

## Kompiuterizuotos imitacinės sprendimo priėmimo informacijos ruošimo technologijos

### Aleksandras Vytautas Rutkauskas

Profesorius socialinių mokslų  
habilituotas daktaras  
Vilniaus Gedimino technikos universiteto  
Verslo ekonomikos katedra  
Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lietuva

### Vytautas Rutkauskas

Doktorantas  
Vilniaus Gedimino technikos universiteto  
Verslo ekonomikos katedra  
Saulėtekio al. 11, LT-2040 Vilnius, Lietuva

*Straipsnyje nagrinėjami turto ir verslo vertinimo bei investicinių sprendimų priėmimo teoriniai ir praktiniai aspektai, esant rizikai ir neapibrėžtumui. Įrodinėjama, kad determinuotų, t. y. vienareikšmių galimybių, iš jų ir turto bei verslo įverčių supratimas ateityje yra neįvertintas ir praktiškai klaidinantys. Savo ruožtu naudojantis nagrinėjamų procesų galimybių tikimybių skirstiniais, kyla sudėtinga informacijos tvarkymo problema. Straipsnyje aptariamos imitacinių technologijų naudojimo galimybės adekvačios informacijos generavimo ir tvarkymo problemoms spręsti. Tyrimų praktinio taikymo kryptis – investiciniai vertinimai ir sprendimai, esant rizikai ir neapibrėžtumui.*

*Esminiai žodžiai: rizika ir neapibrėžtumas, rizikos ir pelno subendramatinimas, kiekybinis rizikos matavimas ir ekonominis įvertinimas, rizikos valdymas, investicijų valdymas, pinigų rizikos vertė.*

### Įvadas

Nuolatiniai pokyčiai yra būdingiausias mūsų laikmečio požymis. Šie pokyčiai ir stochastiška būsimų įvykių prigimtis sąlygoja nuolatinis nesutapimus tarp to, ko tikimasi, ir to, kas nutinka. Dėl to tenka priiminti sprendimus, esant vis didėjančiam neapibrėžtumui. Todėl natūralu, kad sprendimų priėmimo teorija vis labiau orientuojama į sprendimų priėmimą, esant tikimybiškai sutvarkytai informacijai arba neapibrėžtumui. Tuo tarpu dauguma mokslinių tyrimų, analitinių stebėjimų ir pan. rezultatų suformuluoti grynai vienareikšmiškai. Tai visų pirma liečia socialinių ir ekonominių pro-

cesų tyrimus. Šiame straipsnyje nagrinėjamos problemos, susijusios su rizikos ir pelno subendramatinimo (*commensurability*) būdų paieška investicijų valdymo teorijoje ir praktikoje, kur neapibrėžtumas ypač didelis. Šių problemų sprendimo bus siekiama remiantis toliau pateikta argumentacija:

- Vadovaujantis klasikiniu požiūriu į rizikos ir pelno suderinamumą (subendramatinimą), ieškoma pelno masto ir pelno kintamumo ekvivalentumo ryšio, remiantis statistiniais duomenimis apie investicijų pelningumą ir subjektyviai vertinamas rizikingumas bei rizikos veiksnių įtaka bendrai rizikai. Pelningumo ir rizikingumo subendra-

matinimas neįmanomas be priežastinių funkcinių pelno ir rizikos subdramatini- mo modelių sudarymo ir pritaikymo. Kele- tas tokių modelių sudarymo idėjų pateikia- ma šiame straipsnyje.

- Praktinių finansinių, investicinių ir pan. sprendimų priėmimo būdų bei teorinių ty- rimų rezultatų pateikimo ir netgi programi- nės įrangos galimybių neadekvatumas ateit- ties įvykių tikimybinei prigimčiai yra įpras- tas kasdienis reiškinys. Siūloma, kaip šalin- ti šį neadekvatumą.
- Tradiciniai investicijų įvertinimo metodai pagrįsti diskontuotomis investicijų išlaido- mis ir įplaukomis. Pagal savo prigimtį dis- konto norma turėtų būti traktuojama kaip stochastinis dydis (*stochastic parameter*), t. y. apibrėžtas savo tikimybinio skirstiniu. Iš šios prielaidos išeina, kad investicijos ga- limybių tikimybinis skirstinys turi būti nag- rinėjamas kaip diskonto normos skirstinio funkcija.
- Šalies ir regionų paskirstymas pagal rizikos lygmenis paprastai atliekamas neatsižvelgiant į pinigų rizikos vertę. Keliami conceptualūs pinigų rizikos vertės klausimai ir nagrinėjami akademiniai šio pobūdžio pavyzdžiai.

## 1. Rizikos valdymas

### 1.1. Valdymo ir investicijų valdymo supratimas

Valdymas yra efektyvus išteklių – žinių (pro- tinių gabumų), kapitalo, įrengimų, žaliavų, dar- bo jėgos ir pan. panaudojimo ir koordinavimo veikla, tam, kad užsibrėžti tikslai būtų pasiek- ti didžiausiu efektyvumu [3], o finansų valdy- mas – tai efektyvus finansinių išteklių panau- dojimo ir koordinavimo veikla. Investicijų val-

dymas – tai naudojamo kapitalo valdymas, sie- kiant didžiausio efekto perspektyvoje.

Dažnai valdymas įvardijamas kaip mokslas ir meno derinys, nors yra ir priešingų nuomo- nių, – tai dar nėra mokslas, o tuo labiau me- nas. Iš tikrųjų vadybos mokslui pradėjus tyri- nėti vadinamųjų suporintų objektų (*paired ob- jects*) valdymo situacijas, kai projektuojamas geriausias objekto funkcionavimo režimas, at- sižvelgiant į subjekto interesus ir būsenas, at- siranda situacijų, kai tradicinės sprendimų pri- ėmimo schemas praktiškai neveiksnius. Valdy- mo teorijoje palaikoma nuomonė [11], kad tos problemos sprendžiamos sisteminio valdymo kontekste. Tačiau nesunku suvokti, kad pati in- formacija apie subjekto ir objekto sąveikavi- mą dažnai buvo nesutvarkyta tokio pobūdžio sprendimams. Daugiausia tai situacijos, kada sprendimų priėmimas remiasi informacija apie ateities galimybes, informacija būna tikimybiš- kai sutvarkyta arba ne visa. Tradicinės spren- dimų priėmimo schemas orientuotos į galimybę sulyginti dvi objekto būsenas, neatsižvel- giant į subjekto būseną ir galimybes. Tai, su- prantama, labai supaprastinta situacija, nes subjekto interesai, tikslai ir galimybės gali bū- ti lemiantys priimančią sprendimą dėl subjekto elgsenos.

Iš tikrųjų tokiose kompleksinėse veiklos ar- ba šios veiklos aplinkos srityse kaip finansai, investicijos, rizika ir pan. visuomet kyla val- dymo sampratos sudėtingumo, kartu ir sam- pratos konstruktyvumo problemų. To įrody- mu, matyt, galima laikyti tai, kad nei žinynuo- se, nei enciklopedijose, nei vadovėliuose pa- prastai nepateikiamas tokių sudėtinių kate- gorijų kaip „finansų valdymas“, „investicijų valdymas“, „rizikos valdymas“ aiškinimas, nors šios kategorijos yra netgi minimų leidi- nių pavadinimuose.

Nevisiškai suprantama, kaip traktuoti sankirtą tokių dviejų kategorijų: investicijos ir valdymas, arba kaip suderinti investicijų, kaip sistemos, tikslus ir penkias esmines valdymo funkcijas: planavimą, organizavimą, vadovavimą, koordinavimą ir kontrolę [2]. Todėl daug konstruktyviau yra kalbėti apie valdymą išskiriant jį kaip priemonių visumą, norint palankiai realizuoti investavimo tikslą, tarp kurių rizikos valdymas yra labiausiai specifinis ir svarbiausias šiandienėje praktikoje. Toliau terminas „investicijų valdymas, esant rizikai ir neapibrėžtumui“ bus vartojamas lygia greta su „rizikos valdymo“ terminu.

Kalbant apie rizikos kategorijos turinį dažnai pasitelkiamas rizikos apibrėžimas iš Vebserio žodyno, kur rizika aiškinama kaip žalos, sugriovimo ar netekties galimybė. Turint omenyje investicijas, tai suprantama kaip pelno netektis. Tiesa, išsamesniam rizikos supratimui reikia patikslinti netekties (*loss*) terminą. Vebserio žodyne netektis aiškinama ne tik kaip praradimo aktas ar procesas, netektis – tai ir nevisiškas galimybių panaudojimas.

