

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIKOS FAKULTETAS  
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA**

**Darijus Andriulis**

**INVESTICIJŲ EFEKTYVUMO  
ĮVERTINIMAS**

Magistro darbas

**Vadovas  
prof. habil..dr. J. Mockus**

**KAUNAS, 2005**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS  
INFORMATIOS FAKULTETAS  
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA**

**TVIRTINU  
Katedros vedėjas  
doc. E. Bareiša  
2005-05-23**

**INVESTICIJŲ EFEKTYVUMO  
ĮVERTINIMAS**

Informatikos inžinerijos mokslo magistro baigiamasis darbas

**Kalbos konsultantė  
Lietuvių katedros lekt.  
dr. J. Mikelionienė  
2005-05-18**

**Recenzentas  
dr. B. Blažauskas  
2005-05-23**

**Vadovas  
prof. habil. dr. J. Mockus  
2005-05-23**

**Atliko  
IFM 9/2 gr. stud.  
D. Andriulis  
2005-05-10**

**KAUNAS, 2005**

## KVALIFIKACINĖ KOMISIJA

**Pirmininkas:** Laimutis Telksnys, akademikas

**Sekretorius:** Stasys Maciulevičius, docentas

**Nariai:** Rimantas Barauskas, profesorius  
Raimundas Jasinevičius, profesorius  
Jonas Kazimieras Matickas, docentas  
Jonas Mockus, profesorius  
Rimantas Plėštys, docentas  
Henrikas Pranevičius, profesorius

## TURINYS

<b>ĮVADAS</b> .....	<b>7</b>
<b>1. INVESTICIJŲ EFEKTYVUMO ĮVERTINIMO METODŲ ANALIZĖ</b> .....	<b>10</b>
1.1 PORTFELIO OPTIMIZAVIMAS: KVADRATINIO PROGRAMAVIMO PROBLEMA .....	10
1.1.1. <i>Portfelio parinkimo problemos pristatymas</i> .....	10
1.1.2. <i>Trumpas variantiškumo apibrėžimas</i> .....	11
1.1.3. <i>Efektyvios ribos</i> .....	12
1.1.4. <i>Portfelio pasirinkimo problema: problemos formuluotė</i> .....	13
1.1.5. <i>Naudingumo funkcijos</i> .....	15
1.2. MONTE CARLO METODAS .....	17
1.3. ANALIZĖS IŠVADOS .....	20
<b>2. INVESTICIJŲ OPTIMIZAVIMO – PORTFELIO UŽDAVINIO PROGRAMINIS PROJEKTAVIMAS IR REALIZAVIMAS</b> .....	<b>21</b>
2.1 PROJEKTO PASKIRTIS .....	21
2.2 INVESTICIJŲ OPTIMIZAVIMO UŽDAVINIŲ TEORINIAI TYRIMAI .....	22
2.2.1 <i>Investicijų modelis „Bankai“</i> .....	22
2.2.2 <i>Investicijų modelis „Vertybiniai popieriai“</i> .....	23
2.2.3 <i>Investicijų modelis „Draudimas“</i> .....	24
2.3 PORTFELIO UŽDAVINIO ESMĖ .....	25
2.3.1 <i>Matematinis portfelio uždavinio formulavimas</i> .....	26
2.3.2 <i>Algoritmai</i> .....	27
2.4 PROJEKTO PLANAS .....	28
2.5 REIKALAVIMŲ SPECIFIKAVIMAS .....	29
2.5.1 <i>Sistemos paskirtis</i> .....	29
2.5.2 <i>Projekto apribojimai</i> .....	30
2.5.3 <i>Funkciniai reikalavimai</i> .....	31
2.5.4 <i>Nefunkciniai reikalavimai</i> .....	37
2.5.5 <i>Projekto išeiga</i> .....	37
2.6 ARCHITEKTŪROS SPECIFIKACIJA .....	39
2.6.1 <i>Architektūros specifikacijos įvadas</i> .....	39
2.6.2 <i>Komponentai</i> .....	40
2.6.3 <i>Trasos diagramos</i> .....	46

2.6.4	<i>Klasių diagrama</i> .....	48
2.6.5	<i>Sąveikos diagramos</i> .....	49
<b>3.</b>	<b>INVESTICIJŲ OPTIMIZAVIMO ĮRANKIO TYRIMAS</b> .....	<b>51</b>
3.1	ĮRANKIO KOKYBĖS TYRIMAS.....	51
3.1.1	<i>Kokybės analizės tikslai</i> .....	51
3.1.2	<i>Kokybės vertinimo procesas</i> .....	51
3.1.3	<i>Atitikimas standartams</i> .....	52
3.2	PALYGINIMAS SU VIENU IŠ ALTERNATYVIŲ ĮRANKIŲ.....	54
3.3	INVESTICIJŲ OPTIMIZAVIMO ĮRANKIO PATOBULINIMAS .....	57
3.3.1	<i>Java Servlet technologijos</i> .....	57
3.3.2	<i>JDBC API – tiltas tarp taikomųjų programų ir duomenų bazių</i> .....	57
3.3.3	<i>JSP technologija</i> .....	61
3.4	TYRIMŲ IR PATOBULINIMŲ IŠVADOS .....	62
<b>4.</b>	<b>INVESTICIJŲ OPTIMIZAVIMO ĮRANKIO EKSPERIMENTINIS TYRIMAS</b> .....	<b>63</b>
4.1	INVESTICINIS OBJEKTAS AB „ALITA“ AKCIJŲ RINKOJE .....	63
4.1.1	<i>Apie įmonę</i> .....	63
4.1.2	<i>AB „Alita“ akcijų rinkoje</i> .....	64
4.2	INVESTICINIS OBJEKTAS AB „ROKIŠKIO SŪRIS“ AKCIJŲ RINKOJE.....	65
4.2.1	<i>Apie įmonę</i> .....	65
4.2.2	<i>AB „Rokiškio sūris“ akcijų rinkoje</i> .....	66
4.3	INVESTICINIS OBJEKTAS AB BANKAS SNORAS AKCIJŲ RINKOJE.....	68
4.3.1	<i>Apie įmonę</i> .....	68
4.3.2	<i>AB bankas Snoras akcijų rinkoje</i> .....	68
4.4	SUKURTO ĮRANKIO INVESTICINĖS PROGNOZĖS .....	70
4.4.1	<i>Duomenų apie akcijas įvedimas</i> .....	70
4.4.2	<i>Investavimas ir investicijų prognozės</i> .....	72
4.4.3	<i>Įrankio prognozių pagrįstumas</i> .....	75
<b>5.</b>	<b>IŠVADOS</b> .....	<b>77</b>
	<b>LITERATŪRA</b> .....	<b>78</b>
	<b>SANTRUMPŲ IR TERMINŲ ŽODYNAS</b> .....	<b>80</b>
	<b>PRIEDAI</b> .....	<b>81</b>
1	PRIEDAS. INVESTICIJŲ OPTIMIZAVIMO ĮRANKIO VARTOTOJO VADOVAS.....	82

## **SUMMARY**

### **Estimation of investment efficiency**

Success of investment depends to many mathematical rates. Every investor knows that there is a tradeoff between risk and reward: to obtain greater expected returns on investments, one must be willing to take on greater risk. The tool was designed to estimate these indexes and others conditions of investment and to offer to users optimal portfolio of investment.

The models and technologies for system of estimation of investment efficiency are analyzed. Problems and difficulties of investment optimization are described. Analyses of how various methods solve these problems, finding their advantages and disadvantages.

This tool helps users and students of investment sciences to choose optimal portfolio of investment with desirable risk and maximum returns.

The development documentation of the tool is presented. It shows all steps of the tool development including results.

The experiments of implemented model are described, analyzing new model's influence for requirements specification process.

## IVADAS

Ilgalaikė ir efektyvi firmų veikla, jų teisingas vystymasis bei konkurentabilumo gerinimas didele dalimi priklauso nuo investicinio aktyvumo lygio bei investicinės veiklos apimčių. Klausimų ratas, apimantis kompanijos investicinę veiklą, pareikalauja pakankamai gilios analizės ir praktiškai priimtų valdymo spendimų tam, kad būtų galima efektyviai nukreipti bei formuoti kompanijos investicijų portfelio ekonominį efektyvumą. Atskirų ūkio subjektų bei šalių ekonominė veikla daugiausia charakterizuojama vykdomų investicijų apimtimi ir formomis.

Terimas „investicijos“ kilęs iš lotyniško žodžio invest reiškiančio „įdėti“ [2]. Platesniu požiūriu investicija reiškia kapitalo įdėjimą, siekiant jo padidėjimo. Tuo pačiu kapitalo prieaugio turi pakakti tam, kad kad investitoriui būtų kompensuota tai, kad jis šiuo periodu atsisako naudoti turimas lėšas, jis turi būti apdovanotas už riziką ir jam turi būti atlyginti būsimi infliacijos nuostoliai.

Kapitalo prieaugio šaltinis ir pagrindinis investicijų įgyvendinimo motyvas yra gaunamas iš jų pelnas. Šie du procesai – kapitalo įdėjimas ir pelno gavimas – gali vykti skirtingais laikotarpiais.

Šiems procesams vykstant vienam po kito, pelnas gaunamas iš karto, kai tik pasibaigia investicinis periodas. Jiems vykstant lygiagrečiai, pelnas pradedamas gauti dar nepasibaigus investavimo etapams. Kai šie procesai vyksta intervalais, tarp investicijų pabaigos ir pelno gavimo pradžios praeina tam tikras tarpas, kuris dažniausiai priklauso nuo konkrečių investicinių procesų ypatybių.

Charakterizuojant investicijų ekonominę esmę, galima pabrėžti, kad šiuolaikinėje literatūroje šis terminas traktuojamas klaidingai arba labai siaura prasme. Tipiškiausia klaida yra ta, kad bet koks lėšų įdėjimas, kuris gali ir nedidinti nei kapitalo prieaugio, nei pelno, suprantamas kaip investicijos. Tokiam lėšų įdėjimui dažniausiai priskiriamos vadinamosios investicijos televizorių, automobilių, butų ir pan. pirkimui, kurios savo ekonominiu turiniu nepriklauso investicijoms. Įsigyjant šias prekes, lėšos tiesiogiai naudojamos ilgalaikiam vartojimui, išskyrus, jei jų įsigijimo tikslas yra pardavimas.

Dažna klaida yra termino „investicijos“ sutapatinimas su terminu „kapitaliniai įdėjimai“. Investicijos šiuo atveju yra lėšų įdėjimas pagrindinėms priemonėms atnaujinti (pastatų, įrengimų, transporto priemonių ir pan.). Tuo pačiu investicijos gali būti panaudotos ir apyvartinėms lėšoms, ir įvairiems finansiniams instrumentams (akcijos, obligacijos), ir atskiroms nematerialių aktyvų rūšims (patentai, licencijos). Kapitaliniai įdėjimai suprantami siauresne reikšme ir gali būti kaip viena iš investicijų formų, bet ne jų analogas.

Investicijos – tai įvairių rūšių turtinės ir intelektualinės vertybės, įdedamos į verslą ar kitus objektus ar sferas, ko pasekoje sukuriamas pelnas arba pasiekiamas koks nors socialinis efektas. Tokiomis vertybėmis gali būti: piniginės lėšos, tiksliniai bankiniai indėliai, pajai, akcijos ir kiti

vertybiniai popieriai, kilnojamasis ir nekilnojamasis turtas, turtinės teisės, išeinančios iš autorinių teisių, patirtis, techninių, technologinių, komercinių bei kitų žinių atsipirkimas, apiformintas kaip techninė dokumentacija, kuri yra reikalinga vienokio ar kitokio proceso organizavimui, teisė naudotis žeme, vandenimis bei kitais resursais.

Investicijos vaidina gana svarbų vaidmenį ekonomikos vystyme ir efektyviame jos funkcionavime. Šį vaidmenį padeda išsiaiškinti terminai „bendrosios investicijos“ ir „grynosios investicijos“.

**Bendrosios investicijos** – tai bendra investicinių lėšų apimtis konkrečiu laikotarpiu, nukreiptų į naują statybą, gamybos priemonių įsigyjimą bei prekinių-materialinių atsargų augimą.

**Grynosios investicijos** – tai bendrųjų investicijų suma, sumažinta amortizacinių suma per atitinkamą laikotarpį.

Investicijų apimtys priklauso nuo įvairių ekonominių ir ne tik faktorių. Ko gero labiausiai investicijų apimtys priklauso nuo gaunamų pajamų paskirstymo tarp vartojimo ir taupymo. Esant vidutiniškai mažoms vieno asmens pajamoms, pagrindinė jų dalis tenka vartojimui. Pajamų augimas didina vartojimo bei taupymo dalis tiek kokybine, tiek kiekybine prasme. Taupymo dalis didėja sparčiau nei vartojimo. Ši taupymo pajamų dalis yra pagrindinis investicijų resursas.

Augant gyvenimo lygiui, lėšos, skiriamos maistui, nusistoja viename lygyje, o lėšos, skiriamos ne maistui, auga sparčiau ir artėja į begalybę. Šios lėšos ir yra pagrindinis investicijų šaltinis.

Iš to galima padaryti išvadą, kad santykinis santaupų didėjimas atitinkamai didina investicijų apimtį ir atvirkščiai.

Didelę reikšmę investicijų apimtims turi paskolų palūkanų normos dydis. Taip yra todėl, kad investicinio proceso eigoje yra naudojamas ne tik nuosavas, bet ir skolintas kapitalas. Jei laukiama grynojo pelno norma viršija paskolų palūkanų normos dydį, tai esant bendroms sąlygoms galima tikėtis, kad investavimas bus sėkmingas. Paskolų palūkanų normos dydžio didėjimas mažina investicijų apimtį ir atvirkščiai.

Tarp faktorių, turinčių didelę įtaką investicijų apimtims pasikeitimui, reikėtų atkreipti dėmesį į infliacijos tempą. Kuo aukštesnis šis rodiklis, tuo didesniu procentu nuvertės būsimas pelnas iš investicijų ir tuo mažiau bus suinteresuotumo didinti investicijų apimtį (ypatingą reikšmę šis faktorius turi ilgalaikėms investicijoms).

Sąlyginis taupymo ir pajamų svoris priklausomai nuo visuomenės pragyvenimo lygio turi tiesioginę reikšmę investicijų apimtims. Esant vidutiniškai aukštomis pajamoms, eiliniai investuotojai dalį savo lėšų gali skirti kaupimui. Kaupimas gali pasižymėti ne tik vertybinių popierių įsigijimu ar indėlių banke padėjimu. Tai gali atspindėti naudojantis lizingu, draudžiantis gyvybę kaupiamuoju kaupimu ir kt.



Laukiama pelno norma turi taip pat labai svarbią įtaką investicijų apimčių didėjimui. Jei laukiama pelno norma yra didesnė už vidutinę, tai reiškia, kad ūkio subjektai bus linkę daugiau pelno skirti investicijoms arba padidinti dividendų procentą, kuris atlieps teigiamai akcininkų pajamoms.

Spartus Lietuvos ekonomikos augimas ir gyventojų pajamų augimas leido Lietuvos akcijų rinkai tapti patrauklia vieta investuoti [4]. Obligacijos ir bankų indėliai beveik nesudaro konkurencijos investicijų gražai, kurią galima gauti iš akcijų. Tik verta atsiminti, kad akcijų rinkai kylant ji vis labiau svyruos, ypač trumpalaikiu laikotarpiu. Akcijų kainos gali labai staigiai kristi ir vėl kilti. Per ilgesnį laiką akcijų rinka atspindės ekonomikos augimą. Besivystančiose rinkose, įskaitant Lietuvą, akcijų rinkos graža ilgą laiką gali būti po 15 proc. kasmet. Labai tikėtina, kad Lietuvos akcijų rinkos augimas artimiausius 5 metus vidutiniškai sieks apie 15,30 proc. kiekvienais metais.

Kita vertus, nereikia pamiršti, kad akcijų rinka labai priklauso nuo ekonomikos. Dėl to visada, kai politikai padidina mokesčius produktyviausiems visuomenės sluoksniams, tai iš karto reikia įvertinti kaip žalą verslui, ekonomikai, akcijų rinkai – ir investicijų gražai investuojant akcijų rinkoje.

Tikslai ir uždaviniai:

- § Susipažinti su problemomis, kylančiomis investuojant.
- § Išnagrinėti šių problemų sprendimus ir galimybę panaudoti informacines technologijas.
- § Atlikti investicijų efektyvumo įvertinimo matematinius metodus bei modelius.
- § Suprojektuoti ir realizuoti įrankį, padedantį pasirinkti efektyvias ir optimalias investicijas.
- § Iširti sukurtą įrankį: jo kokybę, trūkumus, galimus patobulinimus.
- § Eksperimentiškai pagrįsti įrankio rezultatyvumą ir svarbą.

Šiame darbe aptarti investicijų efektyvumo įvertinimo metodai, pateikta įrankio projektavimo ir kūrimo dokumentacija, aprašytas įrankio kokybės bei rezultatyvumo tyrimas, pateiktas eksperimentinis sukurto įrankio pagrindimas.

# 1. INVESTICIJŲ EFEKTYVUMO ĮVERTINIMO METODŲ ANALIZĖ

## 1.1 Portfelio optimizavimas: kvadratinio programavimo problema

Kiekvienas investuotojas žino, koks yra kompromisas tarp rizikos ir atlygio: kad gauti didesnę tikėtiną gražą iš investicijų, reikia būti pasirengusiam priimti didesnę riziką.

Sprendžiant portfelio parinkimo problemą, galima taikyti kiekinį rizikos ir naudos išmatavimą, kad būtų gautas tarp šių dviejų faktorių balansas, tenkinantis konkretų investuotoją. Neegzistuoja optimalios kombinacijos, tinkančios visiems investuotojams [1].

Kiekvienas investavimo įrankis turi savo mėnesinę tikėtiną gražą bei jos polinkį kas mėnesį kisti. Tačiau gražos tendencijos nėra kiekviename įrankyje visiškai nepriklausomos. Kai kuriais atvejais jos įtakoja viena kitą, pavyzdžiui, aukso gavybos kompanijų akcijos įpareigoja sekti aukso kainas. Kitais atvejais poveikis gali būti priešingos krypties. Šios tendencijos gali būti įvertintos kovariacija.

Toliau bus nagrinėjama portfelio parinkimo problema, formuluojama kaip kvadratinio programavimo problema. Ši problema priklauso nuo vartotojo nurodytų parametrų, kurie įvertina rizikingumą.

### 1.1.1. Portfelio parinkimo problemos pristatymas

Investuotojai įvertina rizikos ir naudos atvirkštinę priklausomybę. Portfelio teorija teigia, kad tam tikram rizikos laipsniui priklauso didesnė arba mažesnė nauda investuotojui. Ir atvirkščiai, tam tikrai investuotojo naudai priklauso didesnė arba mažesnė rizika. Dažniausiai rizika įvertinama gražos variantiškumu arba nuokrypio norma. Čia nagrinėjamas gražos įvertinimas kaip vidurkis kasmetinio nepertraukiamo sudėtinio rodiklio. Taip pat, galime įvertinti, kad investuotojai norėtų investuoti į efektyvų portfelį, kuris siūlo didesnę gražą už visus kitus su tokia pačia arba mažesne rizika, arba mažesnę riziką su tokia pačia arba didesne graža.

Kaip galime įsivaizduoti, visų akcijų pardavimas akcijų rinkoje nejuda drauge. Bendrai rinka kyla aukštyn, bet tuo pačiu metu joje yra akcijų, kurios praranda vertę. Yra akcijų, kurios juda drauge, bet yra ir akcijų, kurios juda priešingomis kryptimis, taip pat tokių – kurios neturi jokio tarpusavio ryšio. Ši, judėjimo kartu arba priešingomis kryptimis, tendencija galia būti įvertinama kovariacija (arba koreliacija). Naudodami kovariaciją, mes galime įvertinti kintamumą arba riziką mūsų portfelyje. Kad sumažinti portfelio kintamumą, gali būti svarbu įtraukti keletą akcijų, kurios juda skirtingomis kryptimis [20].

### 1.1.2. Trumpas variantiškumo apibrėžimas

Pavyzdyje, kur vidurkis (arba reikšmė) yra skaičių grupės centro matas, variantiškumas yra pločio matas. Pateiktos dvi skaičių aibės:

$$S^1 = \{10, 10, 10, 10, 10\}$$

$$S^2 = \{0, 5, 10, 15, 20\}$$

Pirmosios aibės variantiškumas lygus nuliui: visi nariai yra tokie patys. Antrosios aibės variantiškumas lygus 50.

Variantiškumo skaičiavimas:

$$\text{Var}(S) = \text{Sum}_i (S_i - E(S))^2 / N, \quad (1.1)$$

kur  $\text{Sum}_i$  yra visų  $S$  aibės elementų suma.,  $N$  yra  $S$  elementų kiekis,  $S_i$  yra  $i$ -tasis elementas aibėje  $S$ , ir  $E(S)$  yra aibės  $S$  reikšmių vidurkis.

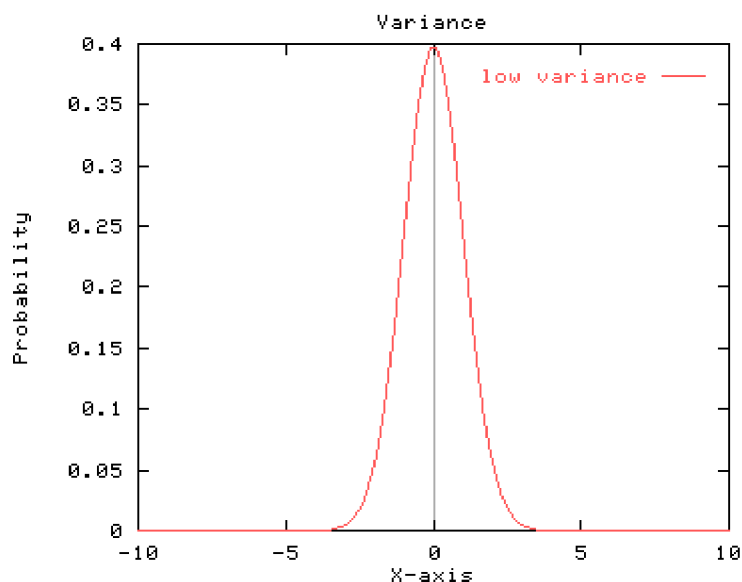
Kai negalima tiksliai apskaičiuoti vidurkio ir variantiškumo, tuomet skaičiuojama apytiksliai. Pvz., Kai turime aibę  $U$ , turinčią  $M$  elementų ( $U_i, i = 1, 2, \dots, M$ ), gauname tokį vidurkio įvertinimą:

$$\mu = \text{Sum}_i U_i / M, \quad (1.2)$$

tuomet apytikslis variantiškumo įvertinimas  $s^2$  gaunamas iš formulės:

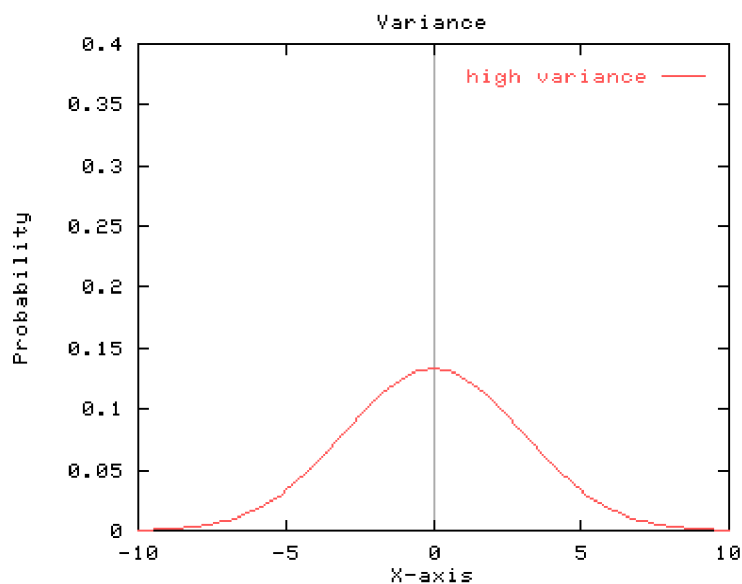
$$s^2 = \text{Sum}_i (U_i - \mu)^2 / (M-1) \quad (1.3)$$

Standartinis nuokrypis yra variantiškumo kvadratinė šaknis. Toliau pateiktas pasiskirstymas turi žemą variantiškumą – jo vertė artima vidurkiui.



1.1 pav. Žemo variantiškumo grafikas

Toliau pateiktas (1.2 pav.) pasiskirstymas turi aukštą variantiškumą – reikšmės yra labiau išsiskleidę:



**1.2 pav. Aukšto variantiškumo grafikas**

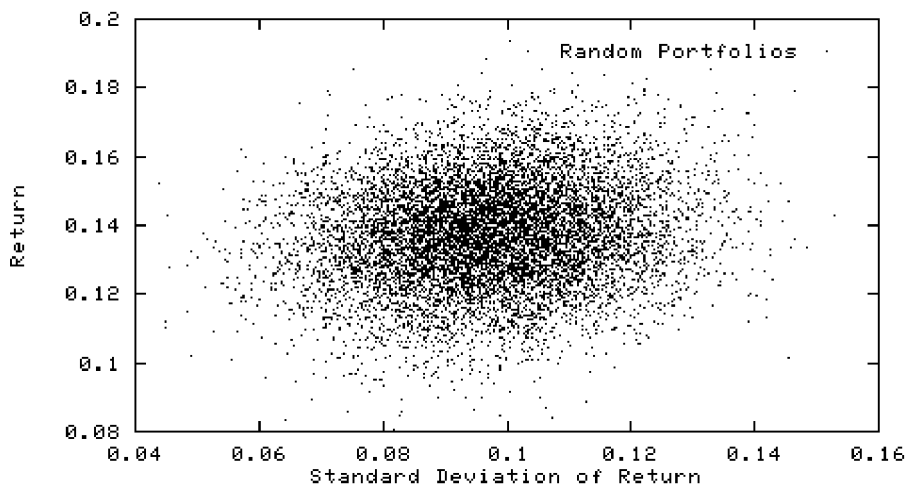
Kovariacija yra bendras variantiškumo išmatavimas tarp dviejų skaičių aibių. Pvz., turime dvi aibes –  $S^i$  ir  $S^j$  – kovariacija yra:

$$Cov(i,j) = \frac{\sum_k (S_k^i - E(S^i))(S_k^j - E(S^j))}{N} \quad (1.4)$$

Čia  $S_k^i$  yra  $S^i$  aibės  $k$ -tasis elementas, o  $N$  yra kiekvienos aibės elementų kiekis.

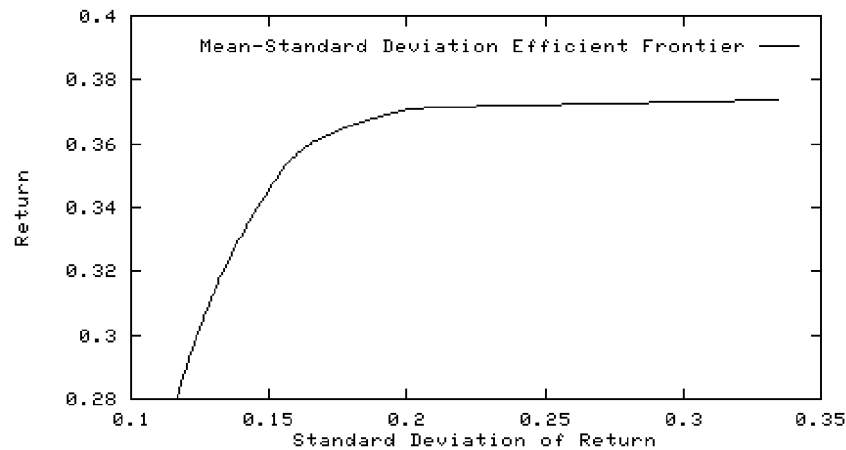
### 1.1.3. Efektyvios ribos

1.3 paveikslėlyje pateiktas grafas rodo, kad pelnas ir pelno standartinis nuokrypis yra apie 10 000, atsitiktinai pasirinkus portfelius iš 30 akcijų. (Tariama, kad trumpalaikiai pardavimai ir atsargus pirkimas neįtraukiami.)



**1.3 pav. Standartinis pelno nuokrypis, atsitiktinai pasirinkus portfelius**

Gali būti sudėtiniai portfeliai, kurie turi panašų standartinę nuokrypį. Pagal moderni portfelio teoriją dėl apibrėžto standartinio nuokrypio racionalus investuotojas pasirinktų portfelį su didžiausiu pelnu. Gali būti sudėtinių portfelių, kurie duoda tokį patį pelną, o moderni portfelio teorija teigia, kad dėl apibrėžto pelno lygio racionalus investuotojas pasirinktų portfelį, turintį žemiausią standartinę nuokrypį. Sakoma, kad portfelis efektyvus, jei nėra kito portfelio, turinčio tokį patį standartinę nuokrypį su didesniu tikėtiniu pelnu, ir jei nėra portfelio, duodančio didesnę pelną su mažesniu standartinium nuokrypiu. Efektyvios ribos yra visų efektyvių portfelių rinkinys. Žemiau pavaizduotas efektyvių ribų pavyzdžio grafikas.



**1.4 pav. Efektyvių ribų pavyzdžio grafikas**

Tarkim  $w_i$  yra portfelio svoris su lėšomis  $i$ , o  $R_i$  yra tikėtinas kasmetinis pelno sudėtinis lygis. Tuomet tikėtinas pelno lygis portfeliui apskaičiuojamas taip:

$$E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i R_i, \quad (1.5)$$

Portfelio pelno variantiškumas apskaičiuojamas taip:

$$Var(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j (R_i - E(R_i))(R_j - E(R_j)). \quad (1.6)$$

#### 1.1.4. Portfelio pasirinkimo problema: problemos formuluotė

Pirmiausiai aptarsime dvi bendrai naudojamas formuluotes, kurios gali pristatyti efektyvius portfelius. Pirmoji yra minimizuoti variantiškumą, kad pasiekti specifikuotą pelno lygį, ir kitas –

maksimizuoti pelną, kad pasiekti specifikuotą variantiškumo lygį. Tarkim portfelis duodą laukiamą pelną  $z = r^T w$  ir variantiškumas lygus  $\sigma^2 = w^T Q w$ .

Pirmame modelyje  $r_*$  minimalus laukiamas pelnas. Antrame modelyje  $\sigma_*^2$  yra maksimalus laukiamas variantiškumas.

Variantiškumo minimizavimas duotam pelnui pirmame modelyje gali būti išreikštas taip:

$$\begin{aligned} & \text{minimize} && \frac{k}{2} w^T Q w && (1.7) \\ & \text{subject to} && \sum_{i=1}^n r_i w_i \geq r_* \\ & && \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ & && w \geq 0 \end{aligned}$$

Pelno maksimizavimas duotam variantiškumui antrame modelyje gali būti išreikštas taip:

$$\begin{aligned} & \text{maximize} && \sum_{i=1}^n r_i w_i \\ & \text{subject to} && \frac{k}{2} w^T Q w \leq \sigma_*^2 \\ & && \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ & && w \geq 0 \end{aligned} \quad (1.8)$$

Šie modeliai nebūtinai duoda efektyvius portfelius. Pirmasis modelis užtikrina portfelį, turintį mažiausią standartinę nuokrypį specifikuotam minimaliam pelno lygiui. Tačiau, gali egzistuoti portfelis, duodantis didesnę pelną ir ekvivalentų standartinę nuokrypį. Tokiu atveju, portfelis pagal modelį nebus efektyvus. Taip gali atsitikti, jei matrica  $Q$  nėra tiksliai apibrėžta.

