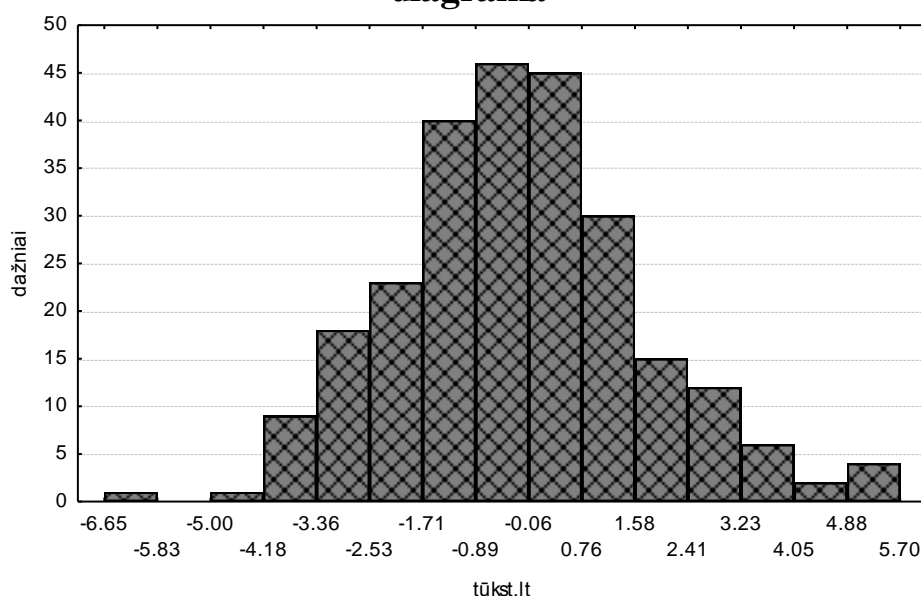


14 pav. Hipotetinio valiutų portfelio pelno (nuostolio) pokyčių dinamika tūkst.lt

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Sugrupavus portfelio pelną (nuostolį) į intervalus pagal dažnį, gauname hipotetinio portfelio pelno (nuostolio) histogramą, kurioje galime pastebėti dažniausiai bei didžiausius nagrinėjamu laikotarpiu patirtas vertes bei dažniausiai ir didžiausias uždirbtas sumas investavus į sudarytą hipotetinį valiutų portfelį.

VALIUTŲ PORTFELIO dienos pelno (nuostolio) diagrama



15 pav. Hipotetinio valiutų portfelio pelno (nuostolio) histograma tūkst.lt

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Remiantis konceptualiojoje darbo dalyje aprašytaisiais rizikos vertės skaičiavimo metodais – variacijos-kovariacijos, istorinio bei Monte Karlo modeliavimo, skaičiuosime rizikos vertes.

Variacijos – kovariacijos metodo atveju pirmiausia bus tikrinama normalumo sąlyga. Vienas iš būdų patikrinti ar duomenys tenkina normalumo sąlygą – pasiremti pagrindinėmis vertinamojo valiutų portfelio skaitinėmis charakteristikomis.

9 lentelė

Pagrindinės valiutų portfelio, sudarančių skaitinės charakteristikos

	VIDURKIS	MAX	MIN	STAND.NUOK.	EKSCESAS	ASIMETRIJA
GBP	-0,0003	0,0062	-0,0084	0,0022	0,8109	-0,2061
USD	-0,0001	0,0074	-0,0070	0,0024	0,4153	0,1959

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Akivaizdžiai galima matyti iš pateiktų duomenų, jog nagrinėjamų valiutų *standartiniai nuokrypiai* artimi nuliui t.y. duomenys išsibarstę apie vidurkį. Skirstinio artimumą normaliajam skirstiniui nusako likę du koeficientai – asimetrijos ir eksceso. *Eksceso koeficientai* tiek GBP, tiek

USD teigiami, o tai reiškia, jog duomenų sklaida apie vidurkį yra didesnė nei normaliojo skirstinio, o histograma smailesnė nei normaliojo skirstinio. Portfelio GBP histograma pasislinkusi kairiau, nes *asimetrijos koeficientas* neigiamas, o USD valiutos histogramai būdingas poslinkis į dešinę.

Iš pateiktų duomenų galime daryti prielaidą, jog portfelį sudarančių aktyvų skirstiniai yra artimi normaliajam skirstiniui. Kadangi sudarytą valiutų portfelį sudaro nedaug aktyvų galima naudoti aktyvų normalųjį metodą, kuris leidžia daryti prielaidą, kad jei aktyvų pelnas (nuostolis) pasiskirstęs pagal normalųjį dėsnį, tai ir portfelio pelnas (nuostolis) pasiskirstęs pagal šį skirstinį. Situaciją dėl normalumo sąlygos teisingumo pagal lentelės pateiktus duomenis grafiškai vaizduoja nagrinėjamų valiutų empirinių dienos logaritminių pokyčių duomenų histogramos. (žr. priedą nr.5)

Kitas normalumo sąlygos tikrinimas remiasi tam tikrais *statistiniais kriterijais*, kurių statistikų reikšmės bei apskaičiuotosios p-reikšmės leidžia spręsti apie empirinio skirstinio artimumą teoriniam normaliajam skirstiniui.

10 lentelė

Pagrindinės valiutų portfelio kriterijų statistikos

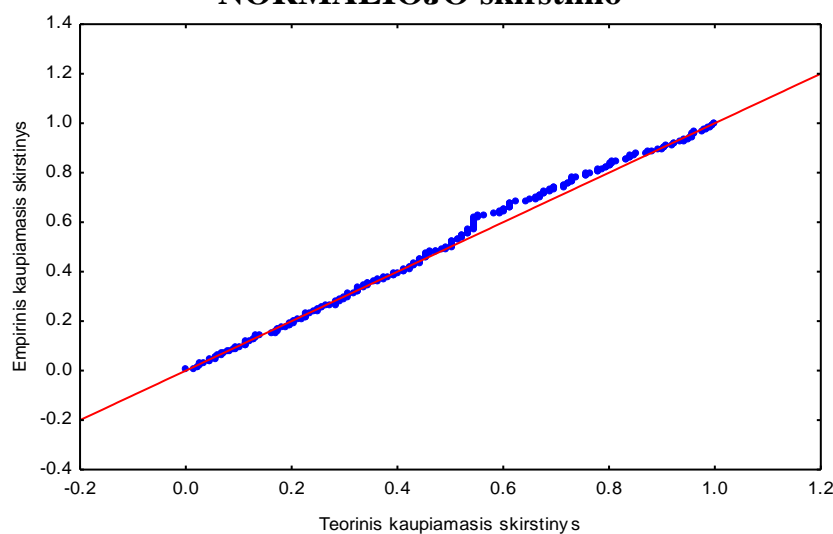
χ^2 testas			Kolmogorovo – Smirnovo testas		Shapiro – Wilko testas	
Statistika	<i>p</i>	<i>df</i>	Statistika	<i>p</i>	Statistika	<i>p</i>
12,6288	0,0493	6	0,07085	0,20	0,98898	0,0517

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Pagal pateiktus lentelės duomenis, atlikus hipotezių tikrinimo procedūrą galima teigti, jog pagal χ^2 kriterijų reikėtų priimti, nors pirmos rūšies klaidos tikimybė pakankamai didelė ir atmesti normališkumo hipotezės nėra pagrindo. Hipotezė pagal Kolmogorovo – Smirnovo kriterijų yra taip pat priimama. Shapiro – Wilko testo rezultatai analogiški. Kadangi nė viena statistika iš paminėtų testų nėra reikšminga, normalumo prielaidą galima laikyti teisinga (žr. priedą nr.4).

Normalumo faktą taip pat patvirtina *P-P diagrama*, kurioje galime stebėti empirinių užsienio valiutų kursų dienos logaritminių pokyčių skirstinių nuokrypį nuo normaliojo skirstinio.

P-P diagrama: VALIUTŲ PORTFELIO skirstinio ir NORMALIOJO skirstinio



16 pav. P – P diagrama: valiutų portfelio pelningumo – normalusis pasiskirstymo dėsniai

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Atlikta duomenų analizė leidžia daryti prielaidą, jog nagrinėjamo portfelio pelnas (nuostolis) yra artimas normaliajam skirstiniui t.y. pasiskirstęs pagal normalųjį dėsnį. Tad rizikuojama prarasti vertė apskaičiuojama matematiškai pasinaudojus rizikos vertės formule su atitinkamais parametrais.

Portfelio standartinis nuokrypis randamas remiantis aktyvų–normaliuoju variacijos/kovariacijos metodu įvertinant koreliacinę ryšį tarp hipotetinių portfelių sudarančių valiutų. Įvertinant koreliacinę ryšį tarp hipotetinių portfelių sudarančių akcijų matome, kad akcijos yra mažai koreliuotos (žr. priedą nr.8). Tuomet randama portfelio standartinio nuokrypio skaitinė vertė $\sigma_p = 0,002$.

Istorinio modeliavimo atveju, normalumo prielaidos nėra ir valiutų portfelio rizika įvertinama remiantis tik praeities duomenimis. Rizikos vertė pagal aukščiau nurodytus parametrus nustatoma iš portfelio pelno (nuostolio) histogramos, nustatant pasikliautinąjį intervalą atitinkantį kvantilį iš empirinės dažnių lentelės arba pasitelkiant empirinės pasiskirstymo funkcijos procentilių skaičiavimu.

Naudojant *Monte Karlo imitacinį modeliavimą* generuojamos dvi atsitiktinių dydžių sekos su GBP ir USD valiutomis naudojantis STATISTICA paketo Statistics/Distribution&Simulation funkcijos pagalba, kad gautume galutinę portfelio kaip visumos vertę. Tuomet iš turimos empirinės pasiskirstymo funkcijos rizikos vertė randama pasitelkiant empirinės pasiskirstymo funkcijos procentilių skaičiavimu. Šio tyrimo metu atsitiktinių dydžių sekos generuojamos keliskart imant skirtingą iteracijų skaičių $n = 252$, $n = 1000$, $n = 3000$, $n = 5000$.

Atlikus užsienio valiutų kurso svyravimų tyrimą, apskaičiavus rizikos vertės vertinant jas pagrindiniais VaR metodologijos metodais – variacijos/kovariacijos, istorinio modeliavimo bei Monte Karlo simuliacijos rezultatai pateikti lentelėje.