Iš tikrųjų kalbant apie investicijas netektis daugeliu atvejų suprantama ir kaip potencialių galimybių nepanaudojimas. Be to, riziką suprantant kaip tiesioginę netektį ar galimybių nepanaudojimą lyg ir paaiškinama, kodėl variacija, akumuliuojanti visų nuokrypių nuo tikėtinos reikšmės įtaką, sudaro platesnes galimybes adekvatesniam žalos kiekybiniam išmatavimui negu naudojant semivariantus, kai atsižvelgiame tik į neigiamus nuokrypius nuo tikėtinos pelno reikšmės.

Rizikos ir neapibrėžtumo arba rizikos ir informacijos neišsamumo svarba investiciniamis sprendimams išskirtinė. Labai vaizdžiai šių kategorijų svarbą ir skirtumą apibūdino F. Knight [9]. Situacija rizikinga, jeigu atsitiktinumas nu-

sakomas galimybėmis kartu su jų skaitinėmis charakteristikomis-tikimybėmis. Jeigu neįmanoma nurodyti tikimybių – situacija įvardyta kaip neapibrėžtumas. Šios skirtingos, o kartu ir viena kitą papildančios informacijos paruošimo sprendimams priimti koncepcijos išsirutuliojo į savarankiškas teorijas, turinčias didžiulį praktinį pritaikymą.

Nėra investicijų be rizikos. Netgi investicijos, kurios atrodo visiškai nerizikingos, yra pavėkios tam tikrų rūšių rizikai. Pavyzdžiui, sakoma, kad išdo vertybiniai popieriai yra saugiausia investicija. Jiems neturi įtakos finansinių įsipareigojimų nevykdymo rizika, bet gali turėti palūkanų normos kitimo rizika. Investicijų rizika gali įgauti daugybę įvairiausių formų: nuo finansinių iki psichologinių ir netgi netikėtų rizikos formų. Dėl didžiulės rizikos įtakos investicijas valdant, išskirtinis dėmesys turėtų būti skiriamas rizikų kiekybiniam išmatavimui ir ekonominiam įvertinimui. Toliau nebus akcentuojamos atskiros investicijų rūšys, nes aptariamoms problemoms indiferentiškos investicijų pobūdžiai.

## 1.2. Rizikos ir pelno tarpusavio priklausomumo funkciniai modeliai

Norint suprasti riziką, investuotojui reikia išmanyti apie įvairias rizikos rūšis ir rizikos kiekybinį išmatavimą ir ekonominį įvertinimą.

Atsižvelgiant į pelno priklausomumą nuo skirtingų veiksnių, kuriuos dažniausiai lemia daugybė aplinkybių, ir kitų veiksnių elgesio, reikia naudoti stochastinę pelno ir rizikos ryšio funkcijos formą. Dėl tos priežasties pelnas ir rizika turėtų būti traktuojami kaip *atsitiktiniai* kintami dydžiai, o pelno nepastovumo (rizikos) priklausomumas nuo tokių veiksnių kaip infliacija, valiutos keitimo kursas ir t. t. turėtų įgauti aki-vaizdžią galimybių tikimybių skirstinių išraišką.

Iš tikrųjų galutinis investicijų (projektų) efektyvumo rezultatų įvertinimas galėtų būti išreikštas įvairiais dydžiais: atsipirkimo laikotarpis – metai; grynoji dabartinė vertė – doleriai; vidinė pelno norma – procentais; dešimtaine trupmena nuo viso pelno ir t. t., bet šie indikatoriai niekada neturėtų įgyti taškinio įverčio (*point estimation*) formos, o turėtų įgyti atsiktinio dydžio skirstinio formą. Tuo tarpu klasikiniai – rizikos ir pelno ryšio analizės metodai: t. y. arbitražinio įvertinimo teorija (*the arbitrage pricing theory – APT*), kapitalo rinkos tiesė (*the capital market line – CML*), kapitalo įvertinimo modelis (*capital asset pricing model – CAPM*), ir net charakteringoji regresijos linija (*the characteristic regression line – CRL*), parodo tikėtino pelno galimybės ir rizikos priklausomybę (ar daugybės rizikos rūšių) determinuotą būdą.

Be to, atliekant investicijas dažnai operuojama tikta tikėtina (*expected*) pelno ir pelno nepastovumo, kuris įvardijamas kaip investicijos bendroji rizika, rodikliais. Nagrinėjamos įvairaus pobūdžio priklausomybės, nusakančios empirinius ar teorinius tikėtino pelno ir pelno bendrosios rizikos ryšio dėsninumus.

Iš tikrųjų klasikiniai rizikos ir pelno ryšio analizės metodai orientuoti į investicijos pelningumo ir to pelno rizikingumo subendramatinimą. Tuo tarpu pelno rizikingumas kyta dėl tokių finansinių parametru kaip palūkanų norma, infliacija, valiutos keitimo norma ir t. t. nestabilumo. Savo ruožtu pagrindiniai investicijos efektyvumo indikatoriai, tokie kaip pelningumas, atsipirkimo laikotarpis ir kiti turi ir išreikštinę funkcinę priklausomybę nuo minėtų parametru.

Toliau aptarsime klasikinių rizikos-pelno analizės metodų, tyrinėjant kiekybinę investicijos pelno ir pelno nepastovumo ribotumo pri-

klausomybę, taip pat analitinius priežastinius modelius, leidžiančius nagrinėti investicijos pelningumo priklausomumą nuo pirminių rizikos veiksnių.

## **2. Klasikinis požiūris į rizikos ir pelno priklausomybę ir priežastiniai funkciniai rizikos ir pelno subendramatinimo modeliai (*causal functional models for risk and return commesuration – CFMRRC*).**

Šiame darbe klasikinis požiūris į rizikos ir pelno ryšio analizę suprantamas kaip rizikos ir pelno ryšio analizės ideologija, kuria remiasi tradiciniai investicijų įvertinimo metodai: kapitalo pelningumas (ROCE), atsipirkimo periodas (PB), grynoji dabartinė vertė (NPV), diskontuotų pinigų srautai (DCF) ir vidinė pelno norma (IRR), taip pat pelningumo ir jo nepastovumo subendramatinimo principai: arbitražinio įvertinimo teorija (APM), kapitalo rinkos tiesė (CML), kapitalo aktyvų įvertinimo modelis (CAPM), charakteringoji regresijos tiesė (CRL).

### *2.1. Tradicinis rizikos įtakos investicijų efektyvumui įvertinimas*

*2.1.1. Investicijos.* Investicinį sprendimą galima apibūdinti kaip veiksmą, kai įmonė daro pinigines išlaidas turėdama tikslą ateityje gauti piniginių įplaukų. Sprendimai pirkti naują mašiną, statyti fabriką, plėsti sandėlį, patobulinti tiekimo paslaugas, sudaryti personalo tobulinimo schemą arba paleisti naują gamybos liniją – yra investicinių sprendimų pavyzdžiai. Tam, kad palengvėtų tokių sprendimų priėmimas ir jie derintųsi, reikia bendro įvertinimo metodo, tinkančio visam investicinių sprendimų spektrui ir leidžiančio nuspręsti, kuri investicija padės kompanijai mak-

simizuoti akcininkų turtą (per akcijų kainos maksimizavimą).

*2.1.2. Tradiciniai investicijų vertinimo metodai.* Investicijos vertinimas – tai investicinio portfelio peržiūrėjimas siekiant išsiaiškinti kiekvienos investicijos pranašumus. Tad būtina apsvarstyti galimą ateities pelną. Atsipirkimo metodas ir kapitalo pelningumo metodas dažniausiai laikomi „tradiciniais“ metodais. Kai kalbama apie jų tinkamumą vertinimo poreikiams, nurodomas bendras jų trūkumas. Tai atsakyamas įvertintas laiko įtaką įplaukoms ir išlaidoms.