Gali būti kombinuoti modeliai: subalansuojant riziką ir pelną. Kiekvienas investuotojas tikisi prisiimti tam tikrą rizikos laipsnį, kad gauti tam tikrą pelną. Kai bendras pelnas auga, investuotojas tikisi vis mažiau ir mažiau rizikos bei uždirbti dar daugiau pinigų. Kiekvienas investuotojas turi tam tikrą pinigų naudingumą, kuris apibrėžia, kiek rizikos jis tikisi prisiimti, kad užsitikrinti tikėtiną pinigų sumą. Tariaama, kad ši nauda matuojama naudos funkcija  $u(x)$ . Viena bendrai naudojama funkcija yra:

$$u(x) = 1 - \exp(-kx) \quad (1.9)$$

Kur  $k > 0$  yra rizikos vengimo konstanta. Ši funkcija nagrinėja ryšį tarp investuotojo rizikos ir pelno.

Tarkime, kad pelno vektorius yra normaliai pasiskirstęs su vidurkiu  $r$  ir kovariacijos matrica  $Q$ . Be to,  $z$  taip pat normaliai pasiskirstęs su reikšme  $z = r^T w$  ir variantiškumu  $\sigma^2 = w^T Q w$ . Tikėtinios naudos reikšmė gali būti apskaičiuojama taip:

$$\begin{aligned} E(u(x)) &= \int_{-\infty}^{\infty} (1 - \exp(-kx)) \phi(x) dx \\ &= 1 - \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-kx - \frac{1}{2}\left(\frac{x-z}{\sigma}\right)^2\right] dx \quad (1.10) \\ &= 1 - \exp(-kz + \frac{1}{2}k^2\sigma^2) \end{aligned}$$

Kadangi  $f(x) = 1 - \exp(-x)$  yra griežtai didėjanti funkcija su  $x$ , maksimizuojant naudą yra ekvivalentiška maksimizavimui:

$$g(w) = k(r^T w - \frac{k}{2} w^T Q w) \quad (1.11)$$

Duota kovariacijos matrica  $Q$ , tikėtino pelno vektorius  $r$  ir rizikos vengimo parametras  $k$ . Mes galime pasirinkti portfelį, kuris maksimizuos tikėtiną naudą, išsprendamas optimizacijos problema:

$$\begin{aligned} & \text{maximize} && r^T w - \frac{k}{2} w^T Q w \\ & \text{subject to} && \sum_{i=1}^n w_i = 1 \\ & && w \geq 0 \end{aligned} \quad (1.12)$$

Optimalus portfelis apibrėžtas, išsprendžiant apkrovimo parametą  $w$ .

**Pastaba:** Nagrinėtuose modeliuose:

- § pelnas yra kasmetinio procentinio padidėjimo vidurkio reikšmė, o
- § rizika yra kasmetinio procentinio pelno standartinis nuokrypis.

### 1.1.5. Naudingumo funkcijos

Naudingumo funkcija, panaudota portfelio problemoje, yra: [19]

$$u(x) = 1 - \exp(-kx) \quad (1.13)$$

Kur  $k$  yra rizikos vengimo konstanta,  $x$  pinigų kiekis, o  $u(x)$  yra naudingumas (arba pasitenkinimas), išreikštas pinigų funkcija.

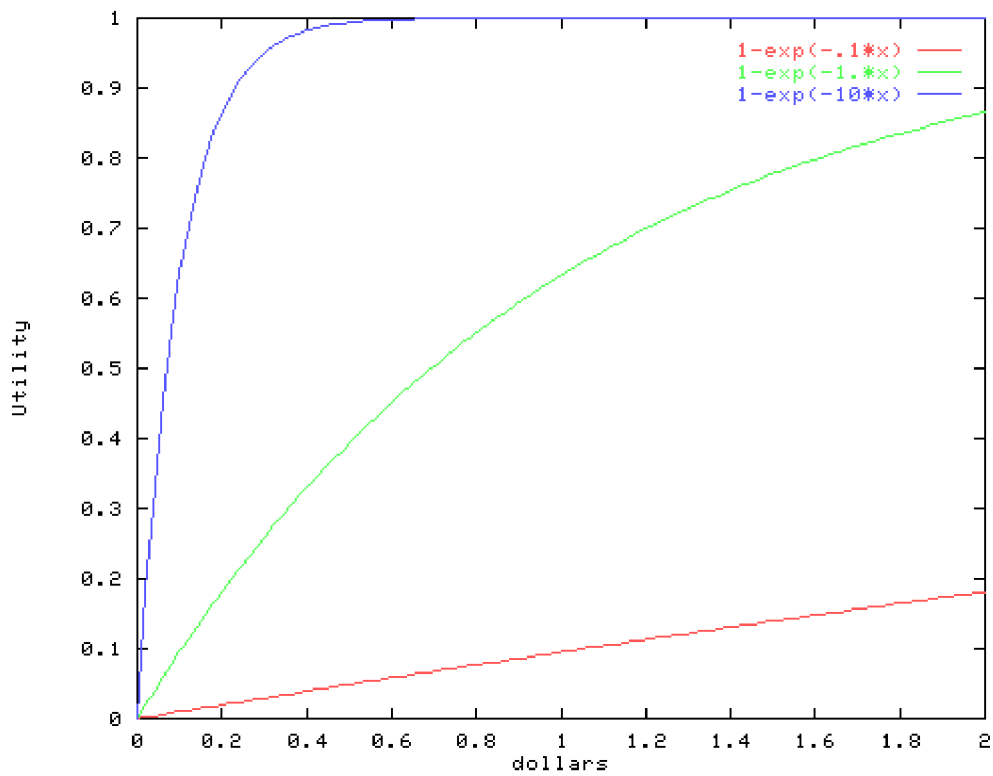
1.5 paveikslėlyje pateiktas grafikas rodo naudingumą įvairioms  $k$  reikšmėms (0,1; 1 ir 10).

#### Riziką mėgstantis investuotojas

Atkreipkite dėmesį į atvejį, kai  $k=0,1$ . Kai pinigų kiekis auga, matomas atitinkamas naudos ar pasitenkinimo didėjimas. Šis investuotas mėgsta riziką. Kiekviena naujai uždirbta pinigų suma jam suteikia pasitenkinimą.

#### Rizikos vengiantis investuotojas

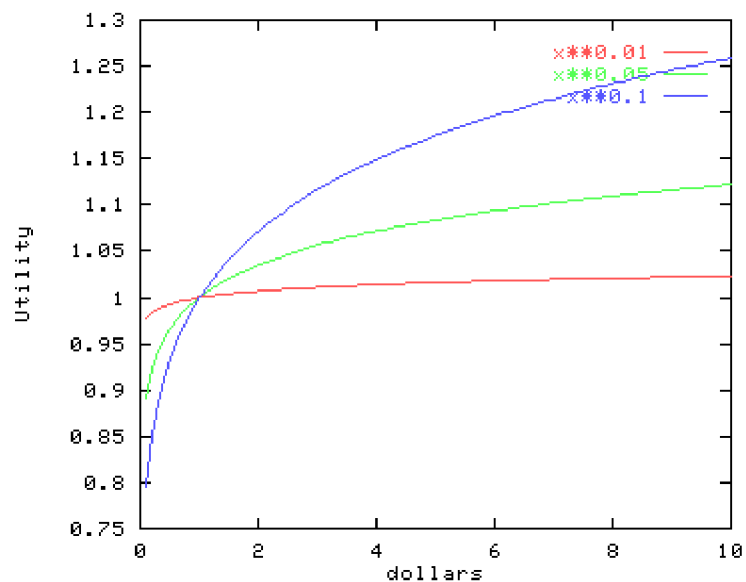
Kai  $k=10$ , grafikas turi staigų išlinkį prie  $x=0,3$ . Mažoms  $x$  reikšmėms matomas didelis naudos padidėjimas. Vienu kartu toks investuotojas gali sukaupti nemažai turto, bet toliau beveik nėra naudos padidėjimo, uždirbant papildomą pinigų sumą. Toks investuotojas vengia rizikos, ir jam nėra labai svarbu žūt būt uždirbti papildomą pinigų sumą.



1.5 pav. Naudingumo grafikai su skirtinga rizika

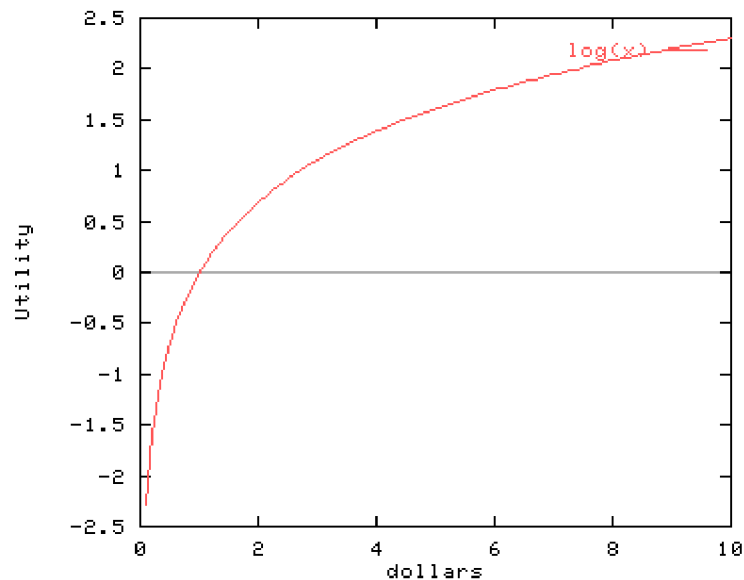
Kitos funkcijos gali būti naudojamos asmeninės piniginės naudos modeliui sudaryti. Žemiau pateikta keletas pavyzdžių.

Žemiau matote keletą laipsnio funkcijų ( $x^a$ ) su  $a=0,01$ ;  $0,05$  ir  $0,1$ .



1.6 pav. Naudingumo laipsnio funkcijos





**1.7 pav. Naudingumo log funkcija**

Panaudojus šiuos portfelio optimizavimo problemos sprendimus ir pasitelkus kvadratinį programavimą, buvo sukurtas demo versijos įrankis, kuris siūlo pasirinkti kompanijų akcijas, rizikos laipsnį, bei rezultate apskaičiuojamas pasirinkto portfelio tikėtinas pelnas, variantiškumas ir kovariacija (aprašymas 4 sk.).

## **1.2. Monte Carlo metodas**

Monte Carlo vardas primena lošimus ir azartą. Fizikams ir matematikams jis asocijuojasi dar ir su kompiuteriniu skaičiavimo metodu, kuriame uždavinio sprendimui naudojamas atsitiktinių skaičių generatorius [8]. Monte Carlo metodas atsirado 1949 metais, kartu su pirmaisiais elektroniniais kompiuteriais, ir siejamas su dviem matematikų — Johno von Neumanno ir Stanisłowo Ulamo — vardais. Šie mokslininkai pirmieji pritaikė tikimybių teoriją sudėtingiems procesams atominiuose reaktoriuose modeliuoti. Fizikoje Monte Carlo metodas dažnai yra naudojamas atsitiktiniams procesams, tokiems kaip Browno dalelių judėjimas skystyje ar elementariųjų dalelių virsmas, modeliuoti [13]. Šiame skyriuje supažindinama su metodo esme.

Išsivaizduokime, kad iš patrankos apšaudome teritoriją, kurioje tarp žolių yra pasislėpęs netaisyklingos formos ežeras. Sviediniui pataikius į ežerą, virš jo pakyla iš tolo matomas vandens stulpas. Ar galima šaudant patranka išmatuoti ežero plotą, stebint tik kylančius virš ežero vandens stulpus? Pasirodo, taip. Tik reikia turėti pakankamai sviedinių ir labai netikslią patranką. Suskaičiavę patrankos šūvius ir pasirodžiusių virš ežero vandens stulpų skaičių, galėsime apytiksliai įvertinti ežero plotą. Jį nustatysime tuo tiksliau, kuo daugiau kartų iššausime. Panagrinėkime konkretų pavyzdį [12].

Monte Carlo metodu apskaičiuosime plotą tarp sinuso funkcijos vieno pusperiodžio kreivės ir abscisių ašies. Kaip žinoma, jis yra tiksliai lygus dviems:

In[1]:=

$$\int_0^{\pi} \sin[x] dx$$

Out[1]=

2

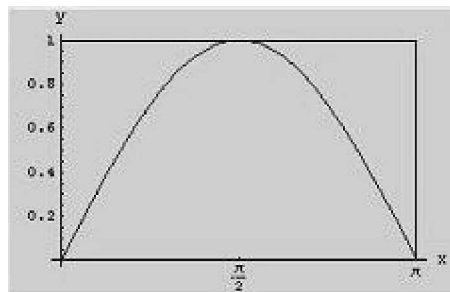
Pradžioje nubraižykime reikiamą sinuso funkcijos kreivės dalį. Po to ją apveskime stačiakampiu, kurio aukštis lygus vienetui, o pagrindas —  $\pi$ . Skaičiuojamą plotą nuspalvinkime pilkai. Sritims tarp kreivių spalvinti skirta komanda **FilledPlot[]**. Ji apibrėžta standartiniame pakete **Graphics`FilledPlot`**. (Šio skyrelio programiniai fragmentai paimti iš programinės kalbos *mathematica*).

In[2]:=

```
<< Graphics`FilledPlot`
```

In[3]:=

```
sinusoPusperiodis = FilledPlot[{Sin[x], 1}, {x, 0, Pi}, Fills -> {{{1, Axis}, GrayLevel[.8]}},
  AxesLabel -> {"x", "y"}, Ticks -> {{0, "0"}, {Pi/2, "Pi/2"}, {Pi, "Pi"}}, Automatic},
  DisplayFunction -> Identity];
staciakampis = Line[{{0, 0}, {0, 1}, {Pi, 1}, {Pi, 0}, {0, 0}}];
Show[{sinusoPusperiodis, Graphics[staciakampis]}, DisplayFunction -> $DisplayFunction];
```



1.8 pav. Sinuso pusperiodis

Parinktis **DisplayFunction→Identity** sustabdo braižymą, o **DisplayFunction→\$DisplayFunction** vėl ją įjungia. Stačiakampė  $1 \times \pi$  ploto atskaitos sritis patogi tuo, kad joje galima atsitiktinai mėtyti taškus, tiesiog generuojant vieną nuo kitos nepriklausančias taško  $x$  ir  $y$  koordinates. Atsitiktinę  $x$  arba  $y$  koordinatę gausime atsitiktinių skaičių generatoriaus komanda **Random[]**. Pavyzdžiui, komanda **Random[Real, {0, Pi}]** generuoja atsitiktinius skaičius intervale tarp nulio ir  $\pi$  ( $x$  koordinatė), o atsitiktinius skaičius tarp nulio ir vienetu duoda komanda **Random[Real, {0, 1}]**. Paskutiniu atveju galima rašyti paprasčiau, tiesiog **Random[]**.

In[6]:=

```
{Random[Real, {0, Pi}], Random[]}
```

Out[6]=

```
{2.13622, 0.177278}
```

Ploto skaičiavimo algoritmas Monte Carlo metodu yra labai paprastas. Stačiakampyje atsitiktinių skaičių generatoriumi mėtome taškus  $(x, y)$ , kurių  $x$  ir  $y$  koordinatės yra atsitiktinės. Jei taškas pakliuvo į ieškomą plotą, t. y. tarp sinuso kreivės ir abscisių ašies, komanda `n++` padidiname skaitliuko `n` turinį vienetu. Priešingu atveju skaitliuko parodymo nekeičiame. Pačią Monte Carlo procedūrą apipavidalinsime kaip modulį.

```
In[7]:=
```

```
plotas[taskuSkaicius_] := Module[{n = 0, x, y}, Do[x = Random[Real, {0,  $\pi$ ]]; y = Random[]; If[y < Sin[x], n++, {1, 1, taskuSkaicius}];  
sinPlotas =  $\pi$  (n / taskuSkaicius) // N]
```

```
In[8]:=
```

```
{plotas[10], plotas[100], plotas[1000]}
```

```
Out[8] =
```

```
{2.51327, 2.10487, 1.93836}
```

Iš trijų atsakymų matome, kad suskaičiuoto ploto tikslumas labai priklauso nuo naudoto „sviedinių“ skaičiaus `taskuSkaicius`. Todėl išsiaiškinkime, kaip tikslėja atsakymas, kai generuojame vis daugiau ir daugiau taškų  $(x, y)$ . Tam sudarykime du sąrašus — vieną mestų taškų skaičiui, `nList`, o kitą Monte Carlo metodu surastų plotų `plotasList` vertėms saugoti. Skaičiavimo pradžioje sąrašai yra tušti. Kiekvieno skaičiavimo ciklo metu juos papildome naujais duomenimis komanda `AppendTo[]`:

```
In[9]:=
```

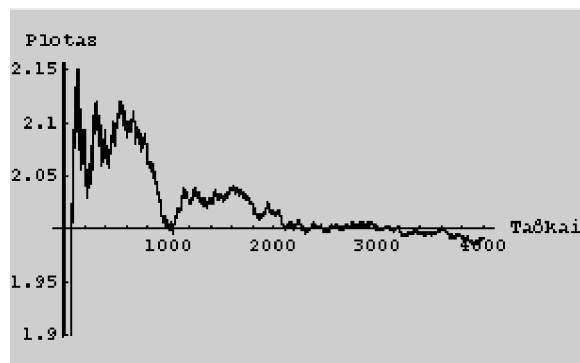
```
plotasList = {}; i = 0; kiekTasku = 4000;  
Do[If[Random[] < Sin[Random[Real, {0,  $\pi$ ]}], i += 1]; AppendTo[plotasList,  $\frac{i}{n}$   $\pi$  // N], {n, 1, kiekTasku}]
```

Gautą atsakymą — ploto priklausomybę nuo taškų skaičiaus — pavaizduojame grafiškai.

```
In[10]:=
```

```
ListPlot[Transpose[{Range[kiekTasku], Abs[plotasList]}], PlotJoined → True,  
AxesLabel → {StyleForm["Taškai", FontFamily → "TimesNewRomanPS",  
CharacterEncoding → "WindowsBaltic"], "Plotas"}];
```

```
Out[10] =
```



1.9 pav. Ploto priklausomybės nuo taškų skaičiaus grafikas

Konkreči tokiu būdu surasto ploto vertė priklauso nuo komanda **Random[ ]** sugeneruotų atsitiktinių skaičių, o kiekvienas naujas skaičiavimas duos vis kitokią plotas-taškai kreivę. Pavaizduota vieno skaičiavimo kreivė vadinama realizacija. Statistiniais metodais parodoma, kad jei kiekvienoje iš daugelio realizacijų buvo generuojama  $n$  atsitiktinių taškų, Monte Carlo integravimo metodo santykinė paklaida yra  $\Delta n/n = 1/\sqrt{n}$ . Pasinaudojus formule nesunku įvertinti, kad, pavyzdžiui, sugeneravus 2000 taškų, santykinė taip apskaičiuoto ploto paklaida turėtų būti apie 0,022. Tokiu būdu Monte Carlo integravimo tikslumas auga lėčiau negu atsitiktinai mėtomų stačiakampyje taškų skaičius  $n$ . Antra vertus, skaičiavimo laikas auga proporcingai  $n$ . Todėl praktikoje parenkant optimalų „šūvių“ skaičių tenka ieškoti kompromiso tarp pageidaujamo tikslumo ir priimtino skaičiavimo laiko. Be to, kaip matyti iš pirmojo brėžinio, stačiakampio, o bendresniu atveju — daugiamačio atskaitos stačiakampio, „tūris“, turi būti kiek galima mažesnis. Optimaliu atveju jis turėtų būti vos didesnis už ieškomąjį: tada bus mažiau ir tuščių, nepakliūnančių į skaičiuojamąjį tūrį taškų.

Kam reikalingas toks keistas skaičiavimo algoritmas, kai yra žinoma visa eilė puikių deterministinių metodų, kurių tikslumas bei skaičiavimo laikas yra gerai žinomi? Be abejo, „gerai“ besielgiančių, vieno kintamojo tolydžių funkcijų atveju, kokia yra čia aptarta **Sin[x]** funkcija, tikimybių teorija paremto integravimo metodo niekas ir nenaudoja. Kvantų mechanikoje, signalų analizėje ir daugelyje kitų sričių susiduriama su labai „blogomis“ funkcijomis, priklausančiomis nuo daugelio kintamųjų ir turinčiomis daugybę smailių [18]. Štai tada ir atsiskleidžia Monte Carlo metodo pranašumas, kuriam iš tiesų visiškai nesvarbi nei integruojamos funkcijos forma, nei integruojamų dimensijų skaičius. Deterministiniai gi metodai vienu ar kitu būdu visada atsižvelgia į funkcijos kitimo pobūdį, todėl dažnai siaurų smailių (ypač pavienių) jie gali ir „nepastebėti“. Integruojant daugelio kintamųjų funkcijas žinomi deterministiniai algoritmai veikia dar ir žymiai lėčiau.

### 1.3. Analizės išvados

Ieškant optimalių investicijų sprendimo, būtina apskaičiuoti tokius matematinius rodiklius, kaip variantiškumas, kovariacija, nuokrypio rodiklį, pelno vektorių, nustatyti efektyvias ribas bei įvertinti naudingumo funkciją, pasirenkant tinkamą konkrečiam atvejui rizikos laipsnį.

Investicijų optimizavimo skaičiavime galima panaudoti Monte Carlo metodą, kuris remiasi atsitiktinių skaičių generavimu, taip įvertinant įvairias situacijas, bei deterministinį metodą, kuris paremtas tiksliu skaičiavimu bei atsižvelgimu į funkcijos kitimo pobūdį.

## 2. INVESTICIJŲ OPTIMIZAVIMO – PORTFELIO UŽDAVINIO PROGRAMINIS PROJEKTAVIMAS IR REALIZAVIMAS

### 2.1 Projekto paskirtis

Šias laikais, investicijų klausimas labai svarbus. Kiekvienas žmogus ar firma turinti sukaupusi kapitalą norėtų jį investuoti. Turint mažai žinių investavimo klausimais labai lengva netekti viso savo ilgai kaupto kapitalo. Tad šio darbo rezultatai turėtų padėti investuotojams tvirčiau apsispręsti kur investuoti savo kapitalą.

Projekto idėja nėra nauja, tačiau visais atvejais reikia optimizuoti nepilnos informacijos sąlygomis. Tai kelia specialius reikalavimus optimizavimo metodams ir modeliams.

*Pagrindiniai projekto vartotojai* gali būti visi asmenys vienaip ar kitaip susidūrę su investicijų uždavinių sprendimu. Optimalus investicijų paskirstymas svarbus asmenims bei organizacijoms. Pagrindinės investicijų formos tai terminuoti indėliai, akcijos, turto draudimas.

*Projekto užsakovas:* profesorius habil. dr. Jonas Mockus.

*Programinės įrangos kūrėjai:* vadovas – profesorius habil. dr. Jonas Mockus, vykdytojas – KTU Informatikos fakulteto Programų Inžinerijos katedros magistrantas Darijus Andriulis.

Preliminariais paskaičiavimais, projekto kaina yra maždaug 15000 Lt (žr. 4 skyrių). Tačiau kadangi projektas yra magistrinis darbas, o jam atlikti bus naudojama universitete esančia technine ir programine įranga, literatūra, jo sąnaudos turėtų būti minimalios.

Pagrindiniai projekto etapai ir jų atlikimo terminai:

1. reikalavimų dokumento paruošimas (2002 11 28);
2. produkto specifikacijos sudarymas (2003 04 24);
3. programinės įrangos realizacija (2004 11 27).

Pilnai projektas turės būti įgyvendintas iki 2005-ųjų metų birželio mėnesio, t.y. iki magistratūros studijų pabaigos.

Projekto tikslas – sukurti optimizavimo programinę įrangą skirtą investiciniams (portfelio) uždaviniams spręsti, kuri leistų teises turintiems vartotojams per internetą sudarinėti, peržiūrėti, įvesti ir redaguoti su šiais uždaviniais susijusią informaciją.

Pasaulyje ir Lietuvoje skiriamas didelis dėmesys optimizavimo uždaviniams, kadangi teigiamas optimizavimo rezultatas bendru atveju reiškia didesnę pelną, mažesnes sąnaudas ir t.t. Vieni iš labiausiai paplitusių optimizavimo uždavinių yra investicijų (portfelio), tvarkaraščių uždaviniai.

Matematikos ir informatikos institute yra sudaryta globalaus bei diskretaus optimizavimo taikymo lošimų ir rinkos teorijoje pavyzdžių sistema Interneto aplinkoje. Čia yra suklasifikuoti ir dokumentuoti studentų padaryti įvairių optimizavimo uždavinių sprendimai.

Kalbant apie projekto programinę įrangą, pasaulyje vyrauja dvi kryptys:

1. programinė įrangą kuriama komercinių duomenų bazių valdymo produktų pagrindu (naudojant *MS SQL*, *ORACLE*);

2. produktai realizuojami naudojant laisvo kodo programinę įrangą.

Galimas ir mišrus variantas, t.y. sistemos kūrimo panaudotos abi technologijos.

Šios programinės įrangos projekte planuojama naudoti atviro kodo programinę įrangą ir Linux operacinių sistemą.

## 2.2 Investicijų optimizavimo uždavinių teoriniai tyrimai

### 2.2.1 Investicijų modelis „Bankai“

Tarkime, kad turime tam tikrą santaupų - kapitalą. Visą šį kapitalą pažymėsime vienetu (1). Investuojame šio kapitalo (1) dalis į skirtingus objektus (bankus). Bankų skaičius, kuris gali būti nuo 1 iki  $n$  pažymėkime raide  $i$ . Kintamasis  $x_i$  - kapitalo dalis į  $i$ -tąjį banką. Palūkanas -  $a_i$ , o tikėtiną pelną -  $y_i$ , kur  $y_i = a_i x_i / 100$ .

Banko patikimumą žymėsime  $p_i$ , o tikimybę, kad bankas bankrutuos -  $q_i = 1 - p_i$ .  $u(y_i)$  - investuotojo naudingumo funkcija, o  $U(x)$  - vidutinis naudingumas, kuris priklauso nuo kapitalo paskirstymo  $x = (x_1, \dots, x_n)$ ,  $\sum x_i = l$  (kapitalui), o  $x_i > 0$ . Tada vidutinį  $x$  naudingumą galima išreikšti formule: [1]

$$U(x) = \int u(y) p(y) dy \quad (2.1)$$

Kur  $p(y)$  yra naudingumo  $y$  tikimybinis tankis. Jeigu tikėtinai pelnas yra skirtingas kiekvienam bankui  $y = y^k$  ( $k$  - ne laipsnis)  $k = 1, \dots, M$ , tada vidutinį naudingumą galima užrašyti taip: [1]

$$\int_{k=1}^M u(y^k) p(y^k) \quad (2.2)$$

Tada ieškome tokio kapitalo paskirstymo į bankus, kad vidutinė naudingumo funkcija būtų maksimali:

$$\max U(x), \quad (2.3)$$

$$X_i = 1, X_i > 0.$$

Tam, kad surasti  $\max U(x)$ , reikia perrinkti visus bankų bankrotų ir išlikimų variantus. Jeigu turime 2 bankus (variantų perrinkimų skaičius bus lygus  $2^n$ , šiuo atveju  $2^2$ ) tada:

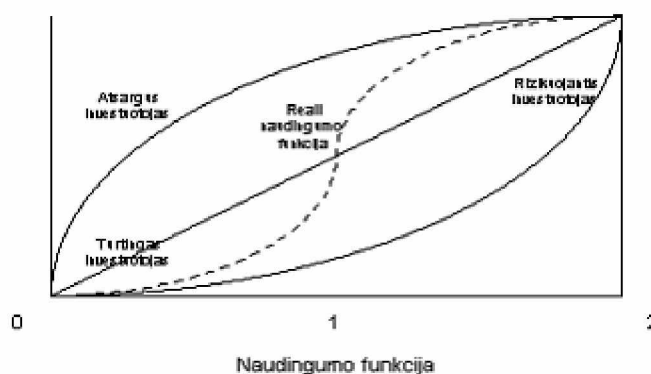
$$y^0 = 0, p(y^0) = 1 - q, \text{ (visi bankai bankrutuoja),}$$

$$y^1 = a_1 X_1, p(y^1) = p_1 \cdot q, \text{ (1-mas išlieka, kiti bankai bankrutuoja),}$$

$$y^2 = a_2 X_2, p(y^2) = p_2 \cdot q, \text{ (2-ras išlieka, kiti bankai bankrutuoja),}$$

$$y^3 = a_1 X_1 + a_2 X_2, p(y^3) = p_1 p_2, \text{ (visi bankai išlieka).}$$

Po kiekvieno  $y^k$  paskaičiavimo apskaičiuojam kam bus lygi  $u(y^k)$ . Tarkim, kad maksimalus naudingumas bus pasiektas tada, kai pelnas lygus  $\max a$ .



2.1 pav. Naudingumo funkcija

Turėdami  $\max a$ , ir subjektyvias naudingumo funkcijas galime paskaičiuoti kam yra lygi funkcijos  $u(y)$  reikšmė.

Generuojant  $x$ , reikšmes minimizavimo (maksimizavimo) metodu („Migi“, „Glopt“, „Bayes“), galima pradėti optimizavimą.

### 2.2.2 Investicijų modelis „Vertybiniai popieriai“

Investavimas į vertybinius popierius turi šiek tiek panašumų kaip ir investavimas į bankus, bet taip pat yra ir skirtumų. Kaip ir investavimas į bankus laukiamą naudingumą išreikšime formule:

$$U(x) = \sum_{k=1}^M u(y^k) p(y^k) \tag{2.4}$$

Nes tikėtinas pelnas yra skirtingas kiekvienam objektui (firmai paduodančiai akcijas)  $y = y^k$   $k = 1, \dots, M$ .

Tada apsirrašome kintamuosius:

$X_i$  - investicijų dalis į  $i$ -tąjį objektą (skirtingų firmų vertybiniai popieriai).

$p_i$  - vadinsime popierių patikimumo tikimybe (firma išliks).

$q$ ; - tikimybė, kad firma, kurios vertybinius popierius turime, bankrutuos.

$d$ ; - dividendai (tam tikras procentas pinigų nuo investuoto kapitalo).

$a$ ; - tikimybinis procentinis akcijų kainos pakitimas.

$y_i$  - pelnas.

$$y_i = X_i(d_i + a).$$

Kadangi procentinis skaičius  $a$  yra prognozuojamas (spėjamas), jo skaičiavimą aprašysime pagal lošimo teorijos formulę:

$$a = (P_{pi} \cdot Pa) + (R_{pi} \cdot Ra) + (O_p \cdot OaO) \quad (2.5)$$

$P_{pi}$  - tikimybė, kad bus pesimistiniai metai.

$Pa$  - procentinis akcijų kainos pakitimas jeigu bus pesimistiniai metai.  $R_{pi}$  - tikimybė, kad bus realūs metai.

$R_{pi}$  - procentinis akcijų kainos pakitimas jeigu bus realūs metai.  $O_p$  - tikimybė, kad bus optimistiniai metai.

$O_p$  - procentinis akcijų kainos pakitimas jeigu bus optimistiniai metai. Šias tikimybes ir procentų vertes geriausiai jaučia šios srities specialistai brokeriai, makleriai.

