

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**KAUNO HUMANITARINIS FAKULTETAS**

**INFORMATIKOS KATEDRA**

Verslo informatikos studijų programa

Kodas 62109P101

**MANTAS KILIUS**

**MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS**

**INVESTICINIŲ PROJEKTŲ VERTINIMAS REMIANTIS**  
**LOGISTINIŲ MODELIU**

Kaunas 2008

**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**KAUNO HUMANITARINIS FAKULTETAS**

**INFORMATIKOS KATEDRA**

**MANTAS KILIUS**

**MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS**

**INVESTICINIŲ PROJEKTŲ VERTINIMAS REMIANTIS**  
**LOGISTINIŲ MODELIU**

Leidžiama ginti \_\_\_\_\_

Magistrantas \_\_\_\_\_  
(parašas)

Darbo vadovas \_\_\_\_\_  
(parašas)

Docentas, Dr. Stasys Albinas Girdzijauskas  
(darbo vadovo mokslinis laipsnis, mokslo pedagoginis vardas,  
vardas ir pavardė)

Darbo įteikimo data \_\_\_\_\_

Registracijos Nr. \_\_\_\_\_

Kaunas 2008

## TURINYS

<b>SANTRUMPŲ SARAŠAS</b> .....	<b>4</b>
<b>PAVEIKSLŲ SARAŠAS</b> .....	<b>5</b>
<b>LENTELIŲ SARAŠAS</b> .....	<b>7</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>8</b>
<b>ĮVADAS</b> .....	<b>9</b>
<b>1. TEORINIS SKYRIUS</b> .....	<b>12</b>
1.1 EkspONENTINIO KITIMO TAISYKLĖ.....	13
1.2 LOGISTINIO KITIMO TAISYKLĖ .....	14
1.3 Paprastojo ir logistinio kitimo palyginimas .....	16
1.4 Vidinės pelno normos metodas .....	19
1.5 Modifikuotos vidinės pelno normos metodas .....	19
1.6 Logistinis vidinės pelno normos metodas.....	20
1.7 Logistinis modifikuotos vidinės pelno normos metodas .....	20
<b>2. ANALITINIS SKYRIUS</b> .....	<b>22</b>
2.1 Kapitalo kaupimas Brazilijos ekonomikoje.....	22
2.2 Įvadas į ekonomikos dinamiką.....	25
2.3 Esamos programinės įrangos apžvalga.....	31
<b>3. SIŪLOMO SPRENDIMO METODIKA</b> .....	<b>36</b>
3.1 Kredito padengimo skaičiuoklė (versija 2.0).....	36
3.2 Loglet Lab programos aprašymas .....	39
3.3 Logistinio augimo ir kitimo pavyzdys: Loglet Lab programos matematika. ....	50
<b>4. EKSPERIMENTINIS SKYRIUS</b> .....	<b>62</b>
4.1 Duomenų rinkimas .....	62
4.1.1 Trumpalaikės investicijos.....	62
4.1.2 Ilgalaikės investicijos .....	63
4.2 Duomenų apdorojimas ir analizė .....	65
4.2.1 Trumpalaikės investicijos.....	65
4.2.2 Ilgalaikės investicijos .....	69
4.3 Rezultatų patikimumo tikrinimas.....	72
4.4 Rezultatų analizė, interpretavimas ir apibendrinimas.....	75
<b>IŠVADOS IR PASIŪLYMAI</b> .....	<b>77</b>
<b>NAUDOTOS LITERATŪROS SARAŠAS</b> .....	<b>78</b>

## **SANTRUMPŲ SĄRAŠAS**

**NPV** – *Net Present Value* - Grynoji dabartinė vertė

**LNPV** – *Logistic Net Present Value* – Logistinė grynoji dabartinė vertė

**IRR** – *Internal Rate of Return* – Vidinė pelno norma

**LIRR** – *Logistic Internal Rate of Return* – Logistinė Vidinė pelno norma

**MLIRR**- *Modified Logistic Internal Rate of Return* - Logistinė modifikuota vidinė pelno norma

**SPV** – sąlyginis piniginis vienetas.

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

Pav. 1	Kaupimo modelio struktūrinė schema.....	13
Pav. 2	Logistinis populiacijos augimo modelis (logistinė augimo kreivė) .....	16
Pav. 3	Produkto kaupimo grafikas .....	17
Pav. 4	Logistinės būsimosios vertės priklausomybė nuo laiko, prie skirtingų prisotinimų...	18
Pav. 5	Būsimosios vertės priklausomybė nuo pradinio prisotino, prie skirtingų terminų .	18
Pav. 6	Kapitalo augimo rodikliai (1).....	23
Pav. 7	Kapitalo augimo tempas Brazilijoje prieš 1970 .....	24
Pav. 8	Kapitalo augimas Brazilijoje (3) .....	25
Pav. 9	Kintamojo $x$ seką bėgant laikui.....	28
Pav. 10	Pardavimai mažės greičiu $r$ , proporcingu to meto pardavimams .....	29
Pav. 11	Pardavimai su reklama .....	30
Pav. 12	S-formos kreivė (sigmoidė).....	30
Pav. 13	Procentinis telefonų savininkų kiekis.....	31
Pav. 14	Kredito padengimo skaičiuoklė (v2.0) .....	36
Pav. 15	Kredito padengimo skaičiuoklė v1.0.....	37
Pav. 16	LNPV priklausomybė nuo diskonto normos.....	39
Pav. 17	Loglet Lab sukurtas primityvus modelis.....	40
Pav. 18	Loglet Lab modelis "Saulėgrąžos augimas" .....	41
Pav. 19	„Saulėgrąžos augimas“ po Fisher Pry transformacijos .....	42
Pav. 20	Bell curves“ transformacija.....	42
Pav. 21	Modelio paklaidos .....	42
Pav. 22	Dvi kreivės viename modelyje.....	43
Pav. 23	Dvi kreivės viename modelyje.....	44
Pav. 24	Fisher Pry ir Bell curves transformacijos.....	45
Pav. 25	Prisotino kitimo intervalas.....	45
Pav. 26	Prisotino kitimo intervalas užfiksavus laiką.....	46
Pav. 27	Triukšmo duomenų išskyrimas.....	47
Pav. 28	Logistinis keitimasis ( <i>substitution</i> ).....	48
Pav. 29	Naujo konkurento įvedimas.....	49
Pav. 30	Naujo konkurento įtaka.....	50
Pav. 31	Paprastas ir logistinis augimas.....	51
Pav. 32	Bakterijų dauginimosi ( <i>Petri dish</i> ) modelis.....	53
Pav. 33	Fisher Pry transformacija.....	53

