

Adekvataus pelno galimybių nevienareikšmiškumui investicijų portfelio sudarymas

Aleksandras Vytautas Rutkauskas

Prof. habil dr., Vilniaus Gedimino technikos universiteto Verslo ekonomikos katedra
Saulėtekio al. 11, Vilnius, LT-2040,
Tel./faks: (370 2) 76 79 19
El. paštas: ar@vv.vtu.lt

Vytautas Rutkauskas

doktorantas
VGTU Verslo ekonomikos katedra
Saulėtekio al. 11, Vilnius, LT-2040,
Tel./faks: (370 2) 76 79 19

Straipsnyje nagrinėjamos šiuolaikinės investavimo teorijos (modern investment theory) plėtotės, atsižvelgiant į nevienareikšmiškai nusakomas investicijų pelningumo galimybes, problemas. Tai atliekama pasiūlant adekvatų pelno galimybių nevienareikšmiškumo aprašymui investicijų portfelį ir pagrindžiant jo sudarymo bei naudojimo schemas. Adekvataus modelio sudarymas ir praktinis naudojimas grindžiamas kompiuterizuotomis imitacinėmis technologijomis. Pateikti konkretūs tiek adekvataus modelio, tiek imitacinių technologijų naudojimo pavyzdžiai. Darbą sudaro trys skyreliai: 1. Šiuolaikinės investavimo teorijos tapimas ir plėtotės prielaidos, kuriame apžvelgti svarbiausi šios teorijos rezultatai ir akivaizdžiausias sprendžiamas problemas. 2. Portfelio, kaip investavimo priemonės, galimybės ir ribotumai, aptarus pagrindines investavimo problemas, kurios sprendžiamos šiuolaikinio (klasikinio) portfelio pagalba, iškeliamą pelno galimybių nevienareikšmiškumo svarba, į ką klasikinėje portfelio teorijoje nėra atsižvelgiama. 3. Portfelio, adekvataus pelno galimybių nevienareikšmiškumui įvertinti, sudarymas ir panaudojimas, kuriame pateikiama tokio portfelio koncepcija ir aiškinamos praktinio taikymo galimybės. Darbe adekvatus (visiškai tinkamas) pelno galimybių nevienareikšmiškumui įvertinti portfelis įvardijamas adekvačiumi modeliu, o portfelio matematinio modelio geometrinis atvaizdas – geometriniumi modeliu.

1. Šiuolaikinės investavimo teorijos tapimas ir plėtotės prielaidos

Laikomasi nuomonės, kad pats XX a. vidurys yra šiuolaikinės investavimo teorijos kūrimosi pradžia. Iki tol galiojusį investavimo kriterijų, nuostatų ir taisyklių visumą buvo galima pakeisti vienu teiginiu, galiojusiu kiekvienai investicijai, – pirkti pigiau ir parduoti brangiau. Šiuolaikinė investavimo teorija kiekvieną investiciją pradėjo seikėti dviem parametrais – jos pelningumu ir rizika, ir kiekvienos investicijos galimybes nagrinėti tik kaip jų sąveiką – portfelį. Taip

atsirado būtinybė pažinti visus galimus portfelio aktyvų tarpusavio ryšius, kuriuose ir slypi investicijų visumos valdymo galimybės.

Šiuolaikinės investavimo teorijos kūrimo atskaitos tašku laikomas H. Markowitz'o darbas apie investicijų portfelio sudarymą ir optimizavimą [1]. Visuotinai pripažinta, kad po šio darbo pasirodymo vienašalį požiūrį į investicijos pelningumą pakeitė dvispektis požiūris – investicijos pelningumas ir to pelningumo nepastovumas (rizika) nagrinėjami kaip tarpusavyje susiję, paskiros investicijos nagrinėjamos jų tarpusavio sąveikoje.

H. Markowitz'o darbo idėjoms pasklidus tarp jo mokinių ir investavimo proceso tyrinėtojų prasidėjo ypač spartūs šiuolaikinės investavimo teorijos ir portfelio teorijos kūrimo etapai. Šioje tyrimų srityje buvo paskirta ganėtinai daug Nobelio premijų.

Suprantama, prie investavimo teorijos intensyvesnės plėtotės prisidėjo ir tai, kad pats investavimo teorijos objektas yra labai svarbus nagrinėjant kartų sąveikos ekvivalentumą. Nuo teisingos investavimo strategijos gali priklausyti ne tik paskirų šalių ar regionų gerovė, bet ir žmonijos ateitis.

Kita vertus, ir pati portfelio teorija, kaip investavimo sprendimų paieškos būdas, peraugo investicijų portfelio sąvokos rėmus ir tapo labai konstruktyvia sisteminės analizės išraiška daugelyje tyrimo sričių. Visų pirma to pavyzdžiu gali būti F. Modigliani'o ir M. H. Miller'io [4] bei H. Rubinstain'o [5] darbai, kuriuose bandoma iš principo pervertinti korporacijos finansų sprendimus, parenkant juos portfelio ideologijos ar šiuolaikinės investavimo teorijos požiūriu.

Tiesa, pakeliui į šiuolaikinę investavimo teoriją jau anksčiau buvo gauta keletas fundamentalių rezultatų, pagreitinusių šiuolaikinės teorijos tapsmą, o gal ir nurodančių gaires tolesnei šios teorijos plėtotėi. Tai I. Fisher'io palūkanų normos analizės rezultatai [6] ir J. B. William'o teoriniai investavimo vertės pagrindai, suformuoti dar 1938 m. [7]. Tačiau ypač svarbu paminėti T. H. Knight'o darbą, kuriame buvo suformuotas būtinumas atsižvelgti į procesų nedeterminuotumą, kartu plėtojant ir naudingumo teorijos pagrindus [8].

Vėlesnė tyrimų gausa ir daugiaspektiškumas iš tikrųjų komplikuoja galimybę išdėstyti rezultatus jų nuoseklumo eile ar netgi jų pirmenybiniu priskyrimo paskiriems autoriams požiūriu.

Tačiau neginčytina tai, kad J. Tobin'o darbai (žr. pvz. [9]) buvo H. Markowitz'o idėjų išplatinimas ir adaptavimas makroekonomikai, o N. F. Sharp'o [10], [11], J. Linther'io [12], J. Mosin'o [13] darbai lėmė tai, kad daugiau kaip dešimtmetį po jų pasirodymo pagrindinė investavimo teorijos idėja buvo ta, kurią suformulavo H. Markowitz'as ir kurią šie autoriai sėkmingai plėtojo. Tyrimų gausa ir rezultatų svarumas, kurie lydėjo šiuolaikinės investavimo teorijos vystymą, būrė ir ja abejojančių gretas.

Ne tik dėl poreikio turėti vis adekvatesnes investavimo sprendimų analizes ir įgyvendinimo valdymo priemones, bet ir todėl, kad socialiniuose moksluose, kuriems priklauso ir investavimo teorija, net ir aptakiausiai suformuluotuose dėsniuose visuomet yra daugiau išimčių negu besąlygiškos tiesos, atsirado vis daugiau abejonių dėl kai kurių portfelio teorijos rezultatų ir visų pirma pagrindinio kapitalo vertinimo modelio (Capital asset pricing model – CAPM) adekvatumo. R. Roll'is [14] išreiškė abejones dėl kai kurių portfelio teorijos rezultatų ir visų pirma CAPM verifikavimo galimybių. Savo ruožtu, S. Ross'as pasiūlė vadinamąjį arbitražo vertinimo modelį (arbitrage pricing model – APM) [15], kuris, kalbant pelningumo ir rizikos kategorijomis, remiasi prielaida, kad pelno ir rizikos santykis turi būti toks, kuris nelicistų gauti pastovios naudos vien iš arbitražo sandorių. Arbitražo teorijos šalininkai S. Ross'as ir R. Roll'is įsitikinę [16], kad APM bent galima patikrinti empiriškai.