Dėl vis intensyvejančios laiko veiksnio įtakos pinigų vertei, šie metodai ir jų taikymo technika vis labiau panašėja į tradicinius investicijų įvertinimo metodus. Šie metodai – diskontuotų pinigų srautų, grynosios dabartinės vertės ir vidinės pelno normos metodai. *Grynosios dabartinės vertės* metodas remiasi labai paprastu, bet fundamentiniu principu, kad investuoti verta, jeigu pinigai, gauti iš investicijos, bent jau lygūs, jeigu neviršija, idėtų pinigų. Projekto *vidinė pelno norma* gali būti nusakyta kaip diskonto norma, kuriai esant projekto pinigų srautų grynoji dabartinė vertė tampa lygi nuliui. Šis metodas dažnai traktuojamas tik kaip aritmetinis grynosios dabartinės vertės metodo rezultatas.

Grynajai dabartinei vertei ir vidinei pelno normai turi įtaką sunkumai įvertinti išlaidas ir įplaukas per laiką. Bet skirtingai nuo PB ir ROCE metodų, kai atliekamas laiko įtakos įvertinimas, taikant šiuos metodus sudėtinga gauti tikslias diskonto normos kitimo ateityje prognozes. Diskonto normos prigimtis ir dabartinė prognozavimo technika lemia diskonto normos kitimo tikimybinį pobūdį, t. y. prognozė negali būti pateikta kaip determinuotas (taškinis) skaičius, bet kaip galimybių tikimybinis skirstinys.

Kita vertus, būtinumas pateikti prognozes kaip galimybių tikimybinis skirstinys padedą tiesiogiai sumodeliuoti investicijų vertinimo ir diskonto normos kintamumo, t. y. diskonto rizikos, priklausomybę.

Bet šios aplinkybės kelia keletą problemų. Pavyzdžiui, kokius taikyti metodus NPV ir IRR reikšmės apskaičiuoti, kai diskonto norma ir pinigų srautai yra atsitiktiniai dydžiai. Žinoma, NPV, kaip diskonto normos funkcija, turi paprastą ir išreikštinę formą, tačiau IRR yra neišreikštinė pinigų srauto funkcija. Randant sprendimą, t. y. IRR tikimybinį pasiskirstymą pagal turimą (stebėtą arba prognozuotą) pinigų srautą kaip atsitiktinį dydį, net ir profesionalūs matematikai susiduria su sudėtinga problema. Šuo atveju didelę paramą gali suteikti kompiuterinis imitacinis modelis, kuris aptariamas šio skyriaus pabaigoje.

*2.1.3. Diskonto normos rizikos poveikio investicijų vertei ir vidinei pelno normai nustatymo imitaciniai modeliai.* Vidinė (tikra) investicijos vertė, t. y. NPV, nustatoma pagal tokią formulę:

$$A = \sum_{t=0}^n \frac{A_t}{\prod_{i=0}^t (1 + r_i)}, \quad (1)$$

čia:  $A$  – grynoji dabartinė vertė;  $A_t$  – investicijos pinigų srautai per laikotarpį  $t$ ;  $r_i$  – diskonto norma.

Tradicioniai investicijų įvertinimo metodai – NPV ir IRR metodai ir yra grindžiami šia priklausomybe.

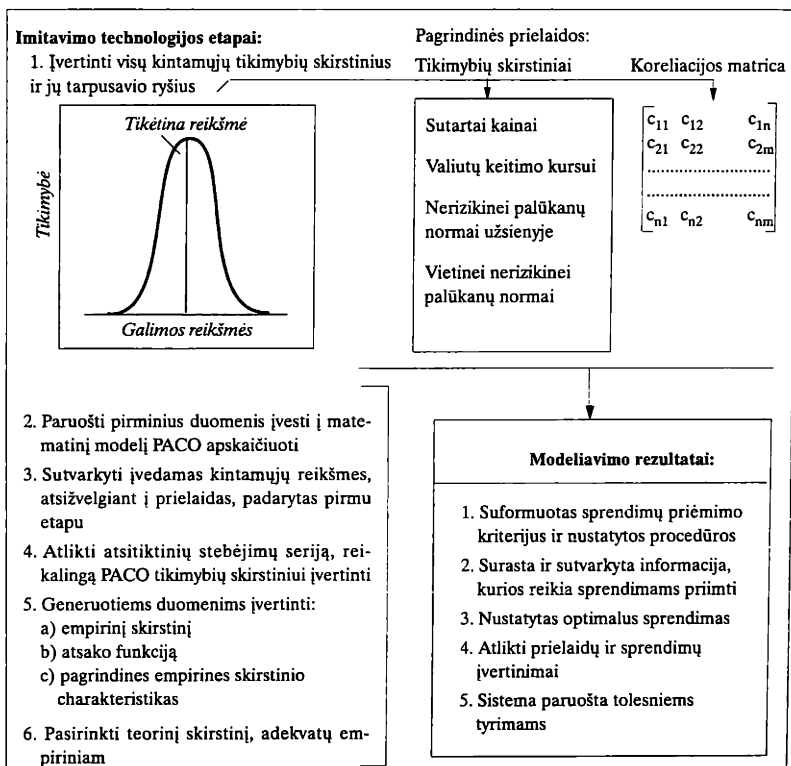
Prisimintina, kad į  $r_t$  – diskonto normos perspektyvą turime žiūrėti kaip į atsitiktinį kintamą dydį, turintį savo tikimybinį skirstinį. Taigi  $A$  taip pat turime traktuoti kaip atsitiktinį dydį, kurio tikimybinis skirstinys nulemtas investicijos pinigų srautų tikimybių skirstinio ir, žinoma, diskonto normos tikimybių skirstinio.

Taigi, jeigu pinigų srautų  $A$ , ir diskonto normos tikimybiniai skirstiniai suprognuoti, tada grynosios dabartinės vertės tikimybių skirstinys nusakomas pagal (1) formulę. Tačiau bendras praktinis šios lygybės (problemos) sprendimas nėra akivaizdus. Maža to, kai  $A_i$  ir  $r_i$  tikimybių skirstiniai yra įvairūs ir sudėtingi arba pagal turimus  $A$  ir  $A_i$  skirstinius reikia rasti  $r_i$  tikimybinius skirstinius, tuomet (1) priklausomybės sprendimas tampa įmanomas pasitelkus kompiuterinio imitavimo technologijas, kurių bendra schema teikiama 1 pav.

## 2.2. Klasikinis požiūris į rizikos ir pelno santykio analizę

Minėta, arbitražinio įvertinimo teorija (APT), kapitalo rinkos linija (CML), charakteringoji regresijos linija (CRL), kapitalo įvertinimo modelis (CAPM) bus traktuojami kaip klasikiniai rizikos ir pelno palyginimo metodai, aptartos jų galimybės įvykdyti šią funkciją.

APT modelis yra rizikos ir pelno tarpusavio priklausomybė, kuri paaiškina, kaip nusistovi kapitalo kaina rinkoje. Kaip ir dauguma eko-



1 pav. Imitacinio modeliavimo schema

nomikos teoriją, *APT* pagrįsta prielaidomis. Pirmą *APT* prielaidą – dauguma žmonių teikia pirmenybę didesnei naudai. Antra teorijos prielaida – dauguma žmonių nelinkę rizikuoti (*risk-averse*). Tai reiškia, kad žmonės nelinkę rizikuoti ir dėl to nepirks rizikingų investicijų, nebent tikėtis didesnių palūkanų, negu galėtų turėti iš nerizikingų investicijų. Trečia *APT* prielaida – investuotojai gali įvertinti kiekvieną turto rizikos veiksni (arba veiksnius, jeigu jų daugiau) ir priskirti jam skaitmeninę reikšmę. Ši rizikos statistika gali būti panaudota įvairių investicijų galimybių rizikingumui palyginti ir suklasifikuoti. Trys *APT* prielaidos, kurioms reikia išsamesnės analizės, yra realistiškos. *APT* ir kilo iš jų, ji yra intuityviai logiška ir turi patrauklią aiškinamąją galią [4].

Toliau pateikiama lygybė apibrėžia 2 pav. pavaizduotą *APT* modelį, kai yra atsižvelgiama tik į vieną rizikos veiksni:

$$E(r_j) = R + \lambda b_j \quad (2)$$

čia:  $E(r_j)$  – tikėtina palūkanų norma,  $R$  – nerizikinė palūkanų norma,  $\lambda$  – arbitražo kainų tiesės pasvirimas,  $b_j$  – jautrumo koeficientas, kuris rodo i-tosios investicijos jautrumą rizikos veiksniai, parodytam horizontalioje 2 paveikslo ašyje.