Pav. 34 Sudėtinės logistinės kreivės ir jų transformacija.....	54
Pav. 35 Multi-logistinis modelis - suma kelių logistinių kreivių.....	55
Pav. 36 Duomenys ir pritaikyta kreivė.....	56
Pav. 37 Paklaidų vektorius.....	56
Pav. 38 Kasečių, plokštelių ir diskų taškai, nuo 1977 iki 1996 metų.....	58
Pav. 39 Įrašų laikmenų logistinis kitimo modelis.....	59
Pav. 40 Naujo dalyvio įtaka.....	60
Pav. 41 Transporto kelių pasidalinimas.....	61
Pav. 42 Grafinis išlaidų pavaizdavimas.....	63
Pav. 43 Augimų palyginimas.....	65
Pav. 44 LNPV priklausomybė nuo diskonto normos.....	67
Pav. 45 Skaičiuoklės rezultatai.....	68
Pav. 46 Investicinių projektų LNPV priklausomybės palyginimas.....	69
Pav. 47 Investicinių projektų vidinės pelno normos.....	69
Pav. 48 Logistinis investicijų modelis Loglet Lab programoje.....	71
Pav. 49 Logistinis investicijų modelis po Fisher Pry transformacijos.....	71
Pav. 50 Pristotinio apytikslis įvertinimas.....	73
Pav. 51 Fisher Pry kreivė triukšmingų duomenų.....	74
Pav. 52 Ribinio kapitalo palyginimas.....	74
Pav. 53 Logistinis modelis išskyrus triukšmingus duomenis.....	75
Pav. 54 Fisher Pry kreivė išskyrus triukšmingus duomenis.....	75

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

Lentelė 1 Penkmečio vidutiniai įverčiai.....	23
Lentelė 2 Trimečiai vidutiniai rodikliai .....	24
Lentelė 3 Realiojo kapitalo palyginimas su prognozuotu pagal „iki 70-ųjų“ modelį. ....	24
Lentelė 4 Nagrinėjamų programų palyginimas .....	34
Lentelė 5 Programos vykdomi skaičiavimai .....	37
Lentelė 6 Pinigų srautas .....	38
Lentelė 7 Saulėgražos augimas .....	41
Lentelė 8 Atominių bandymų kiekis 1945-1991 metais .....	43
Lentelė 9 Įrašų laikmenų pasiskirstymas. ....	47
Lentelė 10 Investicinio projekto variantai.....	62
Lentelė 11 Prognozuojami eksponentiniai duomenys.....	64
Lentelė 12 Prognozuojami logistiniai duomenys. ....	64
Lentelė 13 Trumpalaikių investicijų planas. ....	65
Lentelė 14 A investavimo varianto pinigų srautas. ....	66
Lentelė 15 B investavimo varianto pinigų srautas. ....	68
Lentelė 16 Ribinio kapitalo nustatymui naudojamas pinigų srautas.....	70
Lentelė 17 Investicijų pinigų srautas įvedus papildomą triukšmą .....	73

KILIUS Mantas. (2008) *Evaluation of Investment projects by Applying Logistic Model*. MBA Graduation Paper. Kaunas. Vilnius University, Kaunas Faculty of Humanities, Department of Informatics. 79 p.

## SUMMARY

This article describes the mathematics for decomposition of growth and diffusion into S-shaped logistic components, roughly analogous to wavelet analysis, popular for signal processing and compression.

We are all accustomed to the idea of growth to a limit, for example, the number of people becoming ill in an epidemic. In fact, observers have recorded thousands of examples of such S-shaped growth in settings as diverse as animal populations, energy and transport infrastructures, language acquisition, and technological performance.

Often the measured quantity (population of a species, height of a plant, power of an engine) grows exponentially at the outset. However, natural systems cannot sustain exponential growth indefinitely. Rather, negative feedback mechanisms or signals from the environment slow the growth, producing the S-shaped curve.

Companies need to be aware of growth limit, so that parameters of investment growth estimation may change. The human eye is not well-suited to perform this task with a reasonable degree of precision. So I have developed software for investment estimation in closed environment. Additionally I introduce The Loglet Lab software package which is used mainly in biologic systems. In this case, I'll try to use this logistic growth software package in economic scope. This software has an advanced fitting engine to analyze complex data and compound phenomena. This document provides the background for performing logistic analysis.



## IVADAS

Daugelį amžių vyksta nenutrūkstama informacijos plėtra: iš pradžių tai buvo žinios, perduodamos vienu asmenų kitiems gestais, ženklais ar žodžiu, vėliau - dar ir raštu rankraščiais ar spaudiniais, dar vėliau - ir elektroninėmis ar kitomis masinio informavimo priemonėmis. Atsiradusios moderniosios informacinės technologijos pradėjo daryti žmogaus veiklą vis efektyvesnę ir rezultatyvesnę, kol pagaliau skaitmeninės komunikacijos sukūrė reikiamas prielaidas visuomenei transformuotis į globalią informacinę visuomenę. (S. Girdzijauskas. 2002)

Ekonominis-finansinis **investicinių projektų vertinimas** - tai racionalus būdas pasirinkti sprendimą. Kiekviena komercinė organizacija privalo mokėti nustatyti perspektyvias investavimo kryptis, kad, sukaupti pinigų investicijoms, galėtų teisingai pasirinkti projektą finansavimui. Ekonominis įvertinimas padeda įmonių vadovams priimti teisingus sprendimus. Ekonominio įvertinimo pasėkoje ne tik primamas sprendimas, įgyvendinti projektą ar ne, bet taip pat nustatomas įgyvendintinų inžinerinių projektų eiliškumas pasirinktų prioritetų pagrindais. [9]

Viena svarbiausių tyrimo temų – **logistinis investicijų vertinimas**. Ši tema pasirinkta, nes, mano žiniomis, pirmą kartą bus tiriamas modifikuotas logistinis augimo modelis, kurio pagrindu sukurti nauji investicijų efektyvumo įvertinimo metodai:

- logistiniai grynosios dabartinės vertės (**LNPV**) metodas
- vidinės gražos normos (**LIRR**) metodas
- modifikuotos vidinės gražos normos metodai (**MLIRR**)

Atlikus jų analizę, pateikiamas apibendrinantis populiacijos būsenų modelis, kurio augančios ir nykstančios būsenos pasižymi specifinėmis savybėmis. Nagrinėjant augantį vystimąsi, išaiškėja efektyvumo didėjimas, artėjant prie išteklių ribos. Pinigų srautų logistinės grynosios dabartinės vertės ir vidinės gražos normos analizė rodo, kad šio reiškinių priežastis yra sistemos pasikeitimai, atsirandantys dėl **išteklių ribotumo**.