Pagrindinės priemonės, kuriomis remiasi arbitražo modelis, – tai iš esmės yra efektyvios rinkos egzistavimas, kurios galimybės buvo aktyviai nagrinėjamos visą septintąjį dešimtmetį (žr. pvz. R. H. Cootner [17] bei paminėtus [14], [15], [16] darbus). Kaip efektyvios rinkos egzistavimo hipotezės pripažinimas gali būti

traktuojama ir vadinamo Black'o–Scholes'o modelio idėja [18], kuri remiasi nerizikingo sandorio prielaidos galimybe, kai šalia bazinio aktyvo naudojamas ir pasirinkimo sandoris šiam aktyvui. F. Black'o, M. Scholes'o ir ypač R. Merton'o [19] darbai apskritai buvo praktinio pobūdžio dar ir tuo požiūriu, kad portfelio pelningumo galimybės buvo pradėtos nagrinėti kaip funkcija nuo jo aktyvų pelno galimybių ir skirstinių.

Neatslūgstant dėmesiui šiuolaikinės investavimo teorijos adekvatumo problemoms, kartu daug abejonių keliama ir patiems naujausiems jos teiginiams, o kartu ir visai finansų teorijai. To pavyzdžiu gali būti vadinamoji chaoso teorija, kurios šalininkai teigia, kad šiuolaikinės finansų (ekonomikos) teorijos dėsniai – tai greičiau išimtis, o ne taisyklės [20]. Iš tikrųjų daugelį finansų teorijos ir šiuolaikinės investavimo teorijos teiginių traktuotuoju vienareikšmiškai, nemažai praktinių atvejų nepakliūtų į šių teorijų galiojimo sritis, nors visiškai aišku, kad teorijos ir praktinio vyksmo logika yra vienoda. To prieštaravimo priežasčių reikia ieškoti vis dar galiojančiose vienareikšmiškumo (determinuotumo) prielaidose net ir ten, kur procesai aprašomi tikimybių teorijos pagalba.

Bandant konkrečiai suvokti, iš kur atsiranda pagrindinių klasikinės investavimo teorijos teiginių kontraargumentai arba tos teorijos išvadų neadekvatumas nagrinėjamos tikrovės faktams, visų pirma reikėtų pabrėžti prielaidų apie efektyvumo linijos sąlyginumą. Viena vertus, efektyvumo linijos egzistavimas tradicinių portfelio rizikos ir vidutinio pelningumo sąveikų požiūriu – tai matematinė-loginė kiekvieno investicijų rinkinio vienos iš savybių išraiška. Tačiau, kita vertus, reali vidutinės portfelio pelningumo reikšmės egzistencija, t. y. galimybės, kad portfelio pelningumas lygus vidutinei reikšmei, lygi

nuliui, jeigu bent vieno iš portfelio aktyvų pelno galimybių skirstinys nėra diskretusis. Todėl konstruktyvus situacijos nagrinėjimas galimas tik pasitelkiant efektyvumo linijos galimybių skirstinio – efektyvumo zonos sąvoką, kuri visiškai nusako visas portfelio pelningumo galimybes jų skirstiniais, gautais kiekvienam realiai egzistuojančiam portfelio standartinio nuokrypio lygmeniui (žr. 1 pav.).

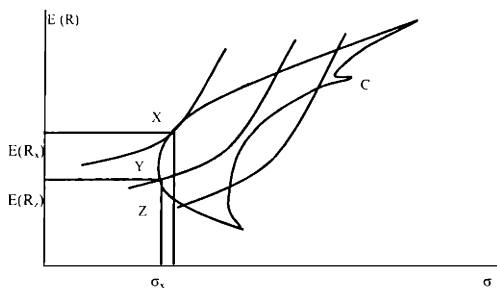
2. Portfelio, kaip investavimo valdymo priemonės, pagrindinės galimybės ir ribotumai

Portfelis – tai įvairių turto rūšių rinkinys, priklausantis kokiam nors institucijai ar individui, kurio sudarymo principai remiasi turto rūšių ir rinkinio proporcijų panaudojimu, siekiant naudoti portfelio savininkui. Finansų portfelis – tai finansų aktyvų rinkinys. Tiesa, portfelio turinys gali būti labai įvairus. Be aktyvų (teisių) portfelio gali būti ir įsipareigojimų (pasyvų) portfelis, arba mišrus.

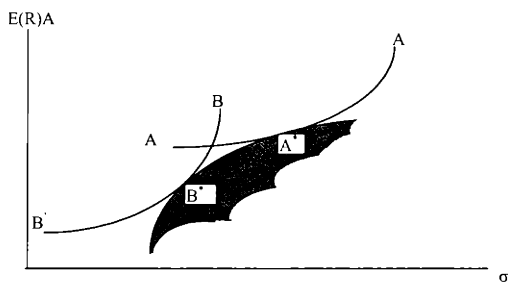
Įprasta, jeigu portfelis susideda iš A_1, A_2, \dots, A_n aktyvų, sakoma, kad portfelis turi sandarą w_1, w_2, \dots, w_n ($w_1 > 0, w_1 + w_2 + \dots + w_n = 1$) ir portfelio vertė $v = w_1 a_1 + w_2 a_2 + \dots + w_n a_n$, kur a_i yra i -tojo aktyvo vertė.

Vertybinių popierių portfelio teorija – tai žinių sistema, su kurios pagalba investuotojas gali pasiekti didžiausią numatomą pelną iš įvairių – tiek rizikingų, tiek nerizikingų – vertybinių popierių rinkinių. Kertinės problemos, kurias sprendžia portfelio teorija, – tai galimų portfelio visumos nustatymas, efektyviosios portfelio linijos suradimas, optimalaus kiekvienam investuotojui portfelio parinkimas.

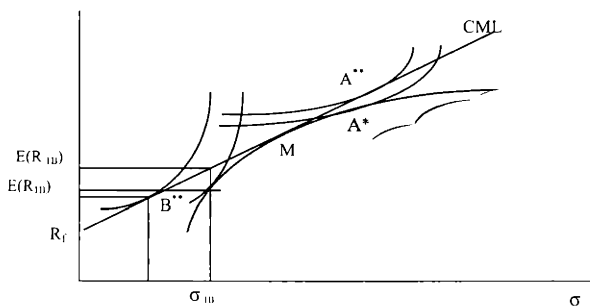
Kad būtų lengviau suprasti iškeltų problemų sprendimą reikia įsigilinti į šių problemų geometriją, o tiksliau į plokštumą, kurioje vaizduojami sprendimo kriterijai ir patys sprendimai.



a) Geriausios alternatyvos iš turimų galimybių parinkimas



b) Gaubiančioji kreivė su dviejų investuotojų bešališkumo kreivėmis



c) Kapitalo rinkos tiesė (KPT)

1 pav. Portfelio sprendimų paieškos variantai

Įprasta, kad ordinacių ašyje yra atidedamos portfelio pelningumo vidutinės reikšmės, o absčių ašyje – to paties pelningumo nepastovumo (rizikos) matas, t. y. vidutinis standartinis nuokrypis. Taigi skirtingose koordinacių ašyse atidedami to paties tikimybės skirstinio vidurkis ir standartinis nuokrypis. Pasirinkę aibę aktyvų su žinomomis jų pelningumo ir vidutinio standartinio nuokrypio reikšmėmis ir tarę, kad investuotojo portfelyje kiekvienas aktyvas gali užimti dalį, kintančią nuo 0 iki 1, turėsime vadinamąją visų galimų portfelių aibę (žr. 1a pav.). Taip nustatoma galimų portfelių visuma, arba investuotojo pasirinkimų aibė.

Tokia galimų portfelių aibės forma gaunama grynai dėl matematinių atsitiktinių dydžių ir jų svertinių sumų savybių. Linija YB vadinama efektyviaja linija (*efficiency line*) ir yra gaubiančiosios kreivės AB dalis. Šios linijos turi išskirtinai svarbią reikšmę nagrinėjant ir aiškinant paskiras portfelio savybes. Efektyvioji linija – tai galimų portfelių, turinčių tam tikrą rizikos lygmenį, pelno vidurkių maksimumų linija.

Jau minėta, kad portfelio kaip investavimo teorijos priemonės, misija – turinčių tam tikrų savybių investicijų rinkinio sandaros – w_1, w_2, \dots, w_n , leidžiančios maksimizuoti portfelio pelningumą, esant tam tikram rizikos lygmeniui, arba minimizuoti riziką, esant pasirinktam pelno lygmeniui, suradimas. Tolesniems samprotavimams būtina prisiminti bendrosios rizikos skirstymą į sisteminę ir nesisteminę rizikas. Žinoma, kad esant pakankamai dideliame investicijų kiekiui portfelyje, jam praktiškai būdinga tik sisteminė rizika, t. y. ta rizikos dalis, kuri būdinga visai (šalies, regiono, pasaulio) ekonominei sistemai. Toliau bus nagrinėjama tik sisteminė bendrosios rizikos dalis.

