



DVIGUBOJO KOZIRIO PORTFELIO NAUDOJIMAS SPRENDIMAMS VALDYTI GLOBALIOJE VALIUTŲ RINKOJE

Aleksandras Vytautas Rutkauskas¹, Vytautas Lukoševičius², Vaidotas Jakštas³

^{1,3}Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lietuva

El. paštas ¹dean@yv.vtu.lt, ³jakstas@vpt.lt

²Vilniaus pedagoginis universitetas, Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius, Lietuva

El. paštas ²ekonomkat@vpu.lt

Įteikta 2005-11-11; priimta 2006-02-27

Santrauka. Pagrindinis šio straipsnio tikslas – atskleisti vadinamojo dvigubojo kozirio sprendimų valdymo globalioje valiutų rinkoje modelio turinį ir pateikti jo praktinio naudojimo galimybes bei rezultatus. Šis modelis sudarytas remiantis vieno iš autorių anksčiau pasiūlytu adekvačiuoju investicinių sprendimų patikimumui vertinti portfelio modeliu ir eksperimentiškai taikytas pasitelkiant specialiai parengtą valiutų kursų kaitos prognozavimo sistemą. Aprašytas eksperimentas buvo vykdomas remiantis realiais „FOREX“ 2004-12-11–2005-10-01 laikotarpio duomenimis.

Šiuo metu vykdomas plataus masto eksperimentas, siekiant praplėsti diskusiją apie finansų rinkų efektyvumą, testuojant rinkos efektyvumo hipotezę ne bandymu nugalėti rinką, o bandymu paliudyti rinkos nehomogeniškumą, t. y. įrodyti, kad rinkoje visuomet egzistuoja vadinamosios neefektyvumo salos (*nonefficiency shoals*), kai galima parengti sprendimų strategiją, leidžiančią gana ilgą laikotarpį turėti pranašumą prieš realius rinkos priimamus sprendimus.

Straipsnyje puoselėjamas ir pragmatinis straipsnio tikslas – sukurti sprendimų valdymo valiutų rinkoje strategijas, turinčias pranašumų prieš konkrečios rinkos sprendimus.

Reikšminiai žodžiai: dvigubojo kozirio valiutų portfelio valdymo modelis, portfelio strategija, adekvatusis investicinių sprendimų patikimumui vertinti portfelis.

TWOFOLD TRUMP PORTFOLIO APPLICATION FOR DECISION MANAGEMENT IN A GLOBAL CURRENCY EXCHANGE MARKET

Aleksandras Vytautas Rutkauskas¹, Vytautas Lukoševičius², Vaidotas Jakštas³

^{1,3} Vilnius Gediminas Technical University, Saulėtekio al. 11, LT-10223 Vilnius, Lithuania

E-mail: ¹dean@yv.vtu.lt, ³jakstas@vpt.lt

²Vilnius Pedagogical University, Studentų g. 39, LT-08106 Vilnius, Lithuania

E-mail: ²ekonomkat@vpu.lt

Received 11 November 2005; accepted 27 February 2006

Summary. In the article decision management in a global currency market „FOREX“ model is presented. The model is based on the adequate for investment profit stochasticity assessment portfolio earlier suggested by the author, including portfolio and currency exchange rates fluctuations forecasting system, used to evaluate decisions reliability. The possibilities of model practical application are presented.

Experimental results of the model application enable us to state that global currency and capital markets are not homogeneous, that almost always there are possibilities to find a decision management strategy, permitting to have advantage over overall market decisions made, using only historical market data.

Keywords: management model of twofold trump currency portfolio, portfolio strategy, portfolio adequate for evaluation of investment decision reliability.

1. Įvadas

Realiai susiklosčiusios aplinkybės įvairiose rinkose lemia tai, kad atsiskaitymai už tam tikros veiklos produktus – naftos verslo, šiuolaikinių technologijų plėtros, karinės technikos gamyba ir t. t., atsižvelgiant į geografinę vietovę – Šiaurės ar Pietų Amerika, arabų šalys, Japonija, Europa, Rusija ir pan., vykdomi tik tam tikra valiuta – USD, JPY ar kita. Tipiška situacija, kad tos prekės parduodamos viena iš valiutų, o pirkėjų bazinė (nacionalinė) valiuta yra kita. Pvz., europiečiai arabų šalyse už naftos produktus atsiskaito doleriais, o Japonijoje už naują technologiją – jenomis. Tuomet ypač aktuali yra tam tikrų valiutų kursų – EUR/USD, USD/JPY, USD/RUB ir kt. – elgsena ir jos įtaka pirkimo sandoriui.

Pirkėjas, pirkdamas naftos produktus ar karinę techniką, įsigydamas naujas technologijas ir pan., yra suinteresuotas, kad jo disponuojamas valiutų portfelis turėtų maksimalią perkamąją galią. Tam būtina vadovautis valiutų portfelio strategija, maksimizuojančia portfelio perkamąją galią tam tikru momentu ateityje arba leidžiančia pasirinkti maksimalią perkamosios galios reikšmę tam tikrą laikotarpį. Jeigu subjekto, kurio bazinė (nacionalinė) valiuta ir valiuta, kuria jis turi vykdyti atsiskaitymus, yra ta pati, tuomet subjekto disponuojamo portfelio valdymo problema sutampa su bendrąja valiutų portfelio valdymo problema – maksimizuoti portfelio perkamąją galią viena iš pasirinktų valiutų. Pasirinktą valiutą toliau vadinsime valiuta-koziriu, tikriausiai neiškraipdami žodžio *koziris* prasmės. Anksčiau minėtos problemos sprendimo metodai ir algoritmai paprastai priklauso nuo turimos ir galimos generuoti informacijos apie valiutų kursų elgseną.

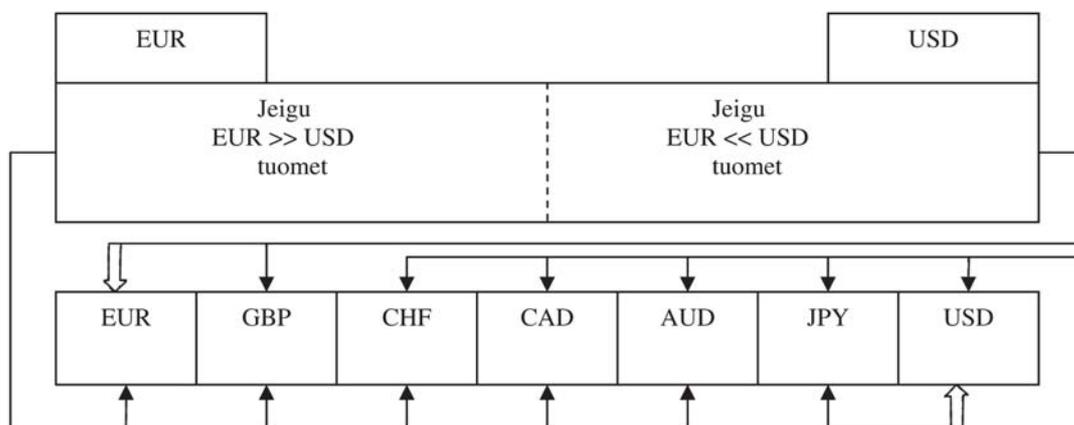
Tačiau jeigu subjekto bazinė ir einamosios pirkimo operacijos valiutos yra skirtingos, pvz, tai yra Europos šalies korporacija, perkanti naftos produktus už dolerius, tuomet portfelio perkamosios galios optimizavimas, sakyki-

me, Šveicarijos frankais nebūtų tinkamiausias sprendimas. Neabejotina, kad portfelio perkamosios galios maksimizavimą šiuo atveju geriausiai atitinka portfelio perkamosios galios maksimizavimo strategija abiejų čia minėtų valiutų požiūriu. Tai yra bendros portfelio perkamosios galios viena iš pasirinktų valiutos-kozirio požiūriu dalinis atvejis, kai pasirenkamos dvi valiutos-koziriai. Straipsnyje tokiomis valiutomis tapo EUR ir USD, o buvo nagrinėjamos 7 valiutos: EUR, USD, GBP, CHF, CAD, AUD, JPY. Portfelio perbalansavimo sprendimai, t. y. optimalaus portfelio parinkimas, priimami nuosekliai. Kiekvieno žingsnio portfelio valdymo strategijos schema atrodo taip:

- Valiutomis-koziriais pasirenkame EUR ir USD.
- Prognozuojame EUR/USD, EUR/GBP, EUR/CHF, EUR/CAD, EUR/AUD, EUR/JPY ir USD/GBP, USD/CHF, USD/CAD, USD/AUD, USD/JPY kursus arba įvertiname pagal jau gautus, jeigu taip yra formuojant „FOREX“ istorinius duomenis.
- Jeigu EUR kursas USD atžvilgiu auga (>>), tai valiuta-koziriu laikomas EUR ir portfelis diversifikuojamas remiantis EUR kursų kitomis valiutomis prognoze. Jeigu EUR << USD, tuomet valiutos koziriu renkamas USD.
- Parinkus valiutą kozirį, parenkamas valiutų portfelis, leidžiantis maksimizuoti subjekto naudingumą žingsnio pabaigoje, o konkrečiu atveju – leidžiantis maksimizuoti portfelio perkamąją galią eurais ir doleriais paėmus kartu.

Ši schema pateikta 1 pav. Punktyrinė rodyklė primena, kad diversifikuojant EUR (USD), diversifikuojamas ir pats EUR (USD). Dviguba punktyrinė rodyklė primena tai, kad nors koziriu parinktas EUR (USD), gali būti diversifikuojamas ir USD (EUR).

Dabar jau pats laikas priminti, kad nagrinėjami valiutų kursai, kaip ir paties valiutų portfelio vertė, yra stochastiniai



1 pav. Dvigubojo kozirio (EUR ir USD) portfelio sprendimų valdymo valiutų (EUR, GBP, CHF, CAD, AUD, JPY, USD) rinkoje modelis

Fig 1. Model of twofold (EUR and USD) portfolio decision management in currency (EUR, GBP, CHF, CAD, AUD, JPY, USD) market

dydžiai ar procesai ir jų funkcijos. Todėl jeigu turėdami istorinius valiutų rinkos duomenis, kaip atsitiktinių procesų ar dydžių realizacijas, galėjome sąlygiškai naudotis viena reikšmės jų galimybės supratimu, tai, kalbant apie valiutų kursų prognozes ir jų patikimumą, reikia prisiminti, kad tai iš tikrųjų yra stochastiniai dydžiai ar procesai.

Taigi, toliau kalbėdami apie sprendimų priėmimą arba portfelio kaitos (perbalansavimo) valdymo strategiją, ateities valiutų kursus, portfelio naudingumą ir netgi jo perkamąją galią turėsime traktuoti taip pat, kaip stochastinius įvykius, dydžius ar procesus. Todėl ir jų lyginimas ar pasirinkimas galimas tik atskirų kiekybinių parametru – vidurkių, standartinių nuokrypių, kvantilių arba galimybės patikimumo požiūriu, pvz., su tikimybe 1 ir pan.

Užsibrėžtam tikslui įgyvendinti toliau nagrinėjamos šios problemos:

- Aptarti bendrosios sprendimų valdymo valiutų ir kapitalo rinkose schemas ypatumai „FOREX“ rinkoje.
- Patikslinti adekvataus investicinių sprendimų patikimumui (garantijai) įvertinti portfelio taikymo tikslai ir galimybės valiutų kursų rinkoje.
- Aptarti elementariųjų strategijų – maksimumų taikymo principai valiutų rinkoje.
- Išnagrinėtas vadinamasis dvigubojo kozirio modelio taikymas valiutų rinkoje, aptarti praktiniai šio modelio taikymo rezultatai.
- Atlikta bendroji sprendimų analizė, pateiktas sprendimų efektyvumo įvertinimas.
- Pateiktos išvados ir siūlymai.

2. Bendrosios sprendimų valdymo valiutų ir kapitalo rinkoje (SVVKR) sistemos ypatumai „FOREX“ rinkoje

Čia, kaip ir [1–4] darbuose, nagrinėjant bendrąją SVVKR sistemą yra išskirti trys etapai, sudarantys portfelio sprendimų valdymo ciklą (2 pav.):

- Pagrindinių portfelio sprendimų valiutų rinkose tikslų ir principų nustatymas.
- Portfelio sprendimų idėjos realizavimo pagrindimas ir informacinis sprendimo proceso aprūpinimas.
- Optimalių portfelio sprendimų rezultatyvumo įvertinimo principų parinkimas.