Darbe atskleidžiami **logistinės teorijos pranašumai ir trūkumai**, teorijos taikymo galimybės. Pagrindinis logistinės teorijos trūkumas yra jos sudėtingumas (palyginti su klasikine), tačiau informacinių technologijų naudojimo galimybės iš esmės šį trūkumą paverčia nereikšmingu.

Norint efektyviai atlikti darbą reikia išsamiai išanalizuoti literatūrą šia tematika, apžvelgti su šia tema susijusius darbus, straipsnius taip pat apžvelgti kitas investicijų vertinimo sistemas.

Individas, veikiamas vidinių ir išorinių veiksnių, nuolat renkasi prekes, jas perka ir vartoja.. Prie vidinių, arba psichologinių veiksnių, turinčių įtakos vartotojų elgsenai, priskiriamas poreikis, suvokimas, nuomonė.

**Temos aktualumas.** Finansinių operacijų kiekybinė analizė – viena iš labiausiai besiplečiančių ekonomikos mokslo sričių. Susiformavusi finansų, matematikos ir informacinių

technologijų sandūroje, ji randa vis platesnį pritaikymą praktinėje veikloje. Atsižvelgiant į sparčią ekonominių teorijų ir informacinių technologijų plėtrą, finansinių sistemų raidą, investicinių procesų globalizaciją, jų didžiulę įtaką visuomenei ir aplinkai, reikia plačiau išmanyti daugelį klausimų, operatyviai ir kvalifikuotai spręsti kylančias problemas. (S.Girdzijauskas, 2005) Ekonomikos teorija teigia, kad ekonomikai, o ir finansams, turi poveikio kiekybiniai dėsningumai, vadinasi, yra galimybė finansines procedūras formalizuoti ir apibrėžti matematiniais modeliais, o panaudojus IT spręsti šiuos modelius, pateikti vartotojui suprantama forma, kaupti ir analizuoti duomenis.

**Problema.** Tiriant investicinius projektus, dažniausiai remiamasi sudėtinių procentų pagrindu, kuris yra sunkiai pritaikomas uždaroms, turinčioms ribotus išteklius sistemoms. Darbe sprendžiama mokėjimų pasiskirstymo laike modeliavimo logistiniais modeliais problema. Šių modelių taikymas tokioms populiacijoms kaip investicijos, kapitalas, informacija ir panašioms yra praktiškai netyrinėtas.

**Problemos ištyrimo lygis.** Ši problema ekonomikoje praktiškai nenagrinėta, galima rasti kelis S.Girdzijausko, VUKHF bakalaurantų, magistrantų darbus. Bet kokius autus rezultatus sudėtinga interpretuoti. Logistinį augimą bus bandoma analizuoti pasitelkiant biologų patirtį šioje srityje. Biologijoje augimas, veikiamas sistemos išteklių jau žinomas seniai, ekonomikoje šis veiksnys iki šiol buvo neįvertinamas.

**Darbo objektas.** Šiame darbe galima išskirti du objektus: pirmas yra abstraktus produktas (pirmiausia informacija ir kapitalas), tiriamas matematinės analizės metodais, antras – asmuo ar įmonė kuri nori optimaliai disponuoti šiuo kapitalu panaudodama kuo mažiau darbo ir laiko resursų.

**Darbo tikslas** yra išanalizuoti iki šiol mažai nagrinėtus logistinius investicijų vertinimo metodus, sukurti logistinę skaičiuoklę, skirtą investicinių projektų įvertinimui, naudojant vidinės pelno normas, modifikuotas vidinės pelno normas, logistinės vidinės pelno normas ir logistinės modifikuotas vidinės pelno normas metodus.

#### **Darbo uždaviniai:**

- Išanalizuoti biologinių populiacijų augimą;
- Ištyrėti investicinių projektų vertinimo metodus;
- Išanalizuoti logistinį kapitalo augimą;
- Išsiaiškinti, kokią įtaką daro ribinis kapitalas vidinei pelno normai ir modifikuotai vidinei pelno normai;
- Išanalizuoti jau esamus finansinius kalkuliatorius
- Sukurti finansinę skaičiuoklę;
- Atlikti programos testavimą;
- Parašyti išvadas.

**Darbo metodai:** visuotinio pažinimo metodas; dedukcijos metodas; palyginimo, analizės ir apibendrinimo metodai.

**Darbo metodai:**

- Visuotinio pažinimo metodas;
- Dedukcijos metodas;
- Palyginimo metodas, kuris buvo naudojamas lyginant panašias finansines skaičiuokles;
- Analizės metodas;
- Apibendrinimo metodas.

Tyrimė iškelta kryptinga **hipotezė:** investicijų vertinimui didelę įtaką daro išteklių ribotumas.

Darbe **naudota literatūra** iš paskaitų medžiagos, vadovėlių, konferencijų medžiagos, internetinių laikmenų.

**Darbo struktūra**

- Santrumpų sąrašas
- Įvadas
- Teorinis skyrius
- Analitinis skyrius
- Eksperimentinis skyrius
- Išvados ir pasiūlymai
- Santrauka
- Naudotos literatūros sąrašas
- Šaltinių sąrašas
- Priedai

Atliktas tyrimas leis įvertinti investicinio projekto teisingumą, esant ribotiems ištekliams.