Pvz.: kad bus 100Lt pelnas, tikimybė lygi 0.85; tikimybė, kad jokio pelno nebus, lygi 0.15. Tada tikimybinis pelnas yra lygus:

$$100\text{Lt} \cdot 0.85 + 0\text{Lt} \cdot 0.15 = 85\text{Lt}.$$

Jeigu norime investuoti į 2 firmų vertybinius popierius tada:

$$y^0 = O, p(y^0) = Y \quad Q_i, \text{ (} i^{\text{si}} \text{ įmonės bankrutuoja),}$$

$$y^1 = x_1(di + ai), p(y^1) = p_i Y \quad \langle \& \rangle, \text{ (1-ma išlieka, kitos įmonės bankrutuoja),}$$

$i^{\text{š}}$

$$y^2 = x_2(di + ai), p(y^2) = p_i Y \quad \langle k \rangle \text{ (} i^{\text{tra}} \text{ išlieka, kitos įmonės bankrutuoja),}$$

$1^*2$

$y^3 = x_1(di + ai) + x_2(di + ai), p(y^3) = p_i p_i$ , (visos įmonės išlieka). Likę skaičiavimai (kaip įvertinama naudingumo funkcija ir t.t.) atliekami taip kaip aprašyta „2.2.1. Investicijų modelis „Bankai““ skyriuje.

### 2.2.3 Investicijų modelis „Draudimas“

Optimalaus draudimo laukiamas naudingumas yra išreiškiamas formule kaip ir anksčiau minėtuose modeliuose:



$X$  - draudimo įmoka į tam tikrą draudimą  $i$ .

Draudimo įmoka - draudimo sutartyje ar įstatymu nustatyti draudėjui privalomi mokėjimai už draudiminę apsaugą.

$X_i$  - draudimo įmokos dalis.

$z$  - draudimo suma.

Draudimo suma - draudimo sutartyje ar įstatymu numatyta suma, kuria draudžiami turtiniai interesai.

$y_i$  - draudimo išmoka.

Draudimo išmoka - išmokos, numatytos atitinkamose draudimo rūšies taisyklėse, kurias draudimo įmonė, remdamasi šiuo įvykių patvirtinančiais oficialiais dokumentais, privalo mokėti draudėjui įvykus draudimo sutartyje ar įstatymu nustatytam draudiminių įvykių.

Tada yra lygus:

$$y = X_i Z/X, \quad (2.6)$$

o  $X_i$  negali viršyti  $z$ :  $x < z$ .

$p$  - tikimybė, kad atsitiks draudiminis įvykis.

$q$  - tikimybė, kad neatsitiks draudiminis įvykis.

Jeigu norėtume apsidrausti 2 draudimuose ar dviejų tipų draudimais tada:

$$y^0 = 0, p(y^0) = 1 - q, \text{ (neatsitinka draudiminiai įvykiai),}$$

$$y^1 = x_1 z_1/X, p(y^1) = p_1, \text{ (atsitinka 1-mas draudiminis įvykis),}$$

$$y^2 = x_2 z_2/X, p(y^2) = p_2, \text{ (atsitinka 2-ras draudiminis įvykis),}$$

$y^3 = x_1 z_1/X + x_2 z_2/X, p(y^3) = p_1 p_2$ , (atsitinka visi draudiminiai įvykiai). Likę skaičiavimai atliekami taip kaip aprašyta „2.2.1. Investicijų modelis „Bankai““ skyriuje.

### 2.3 Portfelio uždavinio esmė

Portfelio uždavinio tikslas yra maksimizuoti vidutinį naudingumą, gaunamais optimalaus turimo kapitalo paskirstymo tarp kelių objektų su skirtingais patikimumo parametrais. Mūsų atveju uždavinio sprendimą realizuojanti programa turi pateikti investuotojui atsakymą, kokią dalį savo kapitalo į kurią banką ar akcijas reikia investuoti, kad visas paskirstytas kapitalas atneštų maksimalią naudą.

### 2.3.1 Matematinis portfelio uždavinio formulavimas.

Tarkime, kad turime tam tikrą pinigų sumą- kapitalą - kuri pažymėsime vienetu. Investuojame šio kapitalo dalis i skirtingus objektus (indėlius bankuose, obligacijas ar akcijas). Pažymėkime kintamuoju  $x_j$  sumą, investuojamą į  $i$ -tąjį objektą. Palūkanas pažymėkime kintamuoju  $a$ , o tikėtiną pelną- kintamuoju  $Z_j$ , kur  $Z_j = o_{tj} X_j$ , o  $o_{tj} = l + a_j$ .

Objekto patikimumą žymėsime  $p_i$ , o tikimybę, kad objektas nesubankrutuos -  $1 - p_i$ . Naudingumo funkciją pažymėkime  $U(z)$ .

Tuomet, portfelio uždavinio tikslas yra maksimizuoti  $U(z)$ , kai  $\sum_{j=1}^l X_j = I$  ir  $X_j \geq 0$ ;  $z = \sum_{j=1}^l p_i o_{tj} X_j$ .

kur  $p(z)$  yra naudingumo  $z$  tikimybės tankis.

$U(z)$  yra naudingumo funkcija, kuri yra keturių rūšių, priklausomai nuo pasirinkto investuotojo tipo (atsargus, rizikuojantis, turtingas ir realus vartotojai)

Naudingumo funkcija

Programoje parenkamos konkrečios funkcijos  $U(z)$  reikšmės tam tikruose  $z$  taškuose:  $y_k[0]=0$ ;  $y_k[1]=0.25$ ;  $y_k[2]=0.5$ ;  $y_k[3]=0.75$ ;  $y_k[4]=1$ ;  $y_k[5]=1.25$ ;  $y_k[6]=1.5$ ;  $y_k[7]=1.75$ ;  $y_k[8]=2$ ;

Reikšmės  $U(z)$  priklauso nuo investuotojo tipo:

§ Atsargus

$naud\_f[0][0]=0.0$ ;  
 $naud\_f[1][0]=0.3$ ;  
 $naud\_f[2][0]=0.5$ ;  
 $naud\_f[3][0]=0.7$ ;  
 $naud\_f[4][0]=0.8$ ;  
 $naud\_f[5][0]=0.85$ ;  
 $naud\_f[6][0]=0.9$ ;  
 $naud\_f[7][0]=0.95$ ;  
 $naud\_f[8][0]=1$ ;

§ Rizikuojantis

$naud\_f[0][1]=0.0$ ;  
 $naud\_f[1][1]=0.1$ ;  
 $naud\_f[2][1]=0.2$ ;  
 $naud\_f[3][1]=0.25$ ;  
 $naud\_f[4][1]=0.3$ ;  
 $naud\_f[5][1]=0.4$ ;  
 $naud\_f[6][1]=0.7$ ;

```

naud_f[7][1]=0.9;
naud_f[8][1]=1.0;
    § Turtinas
naud_f[0][2]=0.0;
naud_f[1][2]=0.125;
naud_f[2][2]=0.25;
naud_f[3][2]=0.325;
naud_f[4][2]=0.5;
naud_f[5][2]=0.625;
naud_f[6][2]=0.75;
naud_f[7][2]=0.875;
naud_f[8][2]=1.0;
    § Realus
naud_f[0][3]=0.0;
naud_f[1][3]=0.1;
naud_f[2][3]=0.2;
naud_f[3][3]=0.25;
naud_f[4][3]=0.5;
naud_f[5][3]=0.7;
naud_f[6][3]=0.85;
naud_f[7][3]=0.95;
naud_f[8][3]=1.0.

```

### 2.3.2 Algoritmai

Trumpai apžvelgsime abiejų metodų algoritmus:

#### Monte Carlo metodas:

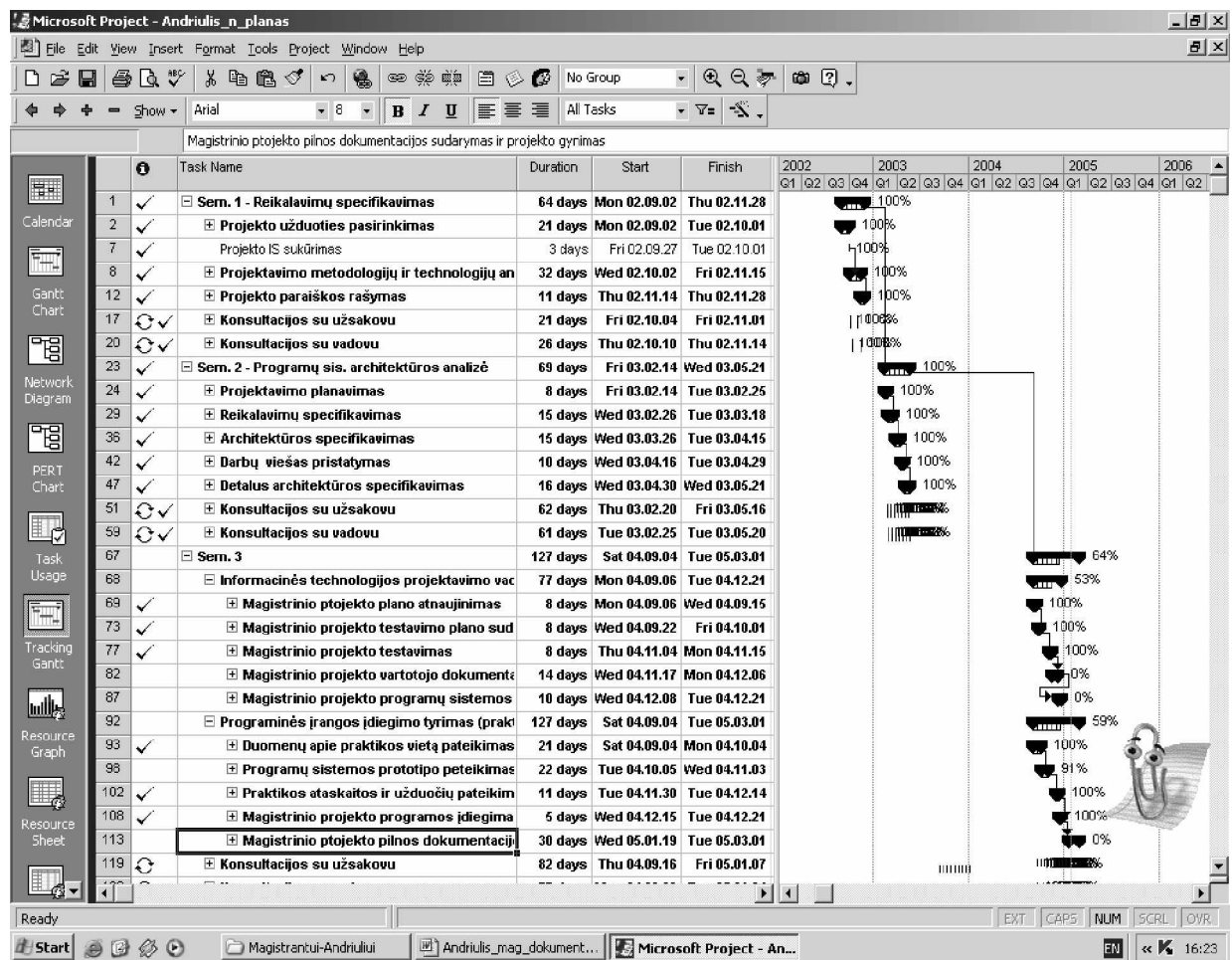
1. Generuojamas atsitiktinis skaičius  $t$  iš intervalo  $[0..1]$ .
2. Imame  $a$ , jei  $t$  yra intervale  $[0..p]$  ir  $a=0$ , jei  $t$  priklauso intervalui  $(p..1]$ .
3. Apskaičiuojama  $z$  reikšmė, kai  $z=Z a x$ , pagal visus bankus.
4. Pasinaudodami naudingumo funkcija randame  $U=u(z)$ .
5. Pirmieji 4 žingsniai kartojami  $K$  kartų ( $K$  - iteracijų skaičius).
6. Randame  $U(x)$  ( $U$  reikšmių vidurkis)  $U(x)= Z U/K$ .
7. Pirmieji 6 žingsniai kartojami daug kartų (priklausomai nuo turimų resursų) ir kiekvienos iteracijos metu ieškoma didžiausia  $U(x)$  reikšmė.

Rezultate gauname maksimalų pelną, o taip pat struktūrą, pagal kurią reikia investuoti pinigus į konkrečius bankus.

### Determinuotas metodas:

1. Tarkime, kad bankrutuoja visi bankai, išskyrus pirmąjį. Tuomet šio įvykio tikimybė yra  $P^i \cdot p^i$  ( $1-p$ ,  $i=2..m$ ).
2. Antrasis atvejis - bankrutuoja visi bankai, išskyrus du pirmuosius. Tuomet  $P^2 = p^i \cdot P^2 \cdot P$  ( $1-p$ ,  $i=3..m$ ). Ir gauta pinigų suma  $Z^2 = a \cdot i \cdot X_i + a \cdot 2 \cdot x_2$ .
3. Peržiūrime visus galimus bankų bankrutavimo ir išlikimo variantus, t.y. atliekame pilną perrinkimą.

## 2.4 Projekto planas



2.2 pav. Projekto planas

## 2.5 REIKALAVIMŲ SPECIFIKAVIMAS

### 2.5.1 Sistemos paskirtis

#### Projekto kūrimo pagrindimas

Šiais laikais, investicijų klausimas labai svarbus. Kiekvienas žmogus ar firma, turinti sukaupusi kapitalą, norėtų jį investuoti. Turint mažai žinių investavimo klausimais labai lengva netekti viso savo ilgai kaupto kapitalo. Tad šio darbo rezultatai turėtų padėti investuotojams tvirčiau apsispręsti, kur investuoti savo kapitalą.

Projekto idėja nėra nauja, tačiau visais atvejais reikia optimizuoti nepilnos informacijos sąlygomis. Tai kelia specialius reikalavimus optimizavimo metodams ir modeliams.

#### Sistemos tikslai (pagrindimas)

Projekto tikslas – sukurti optimizavimo programinę įrangą skirtą investiciniams (portfelio) uždaviniams spręsti, kuri leistų teises turintiems vartotojams per internetą sudarinėti, peržiūrėti, įvesti ir redaguoti su šiais uždaviniais susijusią informaciją. Taip pat optimizuoti vidutini naudingumą, gaunamą iš optimalaus turimo kapitalo paskirstymo tarp kelių objektų su nepatikimais parametrais. Kitais žodžiais tariant, turime tam tikrą pinigų sumą, kurią norime investuoti, taip pat įvairius bankų rodiklius ir norime gauti atsakymą, *kuri banką investuoti turimus pinigus taip, kad būtų gautas maksimalus rezultatas, atsižvelgiant į banko siūlomų palūkanų dydį ir į banko patikimumą, kuris randamas iš turimų banko rodiklių.*

#### Užsakovai, pirkėjai ir kiti sistema suinteresuoti asmenys

Projekto užsakovas: profesorius habil. dr. Jonas Mockus. Pagrindiniai projekto pirkėjai gali būti visi asmenys vienaip ar kitaip susidūrę su investicijų uždavinių sprendimu. Optimalus investicijų paskirstymas svarbus asmenims bei organizacijoms. Pagrindinės investicijų formos – tai terminuoti indėliai, akcijos, turto draudimas.

#### Vartotojai

Projekto vartotojai gali būti asmenys suinteresuoti optimaliai (su mažiausia rizika bei didžiausiomis palūkanomis) atlikti investicijas. Tai ypač svarbu, kai situacija rinkoje nėra nusistovėjusi ir vienareikšmiškai negalima priimti sprendimo. Šis projektas padės atlikti rinkos analizę bei priimti tuo laiko momentu optimalų sprendimą.

## **2.5.2 Projekto apribojimai**

### **Diegimo aplinka**

Pagrindinis optimizavimo programinės įrangos apribojimas: sistemos funkcijos turi būti prieinamos nepriklausomai nuo geografinės vietos, naudojant interneto naršyklę.

Produkto nefunkciniai reikalavimai: Linux operacinė sistema; JAVA programavimo kalba.

### **Bendradarbiaujančios sistemos**

Tam, kad projektas veiktų, reikalingas pastovus rinkos monitoringas, nes rinkoje situacija yra labai dinamiška - todėl būtinas duomenų apsikeitimas su kitomis sistemomis, kurios seka investicijos riziką, lygina su alternatyvių investicijų variantais ir pasiekus užduotą rizikos skirtumą (tarp pasirinkto sprendimo ir alternatyvių variantų) siūlo atlikti perinvestavimą.

### **Numatoma darbo vietos aplinka**

Projektui sukurti reikalinga darbo aplinkoje turėti personalinį kompiuterį, kuris tenkintų tokius reikalavimus:

procesorius – 2GHz Intel Pentium IV;

operatyvioji atmintis – 256 MB;

standusis diskas – 10 GB;

tinklo plokštė – Ethernet 10/100;

monitorius – SVGA.

### **Sistemos kūrimo terminai**

Produkto specifikacijos sudarymas (2003 04 24). Programinės įrangos realizacija (2004 11 27).

Pilnai projekto įdiegimas turės būti įgyvendintas iki 2005-ųjų metų birželio mėnesio, t. y. iki magistrantūros studijų pabaigos.

### **Svarbūs faktai**

Kuriama sistema privalo atsižvelgti į investicijų rinkoje esančią situaciją per visą investicinių laikotarpį: bankų, ar kitų investicinių objektų patikimumo kitimą, rizikos faktorių išaugimą pasirinktame investicijos objekte bei palūkanų mažėjimą. Taip pat svarbu atkreipti dėmesį kaip greitai kinta minėti faktoriai.

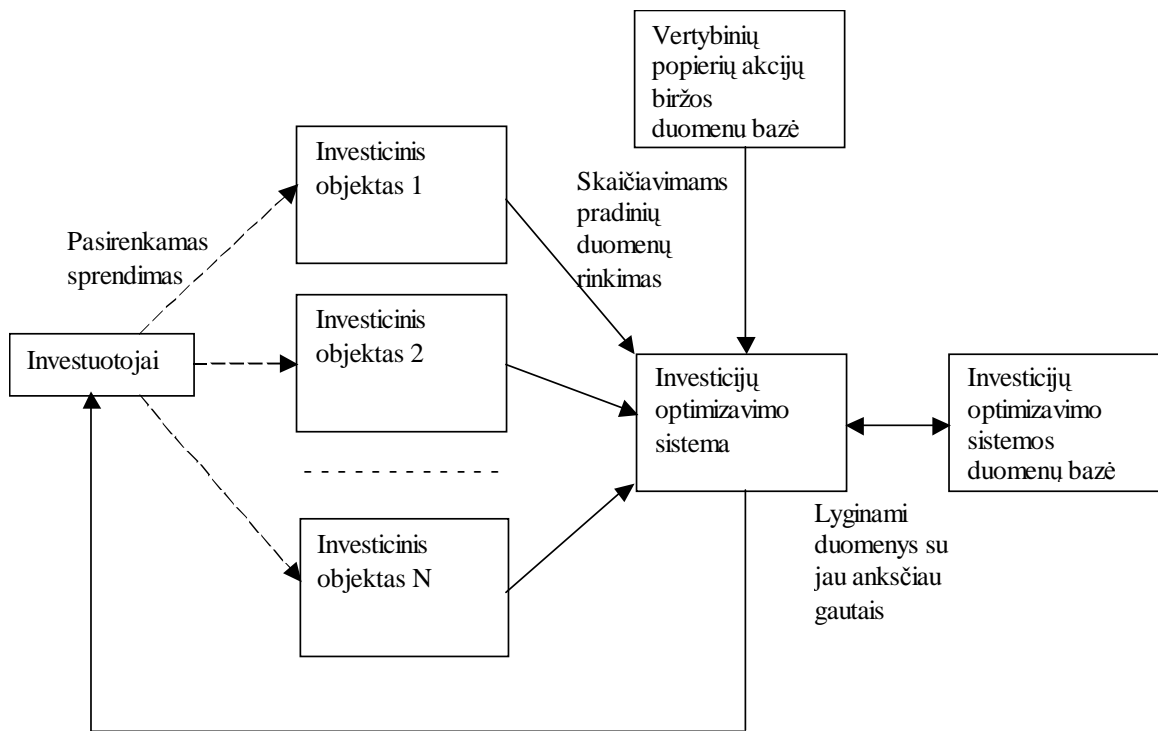
### **Prielaidos**

Tam, kad būtų paprasčiau atlikti skaičiavimus laikysime, jog rinkoje situacija yra stabili ir nekintanti. Taip pat turimi duomenys yra teisingi ir jais pasitikėti galima pilnumoje.

### 2.5.3 Funkciniai reikalavimai

#### Veiklos sfera

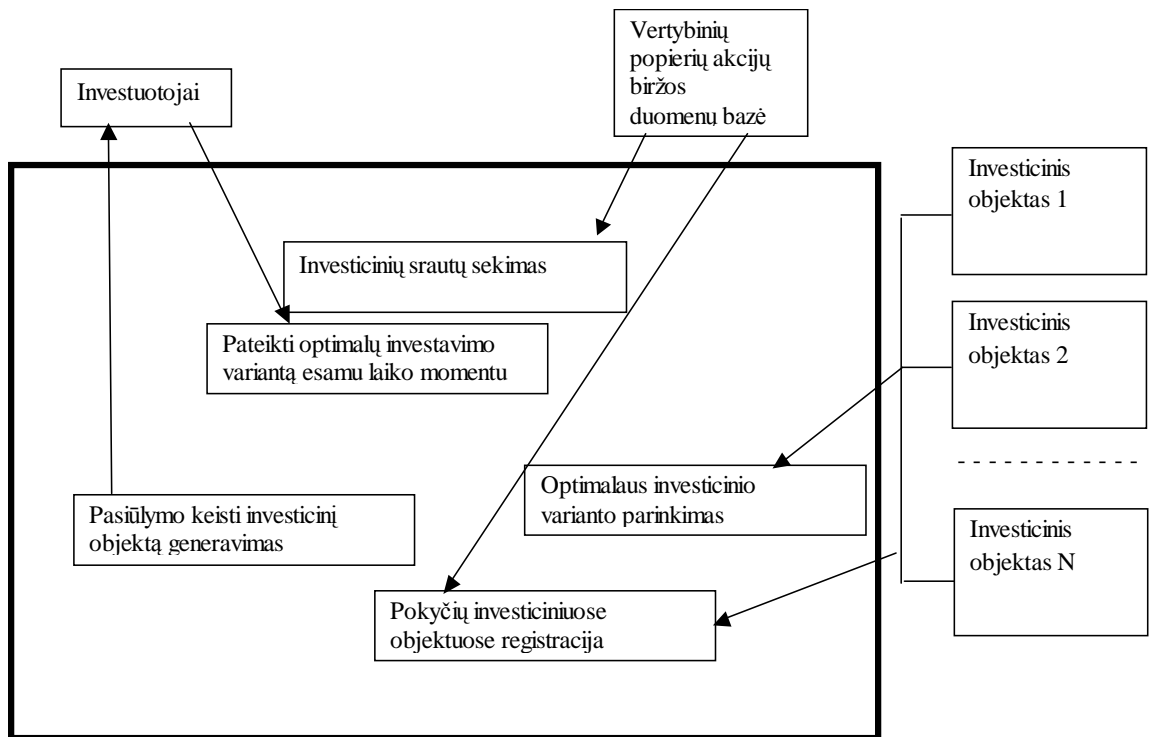
Sistemos veiklos kontekstas pateiktas 2.2 pav. Jame pavaizduota N bankų apimanti sistema, kuri atžvelgdama iš pačių bankų pateikiamą informaciją apie save bei tų pačių bankų vertybinių popierių vertės svyravimus parenka optimaliausią variantą pasirenkant investicinį objektą (šiuo atveju banką).



2.2 pav. Veiklos sritis

#### Sistemos ribos

Kuriama sistema betarpiškai turėtų keistis duomenimis su investiciniais objektais (šiuo atveju bankais) bei gauti informaciją apie situaciją vertybinių popierių akcijų biržose. Taip pat turi sekti bendrus investicinius srautus, juos analizuoti, nes investicinių srautų pokytis keičia ir investicinių objektų parametrus (patikimumą, palūkanas ir kt.). Esamos ribos pavaizduotos 2.3 pav.



2.3 pav. Sistemos ribos

### Panaudojimo atvejų sąrašas

#### *Aktoriai:*

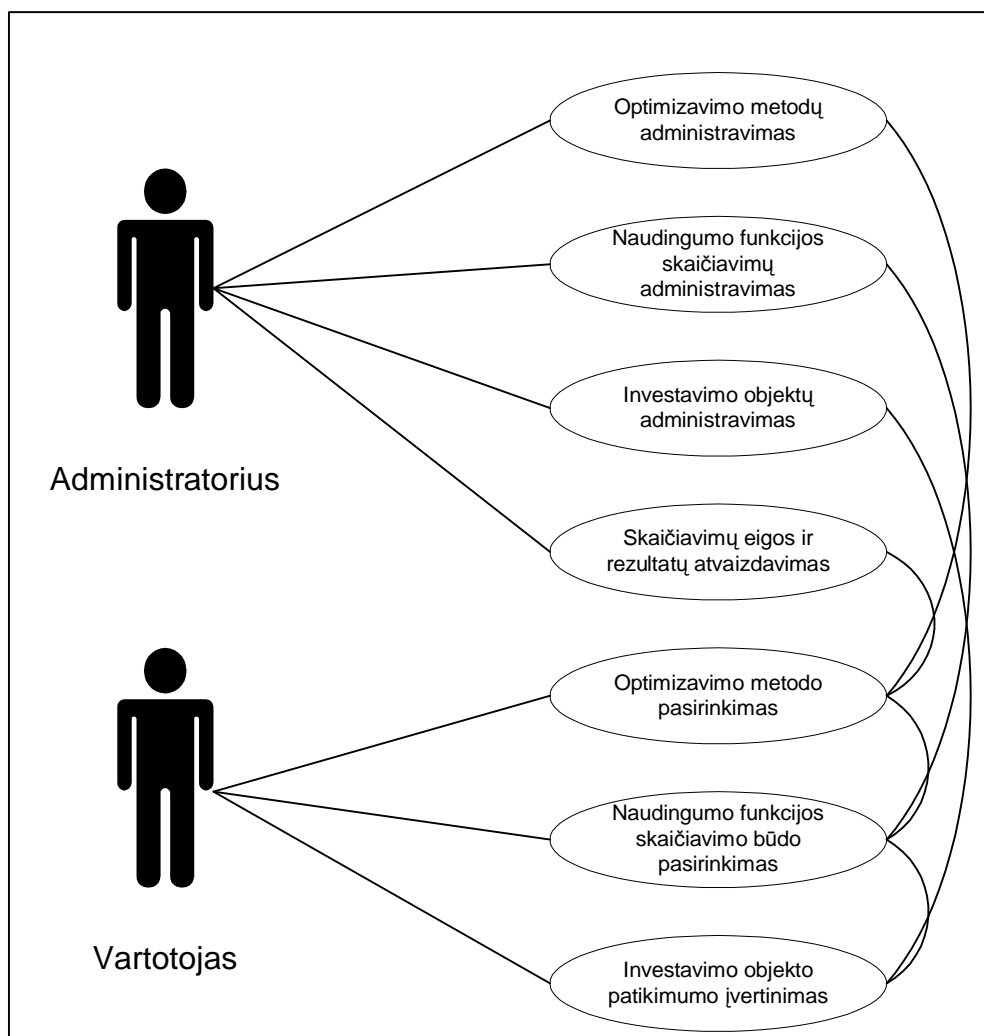
- § Sistemos administratorius
- § Vartotojas

#### *Panaudojimo atvejai:*

- § Optimizavimo metodų administravimas
- § Naudingumo funkcijos skaičiavimų administravimas
- § Investavimo objektų administravimas
- § Skaičiavimų eigos ir rezultatų atvaizdavimas
- § Optimizavimo metodo pasirinkimas
- § Naudingumo funkcijos skaičiavimo būdo pasirinkimas
- § Investavimo objekto patikimumo įvertinimas



## Panaudojimų atvejų modelio diagrama



2.4 pav. Panaudojimo atvejų modelio diagrama

### Aktoriai

*Administratorius* – tai asmuo atsakingas visos sistemos paruošimą darbui, t.y. už skaičiavimo ir optimizavimo metodų parinkimą, jų parametrų pagal nutylėjimą nustatymą, istorijos apie investavimo objektus kaupimą, skaičiavimo eigos ir gautų rezultatų atvaizdavimą.

*Vartotojas* – tai asmuo betarpiškai savarankiškai atliekantis investavimo uždavinio sprendimą pasinaudodamas administratoriaus jam paruoštomis galimybėmis, t.y. pasirenka skaičiavimo ir optimizavimo metodus, turi galimybę kai kuriuos keisti jų parametrus, pildyti bei redaguoti investavimo objektų duomenų bazę.

## **Panaudojimo atvejai**

### **Optimizavimo metodų administravimas**

*Tikslas:* sudaryti ir paruošti vartotojui (lokalius ir globalius) optimizavimo metodus, užduoti pradinis jų parametrus.

*Aktoriai:* administratorius

*Ryšiai su kitais PA:* optimizavimo metodo pasirinkimas.

*Nefunkciniai reikalavimai:*

*Prieš-sąlygos:*

1. Atidaromas administratoriaus langas.
2. Pasirenkamas optimizavimo metodų administravimas

*Sužadinimo sąlyga:* iš meniu pasirenkama optimizavimo metodų administravimo funkcija.

*Po-sąlyga:* išsaugoma nauji duomenys apie optimizavimo metodą.

*Pagrindinis scenarijus:* redaguojami duomenys apie optimizavimo metodus.

*Alternatyvūs scenarijai:* optimizavimo metodų redagavimo nutraukimas.

### **Naudingumo funkcijos skaičiavimų administravimas**

*Tikslas:* paruošti šablonus vartotojo naudingumo funkcijų skaičiavimui (nurodymui).

*Aktoriai:* administratorius

*Ryšiai su kitais PA:* naudingumo funkcijų skaičiavimų pasirinkimas.

*Nefunkciniai reikalavimai:*

*Prieš-sąlygos:*

1. Atidaromas administratoriaus langas.
2. Pasirenkamas naudingumo funkcijų skaičiavimų administravimas

*Sužadinimo sąlyga:* iš meniu pasirenkama naudingumo funkcijų skaičiavimų administravimo funkcija.

*Po-sąlyga:* išsaugoma nauji duomenys apie naudingumo funkcijos skaičiavimo metodą.

*Pagrindinis scenarijus:* redaguojami duomenys apie naudingumo funkcijos skaičiavimo metodus.

*Alternatyvūs scenarijai:* naudingumo funkcijos redagavimo nutraukimas.

### **Investavimo objektų administravimas**

*Tikslas:* investavimo objektų bei pradinių duomenų apie juos paruošimas vartotojui.

*Aktoriai:* administratorius

*Ryšiai su kitais PA:* investavimo objektų patikimumo įvertinimas.

*Nefunkciniai reikalavimai:*

***Prieš-sąlygos:***

1. Atidaromas administratoriaus langas.
2. Pasirenkamas investavimo objektų administravimas

***Sužadinimo sąlyga:*** iš meniu pasirenkama investavimo objektų administravimo funkcija.

***Po-sąlyga:*** išsaugoma nauji duomenys apie investavimo objektą.

***Pagrindinis scenarijus:*** redaguojami duomenys apie investavimo objektą.

***Alternatyvūs scenarijai:*** duomenų apie investavimo objektą redagavimo nutraukimas.

**Skaičiavimų eigos ir rezultatų atvaizdavimas**

***Tikslas:*** grafiškai bei lentelių pavidale išsamiai atvaizduoti skaičiavimų eigą bei galutinių rezultatus.

***Aktoriai:*** administratorius, vartotojas

***Ryšiai su kitais PA:*** optimizavimo metodo pasirinkimas, naudingumo funkcijų skaičiavimų pasirinkimas, investavimo objektų patikimumo įvertinimas.