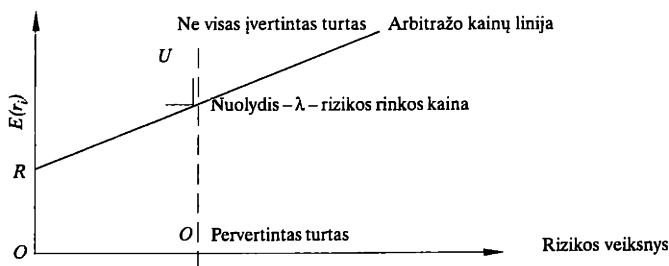
Arbitražo kainų tiesės pasvirimas, pažymėtas  $\lambda$ , kartais dar vadinamas rizikos rinkos kaina, nes rodo grąžą už riziką investicijų rinkose.

Galime daryti išvadą, kad *APT* yra funkcinė priklausomybė, kuri grindžiama investicijos numatomo pelno ir pelno kintamumo (rizikos) sąveiką ir turimais ar projektuojamais duomenimis. Ši priklausomybė lyg ir reziumuoja kapitalo (investicijų) grąžos ir investavimo rizikos įvairių priklausomybių grandinę. Pagrindinis ir būtinas šios grandinės elementas yra priežastinis kapitalo grąžos ir pirminių rizikos veiksnių (palūkanų normos, infliacijos, keitimo kurso ir t. t.) ryšys. Tąd pagrindinė priežastinių funkcinių investicijų rizikos ir grąžos subendramatinimo modelių paskirtis yra tiesiogiai kiekybiškai atspindėti investicijų grąžos ir pirminių rizikos veiksnių priklausomybes. Naudojant  $k$  veiksnių *APT* modelį šių modelių taikymas tampa akivaizdžiai būtinas.

Toliau pateikiama lygtis išreiškia  $k$ -faktorinį *APT* modelį, kuris įvertina  $k$  skirtingų rizikos veiksnių, atsižvelgiant į jų svarbą (svorius) nustatant  $i$ -osios sumos tikėtiną kapitalo grąžą:

$$E(r_i) = R + \lambda_1 b_{i1} + \lambda_2 b_{i2} + \dots + \lambda_k b_{ik} \quad (3)$$

Pastebėtina, kad šiame modelyje naudojama dviguba žymėjimo (indeksavimo) sistema.



2 pav. *APT* modelis (atsižvelgiant tik į vieną rizikos veiksni)

Žymėjimas  $i$  atitinka  $i$ -ąją investuojamą sumą, o  $j$  yra žymimas atitinkamas rizikos veiksnys, kurių APT  $k$ -faktoriniame modelyje yra nuo 1 iki  $k$ . Graikiškasis simbolis  $\lambda_j$  APT modelyje atitinka  $j$ -ojo rizikos veiksnio rinkos kainą.

Deja, APT modelis yra tik finansiniai skaičiavimai, kurie visiškai nerodo, kokie rizikos veiksniai lemia konkretų turtą. Investicijų analitikai turi dirbti kaip detektyvai, naudoti ekonomikos teoriją atitinkamiems jautrumo koeficientams ( $b_j$ ) išskirti ir tik tada apskaičiuoti jų vertes [5].

Priežastiniai funkciniai pelno ir rizikos subendramatinimo (CFMRRRC) modeliai turėtų pagelbėti tiksliau nustatant kiekvieno rizikos veiksnio – palūkanų normos, perkamosios galios, rinkos, valdymo, netesėjimo, likvidumo, atšaukimo, konvertabilumo ir kitų rizikos veiksnių įtaką investicijų grąžai ir padėti juos kiekybiškai tarpusavyje susieti. Tuo tarpu klasikiniai pelno ir rizikos subendramatinimo modeliai (CRL, CML, CAMP) aprašo atskirų investicijų pelningumo normos ir portfelio pelningumo normos rinkoje ryšį.

CRL modelis yra paprastas tiesinės regresijos modelis, skirtas investicijos pelningumo normos priklausomumo nuo portfelio rinkos palūkanų normos statistiniam aprašymui. Pavyzdžiui,  $i$ -ajai investicijai charakteringosios regresijos tiesės modelis būtų toks:

$$r_{i,t} = \alpha_i + \beta_i r_{M,t} + e_{i,t} \quad (4)$$

kiekvienam  $t = 1, 2, \dots, T$  laiko periodui. Statistiškai alfa ( $\alpha_i$ ) ir beta ( $\beta_i$ ) yra regresijos parametrai, o  $e_{i,t}$  – nepaaiškintų veiksnių įtakos įvertinimas. Nepriklausomas (arba priežastinis) kintamasis charakteringoje regresijos tiesės modelio formulėje  $r_{M,t}$  yra tam tikro periodo portfelio pelningumo rinkos norma. Nepriklausomas (arba priežastinis)

regresinis kintamasis  $r_{i,t}$  yra  $t$  periodo  $i$ -osios investicijos pelningumo norma.

Nustatant rizikos ir grąžos tarpusavio priklausomybę turi būti atsižvelgta į CAPM modelį arba į kapitalo rinkos tiesės (CML) modelį.

CML yra pelningumo ir rizikos priklausomybės modelis efektyviam portfeliui; jis parodo, kad numatoma portfelio grąža turi būti bendros rizikos, matuojamos standartiniu nuokrypiu, teigiama tiesinė funkcija.

Matematinė CML išraiška šitokia:

$$E(r_p) = R + \left| \frac{E(r_M) - R}{\sigma_M} \right| \sigma_p \quad (5)$$

CAPM yra tiesinė priklausomybė, kurioje tikėtinas kapitalo  $i$ -asis investicijų pelningumas nustatomas iš šios investicijos sisteminės rizikos. CAPM modelis matematiškai išreiškiamas taip:

$$E(r_i) = R + [E(r_M) - R]b_i \quad (6)$$

čia  $b_i$  yra nepriklausomas kintamasis, atspindintis  $i$ -osios investicijos sisteminę riziką ir lemiantis  $E(r_i)$ , t. y. tikėtina  $i$ -osios investicijos kapitalo grąžą. CAPM kirsdama vertikaliąją ašį nusako nerizikinės normos reikšmę ( $R$ ), o  $[E(r_M) - R]$  yra CAPM nuolydžio matas.

Apibendrinami galime daryti tokias išvadas:

1. Klasikiniai modeliai, nustatantys investicijų pelningumo ir jų rizikos priklausomybę, grindžiami tiesiniu investicijos pelningumo ir jo nepastovumo priklausomybės nagrinėjimu ir vargu ar gali praversti nagrinėjant investicijų grąžos ir įvairių pirminių rizikos veiksnių ryšį.

2. Priežastiniai funkciniai pelno ir rizikos subendramatinimo modeliai (CFMRRRC) turėtų padėti tiksliau vertinti kiekvieno rizikos veiksnio įtaką investicijos pelningumui.



### 2.3. Priežastiniai funkciniai gražos ir rizikos subendramatinimo modeliai (CFMRRC)

Kiekybiniam rizikos išmatavimui ir ekonominiam įvertinimui reikia nustatyti kiekybinius investicijų pelningumo ir rizikos indikatorių, t.y. rodiklių, išreiškiančių rizikos veiksnių rizikungumo laipsnį, ryšius. Kai kurie pirminiai rizikos veiksniai (palūkanų norma, diskonto norma, keitimo kursas), o tiksliau jų kiekybiniai indikatoriai tiesiogiai įeina į NPV, DCF, IRR ar kitų investicijos pelningumo ar efektyvumo rodiklių nustatymo algoritmą.

Pavyzdžiui:

$$S_T = \frac{(1+i)^T - 1}{i}, \quad (7)$$

$S_T$  – sukaupta suma periodu  $T$ ,  
 $i$  – kaupimo norma;

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{I_t}{(1+d_t)^t}, \quad (8)$$

$NPV$  – grynoji dabartinė vertė,  
 $I_t$  – grynosios įplaukos  $t$  metais,  
 $d_t$  – diskonto norma  $t$  metais;

$$PACO = p(ER, SP, DR_f R, FR_f R, V, T) \quad (9)$$

$PACO$  – amerikietiškojo valiutų pasirinkimo sandorių (opciono) kaina (\$);

$ER$  – keitimo kursas (\$ už užsienio valiutą);

$SP$  – sandorio kaina (\$ už užsienio valiutą);

$DR_f R$  – vietinės šalies nerizikinė palūkanų norma (% per metus);

$FR_f R$  – užsienio šalies nerizikinė palūkanų norma (% per metus);

$V$  – keitimo kurso nepastovumas (% per metus);

$T$  – sandorio galiojimo laikas (metais).