Paskutinės iš trijų problemų, sprendžiamų portfelio teorijos pagalba, t. y. optimalaus port-

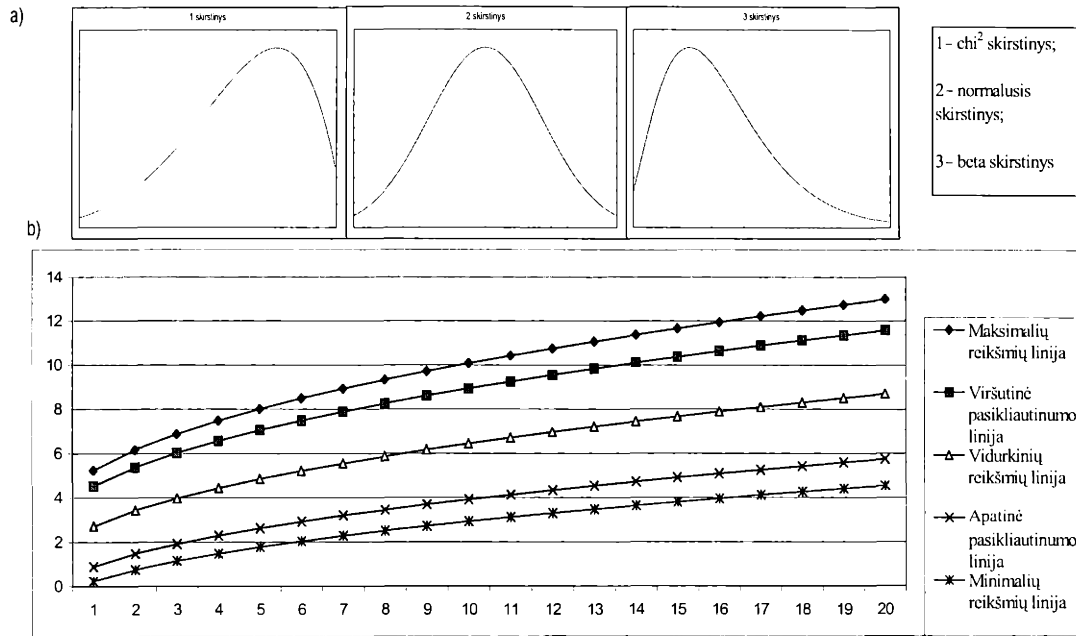
felio paskiram investuotojui parinkimas iš galimų portfelių aibės – tai portfelio, esančio ant efektyviosios linijos, parinkimas. Labai svarbu pabrėžti, kad portfelio teorijoje investicijos (jų rinkiniai) nagrinėjami ne tiesioginėje nuo investuotojo galimybių aplinkoje, o atsižvelgiant į investuotojo naudingumą. Tai išskirtinis portfelio teorijos maksimizavimo kriterijų bruožas.

Tiesa, šiuolaikinėje portfelio teorijoje įprasta naudotis supaprastinta naudingumo funkcijos atmaina – bešališkumo kreivėmis (*indifference curve*). Bešališkumo kreivės sąvoka, atėjusi iš vartojimo teorijos, kur ji išreiškia tokius dviejų prekių derinius, kurie vienodai naudingi vartotojui, portfelio teorijoje nusako vienodai priimtinus investuotojui pelno ir rizikos derinius. 1a paveiksle matome, kaip investuotojas turėtų pasirinkti naudingiausią portfelį, atsižvelgdamas į galimų portfelių aibę ir savo naudingumo (bešališkumo) funkciją.

Iliustruoti portfelio teorijos maksimizavimo principų orientaciją į bendro naudingumo didinimą gali padėti 1b paveikslas; kaip skirtingas bešališkumo kreives A^*A ir B^*B turintys investuotojai pasirenka skirtingus optimalius (maksimizuojančius jų naudingumą) portfelius, o kartu ir maksimizuojančius bendrą investicijų sukūrimo naudingumą.

Akivaizdu, kad tokia portfelio optimizavimo logika yra teisinga tik kai portfelyje turimos tik rizikingos investicijos. Šiuo atveju teisinga, kad optimalus sprendinys priklauso efektyvumo linijai ir yra bešališkumo žemėlapiu tinkle. Tai taškas X 1a paveiksle ir taškai A^* ir B^* 2a paveiksle.

Bet ši – vien tik rizikingų investicijų buvimo prielaida neatskleidžia investuotojo turimų galimybių realiaame investicijų pasaulyje, kur yra ir nerizikingų vertybinių popierių – tokių kaip Vyriausybės obligacijos. Ir jeigu taip įvyksta, tai



2 pav. Efektyviosios zonos bendras vaizdas ir pagrindinės savybės:

- a) portfelių pelno maksimalių galimybių skirstiniai, esant fiksuotam rizikos lygmeniui;
b) minimali (*minimum level boundary*) ir maksimalių (*maximal level boundary*) reikšmių linijos, viršutinė pasikliautumo linija (*upper efficiency confidence*), apatinė pasikliautumo linija (*lower efficiency confidence*) ir vidurinių reikšmių linija

pasirodo, kad yra galimybė investuotojui siekti aukštesnio negu taškuose A* ir B* esantis naudingumas. Tai taškai A** ir B**, esantys investuotojų indiferentiškumo žemėlapiuose (žr. pvz. [22], [24], [26], [27]). Tai iliustruojama 1c paveiksle.

Nerizikingų trumpalaikių Vyriausybės vertybinių popierių norma yra parodyta kaip taškas R_f. Tam tikromis sąlygomis kiekvienas investuotojas gali laisvai skirstyti savo lėšas rizikingoms investicijoms, pavaizduotoms taške M ant efektyviosios linijos ir nerizikingų vertybinių popierių – taške R_f. Šiam vyksmui aprašyti gauname tokią tiesinę išraišką:

$$\omega_m M + (1 - \omega_m) B,$$

čia:

M – rizikingų investicijų parametrai;

B – nerizikingų investicijų parametrai;

ω_m – rizikingų investicijų dalis.

Visi taškai, kurie gauti kaip rizikingų ir be rizikos vertybinių popierių tiesinė kombinacija, yra ant tiesios linijos, kuri jungia R_f ir M taškus. Jeigu investuotojas teikia pirmenybę mažesnei rizikai, tai pozicija bus arčiau R_f taško; jeigu investuotojas teikia pirmenybę didesnei rizikai, tai pozicija bus arčiau M taško arba virš M.

Grįžkime prie B investuotojo, norėdami supaprasti jo pasirinkimo principą. Nesant galimybės investuoti į nerizikingą turtą, investuotojas pasirenka portfelį B* su rizika σ_m ir tikėtiniu pelnu $E(R_{1B})$. Kai yra galimybė įsigyti nerizikingą turtą, investuotojas B gali derinti savo pasirinkimą tarp M ir B taip, kad esant tai pačiai rizikai gautų kuo didesnę pelną $E(R_{1B}^*)$. Tačiau faktiškai investuotojas B, remdamasis savuoju bešališkumo žemėlapiu, turėtų teikti pirmenybę taškui B**, kuriame pelnas yra nežymiai su-

mažesnis, tačiau rizika – gerokai mažesnė. Pagal padarytą prielaidą B investuotojas teikia pirmenybę šiai pozicijai (mažesnis pelnas, bet daug mažesnė rizika) todėl, kad bešališkumo kreivė, kertanti R_f M taške B** yra aukštesnio lygmens bešališkumo kreivė, nei kreivė einanti per B* tašką. Tą rodo ir investuotojo bešališkumo kreivės grafinis vaizdas. Grįžkime prie A investuotojo. Tarėme, kad jis prisiima didesnę riziką augimą. Jo bešališkumo žemėlapis nukelia jo pasirinkimą į dešinę nuo M taško. Jis jau nepasiskirsto savo pinigų tarp M ir B. Jis pasiskolina pagal nerizikingą kainą R_f ir šias lėšas, ir dar tas, kurias turi, investuoja taip, kad pasiektų A** tašką.

Kaip žinoma, tiesioji linija, apie kurią kalbėjome, yra įvertinta kaip kapitalo rinkos tiesė (KRT). Aiškus rizikingo ir nerizikingo kapitalo atskyrimas leidžia gauti rezultatą, kuris žinomas kaip J. Tobino atskyrimo teorema [9].