***Nefunkciniai reikalavimai:***

***Prieš-sąlygos:***

- I. Atidaromas rezultatų langas.
- II. Pasirenkamas rezultatų ir skaičiavimų eigos atvaizdavimas

***Sužadinimo sąlyga:*** iš meniu pasirenkama rezultatų ir skaičiavimų eigos atvaizdavimo funkcija.

***Po-sąlyga:*** nėra.

***Pagrindinis scenarijus:*** atvaizduojami duomenys apie skaičiavimų eigą ir gautus rezultatus.

***Alternatyvūs scenarijai:*** skaičiavimų eigos duomenų ir gautų rezultatų atvaizdavimo nutraukimas.

**Optimizavimo metodo pasirinkimas**

***Tikslas:*** pasirinkti skaičiavimo metodą bei nustatyti reikiamus jo parametrus (skaičiavimo tikslumą, iteracijų skaičių, pradinis optimizavimo režius ir pan.).

***Aktoriai:*** vartotojas

***Ryšiai su kitais PA:*** Optimizavimo metodų administravimas, naudingumo funkcijų skaičiavimų pasirinkimas.

***Nefunkciniai reikalavimai:***

***Prieš-sąlygos:***

1. Atidaromas skaičiavimų langas.
2. Pasirenkamas optimizavimo metodo pasirinkimas

***Sužadinimo sąlyga:*** iš meniu pasirenkama optimizavimo metodo pasirinkimo funkcija.

**Po-sąlyga:** tolesniems skaičiavimams fiksuojamas pasirinktas optimizavimo metodas.

**Pagrindinis scenarijus:** pasirenkamas optimizavimo metodas ir užduodami jo parametrai.

**Alternatyvūs scenarijai:** optimizavimo uždavinio nutraukimas.

### **Naudingumo funkcijos skaičiavimo būdo pasirinkimas**

**Tikslas:** pasirinkti naudingumo funkcijos skaičiavimo būdą ir (priklausomai nuo poreikių) šio skaičiavimo parametrus.

**Aktoriai:** vartotojas.

**Ryšiai su kitais PA:** optimizavimo metodų pasirinkimas, investavimo objekto patikimumo įvertinimas, naudingumo funkcijų skaičiavimų administravimas.

**Nefunkciniai reikalavimai:**

**Prieš-sąlygos:**

1. Atidaromas skaičiavimų langas.
2. Pasirenkamas naudingumo funkcijos skaičiavimo būdo pasirinkimas

**Sužadinimo sąlyga:** iš meniu pasirenkama naudingumo funkcijos skaičiavimo būdo pasirinkimo funkcija.

**Po-sąlyga:** tolesniems skaičiavimams fiksuojama naudingumo funkcijos skaičiavimo būdas.

**Pagrindinis scenarijus:** pasirenkamas naudingumo funkcijos skaičiavimo būdas ir užduodami jo parametrai.

**Alternatyvūs scenarijai:** optimizavimo uždavinio nutraukimas.

### **Investavimo objekto patikimumo įvertinimas**

**Tikslas:** pagal objektyvią turimą informaciją arba pagal sistemos administratoriaus pateiktus duomenis įvertinti investavimo objekto patikimumą.

**Aktoriai:** vartotojas.

**Ryšiai su kitais PA:** investavimo objektų administravimas, naudingumo funkcijos skaičiavimo būdo pasirinkimas.

**Nefunkciniai reikalavimai:**

**Prieš-sąlygos:**

1. Atidaromas skaičiavimų langas.
2. Pasirenkamas investavimo objektų patikimumo įvertinimo pasirinkimas

**Sužadinimo sąlyga:** iš meniu pasirenkama investavimo objektų patikimumo įvertinimo pasirinkimo funkcija.

**Po-sąlyga:** tolesniems skaičiavimams fiksuojami investavimo objektų patikimumai.

**Pagrindinis scenarijus:** įvertinami investavimo objektų patikimumai

**Alternatyvūs scenarijai:** optimizavimo uždavinio nutraukimas.

### **Reikalavimai duomenims**

Visus duomenis iš aplinkinių duomenų bazių (kurios pateiktos 1 bei 2 pav.) sistema turi užtikrinti stabilų jų atnaujinimą. Bei esamu duomenų kaupimą rinkos situacijos dinamikos palyginimui.

#### **2.5.4 Nefunkciniai reikalavimai**

Naudojant sistemą pateikiami vartotojui duomenys turi būti lengvai suprantami, bei paprasta naudotis esamos sistemos teikiamais servisais. Ši sistema turi užtikrinti visišką duomenų slaptumą, apsieičiant duomenimis, tiek su bankais, tiek su pačiais vartotojais - tam turi būti naudojami saugios sistemos bei saugūs duomenų apsikeitimo protokolai. Taip pat turi būti garantuojamas vartotojo, jo esamo investuojamo turto bei laukiamų rezultatų konfidencialumas kitiems vartotojams.

#### **2.5.5 Projekto išeiga**

Projektuojant investicijų optimizavimo portfelio uždavinio sprendimo sistemą, susidurta su prisijungimo prie minimalių duomenų, indikuojančių banko būseną. Kadangi bankai yra komerciniai, jie dažnai iškreipia tikrą situaciją apie save. Todėl sunku teisingai optimizuoti investicijas. Taip pat, kadangi nėra veikiančios alternatyvios projektuojamai sistemos, iškyla problemos palyginti gaunamus duomenis (pasiūlymus investicijoms). Ši nagrinėjama darbe tema yra labai plati, todėl galbūt ateityje ji bus siaurinama ir gilinamasi tik į dalį problemos.

Egzistuojantys sprendimai: Atlikti skaičiavimus galime dviem metodais: Monte Karlo ir tiksliaju. Trumpai apžvelgsime abiejų metodų algoritmus:

*Monte Karlo metodas:*

1. Generuojamas atsitiktinis skaičius  $t$  iš intervalo  $[0..1]$ .
2. Apskaičiuojama  $a$ , kai  $a = 0$ , jei  $t$  yra intervale  $[0..p]$  ir  $a = 0$ , jei  $t$  priklauso intervalui  $(p..1]$ .
3. Apskaičiuojama  $z$  reikšmė, kai  $z = S a x$ , pagal visus bankus.
4. Pasinaudodami naudingumo funkcija randame  $U = u(z)$ .
5. Pirmieji 4 žingsniai kartojami  $K$  kartu ( $K$  - iteracijų skaičius).
6. Randame  $U(x)$  ( $U$  reikšmių vidurkis)  $U(x) = S U/K$ ;
7. Pirmieji 6 žingsniai kartojami daug kartu (priklausomai nuo turimų resursų) ir kiekvienos iteracijos metu ieškoma didžiausia  $U(x)$  reikšmė.

Rezultate gauname maksimalu pelną, o taip pat struktūrą, pagal kuria reikia investuoti pinigus į konkrečius bankus.

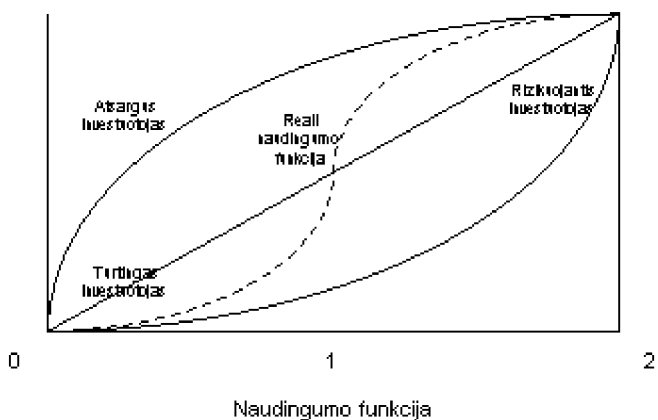
*Tikslus metodas:*

1. Tarkime, kad bankrutuoja visi bankai, išskyrus pirmąjį. Tuomet šio įvykio tikimybe yra  $P_1 = p_1 * P(1 - p_i)$ ,  $i = 2..m$ . Šiuo atveju gauta pinigų suma bus  $z_1 = a_1 * x_1$ .

2. Antrasis atvejis - bankrutuoja visi bankai, išskyrus du pirmuosius. Tuomet  $P_2 = p_1 * p_2 * P(1 - p_i)$ ,  $i = 3..m$ . Ir gauta pinigų suma  $z_2 = a_1 * x_1 + a_2 * x_2$ .

3. Peržiurime visus galimus bankų bankrutavimo ir išlikimo variantus, t.y. atliekame pilną perrinkimą.

Abiem atvejais mes privalome įvertinti ne tik grynus pinigus, bet ir naudingumą, kuri gaus kiekvienas investuotojas. Gautas pinigų kiekis ne visada yra tiesiog proporcingas gautam naudingumui. Tai paaiškina ir ši naudingumo funkcijų diagrama (4 pav.), vaizduojanti kelias investuotojų naudingumo funkcijas. Naudingumo funkcija parodo santykį tarp gauto pinigų kiekio ir naudingumo.



**2.5 pav. Naudingumo funkcija**

Įgyvendinus esamą sistemą, jos pritaikymas nekelia abejonių. Tai palengvintų investicijų orientavimąsi esamoje situacijoje. Taip pat būtų naudinga sudaryti regiono (šalies) bankų parametrų (palūkanų, patikimumo ir kt.) kitimo sekimo sistemą, kuriai dirbant patikimai, būtų galima tikėtis potencialių investicijų prieaugio padidėjimą.

Kadangi sistema bus projektuojama taip, kad ja naudotis bus paprasta - tai didelių laiko resursų vartotojams nereiks, norit įsisavinti sistemos teikiamų servisų paslaugų gavimu. O tai daro projektuojamą sistemą patrauklia vartotojams. Dokumentacija bus sudarinėjama baigus sistemos projektavimo ir įdiegimo darbus. Taip pat bus numatyta, kokiais būdais bus galima plėsti sistemą, jos teikiamus servisus. Ir toliau vystyti sistemą remiantis vartotojų atliktomis apklausomis (kokių servisų jie pageidautų, kokios esamos sistemos funkcijos juos mažai tenkina, kokioms ataskaitoms gauti jie sugaišta daugiausia laiko ir kt.).

## 2.6 Architektūros specifikacija

### 2.6.1 Architektūros specifikacijos įvadas

Šiais laikais, investicijų klausimas labai svarbus. Kiekvienas žmogus ar firma turinti sukaupusi kapitalą norėtų jį investuoti. Turint mažai žinių investavimo klausimais labai lengva netekti viso savo ilgai kaupto kapitalo. Tad šio darbo rezultatai turėtų padėti investuotojams tvirčiau apsispręsti kur investuoti savo kapitalą.

Projekto idėja nėra nauja, tačiau visais atvejais reikia optimizuoti nepilnos informacijos sąlygomis. Tai kelia specialius reikalavimus optimizavimo metodams ir modeliams

Kuriama programinė įranga leidžia vartotojui lengviau apsispręsti kur investuoti turimus pinigus ir preliminariai paskaičiuoti prognozuojamą pelną bei santykinį naudingumą įvertinant vartotojo polinkį rizikuoti.

Pirmame žingsnyje vartotojas turi kažkoku būdu nurodyti pasirinktų investavimo objektų (bankų, vertybinių popierių, akcinių bendrovių) patikimumą. Tam jis privalo turėti bent minimalių ekonomikos žinių ar pasitelkti kitais informacijos šaltiniais, pvz. finansų maklerio įmonėmis.

Antrame žingsnyje vartotojas įvertina (užduoda programoje) savo polinkį rizikuoti bei tuo pačiu ir naudingumo funkciją. Tai reikalinga išryškinti atvejui, kad labiau mėgstančiam riziką gautas nedidelis pelnas nėra taip vertingas, kaip toks pats pelnas atsargiam investuotojui.

Optimizavimo metodo pasirinkimas leidžia vartotojui pasirinkti tarp tikslesnių, bet ilgiau skaičiuojančių bei mažiau tikslų, bet greitų optimizavimo metodų.

Optimizavimo kriterijus yra maksimali naudingumo funkcijos reikšmė, o ne maksimalus gautas pelnas. Priklausomai nuo pasirinkto optimizavimo uždavinio, gautą naudingumo funkcijos reikšmę galima skaičiuoti keliais būdais. Populiariausi jų yra tikslusis (pilnas visų galimų situacijų perrinkimas) ir Monte Karlo, t.y. atsitiktinis pasirinkto situacijų skaičiaus perrinkimas. Vartotojas paskutiniame žingsnyje prieš skaičiavimus pasirenka ir šį skaičiavimo būdą.

Tam, kad būtų lengviau realizuoti projektą, būtina atlikti jo komponentų klasifikaciją, kuri leistų tiksliau apibrėžti kiekvieno komponento paskirtį, jį sudarančių subkomponentų reikalingumą bei paskirtis. Atliekant projekto detalios architektūros specifikaciją išskiriame septynis pagrindinius komponentus. Tai :

1. informacijos duomenų surinkimo ir pradinio apdorojimo komponentas;
2. registracijos komponentas;
3. skaičiavimų komponentas;
4. duomenų išsaugojimo komponentas;

5. apdorotų rezultatų prezentacijos komponentas;

6. signalizacijos komponentas;

7. sistemos nustatymu komponentas.

Toliau aptarsime kiekvieną iš šitų komponentų detaliau.

## **2.6.2 Komponentai**

### **Informacijos duomenų surinkimo ir pradinio apdorojimo komponentas**

*Apibrėžimas:* šio komponento paskirtis surinkti reikiamus duomenis iš duomenų bazių apie objektus, kurios potencialiai gali pritraukti investicijas, o gautus duomenis perversti į vieningą formatą (paruošti skaičiavimams).

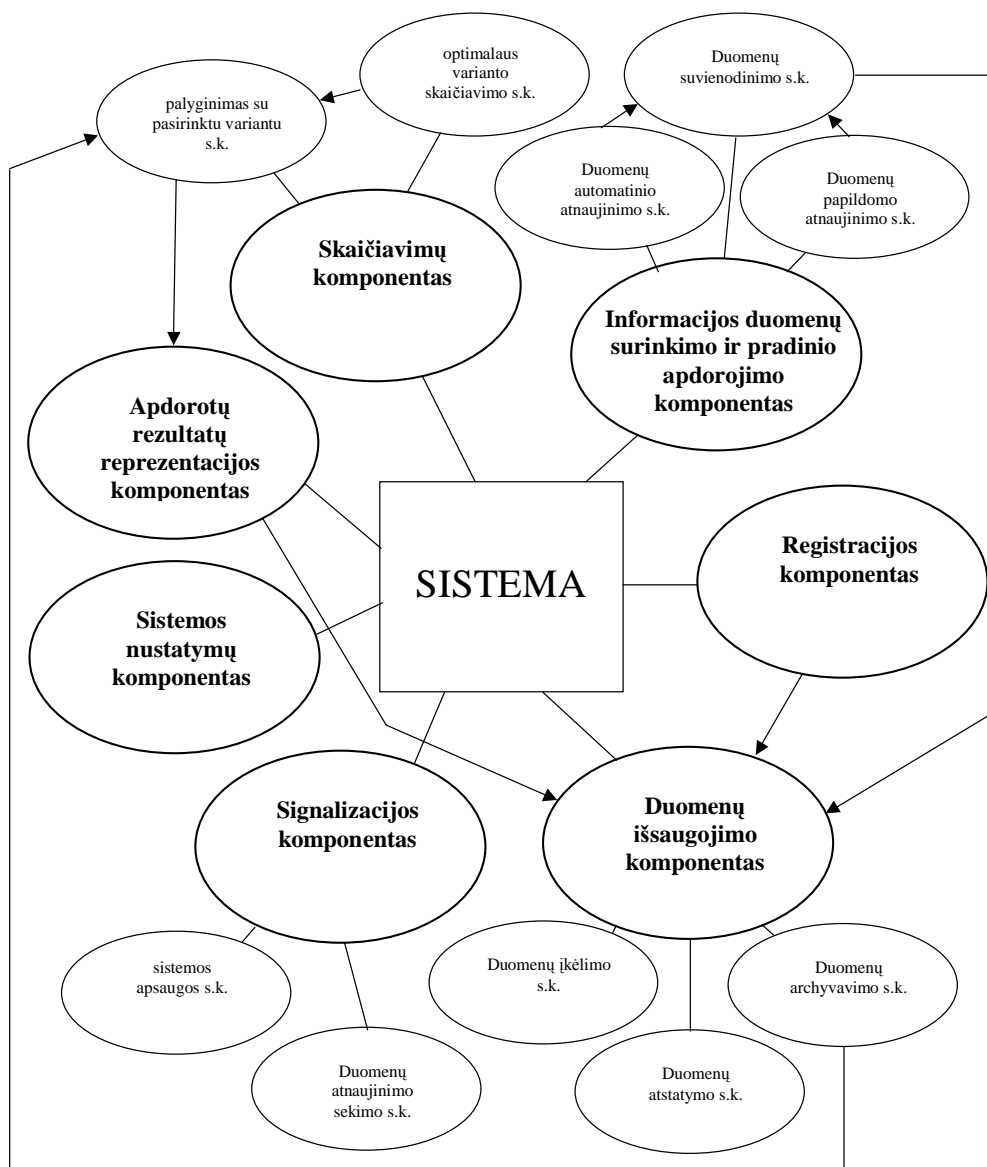
*Atsakomybės.* Automatiškai užduodu laiko intervalu jungiasi prie duomenų bazių, kuriose yra informacija apie investicinius objektus. Tuos duomenis perverčia į vieningą sistemą ir suniveliuotą informaciją perduoda į projektuojamos sistemos duomenų bazę. Taip pat šis komponentas suteikia galimybę rankiniu būdu suvesti informaciją apie sistemos vartotojus dominantį investicinį objektą.

*Apribojimai.* Kadangi investiciniai objektai yra komerciniai, ir norėdami pritraukti investicijas - pateikia iškreiptą situaciją apie savo būklę, todėl gauti teisingus duomenis yra labai sunku. Sunku prieiti prie kai kurių investicinių objektų duomenų. Taip pat didinant investavimo potencialių variantų skaičių, mažėja operatyvumas, nes reikia surinkti naujausius duomenis apie tuos objektus į kurias ketinama daryti investicijas. Dėl internetinio tinklo gedimų, gali nepavykti atnaujinti automatiškai duomenų.

*Struktūra.* Šis komponentas sudarytas iš: duomenų automatinio atnaujinimo, duomenų papildomo atnaujinimo bei duomenų suvienodinimo subkomponentų. Pirmieji du reikalingi tam, jog ne visų investavimo objektų duomenų bazės yra prieinamos automatiškai (pasiekiamos pačios sistemos) ir dėl tos priežasties reikia kitais būdais gauti reikiamus duomenis optimalaus varianto skaičiavimui, kurios suvesti turi arba pats vartotojas arba sistemą prižiūrintis personalas. O trečiasis subkomponentas (duomenų suvienodinimo) atsakingas už tai, jog sistemai suprantama tvarka būtų pateikiami duomenys (nes imant automatiškai iš skirtingų duomenų bazių – skirsis ir duomenų tvarka bei forma).

*Sąveikavimas.* Šis komponentas perduoda gautus duomenis duomenų išsaugojimo komponentui.





2.6 pav. Sistemos komponentų ir subkomponentų sąsaja

### Registracijos komponentas

*Apibrėžimas:* šis komponentas atsakingas už pirminių duomenų apie naujus klientus, naują aptarnaujantį sistemą personalą bei naujų investicinių objektų įvedimą į sistemos duomenų bazę. Taip pat už šių duomenų koregavimą bei šalinimą iš sistemos.

*Atsakomybės.* Registracijos komponento pagalba užregistruojami nauji sistemos vartotojai. Taip pat atsiradus naujam sistemą aptarnaujančiam personalui, bei naujiems investiciniams objektams – suvedami duomenys apie juos. Šis komponentas taip pat teikia duomenų redagavimo bei šalinimo galimybes. Sudarant informaciją apie vartotoją, yra įvedami ne tik standartiniai duomenys (vardas, pavardė, elektroninis paštas, prisijungimo slaptažodis) bet ir investavimo objektų sąrašą, jų patikimumą, nuosavą (vartotojo) polinkį rizikuoti, naudingumo funkciją, pasirenkamo varianto optimizavimo metodą, optimizavimo kriterijus. Taip pat šio komponento pagalba pats vartotojas gali

keisti savo pasirinktus optimizavimo skaičiavimo parametrus tiesiogiai prisijungęs prie sistemos. O taip pat suteikiama vartotojui galimybė peržiūrėti turimą visą informaciją apie investuojamus objektus.

*Apribojimai.* Esminių apribojimų nėra.

*Struktūra.* Subkomponentų neturi.

*Sąveikavimas.* Šis komponentas perduoda gautus duomenis duomenų išsaugojimo komponentui.

### **Skaičiavimų komponentas**

*Apribrėžimas:* šis komponentas atsakingas už skaičiavimus pasirinktu metodu (tiksliau, Monte Karlo ar kt.). Atlikus skaičiavimus pateikiama informacija ne tik su kokia rizika galima pasirinkti konkretų investicijos objektą, bet ir pasikeitus situacijai su kokiais vienkartiniais nuostoliais ir kokių rizikos laipsniu galima pakeisti esamą investicinį objektą į „pelningesnį“.

*Atsakomybės.* Atlieka pagal pasirinktus vartotojo kriterijus bei reikšmes optimaliausio varianto parinkimą. Po pasirinkimo ir investavimo į konkretų investicinį objektą, bei ilgainiui pasikeitus rinkoje situacijai – sistema perskaičiuoja optimalų pasirinkimą ir jam pakitus – informuoja vartotoją apie pasikeitimus rinkoje – ir kiek kainuotų perinvestavimas, koks sėkmingo perinvestavimo rizikos laipsnis, po kiek laiko investicija pradės duoti pelną.

*Apribojimai.* Dėl ribotų duomenų pateikimo bei laiko atžvilgiu dinamiškos rinkos, negalima tiksliai ir vienareikšmiškai pateikti variantus. Taip pat apriojamas laiko tarpas – kuriam skaičiuojamas optimaliausias investicinis variantas. Tie patys apribojimai galioja ir perskaičiuojant geriausią investicijoms tinkantį investicinį objektą.

*Struktūra.* Skaidoma į šiuos subkomponentus: optimalaus varianto skaičiavimas bei palyginimas su pasirinktu variantu. Pastarojo subkomponento pagalba vartotojas gauna visą informaciją apie perinvestavimą, bei pateikia visus tam reikiamus duomenis apie kuriuos aukščiau buvo minėta.

*Sąveikavimas.* Ima duomenis palyginimams iš duomenų išsaugojimo komponento ir siunčia duomenis apdorotų duomenų reprezentaciniam komponentui.

### **Skaičiavimai**

Atlikti skaičiavimus galime dviem metodais: Monte Karlo ir tiksliau. Trumpai apžvelgsime abiejų metodų algoritmus:

*Monte Karlo metodas:*

1. Generuojamas atsitiktinis skaičius  $t$  is intervalo  $[0..1]$ .
2. Apskaičiuojama  $a$ , kai  $a = 0$ , jei  $t$  yra intervale  $[0..p]$  ir  $a = 1$ , jei  $t$  priklauso intervalui  $(p..1]$ .
3. Apskaičiuojama  $z$  reikšme, kai  $z = S \cdot a$ , pagal visus bankus.

4. Pasinaudodami naudingumo funkcija randame  $U=u(z)$ .
5. Pirmieji 4 žingsniai kartojami K kartu (K – iteracijų skaičius).
6. Randame  $U(x)$  (U reikšmių vidurkis)  $U(x)= S U/K$ .
7. Pirmieji 6 žingsniai kartojami daug kartu (priklausomai nuo turimu resursu) ir kiekvienos iteracijos metu ieškoma didžiausia  $U(x)$  reikšme.

Rezultate gauname maksimalu pelną, o taip pat struktūrą, pagal kurią reikia investuoti pinigus į konkrečius bankus.

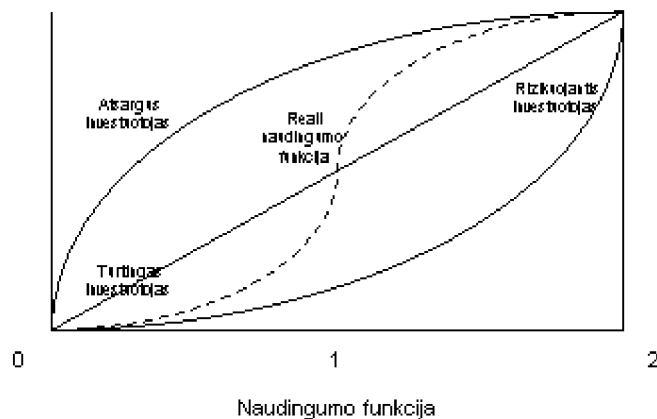
*Tikslus metodas:*

1. Tarkime, kad bankrutuoja visi bankai, išskyrus pirmąjį. Tuomet šio įvykio tikimybe yra  $P_1=p_1*P$  ( $1-p_i$ ),  $i=2..m$ . Šiuo atveju gauta pinigų suma bus  $z_1=a_1*x_1$ .

2. Antrasis atvejis – bankrutuoja visi bankai, išskyrus du pirmuosius. Tuomet  $P_2=p_1* p_2*P$  ( $1-p_i$ ),  $i=3..m$ . Ir gauta pinigų suma  $z_2=a_1*x_1+a_2*x_2$ .

3. Peržiurime visus galimus bankų bankrutavimo ir išlikimo variantus, t.y. atliekame pilna perrinkimą.

Abiem atvejais mes privalome įvertinti ne tik grynus pinigus, bet ir naudingumą, kurį gaus kiekvienas investuotojas. Gautas pinigų kiekis ne visada yra tiesiog proporcingas gautam naudingumui. Tai paaiškina ir ši naudingumo funkcijų diagrama (2.7 pav.), vaizduojanti kelias investuotojų naudingumo funkcijas. Naudingumo funkcija parodo santykį tarp gauto pinigų kiekio ir naudingumo.



**2.7 pav. Naudingumo funkcija**

Įgyvendinus esamą sistemą, jos pritaikymas nekelia abejonių. Tai palengvintų investorių orientavimąsi esamoje situacijoje. Taip pat būtų naudinga sudaryti regiono (šalies) bankų parametru (palūkanų, patikimumo ir kt.) kitimo sekimo sistemą, kuriai dirbant patikimai, būtų galima tikėtis potencialių investorių prieaugio padidėjimą.

### **Duomenų išsaugojimo komponentas**

*Apibrėžimas:* šis komponentas atsakingas už duomenų saugojimą duomenų bazėje, už archyvavimą, atlikus užklausas reikiamų ataskaitų generavimu.

*Atsakomybės.* Duomenų išsaugojimas susideda iš kelių dalių: tai duomenų patalpinimas į duomenų bazę bei reguliarių duomenų archyvavimą bei atsarginių kopijų darymą. Pateikus užklausas surenka reikalingus duomenis ir pateikia sugeneruotą ataskaitą. Duomenims išsigadinus – juos atstato iš rezervinių kopijų.

*Apribojimai.* Ribojamas duomenų kiekis, archyvavimo bei informacijos išsaugojimo galimybės bei patikimumas. Taip pat projekte turės būti numatytas sistemos ir informacijos atstatymo laiko tarpas – t.y. kiek laiko sistema bus nefunkcionaliai po jos dalinio ar visiško sugedimo. Dėl duomenų archyvavimo tam tikrais laikotarpiais – yra galimybė neatstatyti pilnai esamų duomenų (jei nespėjo sistema padaryti naujausios duomenų kopijos).

*Struktūra.* Duomenų išsaugojimo komponentas dar yra sudarytas iš sekančių subkomponentų: duomenų įkėlimas į duomenų bazę; duomenų archyvavimas bei duomenų atstatymas.

*Sąveikavimas.* Gauna duomenis iš: registracijos, informacijos duomenų surinkimo ir pradinio apdorojimo bei apdorotų rezultatų reprezentacijos komponentų, o teikia duomenis skaičiavimo komponentui.

### **Apdorotų rezultatų reprezentacijos komponentas**

*Apibrėžimas:* šis komponentas atsakingas už atliktų skaičiavimo duomenų pateikimą vartotojui, už pateikimo formą (lentelės, grafikai), pateikimo būdą (elektroniniu paštu, SMS žinute ar prisijungus tiesiai per terminalą).

*Atsakomybės.* Gautus duomenis pateikia vartotojui patogiausia (pačiam vartotojui nustačius ataskaitų pateikimo būdą) forma. Leidžia prisijungus vartotojui prie sistemos betarpiškai matyti pateikiamus rezultatus savo kompiuterio monitoriaus ekrane. Esant pasikeitimams rinkoje – išsiuntinėja pranešimus elektroniniu paštu ar SMS mobiliojo ryšio žinutėmis. Šio komponento pagalba vartotojas gali pats pasirinkti kokio turinio pranešimus galės gauti per SMS žinutes bei kokiu elektroninio pašto adresu gauti išsamias ataskaitas per užduotą ataskaitinį laikotarpį.

*Apribojimai.* Dėl internetinio tinklo gedimų bei jo apkrovų – gali vėluoti elektriniu paštu keliaujantys pranešimai, taip pat gali nepavykti nuotoliniu būdu prisijunti vartotojams prie sistemos. Taip pat dėl mobiliojo ryšio teritorijos (jei vartotojas yra už mobilaus tinklo zonos veikimo ribų) gali nepavykti nusiųsti, ar didelio bazinių stotelių apkrovos – gali nepavykti pačiai sistemai išsiųsti SMS žinute pranešimo.

*Struktūra.* Subkomponentų neturi.

*Sąveikavimas.* Gauna duomenis iš skaičiavimo komponento, o juos vėliau persiunčia duomenų išsaugojimo komponentui.

### **Signalizacijos komponentas**

*Apibrėžimas:* šis komponentas atsakingas už reguliaraus duomenų atnaujinimo sekimą, sekimą ar nėra kokio staigaus investicinio objekto parametro (palūkanų normos, patikimumo, rizikos faktoriaus ir kt.) šuolio, kuriam esant – pranešti vartotojams apie pokyčius. Taip pat atsakingas už apsaugą nuo vartotojo slaptažodžio apėjimo bei tiesioginio įsilaužimo į duomenų bazę.

*Atsakomybės.* Tikrinama ar per užduotą laiko periodą yra atnaujinti duomenys. Jei atnaujinimo nebuvo – pasirinktu būdu (SMS, elektroniniu paštu ar tiesioginiu pranešimo išvedimu į darbo vietoje esančio monitoriaus ekraną) įspėjamas aptarnaujantis personalas, taip pat atliekant skaičiavimus įspėjamas vartotojas, jog duomenys apie konkretų investavimo objektą nėra gauti ir pasiūlo arba laikinai apriboti investicijų pasirinkimą, arba naudoti iš seniau turimus duomenis. Kita paslauga šio komponento būtų sekimas investavimo objekto parametrų šuoliško pokyčio. Apie kuri praneštų vartotojui aukščiau aprašytu būdu. Taip pat atsako šis komponentas už duomenų saugumą, bei vartotojų konfidencialumą. Pastebėjus, jog yra bandoma apeiti slaptažodį – laikinai blokuoti to vartotojo prisijungimą. Sistema kontroliuoja savalaikį slaptažodžio atnaujinimą (vartotojas privalo kas du mėnesiai pasikeisti slaptažodį).