Ciklo pabaigoje atliekamas istorinių trajektorijų ir raidos galimybių sąveikos monitoringas ilgainiui išryškina ne tik einamuosius, dažniausiai staigius, pokyčius, bet ir fundamentalius rinkos elgsenos pokyčius.

Nors galutinai SVVKR sistema skirta portfelio sprendimams valdyti, tačiau savarankišką vertę turi ir neportfelinių sprendimų priėmimo valdymo posistemis ir pasiūlyta valiutų kursų prognozavimo sistema, kurios buvo taikytos realizuojant sprendimų valdymo valiutų rinkoje (SVVR) sistemą.

3. Adekvati valiutų kursų prognozavimo sistema

3.1. Trumpas siūlomos prognozavimo sistemos sugretinimas su techninės analizės metodais

Kaip matome iš 1 pav., čia siūlomas sprendimų priėmimo valiutų rinkose sistemos sudarymo būdas formaliai prasideda valiutų kursų prognozavimo metodų parinkimu. Kadangi šioje sistemoje, kaip ir techninėje analizėje, konkretus tyrimo objektas yra istoriniai valiutų kursų rodikliai, siūlomus prognozavimo metodus tikslinga sugretinti su jau taikomais techninėje analizėje prognozavimo metodais, kurių yra gana daug ir labai įvairių. Atliekant techninę analizę, be tradicinių visoms veiklos sritims prognozavimo metodų: įvairiausių tradicinių modelių, regresinių modelių, slenkamųjų vidurkių modelių ir pan., intensyviai naudojamosi ir modelių (*patterns*) identifikavimo principu. Jo esmę sudaro tai, kad bandoma nustatyti tam tikrus šablonus, pagal kuriuos būsimų rodiklių kaita turėtų pakartoti istorinių duomenų kaitą.

Žinant techninės analizės prognozavimo modelių visumos (*set*) gausą ir išsamumą, būtų neatsargu nusakyti vienaip ar kitaip apibendrintas tos visumos savybes. Nors daugelis iš techninės analizės prognozavimo metodų turi teorines valiutų kursų ir akcijų kainų prognozavimo tinkamumo prielaidas ir ilgą praktinio naudojimo patirtį ne tik šioje srityje, tenka pripažinti, kad jie neatitinka visų pagrindinių prognozavimo metodams būtinų požymių:

- valiutų kursų prognozavimo metodas turi būti adaptyvus (*adaptive*), t. y. jis padeda atsižvelgti į tai, kad kiekviename valiutų kursų kitimo taške kinta ir veiksmų sąranka, ir jų svarba, tiek valiutų kursų funkcinės priklausomybės nuo juos lemiančių veiksmų, ir pačių veiksmų priklausomybės formos;
- prognozavimo metodai turi būti lankstūs (*flexible*), t. y. juos taikyti turi būti įmanoma bet kurioje prognozavimo sistemoje – ar tai būtų sudėtinga matematinė modelių sistema, ar subjektyvūs ekspertiniai sprendimai;
- prognozavimo metoduose turi būti aiškiai atskirti veiksniai ir pasekmės (neprieštaringas metodas). Tai ypač svarbu nustatant ir taikant analitines pasekmių ir veiksmų priklausomybes, taip pat veiksmų tarpusavio sąveiką;
- vieno ar kito prognozavimo metodo taikymas turi išsaugoti galimybę kiekybiškai įvertinti gautų rezultatų patikimumą;
- prognozavimo metodai turi būti konstruktyvūs, t. y. suteikiantys galimybę atrinkti labiausiai tikėtinas prognozuojamų dydžių ar procesų reikšmes.

3.2. Pagrindiniai adekvačios prognozavimo sistemos principai

Toliau pailiustruosime pagrindinius vienažingsnės valiutų kurso ir akcijų kainos prognozavimo sistemos taiky-

mo principus. Prognozavimo sistemos esmę (*core*) sudaro prognozuojamo rodiklio reikšmės $(t + 1)$ -uoju momentu galimybių tikimybės skirstinio pasirinkto parametro regresinė priklausomybė nuo nagrinėjamo rodiklio reikšmių galimybių tikimybės skirstinių tam tikrų parametrų t -uoju ir ankstesniais momentais:

$$\bar{y}^{-t+1} = f\left(\bar{x}_1^{-t}, \bar{x}_2^{-t}, \dots, \bar{x}_n^{-t}; \Theta(0, t)\right), \quad (1)$$

čia apibendrintai galima sakyti, kad:

\bar{y}^{-t+1} – prognozuojamojo valiutų kurso ar akcijų kai-

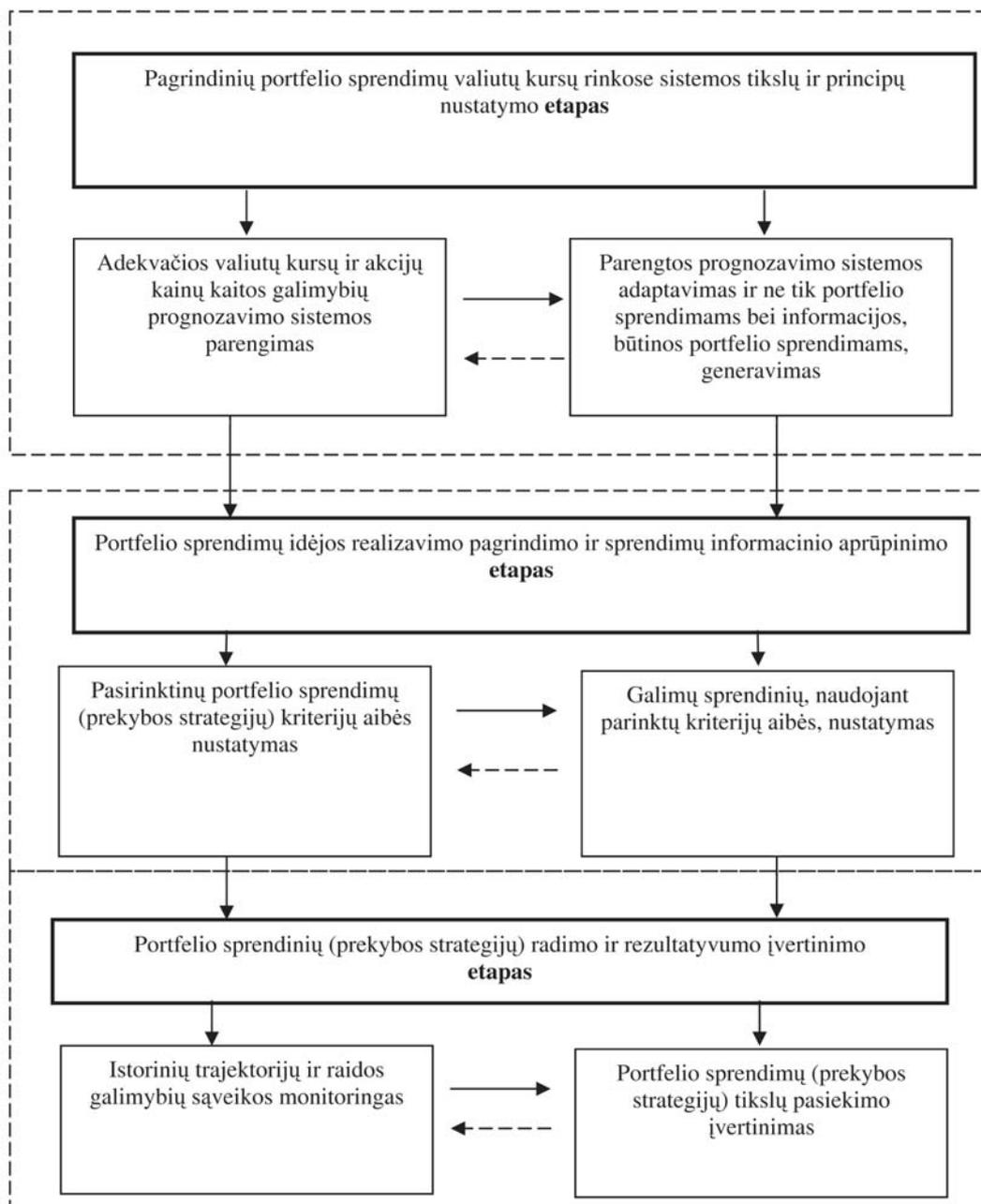
nos galimų reikšmių $(t + 1)$ -uoju momentu tikimybės skirstinys;

\bar{x}_i^{-t} – i -tojo veiksnio t -uoju ir ankstesniu momentu galimų reikšmių tikimybės skirstinių vektorius;

$\Theta(0, t)$ – kitų veiksmų įtakos nagrinėjamam rodikliui $(t + 1)$ -uoju momentu atstojamoji;

f – regresija.

Konkrečiai šiame eksperimente (1)-oji priklausomybė buvo naudojama $(t + 1)$ dienos valiutų kursų reikšmių galimybių tikimybės skirstiniui nustatyti, kai $[1, t]$ intervalo dienų valiutų kursų reikšmės yra žinomos. Taigi $(t + 1)$ dienos



2 pav. Portfelio sprendimų valiutų rinkose paieškos etapų ir veiksmų schema

Fig 2. Scheme of steps and actions of portfolio decision selection in a currency market

prognozė tampa svarbiausia informacija ($t + 1$) žingsniui (dienai) parenkant optimalų portfelį. Jo efektyvumas, t. y. priimto sprendimo efektyvumas paaiškėja pasirodžius realiems ($t + 1$) dienos duomenims. Savo ruožtu ($t + 1$) dienos duomenys tampa baziniais prognozavimo duomenimis, ir remdamiesi $[2, (t + 1)]$ intervalo dienų duomenų pagrindu prognozuojame ($t + 2$) dienos valiutų kursų galimų reikšmių tikimybės skirstinį. Taip vienos dienos žingsnio būdu buvo „nukeliauta“ nuo 2004-12-11 iki 2005-10-01 (žr. 1 lentelę). 40 pirmųjų šio laikotarpio dienų buvo pradinė prognozavimo bazė, o pirmoji diena, kurios valiutų kursų reikšmių galimybių tikimybės skirstinys buvo įvertintas

2005-01-27. Taip procesas buvo kartojamas iki 2005-10-01. Šios prognozės ir koreliaciniu ryšiu susietos paskirų valiutų kursų prognozės buvo taikomos portfeliui perbalansuoti arba tiesiog optimaliam hipotetiniam dienos modeliui parinkti. Istorinių ir hipotetinių (prognostinių) duomenų labiausiai tikėtinos reikšmės pateiktos 1 lentelėje.