Dabar dar kartą panagrinėkime M portfelį. A investuotojas naudoja šį rizikingo turto portfelį. Tai daro ir B investuotojas. Aišku, žinodamas šio portfelio pranašumus, kiekvienas investuotojas įtrauks jį į savo investicijų kombinaciją. Tai yra vienintelis pusiausvyros portfelis, kurį turės kiekvienas rizikos vengiantis (*risk averse*) investuotojas. Sakydami rizikos nemėgstantis ar rizikos vengiantis investuotojas, neturime omenyje, kad investuotojas visiškai nepriima rizikos; tai reiškia, kad šiuo atveju, kai yra dvi investicijos vienodo pelno, bet skirtingos rizikos, pirmenybę bus teikiama mažesnei rizikai. Taigi M portfelis tampa *rinkos portfelio* ir, esant pusiausvyrai, privalo įtraukti visas galimas rizikingas investicijas ir tokiu santykiu, kad proporcingai atstovautų visoms investicijoms.

3. Adekvataus pelno galimybių nevienareikšmiškumui įvertinti portfelio sudarymas ir naudojimas

3.1. Tradicinės portfelio analizės schemos ribotumai ir plėtotės galimybės

Galutinės išraiškos klasikinė portfelio analizės, valdymo ar kitokio naudojimo schema yra pakankamai aiški ir gana patogi naudoti. Tačiau kelias į šį paprastumą nėra toks lengvas. Efektyviosios kreivės, kaip ir gaubiančiosios kreivės, funkcinė išraiška, kuria būtina pasinaudoti praktiškai taikant portfelį, nėra akivaizdi bendruoju atveju. Tuo tarpu portfeliumi sudaryti ir valdyti reikia operatyviai įvertinti įvairias galimas portfelio būsenas ir esančias ant efektyviosios linijos, aprašyti tų būsenų sąveiką ar nagrinėti kitokias portfelio savybes. Negana to, portfelio sprendimai turi būti gaunami kaip paskiri portfelio aktyvai, taigi ir viso portfelio pelno galimybės negali būti nusakytos vienareikšmiškai, o geriausiai atveju jų tikimybės skirstiniais.

Todėl dabar dar kartą atkreipkime dėmesį į portfelio geometrinį modelį (geometrinį vaizdą). Matėme, kad tradicinio portfelio atveju ordinačių ašyje yra atidedama investicijų pelno, kaip atsitiktinio dydžio, vidurkiai, o absčių ašyje – šių dydžių vidutiniai kvadratiniai nuokrypiai. Tai padarę turime labai akivaizdų pagrindinių portfelio analizės rezultatų geometrinį iliustravimą. Pabrėžtina ir tai, kad geometrinis akivaizdumas neišnyksta, vietoj vidurkių ar dispersijų paėmus tiesines jų funkcijas, pavyzdžiui, jas vienodai pastumus absčių ar/ir ordinačių ašyse.

Savo ruožtu, prisiminus tik ką aptartą prieaidą dėl portfelio būsimo pelningumo, tiksliau investicijų, priklausančių portfeliumi, būsimo pelningumo nevienareikšmiškumą, tenka sutikti, kad konkrečiai portfelio būsenai nustatyti vidutinė portfelio pelno reikšmė nėra pats tinkamiaus

šias rodiklis. Tikėtinas, arba vidutinis, pelningumas – tai apibendrinta tam tikro laikotarpio pelno galimybių funkcija. Tačiau tai tik viena iš aibės galimybių, neretai nesukelianti tokio didelio dėmesio kaip, tarkime, tam tikro lygmens (pvz., 95 %) kvantilis ir pan. Kiekvienu konkrečiu atveju konkretus pelnas bus viena iš *a priori* pelno galimybių, kurias visiškai nusako jų tikimybės skirstinys. Portfelio pelningumo, kaip atsitiktinio dydžio, traktuotės būtinumą patvirtina ir ta aplinkybė, kad tiek paskirų investicijų (obligacijų, akcijų, projektų ir pan.), tiek ir portfelio kaina rinkoje taip pat yra atsitiktiniai dydžiai. Taigi išsamų portfelio pelno galimybių vaizdą galima turėti tik pasitelkus atsitiktinio dydžio, kaip adekvaciausio šio pelno finansinio-matematinio modelio, logiką.

Iš tikrųjų, traktuojant investicijų portfelį klasikiniiais metodais, ir remiantis vidutinio pelno sąvoka, kyla portfelio adekvatumo valdymo poreikiams problema. Pelningumo vidurkį tegalima prognozuoti ir kiekybiškai aprašyti taip pat tik atsitiktinio dydžio kategorijomis. Savo ruožtu toks portfelio pelno galimybių aprašymas leidžia atskleisti rizikos, kaip pelno galimybių, nepastovumo ir investuotojo naudingumo funkcijos sąveiką, o tai yra būtina siekiant sisteminio rizikos įvertinimo ir sukurti adekvatų jos valdymo modelį.

Be to, reikia pabrėžti, kad koordinacinių sistema, kurioje toliau nagrinėsime portfelio geometrinį modelį, yra sąlygota: ordinačių ašyje bus atsitiktinių dydžių (procesų) vidurkiai ar kitos tiesinės tų dydžių galimų reikšmių funkcijos. Tuo tarpu absčių ašyje yra vidutiniai standartiniai nuokrypiai ar tiesinės jų funkcijos. Todėl analogiški klasikiniams (tradiciniams) portfeliumi elementai – galimų portfeliumi būsenos aibės, efektyvumo linijos, gaubiančiosios kreivės ir jų savybės ir pan. yra teisingi ir kiekvic

nai portfelių pelno galimybei. Tik, minėjome, norint atsižvelgti į visas portfelio pelno galimybes teks nagrinėti ne efektyvumo liniją, o ištiesą efektyvumo zoną (*efficiency zone*) (žr. 2 paveikslą).

Taigi tolesnis portfelio nagrinėjimas turi būti perkeltas iš ganėtinai akivaizdžios portfelių pelno standartinio nuokrypio ir šio pelno tikėtinų reikšmių (vidurkių) koordinacių sistemos (1 pav.) į gerokai sudėtingesnę, tačiau nepalyginti adekvatesnę koordinacių sistemą, kur absčių ašyje yra portfelių pelno vidutiniai standartiniai nuokrypiai, o ordinačių ašyje atitinkamai yra efektyvioji zona (2b pav. arba 3a pav.), galimų portfelių maksimalių pelningumų skirstiniai (2a pav. arba 3b pav.), galimų investuotojų naudingumo (atsako) funkcijos (3c pav.), taip pat sukurtos naudos reikšmės (3d. pav.).

Kompleksinės investicijų portfelių rizikos nagrinėjimo schemos (3 pav.) greitesnio suvokimo dėlei sugretinkime šiuolaikinio portfelio nagrinėjimo schemą su kompleksine schema.

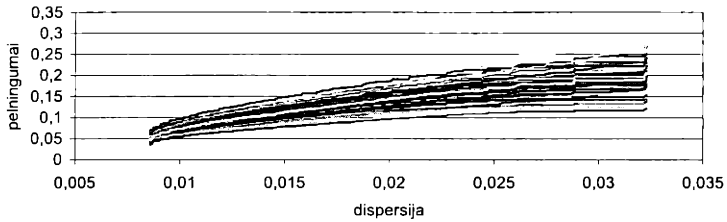
Pagal jau klasikinę tapusią šiuolaikinio portfelio teoriją investuotoją turėtų dominti tik tie portfeliai, kurie išsidėstę ant efektyviosios linijos. Pati efektyvioji linija čia suprantama kaip maksimalių tikėtinų pelnų (vidurkių), gautų konkrečiam portfelių aibės vidutinio standartinio nuokrypio dydžiui, reikšmių visuma. Galimų portfelių aibė klasikinėje schemoje sudaroma visais galimais būdais, t. y. visomis galimomis proporcijomis sujungiant esamas investicijas į portfelį ir visų taip sudarytų portfelių įver-

tinamas pelno vidurkis (tikėtina reikšmė) ir vidutinis standartinis nuokrypis.