*Apribojimai.* Vartotojams suteikiami sunkiai nuspėjami slaptažodžiai, kuriuos jie patys privalo reguliariai keisti kas tam tikrą laiko tarpą, o pati sistema nepriimtų naujų slaptažodžių, kurios būtų lengva nuspėti.

*Struktūra.* Signalizacijos komponentas sudarytas iš: duomenų atnaujinimo, rinkoje stebimų investicinių objektų parametrų šuolio sekimo bei sistemos apsaugos subkomponentų. Pastarasis atsakingas už savalaikį pačio vartotojo slaptažodžio keitimą bei pačios sistemos duomenų apsaugą nuo įsilaužimų.

*Sąveikavimas.* Tai savarankiškas komponentas, jis kaip ir visi kiti – sąveikauja tik su pačia sistema.

### **Sistemos nustatymų komponentas**

*Apibrėžimas:* šis komponentas atsakingas už: bendrų sistemos opcijų nustatymą (optimalaus sprendimo ieškojimo būdo parinkimas; esant sistemos funkcionavimo nesklandumams personalo sąrašas, kuriam būtų išsiuntinėti pranešimai; investicinių objektų parametrų pokyčio (per fiksuotą laiko tarpą) vertės dydis, nuo kurio bus traktuojama kad įvyko šuoliškas pokytis; duomenų atnaujinimo bei reguliaraus atsarginių duomenų kopijų darymo laikotarpiai ir kt.), vartotojo potencialių investicinių objektų, į kuriuos norėtų investuoti sąrašas. Bei kita tarnybinė informacija.

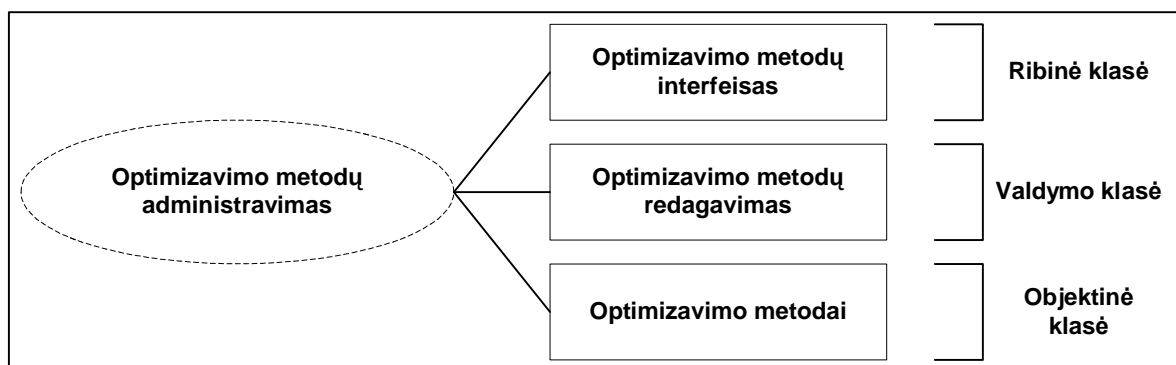
*Atsakomybės.* Sistemos nustatymų komponento pagalba galima keisti pačios veikiančios optimizavimo sistemos parametrų reikšmes, generuojamų ataskaitų turinius bei jų formas.

*Apribojimai.* Apribojimų nėra.

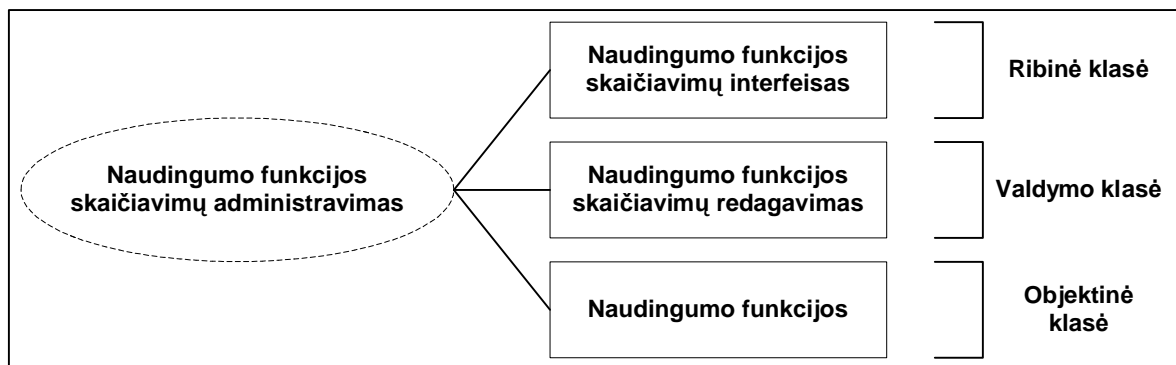
*Struktūra.* Subkomponentų nėra.

*Sąveikavimas.* Tai savarankiškas komponentas, jis kaip ir visi kiti – sąveikauja tik su pačia sistema.

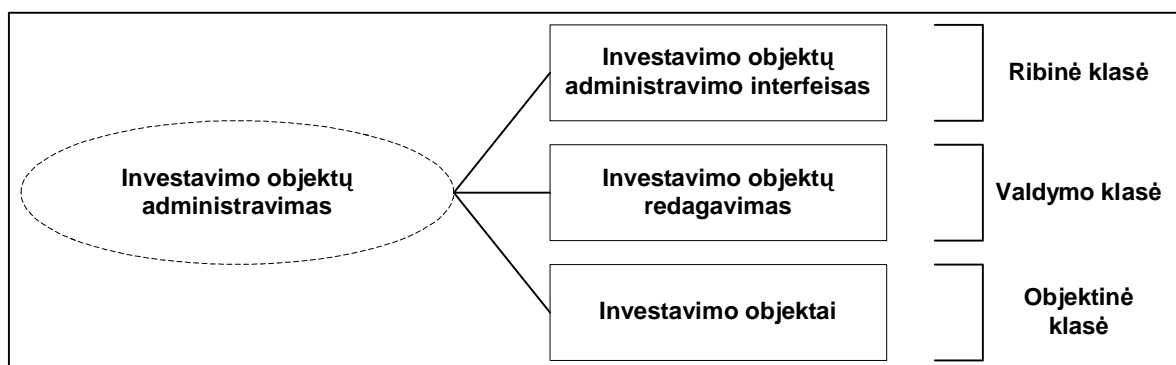
### 2.6.3 Trastos diagramos



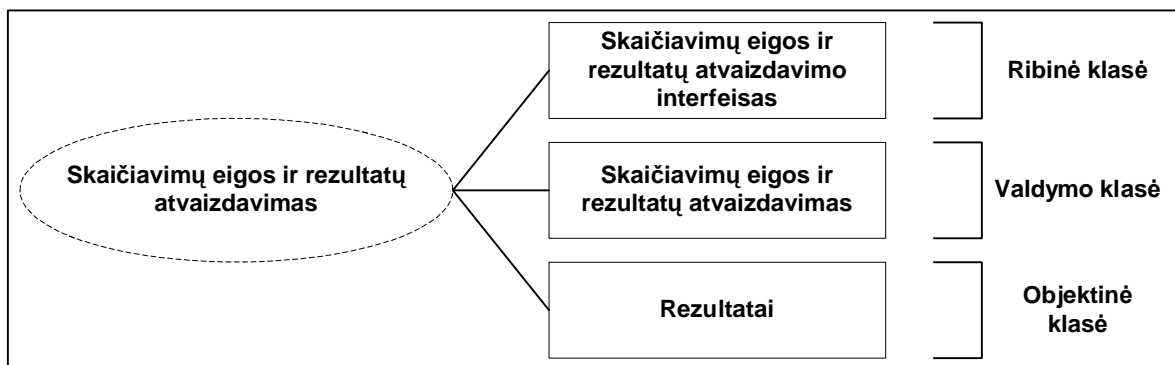
2.8 pav. Optimizavimo metodų administravimas



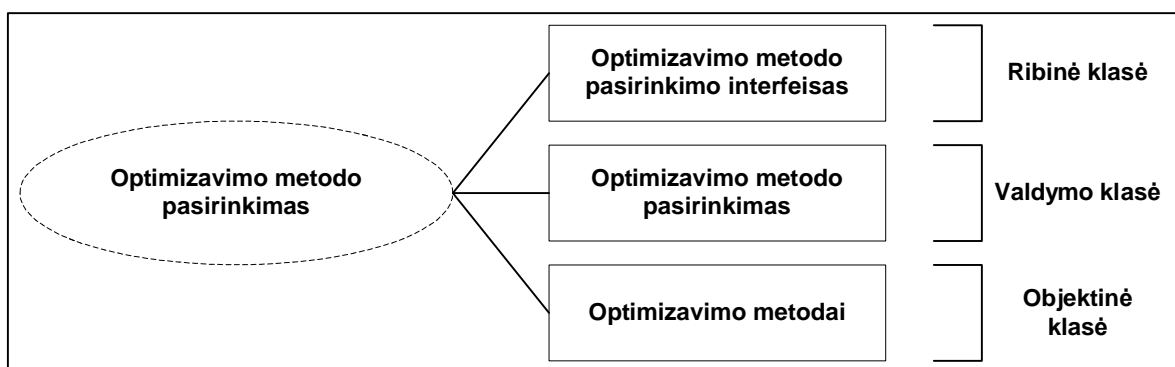
2.9 pav. Naudingumo funkcijų skaičiavimų administravimas



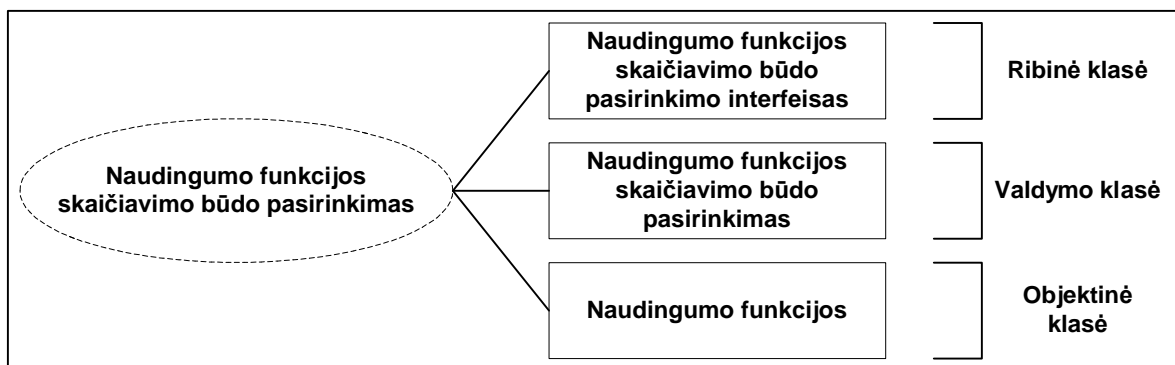
2.10 pav. Investavimo objektų administravimas



2.11 pav. Skaičiavimų eigos ir rezultatų atvaizdavimas



2.12 pav. Optimizavimo metodo pasirinkimas

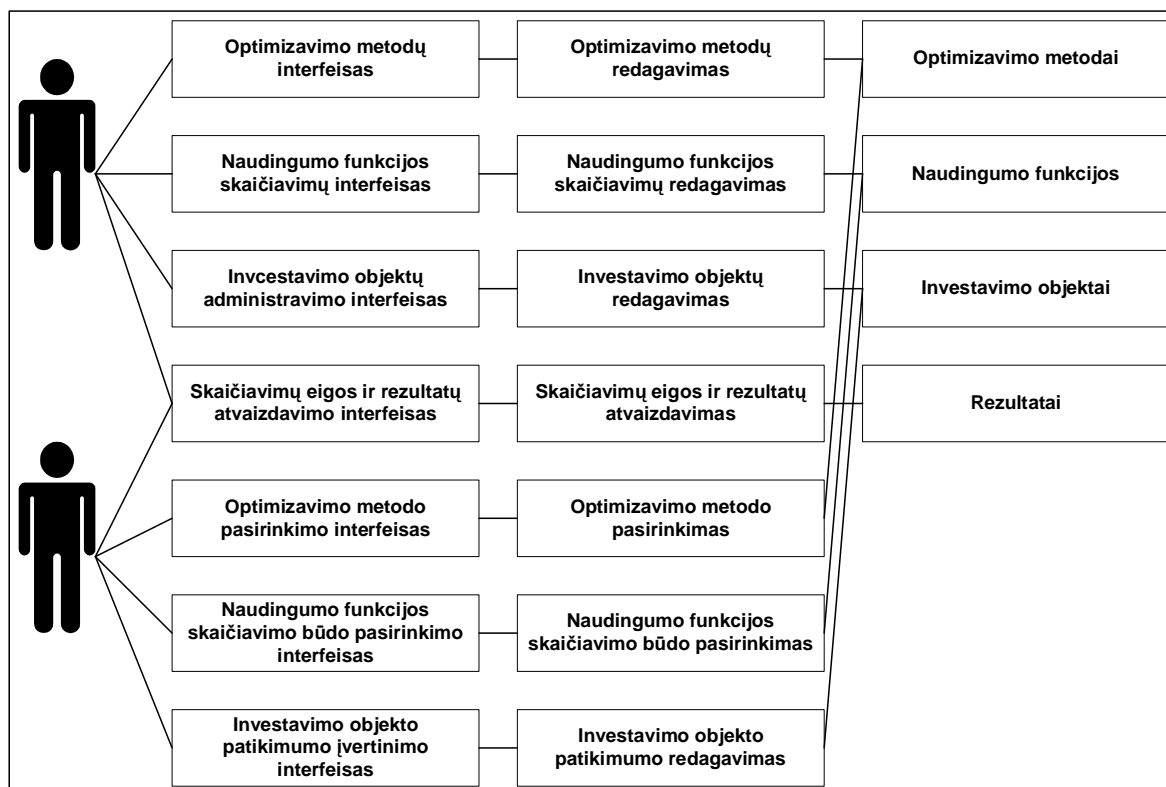


2.13 pav. Naudingumo funkcijos skaičiavimo būdo pasirinkimas



2.14 pav. Investavimo objekto patikimumo įvertinimas

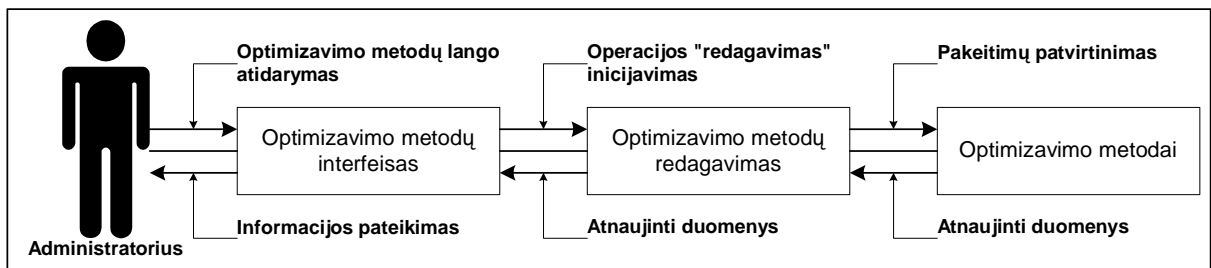
## 2.6.4 Klasių diagrama



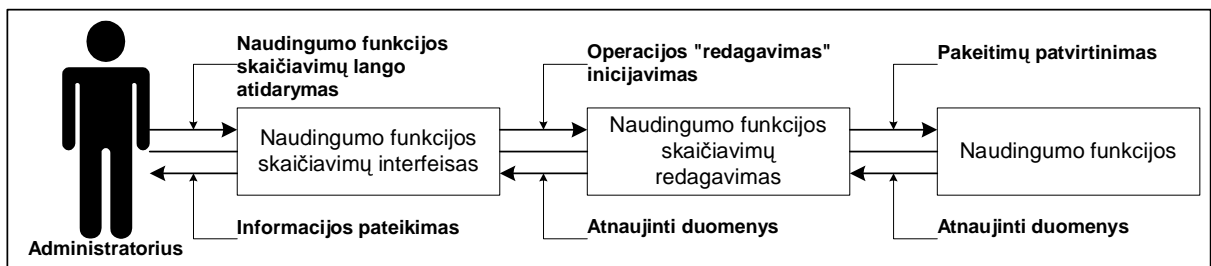
2.15 pav. Klasių diagrama



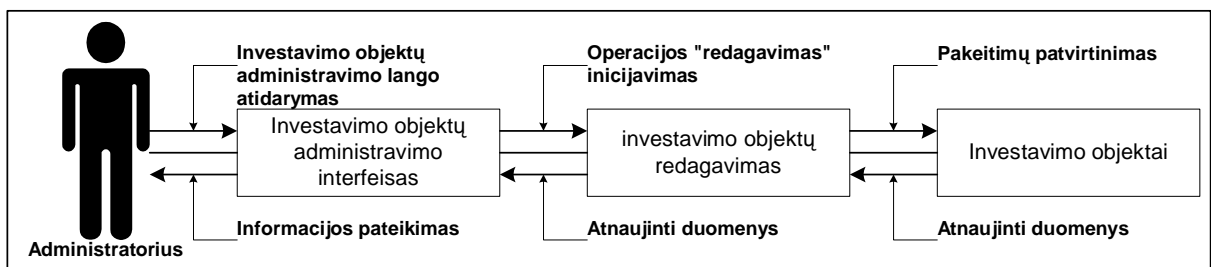
## 2.6.5 Sąveikos diagramos



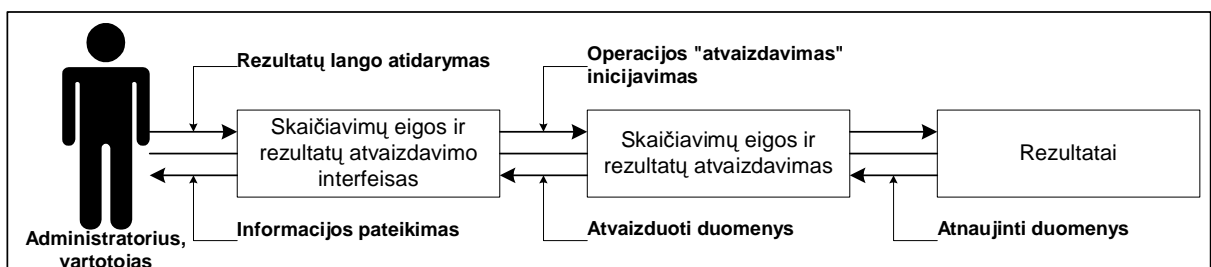
2.16 pav. Optimizavimo metodų redagavimas



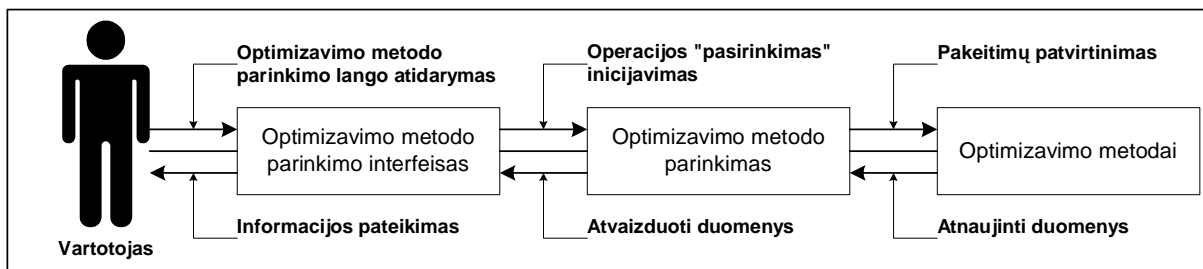
2.17 pav. Naudingumo funkcijos skaičiavimų redagavimas



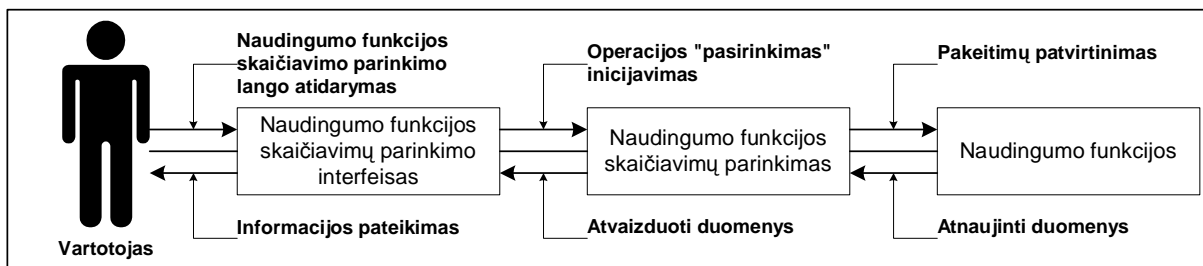
2.18 pav. Investavimo objektų redagavimas



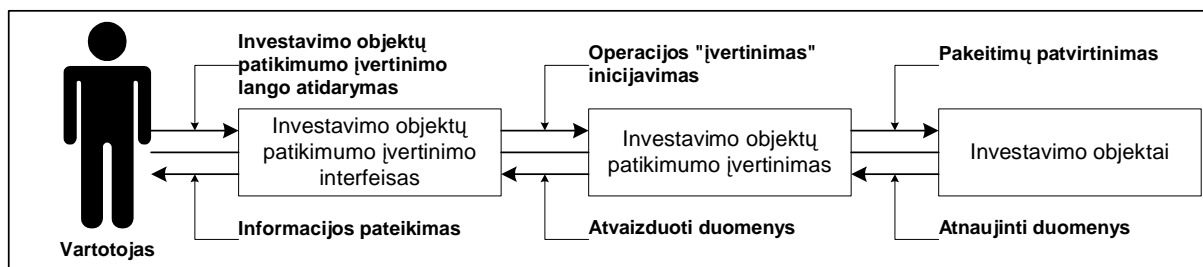
2.19 pav. Skaičiavimų eigos ir rezultatų atvaizdavimas



2.20 pav. Optimizavimo metodo pasirinkimas



2.21 pav. Naudingumo funkcijos skaičiavimo būdo pasirinkimas



2.22 pav. Investavimo objekto patikimumo įvertinimo redagavimas

### 3. INVESTICIJŲ OPTIMIZAVIMO ĮRANKIO TYRIMAS

#### 3.1 Įrankio kokybės tyrimas

Tokioje gausybėje įvairių programinių įrankių, būtinas kokybiškos, patikimos ir patrauklios priemonės kūrimas. Kokybės įvertinimas padeda įvertinti produktą, jo panaudojimą, priimtinumą užsakovui ir atitikimą programinės įrangos kūrimo standartams.

##### 3.1.1 Kokybės analizės tikslai

- § Patikrinti produkto atitikimą vartotojo poreikiams ir reikalavimams.
- § Įrodyti įrankio teisingą funkcionalumą.
- § Aptikti klaidas programos įrankio funkcionavime, logikoje, realizacijoje: ar teisingai veikia produktas, kiek jis reikalingas, pagrįstas, ar tinkamai realizuotas.
- § Išnagrinėti su kokybe susijusias savybes ir atitikimą standartams.
- § Parodoma, kiek produktas yra reikalingas, saugus, patikimas ir patrauklus savo panaudojimu.
- § Randami įrankio trūkumai, numatomi patobulinimai ir jų realizacijos galimybės.
- § Apžvelgiami įrankio privalumai/trūkumai prieš alternatyvius įrankius.

##### 3.1.2 Kokybės vertinimo procesas

Kokybės vertinimo procese dalyvavo produkto kūrėjas magistrantas Darijus Andriulis, vadovas ir užsakovas prof. J. Mockus. Kūrėjas sudarė specifikacijas, bendravo su užsakovu ir vadovu, projektavo produkto realizavimą, programavo, testavo, rengė kiekvieno etapo dokumentaciją, derino realizavimo eigoje gautus rezultatus su praktikos vadovu, pristatė įrankį, pademonstravo jo veikimą. Vadovas tikrino įrankio funkcionalumą, jo galimybes, savybes, suteikė reikalingą informaciją, teikė pastabas.

Peržiūrų metu fiksuoti trūkumai, aptartas įrankio atitikimas poreikiams, veikimas, atitikimas standartui, tolesnio vystymo ir tobulinimo galimybės.

Formalios peržiūrų anketos ar kitokie dokumentai nebuvo pildyti.

Programos kodas neinspektuojamas. Įrankio kokybė buvo tiriama juo naudojantis, netiriant kodo optimalumo ir panašių savybių.

### 3.1.3 Atitikimas standartams

#### **Funkcionalumo (*Funkcionality*) grupė:**

Ü **Tinkamumas (*Suitability*)**. Įrankis tinkamas investavimo galimybių analizavimui ir optimalių investicijų paskaičiavimui.

Buvo nagrinėjami įvairūs investavimo variantai ir įsitikinta, kad įrankis pateikia naudingiausią investicijų optimizavimo variantą.

Ü **Tikslumas (*Accuracy*)**. Įrankis tiksliai pagal matematinės formules apskaičiuoja investicijas ir jų naudingumą, pateikia patį naudingiausią investicijų optimizavimą.

Ü **Sąveikos su kitomis sistemomis savybės (*Interoperability*)**. Esant geram internetiniam ryšiui nepastebėta didesnių problemų prisijungime prie DB. DB saugome viešame serveryje, prie kurio programa internetu prisijungia iš bet kurio kompiuterio, turinčio veikiantį internetinį ryšį.

Ü **Atitikimas standartams ar susitarimams (*Compliance*)**. Įrankis atitinka matematiniams investicijų optimizavimo portfelio uždavinio principams.

Ü **Saugumas (*Security*)**. Duomenys apsaugoti vartotojų prisijungimo vardais ir slaptažodžiais. Vartotojai mato tik savus duomenis, ir negali matyti ar paveikti kitų vartotojų duomenų.

#### **Patikimumo (*Reliability*) grupė:**

Ü **Užbaigtumas, klaidos dažnumas (*Maturity*)**. Skaičiavimo klaidų neaptikta.

Ü **Tolerancija klaidoms (*Fault tolerance*)**. Duomenų įvedimo laukai, kurie turi aiškiai apibrėžtą duomenų tipą arba reikšmių ribas, kontroliuojami, įvedus kontrolę neatitinkančius duomenis, sistema praneša apie tai vartotojui ir suteikia galimybę pataisyti klaidas, kurios pažymimos raudona spalva. Taip apsaugoma nuo duomenų tipo klaidų.

Ü **Atstatomumas (*Recoverability*)**. Duomenų atstatymui gali būti panaudotas DB perindeksavimas, kuris atstato „lūžimų“ metu susigadinusius lentelių indeksus bei sąryšius.

#### **Patogumas – vartojimo savybės (*Usability*):**

Ü **Suprantamumas – vartotojo pastangų prasme (*Understandability*)**. Įrankis suprantamas ir lengvai perprantamas. Meniu punktai ir laukai turi aiškius pavadinimus.

Ü **Išmokstamumas (*Learnability*)**. Įrankis skirtas investicijas nagrinėjantiems žmonėms, bet jis lengvai suprantamas ir išmokstamas netgi ypatingų ekonominių žinių neturintiems vartotojams.

Ü **Vykdomo savybės (*Operability*)**. Įrankis turi visas pagrindines funkcijas baziniam investicijų optimizavimui.

Ü **Patrauklumas (*Attractiveness*)**. Įrankis pateikiamas santūriomis ir švelniomis spalvomis, vizualiai patraukliose formose. Investicijų naudingumo vizualizavimui naudojamas investicijų naudingumo grafinis atvaizdavimas.

#### **Efektyvumo (*Efficiency*) grupė:**

Ü **Laiko parametrai (*Time-behaviour*)**. Duomenų apdorojimas ir rezultatų pateikimas vyksta sparčiai, einamuoju momentu, be didesnių laikinių uždelsimų.

Normaliam darbui su įrankiu, kad nesijaustų didesnių duomenų apdorojimo laikinių uždelsimų užtenka bent 128 Mb operatyvinės atminties ir šiuo metu naudojamų kompiuterių procesorių spartos.

Skaičiuojant optimalius investicijų variantus, procesas gali užtrukti iki 3 sekundžių.

Ü **Išteklų naudojimas (*Resource behaviour*)**. Kaip ištekliai optimalių investicijų ieškojimui naudojami: kompiuteris, kuriame yra įdiegtas įrankis; serveris, kuriame yra DB; internetinis ryšys; investicijų optimalumo ieškantis asmuo.

### **Perkeliamumo (*Portability*) grupė:**

- Ü **Prisitaikymas kitoje aplinkoje (*Adaptability*)**. Perkėlimas į kitą aplinką neturėtų sukelti problemų. Įrankis nereikalauja kažkokių specifinių techninių resursų. Perkeliant produktą tiesiog reikia atsižvelgti, jog reikalingas internetinis ryšys. Įrankis veikia bet kurioje Windows OS ir Linux aplinkoje.
- Ü **Įdiegimo savybės (*Installability*)**. Į kompiuterį reikia perkelti būtiną failų rinkinį ir turėti internetinį ryšį.
- Ü **Suderinamumas (*Coexistence*)**. Nepastebėta jokių nesuderinamumų su kitomis programomis ar resursų naudojimu.

### **3.2 Palyginimas su vienu iš alternatyvių įrankių**

NEOS demo versija – tai akcijų rinkos investuotojas (žr. 3.1 pav.) [20].

Šiame įrankyje reikia pažymėti kompanijas sąrašė, į kurių akcijas norėtumėte investuoti. Tuomet reikia įvesti turto garantijų koeficientą ir rizikos toleravimo parametą. Rezultate sistema pateikia optimalų investicijų portfelį.

## NEOS Demo: Stock Market Investment

Choose stocks which you would like to invest in, and the NEOS server will return the optimal portfolio of those stocks

(Click on the name of any stock to see a graph of its [INDIVIDUAL PERFORMANCE](#).)

Choose stocks for your portfolio	
<input type="checkbox"/> <a href="#">AMERICAN EXPRESS CO</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">AMERICAN TELEPHONE AND TELEGRAPH</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">ALUMINUM COMPANY AMER</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">ALLIED SIGNAL INC</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">BETHLEHEM STEEL CORP</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">BOEING CO</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">CATERPILLAR INC DE</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">CHEVRON CORP</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">COCA COLA CO</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">DU PONT E I DE NEMOURS &amp; CO</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">DISNEY WALT CO</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">EASTMAN KODAK CO</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">EXXON CORP</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">GENERAL ELECTRIC CO</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">GENERAL MOTORS CORP</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">GOODYEAR TIRE &amp; RUBR CO</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">INTERNATIONAL BUSINESS MACHS</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">INTERNATIONAL PAPER CO</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">MINNESOTA MINING &amp; MFG CO</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">MCDONALDS CORP</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">MERCK &amp; CO INC</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">MORGAN J P &amp; CO INC</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">PHILIP MORRIS COS INC</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">PROCTER &amp; GAMBLE CO</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">SEARS ROEBUCK &amp; CO</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">TEXACO INC</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">UNION CARBIDE CORP HOLDING CO</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">UNITED TECHNOLOGIES CORP</a>
<input type="checkbox"/> <a href="#">WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP</a>	<input type="checkbox"/> <a href="#">WOOLWORTH CORP</a>

A riskless U.S. Treasury Bond will also be considered for your portfolio.