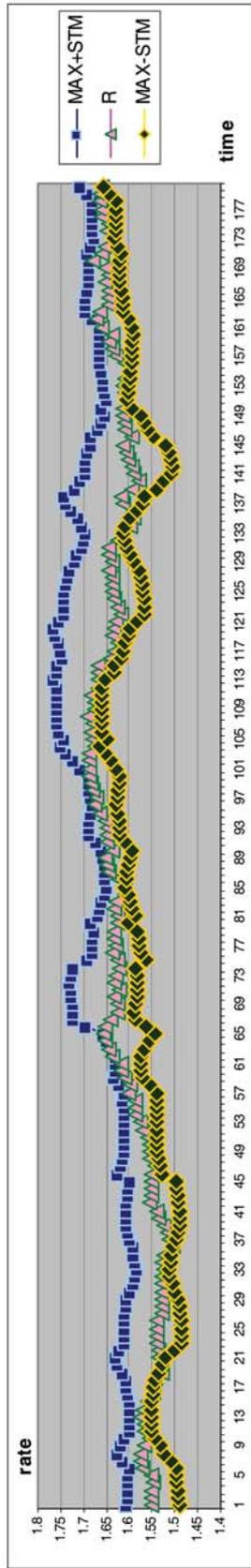
3.3. Siūlomos prognozavimo sistemos ypatumai

Prieš apibūdindami prognozavimo metodo galimybes, aptarkime 3 pav., nes juo remiantis bus daromos empirinės išvados. Šiame paveiksle pateiktos empirinių istorinių duomenų ir prognozuojamų EUR/CHF kurso kitimo galimy-

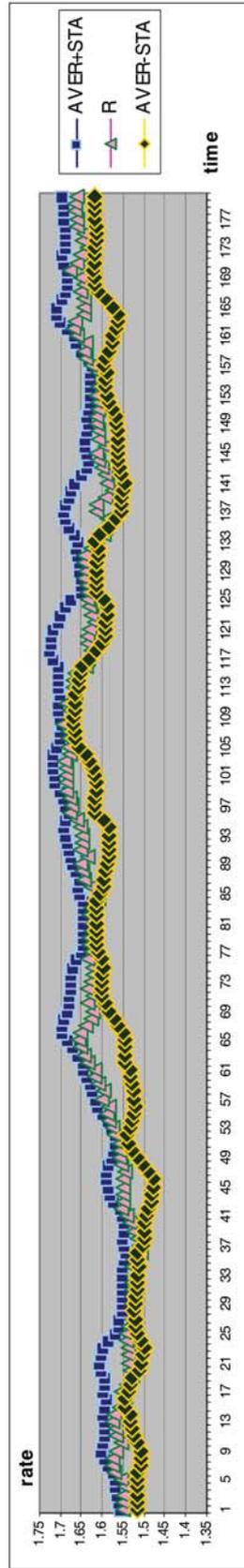
1 lentelė. Istorinių (H) ir prognozuojamų (F) rodiklių sugretinimas: valiutų kursai "FOREX" biržoje

Table 1. Comparison of historical (H) and forecasted (F) rates: currency rates in "FOREX" market

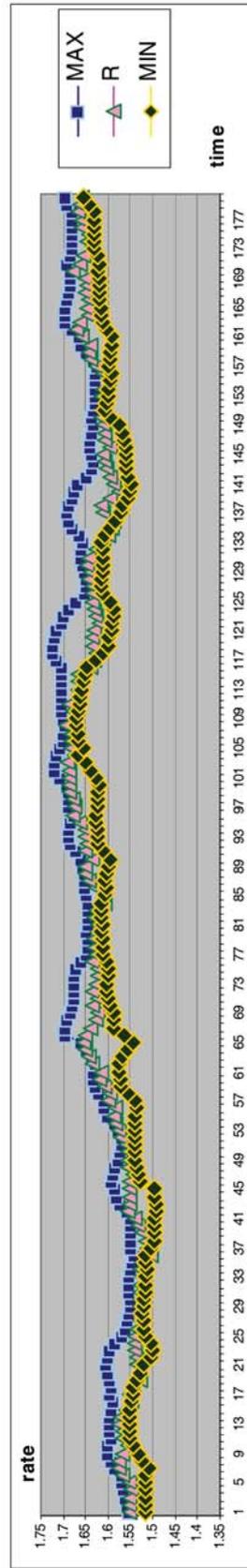
| Istoriniai ir prognozuojamieji rodikliai | Valiutų kursai | | | | | | | | | | | |
|--|----------------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|-----------|--------|
| | USD/EUR | | USD/GBP | | USD/CHF | | EUR/CAD | | USD/AUD | | USD/JPY | |
| Dienos | F | H | F | H | F | H | F | H | F | H | F | H |
| 1 | - | 0,7563 | - | 0,5222 | - | 1,1609 | - | 1,2251 | - | 1,3319 | - | 105,15 |
| 2 | - | 0,7579 | - | 0,5237 | - | 1,1629 | - | 1,2265 | - | 1,3358 | - | 105,56 |
| 3 | - | 0,7512 | - | 0,5197 | - | 1,1534 | - | 1,2275 | - | 1,3168 | - | 104,69 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 40 | - | 0,7710 | - | 0,5365 | - | 1,1928 | - | 1,2359 | - | 1,3063 | - | 103,97 |
| 41 | 0,7608 | 0,7651 | 0,5297 | 0,5314 | 1,1763 | 1,1838 | 1,2080 | 1,2326 | 1,2732 | 1,2927 | 105,07 | 103,14 |
| 42 | 0,7694 | 0,7670 | 0,5346 | 0,5294 | 1,1897 | 1,1848 | 1,2564 | 1,2373 | 1,3109 | 1,2860 | 104,14 | 102,81 |
| 43 | 0,7714 | 0,7666 | 0,5237 | 0,5297 | 1,1918 | 1,1854 | 1,2225 | 1,2407 | 1,2843 | 1,2913 | 102,83 | 103,36 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 242 | 0,8204 | 0,8222 | 0,5501 | 0,5544 | 1,2753 | 1,2746 | 1,1706 | 1,1816 | 1,3005 | 1,3055 | 110,47 | 111,47 |
| 243 | 0,8221 | 0,8242 | 0,5534 | 0,5550 | 1,2757 | 1,2788 | 1,1748 | 1,1678 | 1,2995 | 1,3051 | 111,24 | 111,49 |
| 244 | 0,8248 | 0,8254 | 0,5559 | 0,5559 | 1,2832 | 1,2811 | 1,1872 | 1,1693 | 1,3012 | 1,3048 | 111,61 | 111,96 |
| 245 | 0,8198 | 0,8181 | 0,5532 | 0,5522 | 1,2783 | 1,2694 | 1,1738 | 1,1667 | 1,2937 | 1,2968 | 111,82 | 111,25 |
| 246 | 0,8262 | 0,8233 | 0,5575 | 0,5587 | 1,2848 | 1,279 | 1,1752 | 1,1723 | 1,3012 | 1,3118 | 107,81 | 111,62 |
| 247 | 0,8254 | 0,8302 | 0,5650 | 0,5626 | 1,2788 | 1,2918 | 1,1723 | 1,171 | 1,3117 | 1,3210 | 111,95 | 112,4 |
| 248 | 0,8318 | 0,8314 | 0,5671 | 0,5642 | 1,3010 | 1,293 | 1,1578 | 1,1733 | 1,3214 | 1,3208 | 112,64 | 112,39 |
| 249 | 0,8253 | 0,8286 | 0,5649 | 0,5623 | 1,2851 | 1,289 | 1,1652 | 1,1722 | 1,3157 | 1,3224 | 112,42 | 112,15 |
| 250 | 0,8362 | 0,8324 | 0,5697 | 0,5659 | 1,3024 | 1,2952 | 1,1777 | 1,1781 | 1,3365 | 1,3228 | 112,67 | 113,22 |
| 251 | 0,8238 | 0,8305 | 0,5585 | 0,5656 | 1,2825 | 1,2912 | 1,1641 | 1,1741 | 1,3151 | 1,3180 | 112,75 | 113 |
| 252 | 0,8281 | 0,8310 | 0,5656 | 0,5679 | 1,2892 | 1,2934 | 1,1703 | 1,1713 | 1,3208 | 1,3158 | 113,07 | 113,11 |
| 253 | 0,8244 | 0,8296 | 0,5634 | 0,5655 | 1,2816 | 1,2891 | 1,1273 | 1,1596 | 1,3089 | 1,3098 | 113,11 | 113,25 |
| Krypties sutapčių skaičius | 136 (213) | | 128 (213) | | 148 (213) | | 117 (213) | | 121 (213) | | 109 (213) | |



a. Modos (M) ± standartinis nuokrypis nuo modos (STM)
Mode (M) ± standard deviation of mode (STM)



b. Vidurkis (AVER) ± standartinis nuokrypis nuo vidurkio (STA)
Average (AVER) ± Standard deviation of average (STA)



c. MAX = min (MAX+STM; AVER+STA), MIN = max (MAX+STM; AVER+STA)
MAX = min (MAX+STM; AVER+STA), MIN = max (MAX+STM; AVER+STA)

3 pav. EUR/CHF kurso empirinių istorinių duomenų ir prognozuojamų pasikliautinių intervalų sugretinimas
Fig 3. Comparison of EUR/USD rate empirical historical data and forecasted reliability intervals

bių tikimybės skirstinių 68,3 % lygmens pasikliautinių intervalų sugretinimo geometrinis vaizdas. 3 pav. a dalyje pasikliautinių sričių viršutinės ir apatinės linijos sutapatintos su prognozuojamų galimų reikšmių tikimybės „skirstinio vidurkis \pm standartinis nuokrypis“ atitinkamomis reikšmėmis. 3 pav. b dalyje šios linijos sutapatintos taip: moda \pm standartinis nuokrypis nuo atitinkamų modos reikšmių. 3 pav. c dalyje imti atitinkamai a ir b dalyse nagrinėtų linijų maksimumai – apatinei linijai ir minimumai – viršutinei linijai.

Prognozių tikslumas ir patikimumas. Kalbant apie pateikiamų valiutų kursų ir akcijų kainų prognozių patikimumą ir tikslumą, pozicija (*stand*) gali būti 3 pav. pateiktos valiutų kursų kitimą ribojančių sričių diagramos (*diagrams*), kurias toliau vadinsime valiutų kursų kitimo pasikliautinomis sritimis. Tai atsitiktinių procesų ar atsitiktinių dydžių pasikliautinių sričių ar pasikliautinių intervalų analogai, jei daroma prielaida, kad prognozuojamas valiutos kursas ar akcijos kaina yra stochastinis dydis, kurio prognozė gaunama remiantis tik istoriniais duomenimis. Diagramose kartu su prognozuojamomis pasikliautinomis sritimis jų viduje pateikti ir atitinkami istoriniai rodikliai. Šių rodiklių pasiskirstymas pasikliautinose srityse parodo faktą, kad valiutų kursų ir akcijų kainų elgsena ne tik dera su dėsningumais, kuriems paklūsta stochastinių dydžių elgsena pasikliautiniuose jų intervaluose, bet ir $\pm \sigma$, $\pm 2\sigma$ ir $\pm 3\sigma$ pasikliautinieji intervalai turi gerokai aukštesnius pasikliautinumo lygmenis negu 68,3 %, 95,4 % ir 99,7 %. Atitinkamų stochastinių hipotezių tikrinimas tai visiškai patvirtina.

Ši aplinkybė leidžia teigti, kad galima kalbėti ir apie techninės analizės metodų sprendimų, jeigu straipsnyje siūlomą metodą priskirtume prie techninės analizės metodų, apie patikimumo kiekybinį matavimą ir apie atsitiktinio žingsnio teorijos sąlyginumo interpretacijas. Vargu ar žvelgiant į pasikliautinių sričių diagramas, galima teigti, kad kainų judėjimas yra vienodai nulemtas ir būsenoms, esančioms sričių viduryje, ir būsenoms, esančioms sričių pakraščiuose, kas turėtų būti, esant teisingai prielaidai apie kainos kaip chaotiškai atsitiktinio dydžio elgseną. Taigi kainos elgsena yra stochastinis procesas, bet ne chaotiškai stochastinis procesas.

Prognozavimo metodų konstruktyvumas. Anksčiau straipsnyje prognozavimo metodo konstruktyvumu buvo įvardyta metodo savybė kiekviename žingsnyje numatyti labiausiai tikėtiną iš galimų reikšmių. Todėl, kalbant apie pasikliautinių sričių sudarymą, reikia priminti tą aplinkybę, kad 3 pav. a dalyje pavaizduota sritis sudaryta pagal jos „vidurinę reikšmę“, kiekviename žingsnyje parenkant labiausiai tikėtiną galimų reikšmių prognozės dydį, o nuokrypiu paimtas standartinis nuokrypis nuo labiausiai tikėtinės reikšmės. 3 pav. b dalyje paimta tradicinė pasikliautinoji sritis – vidutine reikšme parenkant matematinį vidurkį, o standartiniu nuokrypiu – vidutinį standartinį nuokry-

pį nuo vidurkio. 3 pav. c dalyje pasikliautiniosios srities apatine riba paimtas maksimumas iš a ir b sričių apatinių ribų, o viršutinė riba – minimumas iš a ir b sričių viršutinių ribų.