11 lentelė

Hipotetinio valiutų portfelio rizikos vertė 2008 m. rugsėjo 4 dienos pabaigai, tūkst.lt

	VARIACIJOS/KOVARIACIJOS METODAS	ISTORINIS MODELIAVIMO METODAS	MONTE KARLO SIMULIACIJOS METODAS	
1 diena	4,563	4,119	252	3,989
			1000	4,250
			3000	4,049
			5000	4,047
10 dienų	14,428	13,026	252	12,615
			1000	13,441
			3000	12,803
			5000	12,798

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Remiantis lentelės pateikiamais rezultatais, galime daryti išvadas, jog dabartinėmis rinkų sąlygomis vertinant valiutų portfelio rizikos vertes didžiausia buvo gauta vertinant *variacijos kovariacijos metodu*. Mažiausios rizikos vertės rodiklio reikšmės buvo apskaičiuotos naudojant *Monte Karlo simuliacijos metodą*. Be to didinant iteracijų skaičių rizikos vertės kryptingai mažėja išskyrus atvejį kuomet buvo panaudota 1000 iteracijų skaičius ir gauta rizikos vertė buvo ženkliai didesnė nei naudojant mažiausią 252 iteracijų skaičių. Tarpinės liko *istorinio modeliavimo metodo rizikos vertės*. Kaip ir buvo galima numanyti visais atvejais didėjant laikymo periodui gaunamos didesnės rizikos vertės.

Taigi atlikus tyrimą rezultatai parodė, jog visais atvejais didėjant laikymo periodui gaunamos didesnės rizikos vertės. Toks rezultatas buvo numanomas ir lauktas, nes išplaukia iš pačios rizikos vertės formuluotės, kurioje ilgėjant laikymo periodui atsiranda tiesiog proporcingas kvadratinės šaknies iš laikymo periodo dėmuo. Didžiausios rizikos vertės buvo gautos skaičiuojant variacijos/kovariacijos metodu. Tarpinę padėtį užėmė istorinis modeliavimo metodas, o mažiausios vertės gautos naudojant Monte Karlo simuliaciją. Be to išskyrus jau minėtą išimtį Monte Karlo metodu didinant iteracijų skaičių rizikos vertė mažėja. Ši išvada taip pat tikėtina, nes išplaukia iš pačio metodų veikimo principo, kuomet yra generuojamos atsitiktinių dydžių sekos tol kol gauti rezultatai priartėja prie „tikrosios“ vertės.

3.2. Akcijų kursų svyravimų vertinimas

Norint kuo realiau sumodeliuoti tiriamą situaciją, darbe bus laikomasi prielaidos, jog investuotojas vengia rizikos, todėl nagrinėjami ne bet kokie investiciniai portfeliai, bet efektyvieji t.y. portfeliai, kurių norimas pelningumas pasiekiamas su mažiausia rizika. Šiuo atveju rizika suvokiama kaip sklaidos išraiška. Tokiu būdu, kuo didesnė akcijų rizikos faktorių (kainos) skaida, tuo didesnė ir rizika. Iš tikrųjų, tarkim turint dvi akcijas, kurių vidutinis pelningumas vienodas, investuotojas bus linkęs investuoti į tą, kurios kainos svyravimai mažesni, nes taip su mažesne rizika turėsime galimybę statistiškai tiek pat uždirbti.

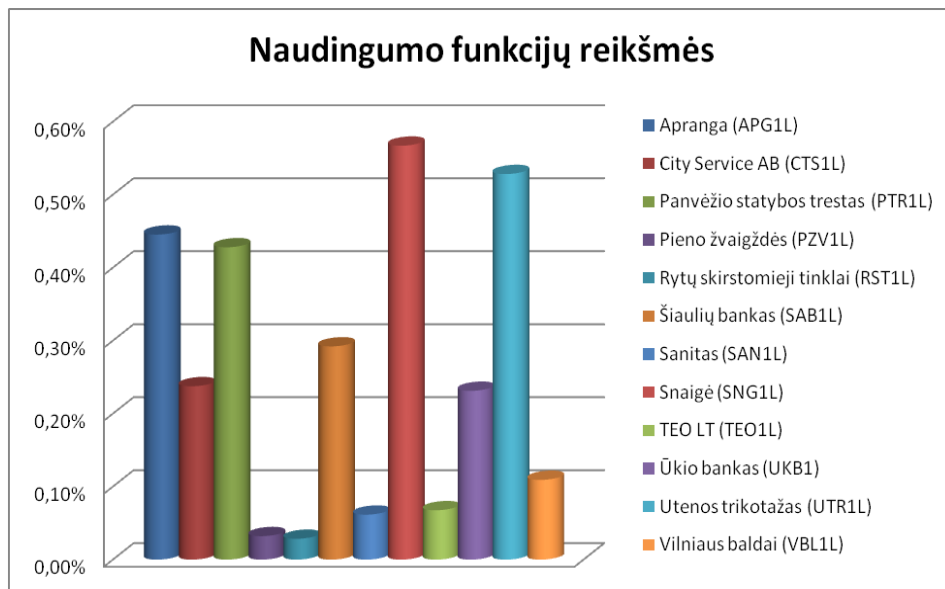
Tyrimo objektas – Vilniaus akcijų rinka.

Tyrimo laikotarpis – kaip ir nagrinėtu atveju valiutų rinkoje tyrimo atskaitos tašku pasirinkta 2007.09.03., o paskutinė tyrimo diena 2008.09.03. Atmetus savaitgalius ir švenčių dienas gauname 252 stebėjimų. Rizikos vertė sudarytam investiciniam *akcijų portfeliui* bus skaičiuojama 2008 m. rugsėjo 4 dienos pabaigai.

Tyrimo tikslas – įvertinti akcijų kursų svyravimus trimis tradiciniais rizikos vertės metodais remiantis realiais NASDAQ OMX skelbimais akcijų kursais dabartinėmis rinkos sąlygomis, atlikti palyginamąją gautų rizikos verčių analizę.

Duomenys. Empirinio tyrimo metu remiamasi turimais Lietuvos akcijų kursų svyravimų duomenimis. Akcijų kainos buvo stebėtos metus kiekvieną darbo dieną. Šiuo atveju akcijos į hipotetinį *akcijų portfelį* atrenkamos naudojantis naudingumo funkcija, kuri portfelio teorijoje nusako, kuri akcija ar portfelis reikšmingesnis priklausomai nuo stebimos rizikos ir tikėtino pelno, nors atrenkant akcijas ir sudarant hipotetinį *akcijų portfelį* gali būti remiamasi įvairiais metodais. Bankai ir finansinės organizacijos paprastai vadovaujasi teoriniais metodais (Markovičiaus, Šarpo ir kt.), Kita grupė metodų naudojamų akcijų atrinkimui – matematiniai – statistiniai. Šiuo atveju akcijos į norimą portfelį renkamos pasinaudojus naudingumo funkcija; įvertinus koreliacijas tarp skirtingų akcijų (koreliacijų matrica); taip pat atlikus kainų kitimo analizę.

Įvertinus kiekvienos akcijos, paskelbtos NASDAQ Baltijos Oficialiajame prekybos sąrašė tyrimo pradžioje (žr. priedą nr.3), naudingumo funkcijų reikšmes atrenkamos akcijos į portfelį. Akcijų, kurių naudingumo funkcijų reikšmės mažiausios yra atmetamos.

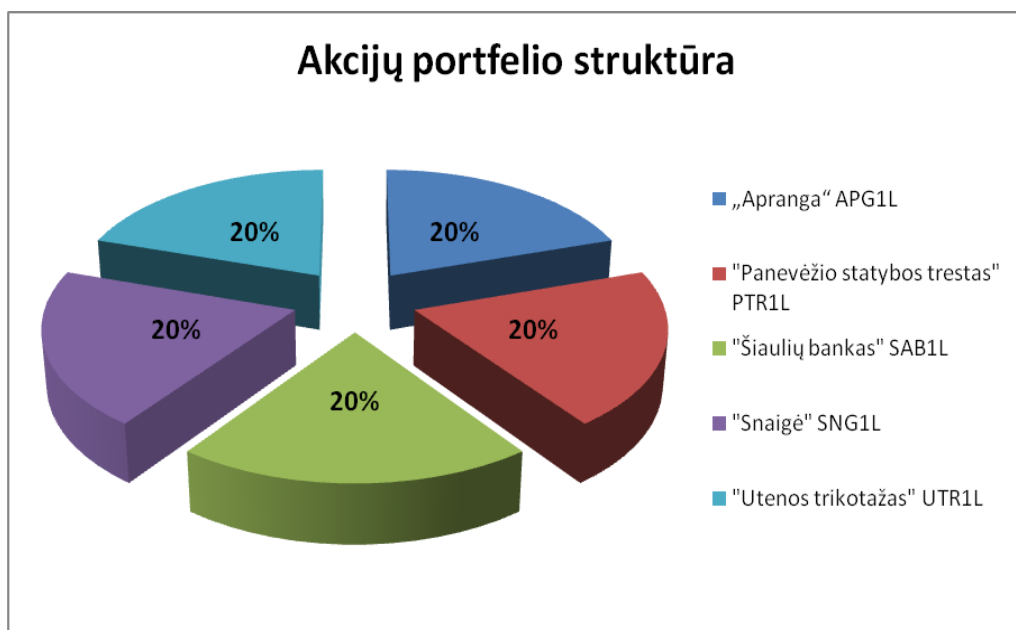


17 pav. Akcijų naudingumo funkcijų reikšmių grafikas

Šaltinis: sudaryta darbo autorės, remiantis NASDAQ OMX duomenimis

Kaip matome iš pateiktos diagramos į sudaromą portfelį nepatenka „City Service AB“, „Pieno žvaigždžių“, „Rytų skirstomųjų tinklų“, „Sanitas“, „TEO LT“, „Ūkio banko“ bei „Vilniaus baldų“ akcijos.

Iš likusių akcijų – „Apranga“ (0,45%), „Panevėžio statybos trestas“ (0,43%), „Šiaulių bankas“ (0,29%), „Snaigė“ (0,57%), „Utenos trikotažas“ (0,53%) sudarome akcijų portfelį, kurio rizika bus vertinama. Tyrimo paprastumui darome prielaidą, jog visų akcijų svoris hipotetiniame portfelyje yra toks pat.



18 pav. Investicinio akcijų portfelio struktūra

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Sudaryto hipotetinio *akcijų portfelio* rizikos vertės parametrai, kurie bus naudojami empirinio tyrimo metu pateikti lentelėje.

12 lentelė

Pagrindiniai akcijų portfelio parametrai

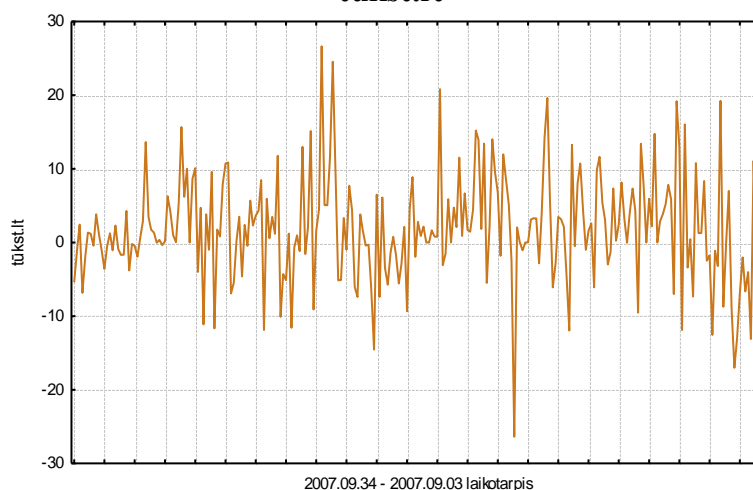
Parametro pavadinimas	Parametro reikšmė
Pasiklovimo lygmuo	99%
Laiko horizontas	10 dienų
Imties tūris	252
Duomenų periodiškumas	1 diena
Tiriamasis periodas	2008.09.03 – 2008.09.03

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Kaip ir valiutų rinkos empiriniame tyrime pagrindinių rizikos vertės charakteristikų reikšmės imamos remiantis Lietuvos banko rekomendacijomis. Imties tūris, reikalingas VaR reikšmei apskaičiuoti šiuo atveju imamas 252 stebėjimai.