**Darbo rezultatų teorinė ir praktinė reikšmė.** Darbe nustatyta, jog panaudojant biologijoje naudojamą paketą Loglet Lab atsiveria naujos galimybės logistinės teorijos taikymui ekonomikoje. Investicijoms, esančioms uždaroje sistemoje būtina įvertinti ribinį kapitalą, nes planuojamas eksponentinis augimas gali nepasiteisinti. Kapitalas esantis ties ribinio kapitalo reikšme, sistemai suteikia didesnę gražos norma nei paprastai.

**Darbo sunkumai, taikymo apribojimai.** Sudėtingiausia šios srities dalis – ribinio kapitalo nustatymas. Logistinis augimas galimas tik uždaroje sistemoje, kur augimą pradeda riboti išteklių stoka. Logistinės literatūros ir pavyzdžių labai mažai, tai šį darbą ypatingai apsunkina.

**Darbo struktūra ir apimtis.** Darbą sudaro 79 puslapiai, 17-a lentelių ir 54 paveikslėliai.

## 1. TEORINIS SKYRIUS

Darbe sutelktas dėmesys į populiacijas, gebančias natūraliai daugintis. Tokios populiacijos darbe įvardijamos sąvoka "**produktas**". Čia turima mintyje ne tik biologinės sistemos, bet ir tokios struktūros kaip informacija, kapitalas ir kt. Pabrėžiama, kad informacija, kaip ir kiti produktai, pasižymi reproduktyvumu, t. y. gebėjimu atsikuri, atsinaujinti, daugintis. Parodoma, kad produkto kitimas gali būti įvertinamas remiantis natūraliojo eksponentinio kitimo arba geometrinės progresijos (sudėtinių procentų) taisykle. Kita vertus, ši taisyklė gali būti pritaikyta tik tuomet, kai dauginimasis yra neribotas, t. y. kai augimo greitis yra pastovus. Informacijos, kapitalo ir panašių produktų modeliavimui siūlomas **logistinis kitimo modelis**, įvertinantis augimo greičio mažėjimą. (S.Girdzijauskas, 2002) Tokio kitimo pavyzdžiai galėtų būti plačiai fizikoje nagrinėjamas radioaktyvusis skilimas, populiacijų biologinėse sistemose kaita ir daugelis kitų. Visus šiuos procesus jungia vienas bendras bruožas - kitimo (dauginimosi) greičio proporcingumas jų dydžiui. Apskritai sakoma, kad visi šie klausimai priklauso populiacijos kitimo problemų grupei (Tannenbaumas, Arnoldas, 1995).

Pagal kai kuriuos požymius, pavyzdžiui, augimo pobūdį ir tempus, kai kurie populiacijos kitimo grupei priklausantys reiškiniai gali būti tiriami pasitelkiant tuos pačius ar panašius matematinius modelius. Mes sutelksime dėmesį į tokius reiškinius, kurių kitimas paremtas eksponentiniu ar iš jo išvestiniais dėsniais. Be to, vietoj sąvokos populiacija dažniausiai vartosime sąvoką produktas. (S.Girdzijauskas, 2002)

Investicijų efektyvumo įvertinimas - planavimo proceso numatomų rezultatų įvertinimas, kuomet planuojama įsigyti ilgalaikio turto, pakeisti seną įrangą nauja, kuriant naują įmonę bei verslo ir investiciniuose projektuose, tačiau daugelis bijo rizikuoti, kadangi sprendimai, lemiantys investicijų pakraipą, siejasi su rizika.

**Rizika** yra neišvengiama veiklos vykdymo sąlyga. Rizika yra neatskiriamas bet kurios veiklos elementas. Kadangi jos išvengti neįmanoma, būtina mokėti ją įvertinti ir minimizuoti.

Įvairiuose literatūros šaltiniuose rizikos sąvoka yra skirtingai traktuojama, įvairiai klasifikuojami ją sukeliantys veiksniai.

Dažniausiai rizika suvokiama, kaip nepageidaujamo įvykio galimybė. Garškienė riziką apibūdina kaip veiksmo, įvykio ar atsitikimo neįspėjamumą, dėl kurio galima patirti nuostolių arba gauti naudos. Dar rizika gali būti apibūdinama taip [10]:

- rizika - tai kintamumas, susijęs su laukiamomis pajamomis, ar pelno srautu;
- rizika - tai pavojus, nuostolių ir netekimų galimybė;
- rizika - yra pavojus, kad įmonė patirs nuostolių dėl papildomų sąnaudų arba gaus mažiau pajamų nei tikėjosi;

- Websterio žodyne rizika apibūdinama kaip pavojus, nuostolio galimybė.

Rizikos vertinime visų svarbiausia nustatyti tuos veiksnius, kurie daro didžiausią poveikį nagrinėjamos įmonės veiklai ar vertinamam investiciniam projektui.

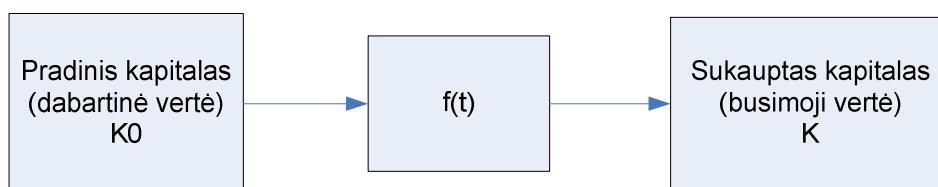
**Rizikos įvertinimui** iki šiol buvo naudojami tokie metodai:

- Grynosios dabartinės vertės (**NPV**) metodas
- Vidinio pelningumo (**IRR**) metodas
- Modifikuotos vidinės pelno normos (**MIRR**) metodas

### 1.1 Eksponentinio kitimo taisyklė

Viena iš kertinių prielaidų tiriant eksponentinį produkto augimą yra ta, kad jo augimo greitis yra proporcingas jo paties dydžiui. Taip bus visuomet, kai naujai sukurtas produktas dalyvaus tolesnėje reprodukcijoje, t. y. savo ruožtu sukurs naują produktą. Naujojo periodo prieaugis apskaičiuojamas ne tik skaičiuojamojo pagrindinio turinio, bet ir nuo ankstesniojo periodo prieaugio. Tuomet sakome, kad produktas didėja natūraliai, nes augdamas duoda pagal tą patį principą didėjantį prieaugį. Šią prielaidą paprasta suvokti kaip pavyzdį imant kapitalą. Tam tikromis sąlygomis kapitalas duoda palūkanas, po kurio laiko tos palūkanos kartu su senuoju kapitalu duoda naujas palūkanas ir t. t.