Istorinių duomenų sklaidos dėsningumai gana ilgoje pasikliautinių intervalų srityje įtikinamai liudija, kad turimi istoriniai duomenys – tai viena iš begalės stochastinio proceso realizacijų. Tai leidžia teigti, kad pasirinktas prognozavimo metodas ne tik užtikrina aukštą prognozavimo tikslumą, bet ir atskleidžia rinkos elgsenos motyvą, t. y. nustato, kokiai galimybei suteikiama pirmenybė. Remiantis empirinių stebėjimų rezultatais, galima teigti, kad rinka iš galimybių visumos pasirenka labiausiai tikėtiną reikšmę, jeigu tik tokia egzistuoja. Taigi valiutų ir kapitalo rinkoje galima kalbėti ne apie nematomąją ranką (*invisible hand*), bet apie nematomąją protą (*invisible mind or invisible brain*). Vadinasi, kalbant apie valiutų ir kapitalo rinkų skiriamuosius požymius tenka vartoti intelektinės rinkos ar panašaus pobūdžio epitetus jos elgsenai ir evoliucijai apibūdinti.

Prognozavimo metodų korektiškumas. Pasikliautinių sričių diagramos galėtų būti nebloga iliustracinė priemonė ir modelių korektiškumui paaiškinti. Priežasties ir pasekmes ryšių kategoriją taikyti nėra taip paprasta, kaip tai atrodytų iš pirmo žvilgsnio. Nesileisdami į išsamias diskusijas dėl šios sąvokos vartojimo, pabandykime suvokti, kodėl tokiam ilgame valiutų kursų kaitos intervale ir gana plačioje valiutų kursų grupėje nagrinėjami istoriniai duomenys neišsėina už iš sąlygiškai neplačios 3 pav. c dalyje pateikiamos pasikliautiniosios srities, kuri formuojama atsižvelgiant tik į istorinius rinkos duomenis, ribų. Turbūt yra realių priežasčių, kurios slypi pačios zonos struktūroje ir ieškoti pirminių priežasčių, kurioms galėtų atstovauti pasiūlos ir paklausos makropokyčiai, būtų netikslinga ir nekonstruktyvu. Todėl tarp (1) regresinės (stochastinės regresinės) priklausomybės veiksnių $\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_n$, yra ir tam tikrų pasikliautiniosios sričių struktūrinių parametru.

Prognozavimo metodų adaptyvumo ir lankstumo reikalavimo būtinumas taip pat akivaizdžiai matomas iš 3 pav. diagramų. Suprantama, kad būsenos kaitos, t. y. judėjimo kryptis iš taško, esančio ant pasikliautinių sričių ribos, motyvai ir veiksniai turėtų skirtis nuo tų, kurie lemia judėjimo kryptis, esant ant labiausiai tikėtinų įvykių ar pan. linijų.

3.4. Maksimų naudojimo galimybių įvertinimas SPVVKR sistemoje

Gauti prognostiniai duomenys buvo naudoti ir paprasčiausioms prekybos strategijoms, kurios tekste įvardijamos kaip maksimos, parengti. Maksimos turinį sudaro elementari tiesa: pirk akciją uždarymo kaina, jeigu jos kaina kitą dieną kils, ir parduok ją, jeigu jos kaina kitą dieną kris. Valiutų kursų atžvilgiu šią nuostatą galima apibrėžti taip: kapitalą reikia laikyti pirmąja valiuta, jeigu jos kursas ant-

rosios valiutos atžvilgiu auga, ir, priešingai, – antrąja valiuta, jeigu kursas krenta.

Igyvendinant maksimas labai svarbu įvertinti, ar prognozuojant bus atspėtos valiutų kurso arba akcijų kainų kitemo kryptys, t. y. ar kursai (kainos) didės ar mažės. Todėl kiekvieno iš 1 lentelės, kur pateikti 2004-12-11–2005-10-01 ataskaitiniai ir prognostiniai duomenys, stulpelių papildomoje eilutėje nurodytas sutapimo atvejų skaičius, kai prognostiniai ir realūs faktiniai rodikliai kito viena kryptimi. Kadangi aptariamoje prognozavimo sistemoje prognozės pateikiamos kaip stochastiniai dydžiai, kyla klausimas – su kurių prognozės galimybių tikimybės skirstinio charakteristika reikia lyginti realius duomenis. Šiuo atveju lyginamuoju rodikliu iš prognozės galimybių spektro buvo labiausiai tikėtina reikšmė.

4 pav. diagramoje pateiktas grafinis istorinių ir prognozuojamų rodiklių sugretinimas, o 5 pav. diagramose parodyti paprasčiausių (*naive*) prekybos strategijų – maksimumų galimybių rezultatai. Kiekviena iš pateiktų diagramų sudaryta tokiu principu: pradinis kapitalas yra vertinamas 100 vienetų; 1-uoju numeriu pažymėta linija reiškia pradinio kapitalo, laikomo bet kurios valiutos forma, kitimą, jeigu jis būtų tapęs depozitu, duodančiu 4 % metinių palūkanų; 2-uoju numeriu pažymėta linija – tai nagrinėjamo valiutų kurso augimas, išreikštas procentais; 3-uoju numeriu pažymėta pradinio kapitalo augimo galimybė, jeigu būtų naudojama paprasčiausia strategija – maksima. Vertinant maksimos galimybes, atsižvelgta į valiutos pirkimo ir pardavimo kainų skirtumą.

4. Portfelio sprendimų valdymas – SVVR šerdis

4.1. Glausta įžanga į adekvačiojo portfelio anatomiją ir valdymą

Investicijų portfelio teorija – tai būdas, kuriuo investuotojas gali teoriškai pasiekti didžiausią laukiamą pelną iš įvairių – tiek rizikingų, tiek nerizikingų – vertybinių popierių ar kitokių aktyvų, taip pat valiutų rinkinio, atsižvelgdamas ir į rizikingumą. Kertinės problemos, kurias sprendžia portfelio teorija – tai galimų portfelių reikšmių arba atvaizdų visumos nustatymas, efektyviosios portfelio linijos suradimas, optimalaus kiekvienam investuotojui portfelio parinkimas.

Norint lengviau suprasti, kaip sprendžiamos šios problemos, reikia išigilinti į jų geometriją, o tiksliau – į plokštumą, kurioje vaizduojami sprendimo kriterijai ir patys sprendimai. Įprasta, kad ordinacinių ašyje atidedamos vidutinės portfelio pelningumo reikšmės, o abscisinių ašyje – to paties pelningumo nepastovumo (rizikos) matas, t. y. vidutinis standartinis nuokrypis ar kitaip parinktas nepastovumo matas. Taigi skirtingose koordinacinių ašyse atidedami to paties dydžio galimybių tikimybės skirstinio vidurkis ir vidutinis kvadratinis nuokrypis. Pasirinkę aibę aktyvų su žinomomis jų pelningumo ir vidutinio standartinio nuokry-

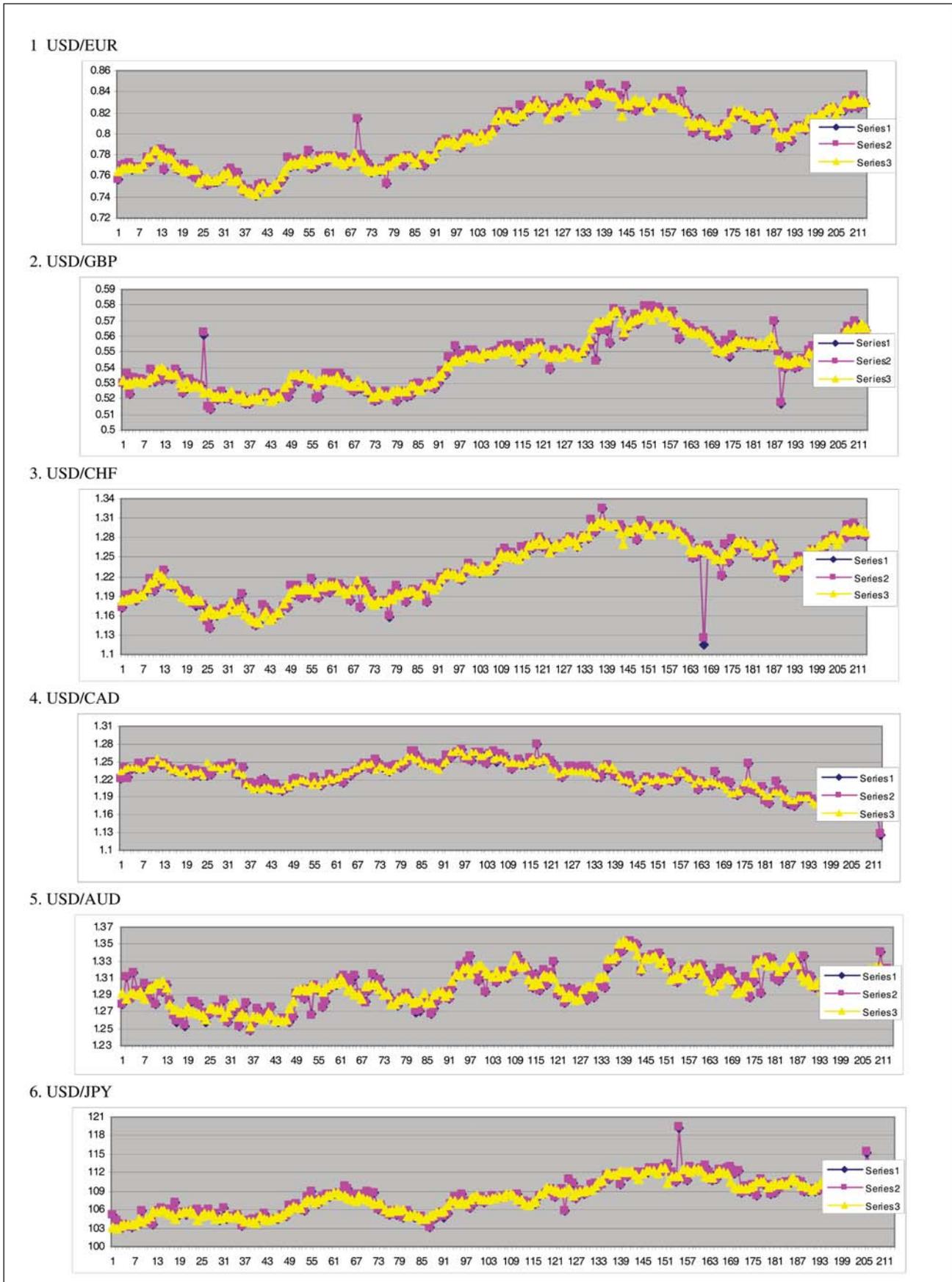
pio reikšmėmis ir padarę prielaidą, kad investuotojo portfelyje kiekvienas iš aktyvų gali užimti dalį – ω , kintančią Markovitzo portfelio atveju nuo 0 iki 1, turėsime vadinamąją visų galimų portfelių aibę (6 pav., a). Tokia galimų portfelių aibės forma gaunama dėl matematinių atsitiktinių dydžių ir jų svertinių sumų savybių. Linija YB vadinama efektyviaja linija (*efficiency line*) ir yra gaubiamosios kreivės AB dalis. Ji turi išskirtinai svarbią reikšmę, nagrinėjant ir aiškinant paskiras portfelio savybes.

Naudodamiesi kartinėmis moderniojo portfelio kategorijomis ir savybėmis, glaustai supažindinsime su pagrindinėmis adekvačiojo investicijų portfelio, t. y. portfelio, sudaryto iš investicinių aktyvų, kurie, kaip ir paties portfelio pelningumas, yra aprašomi naudojant stochastinių dydžių skirstinius, sudarymo ir valdymo problemomis. Adekvačiojo portfelio idėja ir technika leidžia investuotojui operuoti ne tik pelningumo ir rizikingumo rodikliais, bet ir pelningumo garantijos sąvoka, kuri natūraliai įsipina į sprendimų valdymo logiką.

Anksčiau minėta, kad viena iš trijų pagrindinių problemų, sprendžiamų taikant portfelio teoriją – tai optimalaus portfelio paskiram investuotojui parinkimas iš galimų portfelių aibės. Iš tikrųjų labai svarbu pabrėžti, kad portfelio teorijoje investicijos (jų rinkiniai) nagrinėjamos ne bešališkoje investuotojo galimybių atžvilgiu aplinkoje, o atsižvelgiant į investuotojo naudingumą. Tai išskirtinis portfelio teorijos maksimizavimo kriterijų bruožas.