Skaičiavimų paprastumui kaip ir valiutų rinkoje darome prielaidą, jog tyrimo metu nagrinėjamo akcijų *portfelio rinkos vertė* yra lygi 1 mln.lt. Atsižvelgiant į logaritminės transformacijos naudą pereiname prie logaritminių pokyčių. Paskaičiavus pelningumus logaritminiais pokyčiais gauname sudaryto hipotetinio akcijų portfelio pelno (nuostolio) dinamiką litais.

AKCIJŲ PORTFELIO pelnas (nuostolis) tūkst.lt



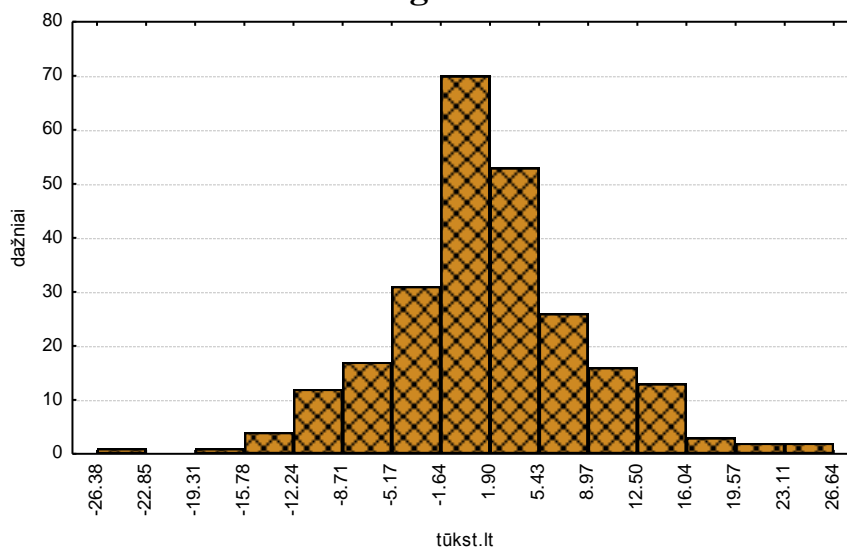
19 pav. Investicinio akcijų portfelio pelno (nuostolio) pokyčių dinamika tūkst.lt

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Sugrupavus portfelio pelną (nuostolį) į intervalus pagal dažnį, gauname hipotetinio portfelio pelno (nuostolio) histogramą, kurioje galime pastebėti dažniausiai bei didžiausius nagrinėjamu

laikotarpiu patirtas vertes bei dažniausiai ir didžiausias uždirbtas sumas investavus į sudarytą investicinį akcijų portfelį.

AKCIJŲ PORTFELIO dienos pelno (nuostolio) diagrama



20 pav. Investicinio akcijų portfelio pelno (nuostolio) histograma tūkst.lt

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Remiantis konceptualiojoje darbo dalyje aprašytaisiais rizikos vertės skaičiavimo metodais – variacijos-kovariacijos, istorinio bei Monte Karlo modeliavimo, skaičiuosime rizikos vertes.

Variacijos – kovariacijos metodas. Akcijų rinkoje tyrimo principas analogiškas valiutų rinkos tyrimui. Pirmiausia tikrinama normalumo sąlyga visais konceptualiojoje dalyje aprašytaisiais metodais.

13 lentelė

Pagrindinės akcijų portfelio skaitinės charakteristikos

	VIDURKIS	MIN	MAX	DISPERSIJA	STAND.NUOK.	ASIMETRIJA	EKSCEASAS
APG	0.0019	-0.0308	0.0373	0.0001	0.0101	0.2457	2.1573
PTR	0.0019	-0.0477	0.0467	0.0001	0.0117	-0.1403	3.6789
SAB	0.0012	-0.0251	0.0617	0.0001	0.0082	1.6248	12.7361
SNG	0.0026	-0.0544	0.0398	0.0001	0.0117	-0.0323	4.1959
UTR	0.0017	-0.0694	0.0735	0.0005	0.0223	0.4218	3.1999

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Akivaizdžiai galima matyti, jog vidurkis labai artimi nuliui ir standartinis nuokrypis taip, o tai reiškia, jog duomenys išsibarstę apie vidurkį. Artumą normaliajam skirstiniui apibūdinančių koeficientų reikšmės gana reikšmingos. Panašiu dešiniuoju asimetriškumu pasižymi teigiamą asimetrijos koeficientą atitinkamai 0,24 ir 0,42 turinčios „Aprangos“ ir „Utenos trikotažo“ akcijos. Ženklesne teigiama asimetrija akcijų kainų kursų dienos logaritminių pokyčių diagramoje pasižymi „Šiaulių banko“ akcijos, kurių asimetrijos koeficientas lygus 1,62. Visų nagrinėjamų akcijų ekscesai

yra teigiami, t.y. duomenų sklaida apie vidurkį yra didesnė nei normaliojo skirstinio atveju. Šiuo atveju didžiausia sklaida nagrinėjamoju laikotarpiu pasižymi „Šiaulių banko“ akcijų kursų pokyčiai. Iš šių duomenų vienareikšmiškai pasakyti ir atmesti duomenų normalumo fakto teisingumą sudėtinga. Situaciją dėl normalumo sąlygos teisingumo pagal lentelės pateiktus duomenis grafiškai vaizduoja nagrinėjamų akcijų empirinių dienos logaritminių pokyčių duomenų histogramos. (žr. priedą nr.6)

14 lentelė

Pagrindinės akcijų portfelio kriterijų statistikos

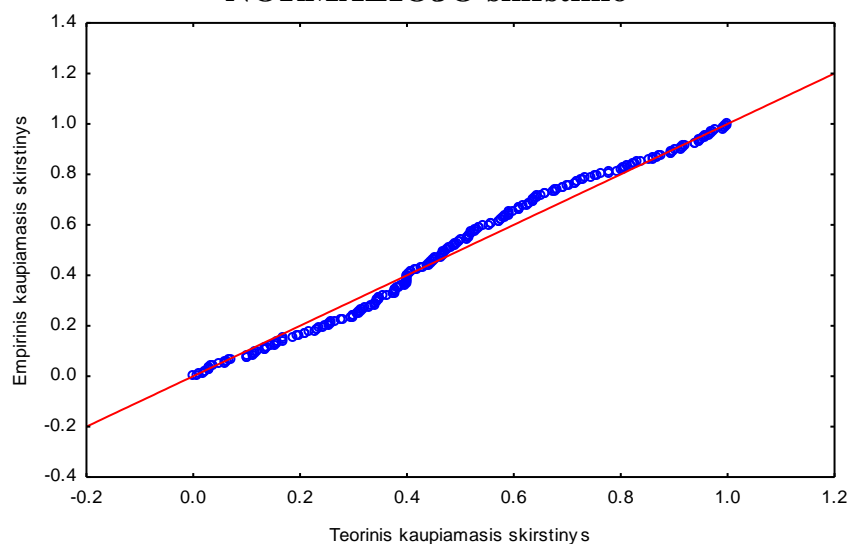
χ^2 testas			Kolmogorovo – Smirnovo testas		Shapiro – Wilko testas	
Statistika	<i>p</i>	<i>df</i>	Statistika	<i>p</i>	Statistika	<i>p</i>
0,0961	0,76	1	0,0724	0,01	0,9794	0,001

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Pagal pateiktus lentelės duomenis, hipotezę dėl normalumo sąlygos reikėtų priimti, nes atlikus hipotezės dėl normalumo tikrinimo procedūrą (žr. priedą nr.4) nė viena statistika nepasirodė reikšminga. Iš lentelėje pateiktų duomenų galima daryti prielaidą, kad akcijų kursų dienos logaritminiai pokyčiai yra pasiskirstę arba gali būti aproksimuoti pagal normalųjį pasiskirstymo dėsnį.

Normalumo faktą taip pat patvirtina *P-P diagrama*, kurioje galime stebėti empirinių akcijų kursų dienos logaritminių pokyčių skirstinių nuokrypį nuo normaliojo skirstinio.

P-P diagrama: AKCIJŲ PORTFELIO skirstinio ir NORMALIOJO skirstinio



21 pav. *P – P diagrama: akcijų portfelio pelningumo – normalusis pasiskirstymo dėsniai*

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Atlikta duomenų analizė leidžia daryti prielaidą, jog nagrinėjamo portfelio pelnas (nuostolis) yra artimas normaliajam skirstiniui t.y. pasiskirstęs pagal normalųjį dėsnį. Portfelio standartinis nuokrypis randamas remiantis aktyvų–normaliuoju variacijos/kovariacijos metodu įvertinant koreliacinį ryšį tarp hipotetinių portfelių sudarančių akcijų, kuris pagal paskaičiuotą koreliacijų matricą matome, kad akcijos yra mažai koreliuotos. (žr. priedą nr.8). Tuomet randama portfelio standartinio nuokrypio skaitinė vertė $\sigma_p = 0,007$.

Istorinio modeliavimo metodas. Šiuo metodu rizikos vertė buvo paskaičiuota pasitelkiant empirinės pasiskirstymo funkcijos procentilių skaičiavimu, pasinaudojus EXCEL 2007 programos funkcijos percentile pagalba, nurodant atitinkamus parametrus.

Naudojant *Monte Karlo imitacinį modeliavimą* kaip ir valiutų portfelio atveju STATISTICA programos pagalba yra generuojamos atsitiktinių dydžių sekos kiekvienai iš nagrinjamų akcijų. Tuomet iš turimos empirinės pasiskirstymo funkcijos rizikos vertė randama pasitelkiant empirinės pasiskirstymo funkcijos procentilių skaičiavimu. Nagrinėjamoju atveju atsitiktinių dydžių sekos generuojamos keliskart imat skirtingą iteracijų skaičių $n = 250$, $n = 1000$, $n = 3000$, $n = 5000$.