Dar aiškiau šis principas pasireiškia biologinėse sistemose - biologinių populiacijų dauginimosi veiksnys yra akivaizdžiausias. [S.Girdzijauskas, 2002]



**Pav. 1 Kaupimo modelio struktūrinė schema.**

Pav. 1 parodo kaupimo modelio struktūrinę schemą, kuri paremta sekančia lygtimi:

$$K = K_0 f(t)$$

Procentai, kai kiekvieno periodo pradžioje per praėjusį periodą priaugusi populiacijos dalis automatiškai pridedama prie pagrindinės populiacijos ir toliau auga kartu su ja, vadinami sudėtiniais procentais. Matematiškai kaupiamieji procentai gaunami kiekvieno periodo pabaigoje rekursiškai dauginant ankstesniąją reikšmę iš kitimo greičio koeficiento. Taigi sukauptoji suma, praėjus  $n$  periodų yra tokia:

$$K_n = K_0(1+i)^n$$

Palūkanos lygios:

$$P = K_0((1+i)^n - 1)$$

Jei norime rasti palūkanų normą pagal pradinį ir sukauptą kapitalą:

$$i = \sqrt[n]{\frac{K}{K_0}} - 1$$

Tuo tarpu paprastųjų procentų formulė:

$$K = K_0(1 + i \cdot n)$$

Tarę, kad prieaugis yra nepertraukiamas, t.y. jei  $n \rightarrow \infty$ , o periodo trukmė artėja prie nulio, gautume kad

$$K = K_0 e^{i \cdot n},$$

tai **nuolatinio eksponentinio kitimo** lygtis, kartais vadinama nuolatinių sudėtinių procentų lygtimi.

## 1.2 Logistinio kitimo taisyklė

Kapitalo augimo modelių metodika gali būti įvairi. Skyriuje 1.1 aptarėme sudėtinių procentų taisyklę. Dabar aptarsime logistinę kapitalo augimo taisyklę.

Realiomis sąlygomis, ypač uždaroje aplinkoje, produktas paprastai negali gana ilgą laiką didėti vienodu tempu. Augantis produktas ne tik sutinka išorės pasipriešinimą, bet ir pats sau sudaro konkurenciją. Tai itin akivaizdu uždaroje sistemoje, turinčioje konkretaus produkto augimui palaikyti reikalingus ribotus išteklius. Pradinis produkto augimo tempas tokioje sistemoje palaipsniui mažėja, kol pagaliau smarkiai sulėtėja ir visai sustoja. (S.Girdzijauskas, 2002)

Tai ypač ryšku stebint gyvūnų populiacijas. Kol populiacija yra santykinai maža, turi daug maisto ir erdvės, tol jos augimo greitis didelis, o kai populiacija padidėja ir jai lieka nedaug erdvės, maisto išteklių, jos augimo greitis sparčiai mažėja (Tanenbaum, Arnold, 1995).

Ekonomikoje yra žinomas vadinamasis *ribinio produkto mažėjimo dėsnis*. Jis pagrįstas tuo, kad tam tikromis sąlygomis, didėjant bendrosioms sąnaudoms, ribinis produktas (produkto augimo greitis) mažėja. Ekonomikos literatūroje ši savybė vadinama *ribiniu kapitalo efektyvumu*. (S.Girdzijauskas, 2005, p.277)

### Terminas logistika

Tarptautinis žodis *logistika* šiuo atveju yra sietinas su aprūpinimu, t. y. tam tikrų išteklių naudojimo galimybe, jų ribotumu. Daugelis gamtoje vykstančių procesų yra saistomi ne tik vidinių galimybių, bet ir skatinami arba ribojami išorinių veiksnių. Ne išimtis ir kapitalo kaupimas. (S.Girdzijauskas, 2005, p.276)

Pateiksime šio dėsnio enciklopedinio aprašymo britišką variantą (Christopher Pass ir kt., 1997): "Ribinis kapitalo (investavimo) efektyvumas - tai pelno norma, kurios tikimasi iš papildomo svarų sterlingų vertės investavimo. Ribinis investavimo efektyvumas mažėja didėjant investicijų

kiekiui. Taip yra todėl, kad pradinės investicijos sutelktos į "geriausias" galimybes ir duoda dideles pajamų normas; vėlesnės investicijos yra ne tokios efektyvios ir teikia tolygiai mažesnes pajamas." (S.Girdzijauskas, 2002)

Minėtos taisyklės pritaikymas akivaizdus agrokultūroje. Jei turime fiksuoto dydžio žemės plotą (tarkim 1000 hektarų), kuriame dirba keli darbuotojai ir darbuotojų kiekį pradėsime smarkiai didinti, po tam tikro laiko pastebėsime kad produkto augimo greitis pradeda mažėti. Ekonominė literatūra patvirtina, kad priešingu atveju galėtume išmaitinti visą pasaulį iš šio žemės ploto. (Wonnacott P., Wonnacott R., 1998). Be abejo, jei augimas vyktų pagal eksponentinio augimo taisyklę, augimas būtų beribis, ir po tam tikro laiko turėtume kiek norima didelį produktą.

Šis dėsnis iš esmės išreiškia logistinį kapitalo kaupimo principą. Tam tikromis sąlygomis ir informacija kinta pagal analoginę taisyklę.

Reikia pabrėžti, kad ekonomikos literatūroje terminas ribinis vis dėlto dažniausiai turi kitą prasmę, susijusią su tam tikrą reiškinį įvertinančios funkcijos išvestine. (S.Girdzijauskas, 2002)

### **Augimą ribojantis daugiklis**

Dar XIX šimtmeteje, tirdami biologinių sistemų kitimą, belgų matematikas P.F. Ferchiulstas (P.F.Verhūlst) pasiūlė populiacijos augimo diferencialinę lygtį papildyti daugikliu, turinčiu tiesiškai mažėjančios funkcijos pavidalą:

$$1 - \frac{K}{K_m};$$

Kur  $K_m$  - maksimali (ribinė) kapitalo reikšmė, įvertinanti didžiausias kapitalo augimo galimybes. Pritaikę panašų augimą apribojantį daugiklį pradinei kapitalo kitimo diferencialinei lygčiai ir atlikę pertvarkymus gauname:

$$K = \frac{K_m \cdot K_0 \cdot (1+i)^t}{K_m + K_0((1+i)^t - 1)}$$

Tai ribinio kitimo busimoji produkto vertė, išreikšta augimo procentų norma.