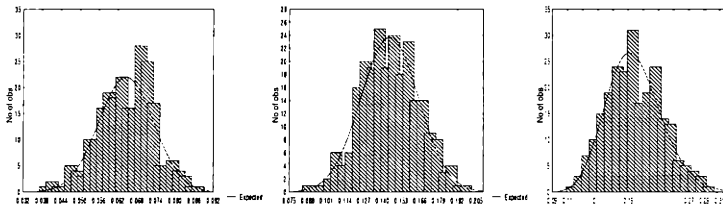
Tačiau realiai investicijos, t. y. pelningumai, stebimi ir realizuojami ne savo vidurkiais, o vienomis iš galimų reikšmių, kurias nusako investicijų rinka ir įsigijimo kainos. Todėl investuotojui svarbu matyti visą galimų portfelių pelnų galimybių aibę, o ne tik efektyviojoje linijoje esančius portfelius. Taigi investuotoją domina ištiesa efektyvumo zona, kuri suprantama kaip visuma efektyviųjų linijų pasirinktų investicijų visiems galimybių junginiams. Tuo būdu efektyviosios linijos, kurioje išsidėstę portfeliai, turintys vidurkio maksimumą, kiekvienai galimų portfelių aibės vidutinio standartinio nuokrypio reikšmei nagrinėjimas yra pakeičiamas efektyviosios zonos nagrinėjimu. Savo ruožtu investuotojų bešališkumo kreivės turėtų būti pakeistos (išplėtos) naudingumo funkcijomis. Gauname kompleksinę portfelio rizikos nagrinėjimo schemą (3 pav.), kurioje susiklosčiusi regione investicinio portfelio rizikos galimų reikšmių aibė yra susieta su portfelio pelno galimybių skirstiniais (2a pav. arba 3b pav.), portfelio savininko (portfelio rizikos recepto) atsako (naudingumo/žalos) funkcijomis (3c pav.) ir portfelio naudingumo regionui galimybėmis (3c pav.).

Reziumuojant šį etapą norėtusi dar kartą pabrėžti tuos pagrindinius skirtumus, kurie susiklosto naudojantis klasikinę (literatūroje dažnai vadinama šiuolaikinę) portfelio teorija ir čia siūloma adekvataus portfelio teorija. Pabandykime juos pateikti tokia lentele:

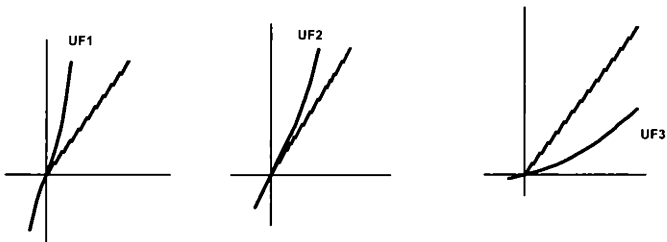
<i>Klasikinė portfelio teorija</i>	<i>Adekvatus portfelio teorija</i>
<ul style="list-style-type: none"> • nustato efektyviąją liniją, kurioje esantys portfeliai turi maksimalius tikėtinius (vidurkinius) pelningumus tarp visų tu rizikingumo portfelių iš galimų portfelių aibės • kiekvieno investuotojo bešališkumo kreivė leidžia parinkti portfelį, kurį pasirinkęs investuotojas pasiekia vidutinio pelningumo maksimumą 	<ul style="list-style-type: none"> • nustato efektyviąją zoną, kurioje kiekvienam galimų portfelių aibės rizikos lygmeniui yra maksimalių galimybių tikimybės skirstinys • kiekvieno investuotojo naudingumo funkcijai leidžia parinkti tokį rizikos lygmenį, o kartu ir tokį maksimalių galimybių skirstinį, kuris maksimizuoja investuotojo naudą



a) efektyvioji zona



b) galimų portfelių aibės maksimalių pelningumų, esant tam tikriems rizikos lygmenims, skirstiniai



c) galimų investuotojų naudingumo funkcijos

$$U1=u(UF1;p1)$$

$$U2=u(UF2;p2)$$

$$U3=u(UF3;p3)$$

d) investicijų sukurta nauda

3 pav. Kompleksinė investicijų portfelių rizikos nagrinėjimo schema

Imitacinė funkcinė-skaitmeninė portfelio

analizės schema. Investicijų portfelio rizikos kompleksinės analizės schemai realizuoti reikia sudėtingų analitinių metodų, apimančių sudėtingus loginius veiksmus ir optimizavimo algoritmus. Visų pirma tai liečia efektyvumo zonos nustatymą. Minėtą sudėtingumą iliustruoja ir problemos, su kuriomis susiduriame funkcionaliai aprašydami efektyviają liniją. Tiesa, pačiu paprasčiausiu atveju, kai paskirų aktyvų pelningumo galimybės paklūsta normaliesiems skirstiniams ir tuos skirstinius galima traktuoti kaip nepriklausomus, efektyviosios zonos nustatymas tera parinkimas svorių w_1, w_2, \dots, w_n (kai $w_1, w_2, \dots, w_n = 1$), kurie maksimizuoja tiesinę formą $w_1 a_1 + w_2 a_2 + \dots + w_n a_n$, esant tam tikrai tiesinių ribojimų aibei. Čia a_1, a_2, \dots, a_n – atitinkamų aktyvų pelnų vidurkiai.

Tačiau toks paprastumas atsiranda todėl, kad, pavyzdžiui, normaliai pasiskirsčiusio dydžio vidurkis ir standartinis nuokrypis yra tarpusavyje niekuo nesusiję dydžiai.

Iš tikrųjų integralas I

$$I = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx = 1,$$

priylgsta vienetui, esant bet kokioms a ir σ reikšmėms, o aktyvo, kaip atsitiktinio dydžio, vidurkis $M\xi = a$ ir dispersija $D\xi = \sigma^2$.

Tačiau šis paprastumas turi išnykti, kai portfelio aktyvų pelningumo galimybių skirstiniai tampa sudėtingesni. Pavyzdžiui, kai šie skirstiniai yra lognormaliniai, t. y. kai pasiskirstymo (tankio) funkcija $p(x)$ turi tokią formą:

$$p(x) = \begin{cases} \frac{1}{xS\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{\ln x - m}{2S^2}\right), & \text{kai } x > 0 \\ 0, & \text{kai } x \leq 0, \end{cases}$$

tuomet

$$M\xi = e^{\frac{S^2}{2} + m} \quad D\xi = e^{S^2 + 2m} (e^{S^2} - 1)$$

arba

$$D\xi = (M\xi)^2 \left(e^{S^2} - 1 \right).$$

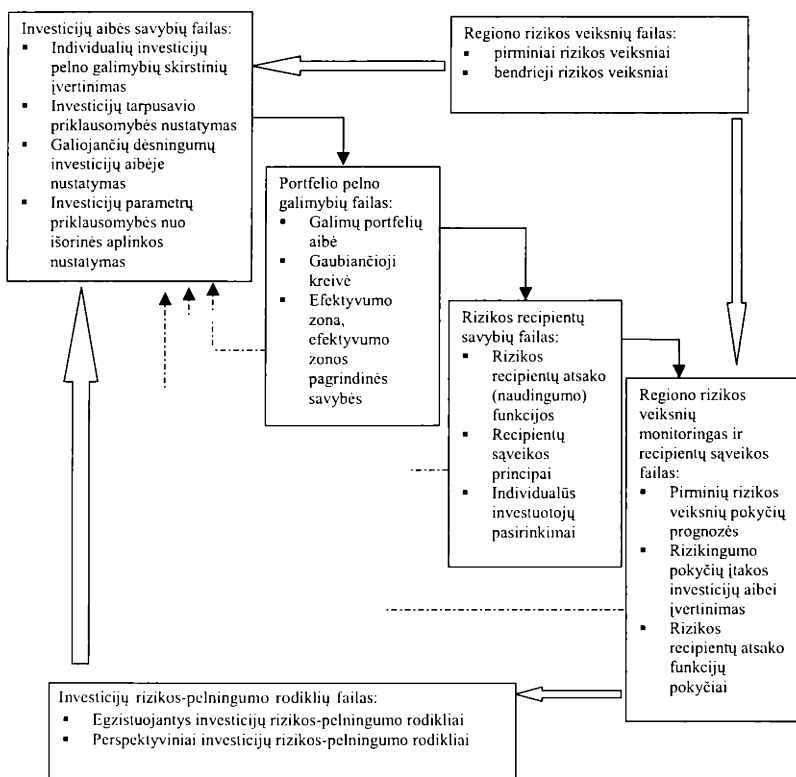
Taigi gauname, kad tarp vidurkio ir dispersijos yra netiesinė priklausomybė. Egzistuoja skirstiniai, kai ši priklausomybė yra ypač sudėtinga, taigi ir aptariamų uždavinių sprendimai yra sudėtingi, o atsižvelgus į atskirų aktyvų priklausomybių įvairovę tampa aišku, kad efektyviosios linijos suradimas yra ganėtinai sudėtinga problema. Suprantama, kad sprendinių paieškos sudėtingumas nemažėja nustatinėjant efektyviają zoną.