Atlikus akcijų kursų svyravimų tyrimą, apskaičiavus rizikos vertės vertinant jas pagrindiniais VaR metodologijos metodais – variacijos/kovariacijos, istorinio modeliavimo bei Monte Karlo simuliacijos gauti tokie rezultatai:

15 lentelė

Akcijų portfelio rizikos vertė 2008 m. rugsėjo 4 dienos pabaigai, tūkst.lt

	VARIACIJOS/KOVARIACIJOS METODAS	ISTORINIS MODELIAVIMO METODAS	MONTE KARLO SIMULIACIJOS METODAS	
1 diena	16,710	13,830	252	10,741
			1000	14,167
			3000	12,943
			5000	12,422
10 dienų	52,842	43,734	250	33,967
			1000	44,801
			3000	40,930
			5000	39,283

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Remiantis lentelės pateikiamais rezultatais, galime pastebėti panašias tendencijas kaip ir empiriniame tyrime atliktame valiutų rinkoje. Taigi vertinant investicinio akcijų portfelio rizikos vertes dabartinėmis rinkos sąlygomis galime daryti išvadas, jog didžiausia buvo gauta vertinant *variacijos kovariacijos metodu*. Mažiausias rizikos vertės rodiklio reikšmės buvo apskaičiuotos naudojant *Monte Karlo simuliacijos metodą*. Be to didinant iteracijų skaičių rizikos vertės

kryptingai mažėja išskyrus atvejį kuomet buvo panaudota 1000 iteracijų skaičius ir gauta rizikos vertė buvo ženkliai didesnė nei naudojant mažiausią 250 iteracijų skaičių. Tarpinės liko *istorinio modeliavimo metodo rizikos vertės*. Kaip ir buvo galima numanyti visais atvejais didėjant laikymo periodui gaunamos didesnės rizikos vertės.

Taigi atlikus tyrimą akcijų rinkoje rezultatai tendencijos analogiškos valiutų rinkos tyrimui. Be to atlikus tyrimus išryškėjo ir kita tendencija – didinant aktyvų skaičių portfelyje rizikos vertės išauga. Ši išvada išplaukia iš prielaidos darytos tyrimų pradžioje, portfelio rinkos vertė tiek valiutų, tiek akcijų portfelių nagrinėjamose rinkose yra vienoda, o gautos rizikos vertės ženkliai didesnės investicinio akcijų portfelio.

3.3. VaR metodologijos patikra

Svarbi funkcija rizikos valdyme – pasirinkto modelio adekvatumo (tinkamumo) patikrinimas. Tad tyrimo metu valiutų ir akcijų rinkose sudarytų portfelių apskaičiuotos rizikos vertės yra tikrinamos grįžtamojo patikrinimo būdu.

Testavimo periodas laikantis Lietuvos banko paskelbtomis rekomendacijomis atliekamam empiriniam tyrimui imamas metų laikotarpis t.y. 2008.09.04 – 2009.09.04. Atskiru atveju galutinis stebėjimų skaičius duotuoju laikotarpiu gali šiek tiek skirtis.

Tyrimo tikslas – įvertinti VaR rodiklio skaičiavimo metodų tikslumą dabartinėmis rinkos sąlygomis.

Rizikos vertės metodai pagal Lietuvos banko metodines rekomendacijas dėl vidinių rinkos rizikos vertinimo modelių taikymo (2002) rizikos vertės modelio kokybė yra vertinama taikant grįžtamojo patikrinimo metodą (angl. backtesting). Modelio patikra dažniausiai vykdoma ilgesnį laikotarpį, pavyzdžiui metus (250 darbo dienų). Šio metodo esmė labai paprasta – kiekvienos darbo dienos veiklos rezultatas yra palyginamas su atitinkamu numatytu VaR modelio rezultatu. Jeigu faktinis rezultatas viršija numatytąsias rizikos vertės reikšmes, fiksuojamas nukrypimas, kurie yra neišvengiami:

$$\text{nukrypimas} = R_{\text{fakt}} - \text{VaR}_{\text{numat}} > 0$$

Vienas iš būdų patikrinti modelio adekvatumą turint nukrypimų skaičių – pasiremti rizikos vertės apibrėžimu. Turėdami VaR_{1%} reikšmes testavimo periodu galima įvertinti kiekvieno iš trijų VaR metodologijos metodų tikslumą nagrinėjamuoju laikotarpiu. Pagal rizikos vertės apibrėžimą VaR_{1%}, jog turime 99% pasiklovimo lygmenį t.y. tikimybė jog nuostoliai bus mažesni už paskaičiuotą VaR yra lygi 0.99, o galimas investicijų apimties praradimas turėtų įvykti ne dažniau kaip 1% kasdieninių stebėjimų.

Taigi belieka pažiūrėti, kiek procentų kasdieninių pelningumo verčių nagrinėjamu laikotarpiu kerta rizikos vertės reikšmę pagal turimus realius kasdieninius duomenis. Jei gauti duomenys nedaug skirtusi nuo 1%, būtų galima tikėti modelio numatomais rezultatais.

15 lentelė

Grižtamojo patikrinimo rezultatai valiutų ir akcijų rinkose

	VARIACIJOS/KOVARIACIJOS METODAS	ISTORINIS MODELIAVIMO METODAS	MONTE KARLO SIMULIACIJOS METODAS		
VALIUTŲ PORTFELIS	11	9	252	5	1,97%
			1000	1	0,39%
	4,33%	3,54%	3000	2	0,79%
			5000	1	0,39%
AKCIJŲ PORTFELIS	19	8	250	3	1,19%
			1000	0	%
	7,48%	3,17%	3000	1	0,4%
			5000	2	0,79%

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Remiantis lentelės pateikiamais rezultatais, galime daryti išvadą, jog nukrypimų skaičius pagal duotąją klaidos tikimybę ženkliai peržengia 1% ribas. Tai akivaizdu variacijos/kovariacijos bei istorinio modeliavimo atveju. Monte Karlo simuliacijos metodas neperžengia šios ribos, tad galima teigti, jog yra tinkamas vertinat riziką nagrinėtoju laikotarpiu.

Kitas būdas skelbiamas ir Lietuvos banko rekomendacijose – *grįžtamojo patikrinimo metodas*, kurio esmė yra „šviesoforo principas“.

16 lentelė

Grižtamojo patikrinimo modelio „šviesoforo principas“

Zona	Klaidų skaičius
Žalioji zona	0 – 4
Geltonoji zona	5 – 9
Raudonoji zona	> 10

Šaltinis: sudaryta darbo autorės, remiantis Pena V., Rivera R., Mata J. (2006) Quality Control of Risk Measures: Backtesting VaR Models // *Journal of Risk* Vol. 9/No 2, Winter 2006/07

Pagal lentelės duomenis VaR modelis, kuris patenka į žaliąją zoną – yra tinkamas naudoti. Geltonoji zona – tarpinis variantas, kuomet nėra labai aiškiai apibrėžta, ar naudotinas modelis. Tuo atveju tikslinga peržiūrėti modelį. Ir naudojamam modeliui patekus į raudonąją zoną – modelio taikymas nėra tikslus, todėl jis turėtų būti tobulinamas.

Remiantis lentelių pateikiamais rezultatais, analizuojamiems valiutų bei akcijų portfeliams pritaikysime grįžtamojo patikrinimo modelio „šviesoforo principą“.

„Šviesoforo principo“ rezultatai valiutų ir akcijų rinkose

	VARIACIJOS/KOVARIACIJOS METODAS	ISTORINIS MODELIAVIMO METODAS	MONTE KARLO SIMULIACIJOS METODAS	
VALIUTŲ PORTFELIS			252	
			1000	
			3000	
			5000	
AKCIJŲ PORTFELIS			252	
			1000	
			3000	
			5000	

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Remiantis lentelės duomenimis, *variacijos/kovariacijos* metodas tiek valiutų tiek akcijų rinkose patenka į raudonąją zoną, kurioje sakoma, jog metodas nėra tikslus ir turi būti tobulinamas. *Istorinis modeliavimo* metodas vėlgi tiek akcijų, tiek valiutų rinkoje patenka į geltonąją zoną, kurioje nėra aišku ar vartotinas modelis, tad būtų tikslinga jį peržiūrėti. *Monte Karlo simuliacijos* metodu išskyrus vieną išimtį modelis yra tinkamas naudoti, nes patenka į žaliąją zoną.

Taigi atliktų empirinių tyrimų duomenimis nei parametrinis variacijos/kovariacijos nei istorinis modeliavimo metodas nėra tinkami naudoti ir turi būti tobulinami. Istorinio metodo tokius rezultatus būtų galima interpretuoti remiantis nagrinėtoju laikotarpiu vyravusia nestabilia ekonomine padėtimi, kuomet akcijų bei valiutų kursų svyravimai buvo sunkiai nuspėjami ir didelė jų kaita. Variacijos/kovariacijos metodo atveju rezultatus galėjo paveikti ir esama ekonominė padėtis, bei tai jog buvo padaryta antros rūšies klaida ir priimta nulinė hipotezė apie duomenų normališkumą, nors ji turėjo būti atmesta.

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

Rizika tapo neatsiejama šiuolaikinės ekonomikos dalis. Išanalizavus įvairių autorių mintis, paaiškėjo, jog nėra vieno visuotinai priimtino rizikos apibrėžimo, nes įvairūs autoriai jį nusako skirtingai pabrėždami vienokius ar kitokius požymius. Vis dėlto rizikos sąvoka dažniausiai nusakoma kaip laukiamų rezultatų nukrypimas, kurį sąlygoja aplinkos kintamumas. Tiek Lietuvos, tiek užsienio autoriai sutaria, jog rizika yra glaudžiai susijusi su pelningumu. Tikimybė gauti didesnę pelną siejama su didesne prisiimta rizika. Šiuo atveju didelis pelnas laikomas kaip kompensacija už prisiimtą didelę riziką.

Sudėtingėjant finansų rinkoms sudėtingėja ir rizikos vertinimo būdai. Dėl vieningo rizikos mato, kuris leistų vienareikšmiškai įvertinti riziką buvo įvestas VaR rodiklis, kuris šiuo metu yra priskiriamas prie sudėtingesnių vertinimo modelių. Standartiškai VaR apibrėžiamas kaip maksimalus tikėtinas nuostolis, kuris turi prasmę tik tada, kai kartu nurodoma nepalankių įvykių tikimybė ir skaičiavimo laikotarpis.

VaR skaičiavimo metodai nuo pirmųjų bandymų iki dabar vertinant riziką kito. Sukurta nemažai metodų variacijų, tačiau rizikos vertei nustatyti dažniausiai naudojami trys tradiciniai metodai: variacijos/ kovariacijos, istorinio modeliavimo, Monte Karlo simuliacijos.

Nėra ir vieno geriausio, absoliučiai tinkamo rizikos vertės apskaičiavimo metodo. Pasirinkimas labiausiai priklauso nuo pasirinkto portfelio struktūros ir jį sudarančių finansinių priemonių specifikos bei rinkos ypatumų.

Dėl plačios praktinio pritaikymo srities VaR metodologija įgijo platų pripažinimą tik svarbu teisingai pasirinkti rizikos vertės vertinimo metodą, tinkamai naudoti ir pritaikyti jį specifinėse situacijose.