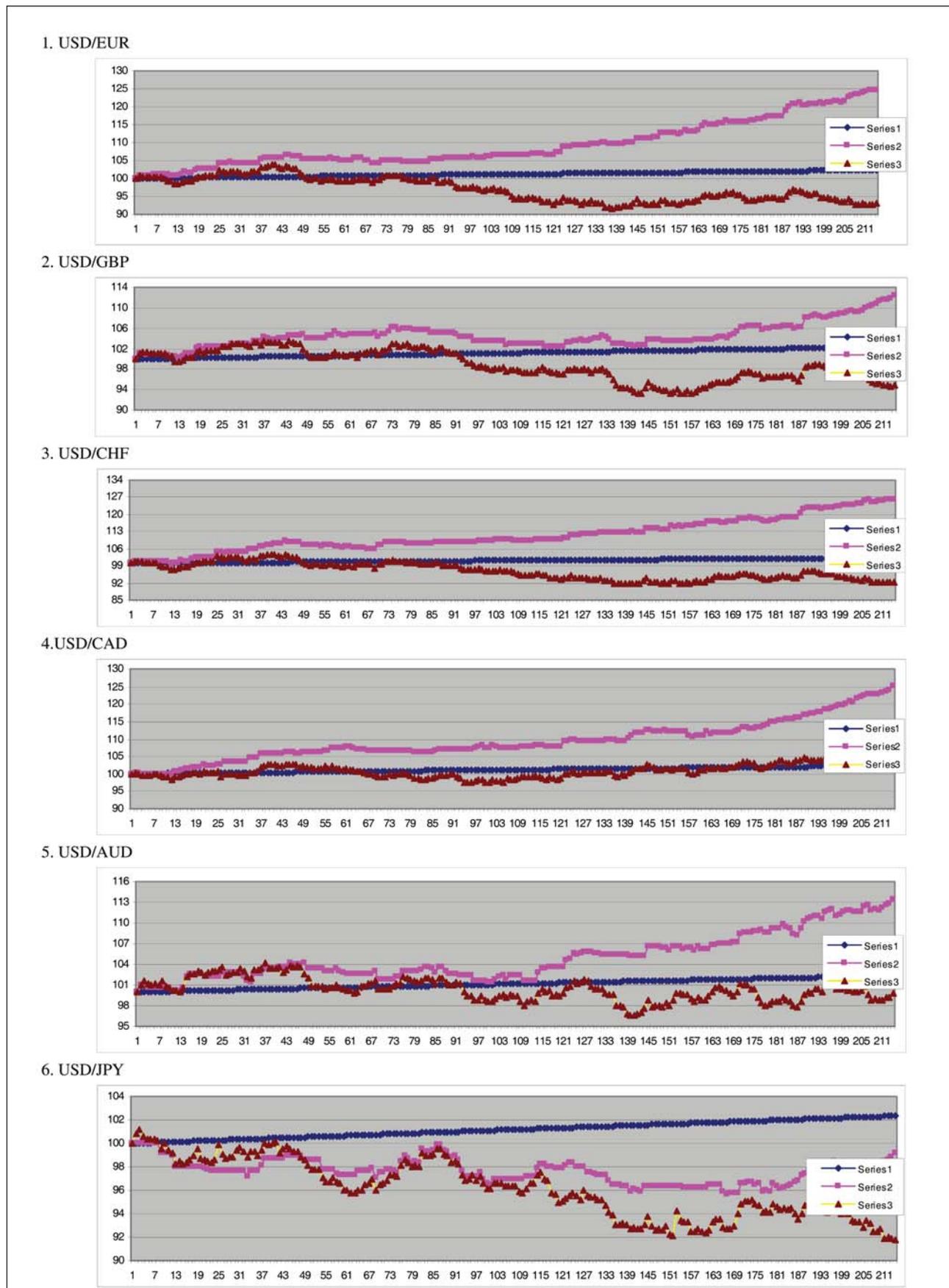
Portfelio teorijoje įprasta naudotis supaprastinta naudingumo funkcijos atmaina – bešališkumo kreivėmis (*indifference curve*). Bešališkumo kreivės sąvoka, atėjusi iš vartojimo teorijos, kur ji išreiškia dviejų prekių derinius, vienodai naudingus vartotojui, portfelio teorijoje nusako tokius pelno ir rizikos derinius, kurie yra vienodai priimtini investuotojui. 6 pav. a dalyje matome, kad investuotojas turėtų pasirinkti sau naudingiausią portfelį, atsižvelgdamas į galimų portfelių aibę ir savo naudingumo (bešališkumo) funkciją. Mintį apie portfelio teorijos maksimizavimo principų orientaciją į bendro naudingumo didinimą plėtoti gali padėti 6 pav. b dalies grafikas. Čia iliustruojama, kaip skirtingas bešališkumo kreivės A'A'' ir B'B'' turintys investuotojai pasirenka skirtingus optimalius (maksimizuojančius jų naudingumą) portfelius, o kartu ir maksimizuojančius bendrąjį naudingumą.

Tačiau tokia portfelio optimizavimo logika teisinga tik tuomet, kai portfelyje turimos tik rizikingos investicijos. Šiuo atveju teisinga, kad tai yra naudingiausi portfeliai, priklausantys galimų portfelių aibei ir esantys bešališkumo žemėlapyje tinkle. Bet ši vien tik rizikingų investicijų prielaida neparodo visų investuotojo turimų galimybių realiaime investicijų pasaulyje, kur yra ir nerizikingų vertybinių popierių, tokių kaip vyriausybės obligacijos. Jeigu taip įvyksta, pasirodo, kad investuotojas turi galimybę pasiekti aukštesnį naudingumo tašką negu taškai A' ir B' jo bešališkumo žemėlapyje [5–8]. Tai iliustruojama 6 pav. c dalyje.



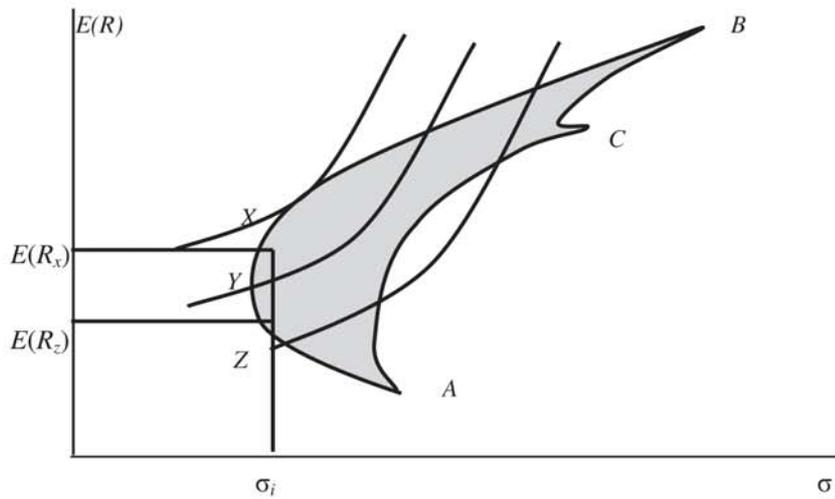
4 pav. Istorinių ir prognozuojamų valiutų kursų rodiklių gretinamasis grafinis vaizdas

Fig 4. Graphical view of the comparison of historical and forecasted currency rates

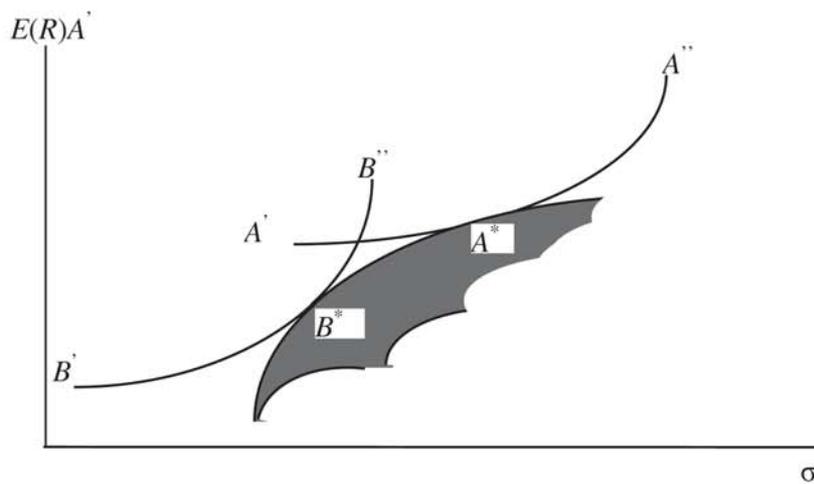


5 pav. Maksimų galimybių naudojimo grafinis vaizdas

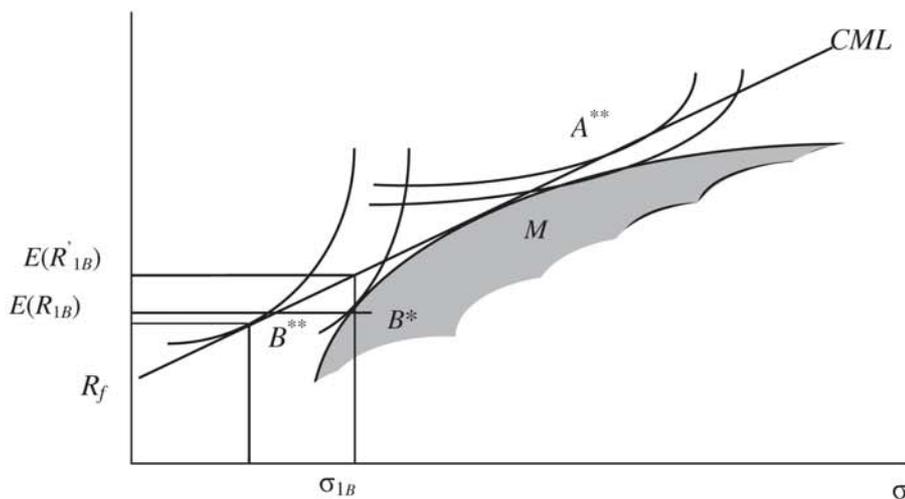
Fig 5. Graphical view of maxims application possibilities



a – geriausia alternatyva iš turimų galimybių su rizikos laipsniu
 a – The best alternative from available possibilities with level of risk



b – gaubiamoji kreivė su dviejų investuotojų bešališkumo kreivėmis
 b – Convex curve with impartial curves of two investors



c – kapitalo rinkos tiesė (KPT)
 c – The line of capital market

6 pav. Portfelio sprendimų paieškos analizės schema

Fig 6. The scheme of the analysis of portfolio decisions finding

4.2. Adekvačiojo portfelio modelio sudarymas

Šiuo metu [9–14] literatūroje apie portfelio investicijų valdymą išreiškiamas požiūris į investicinio portfelio sudarymo, vertinimo ir valdymo galimybes. Tačiau praktiškai nėra darbų, skirtų investicinių sprendimų patikimumui įvertinti. Toliau pabandysime aptarti ir tokias galimybes.

Jeigu galutine savo išraiška klasikinė portfelio analizės, valdymo ar kitokio naudojimo schema yra gana aiški ir patogiai praktiškai naudoti, tai kelias į šį paprastumą nėra toks lengvas. Efektyviosios kreivės, kaip ir gaubiamosios kreivės, funkcinė išraiška, kurią būtina naudoti taikant portfelį praktiškai, nėra akivaizdi bendruoju atveju. Sudarant ir valdant portfelį, reikia operatyviai nustatyti įvairias galimas portfelio būsenas, aprašyti būsenų sąveiką ar nagrinėti kitokias portfelio savybes. Modernaus portfelio sudarymo ir naudojimo schema nėra pakankamai adekvati šiems ar galimiems portfelio savininko tikslams, nes:

- tik nedaugelis rizikos recipientų galėtų kiekybiškai apibūdinti savo naudingumo kreivę kaip pelningumo ir rizikos subendramatinimo priemonę. Dageiui jų yra natūraliai suprantama naudingumo funkcijos idėja, kaip būtinumas subendramatinti pelningumo mastus ir jų garantiją, suprantamą kaip tikimybė, kad pelningumas bus ne mažesnis negu pasirinkto lygmens;
- tikėtinas pelnas, kuris modernaus portfelio teorijoje identifikuojamas su vidutiniu pelnu, nėra labiausiai tikėtina ar kitokia garantijos lygmenį turinti pelno reikšmė, nes vidutinio pelno tikimybė gali pasirodyti esanti labai maža, arba atvirkščiai;
- ši schema nenumato vertinti visų pelno galimybių, esant tam tikram portfelio rizikos lygmeniui;
- ši schema nenumato, kaip garantuoti norimą siekiamo pelno patikimumą, nes tam reikia mokėti parinkti ne tik pagal pelno vidurkio ir standartinio nuokrypio rodiklius sudarinėjamus portfelius, tačiau ir bet kurio lygmens kvantilio ir rizikos pagrindu sudarinėjamus portfelius.