Daugeliu atvejų portfelio analizė ir valdymo sprendimų suradimas ne tik kad yra labai sudėtingas, bet ir neefektyvus, jeigu nepasitelkiamos imitacinių technologijų galimybės tokių sistemų sprendinių paieškai. 4 paveiksle pateikta bendra portfelio aibės analizės ir valdymo sistema naudojant imitacines technologijas. Ši sistema – tai pirmiau išvardytų investicijų, jų individualių savybių, taip pat ir jų sąveikos; investicijų portfelio savybių; galimų investicinių portfelio aibės pagrindinių charakteristikų – efektyvumo zonos, taip pat pagrindinių jos savybių; investicinių portfelio rizikos, taip pat bendrajam regiono rizikingumui nagrinėti skirti kompiuterizuoti funkciniai kiekybiniai ir imitaciniai skaitiniai modeliai, turintys minėtas realių investicinių portfelio savybes ir leidžiantys atlikti visus numatytus loginius veiksmus, parenkant portfelius, turinčius norimas savybes.

Kaip matyti iš 2 paveikslėlio, efektyvumo zona tai skirstinių šeima, besikeičianti sulig

portfelio rizikos kitimu ir nusakanti portfelio maksimalaus, esant tam tikrai dispersijai, pelno galimybes jų skirstinių pagalba. Atsižvelgiant į išsakytas aplinkybes ir visų pirma į tai, kad daugelyje veiklos sričių (prekyba biržoje, sandorių sudarymas ir pan.) reikia priimti momentinius sprendimus, yra aišku, kad praktiškai visais atvejais tai turi būti kompiuterizuotos sprendimų priėmimo sistemos.

Tačiau prisimenant pastabą apie funkcinio aprašymo sudėtingumą, galima sakyti, kad nėra imitacinių technologijų naudojimo portfelio analizei ir valdymui alternatyvos. Autoriai yra parengę imitacinių technologijų taikymo metodiką, pirmiau aptartiems portfelio įvertinimo ir valdymo uždaviniams spręsti. Bendrai šią metodiką galima charakterizuoti 4 paveikslo schema.



4 pav. Bendra investicijų portfelio analizės ir valdymo informacijos generavimo, naudojant kompiuterizuotas imitacines technologijas, schema

Apibendrinus investicijų portfelių aibės analizės ir valdymo bendros schemos (4 pav.) ir kompleksinės investicijų portfelio rizikos nagrinėjimo schemos (3 pav.) tikslus ir galimybes reikia konstatuoti, kad gana dažnai šių schemų taikymo rezultatas yra:

- galimų investicijų portfelių aibės rangavimas pagal pelno ir rizikos sąveiką;
- geriausių portfelių, atsižvelgiant į individualias rizikos recipientų savybes, parinkimas;
- pirminių rizikos veiksnių pokyčių įtakos portfelio rizikai įvertinimas.

3.2. Pirminių rizikos veiksnių įtakos portfelio rizikai vertinimas

Pirminių rizikos veiksnių koncepcija išsamiau buvo išdėstyta nagrinėjant regiono verslo rizikos monitoringo kūrimo būtinumą ir problemas [30]. Ten bandoma išskirti ir susisteminti vadinamuosius pirminius regiono verslo rizikos veiksnus. Pirminiais (baziniais) regiono veiklos rizikos veiksniais dažnai įvardijami tie veiksniai, kurie praktiškai nepriklauso nuo kitų rizikos veiksnių, arba nulemia visus kitus tam tikros rūšies rizikos paviktinos objektų grupės rizikos veiksnus ir nagrinėjamame regione yra nulemti tik bendrųjų sąlygų. Nagrinėjant finansų ir verslo riziką prie pirminių rizikos veiksnių buvo priskirta valiutų kursų rizika, rinkos rizika ir kapitalo sąnaudų rizika ir, matyt, vienas iš svarbiausių regiono rizikos veiksnių – paskirų investicijų pelningumų tarpusavio priklausomumas.

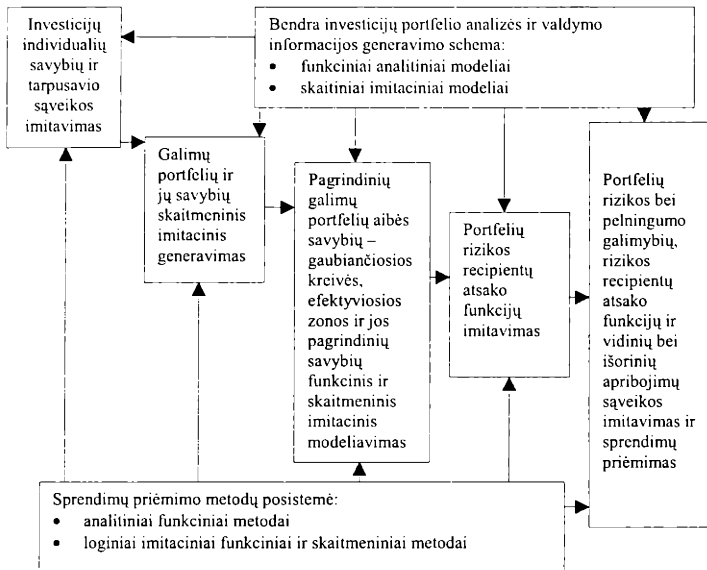
Toliau apie finansinių įvykių, veiksnių, procesų statistinį priklausomumą kalbėsime kaip apie pirminį rizikos veiksnių. Tai yra svarbu keturiais aspektais. Pirmia, dviejų sistemos dalių (posisteminių) statistinio priklausomumo lygmuo labai lemia visos sistemos elgsenos pastovumą

(riziką). Antra, statistiniam priklausomumui, jeigu jis įvardijamas rizikos veiksniumi, visiškai tinka pirminio rizikos veiksnio įvaizdis. Trečia, daugelio finansinių procesų valdymas daugiausia remiasi atskirų procesų priklausomumo valdymu. Ir ketvirta – svarbiausia, paskirų aktyvų ar rinkinių priklausomumas jau vien dėl išmatavimo galimybių turi būti suvokiamas kaip nedeterminuotas dydis.

Taigi, nagrinėdami pirminių rizikos veiksnių įtaką galimų investicinių portfelių rizikingumui, visų pirma aptarsime atskirų investicijų priklausomumo lygmens pokyčių įtaką investicijų portfelių rizikingumui.

Savo ruožtu 4 pav. – bendra investicijų portfelio analizės ir valdymo informacijos generavimo schema, naudojant kompiuterizuotas imitacines technologijas, – teatskleidžia tik bendrą portfelio analizės ir valdymo vyksmo logiką ir nuoseklumą, tačiau neleidžia suvokti, kaip gaunami konkretūs analitiniai sprendimai ir kaip imitacinės (skaitmeninės) technologijos leidžia gauti gana sudėtingų analitinių problemų (uždavinių) sprendimus. Ši imitacinių (skaitmeninių) technologijų galia ir sprendimo nuoseklumas atskleidžiamas 5 pav., kur pateikiamas imitacinės investicijų portfelio sprendimų paieškos sistemos scheminis vaizdas. Kai kurie konkretūs imitacinių technologijų naudojimo klausimai yra nagrinėti [28] ir [29].