Dėl tikimybinės diskonto normos, palūkanų normos, valiutų keitimo kurso, taip pat daugelio kitų finansinių parametų prigimties jų elgsena ateityje gali būti nusakoma tik tikimybiniais jų galimybių skirstiniais. Dėl šių ir kitų aplinkybių akumuliuota suma ( $S_T$ ), grynoji dabartinė vertė ( $NPV$ ) ir amerikietiškojo valiutos opciono kaina – ( $PACO$ ) gali ir, suprantama, turi būti suvokiami kaip stochastiniai kintamieji, turintys atitinkamus tikimybių skirstinius. Šiuos skirstinius, kaip priklausomų atsitiktinių dydžių skirstinius, lemia nepriklausomų kintamųjų skirstiniai, kuriais šiuo atveju yra palūkanų ir diskonto normos bei valiutų keitimo kursas ir kiti parametrai. Dažnai yra techninių šių skirstinių nustatymo problemų. Šios problemos susijusios su priklausomų kintamųjų (mūsų atveju  $S_T$ ,  $NPV$  ir  $PACO$  skirstinių) tiek tipo, tiek parametų nustatymu.

Efektyviam šių problemų sprendimui gali būti sėkmingai panaudoti kompiuterizuoti imitaciniai modeliai arba imitacinės technologijos, kurios, suprantama, būtų neveiksnius be šiuolaikinių kompiuterių. Imitacinių technologijų taikymo privalumai yra dvejojai. Pirma, dažnai priklausomų kintamųjų galimybių tikimybiniai skirstiniai ir juos nusakantys parametrai tegali būti surasti pasinaudojant kompiuterizuotomis imitacinėmis technologijomis. Antra, skaičiavimų rezultatai, gauti taikant kompiuterines imitacines technologijas, gali būti prieinami ne tik profesionalams, bet ir paprastiems vartotojams – ekonomistams, finansų analitikams, vadybininkams ir pan. Masinis kompiuterinių imitacinių technologijų taikymas gali pradėti naują tikslesnės ir adekvatesnės sprendimų priėmimo sistemos kūrimo erą.

#### 2.4. Modeliavimo metodas (Simulation approach)

Šiuolaikiniai kompiuteriai teikia galimybę naudoti sąlygiškai nebrangias imitacines technologijas, rengiant informaciją finansiniams ir kitiems sprendimams ir atliekant teorinius tyrimus [6].

Pirmuoju atveju imitacinis modeliavimas leidžia planuoti (prognozuoti) finansinius procesus. Pavyzdžiui, tarkime, kad tam tikru laikotarpiu palūkanų norma vidaus ir užsienio rinkose yra pastovi, o valiutų keitimo kursas paklūsta lognormaliajam skirstiniui, tuomet europietiškojo valiutų kurso opciono kaina nustatoma taip:

$$c(S, T; r, r^*, EX) = Sexp(-r^*T)N_1(d_1) - EXexp(-rT)N_1(d_1 - \sigma \sigma T), \quad (10)$$

$c$  – europietiškojo užsienio valiutos pirkimo opciono vertė;

$S$  – sulygta (*strike*) kaina;

$EX$  – keitimo kursas (vietinė/užsienio valiuta);

$r$  – nerizikinė palūkanų norma užsienyje per nagrinėjamą laikotarpį;

$r^*$  – nerizikinė palūkanų norma vietinėje šalyje per nagrinėjamą laikotarpį;

$T$  – opciono galiojimo laikas,

$d_1 = [\ln(S/EX + (r-r^* + \sigma^2/2)T)] / \sigma \times T$ ;

$\sigma^2$  – keitimo kurso variacija;

$N_1$  – normaliojo skirstinio pasiskirstymo funkcija.

Iš tikrųjų, jei ši lygybė galioja bet kokiam palūkanų normos dydžiui, tai ji galioja ir visam palūkanų normos galimų dydžių spektrui, kaip ir visam kitų kintamųjų galimų dydžių spektrui, esant prielaidai, kad kiekviena skirtingų kintamųjų ir dydžių kombinacija priimtina. Tad jei žinome kiekvieno kintamojo tikimybių

skirstinius ir kintamųjų ryšius, įskaitant visas multikoreliacijos rūšis, tuomet kompiuterizuotas imitacinis modelis gali būti panaudotas, nustatant opciono kainos galimų reikšmių tikimybinius skirstinius, jeigu prielaidos apie kitų (10) lygties parametrų kaitą yra žinomos.

Antruoju atveju, kai, pavyzdžiui, opciono kainos galimų reikšmių skirstinys yra nustatytas ir (10) lygybės galiojimo prielaida yra išlikusi, tuomet pagal šią lygybę galima įvertinti, sakykime, dispersijos galimų reikšmių skirstinį. Dažnai tokiomis situacijomis nėra kitos galimybės tai padaryti. 1 pav. pateikiamas tokios imitacinio modeliavimo technologijos pavyzdys, taikant ją *PACO* skirstiniui nustatyti.

Naudojant panašias imitacines technologijas galima spręsti lygtis ar jų sistemas, kai nežinomieji yra neišreikštinės formos ir kiti metodai praktiškai netinka arba yra labai brangūs. Tai, kaip matyti iš 1 pav., atliekama generuojant reikiamą kiekį „atsitiktinių“ stebėjimų, esant išpildytoms visoms prielaidoms apie likusių kintamųjų ir parametrų galimą elgseną. Turint (generavus) reikiamą kiekį stebėjimų, įvertinami nagrinėjamo kintamojo galimų reikšmių tikimybiniai skirstiniai ir jų parametrai.

### 3. Praktinis požiūris į ateities galimybių tikimybę prigimtį

#### 3.1. Pats laikas keisti apmušalus

Kas domisi finansais, nekilnojamoju turtu, draudimu ir pan., būtinai susiduria su laiko įtakos pinigų perkamajai galiai įvertinimo ideologija, kurios pradmenys pateikiami kiekvienoje knygoje dažniausiai pasitelkiant tam tikras lenteles. Šiose lentelėse yra: akumuluota 1\$ vertė, kai palūkanų norma  $i$  yra 1%, 2%, ...

$n\%$ , o laikas  $t$  keičiasi – 1, 2, ...,  $T$ ; diskontuota 1\$ vertė, kai palūkanų norma yra 1%, 2%, ...  $n\%$ , o laikas keičiasi 1, 2, ...,  $T$ ; kitokios lentelės, kuriose parodoma laiko ir palūkanų normos įtaka įvairiems pinigų srautams. Šitos ir panašios lentelės peršamos skaitytojams visą laiką, kai jie studijuoja finansus, investicijas, nekilnojamąjį turtą ir daugelį kitų dalykų.

Tiesa, objektyvumo dėlei reikia pažymėti, kad tolydžio vis daugiau siūloma įvairių kompiuterio skaičiuočių, kuriose plačiau ir giliau aiškinami šie dalykai. Tačiau metodologija lieka ta pati. Laiko įtaka laipsniškai – sulig kaupimo ar diskonto norma – keičiasi, didindama kaupiamą sumą ir mažindama dabartinę būsimų pajamų vertę. Tačiau atsitiktinumas, kad ir koks būtų, nėra įvertinamas. Iš tikrųjų labai svarbu suprasti, kaip, pavyzdžiui, keičiasi 1\$ akumuliuota ar diskontuota vertė. Tačiau iš minėtų lentelių nepaaiškėja, kaip susiję laikas ir ateities tikimybinė prigimtis.

Tenka sutikti, kad neįmanoma įsivaizduoti ateities, pavyzdžiui, mus dominančio proceso tam tikro parametro kaip vieno taško, t. y. kaip vieno varianto ar net variantų spektro. Teisinga prielaida apie, sakykime, palūkanų normos elgseną ateityje būtų tokia, jog tik jei labai pasisektų, palūkanų normos ateitis galėtų būti suprognuota kaip jos galimų reikšmių tikimybių skirstinys, o kitais atvejais tai būtų neapibrėžta situacija. Tuomet jei lydėtų sėkmė, kaupimas galėtų būti pateiktas kaip galimybės kaupti skirstinys, kai, pavyzdžiui, laikas keičiasi nuo 1 iki 30 metų, o metinė palūkanų norma yra kaip normaliai pasiskirstę atsitiktiniai dydžiai, kurių vidurkis 10%, didėjančia variacija ir mažėjančia gretimų metinių palūkanų normų koreliacija. Tokiomis prielaidomis ir grindžiamas 4 pav.