Lygties dešinės pusės skaitiklį ir vardiklį padaliję iš  $K_m$  ir santykį  $\frac{K_0}{K_m}$  pažymėję raide  $S_0$

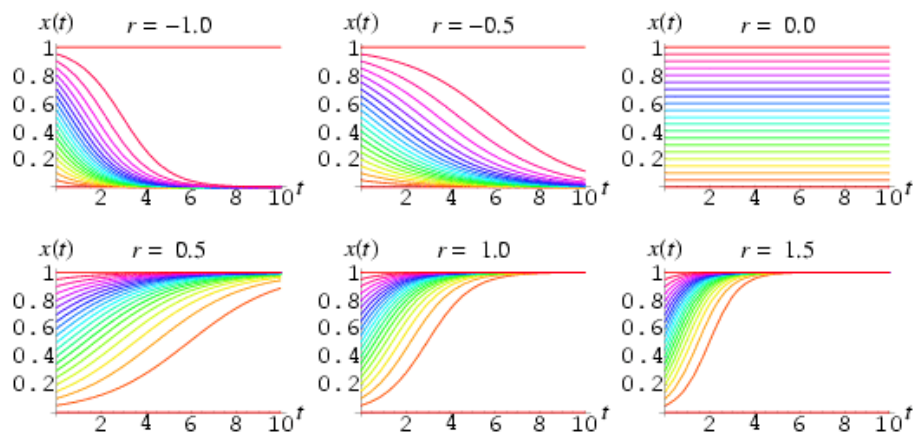
$\left( \frac{K_0}{K_m} = S_0, 0 \leq S_0 \leq 1 \right)$ , pavadinkime jį pradinio **prisotinimo koeficientu**. Norėdami pabrėžti, kad

laikas bus matuojamas tais pačiais vienetais kaip ir laikas, įvertintas augimo procentų normoje, jį žymėkime raide  $n$ , dažniausiai reiškiančia sveikuosius procentų normos perskaičiavimo periodus.

Laikydami, kad  $r = 1 + i$  pertvarkyta ribinio kitimo busimoji produkto vertė bus:

$$K = \frac{K_0 \cdot r^n}{1 + S_0(r^n - 1)}$$

Gavome logistinio produkto kaupimo funkciją, turinčią santykinę išraišką - pradinio prisotinimo koeficientą.



Pav. 2 Logistinis populiacijos augimo modelis (logistinė augimo kreivė)

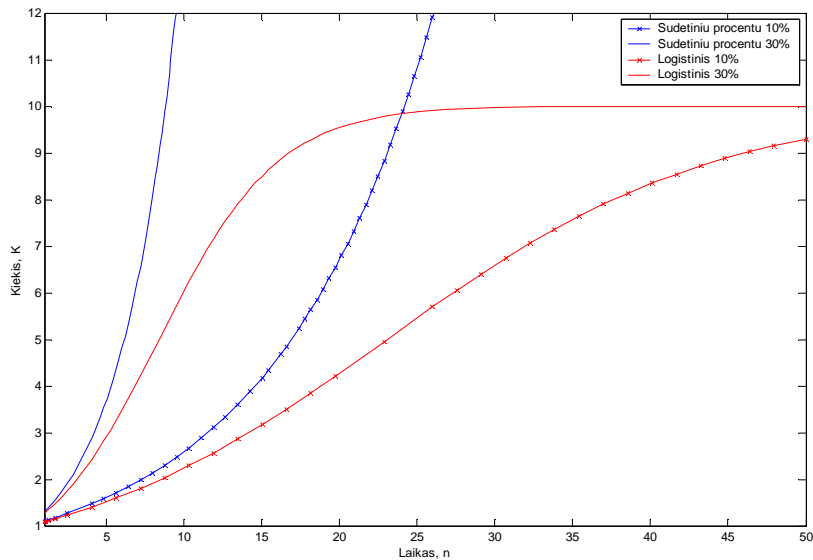
Paveikslėlyje  $r$  yra vadinamasis Malthusian parametras (maksimalus populiacijos augimas).

Reikia pažymėti, kad jei maksimali produkto reikšmė  $K_m$  didėja ir artėja į begalybę ( $K_m \rightarrow \infty$ ), tai pradinio prisotinimo koeficientas nyksta ir kartu jo reikšmė artėja prie nulio ( $S_0 \rightarrow 0$ ). Tuomet, kaip ir buvo galima tikėtis, formulė virsta įprasta sudėtinių procentų formule  $K_n = K_0(1+i)^n$ . Tokiu būdu prieiname prie labai svarbios išvados: **sudėtinių procentų formulė yra ribinio kapitalo kaupimo funkcijos atskiras atvejis, kai maksimali kapitalo reikšmė  $K_m$  yra be galo didelė.**

### 1.3 Paprastojo ir logistinio kitimo palyginimas

Palyginkime paprasto ir logistinio kitimo (būsimųjų verčių) grafikus.