Glausta adekvataus modelio praktinio panaudojimo rezultatų analizė. Pasiūlytam adekvataus portfelio modeliui ir sukurtai jo skaitinio sprendimo imitacinei technologijai įgyvendinti buvo pasirinkti Lietuvos vertybinių popierių biržos aktyvai, tiksliau – duomenys apie paskirų akcijų pelningumus ir jų kintamumą (riziką). Buvo bandoma taip klasterizuoti (suskaityti) akcijų visumą, kad susidarytų



5 pav. Imitacinė investicijų portfelio sprendimų paieškos sistema

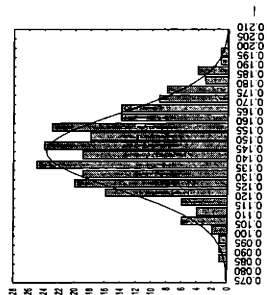
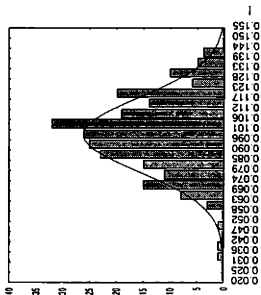
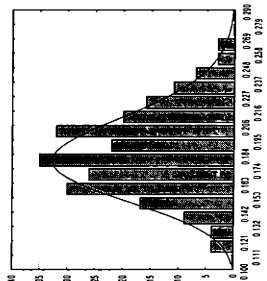
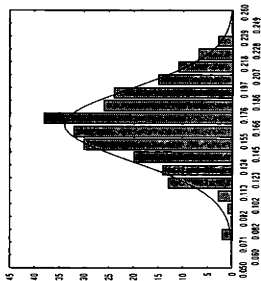
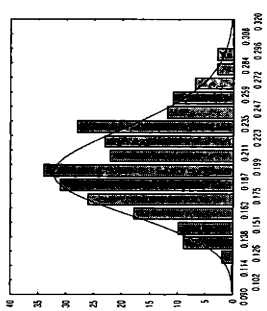
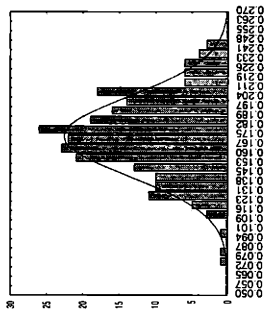
tarpusavyje nepriklausomų aktyvų grupės. Akcijų visumos nepasisekė suskaidyti į grupes, kurios būtų statistškai nepriklausomos, tačiau atsisakius šiek tiek daugiau kaip pusės visų akcijų, likusią dalį pavyko suskaidyti į 4 grupes, kurios (paskiros grupės) tarpusavyje buvo statistškai nepriklausomos, t. y. jų koreliacijos matrica C_{ij} buvo artima tokiai diagonalinei matriciai:

$$C_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Šių keturių tarpusavyje neturinčių bendrų akcijų rinkinių buvo įvertinti pelningumai ir rizika (nepastovumai) ir jie buvo pasirinkti kaip

aktyvai, kurių pagrindu buvo konstruojama galimų portfelių aibė. Tąd pasitelkus imitacines technologijas buvo nustatyta (7a pav.) efektyvioji zona, taip pat pagrindinės šios zonos charakteristikos: portfelių maksimalių galimybių, esant galimų portfelių aibės rizikai, tikimybės skirstiniai (8a pav.); maksimali ir minimali maksimalių pelningumo galimybių ribos, 5 proc. ir 95 proc. pasikliautinumo linijos, taip pat vidurkių ir medianų reikšmių kreivės (8b pav.).

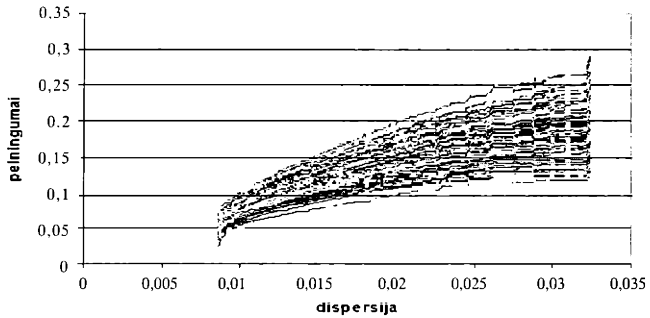
Priklausomumo didėjimo (ar mažėjimo) įtakai portfelių pelningumo galimybės įvertinti buvo pasirinkta, kad tarp išskirtų grupių atsiranda statistinė tarpusavio priklausomybė, t. y. duomenys buvo transformuoti taip, kad išskirtų grupių pelningumo vidurkiai ir vidutiniai



6 pav. Portfelijų aibės maksimalių, esant tam tikram aibės rizikos lygmeniai, pėno galimybių skirstiniai

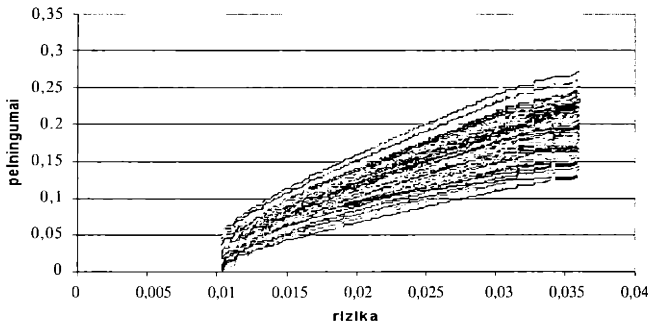
a)

Efektvumo zona, kai investicijos nepriklausomos:
 $c_u = 1; c_d = 0$

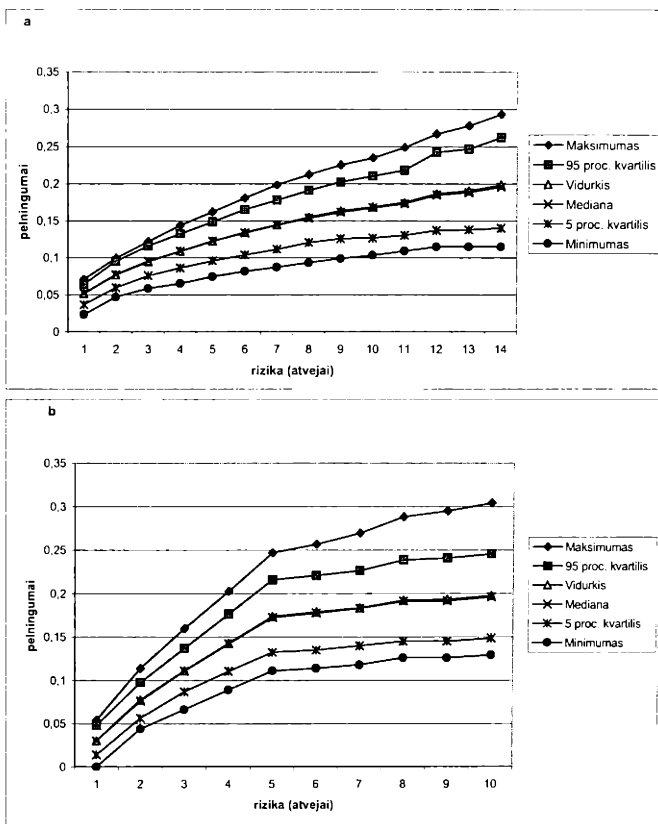


b)

Efektvumo zona, kai investicijos priklausomos:
 $c_u = 1; c_d = 0,95$



7 pav. *Efektviosios zonos*: a) kai investicijos nepriklausomos; b) kai investicijos priklausomos



8 pav. Pagrindinės efektyviosios zonos charakteristikos:

a) kai investicijos nepriklausomos – $c_{ii} = 1$; $c_{ij} = 0$;

b) kai investicijos priklausomos – $c_{ii} = 1$; $c_{ij} = 0,95$.

kvadratiniai nuokrypiai išliktų tie patys, tačiau buvusi koreliacijos matrica pasikeistų taip:

$$C_{ij} = \begin{pmatrix} 1 & 0,95 & 0,95 & 0,95 \\ 0,95 & 1 & 0,95 & 0,95 \\ 0,95 & 0,95 & 1 & 0,95 \\ 0,95 & 0,95 & 0,95 & 1 \end{pmatrix}.$$

Iš tikrųjų buvo galima išskirti LNVPB aktyvų grupes, turinčias tokio pobūdžio koreliacinę matricą ir netgi parinkti aktyvus, individualiai turinčius tokią tarpusavio priklausomybę. Tačiau aišku, kad paėmus kitus palyginti su pradžioje atrinktomis grupėmis aktyvus ar grupes, skaičiavimai ir lyginimai prarastų prasmę. Todėl buvo įvertinta efektyvioji zona ir pagrindinės jos charakteristikos, galimų portfelių aibei, gautai kombinuojant pirmiau išskirtų grupių pelno galimybių prielaidas, kad tarp tų grupių atsirado pirmiau užrašyta matrica nusakoma tarpusavio priklausomybė.