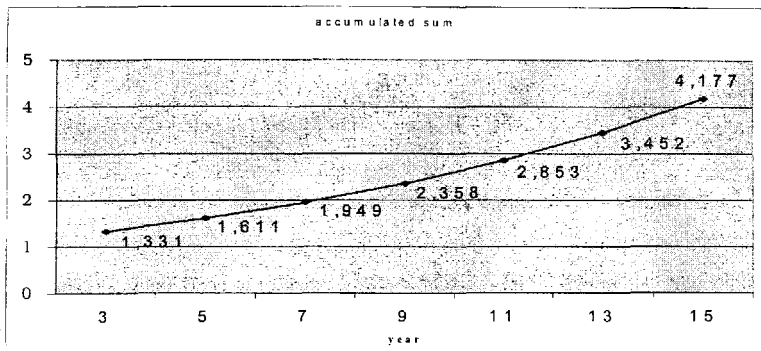
Palyginus 3 ir 4 pav., be abejo, būtų galima teigti, kad iš informacijos, pateiktos 3 pav.

negali būti sukurta vizija, kuri pateikta 4 pav. Tačiau norint atsakyti, ar tikimybinis ateities galimybių supratimas yra efektyvesnis už taškinį (kaip pavaizduota 3 pav.), reikia atsižvelgti į tai, kad:

- Dabartinės sprendimų priėmimo schemas ir algoritmai orientuoti į tikimybiškai sutvarkytą informaciją;
- Prognozavimo schemas ir metodai nėra (ir negali būti) pritaikyti prognozuoti ateitį kaip vieną tašką;
- Tik suvokus laiko ir atsitiktinumo sąveikos logiką, paaiškintą 4 pav., galima aiškiau suprasti 3 pav. esmę. 4 pav. rodo, kad sukauptos pastovių 1\$ įmokų sumos skirstinys, netgi esant normaliajam diskonto normos skirstiniui, keičia savo formą. Kai  $T = 15$  (vidurinis pavyzdys), vizualiai matome, jog normalusis skirstinys jau nėra adekvatus. Skirstinio formos perėjimas nuo normaliojo prie lognormaliojo skirstinio prasideda jau pirmame penkmeteje. Trumpiausias pasikliautinas intervalas vis labiau pasislenka į kairę. Ir, matyt, bet kuri naudingumo funkcija, grindžiama skirstinio teikiama informacija, turėtų ryškiai skirtis nuo tokios funkcijos analogo, remiantis taškiniais įverčiais (3 pav.);
- Lentelės trečias stulpelis parodo naują „užuolaidų“ tipą, t. y. ateityje sukauptos sumos galimus reikšmių skirstinius. Minėtame stulpelyje sutrumpinimai  $N$  ir  $LN$  naudojami parodyti, kuris pasiskirstymas – normalinis ar lognormalinis – labiau tinka aprašyti atitinkamus duomenis.  $a_i$  ir  $s_i^2$  reiškia atitinkamai empirinio skirstinio vidurkį ir dispersiją.

*Lentelė. Fragmentai lentelių su 1\$ diskontuota verte, kai palūkanų norma ateityje nusakoma taškiniu įverčiu ir tikimybinio skirstiniu*

Metai	1\$ diskontuota vertė		
	Taškiškai įvertinta palūkanų norma, $i=10\%$	Prognozuojamas tikimybinis palūkanų normos pasiskirstymas, pagal aprašytas sąlygas	
1	0,909091	$N: m_1 = 0,909105$	$s_1 = 0,000412$
2	0,826446	$N: m_2 = 0,826487$	$s_2 = 0,001123$
3	0,751315	$N: m_3 = 0,75139$	$s_3 = 0,002041$
4	0,683013	$N: m_4 = 0,683131$	$s_4 = 0,003093$
5	0,620921	$LN: m_5 = 0,621087$	$s_5 = 0,004219$
6	0,564474	$LN: m_6 = 0,564692$	$s_6 = 0,005371$
7	0,513158	$LN: m_7 = 0,513434$	$s_7 = 0,006511$
8	0,466507	$LN: m_8 = 0,466845$	$s_8 = 0,007613$
9	0,424098	$LN: m_9 = 0,4245$	$s_9 = 0,008654$
10	0,385543	$LN: m_{10} = 0,386014$	$s_{10} = 0,009620$
11	0,350494	$LN: m_{11} = 0,351035$	$s_{11} = 0,010500$
12	0,318631	$LN: m_{12} = 0,319245$	$s_{12} = 0,011287$
13	0,289664	$LN: m_{13} = 0,290353$	$s_{13} = 0,011980$
14	0,263331	$LN: m_{14} = 0,264095$	$s_{14} = 0,012577$
15	0,239392	$LN: m_{15} = 0,240232$	$s_{15} = 0,013079$
16	0,217629	$LN: m_{16} = 0,218546$	$s_{16} = 0,013490$
17	0,197845	$LN: m_{17} = 0,198838$	$s_{17} = 0,013814$
18	0,179859	$LN: m_{18} = 0,180928$	$s_{18} = 0,014056$
19	0,163508	$LN: m_{19} = 0,164651$	$s_{19} = 0,014221$
20	0,148644	$LN: m_{20} = 0,14986$	$s_{20} = 0,014316$
21	0,135131	$LN: m_{21} = 0,136417$	$s_{21} = 0,014345$
22	0,122846	$LN: m_{22} = 0,124201$	$s_{22} = 0,014317$
23	0,111678	$LN: m_{23} = 0,113099$	$s_{23} = 0,014236$
24	0,039143	$LN: m_{24} = 0,103009$	$s_{24} = 0,014108$
25	0,092296	$LN: m_{25} = 0,093838$	$s_{25} = 0,013939$
26	0,083905	$LN: m_{26} = 0,085503$	$s_{26} = 0,013735$
27	0,076278	$LN: m_{27} = 0,077927$	$s_{27} = 0,013501$
28	0,069343	$LN: m_{28} = 0,071041$	$s_{28} = 0,013240$
29	0,063039	$LN: m_{29} = 0,06478$	$s_{29} = 0,012959$
30	0,057309	$LN: m_{30} = 0,059089$	$s_{30} = 0,012660$



3 pav. 1\$ sukauptos vertės ir kaupimo trukmės, kai palūkanų norma 10%, ryšys

## 3.2. Keletas imitacinių technologijų taikymo pavyzdžių

### 3.2.1. Paprastas atvejis

Laiko įtaka būsimai pinigų vertei įvertinama diskontuojant būsimus pinigų srautus. Paprasčiausias ir dažniausiai naudojamas vaizdinys yra 1\$ diskontuotos vertės lentelės, kurių yra kiekviename finansų, nckilnojamojo turto ir pan. vadovėlyje ar monografijoje. Lentelėse paprastai diskontuota 1\$ vertė, didėjant metų skaičiui ir esant įvairioms diskonto normoms. Visi žino šias lenteles ir turėtų sutikti, kad nei jos, nei priklausomybė, išvesta iš jų (pavyzdžiui, žr. 5 pav.), negali atskleisti atsitiktinumo (rizikos) poveikio pinigų vertei.