Atliktas realus valiutų kursų ir akcijų kainų svyravimų tyrimas vertinant patiriamą riziką, naudojant tris VaR rodiklio skaičiavimo metodus, parodė:

- Visais atvejais didėjant laikymo periodui gaunamos didesnės rizikos vertės.
- Didžiausios rizikos vertės buvo gautos skaičiuojant variacijos/kovariacijos metodu. Tarpinę padėtį užėmė istorinis modeliavimo metodas, o mažiausios vertės gautos naudojant Monte Karlo simuliaciją.
- Monte Karlo simuliacijos metodu apskaičiuotos rizikos vertės didinant iteracijų skaičių stabiliai mažėja.

Nagrinėtų variacijos/kovariacijos, istorinio modeliavimo bei Monte Karlo simuliacijos metodų patikros metu buvo nustatyta:

- Parametrinis variacijos/kovariacijos nėra tinkamas naudoti ir turi būti tobulinamas. Tokius gautus rezultatus galėjo paveikti ir esama ekonominė padėtis nagrinėtoju

laikotarpiu, bei tai jog buvo padaryta antros rūšies klaida ir priimta nulinė hipotezė apie duomenų normališkumą, nors ji turėjo būti atmesta. Norint taikyti šį metodą vertinant riziką reikėtų spręsti portfelio empirinio pasiskirstymo dėsnio lėkštumo ir pasislinkimo problemas įvedant kompensuojančias konstantas, ar turimą empirinį skirstinį pakeisti labiau tinkamu Stjudento, Laplaso, Veibulo ar kt. Atidžiau vertinti statistinių kriterijų statistikas priimant sprendimus, nes statistinis kriterijus kaip parodė tyrimas ne visada parodo normališkumą.

- Istorinis modeliavimo metodas nėra tinkamas naudoti. Istorinio metodo tokius rezultatus būtų galima interpretuoti remiantis nagrinėtuju laikotarpiu vyravusia nestabilia ekonomine padėtimi, kuomet akcijų bei valiutų kursų svyravimai buvo sunkiai nuspėjami ir didelė jų kaita. Kadangi šis metodas išskirtinai istoriniais duomenimis ir nekelia jokių prielaidų apie duomenų pasiskirstymą, tačiau remiasi prielaida, jog praeitis turi atspindėti ateitį, jis pereinamuoju laikotarpiu nėra tinkamas ir sunkiai tobulinamas.
- Monte Karlo simuliacijos metodas tinkamas naudoti esamomis rinkos sąlygomis nagrinėtuju laikotarpiu. Siekiant didesnio tikslumo būtų galima modeliuoti daugiau situacijų su skirtingu iteracijų skaičiumi ir rasti patį artimiausią ir tinkamiausią iteracijų skaičių.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

Knygos:

1. Adams J. (2001) Rizika. Vilnius: Poligrafija ir informatika, p.271
2. Aleknevičienė V. (2005) Finansai ir kreditas. Vilnius: Enciklopedija, p.271
3. Alexander C. (2001) Market Models: A Guide to Financial Data Analysis. John Wiley & Sons, p.445
4. Aksomaitis A. (2002) Tikimybių teorija ir statistika. Kaunas: Technologija, p.347
5. Best P. (1999) *Implementing Value-at-risk*. John Wiley & Sons, p.210
6. Kancerevyčius G. (2006) Finansai ir investicijos. Kaunas: „Smaltija“, p.864
7. Rutkauskas A. V. (2000) Finansų ir komercijos kiekybiniai modeliai. Vilnius: „Technika“, p.504
8. Vaškelaitis V. (2003) Pinigai: komerciniai bankai ir jų rizikos valdymas: teorija ir praktika: monografija, Vilnius: Lietuvos mokslas, p.363
9. Vaškelaitis V. (2006) Pinigai: centriniai bankai ir jų funkcijos. Vilnius: Lietuvos mokslas, p.
10. Urniežius R. (2001) Rizika. Vilnius: Mintis, p.256
11. Lileikienė A., Martinkienė J. (2005) Bankininkystė. Klaipėda: VLVK Redakcijos leidykla, p.112
12. Lydeka Z., Drilingas B.(2001) Firmos ekonomikos pagrindai. Vilnius: Pačiolis, p.309
13. Rachev S.T., Mittnik S. (2000) Stable Paretian Models in Finance. John Wiley & Sons, p.874
14. Ramanauskienė L., Čepinskienė E. (2003) Hipotekinis kreditavimas. Vilnius: Lietuvos bankininkystės, draudimo ir finansų institutas, p.180

Žodynai:

15. Dabartinės Lietuvių kalbos žodynas (DLKŽ) (2000) St. Keinys, J. Klimavičius, J. Palauskas ir kt. Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas
16. Ekonomikos terminų žodynas (ETŽ) (2008) R. Vainienė. Vilnius: Tyto Alba, p.327
17. Tarptautinių žodžių žodynas (TTŽ) (2008) V. Bogušienė, A. Bendorienė. Vilnius: Alma Litera.
18. Dictionary of Banking Terms (2000) T.P. Fitch, Barron's Educational Series, Inc.
19. Dictionary of Business Terms (2000) Jack P. Friedman, Barron's Educational Series, Inc.
20. The Oxford Dictionary (1998) [žiūrėta 2010-04-22]. Prieiga per internetą:

Straipsniai:

21. Bohdalová M. (2007) A comparison of Value-at-Risk methods for measurement of the financial risk // E-Leader, Prague 2007

22. Dzinkevičius A. (2005) Valiutinių pozicijų portfelio rinkos rizikos vertinimo metodų lyginamoji analizė. // *Tiltai, Nr.2(31)/2005, p. 1–13.*
23. Dzinkevičius A. (2004) A comparative analysis of different value at risk estimation methods: empirical evidence // *Verslas: teorija ir praktika T. 5, Nr.4 (2004), p. 182-188.*
24. Dzinkevičius A. (2003) Užsienio valiutų kursų nepastovumo ir kovariacijų prognozavimas // *Ekonomika 2003, Nr.63, p. 1 – 14*
25. Gegužis A. (2003) Neapibrėžtumo ir rizikos samprata ekonomikoje // *Ekonomika Nr.62/2003, p. 63–81*
26. Gronskas V. (2003) Rizika mišrioje ekonomikoje: samprata ir sandara // *Inžinerinė ekonomika Nr.3(34), p. 46 – 53*
27. Kudinska M. (2003) The usage of VaR methods in valuating market risks of a commercial bank // *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai Nr.28/2003, Priedas, p.53 – 60*
28. Pristsker M. (2001) The Hidden Dangers of Historical Simulation. University of California
29. Sakalauskas V. (2004) Trumpalaikių investicijų rizikos tyrimas finansų rinkose // *Informacijos mokslai Nr.30/2004, p. 110 – 118*
30. Sakalauskas V. (2005) Trumpalaikių investicijų rizikos vertinimas naudojant reliatyvios vertės pokyčių // *Informacijos mokslai Nr.35/2005, p. 170 – 178*
31. Simons K. (1996) Value at Risk – New Approaches to Risk Management // *Banking Structure in New England 1993 – 1996, p.3 – 13*
32. Bagdonienė R., Staskevičius J. A. (2000) Užsienio valiutos kurso rizikos matavimo metodai ir jų taikymas Lietuvoje // *Ekonomika Nr.51/2000, p. 115 – 125*
33. Cibulskienė D., Grigaliūnienė Ž. (2007) Modernios portfelio teorijos genezė ir vystymasis // *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos Nr.1(8)/2007, p. 52 – 61*
34. Hull J., White A. (1998) Incorporating Volatility Updating Into The Historical Simulation Method For Value-at-Risk // *Journal of Risk Vol.1. No.1/Fall 1998, p. 5 – 19*
35. Laskienė D., Sniežka V. (2003) Verslo rizikos samprata ir struktūra // *Inžinerinė ekonomika Nr.3(34)/2003, p. 55 – 60*
36. Levišauskaitė K., Kaupytė D. (2005) Risk management in Credit Unions: Tendencies and Impact on the Sector's Development in Lithuania // *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai Nr.33/2005, p.63 – 83*
37. Машарский А., Больших Е. (2003) Развитие „VaR“ – методологии на Латвийском финансовом рынке // *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai Nr.28/2003, Priedas, p.197 – 203*
38. Nedzveckas J., Rasimavičius G. (2000) Investicijų valiutinė rizika ir jos mažinimo būdai // *Ekonomika Nr.51/2000, p. 63 – 73*

39. Nedzveckas J., Aniūnas P. (2007) Transformations in risk management of currency exchange in Lithuanian commercial banks // *Ūkio technologinis vystymas XIII tomas, Nr.3/2007, p. 191–197*
40. 191–197
41. Rockafelllar R. T., Uryasev S. (2000) Optimization of conditional value-at-risk // *Journal of Risk Vol. 2, No. 3/Spring 2000, p. 21 – 41*
42. Rutkauskas A. V., Cibulskienė D. (2004) Valiutų kursų portfelio valdymo modelis – viena finansavimo priemonių // *Socialiniai tyrimai Nr.4/2004, p. 70 – 77*
43. Tamošiūnienė R., Petravičius T. (2006) The Usage of Monte Karlo Simulation Technique to support investment decisions // *Verslas: teorija ir praktika 2006, tomas VII, Nr.2, p. 73 – 80*
44. Varcholová T., Rimarčík M. (2003) Value-At-Risk Methods And Models And Their Application // *BIATEC, Vol. XI, 10/2003, p.*
45. Aniūnas P., Nedzveckas J., Krušinskas R. (2009) Variance – Covariance risk value model for currency market // *Inžinerinė ekonomika Nr.1(61)/2009, p. 18 – 27*
46. Danielsson J., Casper G. de Vries (2000) Value-at-Risk and Extreme Returns, Erasmus University Rotterdam
47. Glasserman P., Heidelberger P., Shahabuddin P. (2000) Efficient Monte Carlo Methods for Value-at-Risk // *Computer Science/Mathematics, (April 12, 2000), p. 5 – 18*
48. Glasserman P., Heidelberger P., Shahabuddin P. (2000) Variance Reduction Techniques for Estimating Value-at-risk // *Management Science, Vol. 46, No.10/October 2000, p. 1349 – 1364*
49. Pena V., Rivera R., Mata J. (2006) Quality Control of Risk Measures: Backtesting VaR Models // *Journal of Risk Vol. 9/No 2, Winter 2006/07*
50. Ševčenko G., Ustimavičius L., Balsevič R. (2004) Rizikos klasifikacija kaip esminis banko rizikos valdymo įrankis // *Ūkio technologinis vystymas X tomas, Nr. 2 /2004, p. 47 – 55*

Konferencijų medžiaga:

51. Dzinkevičius A. (2003) Rinkos rizikos valdymo funkcija komerciniame banke // *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos '2002: E. Galvanausko mokslinės konferencijos medžiaga [Šiauliai, lapkričio 22d.]. Šiauliai: Šiaulių Universiteto leidykla, p. 42 – 45*
52. Dzinkevičius A. (2003) Valiutų portfelio rizikos apskaičiavimas analitiniu būdu. // *Verslas, vadyba ir studijos '2002 I tomas: prof. habil. dr. K. Antanavičiaus (1937–1998) 65–osioms gimimo metinėms paminėti konferencijos medžiaga [Vilnius, lapkričio 21–22 d.]. Vilnius: Technika, p. 32 – 35*
53. Dzinkevičius A. (2002) Vidiniai modeliai finansinės institucijos prekybinio portfelio rizikai valdyti. // *5-osios Lietuvos jaunujų mokslininkų „Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities“ konferencijos medžiaga [Vilnius, vasario 14 d.]. Vilnius: Technika, p. 58–65.*