Siekdami šių tikslų dar kartą atkreipkime dėmesį į portfelio geometriją. Matome (6 pav., a), kad ordinačių ašyje yra atidedami investicijų pelno, kaip atsitiktinio dydžio, vidurkiai, o abscisių ašyje – šių dydžių vidutiniai kvadratiniai nuokrypiai. Dėl to turime labai akivaizdžią pagrindinių portfelio analizės rezultatų geometrinę iliustraciją. Tačiau geometrinis akivaizdumas neišnyksta ir tada, kai vietoj vidurkių ar dispersijų imame tiesines jų funkcijas, t. y. jas vienodai pastumtume abscisių ar (ir) ordinačių ašyse.

Savo ruožtu, prisiminus portfelio pelningumo, tiksliau, investicijų, priklausančių portfeliiui, pelningumo apibrėžimą, tenka sutikti, kad konkrečiai portfelio būsenai nustatyti vidutinė portfelio pelno reikšmė nėra pats tinkamiausias rodiklis. Tikėtinas arba vidutinis pelningumas – tai apibendrinta visų investicijų kartu paėmus portfelio pelno galimybių būseną. Be to, tai tik viena iš aibės galimybių,

tiksliau, charakteristikų, neretai nekelianti tokio didelio susidomėjimo, kaip, pavyzdžiui, tam tikro lygmens kvantilis ir pan., o neretai ir visiškai nepriklausanti siektinų būsenų aibe. Kiekvienu konkrečiu atveju vidutinis pelnas bus viena iš visų pelno galimybių, kurias išsamiai nusako tik jų tikimybės skirstinys.

Matyt, apskritai nėra tikslinga ieškoti vienintelei pelningumo galimybei atstovaujančio rodiklio, nes sprendimams priimti dažniausiai reikia turėti visas galimų pelningumų reikšmes. Portfelio pelningumo, kaip išsamiai nuskaito atsitiktinio dydžio, traktavimo būtinumą patvirtina ir ta aplinkybė, kad ir paskirų investicijų (obligacijų, akcijų, projektų ir pan.), ir portfelio kainos rinkoje yra įvairios jų atsitiktinių dydžių realizacijos. Taigi išsamų portfelio pelno galimybių vaizdą galima turėti tik pasitelkus atsitiktinio dydžio kaip adekvačiausio šio pelno finansinio ir matematinio modelio logiką ir to atsitiktinio dydžio galimybių tikimybės skirstinį.

Savo ruožtu toks portfelio pelno galimybių aprašymas leidžia iki galo atskleisti pelningumo garantijos ir rizikos, kaip pelno galimybių nepastovumo, sąveiką su investuotojo naudingumo funkcija. Tai būtina siekiant sistemiskai įvertinti riziką ir sukurti adekvatų jos valdymo modelį.

Taigi, norint išlaikyti susiklosčiusį portfelio reikšmių aibės analizės geometrinį akivaizdumą, kai abscisių ašyje atidedamas portfelio galimybių nepastovumas, t. y. portfelio riziką nusakantys parametrai: variacija, standartinis nuokrypis ar kiti riziką apibūdinantys adekvatesni parametrai, o ordinačių ašyje – portfelio galimų pelningumų spektras, dar norima geometriškai pavaizduoti ir šių rodiklių patikimumo rodiklius. Tuomet jau nepakanka dvimatės plokštumos šiam akivaizdumui išlaikyti.

Todėl toliau portfelį nagrinėti reikia ne ganėtinai akivaizdžioje portfeliių plokštumoje „portfeliių rizika (abscisė) – portfeliių pelningumo galimybių spektras (ordinatė)“, o erdvėje „portfeliių rizika (abscisė) – portfeliių pelningumo galimybės (ordinatė) – portfelio pelningumų patikimumas (koordinatė)“.

Norėdami greičiau suprasti, įsivaizduokime, kad plokštumoje „portfeliių rizika – portfeliių pelningumų galimybės“ kiekvienai pelningumo galimybei x_R , esančiai ant bet kurio rizikos lygmens R tiesės, lygiagrečios su ordinačių ašimi, yra apskaičiuota tikimybė $p_x = p_x \{x_R \leq \xi \leq \text{Max } xR_R\}$, čia $\text{Max } xR_R$ – tai maksimali portfeliių pelningumo galimybė esant rizikos lygiui R . Jeigu x_R yra p lygmens kvantilis, tai $p_x = 1 - p$. Atidėję savąsias patikimumo (garantių) reikšmes p_x visoms pelningumo, esant duotajam rizikos lygiui, galimybėms turėtume išlikimo (*survival*) funkcijos vaizdą.

Matome, kad „standartinio nuokrypio – p lygmenų kvantilių maksimumai“ portfeliių reikšmių aibės p lygmens kvantilio linija yra išlikimo funkcijų paviršiaus šeimos sankirtos su plokštuma, lygiagrečia su portfeliių „standartinis nuokrypis – visų lygmenų kvantilių maksimumai“ reikšmių aibės plokštuma ir turinčia ordinatę, lygią $1 - p$, ir su

projekcija minėtoje plokštumoje. 7 pav. a dalyje: išlikimo funkcijų šeima; b dalyje – tankio funkcijų (*density functions*) šeima; c dalyje – visų kvartilijų ir vidurkio portfelių reikšmių aibių efektyviosios linijos. Toliau šias linijas vadinsime $1 - p$ lygmens izograntėmis, arba pasikliautino mo linijomis. Vadinas, nagrinėjama p lygmens kvantiliu efektyvioji linija yra $1 - p$ lygmens izograntė (*izoguarantee*) „rizikos – pelningumo galimybių“ plokštumoje, t. y. linija, kurios kiekvienam taškui teisingas tvirtinimas, jog galimybės viršyti šio taško ordinatę, esant jau fiksuotam standartinio nuokrypio lygiui, tikimybė (garantija) yra lygi $1 - p$. Efektyvioji zona – tai šių izograntžių arba tiesiog izokvantilių visuma.

Taigi toliau ordinačių ašyje atidedama efektyvioji zona, kurios skiriamasis požymis tas, kad ordinačių ašyje nagrinėjame ne portfelių vidurkius, kaip moderniajame portfelyje, o tų portfelių visų kvantilių atitinkamus maksimumus kiekvienai rizikos reikšmei. Tačiau ypač svarbu yra tai, kad rizikos ir pelningumo galimybių plokštumoje įvykiai nagrinėjami tik efektyviojoje zonoje. Toliau tekste vartosime sąvokas ir faktus iš finansų statistikos, kurie mūsų aptartu atveju kartais gali pareikalauti ir jų neprieštarin gumo įrodymo.

Portfelio pelningumo galimybių intervalą suprasime kaip atitinkamų pelningumų pasikliautinioje srityje intervalą. Įvykį (*event*) suprasime kaip tam tikrą pelningumo (efektyvumo) galimybių aibę. Įvykiai gali būti įvairūs, pvz.: A pelningumas neviršys 3 % ($A : e \leq 3\%$); B pelningumas bus tarp 2 % ir 5 % ($B : 2\% \leq e \leq 5\%$). Galimybių intervalo, esant pasirinktam rizikos lygiui p , lygmens kvantiliu laikysime tokias galimybių reikšmes: e_p , kurios įvykio $e < e_p$ tikimybė $P\{e \leq e_p\} = p$. Įvykio $e \leq e_p$ tikimybę paprastai žymėsime q ir vadinsime šio įvykio garantija. Neabejotina, kad $q = 1 - p$, nors ir būtina prisiminti, kad įvykius nagrinėjame pasikliautinioje srityje, kuri yra izokvantilių arba izograntžių visuma.

Kad galėtume lengviau suvokti adekvataus investicijų portfelio rizikos nagrinėjimo schemą, sugretinkime klasikinio portfelio nagrinėjimo schemą su kompleksine schema (7 ir 8 pav.). Pagal jau klasikine tapusia modernaus portfelio teoriją investuotoją turėtų dominti tik tie portfeliai, kurie išsidėstę ant efektyviosios linijos. Pati efektyvioji linija čia suprantama kaip maksimalių vidutinių 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 jungiant esamas investicijas (aktyvus) į portfelį ir įvertinamas visų taip sudarytų portfelių pelno vidurkis (tikėtinoji reikšmė) ir vidutinis standartinis nuokrypis.

Tačiau realiai investicijų, esančių portfelyje, pelningumai matomi ir realizuojami ne savo vidurkiais, o vienomis iš galimų reikšmių, kurias nusako investicijų rinka ir įsigijimo kainos. Todėl investuotojui svarbu matyti visą gali-

mų portfelių pelnų galimybių aibę, o ne tik modernaus portfelio efektyviojoje linijoje esančius portfelius. Taigi investuotoją domina ištisa efektyvioji zona, kuri suprantama kaip efektyviųjų linijų visuma visiems pasirinktų investicijų galimybių tikimybių skirstinio kvantiliams. Tad nagrinėjama ne efektyvioji linija, kurioje išsidėstę portfeliai, turintys vidurkio maksimumą, o efektyvioji sritis (7 pav.). Adekvatus portfelis savo pavadinimu – adekvatus portfelis investicijų pelningumo garantijai (patikimumui) nustatyti – deklaruoja, kad vienas iš pagrindinių jo privalumų yra investavimo sprendimų patikimumo įvertinimas. Išlikimo funkcijų šeima (8 pav., c) yra universalus skirtingų pelningumo lygių, esant skirtingiems rizikos lygmenims, garantijos matuoklis.

Savo ruožtu investuotojų bešališkumo kreivės turėtų būtų pakeistos (išplėstos) naudingumo funkcijomis.

Neabejotina, kad investuotojui visiškai priimtina, kad iš pasirinktos garantijos pelningumų intervalo būtų parinktas maksimalus pelningumas. Taigi nėra jokių nelogiškumo požymių, jeigu problemų sprendimas perkeliamas į pasikliautinąją sritį. Tačiau klausimą, ar rinka, t. y. jos dalyviai, pajėgūs ir kokia forma naudoti šią informaciją, reikia nagrinėti atskirai. Tiesa, jau moderniajame portfelyje daroma prielaida, kad investuotojas iš vienodos rizikos pelningumo galimybių turėtų rinktis didžiausią. Bet tai nėra nepriešinga prielaida, nes vidurkių maksimumo garantija gali būti kur kas mažesnė negu modos ar medianos maksimumo garantijos. Galimi atvejai, kad aukštesnės negu vidurkis garantijos kvantilių maksimumai, rizikai augant, pradeda viršyti vidurkių maksimumą. Taip pat būtina pabrėžti, kad esant tam tikroms prielaidoms adekvatus portfelis – tai erdvinis moderniojo portfelio vaizdas.

4.3. Portfelio sprendimų valdymo valiutų rinkose sistemis ir jo praktinio naudojimo rezultatai

3 skyriuje aptarta valiutų kursų prognozavimo sistema yra sudėtinė informacinio aprūpinimo dalis portfelio sprendimams priimti valiutų rinkose. Naudojantis paprastosios strategijomis – maksimumomis – prognozavimo sistemoms buvo keliami užduotys – kuo dažniau atspėti valiutų kurso ar akcijos kainos kitimo kryptis. Kalbant apie portfelio sprendimus, jau yra svarbu ir prognozės tikslumas ir patikimumas, kurių nagrinėjimo principai buvo nagrinėti.

Portfelio sprendimai, kurių pradžia buvo investicijų rinkoje, savo turiniu buvo skirti optimalių investicijų pelningumo ir rizikingumo galimybėms derinti. Šis portfelio sprendimų tikslas išlieka ir valiutų, ir kapitalo rinkose – optimaliai subalansuoti siekiamą kapitalo prieaugį bei rizikingumą.