Iš tikrųjų, kaip ir sukauptos sumos atveju, minimos lentelės neleidžia akivaizdžiai suvokti, kaip padaryta prielaida apie diskonto normos tikimybinį pobūdį pasireiškia tam tikrais dėsniniais. Esant prielaidai, kad diskonto norma paklūsta normaliajam skirstiniui su pastoviu (10%) vidurkiu ir augančia per laiką dispersija bei mažėjančia per nutolstančių laike

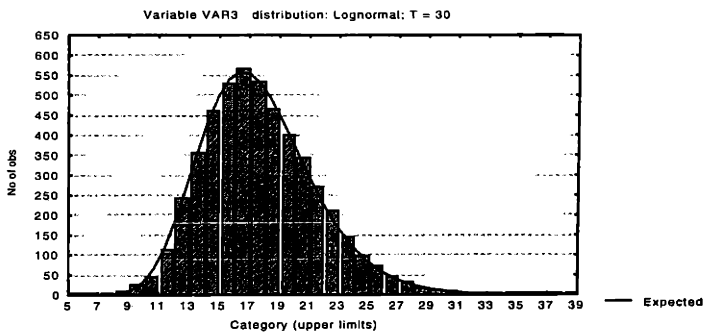
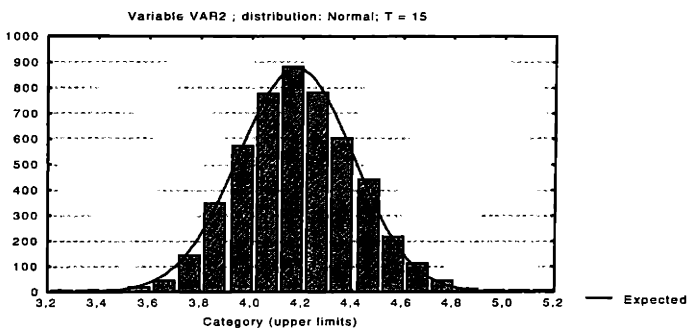
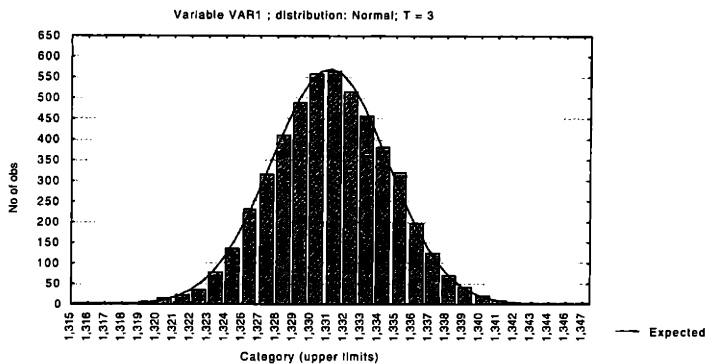
diskonto normų korliacija, bendras laiko ir atsitiktinumo poveikis dabartinei vertei gali būti pavaizduotas kaip 1\$ diskontuotos vertės tikimybių skirstinys, kai laikas  $T = 5, 10, 15, 20, 25, 30$  (žr. 6 pav.).

Kiekvieną iš pavaizduotų atvejų reikia paaiškinti – koks yra kiekvieno veiksnio (duotu atveju laiko ir atsitiktinumo) ir bendro poveikio efektas. Pirmas variantas rodo 1\$ diskontuotos normos tikimybinį skirstinį, kai laikas yra penkeri metai. Šis variantas atitinka normalinį skirstinį. Kai laikotarpis ilgesnis nei 9 metai, kiekvienas tolesnis variantas vis labiau atitinka lognormalinį skirstinį.

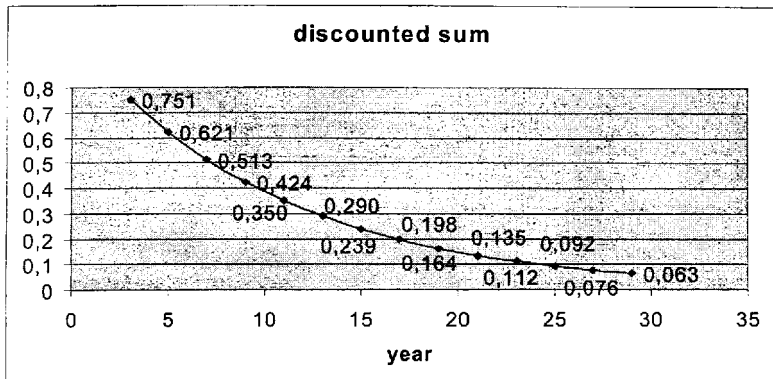
### 3.2.2. Sudėtingi atvejai

Čia kategorijos paprastesnis ar sudėtingesnis vartojamos grynai techniniu požiūriu. Tai reiškia, kad praktiniuose modeliuose, kur kintamieji negali įgauti išreikštinio pavidalo, turi būti taikomi sudėtingesni informacijos apdorojimo metodai.

Kaip matėme ankstesniame paragrafe, adekvatesnės diskontų normų elgsenos ateiityje prielaidos leidžia gauti adekvatesnę informa-



4 pav. Iš sukauptos vertės tikimybių skirstinys, esant skirtingiems kaupimo periodams  $T$ , ir palūkanų normos elgsenai



*5 pav. 1\$ diskantuotos vertės S ir diskontavimo periodo, kai palūkanų norma yra 10%, priklausomybė*

cija apie diskontuotos sumos elgseną. Tikimybiškai sutvarkyta informacija geriau rodo galimybes ir yra tinkamesnė sudarant naudingumo funkciją ir ruošiant sprendimų priėmimo schemas.

Tačiau prisimintina, kad mūsų pirminis tikslas buvo ieškoti būdų nustatyti galutinių rezultatų ir rizikos veiksnių priklausomybę. Todėl toliau panagrinėkime dabartinę vertę (NPV) ir vidinę pelno normą (IRR) bei diskonto normos riziką.

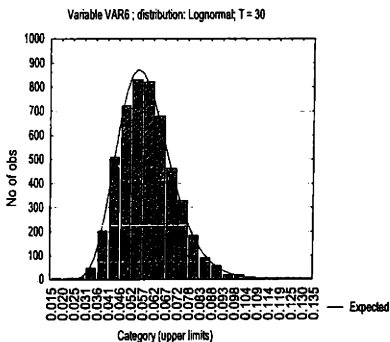
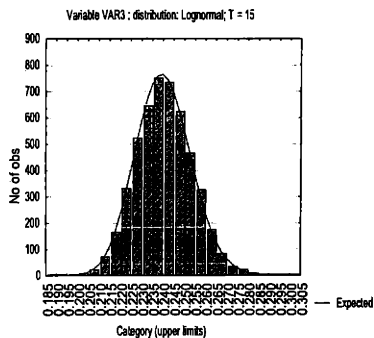
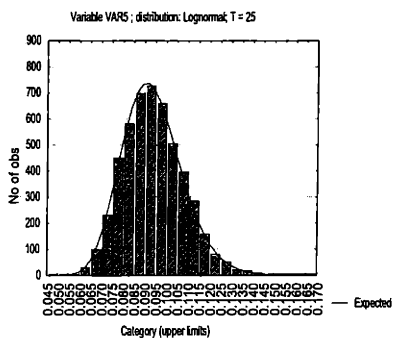
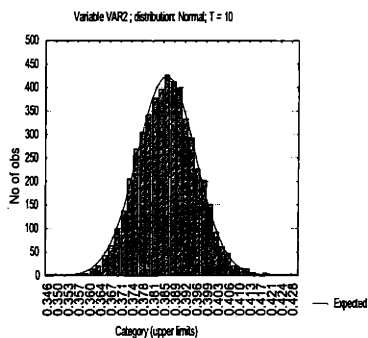
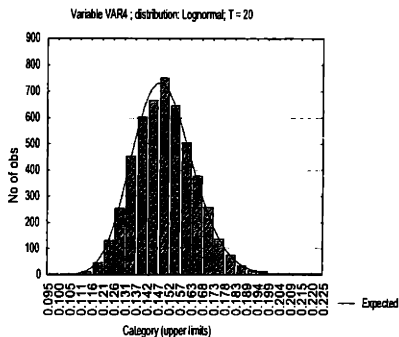
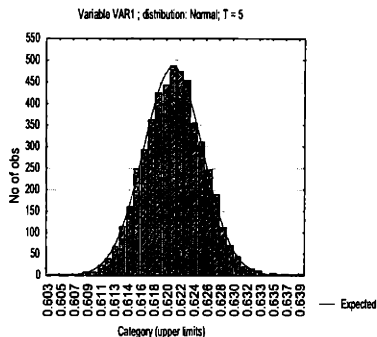
Panagrinėkime 7a ir 7b pav. 7a pav. pavaizduotas diskontuoto pinigų srauto – 10 mln. \$ pirmais metais (išlaidos) ir po 5 mln. \$ per kiekvienus kitus trejus metus (įplaukos) – dabartinės vertės pasiskirstymas, kai diskonto norma paklūsta normaliajam skirstiniui:  $N(10\%; 1\%)$  – viršuje,  $N(10\%; 2\%)$  – viduryje,  $N(10\%; 3\%)$  – apačioje. Pasinaudoję imitacinio modeliavimo technologija gauname, kad NPV tikimybiniis skirstinys yra atitinkamai  $N(2,2418; 0,0044)$ ,  $N(2,2257; 0,0195)$  ir  $N(2,2195; 0,0499)$ . Todėl galima naudotis įver-

tintomis pasiskirstymo funkcijomis arba net vizualiai įvertinti dominančio įvykio tikimybę. Tuo pačiu būdu galima įvertinti diskonto normos rizikos poveikį PV skirstiniui.