54. Lileikienė A. (2002) Finansinių sprendimų rizikos įvertinimas // *Ekonomika ir vadyba: aktualijos ir perspektyvos '2002: E. Galvanausko mokslinės konferencijos medžiaga* [Šiauliai, lapkričio 22d.]. Šiauliai: Šiaulių Universiteto leidykla, p. 51 – 54

Duomenų bazės:

55. Dėl vidaus kontrolės ir rizikos vertinimo (valdymo) organizavimo nuostatų (2008). Lietuvos banko valdybos nutarimas 2008 m. rugsėjo 25 d. Nr.149. [žiūrėta 2009-]. Prieiga per internetą: <<http://www.lb.lt/acts/Result.asp?F=120080925149&Y=1999&M=4&D=8&Ye=2010&Me=4&De=15&SS=Ie%F0koti&P=8>>
56. Metodinės rekomendacijos bankams dėl vidinių rinkos rizikos vertinimo modelių taikymo (2002) Patvirtintos Lietuvos banko valdybos 2002 m. lapkričio 28 d. nutarimu Nr.51. [žiūrėta 2010.04.11]. Prieiga per internetą: < www.lb.lt/docs/word/021128rekom.doc >
57. Priežiūrinio tikrinimo ir vertinimo proceso bendrosios nuostatos (2006) Patvirtintos Lietuvos banko valdybos 2006 m. lapkričio 23 d. nutarimu Nr.51. [žiūrėta 2010.04.11]. Prieiga per internetą: < www.lb.lt/docs/word/061123_145prieziur_nuostatos.doc >
58. Ramanauskas T. (2004) Bankų rizikos vertinimas kiekybiniais metodais ir teorinis bankų finansinio turto portfelio optimalaus valdymo modelis: tiriamasis straipsnis [žiūrėta 2010.04.11]. Prieiga per internetą: < <http://sites.google.com/site/finansai123/ekonominiaiityrimai> >

Medžiaga internete:

59. Lietuvos bankas: Statistika – Lito ir užsienio valiutų santykiai. [žiūrėta 2010.04.] Prieiga per internetą: < <http://www.lb.lt/exchange/default.asp> >
60. NASDAQ OMX [žiūrėta 2010.06.07] Prieiga per internetą: <<http://www.nasdaqomxbaltic.com/market/?pg=mainlist&market=XVSE&date=03.09.2007&mylist=1>>

PAGRINDINIŲ SAŲVOKŲ ŽODYNAS

A

Akcijos – tai įvairių tipų akcinių bendrovių leidžiami investicijų vertybiniai popieriai, rodantys, kad jų savininkai – akcininkai dalyvauja formuojant akcinės bendrovės kapitalą ir suteikiantys turtines ir asmenines neturtines teises.

Akcijų kainų rizika – rizika, kad dėl rinkos sąlygų pokyčių pasikeis turimos nuosavybės (akcijų) pozicijų vertė.

Asimetrijos koeficientas (angl. *skewness*) – bedimensė skaitinė charakteristika, apibūdinanti normaliojo skirstinio pasislinkimą.

B

Baziniai aktyvai – aktyvai, kurių rizika tiesiogiai susijusi su jų vertės kitimu.

D

Diversifikacija – tai skirtingų investicinių priemonių įtraukimas į portfelį, kurių vertės kritimas ar kilimas vienu metu yra mažai tikėtinas, siekiant padidinti pelno apimtį ir garantijas bei sumažinti riziką.

E

Ekscesas (angl. *kurtosis*) – tai bedimensė skaitinė charakteristika, apibūdinanti normaliojo skirstinio lėkštumą.

I

Investicinis portfelis – tai investuotojui priklausančių vertybinių popierių ir kito investicinio turto visuma.

Istorinio modeliavimo metodas (angl. *historical simulation*) – metodas, kurį taikant finansinių priemonių rizikos vertė apskaičiuojama panaudojant surinktus duomenis apie rinkos rizikos veiksnių praėjusio laikotarpio pokyčius (istoriją).

L

Laikymo laikotarpis (angl. *holding period*) – numatomas finansinės priemonės laikymo banke laikotarpis. *Laikymo periodu-horizontu* (angl. *holding period*), išreikštas dienomis. Tai laiko tarpas per kurį investicinis portfelis laikomas nekintančiu.

K

Kvantilis (angl.) – atsitiktinio dydžio padėties skaitinė charakteristika

M

Monte Karlo simuliacijos metodas (angl. *Monte Carlo simulation*) – metodas, kurį taikant imituojami įvairūs rinkos rizikos veiksnių pokyčių scenarijai.

N

Naudingumo funkcija – nusako, kuri akcija ar portfelis reikšmingesnis priklausomai nuo stebimos rizikos ir tikėtino pelno.

Normalusis pasiskirstymas (angl. *normal distribution*) – atsitiktinio dydžio reikšmių pasirodymo tikimybių funkcija, grafiškai interpretuojama simetriško varpo formos kreive.

P

Pasikliautinis intervalas (angl. *confidence interval*) – leistinos rizikos lygis t.y. sritis tarp dviejų vertinamojo parametro reikšmių, kuriai su tam tikra tikimybe priklauso vertinamasis parametras.

Pelningumas – santykinis matas, kuris vertina esamą finansinės priemonės ar net viso portfelio vertę su kažkokia pradine jo verte.

Portfelis – tai fiziniam ar juridiniam asmeniui priklausančių įvairių vertybinių popierių visuma.

Procentilis (angl. *percentile*) – atsitiktinio dydžio skaitinė charakteristika, lygi eilės kvantiliui.

R

Rinka – tai visuomenės sukurta institucija, kuri paskirsto turimus išteklius pagal jų paklausą.

Rizika – tai nuostolio atsiradimo tikimybė, laukiamų rezultatų nukrypimas, kurį sąlygoja aplinkos kintamumas.

Rizikos vertė – tai įvertintas įmonės/banko tam tikros pozicijos ar prekybinio portfelio galimas didžiausias nuostolis dėl rinkos parametro pasikeitimo per pasirinktą ar pozicijos laikymo laikotarpį su pasirinktu pasiklovimo lygmeniu.

Rinkos vertė – tai rodiklis, parodantis, kiek rinkos dalyviai pasirengę mokėti už akciją, ar net portfelį.

V

Valiutos kursas – tai vienos šalies piniginių vienetų išraiška kitos šalies piniginių vienetais t.y. vienos valiutos perskaičiavimo į kitą koeficientas.

Valiutinė rizika – tai pavojus patirti valiutinius nuostolius, kurie gali susidaryti dėl užsienio valiutos kursų pasikeitimų nacionalinės valiutos atžvilgiu, atliekant užsienio prekybos, kreditines ir kitas valiutines operacijas.

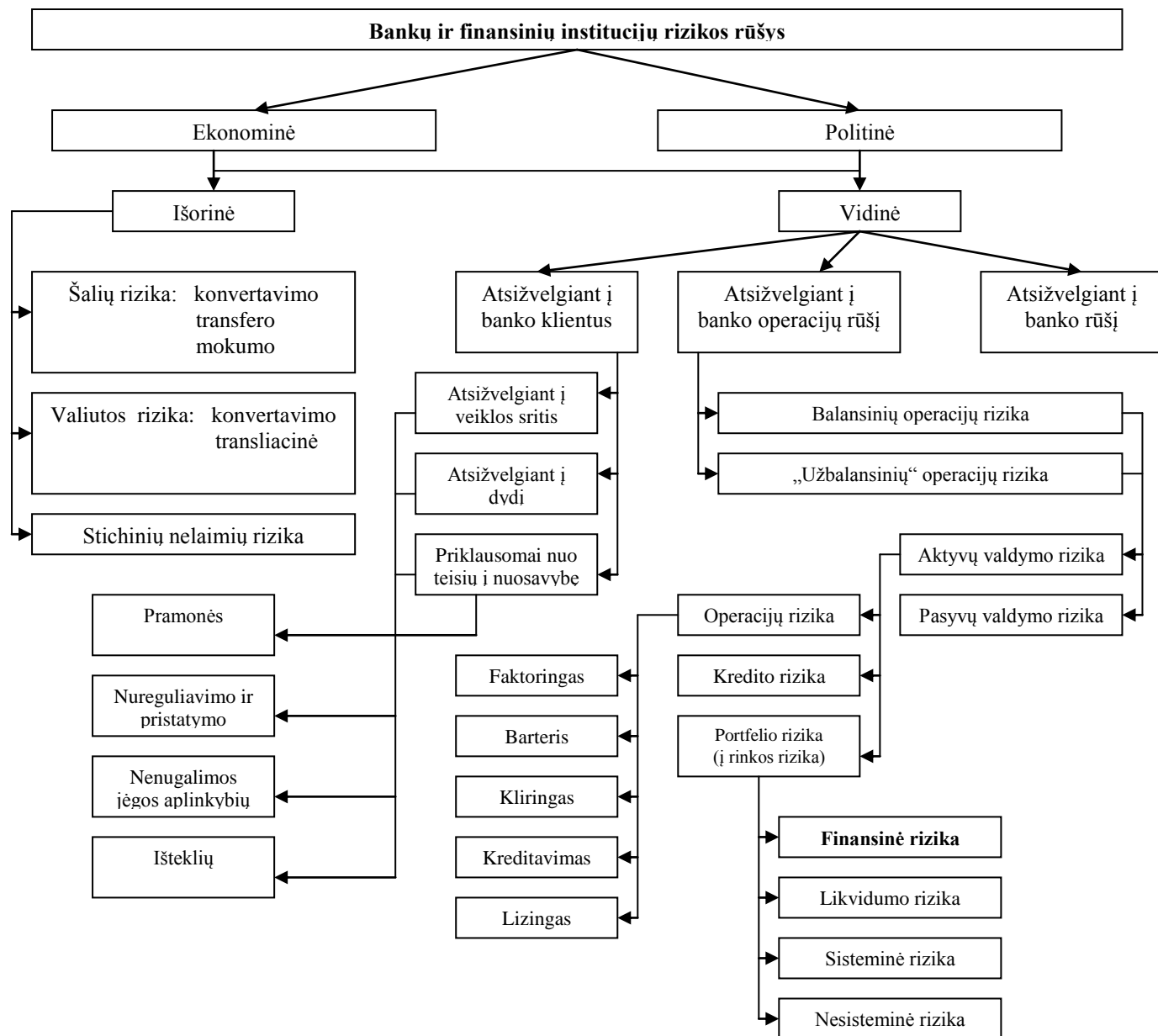
VaR modelis (angl. *value-at-risk*) – statistinis modelis, kurį taikant išmatuojama potenciali ekonominių nuostolių rizika.