What is the current US Treasury bond rate? (enter as a decimal between .01 and .20):

Select a value of risk parameter (enter a number between 0. and 1000.):

(A risk-loving investor might choose  $k=0$ , while a risk-averse investor might choose  $k=1000$ .)

### 3.1 pav. NEOS – akcijų rinkos optimalaus portfelio paieškos įrankis

Pasirinkus akcijas investavimui ir įvedus reikiamus parametrus, rezultate gaunama lentelė (3.2 pav.), kurioje pateikiamas mėnesinis pelnas iš investavimo į akcijas, nuokrypio koeficientas ir optimalaus portfelio duomenys.

Makeup of Optimal Portfolio			
Name	Avg Return (monthly, pct)	Std Deviation	Pct of Optimal Portfolio
ALUMINUM COMPANY AMER	1.382	8.695	12.9
bond	0.407	0.000	87.1

Optimal Portfolio Statistics	
Avg Return (monthly, pct)	0.53
Standard Deviation	1.12
Avg Return (annualized, pct)	6.59

### 3.2 pav. Optimalaus portfelio parinkimas

Sukurto įrankio **privalumai** prieš pristatytą įrankį ir kitus panašius:

- § Sukurtame įrankyje vartotojas pats gali įsivesti investavimo objektus ir jų duomenis, nėra suvaržymų, pasirenkant investicijų objektus. Pristatytame įrankyje vartotojas gali rinktis tik iš sistemoje pateiktų objektų, negali pats įsivesti investavimo objektus.
- § Sukurtame įrankyje galima investuoti į akcijas, vertybinius popierius ir nekilnojamą turtą. Pristatytame įrankyje galima investuoti tik į pateiktų kompanijų akcijas.
- § Sukurtas įrankis informatyvesnis: jame, vartotojui pasirinkus investuojamą sumą, rizikos laipsnį ir investavimo objektus, pateikiamas investicijų optimizavimas – kiek į kuriuos objektus optimaliausia investuoti. Pristatytame įrankyje gaunate tik pelno apskaičiavimą iš pasirinktų objektų ir optimalaus portfelio duomenis.
- § Sukurtas įrankis turi patrauklią, spalvotą sąsają su vartotoju, leidžiančią vartotojui jaustis šeimininku. Pristatytame įrankyje sąsaja su vartotoju gan „pilka“, vartotojas jaučiasi priklausomas nuo sistemos, tik laukiantis rezultato.

Sukurto įrankio **trūkumai**, palyginus su pristatytu įrankiu ir kitais panašiais:

- § Sukurto įrankio naudojimuisi, reikia turėti savo kompiuteryje ne tik internetinį ryšį, bet ir įdiegtą įrankio sistemą. Pristatyto įrankio naudojimuisi užtenka turėti internetinį ryšį, ir bet kada, iš bet kur galite prisijungti prie sistemos.
- § Sukurto įrankio procesams didžiąja dalimi naudojami vartotojo kompiuterio resursai, įrankio sukūrimui panaudotos ne tokios perspektyvios technologijos. Pristatyto įrankio procesams didžiąja dalimi naudojami serverio resursai, įrankis sukurtas perspektyviomis internetinėmis technologijomis.



### 3.3 Investicijų optimizavimo įrankio patobulinimas

Išnagrinėjus sukurto įrankio privalumus ir trūkumus, nutarta, kad įrankio funkcionalumas ir sąsaja su vartotoju yra tinkami ir turi pranašumų prieš panašius įrankius. Tačiau įrankio prieinamumas vartotojams nėra patogus. Todėl nutarta įrankį perkelti ant technologiškai perspektyvesnės *Servlet* platformos. Taip įrankis tapo prieinamas platesniam vartotojų ratui (tereikia turėti prieigą prie interneto, nereikia sistemos diegti atskirai savo kompiuteryje), bei skaičiavimai atliekami ne vartotojo kompiuteryje, o serveryje, kuriame patalpinta šio įrankio sistema. Visa programos sąsaja prieinama per bet kurią *Web* naršyklę (HTML formatu), adresu [www.maironis.kaunas.lm.lt/portf](http://www.maironis.kaunas.lm.lt/portf) arba <http://193.219.191.42/portf>.

#### 3.3.1 *Java Servlet* technologijos

*Servlets* yra *Java* platformos technologija *Web* serverių išplėtimui ir padidininimui. *Servlets* turi komponentinius, nepriklausomus nuo platformos metodus *Web* taikomųjų programų kūrimui be savybių apribojimų CGI programoms. Kitaip nei kituose serverio išplėtimo mechanizmuose, *Servlets* yra nuo serverio ir nuo platformos nepriklausomi. Taip paliekama laisvė, pasirenkant serverio rūšį, platformas ir kūrimo įrankius.

*Servlets* turi priėjimą prie visų *Java API* šeimos technologijų, įskaitant *JDBC API* priėjimui prie duomenų bazių. *Servlets* taip pat gali prieiti prie HTTP specifikuotų iškvietimų bibliotekų ir gauti visus *Java* kalbos privalumus, įskaitant portatyvumą, įvykdymą, pakartotinį panaudojimą ir apsisaugojimą nuo lūžimų.

Šiandien *Servlets* yra populiarus pasirinkimas, kuriant interaktyvias *Web* taikomas programas. *Servlet* konteineriai yra prieinami *Apache Web Server*, *Microsoft IIS* ir kitiems. *Servlet* konteineriai paprastai yra *Web* komponentai ir tokių serverių taikomųjų programų, kaip *BEA WebLogic Application Server*, *IBM WebSphere*, *Sun Java System Web Server*, *Sun Java System Application Server* ir kt.

*JSP (JavaServer Pages)* technologija yra *Servlet* technologijos išplėtimas, sukuriantis HTML ir XML puslapių palaikymą. Tai padeda lengviau apjungti fiksuotus statinius duomenų šablonus su dinaminiais.

#### 3.3.2 *JDBC API* – tiltas tarp taikomųjų programų ir duomenų bazių

*JDBC API* yra standartas nepriklausomam nuo duomenų bazės susijungimui tarp *Java* programavimo kalbos ir daugelio duomenų bazių. *JDBC API* turi iškvietimų lygį API duomenų

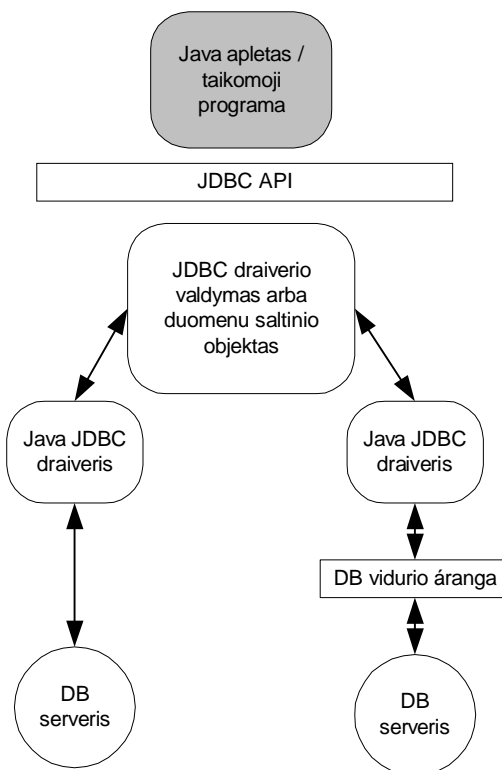
priėjimui SQL pagrindu. JDBC technologija leidžia naudoti JAVA programavimo kalbą, naudojant principą „parašyk kartą ir leisk bet kur“ („Write Once, Run Anywhere“) taikomosioms programoms, kurioms reikalingas priėjimas prie duomenų.

JDBC API pagalba tampa įmanomi trys dalykai:

- § Nustatyti ryšį su duomenų baze arba prieiti prie bet kurio lentelinio duomenų šaltinio.
- § Siųsti SQL sakinius.
- § Apdoroti rezultatus.

### JDBC architektūra

JDBC API turi du pagrindinius sąsajos rinkinius: pirmasis yra JDBC API, skirtas taikomųjų programų kūrėjams, ir antrasis – žemesnis lygis JDBC draiveris API, skirtas draiverių kūrėjams. JDBC technologijos draiveriai patenka į vieną iš keturių kategorijų. Taikomosios programos ir apletai gali prieiti prie duomenų bazių per JDBC API, naudojant *Java* JDBC technologija paremtus draiverius, kaip pavaizduota 3.3 paveikslėlyje.

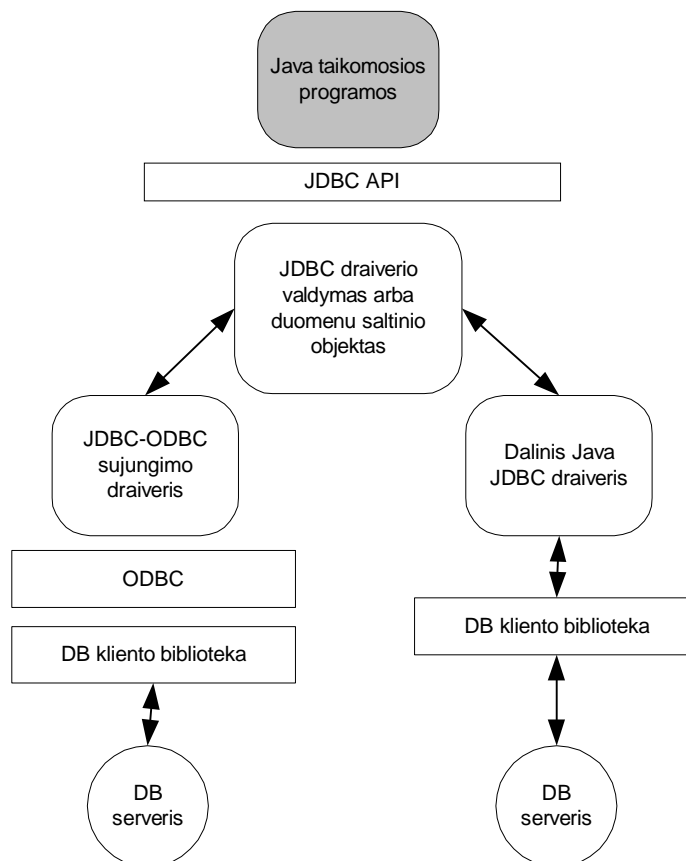


**3.3 pav. Taikomųjų programų priėjimas prie DB per *Java* JDBC draiverį**

Kairėje pusėje (*4-tas tipas*): tiesiogiai į DB per *Java* draiverį. Šio tipo draiveris konvertuoja JDBC kvietimus į tinklo protokolus, tiesiogiai pasinaudojant DBMS, leidžiantį tiesioginius iškvietimus iš kliento mašinos į DBMS serverį ir suteikiantį praktišką sprendimą intraneto priėjimui.

Dešinėje pusėje (*3-ias tipas*): *Java* draiveris DB vidurio įrangai. Šio tipo draiveris verčia JDBC kvietimus į vidurio įrangos protokolą, kuris yra ten verčiamas į DBMS protokolą vidurio įrangos serveriui. Vidurio įranga suteikia prisijungimą prie daugelio skirtingų duomenų bazių.

Žemiau pateiktame paveikslėlyje pavaizduotas JDBC prisijungimas, naudojant ODBC draiverius ir duomenų bazėje esančias kliento bibliotekas.



**3.4 pav. JDBC prisijungimas, naudojant ODBC draiverius ir duomenų bazėje esančias kliento bibliotekas**

Kairėje pusėje (*1-as tipas*) JDBC-ODBC sujungiantis draiveris plus ODBC draiveris. Ši kombinacija suteikia JDBC priėjimą per ODBC draiverius. ODBC dvejetainis kodas – ir daugelyje atvejų, duomenų bazės kliento kodas – turi būti užkrautas kiekvieno kliento mašinoje, kurios naudoja JDBC-ODBC apjungimą.

Dešinėje pusėje (*2-as tipas*) vietinis API dalinai *Java* technologijos draiveris. Šio tipo draiveris konvertuoja JDBC kvietimus į kvietimus kliento API tokiems, kaip *Oracle*, *Sybase*, *Informix*, *DB2*, ar kitiems DBMS. Pažymėtina, kad kaip ir apjungimo draiveris, šio tipo draiveris reikalauja, kad dalis dvejetainio kodo būtų užkrauta kiekvienoje kliento mašinoje.

## JDBC technologijos pranašumai

- § **Egzistuojančių duomenų prieinamumas.** Su JDBC technologija nereikia prisirakinti prie kažkieno architektūros, galima naudoti instaliuotas duomenų bazes ir lengvai prieiti prie informacijos, net jei ji saugoma skirtingose duomenų bazių valdymo sistemose.
- § **Supaprastintas kūrimas.** Java API ir JDBC API kombinacija paverčia taikomųjų programų kūrimą lengvu ir ekonomišku. JDBC paslepia daugelio duomenų priėjimo uždavinių sudėtingumą, atliktas juos „už programuotojo nugaros“. JDBC API paprasta išmokti, lengva išdėstyti ir nebrangu palaikyti.
- § **Nulis konfigūracijos tinklo kompiuteriuose.** Su JDBC API nereikia konfigūracijos pas klientą. Su *Java* programavimo kalba parašytu draiveriu visa informacija, reikalinga atlikti prisijungimą, yra pilnai apibrėžta per JDBC URL arba per duomenų šaltinio objektu registruotu su servisais Java Naming ir Directory Interface (JNDI). Konfigūracijos nebuvimas pas klientus centralizuoja programinės įrangos palaikymą.

## Pagrindinės savybės

- § **Pilnas priėjimas prie metaduomenų.** JDBC API turi priėjimą prie metaduomenų, kas suteikia galimybę kurti sudėtingas taikomąsias programas, kurios reikalingos, kad suprasti pagrindinius įrenginius ir galimybes specifikuotų duomenų bazių prisijungimo.
- § **Nereikia instaliacijos.** JDBC technologija paremtas draiveris nereikalauja specialios instaliacijos. Jis automatiškai parsiuočiama kaip dalis apleto, atliekančio JDBC kvietimus.
- § **Prisijungimas prie DB identifikuojamas URL.** JDBC technologija naudoja privalumus internetinių standartinių URL, kad identifikuoti prisijungimą prie duomenų bazės. JDBC API turi netgi geresnį būdą identifikuoti ir prisijungti prie duomenų šaltinio, naudojant objektą *DataSource*, kuris kodą padaro netgi portatyvesnį ir lengviau palaikomą. Be to, objektas *DataSource* gali teikti prisijungimą, sujungiant ir paskirstant tranzakcijas – būtiną dalyką verslo duomenų bazių apdorojimui. Šis funkcionalumas suteikia suprantamumą programuotojui.
- § **Įtrauktas į Java platformą.** Kaip *Java 2* platformos branduolys, JDBC API yra prieinamas bet kur, kur ši platforma yra. Tai reiškia, kad taikomosios programos su prisijungimu prie DB bus parašytos vieną kartą, o prie duomenų prieis iš bet kur.

### 3.3.3 JSP technologija

JSP (*JavaServer Pages*) technologija įgalina *Web* kūrėjus ir projektuotojus greitai kurti ir lengvai palaikyti, turtingus informacija, dinamiškus *Web* puslapius, kurie įtakoja egzistuojančias verslo sistemas. Kaip dalis *Java* technologijų šeimos, JSP technologija įgalina greitą *Web* taikomųjų programų kūrimą, kurios yra nepriklausomos nuo platformos. JSP technologija atskiria vartotojo sąsają nuo turinio generacijos, įgalindama projektuotojus keisti puslapio išdėstymą, neįsiterpiančią pagrindinį dinaminį turinį.

#### Nauda kūrėjams

Jei jau buvo mokėta kurti *Web* puslapius arba projektuota su HTML, tai galima:

- § **Naudoti JSP technologiją be Java kalbos mokėjimo:** galima naudoti JSP technologiją, nesimokant, kaip rašyti *Java* skriptus.
- § **Išplėsti JSP kalbą:** *Java* žymių (*tag*) bibliotekos kūrėjai ir projektuotojai gali išplėsti JSP kalbą su paprastais žymių apdorotojais (*simple tag handlers*), kurie panaudoja naują, daug paprastesnę ir švaresnę, žymių išplėtimą API. Tai pagreitina prisijungiančių, pakartotinai panaudojamų žymių bibliotekų augimą, kurios savo ruožtu mažina kodo kiekį, reikalingą galingų *Web* taikomųjų programų sukūrimui.
- § **Lengvai kuriami ir palaikomi puslapiai:** JSTL (*JavaServer Pages Standart Tag Library*) išraiškų kalba yra integruota į JSP technologiją ir atnaujinama palaikymo funkcijomis. Išraiškų kalba dabar gali būti naudojama vietoj skriptų išraiškų.

#### JSP technologija ir *Java Servlets*

JSP technologija naudoja į XML panašias žymes, kurios apima logiką, kuri generuoja puslapio turinį. Taikomosios programos logika gali slypėti serverio resursuose, kur puslapis pasiekiamas su šiomis žymėmis. Kiekvieno ir visų formatų (HTML arba XML) žymės perduodamos tiesiai į atsakymo puslapį. Atskiriant puslapio logiką nuo jo dizaino, bei atvaizduojant ir palaikant pakartotinio panaudojimo komponentais paremtą projektavimą, JSP technologija suteikia galimybę greičiau ir lengviau nei bet kada kurti *Web* taikomąsias programas.

*JavaServer Pages* technologija yra *Java Servlet* technologijos išplėtimas. *Servlets* yra nepriklausomi nuo platformos, serveriniai moduliai, kurie tinka *Web* serveriams ir gali būti panaudoti *Web* serverio galimybių išplėtimui su minimaliomis papildomomis pastangomis ir palaikymu. JSP technologija *servlets* suteikia patrauklią alternatyvą kitoms *Web* programavimo kalboms, užtikrinant: nepriklausomumą nuo platformos, vykdymo išplėstas savybes, atskyrimą logikos nuo atvaizdavimo, lengvą administravimą, išplečiamumą bei lengvą naudojimąsi.

### 3.4 Tyrimų ir patobulinimų išvados

Buvo tyrinėjamas sukurtas investicijų optimizavimo įrankis. Išanalizuotas jo atitikimas programinės įrangos standartams. Įrankis palygintas su alternatyviu įrankiu optimalaus portfelio paieškai.

Buvo prieita išvados, kad sukurtas įrankis turi patrauklią sąsają su vartotoju, suteikia galimybę vartotojui pačiam administruoti investavimo objektus, pasirinkti investuojamą sumą bei kitus investicijų parametrus. Rezultate vartotojas gauna matematiškai pagrįstą investicijų optimalų portfelį. Tačiau įrankio prieinamumas vartotojams gali sukelti problemų, nes reikia lokaliai įsidiesti tam tikrą failų rinkinį, kad veiktų sukurta sistema. Todėl nutarta įranki patobulinti, nekeičiant jo funkcionalumo ir sąsajos su vartotoju principų. Tam atliktas perkėlimas ant *Java Servlet* platformos. Perkėlimo dėka įrankis tapo lengviau prieinamas: per internetinę naršyklę. Panaudota perspektyvi technologija *Servlet*, leidžianti naudoti ne vartotojo, o serverio resursus, supaprastinanti centralizuotą įrankio palaikymą, patobulinanti dinamiško įrankio kūrimą, naudojanti efektyvų ir lankstų priėjimą prie duomenų šaltinių, suteikianti nepriklausomumą nuo platformos.

Įrankis tapo prieinamas platesniam vartotojų ratui, dėl perspektyvių technologijų tapo lengviau ir paprasčiau palaikomas, pasiekta didesnė duomenų apsauga ir efektyvesnis centralizuotas valdymas.

## **4. INVESTICIJŲ OPTIMIZAVIMO ĮRANKIO EKSPERIMENTINIS TYRIMAS**

Investicijų optimizavimo įrankio eksperimentiniam tyrimui buvo pasirinktos 3 kompanijos – AB „Alita“, AB „Rokiškio sūris“, AB bankas Snoras – apie kurias buvo surinkta informacija [3], ir tuomet sukurto įrankio pagalba buvo sudaryta optimalių investicijų prognozė. Parametrai, nepriklausantys nuo pačios įmonės duomenų, buvo nustatomi tokie patys, kad neįtakotų investicijų optimizavimo skaičiavimo. Pasirinktų įmonių akcijų judėjimas buvo stebimas finansų maklerių įmonių internetiniuose puslapiuose. Buvo atliekamas tyrimas, ar įrankio pagalba sudaryta optimalių investicijų prognozė, pasiteisins realioje akcijų rinkoje [3].

### **4.1 Investicinis objektas AB „Alita“ akcijų rinkoje**

#### **4.1.1 Apie įmonę**

AB „Alita“ - alkoholinių gėrimų produkcijos gamintoja. Vieni iš populiariausių šios bendrovės produktų – vynai. 1996 metais AB „Alita“ pradėjo gaminti ir stipriuosius alkoholinius gėrimus. Įmonė taip pat verčiasi ir obuolių sulčių gamyba. Iš viso bendrovė gamina apie 50 pavadinimų alkoholinius gėrimus. Pagrindinės žaliavos (alkoholis, cukrus bei obuoliai) yra išsigyjamos vietinėje rinkoje. Įmonė importuoja vynuoges, įpakavimą, etiketes ir prancūzišką spiritą brendžio gamybai. AB „Alita“ savo produkciją eksportuoja į tokias šalis kaip: Vengrija, Čekija, D.Britanija, Panama, Vokietija, Lenkija bei Danija. Nuo 1984 metų bendrovė dalyvauja įvairiose tarptautinėse parodose ir konkursuose Bratislavoje, Mikulove, Sankt Peterburge, Jaltoje, Kišiniove, Rygoje, Maskvoje, Londone ir Vilniuje, kur jos gaminiai patenka į geriausiųjų sąrašus. Vartotojai ypač vertina brendį „Alita“, kuris pradėtas gaminti 1995 m. Jis gaminamas iš 5 metų ąžuolo statinėse išlaikyto prancūziško brendžio spirito.

2003 m. AB „Alita“ kokybės ir aplinkos saugos auditus atliko bei Kokybės valdymo ir Aplinkos apsaugos vadybos sistemas teigiamai įvertino Vokietijos sertifikacinės įstaigos TUV CERT specialistai.

Įstatinis "Alitos" kapitalas - 73,088 mln. litų. Kontrolinį 83,77 proc. akcijų paketą valdo UAB "Invinus", kuri priklauso Alytaus alkoholio gamybos įmonės vadovams ir buvo įkurta specialiai privatizavimui. UAB „Invinus“ bendrasavininkais yra bendrovės vadovai: V. Junevičius, V. Pečiūra, A. Stankevičius, D. Vėželis ir UAB „Šiaulių banko investicijų valdymas“, kurie 2004-01-06 nuosavybės teise įgijo 61 223 997 AB „Alita“ PVA.

Pirmąjį 2004 metų ketvirtį alkoholio gamybos bendrovės "Alita" apyvarta padidėjo 26 proc. iki 18,424 mln. litų, o pelnas - 5,2 karto iki 2,418 mln. litų, palyginti su analogišku praėjusių metų laikotarpiu.

#### 4.1.2 AB „Alita“ akcijų rinkoje

4.1 lentelė. AB „Alita“ akcijų kainos

Brangiausiai perka		Pigiausiai parduoda	
Kaina	Kiekis	Kaina	Kiekis
3.5	4555	3.56	674
3.44	860	3.59	470
3.43	3000	3.6	1629
3.42	6500	3.61	3000
3.41	1000	3.63	3000

4.2 lentelė. AB „Alita“ akcijų dienos apyvarta

Apyvarta ir kainos	
Apyvarta (Lt)	101.50
Apyvarta (vnt.)	29
Sandorių skaičius (vnt.)	1
Maksimali kaina (12:16)	3.50
Vidutinė kaina	3.50
Minimali kaina (12:16)	3.5

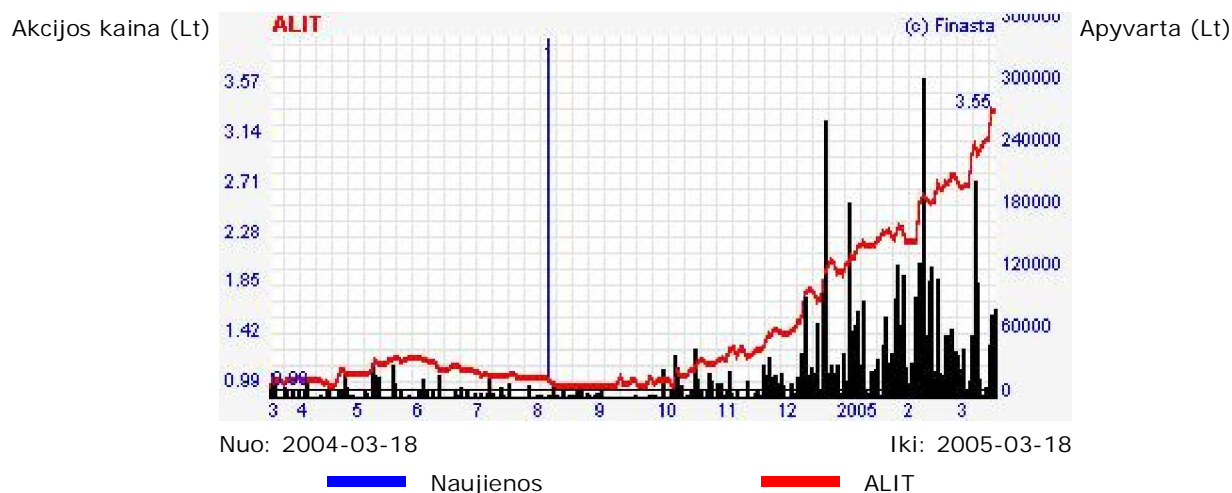
4.3 lentelė. Emisijos duomenys

Emisijos duomenys	
Pilnas pavadinimas	Alita PVA
VP CD kodas	LT0000118655
Nominali vertė	1.0
Emisijos nominali vertė	50827208
Emisijos dalis kapitale (%)	100.0
Prekybos sąrašas	Einamasis
Buhalterinė vertė	1.48 (2004-07-01)
Pelnas akcijai	0.16 (2004-07-01)
P/E rodiklis	21.31
P/BV rodiklis	2.37
Dividendai už paskut. m.	
Dividendai už 2003 m.	0.0
Dividendai už 2002 m.	0.03



#### 4.4 lentelė. Pelno (nuostolio) ataskaita ketvirčiais

		2004-07-01	2004-01-01	2003-10-01	2003-07-01	2003-04-01
Pardavimai ir paslaugos	☐☐	43,664,829	107,220,450	66,740,664	37,701,118	14,598,626
Parduotų prekių ir atliktų darbų savikaina		23,781,086	65,712,868	41,973,842	24,000,452	9,456,620
Bendrasis pelnas (nuostolis)		19,883,743	41,507,582	24,766,822	13,700,666	5,142,006
Veiklos sąnaudos		13,145,543	25,648,468	16,471,364	10,754,311	4,334,076
Veiklos pelnas (nuostolis)		6,738,200	15,859,114	8,295,458	2,946,355	807,930
Kita veikla		58,349	- 89,170	- 51,587	- 37,340	- 15,595
Finansinė ir investicinė veikla		- 371,401	- 1,910,033	- 1,948,297	- 183,479	- 196,811
Įprastinės veiklos pelnas (nuostolis)		6,425,148	13,859,911	6,295,574	2,725,536	595,524
Pagautė (ypatingasis pelnas)		0	1,503,975	1,311,521	119,848	25,919
Netekimai (ypatingieji praradimai)		0	3,747,670	868,514	231,083	156,799
Pelnas prieš apmokestinimą (nuostolis)		6,425,148	11,616,216	6,738,581	2,614,301	464,644
Pelno mokestis		1,009,424	2,414,741	1,301,388	0	0
<u>Grynasis ataskaitinių metų pelnas (nuostolis)</u>	☐☐	5,415,724	9,201,475	5,437,193	2,614,301	464,644



4.1 pav. AB „Alita“ akcijų kainų ir apyvartos grafikas

## 4.2 Investicinis objektas AB „Rokiškio sūris“ akcijų rinkoje

### 4.2.1 Apie įmonę

AB „Rokiškio sūris“ – didžiausia sūrių gamykla Baltijos šalyse ir antroji pagal apyvartą Lietuvos pieno perdirbimo bendrovė. AB „Rokiškio sūris“ turi tris filialus: Ukmergės pieninė, Utenos pienas ir Eišiškių pieninė, bei keturias dukterines įmones: AB „Varėnos pieninė“, AB „Švenčionių pieninė“, AB „Ignalinos pieninė“, ir UAB „Kalora“. Kartu jos sudaro sudaro Rokiškio sūrio grupę.

AB „Rokiškio sūris“ įstatinis kapitalas įregistruotas 1999 m. liepos 19 d. yra 47.462.700 (keturiasdešimt septyni milijonai keturi šimtai šešiasdešimt du tūkstančiai septyni šimtai) litų.

Bendras akcininkų skaičius 2004.03.30 (visuotinio akcininkų susirinkimo datai) – 6.418 akcininkų.

Besispecializuojanti fermentinių sūrių gamyboje: bendrovė gamina 50 proc. visų Lietuvoje gaminamų fermentinių sūrių. Įmonė taip pat gamina sviestą, pieno cukrų, nenugriebto pieno produktus.

2003 metais AB „Rokiškio sūris“ ir jos filialams Ukmergėje ir Utenoje suteiktas ekologiškų produktų perdirbimo įmonių statusas. Jis suteikia teisę gaminti ekologiškus produktus, juos ženklinti ekologiškų produktų sertifikavimo ženklu.

Visos šios priemonės leidžia AB „Rokiškio sūris“ grupei ir toliau išlikti pieno pramonės lydere Baltijos šalyse, sėkmingai integruotis į ES rinkas.

2003 m. gruodžio 31 d. AB „Rokiškio sūris“ įstatinis kapitalas buvo 47 462 700 litų, kuris padalintas į 4 746 270 paprastasias vardines 10 Lt nominalios vertės akcijas.

2003 m. AB „Rokiškio sūris“ Grupės produkcijos pardavimai siekė 364 mln. Lt, įskaitant 182 mln. litų Lietuvoje (50 proc.). Konsoliduotas grynasis 2003 metų pelnas buvo 14 mln 906 tūkst. Lt. Pelnas vienai akcijai – 3,31 Lt.

2003 metus lyginant su 2002 metais, AB „Rokiškio sūris“ Grupės produkcijos apyvarta sumažėjo 2,75 proc. Pagrindinė to priežastis – smarkiai kritęs JAV dolerio kursas, kas lėmė mažesnes pajamas. Kita vertus, 2004 m. numatoma daugiau orientuotis į ES rinkas, kas turės įtakos geresniems pardavimų rezultatams. Planuojama, kad 2004 m. AB „Rokiškio sūris“ grupės apyvarta viršys 400 mln. Lt.

AB „Rokiškio sūris“ grupės 2004 m. I ketvirčio konsoliduotas neaudituos grynasis veiklos pelnas - 2,1 mln. Litų.

AB „Rokiškio sūris“ grupė ir toliau įgyvendins SAPARD programos etapus, iš kurios fondų 2004 metais planuojama gauti apie 8 mln. Lt.