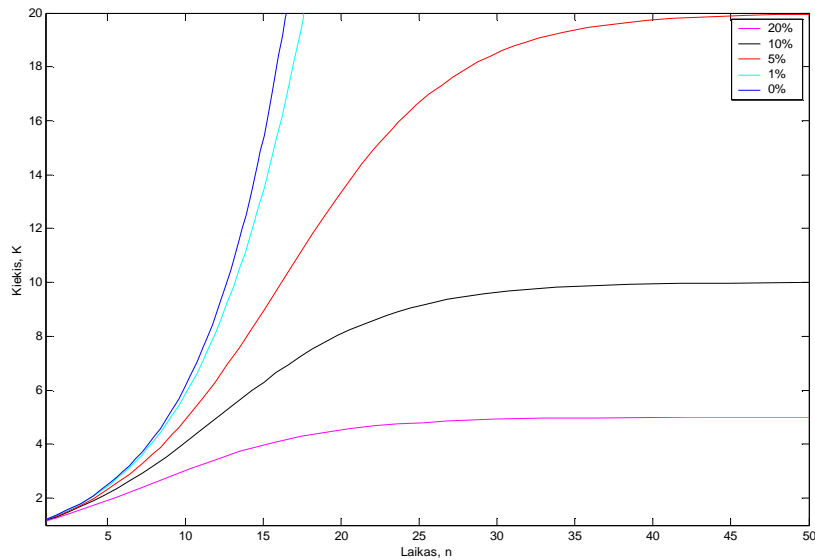




**Pav. 3 Produkto kaupimo grafikas**

Pav. 3 pateiktos dvi grafikų poros, iliustruojančios produkto būsimosios vertės priklausomybes nuo laiko. Be to, kiekvienoje poroje yra po vieną sudėtinių procentų grafiką ir po vieną logistinės funkcijos grafiką. Vienos grafikų poros procentų norma yra 30 procentų, kitos - 10 procentų. Logistinių funkcijų pradinio prisotinimo koeficientas  $S_0 = 0,1$  (pradinis prisotinimas lygus 10 procentų), be to, abiejose funkcijose  $K_0 = 1$ . Iš brėžinio matome, kad pradžioje abiejų porų funkcijos (logistinė ir paprastoji) dar pakankamai gerai sutampa. Esant mažesnei procentų normai gana nedidelis reikšmių skirtumas (tarkim, apie 5 proc.) išlieka ilgiau, jei palūkanų norma mažesnė. Vėliau ribinių funkcijų grafikų kilimas lėtėja. Pratęsę šių funkcijų grafikus pamatytume, kad jie neviršija 10 vienetų reikšmės.

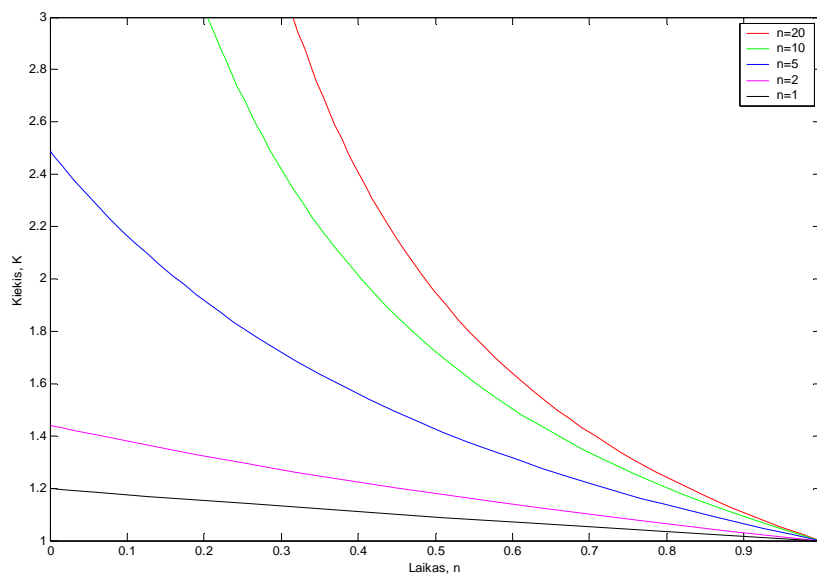
Reikia pabrėžti, kad pradinis prisotinimo koeficientas  $S_0$  esmingai veikia ribinės funkcijos kitimą. Būsimosios vertės priklausomybė nuo laiko, kai palūkanų norma lygi 20 proc. ir pradinio prisotinimo reikšmės įvairios, pavaizduota Pav. 4



**Pav. 4 Logistinės būsimosios vertės priklausomybė nuo laiko, prie skirtingų prisotinimų**

Matome, kad mažėjant pradinio prisotinimo koeficientui ir esant pastoviam pradiniam produktui  $K_0$  šios funkcijos riba didėja. Jei koeficientas  $S_0$  palaipsniui nyksta (tai atitinka grafiko kreivę, kai  $S_0 = 0$ ), tai ši riba tampa begalinė, o ribinė funkcija pavirsta sudėtinių procentų formule. Akivaizdu, kad didėjant pradinio prisotinimo koeficientui busimoji produkto vertė mažėja, nors kiti logistinės funkcijos parametrai išlieka pastovūs.

Tiek Pav. 3, tiek Pav. 4 matome, kad pradiniu laiko momentu produkto vertė lygi vienetui. Tai reiškia, kad pradinis produktas lygus vienam vienetui, o kitos reikšmės išreiškiamos pradinio produktu.



**Pav. 5 Būsimosios vertės priklausomybė nuo pradinio prisotinimo, prie skirtingų terminų**

Būsimosios vertės priklausomybė nuo pradinio prisotinimo dydžio, kai kaupimo terminai skirtingi, pateikta Pav. 5. Matome, kad prisotinimo koeficientui artėjant prie vieneto visos kaupimo kreivės nepriklausomai nuo kaupimo trukmės artėja prie pradinio produkto reikšmės, kuri šiuo atveju taip pat lygi vienetai. Mažėjant prisotinimui busimoji produkto vertė didėja. Ilgėjant kaupimo laikui šis didėjimas tampa ypač ryškus.

#### 1.4 Vidinės pelno normos metodas

Vidinė pelno norma (Internal Rate of Return – IRR) apibūdina investicijų pelningumą ir yra nesusijusi su rinkos norma. Vidinio pelningumo metodas yra paremtas pinigų vertės priklausomybe nuo laiko. Diskontuojant pinigų srautus galima eliminuoti laiko įtaką tiems srautams.

Projekto vidinė pelno norma vadinamas toks diskonto koeficientas, kurio pagalba sulyginamos numatomų piniginių išmokų ir numatomų piniginių įplaukų dabartinės vertės.