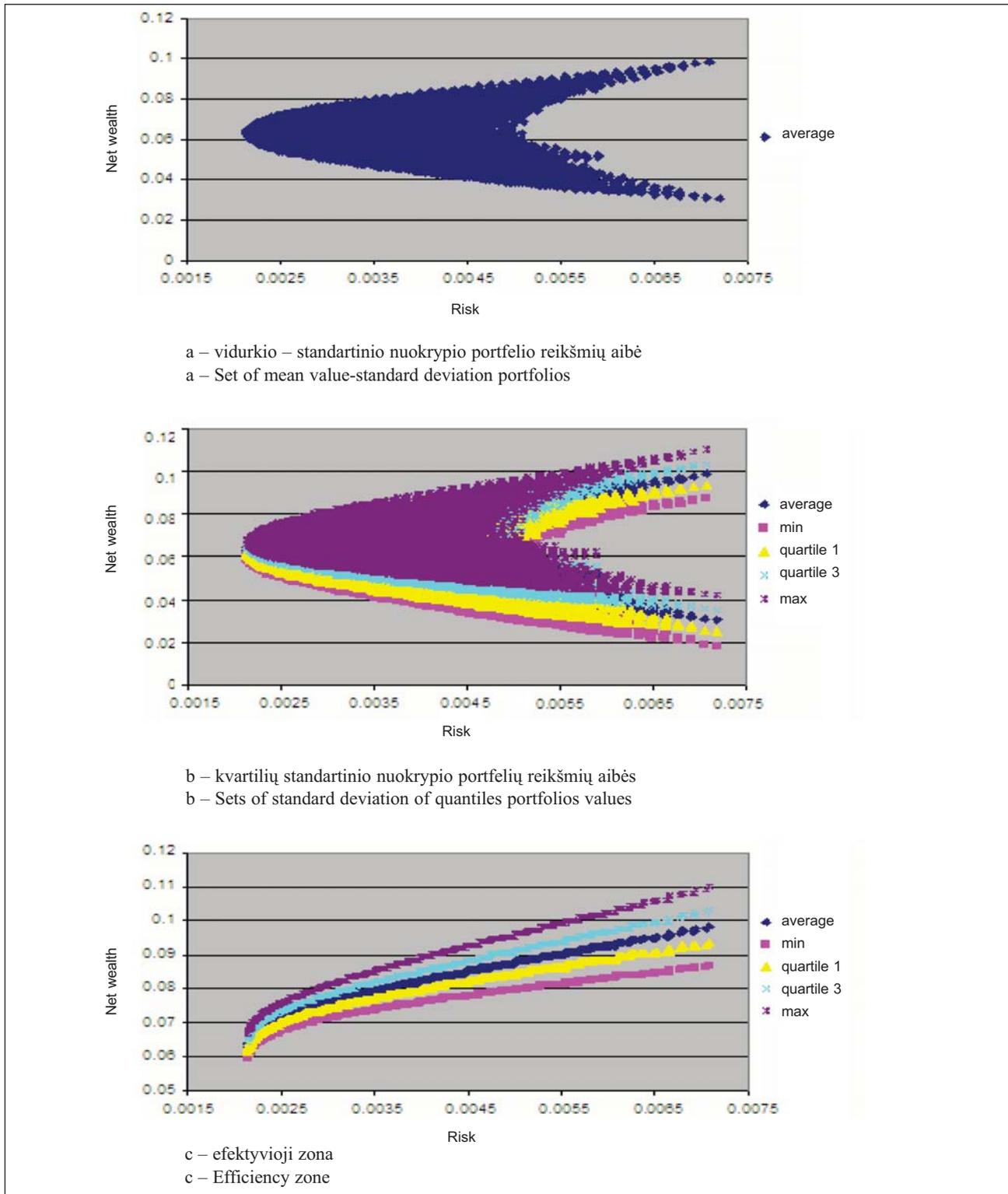
3 skyriuje, nagrinėjant prognozavimo sistemos rezultatyvumą, buvo pateiktas ir maksimumų naudojimo įvertinimas priimant ne portfelio arba dviejų investicijų portfelių sprendimus. 5 pav. pateikti elementarių strategijų taikymo grafiniai vaizdai liudija apie realiai susiklosčiusias

maksimumo ir naudojimo galimybės. Primename, kad elementarioje strategijoje buvo įvardyta nuostata laikyti savo kapitalą valiutų rinkoje ta valiuta, kurios kursas antrosios valiutos atžvilgiu turės stiprėti.

Tačiau pagrindinis šio straipsnio tikslas – išnagrinėti portfelio sprendimų strategijas ir įvertinti jų efektyvumą

realios valiutų kursų kaitos kontekste. Trumpai priminsime pagrindines strategijos nuostatas ir organizavimo principus:

- naudodami $[t_0, t]$ periodo valiutų kursų istorinius duomenis, prognozuojame kursų kitimo $t + 1$ žingsniu galimybių tikimybės skirstinius;



7 pav. Efektyviosios zonos formavimosi fragmentai

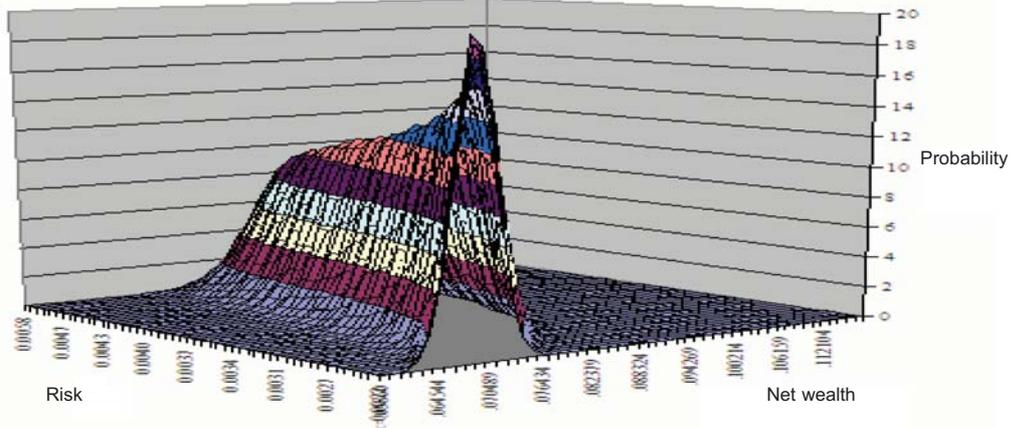
Fig 7. Fragments of the efficiency zone formation

- esamo portfelio ir parengtų prognozių pagrindu parenkame naują valiutų portfelį $t + 1$ žingsniui;
- pasirodžius istoriniams $t + 1$ periodo duomenims, įvertiname priimto sprendimo efektą;
- prijungus $t + 1$ periodo duomenis prie istorinių duo-

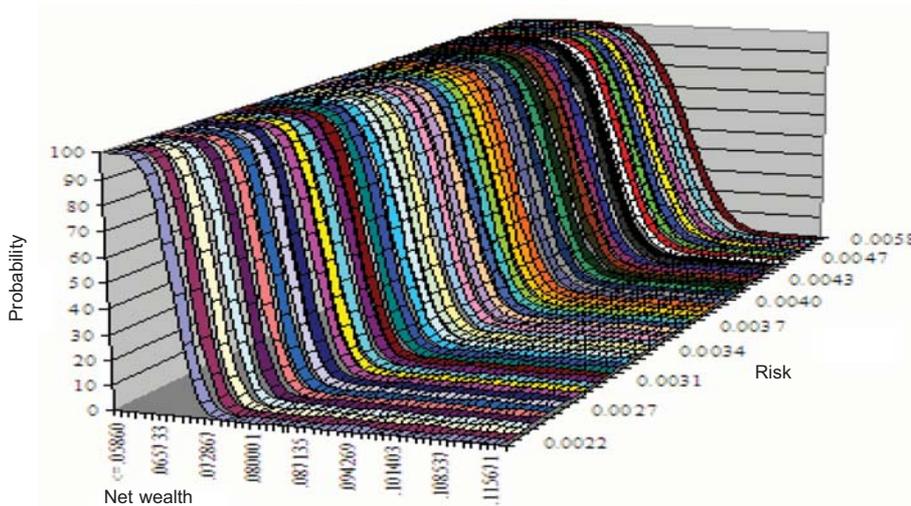
menų bazės, parengiame prognozes ir suderiname portfelį $t + 2$ periodui;

- taip procesas tęsiamas toliau.

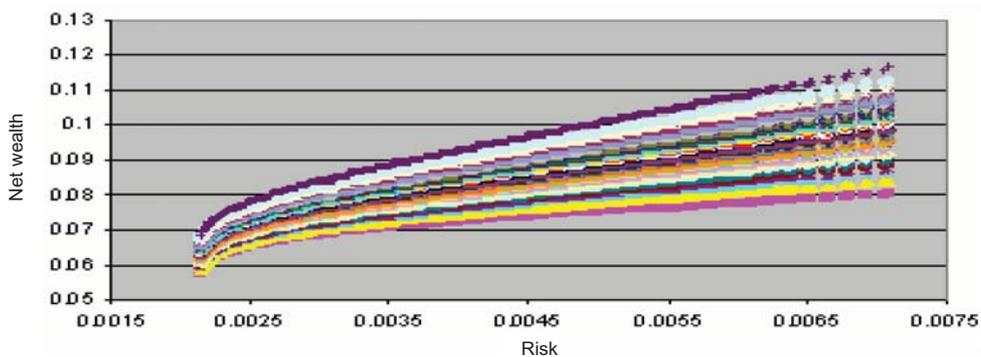
9 pav. 1-ame stulpelyje yra numeriai dienų, kurios buvo įtrauktos į eksperimentą – tai sąlyginiai eksperimento



a – tankio funkcijų šeima, keičiantis standartiniam nuokrypiui
 a – Family of density functions within changing standard deviation



b – išlikimo funkcijų šeima
 b – Family of survival functions



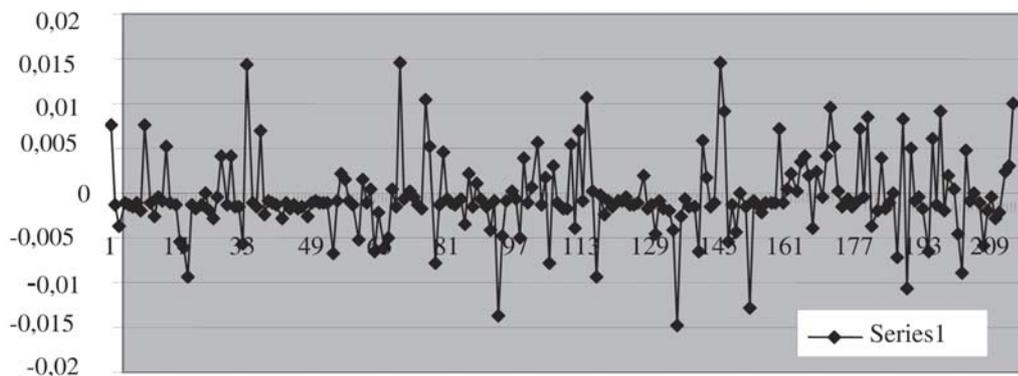
c – kvartilų – standartinio nuokrypio portfelio efektyviosios linijos
 c – Efficiency lines of quartiles-standard deviation portfolios

8 pav. Bendras žvilgsnis į efektyviąją sritį ir portfelio sprendinių garantijos vertinimą