Sudėtingesnė situacija pavaizduota 7b pav. Kaip ir ankstesnės iliustracijos ją galima nagrinėti, remiantis išvestomis formulėmis, arba vizualiai stebint IRR priklausomybę, kai būsimų pajamų nepastovumo koeficientas keičiasi nuo  $N(1; 0,1)$  pirmame variante,  $N(1; 0,2)$  – antrame variante ir  $N(1; 0,3)$  – trečiame variante. Įvertinant pajamų rizikos (nepastovumo) poveikį IRR tikimybiniam skirstiniui galima pastebėti, kad pasiskirstymas turi tendenciją keistis iš normalinio į lognormalinį (taip pat žr. lentelę).

### 3.3. Psichologiniai efektai

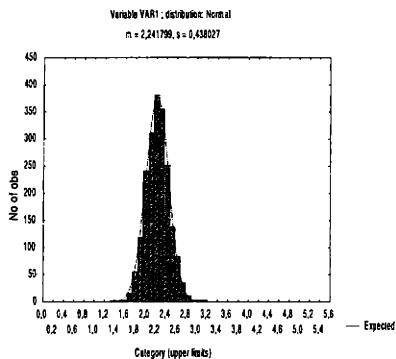
Jei palygintume kai kuriuos skaičiavimus, pavaizduotus 5 ir 7 pav., pavyzdžiui, kaip kinta 1\$ diskontuota vertė 30 metų laikotarpiu, kai palūkanų norma lygi 10% (kaip pavaizduota



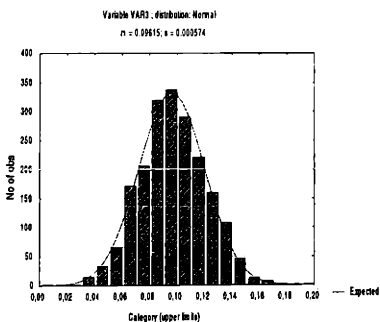
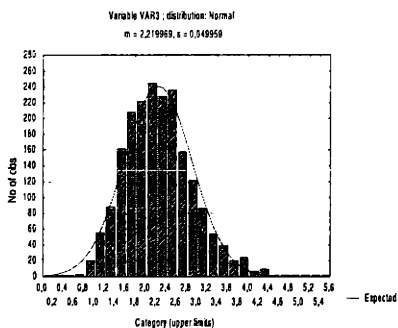
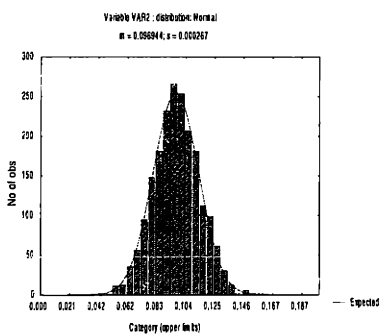
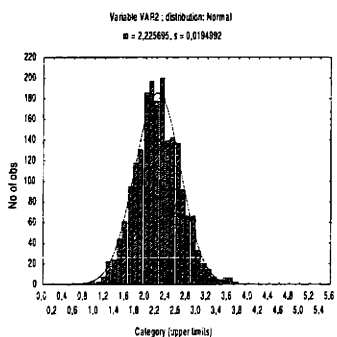
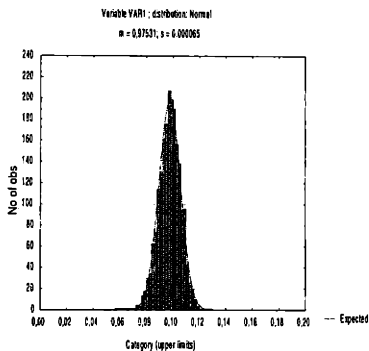
6 pav. 1\$ diskontuotos vertės tikimybinis skirstinys, esant skirtingiems diskontavimo periodams  $T_i$  ir palūkanų normos elgsenai



**7a pav. NPV tikimybinis skirstinys**



**7b pav. Vidinės pelno normos (IRR) tikimybinis skirstinys**



5 pav.), ir kai diskonto normų elgesys aprašytas jos tikimybinio skirstinio (7 pav.), tuomet pirmenybė, sprendžiant iš skaičiavimų sudėtingumo, turi būti teikiama pirmam atvejui. Tačiau tai nekonstruktyvu. Kodėl? Atsakymai yra tokie:

*Pirma*, jau minėta, taškinis įvertinimas nesusiteikia adekvačios informacijos sprendimų priėmėjams ir daugeliu atvejų toks įvertinimas gali būti klaidingas. Niekas negali jausti psichologinio komforto taikydamas neteisingą darbo metodiką.

*Antra*, informacija, reikiama priimti sprendimą, apdorojama kompiuteriais. Informacijos vartotojas turės mažiau progų suklysti, tačiau tam, suprantama, reikia išmanyti įvairių programinę įrangą.

*Trečia*, šiuolaikiniai kalkuliatoriai gali tikimybiskai apdoroti informaciją (kaip trečiame ir ketvirtame stulpeliuose lentelėje) ir vartotojui neturėtų kilti problemų, nebent tobulėti intelektualiai.

## Išvados

- Kasdienės finansų, investicijų ir pan. praktikos neatitikimai turėtų būti šalinami nau-

dojant įvairias sprendimų priėmimo schemas ir modelius, kuriuose informacija būtų paruošta tikimybiskai. Atliekant finansų skaičiavimus, pavyzdžiui, reikia atsizvelgti į palūkanų normų, diskonto normų ir kitų parametru stochastinę prigimtį.

- Tradiciniai investavimo metodai tiesiogiai remiasi investicijų diskontavimu. Kadangi taškiniai įvertinimai neparodo atsitiktinumo poveikio investicijoms, jie vargu ar gali būti naudojami šiam tikslui. Siekiant pasinaudoti diskonto normos galimų reikšmių tikimybių skirstiniais, norint surasti tikimybių skirstinius NPV, IRR ir kitų investicijų efektyvumo indikatorių reikšmėms, naudotinos imitacinio modeliavimo technologijos.

Klasikiniai pelno ir rizikos subendramatinimo metodai turi būti papildyti priežastiniais funkciniais pelno ir rizikos subendramatinimo modeliais (CFMRRC), kurie tiesiogiai aprašo investicijų pelno skirstinio priklausomybę nuo pirminių rizikos veiksnių – palūkanų normos, diskonto normos, valiutų keitimo kurso ir pan. Imitacinis metodas leidžia kiekybiškai įvertinti tiesioginį diskonto normos rizikos poveikį vidinės pelno normos ir grynosios dabartinės vertės tikimybiskam pasiskirstymui.

## LITERATŪRA

1. The New Palgrave. A Dictionary of Economics, Vol. 2, 1988.
2. Encyclopedia of Banking & Finance. 10-th edition / Ed. by Charles J. Woelfel. 1994.
3. Johanssen M., Terry Page G. International Dictionary of Banking Management. Fourth edition, 1990.
4. Steve Lumby. Investment Appraisal and Financial Decisions. Chapman & Hall, 1994.
5. Jack Clark Francis. Management of Investments. McGraw-Hill Book Company, 1988.
6. R. Duncan Luce and Howard Raiffa. Games and Critical Survey, 1958.

7. Stuart M. Turnbull. Option Valuation. The Dryden Press, 1991.
8. Adams A. Investment. Graham & Trotman, 1995.
9. Knight F. Risk, Uncertainty and Profit. Boston: Houghton, Mifflin Co., 1921.
10. Rutkauskas A. V., Rutkauskas V. Investment management under risk and uncertainty. Real Estate Valuation and Investment, Vol. 2. Vilnius, 1998.
11. Zakarevičius P. Vadyba. Kaunas: VDU leidykla, 1998.

## IMITATIVE DECISION MAKING INFORMATION ARRANGEMENT TECHNOLOGIES

### Summary

The article deals with computerised imitative technologies for generation and arrangement of information to be used in decision making. From one side supposition about point estimated possibilities isn't adequate to reality. From another side, in the case of opposite supposition some computational problems ought to arise. It is shown in the paper, how to use imitative technologies for solving such problems.

Įteikta 1999 m. spalio mėn.