Dabar, analogiškai kaip tarpusavyje nepriklausomų grupių atveju, nustatome efektyviają zoną ir atitinkamas jos savybes. Gauti rezultatai pavaizduoti 7, 8 ir 8b pav.

Prieš pradėdamas kiekybinę rezultatų analizę tvarka pripažinti, kad nedisponavome labai galingais kompiuteriais, kokių reikėtų panašioms uždaviniams spręsti dideliu tikslumu. Tačiau gauti rezultatai yra visiškai patenkinami ir jų pavyzdžiu galima išsakyti šiuos teiginius:

- efektyvioji zona, atsiradus priklausomumui tarp išskirtų grupių, pasislinko „pietryčių kryptimi“ – nusileido žemyn ir pasislinko į dešinę (lyginti 7a ir b pav.);
- portfelių pelningumų maksimalių galimybių skirstiniai:
 - a. išlaikė pastovų tipą (liko normalieji) nepriklausomų aktyvų atveju, tačiau keitė

formą iš normaliosios į Gamma didėjant portfelių aibės rizikai (lyginti 8a ir b pav.),

- b. standartinis nuokrypis ženkliai augo didėjant tiek nepriklausomų, tiek priklausomų aktyvų galimų portfelių dispersijai, nors pastaruoju atveju standartinio nuokrypio augimas buvo lėtesnis,
- c. tiek efektyviosios zonos mastai (skirtumas tarp maksimalios ir minimalios reikšmės), tiek vidutinis standartinis nuokrypis buvo didesni priklausomų aktyvų. Tai yra suprantamas atvejis bendru tikimybių teorijos požiūriu. Tačiau mūsų gautas sprendinys ne tik patvirtina suprantamą tiesą, bet ir leidžia vykdyti kokybinius vertinimus.

Išvados

- Šiuolaikinė (klasikinė) investavimo teorija, atsiradusi XX a. viduryje, iš karto tapo ir iki šiol tebelieka mobilizuojančia investavimo teorijos ir praktikos plėtotės idėja.
- Tačiau atsižvelgiant į šiandienius investavimo procesų valdymo poreikius, kuriuos vis labiau lemia ateities galimybių nevienareikšmiškumas, reikia sudaryti ir naudoti adekvatų šiems poreikiams investavimo portfelių modelį.
- Straipsnyje pasiūlytas investavimo proceso analizės ir valdymo modelis, orientuotas į ateities galimybių nevienareikšmiškumo atspindėjimo būtinumą, atskleistas ir parodytos šio modelio praktinio pritaikymo galimybės.
- Autorių siūlomos kompiuterizuotos imitacinės (skaitmeninės) modelių realizavimo technologijos leido praktiškai panaudoti techniškai gana sudėtingą adekvatų investavimo

modelį, kurio sprendimas, naudojant įprastus programavimo ar kitus skaitinio sprendimo metodus yra neefektyvus.

- Pasiūlytas adekvatus investavimo proceso analizės ir valdymo modelis kartu su ino-

vatyviomis imitacinių technologijų galimybėmis leidžia teigti, kad adekvatus modelis išplečia šiuolaikinės investavimo teorijos ir modernaus investicijų portfelio galimybes ir netgi padaro ją kokybiškesnę.

LITERATŪRA

1. Markowitz H. M. Portfolio Selection // *Journal of Finance*. 1952, 7(1). p. 77–91.
2. Markowitz H. M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment, Wiley, New York, 1959.
3. Markowitz H. M. Mean Variance Analysis in Portfolio Choice and Capital Markets. Basil, Blackwell, 1990.
4. Modigliani F, Miller M. H. The Cost of capital, Corporation Finance and the Theory of Investment // *American Economic Review*. 1958, 48(3).
5. Rubinstein M. Mean Variance Synthesis of Corporate Financial Theory // *Journal of Finance* 1973, 28(1).
6. Fisher I. Theory of Interest. Macmillan, New York, 1930.
7. William J. B. The Theory of Investment Value, (1938) North-Holland, Amsterdam, 1964.
8. Knight F. H. Risk, Uncertainty and Profit, Houghton Mifflin. Boston and New York, 1921.
9. Tobin J. The Theory of Portfolio Selection in F. H. Hahn and F. R. P. Brechling (eds) // *The Theory of Interest Rate*. London, Macmillan, 1965. P. 3–51.
10. Sharpe W. F. A Simplified Model for Portfolio Analysis // *Management Science*, January, 1963.
11. Sharp W. F. Capital Asset price: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk // *Journal of Finance* September, 1964, 29(3), p. 425–442.
12. Lintner J. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budget // *Review of Economics and Statistics*, February, 1965, p. 13–27.
13. Mossin J. Equilibrium in a Capital Asset Market // *Econometrica*. October 1966, 34(4), p. 768–783.
14. Roll R. A Critique of the Asset Pricing Theory Test // *Journal of Financial Economics*, March, 1977.
15. Ross S. A. The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing // *Journal of Economic Theory*, Dec. 1976.
16. Roll R., Ross R. A Critical reexamination of the Empirical Evidence of the Arbitrage Pricing Theory // *Journal of Finance*, June, 1984.
17. Cootner P. H. (ed) *The Random Character of Stock Market Price*, MIT. Press Cambridge, Mass, 1967
18. Black F., Sholez M. The Pricing of Options and Corporate Liabilities // *Journal of Political Economy*. May/June 1973, 81(3).
19. Merton R. C. Lifetime Portfolio Selection under Uncertainty the Continuous – Time Case // *The Review of Economic Statistics*, August, 1969.
20. Müller B. Leben furs Chaos // *Bild der Wissenschaft*. 1994, N 9.
21. Francis J. C. Management of investments. Second edition. Mc. Graw Hill Company, 1988. 826 p.
22. Puxty A. G., Dodds C. Financial management: method and meaning. Second edition. Chapman & Hall, 1991. 638 p.
23. Lumby S. Investment appraisal and financial decisions. 5-th edition. Chapman & Hall, 1944. 866 p.
24. Sharpe W. F., Alexander G. J., Bailey J. V. Investments. 4-th edition. Prentice Hall International, Inc., 1995. 1044 p.
25. Samuels J. H., Wilkes F. M., Brayshaw R. E. Six edition. Chapman & Hall, 1995. 1040 p.
26. Reilly F. K., Brown K. C. The Dyden Pres. 1997. 1090 p.
27. Bodie Z., Kane A., Marcus A. I. Investments. Fourth edition. Mc. Graw Hill, 1999. 967 p.
28. Rutkauskas A. V., Rutkauskas V. Kompiuterizuotos informacinės sprendimo priėmimo informacijos ruošimo technologijos // *Ekonomika*. 1999, N 48, p. 129–147.
29. Rutkauskas A. V., Rutkauskas V. Investment management under risk and uncertainty // *Real estate valuation and investment*. 1998, N 2(4), p. 47–57.
30. Rutkauskas A. V. Regiono verslo rizikos monitoringas. Konferencijos: Verslo kontraktai ir vadyba“ LITEXPO, 2000 m. balandžio 13–14 d. Vilnius, 2000. 17 p.

PURSUIT OF INVESTMENT PORTFOLIO ADEQUACY

Aleksandras Vytautas Rutkauskas, Vytautas Rutkauskas

Summary

The article deals with the role of the modern investment theory in development investment ideology and practice altogether with the problems modern investment theory encounter on its way of self-perfection.

Uncertainty of future profit possibilities for separate assets or portfolio of these assets requires for adequate investment portfolio to account non-deterministic feature of future possibility. Such kind of investment portfolio is presented in the paper altogether with some imitative approach for practical construction of such models as well as numerical solution of the model.

The proposed adequate investment portfolio model was tested for assessment impact of enlargement of self-dependency or independence between portfolio assets on the shape of efficiency zone and its main characteristics.

Use of the adequate investment portfolio model in practice shifts from employment of efficiency line and indifference curve to make use of efficiency zone and investors utility functions. The new approach in construction and exploitation of investment portfolio ought to widen modern investment theory possibilities and supply new quality for investment analysis and management when the processes are under the risk and uncertainty.

Įteikta 2000 m. spalio mėn.