#### 4.2.2 AB „Rokiškio sūris“ akcijų rinkoje

4.5 lentelė. AB „Rokiškio sūris“ akcijų kainos

Brangiausiai perka		Pigiausiai parduoda	
Kaina	Kiekis	Kaina	Kiekis
74	989	74.49	30
73.5	500	74.5	1080
71.1	163	74.99	32
70	200	75	1013
-	-	76	440

#### 4.6 lentelė. AB „Rokiškio sūris“ akcijų dienos apyvarta

Apyvarta ir kainos	
Apyvarta (Lt)	814.00
Apyvarta (vnt.)	11
Sandorių skaičius (vnt.)	<a href="#">2</a>
Maksimali kaina (10:34)	74.00
Vidutinė kaina	74.00
Minimali kaina (10:34)	74.0

#### 4.7 lentelė. Emisijos duomenys

Emisijos duomenys	
Pilnas pavadinimas	Rokiškio sūris PVA
VP CD kodas	LT0000100372
Nominali vertė	10.0
Emisijos nominali vertė	47462700
Emisijos dalis kapitale (%)	100.0
Prekybos sąrašas	Oficialus
Buhalterinė vertė	40.89 (2004-09-29)
Pelnas akcijai	0.00 (2004-09-29)
P/E rodiklis	-
P/BV rodiklis	1.81
Dividendai už paskut. m.	
Dividendai už 2003 m.	4.45
Dividendai už 2002 m.	0.0



4.2 pav. AB „Rokiškio sūris“ akcijų kainų ir apyvartos grafikas

### 4.3 Investicinis objektas AB bankas Snoras akcijų rinkoje

#### 4.3.1 Apie įmonę

Bankas Snoras buvo įregistruotas 1993 metų gruodžio 23 d. Tuo metu, pagrindinis šio banko kapitalas sudarė 5,5 mln. lt. 2004 m. pradžioje tai buvo ketvirtasis pagal dydį Lietuvos komercinis bankas. Per pastarąjį ketvirtį banko nuosavas kapitalas padidėjo 2,4 mln. litų ir laikotarpio pabaigoje buvo 175,1 mln. litų. Pagal šį rodiklį bankas dabartiniu metu yra trečiasis tarp Lietuvoje veikiančių bankų.

Bankas atlieka valiutos keitimo, indėlių priėmimo, paskolų teikimo bei kitas bankines operacijas. AB banko SNORAS įregistruotas įstatinis kapitalas 2001 m. sausio mėn. 1 d. buvo 137 mln. litų. Užsienio juridiniai ir fiziniai asmenys 2003 kovo 27 d. valdė 98,6 procentus banko akcinio kapitalo.

Banko kapitalas per 2003 metus sustiprėjo ir padidėjo nuo 172,7 mln. iki 198,2 mln. litų. Banko kapitalo dydis rodo, kad ir toliau galima sėkmingai plėsti veiklą, numatant pakankamai didelį rizikos normatyvų vykdymo rezervą.

Bankas „Snoras“ per 2004 metų Bankas „Snoras“ pranešė pirmąjį 2004 m. ketvirtį uždirbęs 4 mln. 420 tūkstančių litų grynojo pelno, arba 84,7 procento daugiau negu pernai tuo pačiu metu.

Pirmąjį 2004 m. ketvirtį „Snoras“ teigia viršijęs pagrindinius planuotus šio laikotarpio veiklos rodiklius. Pirmą kartą banko turtas tapo didesnis negu 1,5 milijardo litų – 1,548 mlrd. Nuo metu pradžios jis padidėjo 189 milijonais litų, arba beveik 14 procentų. Per tą patį laikotarpį 4,4 milijono litų padidėjo akcininkų nuosavybė, kuri dabar yra 202,6 mln. litų. Indėliai taip pat augo gana sparčiai: per tris šių metų mėnesius jų banke padaugėjo 116,8 milijono litų ir dabar yra beveik 1,2 milijardo (1,199.6 mln.) litų. Gyventojų indėliai buvo 809 mln. litų, per tris mėnesius jų padaugėjo 69,7 mln. litų.

#### 4.3.2 AB bankas Snoras akcijų rinkoje

4.8 lentelė. AB banko Snoras akcijų kainos

Brangiausiai perka		Pigiausiai parduoda	
Kaina	Kiekis	Kaina	Kiekis
29.21	70	29.65	70
29.2	90	29.7	200
29.11	100	29.74	73
29.1	340	29.8	500
29.01	100	29.85	470






#### 4.9 lentelė. AB banko Snoras akcijų dienos apyvarta

Apyvarta ir kainos	
Apyvarta (Lt)	127,607.54
Apyvarta (vnt.)	4365
Sandorių skaičius (vnt.)	<a href="#">26</a>
Maksimali kaina (11:35)	29.70
Vidutinė kaina	29.23
Minimali kaina	-

#### 4.10 lentelė. Emisijos duomenys

Emisijos duomenys	
Pilnas pavadinimas	Bankas Snoras PVA
VP CD kodas	LT0000101925
Nominali vertė	10.0
Emisijos nominali vertė	75600000
Emisijos dalis kapitale (%)	55.08
Prekybos sąrašas	Einamasis
Buhalterinė vertė	15.52 (2004-10-01)
Pelnas akcijai	1.08 (2004-10-01)
P/E rodiklis	27.48
P/BV rodiklis	1.91
Dividendai už 2003 m.	0.0

#### 4.11 lentelė. Pelno (nuostolio) ataskaita ketvirčiais

Tūkst. Lt		2004-10-01	2004-07-01	2004-04-01	2004-01-01	2003-10-01
Palūkanų pajamos		52,035	32,628	15,411	56,078	42,496
Palūkanų sąnaudos		20,538	13,438	6,540	23,965	17,884
<b>GRYNOSIOS PALŪKANŲ PAJAMOS</b>		31,497	19,190	8,871	32,113	24,612
Grynosios komisinės ir mokesčių pajamos		35,199	22,636	10,182	38,662	25,160
Grynasis pelnas iš užsienio valiutos keitimo operacijų		4,805	1,077	32	11,808	7,554
Grynosios investicinės veiklos (sąnaudos) pajamos		3,922	4,562	4,146	- 4,237	3,114
Kitos veiklos pajamos		160	121	89	630	518
<b>PAJAMOS IŠ VIŠO</b>		75,583	47,586	23,320	78,976	60,958
Atidėjimai		7,713	1,107	1,267	3,957	6,150
<b>GRYNOSIOS PAJAMOS PO ATIDĖJIMŲ</b>		67,870	46,479	22,053	75,019	54,808
Atlyginimai ir socialinis draudimas		22,184	14,871	7,512	29,083	21,302
Nusidėvėjimo sąnaudos		9,640	6,831	3,532	11,244	8,393
Kitos administracinės sąnaudos		19,237	12,578	6,152	25,586	18,483
<b>PELNAS PRIEŠ APMOKESTINIMĄ</b>		16,809	12,199	4,857	9,106	6,630
Pelno mokestis		1,999	1,620	437	821	474
<b>GRYNASIS PELNAS</b>		14,810	10,579	4,420	8,285	6,156

## 4.4 Sukurto įrankio investicinės prognozės

### 4.4.1 Duomenų apie akcijas įvedimas

Sukurtaime įrankyje įvedami pasirinktų įmonių – AB „Alita“, AB „Rokiškio sūris“, AB bankas Snoras – akcijų realūs duomenys iš akcijų rinkos. Tuomet stebimos įrankio prognozės, kiek pelningos bus šios investicijos, ir rezultatai lyginami su realiais akcijų rinkos duomenimis. Taip tikrinamas įrankio prognozių pasiteisinimas realioje akcijų rinkoje.

Pavadinimas	AB "Alita"	Įmonės pavadinimas
Bankroto tikimybė %	1	Bankroto tikimybė, visiems objektams vedama vienoda
Dividendai	0.03	Dividendai už praeitus laikotarpius iš 4.3 lentelės
<b>Kainos</b>		
Minimali akcijos kaina	3.41	Minimali akcijos kaina iš 4.1 lentelės
Realī akcijos kaina	3.42	Akcijos kaina prie max kiekio iš 4.1 lentelės
Maksimali akcijos kaina	3.63	Maksimali akcijos kaina iš 4.1 lentelės
<b>Tikimybės</b>		
Minimaliai akcijos kainai %	4	Kiekio su min kaina procentas nuo bendro akcijų kiekio iš 4.1 lentelės
Realiai akcijos kainai %	26	
Maksimaliai akcijos kainai %	12	Kiekio su „realia“ kaina procentas nuo bendro akcijų kiekio iš 4.1 lentelės

Įvesti   Šalinti pažymėtus

Kiekio su max kaina procentas nuo bendro akcijų kiekio iš 4.1 lentelės

4.3 pav. AB „Alita“ akcijų duomenų įvedimas sukurtaime įrankyje

Patvirtinami AB „Alita“ akcijų duomenis, ir toliau įvedami AB „Rokiškio sūris“ akcijų duomenys.

Pavadinimas	AB "Rokiškio sūris"	Įmonės pavadinimas
Bankroto tikimybė %	1	Bankroto tikimybė, visiems objektams vedama vienoda
Dividendai	4.45	Dividendai už praeitų laikotarpių iš 4.7 lentelės
<b>Kainos</b>		
Minimali akcijos kaina	70	Minimali akcijos kaina iš 4.5 lentelės
Realiai akcijos kaina	74.5	Akcijos kaina prie max kiekio iš 4.5 lentelės
Maksimali akcijos kaina	76	Maksimali akcijos kaina iš 4.5 lentelės
<b>Tikimybės</b>		
Minimaliai akcijos kainai %	5	Kiekio su min kaina procentas nuo bendro akcijų kiekio iš 4.5 lentelės
Realiai akcijos kainai %	24	
Maksimaliai akcijos kainai %	10	Kiekio su „realia“ kaina procentas nuo bendro akcijų kiekio iš 4.5 lentelės
<input type="button" value="Įvesti"/> <input type="button" value="Šalinti pažymėtus"/>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">         Kiekio su max kaina procentas nuo bendro akcijų kiekio iš 4.5 lentelės       </div>

**4.4 pav. AB „Rokiškio sūris“ akcijų duomenų įvedimas sukurtame įrankyje**

Toliau įvedami AB banko Snoras akcijų duomenys.



Pavadinimas	AB bankas Snoras	Įmonės pavadinimas
Bankroto tikimybė %	1	Bankroto tikimybė, visiems objektams vedama vienoda
Dividendai	0	Dividendai už praeitus laikotarpius iš 4.10 lentelės
<b>Kainos</b>		
Minimali akcijos kaina	29.01	Minimali akcijos kaina iš 4.8 lentelės
Realiai akcijos kaina	29.8	Akcijos kaina prie max kiekio iš 4.8 lentelės
Maksimali akcijos kaina	29.95	Maksimali akcijos kaina iš 4.8 lentelės
<b>Tikimybės</b>		
Minimaliai akcijos kainai %	5	Kiekio su min kaina procentas nuo bendro akcijų kiekio iš 4.8 lentelės
Realiai akcijos kainai %	25	
Maksimaliai akcijos kainai %	23	Kiekio su „realia“ kaina procentas nuo bendro akcijų kiekio iš 4.8 lentelės
<input type="button" value="Įvesti"/> <input type="button" value="Šalinti pažymėtus"/>		

Kiekio su max kaina procentas nuo bendro akcijų kiekio iš 4.8 lentelės

4.5 pav. AB banko Snoras akcijų duomenų įvedamas sukurtame įrankyje

#### 4.4.2 Investavimas ir investicijų prognozės

Įvedus pasirinktų įmonių akcijų duomenis, nustatomi investavimo duomenys: koks rizikos laipsnis pasirenkamas, kiek pinigų investuojama ir pan.

Naudingumo funkcija	Reali	Pasirenkamas realus rizikos laipsnis
Vartotojo naud. f-ja	<input type="button" value="Keisti/peržiūrėti"/>	
Investavimo suma	10000	Investuojama į akcijas 10 000 Lt
Skaičiavimo metodas	Mig1	Pasirenkamas skaičiavimo metodas
Iteracijų skaičius	100	Įvedamas iteracijų skaičius – kuo didesnis tuo tikslesnė prognozė, tik ilgiau trunka skaičiavimai
Pirminių taškų skaičius	50	

Įvedamas pirminių taškų skaičius

4.6 pav. Investicijų duomenys



Pagal pasirinktą naudingumo funkciją (nuo jos priklauso pasirenkamas rizikos laipsnis) gaunama naudingumo funkcijos reikšmių lentelė:

Vartotojo naud. f-ja	
	Reali <input type="button" value="Atnaujinti"/>
0.1	0.025
0.2	0.075
0.3	0.2
0.4	0.5
0.5	0.8
0.6	0.925
0.7	0.975

**4.7 pav. Pasirinktos naudingumo funkcijos reikšmių lentelė**

Nustačius šiuos parametrus, investavimui pasirenkama iš eilės po vieną įmonę ir stebimos investicijų prognozės kiekvienai iš jų. Pirmiausiai pasirenkame AB „Alita“ akcijas ir skaičiuojamas prognozuojamas pelnas iš šių investicijų:

		Skaičiuoti	
U(x)	0.01	Investavimo objektas	Investavimo suma
Iteracija	1	AB „Alita“	10000.0
Investavimo tipas	Mfg1		
Investavimo suma	10000.0		
Pelnas	49.12		

**4.8 pav. Prognozuojamas pelnas, investavus į AB „Alita“ akcijas**

Matome, kad iš šių akcijų prognozuojamas pelnas 49,12 Lt. Toliau pasirenkamos AB „Rokiškio sūris“ akcijos ir vėl skaičiuojama prognozė:

		Skaičiuoti	
U(x)	0.01	Investavimo objektas	Investavimo suma
Iteracija	1	AB "Rokiškio sūris"	10000.0
Investavimo tipas	Mig1		
Investavimo suma	10000.0		
Pelnas	3243.0		

**4.9 pav. Prognozuojamas pelnas, investavus į AB „Rokiškio sūris“ akcijas**

Investicijoms į šias akcijas prognozuojamas pelnas sudaro jau 3243 Lt. Pasirenkame AB banko Snoras akcijas ir mėginame investuoti į jas:

		Skaičiuoti	
U(x)	0.01	Investavimo objektas	Investavimo suma
Iteracija	1	AB bankas Snoras	10000.0
Investavimo tipas	Mig1		
Investavimo suma	10000.0		
Pelnas	1476.6		

**4.10 pav. Prognozuojamas pelnas, investavus į ABbanko Snoras akcijas**

Čia prognozuojama 1476,6 Lt pelno. Iš sukurto įrankio prognozių matyti, kad didžiausias pelnas prognozuojamas iš AB „Rokiškio sūris“ akcijų, toliau pagal pelningumą eina AB banko Snoras akcijos, ir mažiausią investicinį pelną žada AB „Alita“ akcijos. Pažymėjus visų trijų įmonių akcijas ir atlikus prognozės skaičiavimą, pateikiamas optimalus investicijų portfelis, sudarytas iš visų šių įmonių akcijų.

		Skaičiuoti	
U(x)	0.0043	Investavimo objektas	Investavimo suma
Iteracija	54	AB "Alita"	101.83
Investavimo tipas	Mig1	AB "Rokiškio sūris"	429.3
Investavimo suma	10000.0	AB bankas Snoras	9468.87
Pelnas	1537.9		

**4.11 pav. Optimalus investicijų portfelis**

#### 4.4.3 Įrankio prognozių pagrįstumas

Kaip jau matėme iš sukurto įrankio prognozių pelningiausia investuoti į AB „Rokiškio sūris“ akcijas, toliau pagal pelningumą eina AB banko Snoras akcijos, ir trečios – AB „Alita“ akcijos. Šių prognozių pasitvirtinimą rodo akcijų pelno rodikliai akcijų rinkoje.

Toliau pateiktos įmonių akcijų pelningumo rodiklių lentelės, paimtos iš investicijų maklerių biržos [3].

4.12 lentelė. AB „Rokiškio sūris“ akcijų pelningumo duomenys

Rokiškio sūris PVA  
Paskutinė kaina: 77.0 2005-05-04 13:59:51

Pasirinkite kitą įmonę  
Rokiškio sūris PVA

Įmonės duomenys Įmonės naujienos Grafikai **Finansinės ataskaitos** Statistika

Paskutinių ketvirčių

	2004-09-29	2004-06-29	2004-03-30	2003-12-30	2003-09-29
Pelnas Akcijai	-	-	-	3.07	5.58
P/E	-	-	-	14.98	8.09
Buhalterinė vertė	40.89	39.19	41.86	41.35	40.04
P/BV	1.69	1.69	1.72	1.11	1.13
Grynasis pelningumas	5.56	4.87	2.61	3.99	3.33
Bendrasis pelningumas	17.61	18.18	17.34	20.27	21.07
Vidutinė turto grąža	5.58	3.17	0.72	4.95	2.66
Vidutinė akcininkų nuosavybės grąža	2.28	1.26	0.28	1.93	1.12
Bendrasis likvidumo koeficientas	1.61	1.50	1.87	1.68	1.63
Skubaus padengimo koeficientas	0.88	0.85	1.06	0.78	0.68
Skolos koeficientas	0.39	0.38	0.36	0.35	0.39
Skolos - nuosavybės koeficientas	0.63	0.60	0.55	0.54	0.63
Finansinių įsipareigojimų rodiklis	1.63	1.60	1.55	1.54	1.63

#### 4.13 lentelė. AB banko „Snoras“ akcijų pelningumo duomenys

Bankas Snoras PVA  
Paskutinė kaina: 28.0 2005-05-04 13:59:51

Pasirinkite kitą įmonę  
Bankas Snoras PVA

Paskutinių ketvirčių

Rodiklis		2004-10-01	2004-07-01	2004-04-01	2004-01-01	2003-10-01
Pelnas akcijai	<input type="checkbox"/>	1.23	1.07	0.75	0.60	0.52
P/E santykis	<input type="checkbox"/>	7.33	7.74	10.38	12.92	14.58
Buhalterinė vertė	<input type="checkbox"/>	15.52	15.21	14.76	13.18	13.03
P/BV santykis	<input type="checkbox"/>	0.58	0.55	0.53	0.59	0.59
Vidutinė turto graža	<input type="checkbox"/>	1%	1%	0%	1%	1%
Vidutinės akcininkų nuosavybės graža	<input type="checkbox"/>	8%	5%	2%	5%	4%
Palūkanas uždirbančio vidutinio turto pajamingumas	<input type="checkbox"/>	5%	5%	5%	5%	6%
Vidutinių įsipareigojimų palūkanų kaštų norma	<input type="checkbox"/>	5%	5%	5%	5%	6%
Bendra marža	<input type="checkbox"/>	0%	0%	0%	0%	0%
Bendrų pajamų - vidutinio turto santykio rodiklis	<input type="checkbox"/>	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08
Išlaidų ir pajamų santykio rodiklis	<input type="checkbox"/>	0.68	0.72	0.74	0.83	0.79
Išlaidų ir vidutinio turto santykio rodiklis	<input type="checkbox"/>	0.03	0.02	0.01	0.05	0.04
Paskolų ir indelių santykio rodiklis	<input type="checkbox"/>	0.29	0.25	0.43	0.43	0.46
Įsipareigojimų ir nuosavybės santykio rodiklis	<input type="checkbox"/>	7.68	7.84	6.64	6.40	5.64

#### 4.14 lentelė. AB „Alita“ akcijų pelningumo duomenys

Alita PVA  
Paskutinė kaina: 0.0 2005-05-04 13:59:51

Pasirinkite kitą įmonę  
Alita PVA

Paskutinių ketvirčių

		2004-07-01	2004-01-01	2003-10-01	2003-07-01	2003-04-01
Pelnas akcijai		0.16	0.13	0.06	0.05	0.04
P/E santykis	<input type="checkbox"/>	6.88	7.78	19.40	28.37	21.52
Buhalterinė vertė		1.48	1.41	1.35	1.31	1.28
P/BV santykis	<input type="checkbox"/>	0.76	0.70	0.84	0.98	0.70
Grynasis pelningumas	<input type="checkbox"/>	12.40%	8.58%	8.15%	6.93%	3.18%
Bendrasis pelningumas	<input type="checkbox"/>	45.54%	38.71%	37.11%	36.34%	35.22%
Vidutinė turto graža	<input type="checkbox"/>	10.27%	7.58%	3.86%	2.98%	2.83%
Vidutinės savininkų nuosavybės graža	<input type="checkbox"/>	11.76%	9.38%	4.26%	3.40%	3.19%
Bendrasis likvidumo koeficientas		3.92	2.58	3.60	3.46	3.54
Skubaus padengimo koeficientas		1.99	1.46	1.66	1.20	1.17
Skolos koeficientas	<input type="checkbox"/>	0.13	0.21	0.12	0.12	0.11
Skolos-nuosavybės koeficientas	<input type="checkbox"/>	0.15	0.26	0.14	0.13	0.13
Finansinių įsipareigojimų rodiklis		1.15	1.26	1.14	1.13	1.13

## 5. IŠVADOS

- Atlikta investicijų įvertinimo metodų, investavimo optimizavimo ir portfelio parinkimo galimybių analizė.
- Pristatytas investicijų įvertinimo ir optimalaus portfelio parinkimo metodo realizavimo kelias.
- Realizuojant investicijų optimizavimo įrankį, praeiti visi programų sistemų kūrimo etapai, jie dokumentuoti.
- Sukurtas investicijų optimizavimo įrankis, kurio pagalba vartotojas gali rinktis ir administruoti investavimo objektų duomenis, pasirinkti objektus investavimui, nurodyti investavimo parametrus, rezultate gauti investavimo įvertinimus ir prognozes: koks prognozuojamas pelnas iš investicijų, koks galimas optimalus investicinis portfelis su pasirinktais objektais ir įvestais investavimo duomenimis.
- Buvo atliktas tyrimas, ar įrankis atitinka kokybės standartus, kokie jo privalumai ir trūkumai lyginant su panašiais įrankiais. Tyrimų metu įrankis buvo patobulintas – perkeltas ant *Servlet* platformos. Taip jis tapo prieinamas platesniam vartotojų ratui, centralizuotas jo valdymas ir palaikymas, buvo panaudotos perspektyvios technologijos.
- Atliktas eksperimentinis sukurto įrankio investavimo prognozių tyrimas. Įrankio prognozės buvo lyginamos su realiais investavimo duomenimis iš akcijų maklerių biržos. Gauti rezultatai parodė, jog įrankio prognozės atitiko realų akcijų pelningumą.
- Sukurtas įrankis gali būti sėkmingai panaudotas vartotojų, norinčių sėkmingai investuoti ir gauti kuo didesnę pelną, bei studentų, studijuojančių mokslus, susijusius su investavimu.

## LITERATŪRA

1. Finansai & Investicijos. Investicijų efektyvumo nustatymas [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2005 m. kovo 2 d.]. Prieiga per internetą: <<http://finansai.tripod.com/efektyvumas.htm>>
2. Finansai & Investicijos. Pagrindinės sąvokos, ekonominė esmė, formos bei teisinis reglamentavimas [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2005 m. kovo 4 d.]. Prieiga per internetą: <<http://finansai.tripod.com/investicijos.htm>>
3. Finansų maklerio įmonė [interaktyvus]. Finasta – [Žiūrėta 2005 m. balandžio 21 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.finasta.lt/index.cfm>>
4. IPV – investicijų portfelių valdymas. „NSEL 30 indekso fonde“ – milijoninės investicijos [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2005 m. balandžio 21 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.ipv.lt/lt.php/news.nid.14>>
5. Lietuvos matematikos ir informatikos institutas. Investicijų matematika [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2005 m. kovo 24 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.mii.lt>>
6. Limanauskienė V., Motiejūnas K. Metodiniai nurodymai vartotojo dokumentacijai [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2004 m. spalio 12 d.]. Prieiga per internetą: <[http://www.soften.ktu.lt/~virga/mag\\_atmintine/3sem/vartotojo.doc](http://www.soften.ktu.lt/~virga/mag_atmintine/3sem/vartotojo.doc)>
7. Matematikos enciklopedija [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2004 m. lapkričio 14 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.astro.virginia.edu/~eww6n/math/math.html>>
8. Monte Carlo metodas [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2005 m. balandžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <[http://www.itpa.lt/mathematica/24Monte\\_Carlo.html](http://www.itpa.lt/mathematica/24Monte_Carlo.html)>
9. Prof. J. Mockaus interneto svetainė, skirta optimizavimui [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2005 m. kovo 23 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.soften.ktu.lt/~mockus>>
10. Virtuali matematikos biblioteka [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2005 m. sausio 24 d.]. Prieiga per internetą: <<http://euclid.math.fsu.edu/Science/math.html>>
11. A Software Design Specification Template [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2004 m. spalio 11 d.]. Prieiga per internetą: <[A Software Design Specification Template // http://www.enteract.com/~bradapp/docs/sdd.html](http://www.enteract.com/~bradapp/docs/sdd.html)>
12. Binder K. Monte Carlo methods in statistical physics. Springer, Berlin, 1987.
13. Binder K., Heermann D. W. Monte Carlo simulation in statistical physics. Springer, Berlin, 1988.
14. Department for CASE Tools of the Institute for System Programming, Russian Academy of Sciences. Department for CASE Tools, Moscow City, Hot News [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2004 m. gruodžio 2 d.]. Prieiga per internetą: <<http://case.ispras.ru>>
15. Excel Software. Tools for UML, Data, Process and Real-Time Modeling, Requirements Traceability and Bug Tracking [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2004 m. lapkričio 29 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.excelsoftware.com>>
16. Extreme Programming [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2005 m. gruodžio 12 d.]. Prieiga per internetą: <[www.extremeprogramming.org/](http://www.extremeprogramming.org/)>
17. HP.com Home [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2004 m. spalio 14 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.architecture.external.hp.com/Download/download.htm>>

18. Jacoboni C., Reggiani L. The Monte Carlo method for the solution of charge transport in semiconductors with application to covalent materials. – 1983 –. Rev. Mod. Phys. Vol. 55, No3., p.645-705
19. Perold A.F. Large-Scale Portfolio Optimization. – Management Science 30, 1984, p. 1143-1160
20. Portfolio optimization. NEOS demo [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2005 m. balandžio 19 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www-fp.mcs.anl.gov/otc/Guide/CaseStudies/port/>>
21. Rational Software Corporation. UML Resource center [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2004 m. lapkričio 27 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.rational.com/uml/index.jsp> >
22. UML. Notation Guide. Rational Software Corporation [interaktyvus]. – [Žiūrėta 2004 m. gruodžio 8 d.]. Prieiga per internetą: <[www.rational.com/uml](http://www.rational.com/uml)>

## SANTRUMPŲ IR TERMINŲ ŽODYNAS

**API** (Abbreviation of Application Program Interface) – taikomosios programos sąsaja.

**DB** – duomenų bazė.

**DBMS** (Database Management System) – duomenų bazių valdymo sistema.

**Dividendai** – gautos pajamos iš investicijų į akcijas arba nekilnojamą turtą.

**JDBC** (Java Database Connectivity) – *Java* jungtis prie duomenų bazės.

**JSP** (JavaServer Pages) – *Java* puslapiai, skirti dinaminių *web* puslapių atvaizdavimui.

**ODBC** (Open DataBase Connectivity) – standartinis duomenų bazių priėjimo metodas.

**Palūkanos** – gautos pajamos iš investicijų į banką.

**UML** (Unified Modeling Language) – unifikuota modeliavimo kalba.

**URL** (Uniform Resource Locator) – *web* globalus adresas dokumento ar kitokio šaltinio.

**XML** (Extensible Markup Language) – išplėstinio žymėjimo kalba, skirta lankščiam informacijos pateikimui *web* puslapiuose ir kitur.

**Žemės mokestis** – mokestis, atskaitomas už nekilnojamo turto žemes.

**Web** (World Wide Web) – pasaulinis internetinis tinklas.



# **PRIEDAI**

# 1 priedas. Investicijų optimizavimo įrankio vartotojo vadovas

## 1. Sistemos funkcinis aprašymas

### 1.1 Paskirtis

Portfelio uždavinio tikslas yra maksimizuoti vidutinį naudingumą, gaunamais optimalaus turimo kapitalo paskirstymo tarp kelių objektų su skirtingais patikimumo parametrais. Mūsų atveju uždavinio sprendimą realizuojanti programa pateikia investuotojui atsakymą, kokią dalį savo kapitalo, į kurį banką ar akcijas reikia investuoti, kad visas paskirstytas kapitalas atneštų maksimalią naudą.

### 1.2 Pagrindinės funkcijos

- § Optimizavimo metodų administravimas.
- § Naudingumo funkcijos skaičiavimų administravimas.
- § Investavimo objektų administravimas.
- § Skaičiavimų eigos ir rezultatų atvaizdavimas.
- § Optimizavimo metodo pasirinkimas.
- § Naudingumo funkcijos skaičiavimo būdo pasirinkimas.
- § Investavimo objekto patikimumo įvertinimas.

## 2. Vartotojo atmintinė

### 2.1 Vartotojai

Projekto vartotojai gali būti asmenys, suinteresuoti optimaliai (su mažiausia rizika bei didžiausiomis palūkanomis) atlikti investicijas. Tai ypač svarbu, kai situacija rinkoje nėra nusistovėjusi, ir vienareikšmiškai negalima priimti sprendimo. Šis projektas padės atlikti rinkos analizę bei priimti tuo laiko momentu optimalų sprendimą.

Programinės įrangos vartotojai – įvairios įstaigos ir organizacijos, taip pat pavieniai asmenys, kurie yra suinteresuoti optimaliu investicijų paskirstymu. Programinė įranga nėra reikli vartotojų atžvilgiu, t.y. ji orientuota į vartotoją, turintį minimalų informacinį raštingumą, pakanka mokėti naudotis internetinėmis naršyklėmis, bei turintį bendrą suvokimą apie investicijas, akcijas, obligacijas, bankų palūkanas bei kai kuriuos investicinių įstaigų patikimumo rodiklius, pvz. akcijų likvidumą.


## **2.2 Bendras naudojimasis įrankiu**


- § Vartotojas prisijungia savo vardu.
- § Jei nėra duomenų apie reikalingą banką, įvedami duomenys apie banką, jo palūkanas ir bankroto tikimybę.
- § Jei nėra duomenų apie reikalingas akcijas, duomenų įvedimas.
- § Jei nėra duomenų apie nekilnojamą turtą, į kurį norima investuoti, reikiamų duomenų įvedimas.
- § Nustatomi investavimo parametrai.
- § Pasirenkami objektai investavimui.
- § Skaičiuojama investicijų nauda.
- § Sudaroma investicijų naudingumo funkcija.