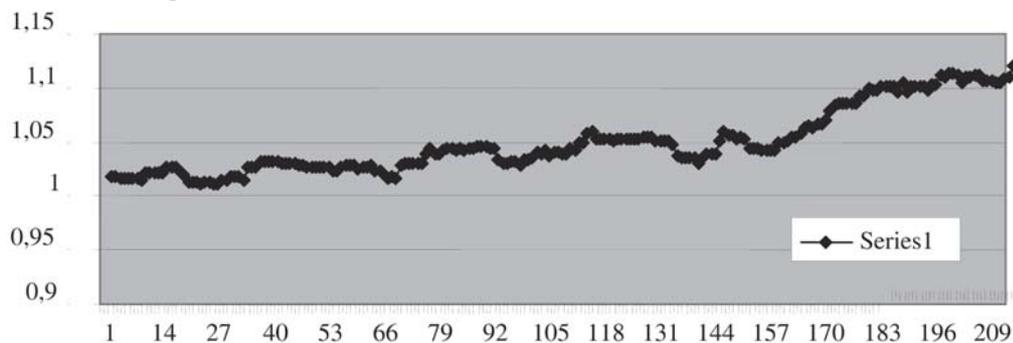
Fig 8. General view on the efficiency zone and the evaluation of portfolio decisions guarantee

| Žingsnis | Valiuta | Portfelio struktūra | | | | | | | Prieaugiai | | Besikau- pianti suma |
|----------|---------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|----------|----------------------------|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 191 | USD | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0,006629 | 0,008599 | 1,006629 |
| 192 | USD | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0 | 0,9167 | -0,00011 | -0,00013 | 1,00652 |
| 193 | USD | 0 | 0,3333 | 0 | 0,6667 | 0 | 0 | 0 | -0,00204 | -0,00266 | 1,004478 |
| 194 | USD | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0,9167 | -1,3E-05 | -1,7E-06 | 1,004465 |
| 195 | EUR | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,9167 | -0,00024 | -0,00032 | 1,004221 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 395 | EUR | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0 | 0,9167 | 5.14E-05 | 6.22E-05 | 1,098916 |
| 396 | USD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -0,00387 | -0,00472 | 1,09505 |
| 397 | USD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0,9167 | -0,00071 | -0,00086 | 1,094336 |
| 398 | EUR | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,000563 | 0,000678 | 1,094898 |
| 399 | EUR | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0,9167 | 0 | -0,00148 | -0,00178 | 1,093419 |
| 400 | USD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 0,9167 | -0,00096 | -0,00115 | 1,092457 |
| 401 | USD | 0,1667 | 0,25 | 0 | 0,5833 | 0 | 0 | 0 | 0,002934 | 0,003525 | 1,095391 |
| 402 | EUR | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0,003342 | 0,004024 | 1,098732 |
| 403 | EUR | 0 | 0,0833 | 0 | 0,9167 | 0 | 0 | 0 | 0,0093 | 0,011191 | 1,108032 |

a – portfelio lentelė
a – Table of portfolio



b – grafinis prieaugio vaizdas
b – Graphical view of the increase



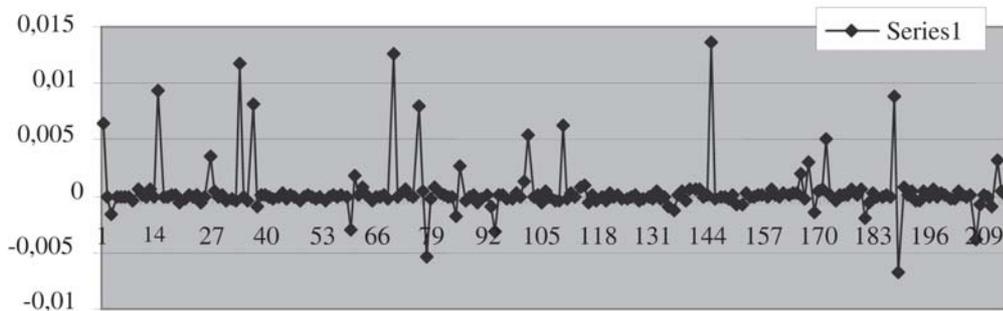
c – besikaupti kapitalo suma
c – Sum of accumulated capital

9 pav. Pirmosios strategijos taikymo rezultatai

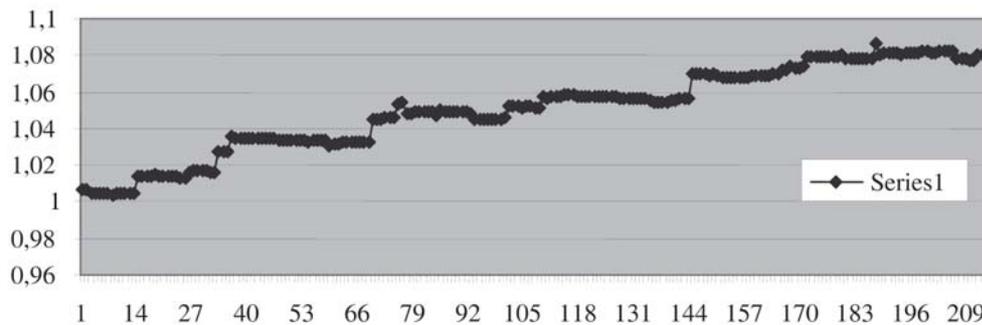
Fig 9. Results of the application of the first strategy

| Žingsnis | Valiuta | Portfelio struktūra | | | | | | | Prieaugiai | | Besikau- pianti suma |
|----------|---------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|----------|----------------------------|
| | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 191 | USD | 0,0833 | 0,0833 | 0,1667 | 0,4167 | 0,25 | 0 | 0 | 0,006453 | 0,008371 | 1,006453 |
| 192 | USD | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0 | 0,9167 | -0,00011 | -0,00013 | 1,006344 |
| 193 | USD | 0 | 0,5 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | -0,00169 | -0,0022 | 1,004654 |
| 194 | USD | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0,9167 | -1,3E-05 | -1,7E-06 | 1,004641 |
| 195 | EUR | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0 | 0,9167 | -3.4E-05 | -4.4E-05 | 1,004607 |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . | . |
| 395 | EUR | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0 | 0,9167 | 5.06E-05 | 6.13E-05 | 1,082219 |
| 396 | USD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | -0,00381 | -0,00465 | 1,078412 |
| 397 | USD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0,9167 | -0,0007 | -0,00085 | 1,077707 |
| 398 | EUR | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0 | 0,9167 | 5.61E-05 | 6.75E-05 | 1,077763 |
| 399 | EUR | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 0,9167 | -0,0001 | -0,00012 | 1,07766 |
| 400 | USD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 0,9167 | -0,00095 | -0,00114 | 1,076711 |
| 401 | USD | 0,1667 | 0,1667 | 0,0833 | 0,5833 | 0 | 0 | 0 | 0,003142 | 0,003776 | 1,079853 |
| 402 | EUR | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 0,0833 | 0 | 0,8333 | 0,000497 | 0,000599 | 1,080351 |
| 403 | EUR | 0 | 0 | 0,0833 | 0 | 0 | 0 | 0,9167 | 0,000143 | 0,000172 | 1,080494 |

a – portfelio lentelė
a – Table of portfolio



b – grafinis prieaugio vaizdas
b – Graphical view of the increase



c – besikaupti kapitalo suma
c – Sum of accumulated capital

10 pav. Antrosios strategijos taikymo rezultatai

Fig 10. Results of the application of the second strategy

neriniai. 2-ame stulpelyje yra valiuta, kuri buvo tapusi valiuta-kozirių tą dieną. 3–9 stulpeliuose yra atitinkamos portfelio struktūros rodikliai, parodantys, kaip buvo diversifikuota valiuta-koziris: 3 – EUR (USD), 4 – GBP, 5 – CHF, 6 – CAD, 7 – AUD, 8 – JPY, 9 – EUR (USD). 10–11 stulpeliuose yra atitinkamai EUR ir USD prieaugiai, atsižvelgiant į pasirinktą portfelį ir realius valiutų kursų pokyčius. 12 stulpelyje yra kaupiama EUR suma, esant prielaidai, kad pradinė suma prilyginta vienetai. Būtina pabrėžti, kad portfelio perbalansavimo sąnaudos buvo įvertintos „FOREX“ normatyvais.

Nagrinėjamo 9 pav. b ir c blokuose pateikti atitinkamai investuoto kapitalo prieaugio ir besikaupiančios sumos grafikai.

10 pav. pateiktos kitos strategijos, kurios orientuotos daugiau į augimo tvarumą, o ne tik į augimo tempą. Šio paveikslas sudėtis yra tapati 9 pav. sudėčiai.

5. Pasiūlymai ir išvados

Nors mokslinėje ir praktinėje literatūroje sprendimams valdyti finansų rinkose skirta labai daug dėmesio, tačiau atskiriems sprendimų valdymo valiutų ir kapitalo rinkose aspektams turėtų būti skiriamas specialus dėmesys:

- Formuojant sprendimų priėmimo kriterijus ir plėtojant sprendinių gavimo techniką, mažai dėmesio skiriama sprendimo patikimumui (garantijai) įvertinti.
- Praktiškai taikomi finansų rinkų elgsenos prognozavimo metodai turėtų būti adaptyvūs, lankstūs, korektiški ir konstruktyvūs.

Autoriaus pasiūlytas adekvatusis investicinių sprendimų patikimumui įvertinti portfelio modelis leidžia vertinti laukiamas investavimo rezultatų galimybes pagal pelningumą (efektyvumą), patikimumą (garantiją) ir rizikingumą.

Straipsnyje aptartos ir praktiškai taikytos valiutų kursų kaitos prognozavimo sistemos savybės, tokios kaip adaptyvumas, lankstumas, korektiškumas ir konstruktyvumas leido generuoti valiutų kursų kaitos prognozes, užtikrinusias sprendimų strategijų efektyvumą.

Atsižvelgiant į straipsnyje pateiktus portfelio sprendimų strategijų praktinius rezultatus galima teigti esant rinkos nehomogeniškumą, t. y. visuomet egzistuojant galimybę suformuoti, remiantis tik istoriniais duomenimis, spren-

dimų valdymo strategijas, užtikrinančias pranašumą, palyginti su rinkos priimamais sprendimais.

Literatūra

1. Rutkauskas, A. V. The double-trump decision management model in global exchange. *Ekonomika*, 2005, Nr. 72, p. 84–104.
2. Rutkauskas, A. V. Formation of adequate investment portfolio for stochastic possibilities. *Property Management*, Vol 4, No 2. Vilnius: Technika, 2000, p. 100–116.
3. Rutkauskas, A. V. Isoguarantees as instrument of portfolio decision making. In: *Proceedings of International conference "Modelling and simulation of business systems"*, May 13–14, 2003, Vilnius, Lithuania. Kaunas: Technologija, 2003, p. 239–243.
4. Rutkauskas, A. V.; Stankevičienė, J. Formation of an investment portfolio adequate for stochasticity of profit possibilities. *Journal of Business Economics and Management*, Vol IV, No 1, p. 3–12.
5. Lintner, J. The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budget. *Review of Economics and Statistics* 47, February, 1965, p. 13–27.
6. Markovitz, H. M. Portfolio selection. *Journal of Finance* 7(1), March, 1952, p. 77–91,
7. Sharpe, W. F. Capital asset price: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, 29(3), September, 1964, p. 425–442.
8. Sharpe, W. F. A simplified model for portfolio analysis. *Management Science*, January, 1963.
9. Benth, F. E.; Karlsen, K. H.; Reikvam, K. Optimal portfolio management rules in a non-Gaussian market with durability and intertemporal substitution. *Finance and Stochastics*, Vol 5, 2001, p. 447–467.
10. Browne, S. Beating a moving target: Optimal portfolio strategies for outperforming a stochastic. *Finance and Stochastic*, Vol 3, 1999, p. 275–294.
11. Dieter, K.; Zagst, R. Portfolio optimization: volatility constraints versus shortfall constraints. *OR Spectrum*, Vol 21, 1999, p. 97–122.
12. Dupacova, J. Portfolio optimization via stochastic programming: methods of output analysis. *Mathematical Methods of Operations Research*, Vol 50, 1999, p. 245–270.
13. Heyeng Keun, Koo. Consumption and portfolio selection with labor income: A discrete-time approach. *Mathematical Methods of Operations Research*, Vol 50, 1999, p. 219–243.
14. Hiroshi, K.; Wijayanayake, A. Portfolio optimization problem under concave transaction cost and minimal transaction constraints. *Mathematical Programming*, Vol 89, 2001, p. 233–250.

Aleksandras Vytautas RUTKAUSKAS. Professor, Habilitated Doctor of Sciences, Dean of Business Management faculty since 2002 and head of Finance Department of Vilnius Gediminas Technical University.

Research interests: management of finances, risk management, regional competitiveness development management.

Vytautas LUKOŠEVIČIUS. Doctor of Social Science, Assoc. Prof. of the Department of Economics of Vilnius Pedagogical University.

Research interests: Micro and macro economical problems of the economy of the country, educational economy, financing and development of higher education.

Vaidotas JAKŠTAS. Doctor of Social Science, Assoc. Prof. of the Department of Finance Engineering of Vilnius Gediminas Technical University.

Research interests: business planning, developing of decision methods and programs.