VaR modelio rezultatas – finansinių priemonių portfelio potencialių nuostolių dėl rinkos kainų kitimo kiekybinis įvertinimas tam tikru laikotarpiu su tam tikra tikimybe.

Variacijos – kovariacijos metodas (angl. *variance/covariance method*) yra parametrinis metodas, kurį taikant apskaičiuojama finansinių priemonių rizikos vertė.

PRIEDAI

Apibendrinta bankų rizikų schema



Šaltinis: G. Ševčenko, L. Ustinovičius, R. Balsevič Rizikos klasifikacija kaip esminis banko rizikos valdymo įrankis // Ūkio technologinis ir ekonominis vystymasis / 2004, X tomas, Nr.2., p. 47-56

Finansų rizikos rūšys ir jų valdymo specifiška

Rizikos rūšis	Rizikos valdymas
<p>RINKOS RIZIKA:</p> <p>Palūkanų normos rizika – rizika, kad palūkanų normų pokyčiai gali neigiamai paveikti instrumento pozicijos ar portfelio vertę arba finansinės institucijos padėtį ir pelną apskritai.</p> <p>Užsienio valiutos (valiutinė) rizika - tai pavojus patirti valiutinius nuostolius, kurie gali susidaryti dėl užsienio valiutos kursų pasikeitimų nacionalinės valiutos atžvilgiu.</p> <p>Akcijų kainų rizika – rizika, kad dėl rinkos sąlygų pokyčių pasikeis turimos nuosavybės (akcijų) pozicijų vertė.</p> <p>Biržos prekių kainos rizika – rizika, kad dėl rinkos sąlygų pasikeitimų pasikeis turimų žaliavinių prekių vertė.</p>	<p>Palūkanų normos rizika dažniausiai valdoma:</p> <ul style="list-style-type: none"> • paskolų sutartyse numatant periodiškai peržiūrėti palūkanų normos procentą. • suderinant aktyvus ir įsipareigojimus pagal grąžinimo terminus. • apsidraudžiant išvestiniais finansiniais instrumentais (ateities sandoriais, opcionais). <p>Ši rizika veikia visus finansinius instrumentus, tačiau labiausiai – skolos (fiksiuotų pajamų) instrumentus ir išvestinius instrumentus, sukurtus remiantis skolos instrumentais.</p> <p>Valiutinę riziką yra siūloma mažinti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • pasirenkant savo nacionalinę valiutą kaip atsiskaitymo valiutą. • įtraukiant į sutartį sąlygas keičiančias piniginių įsipareigojimų sumas priklausomai nuo valiutos kurso pokyčio. • apsidraudžiant išvestiniais finansiniais instrumentais (forvardais, fjučeriais ir opcionais).

KREDITO RIZIKA	<p>Kredito rizikos valdymas apima sprendimų priėmimo procesą tiek prieš kredito suteikimą, tiek ir po to, taip pat ir visą kontrolės ir atsiskaitymų procesą. Reiktų pažymėti, jog daugiausia dėmesio turėtų būti skirta kredito rizikos analizei prieš išduodant paskolą, nes būtent tada atsiskleidžia svarbiausi rizikos veiksniai, įvertinama jų įtaka potencialaus skolininko galimybėms laiku mokėti palūkanas ir grąžinti kreditą.</p> <p>Kadangi paskolos sudaro apie 60 % bankų turto, svarbiausia bankų veiklos rizikos sritis gali būti laikoma kreditinė (kredito) rizika.</p>
LIKVIDUMO RIZIKA	<p>Banko likvidumo valdymas gali būti apibūdinamas kaip lėšų sukūrimo procesas numatantis sutartinių įsipareigojimų įvykdymą laiku. Šis procesas apima daugelį banko veiklos sričių ir praktiškai neįmanoma apibrėžti vieno valdymo metodo. Šis daugialypiškumas leidžia teigti, jog likvidumo rizikos įvertinimas ir valdymas yra kompleksinis reiškinys reikalaujantis detalios analizės, kuria būtų siekiama įvairiapusiškai įvertinti šią rizikos rūšį.</p> <p>Likvidumo rizika atsiranda tada, kai bankas nesugeba laiku ir efektyviai vykdyti įsipareigojimų dėl likvidžių lėšų trūkumo. Pagal Lietuvos įstatymus likvidumas turi būti ne mažesnis kaip 30 proc., tačiau aukštas likvidumas taip pat nėra gerai ir turi neigiamos įtakos pelningumui.</p>
OPERACINĖ RIZIKA	<p>Operacinės rizikos specifika pasireiškia finansinių nuostolių atsiradimu ne tik vykdant finansines operacijas, bet apima visą einamąją kompanijos veiklą ir orientuotą į verslo procesus, jų kontrolę ir numatytų reikalavimų atitikimą.</p>

Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Baltijos Oficialus prekybos sąrašas 2007-09-03 (Vilniaus (VNL) rinka)

Eil. Nr.	Trumpinys	Pavadinimas	Kaina (pask.)
1.	APG1L	„Apranga“	19,19 Lt
2.	CTS1L	„City Service AB“	15,70 Lt
3.	PTR1L	„Panevėžio statybos trestas“	20,31 Lt
4.	PZV1L	„Pieno žvaigždės“	5,30 Lt
5.	RST1L	„Rytų skirstomieji tinklai“	3,90 Lt
6.	RSU1L	„Rokiškio sūris“	67,25 Lt
7.	SAB1L	„Šiaulių bankas“	3,92 Lt
8.	SAN1L	„Sanitas“	31,62 Lt
9.	SNG1L	„Snaigė“	8,70 Lt
10.	TEO1L	„TEO LT“	2,40 Lt
11.	UKB1L	„Ūkio bankas“	4,89 Lt
12.	UTR1L	„Utenos trikotažas“	5,85 Lt
13.	VBL1L	„Vilniaus baldai“	22,00 Lt

Šaltinis: sudaryta darbo autorės, remiantis NASDAQ OMX duomenimis

Hipotezių tikrinimo procedūra

Normalumo sąlygai tikrinti keliamo hipotezė H_0 ir jos alternatyva H_1 :

$$H_0 : F(x) = \Phi(x, \mu, \sigma)$$

$$H_1 : F(x) \neq \Phi(x, \mu, \sigma)$$

čia $F(x)$ – žinoma empirinė pasiskirstymo funkcija,
 $\Phi(x)$ – standartinio normaliojo skirstinio pasiskirstymo funkcija.

χ^2 KRITERIJUS

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^K \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} ,$$

čia K – intervalų skaičius,

O_i – stebimas dažnis t.y. empirinis reikšmių skaičius i -ajame intervale

E_i – tikėtinas dažnis t.y. teorinis reikšmių skaičius i -ajame intervale.

Išvados:

- Jei statistikos χ^2 konkreti reikšmė $x_n^2 \geq \chi_p^2(k-1)$, hipotezę H_0 *atmetame*;
- Jei statistikos χ^2 konkreti reikšmė $x_n^2 < \chi_p^2(k-1)$, hipotezę H_0 *priimame*;

P.S. Konkreti $\chi_p^2(k-1)$ reikšmė imama iš χ^2 skirstinio kvantilių $\chi_p^2(k-1)$ lentelės.

KOLMOGOROVO – SMIRNOVO KRITERIJUS (K-S)

$$D_n = \max_x [F_0(x) - S_n(x)]$$

čia $S_n(x)$ – empirinio skirstinio funkcija,

$F_0(x)$ – teorinio pasiskirstymo funkcija,

n – imties tūris.

Išvados:

- Jei statistikos D_n konkreti reikšmė $d_n \geq D_n$, hipotezę H_0 *atmetame*;
- Jei statistikos D_n konkreti reikšmė $d_n < D_n$, hipotezę H_0 *priimame*;

P.S. Konkreti d_n reikšmė imama iš D_n skirstinio $D_p(n)$ kritinių reikšmių lentelės.

SHAPIRO – WILKSO KRITERIJUS (S-W)

$$W = \frac{b^2}{S^2}, \quad \text{kur} \quad S^2 = (n-1)s^2, \quad b^2 = \sum_{i=1}^n a_{n-i+1} (X_{n-i+1} - \bar{X}_i), \quad i = \overline{1, k}$$

čia s^2 – empirinio skirstinio funkcija dispersija,

n – imties tūris.

a_{n-i+1} – konstanta, kuri .

k – kai n lyginis, tada $k = n/2$, jei n nelyginis, tada $k = (n-1)/2$,

Išvados:

Shapiro – Wilkso statistikos reikšmių kitimo sritis $0 < W < 1$.

- Reikšmingai didelės statistikos W reikšmės (pvz.: 0,90) hipotezę H_0 atmeta;
- Mažos statistikos W reikšmės (pvz.: 0,05) leidžia hipotezę H_0 priimti.

Statistikų reikšmių lentelė

	p		
	$k-1$	0,95	0,99
$\chi_p^2(k-1)$	1	3,84	6,63
	2	5,99	9,21
	3	7,81	11,3

	5	11,1	15,1
	6	12,06	16,8
$d_{p,n}$	1	0,975	0,955
	2	0,842	0,812

	35	0,230	0,270
	> 35	<u>1,36</u>	<u>1,63</u>
		O N	O N

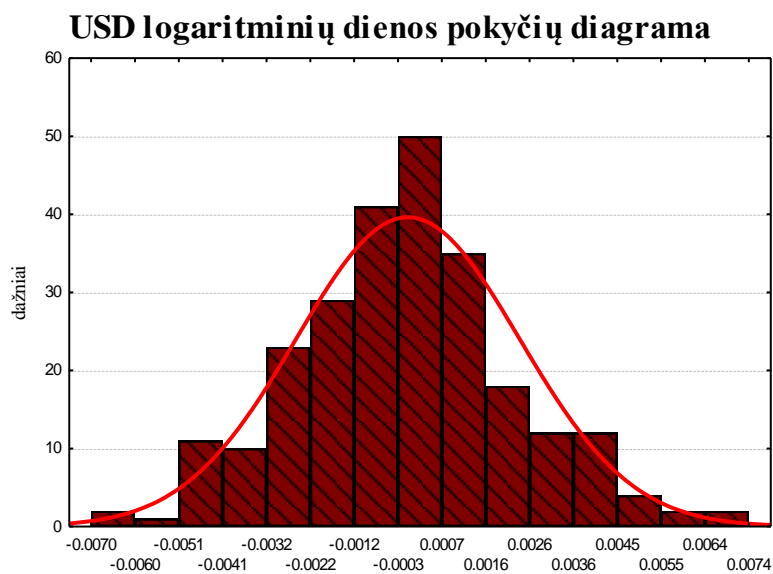
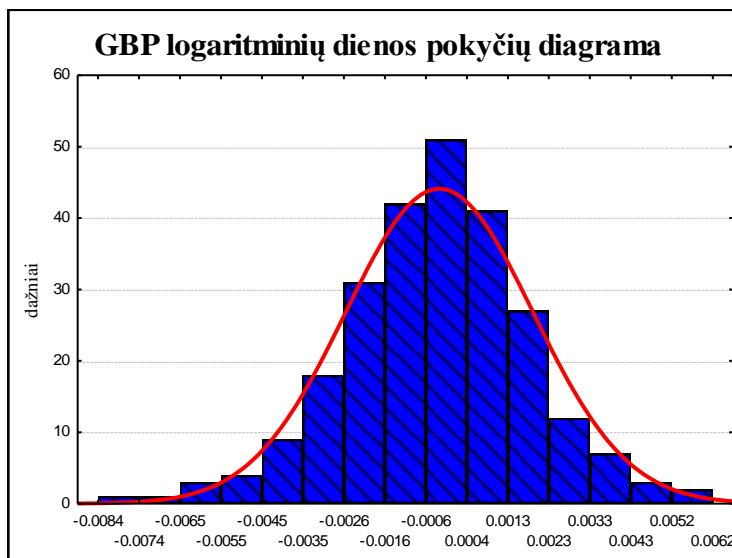
Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Išvadas apie hipotezės H_0 teisingumą taip pat parodo p -reikšmė:

- Jei statistikos p -reikšmė $p < \alpha$, hipotezę H_0 atmetame;
- Jei statistikos p -reikšmė $p \geq \alpha$, hipotezę H_0 priimame;

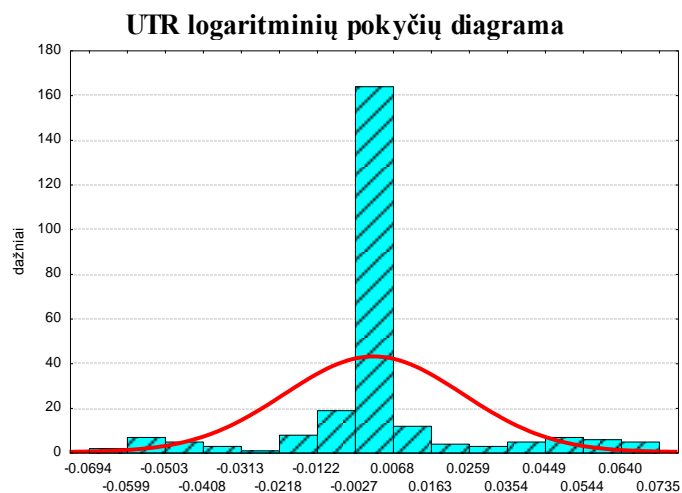
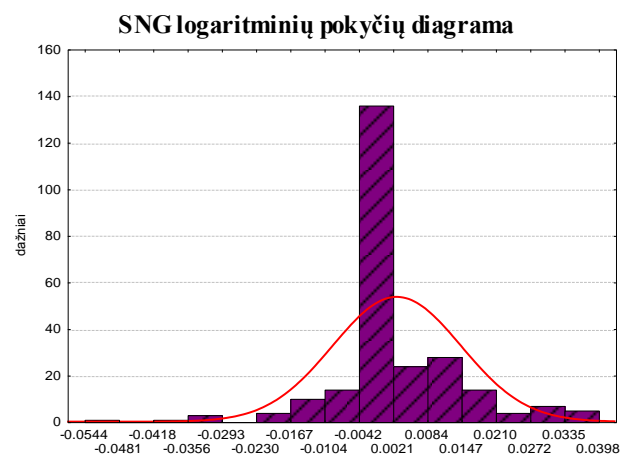
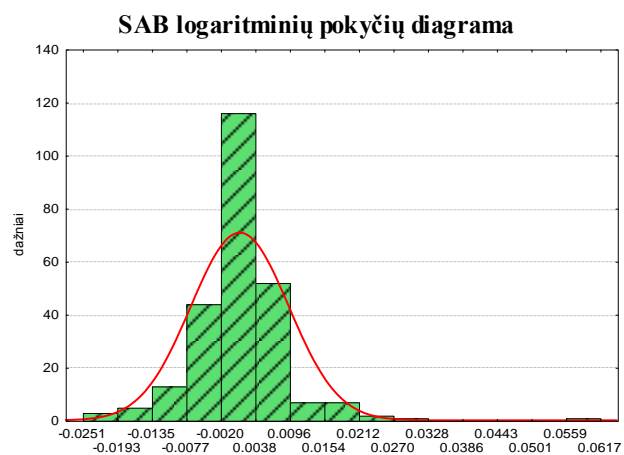
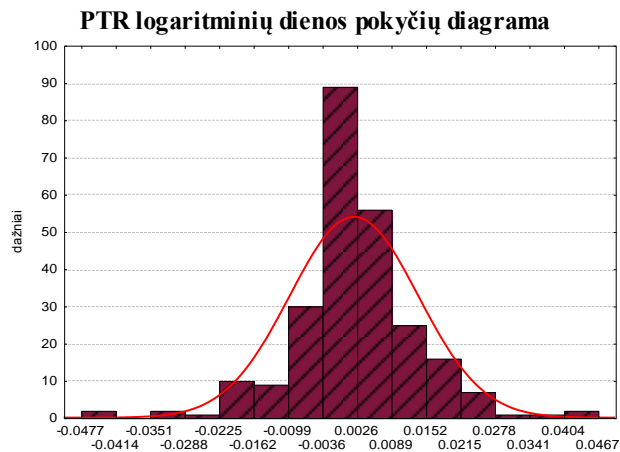
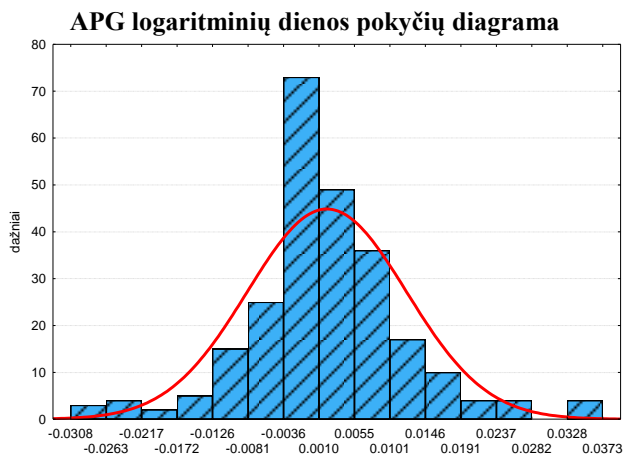
P.S. Pirmos rūšies klaidos tikimybė arba dažnai vadinamas reikšmingumo lygmuo α , paprastai yra lygus 0,1 ; 0,05; 0,01

Valiutų portfelį sudarančių aktyvų logaritminių dienos pokyčių histogramos



Šaltinis: sudaryta darbo autorės

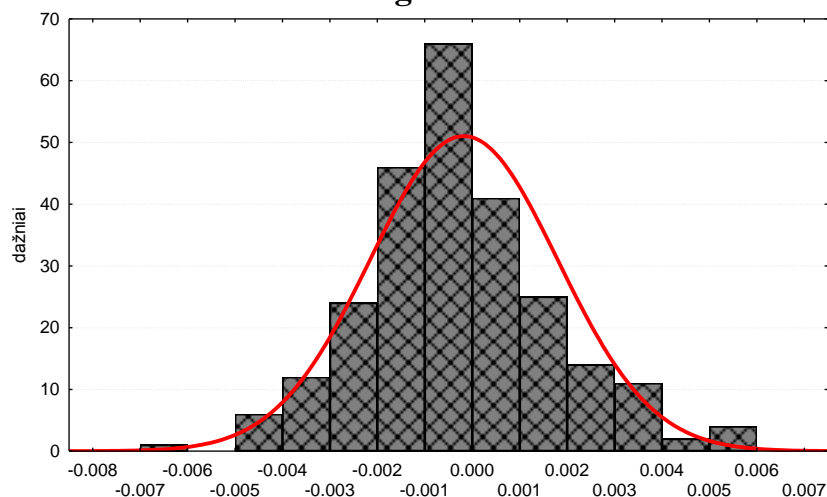
Akcijų portfelį sudarančių aktyvų logaritminių dienos pokyčių histogramos



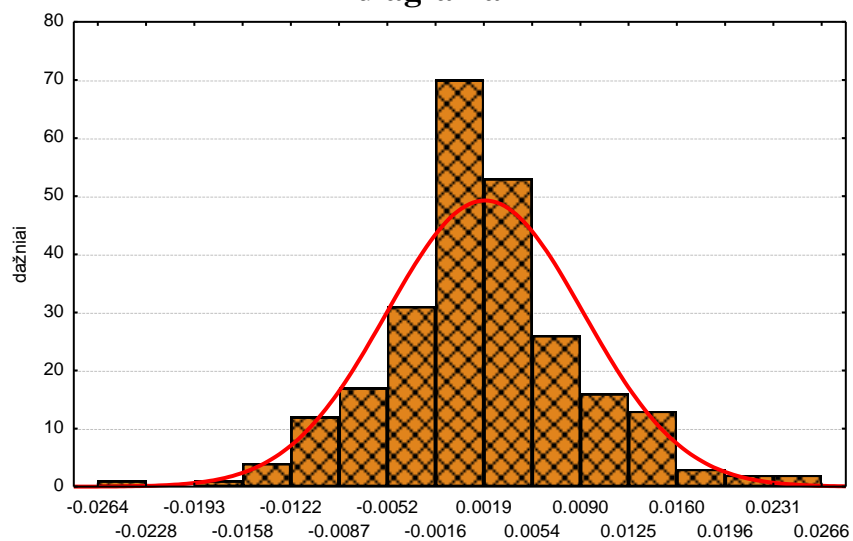
Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Valiutų ir akcijų portfelių logaritminių dienos pokyčių histogramos

VALIUTŲ PORTFELIO dienos logaritminių pokyčių diagrama



AKCIJŲ PORTFELIO logaritminių dienos pokyčių diagrama



Šaltinis: sudaryta darbo autorės

Valiutų ir akcijų portfelius sudarančių aktyvų koreliacijų matricos

VALIUTŲ PORTFELIO koreliacinė matrica

	GBP	USD
GBP	1.000000	0.431982
USD	0.431982	1.000000

AKCIJŲ PORTFELIO koreliacinė matrica

	APG	PTR	SAB	SNG	UTR
APG	1.000000	0.385290	0.473570	0.019870	0.005647
PTR	0.385290	1.000000	0.288383	0.077034	0.053909
SAB	0.473570	0.288383	1.000000	0.156443	0.006527
SNG	0.019870	0.077034	0.156443	1.000000	0.068285
UTR	0.005647	0.053909	0.006527	0.068285	1.000000

KORELIACINIO RYŠIO ĮVERTINIMAS

<i>r</i> reikšmė	Vertinimas
0,00 – 0,19	Labai silpnas tarpusavio ryšys
0,20 – 0,39	Silpnas ryšys
0,40 – 0,69	Vidutinis ryšys
0,70 – 0,89	Stiprus ryšys
0,90 – 1,00	Labai stiprus tarpusavio ryšys