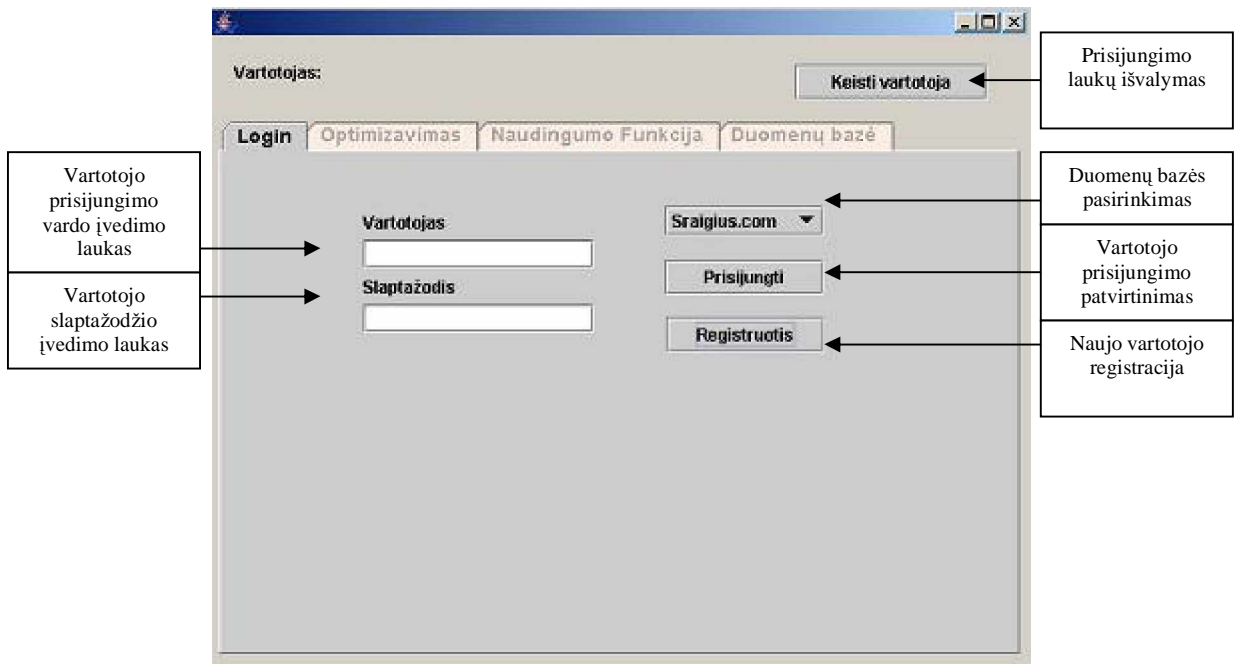
**Pastaba.** Detalų naudojimosi įrankiu aprašymą ir išėjimą iš klaidingų situacijų rasite 3 skyriuje, kuriame detalizuojamas vartotojo darbas su įrankiu.

## **3. Detalus vartotojo vadovas**

### **3.1 Vartotojo prisijungimas**

Jei esate naujas vartotojas, neregistruotas sistemoje, spauskite mygtuką  ir registruokitės sistemoje.

Jei esate vartotojas, registruotas sistemoje, pasirinkite duomenų bazę, įveskite prisijungimo vardą ir slaptažodį bei spauskite mygtuką .



13 pav. Vartotojo prisijungimas

Jei nebuvo registruotas sistemoje, matysite ekrane pranešimą, kad turite prisiregistruoti sistemoje.

Jei buvote registruotas sistemoje, prisijungsite prie investicijų optimizavimo sistemos.


### 3.2 Duomenų apie investicijų objektus administravimas


#### 3.2.1 Bankai

Pasirinkus meniu punktą *Duomenų įvedimas->Bankai*, galima matyti įvestus duomenis apie bankus, įvesti naujus duomenis ir trinti banko duomenis iš duomenų bazės.



14 pav. Bankų duomenys

Jei norite įvesti naują banką, įvedimo laukeliuose įveskite banko duomenis ir spauskite mygtuką .

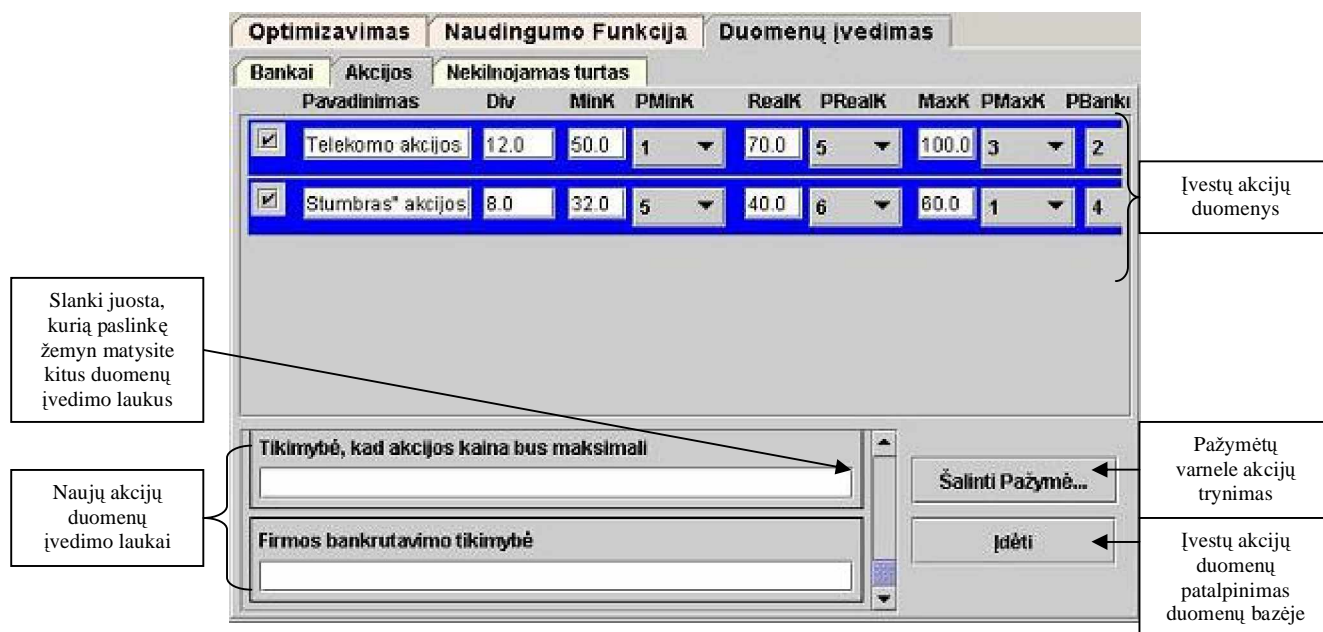
Jei norite ištrinti banko duomenis iš duomenų bazės, palikite pažymėtą varnelę tik trinamą banką ir spauskite mygtuką .

Pasikeitus banko palūkanų normai, ją galima pakeisti iš išskleidžiamo sąrašo:




### 3.2.2 Akcijos

Pasirinkus meniu punktą *Duomenų įvedimas->Akcijos*, galima matyti įvestus duomenis apie akcijas, įvesti naujus duomenis ir trinti akcijų duomenis iš duomenų bazės.




15 pav. Akcijų duomenys

Jei norite įvesti naujas akcijas, įvedimo laukeliuose įveskite akcijų duomenis ir spauskite mygtuką .

Akcijų duomenų laukai:

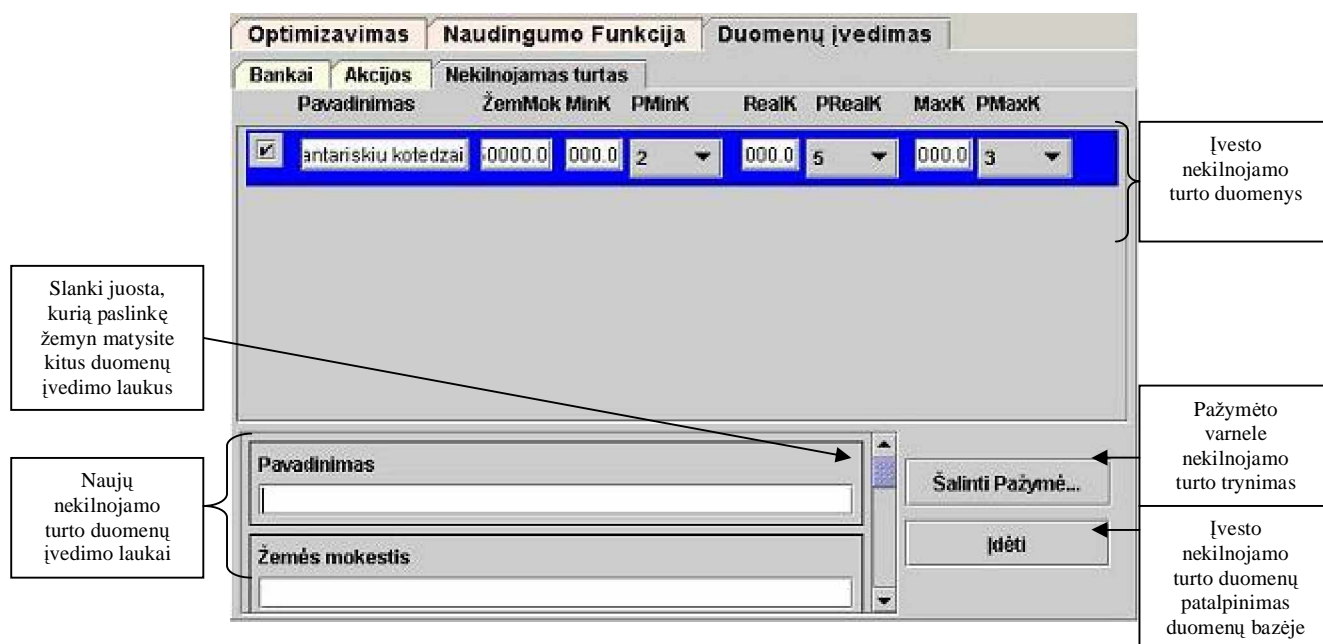
- § Akcijų pavadinimas.
- § Dividendų dydis.

- § Minimali akcijų kaina.
- § Tikimybė, kad akcijų kaina bus minimali.
- § Reali akcijų kaina.
- § Tikimybė, kad akcijų kaina bus reali.
- § Maksimali akcijų kaina.
- § Tikimybė, kad akcijų kaina bus maksimali.
- § Firmos bankrutavimo tikimybė.


Jei norite ištrinti akcijų duomenis iš duomenų bazės, palikite pažymėtas varnele tik trinamas akcijas ir spauskite mygtuką .

### 3.2.3 Nekilnojamas turtas

Pasirinkus meniu punktą *Duomenų įvedimas->Nekilnojamas turtas*, galima matyti įvestus duomenis apie nekilnojamą turtą, įvesti naujus duomenis ir trinti nekilnojamo turto duomenis iš duomenų bazės.




16 pav. Nekilnojamo turto duomenys

Jei norite įvesti naują nekilnojamą turtą, įvedimo laukeliuose įveskite nekilnojamo turto duomenis ir spauskite mygtuką .

Nekilnojamo turto duomenų laukai:

- § Nekilnojamo turto pavadinimas.
- § Žemės mokestis.
- § Minimali nekilnojamo turto kaina.

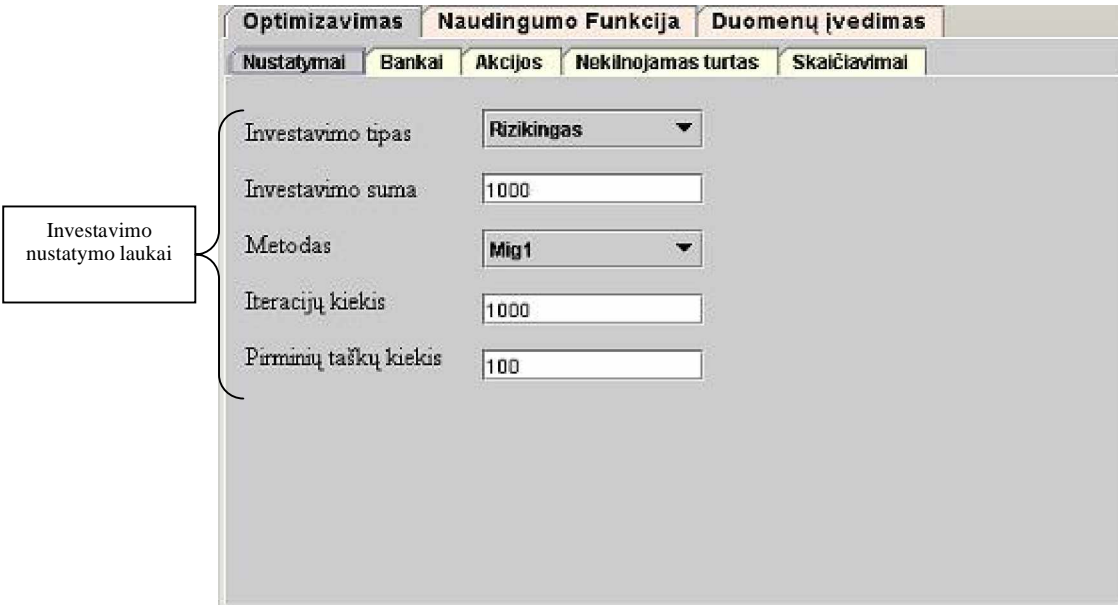
- § Tikimybė, kad nekilnojamo turto kaina bus minimali.
- § Reali nekilnojamo turto kaina.
- § Tikimybė, kad nekilnojamo turto kaina bus reali.
- § Maksimali nekilnojamo turto kaina.
- § Tikimybė, kad nekilnojamo turto kaina bus maksimali.

Jei norite ištrinti nekilnojamo turto duomenis iš duomenų bazės, palikite pažymėtą varnelę tik trinamą nekilnojamą turtą ir spauskite mygtuką .

### 3.3 Investavimo parametrų nustatymas ir investicijų skaičiavimas

#### 3.3.1 Investavimo nustatymai

Pasirinkus meniu punktą *Optimizavimas->Nustatymai*, galima nustatyti investavimo parametrus.



**17 pav.** Investavimo nustatymai

Norint gauti investicijų optimizavimo apskaičiavimus, reikia nurodyti investavimo tokius parametrus:

- § *Investavimo tipas* – pasirinkite investavimo tipą, pagal kurį bus paskirstomos investicijos, įvertinant pelno ir rizikos santykį (Rizikingas – nepaisantis didesnės rizikos, bet siekiantis didesnio pelno; Turtingas – siekiantis didesnio pelno, bet vengiantis didelės rizikos; Atsargus – investuojantis su kuo mažesne rizika, nepaisant, mažesnio pelno; Realus – besiremiantis realiom galimybėm ir realiausiu pelnu).
- § *Investavimo suma* – įveskite sumą, kurią norėtumėte investuoti į objektus, kuriuos pasirinksite kitame punkte.

- § *Metodas* – pasirinkite investicijų optimizavimo skaičiavimo metodą (Mig1 – ieško pačio optimaliausio investavimo, skaičiuodamas pagal įvestą iteracijų ir pirminių taškų kiekius; Glopt – optimizavimo metodas, sudedantis investavimo optimizavimo grafike pirminius taškus ir ieškantis optimalios jų reikšmės, ir taip nurodytą iteracijų skaičių; Bayes – optimizavimo metodas, kai investavimo optimizavimo grafike sudaromas tinklelis, kuriame ieškamos optimalios investicijos).
- § *Iteracijų kiekis* – kiekis pasikartojimų, optimalių investicijų skaičiavimui, iš kurių išrenkamas optimaliausias variantas.
- § *Pirminių taškų kiekis* – taškų kiekis investicijų optimizavimo grafike, pagal kuriuos skaičiuojamas optimaliausias investavimas.

### 3.3.2 Bankai investavimui

Pasirinkus meniu punktą *Optimizavimas->Bankai*, galima pasirinkti bankus, per kuriuos norite investuoti.



18 pav. Bankai investavimui

Palikite pažymėtus varnelėmis tik tuos bankus, per kuriuos norite investuoti.

### 3.3.3 Akcijos investavimui

Pasirinkus meniu punktą *Optimizavimas->Akcijos*, galima pasirinkti akcijas, į kurias norite investuoti.



	Pavadinimas	Div	MinK	PMinK	RealK	PRealK	MaxK	PMaxK	PBank
<input checked="" type="checkbox"/>	Telekomo akcijos	12.0	50.0	1	70.0	5	100.0	3	2
<input checked="" type="checkbox"/>	Stumbras" akcijos	8.0	32.0	5	40.0	6	60.0	1	4

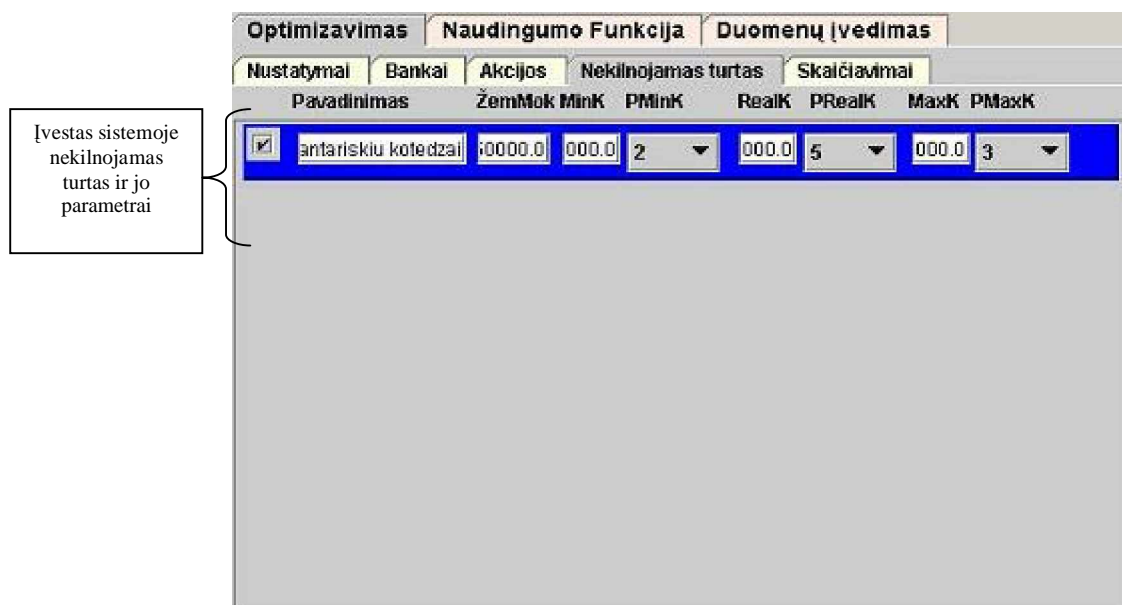
19 pav. Akcijos investavimui

Palikite pažymėtas varnelėmis tik tas akcijas, į kurias norite investuoti, įvertinę akcijų parametrus:

- § *Div* – dividendai.
- § *MinK* – minimali akcijų kaina.
- § *PMinK* – tikimybė, kad akcijų kaina bus minimali.
- § *RealK* – reali akcijų kaina.
- § *PRealK* – tikimybė, kad akcijų kaina bus reali.
- § *MaxK* – maksimali akcijų kaina.
- § *PMaxK* – tikimybė, kad akcijų kaina bus maksimali.
- § *PBank* – tikimybė, kad objektas bankrutuos.

### 3.3.4 Nekilnojamas turtas investavimui

Pasirinkus meniu punktą *Optimizavimas->Nekilnojamas turtas*, galima pasirinkti nekilnojamą turtą, į kurį norite investuoti.



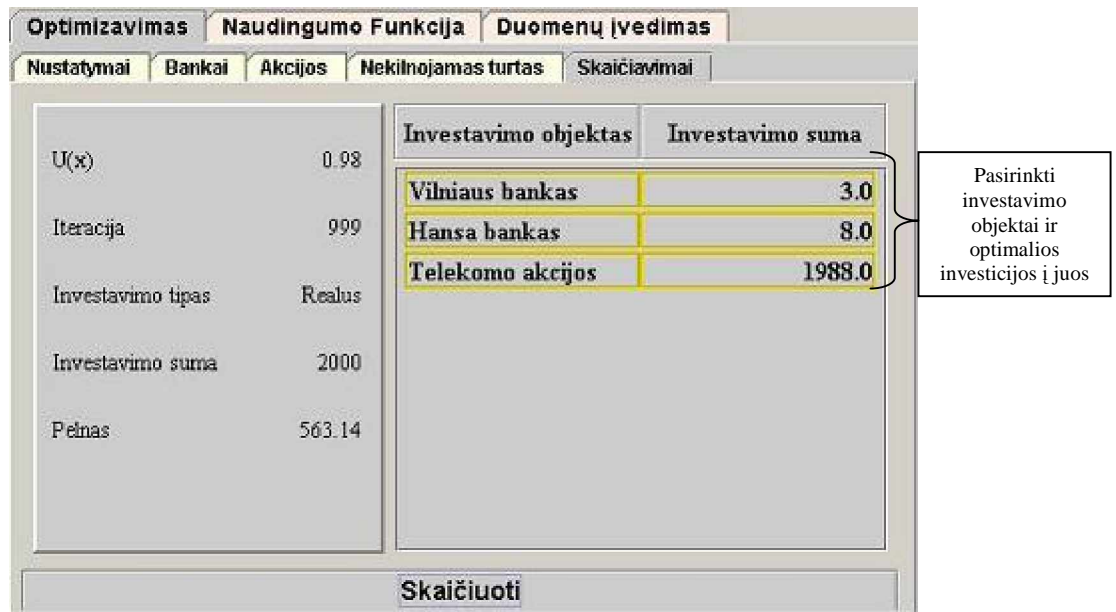
**20 pav.** Nekilnojamas turtas investavimui

Palikite pažymėtą varnelėmis tik tą nekilnojamą turtą, į kurį norite investuoti, įvertinę nekilnojamo turto parametrus:

- § *ŽemMok* – žemės mokestis.
- § *MinK* – minimali nekilnojamo turto kaina.
- § *PMinK* – tikimybė, kad nekilnojamo turto kaina bus minimali.
- § *RealK* – reali nekilnojamo turto kaina.
- § *PRealK* – tikimybė, kad nekilnojamo turto kaina bus reali.
- § *MaxK* – maksimali nekilnojamo turto kaina.
- § *PMaxK* – tikimybė, kad nekilnojamo turto kaina bus maksimali.

### 3.3.5 Investicijų optimizavimo skaičiavimas

Pasirinkus meniu punktą *Optimizavimas->Skaičiavimas*, galima apskaičiuoti optimalias investicijas pagal nurodytus investavimo parametrus.



21 pav. Optimalių investicijų skaičiavimas

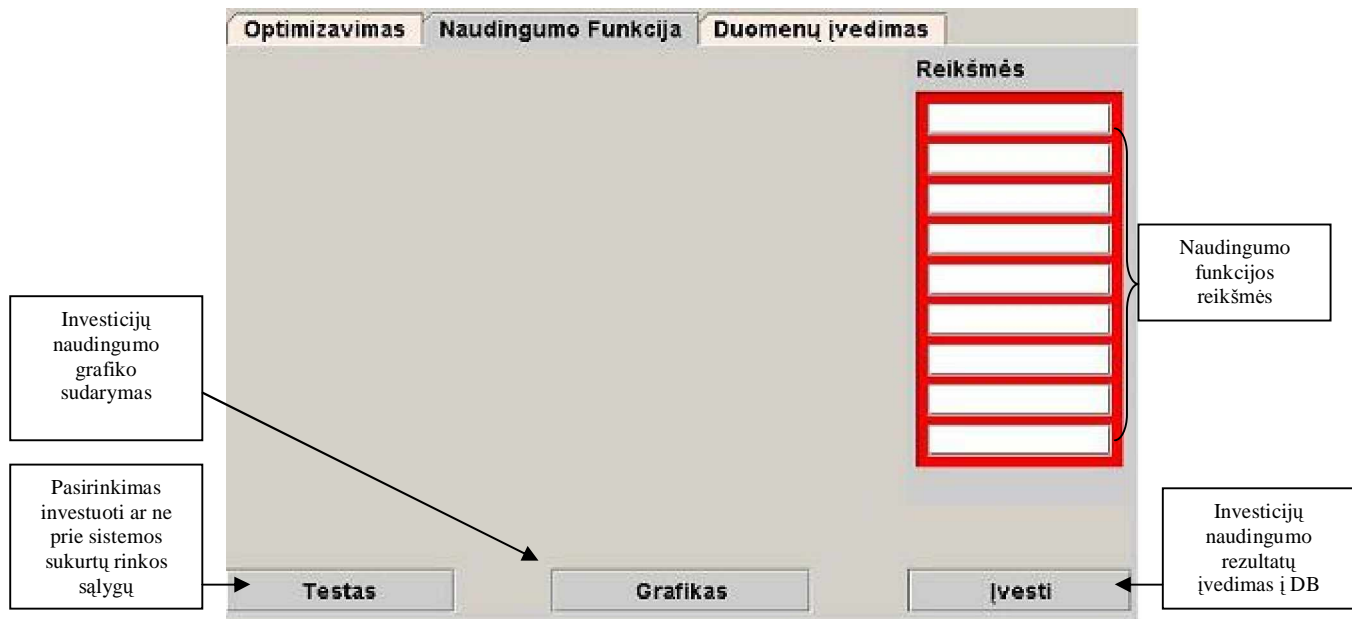
Spauskite mygtuką **Skaiciuoti** optimalių investicijų apskaičiavimui. Dešiniojoje lentelėje pamatysite pasirinktus investavimui objektus ir optimaliai sistemos padalintas investicijas į juos pagal nurodytus investavimo parametrus.

Kairėje matysite investicijų optimizavimo skaičiavimų rezultatus:

- §  $U(x)$  – naudingumo funkcijos reikšmė.
- § *Iteracija* – atliktų iteracijų skaičius.
- § *Investavimo tipas* – Jūsų pasirinktas investavimo tipas.
- § *Investavimo suma* – Jūsų investuota suma.
- § *Pelnas* – pelnas iš optimizuotų investicijų per metus.

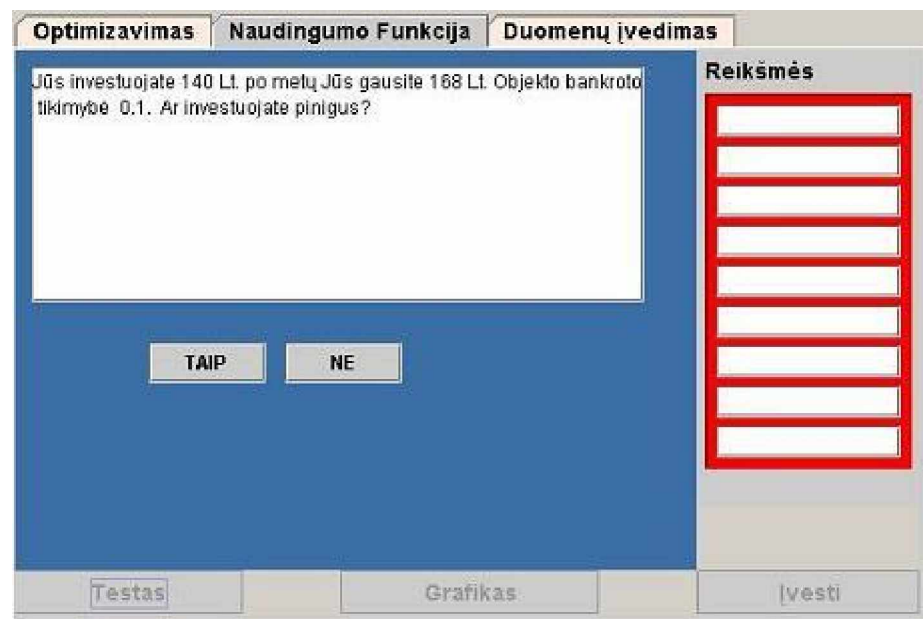
### 3.4 Naudingumo funkcijos sudarymas

Pasirinkus meniu punktą *Naudingumo funkcija*, galima sudaryti investicijų naudingumo funkciją.



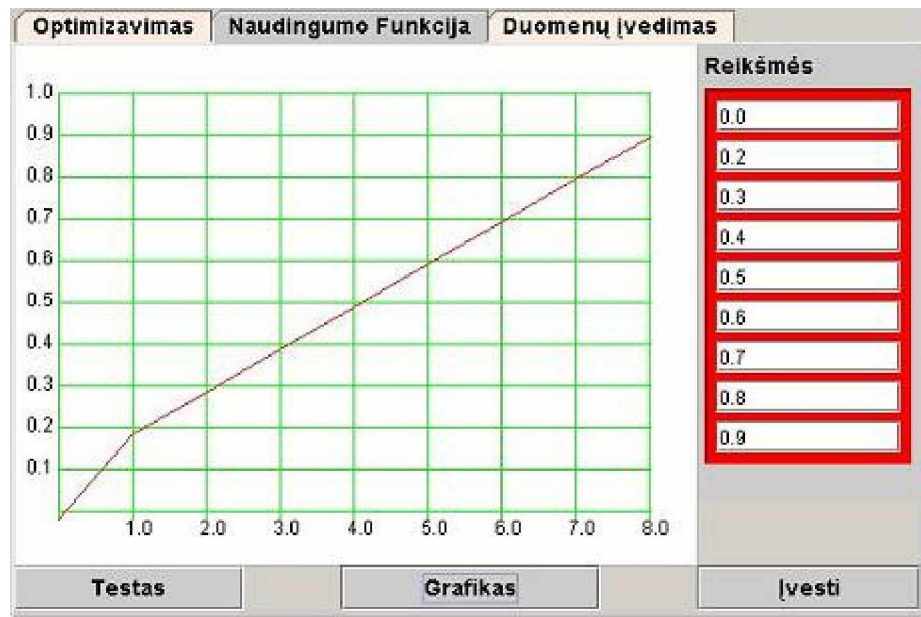
22 pav. Naudingumo funkcijos sudarymas

Jei norite patikrinti savo investicijų naudingumą, spauskite mygtuką **Testas**. Atsakinėkite į klausimus, ar norite investuoti, ar ne, spaudydami atitinkami mygtukus **TAIP** arba **NE** (žr. 11 pav.), atsižvelgiant į aprašytą investicijų naudą bei riziką.



23 pav. Sistemos sukurta investavimo rinka

Atsakę į visus sistemos klausimus, lentelėje pamatysite Jūsų pasirinktų investavimo sprendimų naudingumo reikšmes. Jei norite pamatyti investavimo naudingumo funkciją grafiniu pavidalu, spauskite mygtuką **Grafikas**.



24 pav. Investicijų naudingumo funkcija

### 3.5 Pranešimas „Klaida“

Sistema tikrina duomenų loginį teisingumą, jei patvirtinant duomenų įvedimą pamatėte pranešimą „Klaida“ (kaip pvz., 25 pav.), spauskite mygtuką **OK** ir ieškokite raudonai nuspalvintų laukų – taip sistema pažymi neteisingai užpildytus duomenų laukus.



25 pav. Klaidos pranešimas

## 4. Sistemos instaliavimo dokumentas

### 4.1 Programinė įranga ir aplinka

Nagrinėjamas įrankis pritaikytas Windows OS. Tinka visos versijos nuo Win98.

Kai kuriose OS gali kilti problemų su lietuvių kalba, į tai reikėtų atsižvelgti diegiant produktą.

Įrankis programiškai realizuotas su programavimo kalba Java apletais.

Duomenų bazė realizuota su Microsoft Access 2000, ji patalpinta viešame serveryje, prie kurio prieinama internetu. Joje talpinami vartotojų ir investicijų duomenys.

### 4.2 Techniniai reikalavimai

- §  $\geq 125$  Mb RAM;
- §  $\geq 400$  MHz CPU;
- §  $\geq 600$  Mb laisvos atminties PC kietajame diske;
- § Prieiga prie interneto.

### 4.3 Įrankio diegimas

Nukopijuojami failai į kompiuterio kietąjį diską, į direktorija pavadintą bet koku pavadinimu.

Programinės įrangos failų rinkinys (apibraukti failai – būtini):



Programos veikimui būtina prieiga prie interneto.

## 5. Sistemos administratoriaus vadovas

Nagrinėjamas įrankis pritaikytas Windows OS. Tinka visos versijos nuo Win98.

Įrankis programiškai realizuotas su programavimo kalba Java apletais.

Duomenų bazė realizuota su Microsoft Access 2000, ji patalpinta viešame serveryje, su kurio sistema susijungia per internetą. Joje talpinami vartotojų ir investicijų duomenys.