Tegul  $K_0, K_1, K_2, \dots, K_n$  – pinigų srauto nariai, apskaičiuoti laiko momentais  $0, 1, 2, \dots, n$ . Laikysime, kad, jei  $K_j < 0$  ( $j = 1, 2, \dots, n$ ), tai  $K_j$  yra investavimo išlaidos, jei  $K_j > 0$  – investavimo pajamos. Be to laikysime, kad intervalai tarp laiko momentų  $j$  ir  $j + 1$  yra vienodi ir, dažniausiai, lygūs vieneriems metams. Vidinę pelno normą (diskonto koeficientą) žymėsime raide  $i$ . Ji randama iš lygties, gautos diskontuojant pinigų srauto narius pradiniam laiko momentui (Girdzijauskas, S., (2003), p.148):

$$K_0 = \frac{K_1}{1+i} + \frac{K_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{K_n}{(1+i)^n}$$

Jei projekto vidinė pelno norma viršija minimalią būtinąją pelno normą, tai projektas priimamas, jei ne - atmetamas. Minimali būtinoji pelno norma paprastai grindžiama rinkoje vyraujančiomis palūkanų normomis. Apskritai, jei būtinoji pelno norma yra ta norma, kurios tikisi investuotojai realizuodami projektą, tai, priimant projektą su vidine pelno norma viršijančia būtinąją, padidėja firmos akcijų rinkos vertė, nes yra priimamas didesnio rentabilumo projektas, nei reikia palaikyti esamąją akcijų rinkos vertę (Girdzijauskas, S., (2003), p.151).

Vidinės pelno normos metodas yra susijęs su grynosios dabartinės vertės metodu (NPV). Tai dar vienas investicinių projektų vertinimo metodas. NPV visuomet bus teigiama, kai diskonto norma mažesnė už vidinę pelno normą ir neigiama, kai diskonto norma didesnė už vidinę pelno normą. Ryšys tarp NPV ir IRR matyti programos braižomuose grafikuose IRR skaičiavimo lange (14 pav.).

#### 1.5 Modifikuotos vidinės pelno normos metodas

Galima situacija, kai projekto IRR yra palyginti aukšta, kad iš projekto gautas lėšas teks reinvestuoti pinigų ar kapitalo rinkoje pagal ten nusistovėjusią žemesnę pelno normą. Tai reiškia, kad vertinant projektą vidinės pelno normos metodu bus gauti iškreipti rezultatai.

Tokiais atvejais tinkamesnis yra modifikuotos vidinės pelno normos (Modified Internal Rate of Return - *MIRR*) metodas.

Modifikuota vidinė pelno norma - tai tokia diskonto norma, kuri projekto įdėjimų esamąją vertę sulygina su jo įplaukų galutinės vertės dabartine verte.

Galutinė vertė apskaičiuojama remiantis rinkos pelno norma. Čia yra apskaičiuojama pinigų srauto kiekvieno nario būsimoji vertė ir gauti dydžiai susumuojami. Jei gauta projekto modifikuota vidinė pelno norma viršija reinvesticijos normą, tai projektas priimamas, jei *MIRR* mažesnė už reinvesticijos normą – projektas atmetamas. Modifikuotos vidinės pelno normos reikšmės yra korektiškesnės, lyginant jas su *IRR* reikšmėmis, nes jos geriau atspindi tikrąjį projekto pelningumą (Girdzijauskas, S., (2003), p. 158-160).

## 1.6 Logistinis vidinės pelno normos metodas

Logistinė vidinė pelno norma apibūdina investicijų pelningumą ir nėra susijusi su rinkos pelno norma. Logistinė vidinė pelno norma skaičiuojama remiantis logistiniu (ribiniu) kapitalo augimo dėsniu. Tuomet dabartinės vertės diskontuojanti išraiška tokia:

$$K_0 = \frac{K_m \cdot K}{K + (K_m - K) \cdot (1 + i)^n}$$

Naudojant šią formulę papildomai dar turi būti žinoma kiekvieno mokėjimų sekos nario ribinė kapitalo reikšmė  $K_m$ .

Logistine vidine pelno norma laikoma tokia diskonto koeficiento reikšmė, kuriai esant, numatomų piniginių išmokų ir numatomų piniginių įplaukų logistinės dabartinės vertės tampa lygios.

Norint nustatyti laike pasiskirsčiusių mokėjimų dydžius, reikia pasirinkti palyginimo tašką. Šiuo atveju palyginimo tašku laikomas mokėjimų sekos kilmės (sutarties sudarymo) momentas. Tuomet logistinės vidinės pelno normos lygtis yra (Girdzijauskas, S., (2005a), p. 142-148):

$$K_0 = \sum_{j=1}^n \frac{K_{mj} \cdot K_j}{K_j + (K_{mj} - K_j) \cdot (1 + i)^{tj}}$$

Vertinant projektą logistinės vidinės pelno normos metodu taikomas toks pat principas, kaip ir vertinant vidinės pelno normos metodu: jei projekto logistinė vidinė pelno norma viršija minimalią būtinąją pelno normą, tai projektas priimamas, jei ne - atmetamas.

## 1.7 Logistinis modifikuotos vidinės pelno normos metodas

Modifikuota vidinė pelno norma – tai tokia diskonto norma, kuri projekto išlaidų esamąją vertę sulygina su jo pajamų galutinės vertės dabartine verte.

Paprastai būsimąją ir dabartinę vertes skaičiuoja remiantis sudėtinių palūkanų taisykle. Tačiau skaičiuojant logistinę modifikuotą vidinę pelno normą, tą pačią procedūrą reikia atlikti su logistinėmis funkcijomis. Tokiu atveju visų projekto pajamų būsimoji vertė bus:

$$K_b = \sum_{j=0}^n \frac{K_0 \cdot K_m \cdot (1+i)^j}{K_m + K_0 \cdot ((1+i)^j - 1)}$$

$$K_e = \frac{K_b \cdot K_m}{K_b + (K_m - K_b) \cdot (1+i)^n}$$

Iš formulės, išreiškę diskonto normą  $i$  ir ją pažymėję  $MLIRR$ , galėsime užrašyti logistinės modifikuotosios vidinės pelno normos skaičiavimo formulę:

$$MLIRR = \sqrt[n]{\frac{K_b \cdot K_m - K_e}{K_e \cdot K_m - K_b}} - 1$$

Šios priklausomybės pagalba galima įvertinti investicinio projekto pelningumą ir ypač išteklių įtaką įgyvendintam projektui. Jei gauta projekto logistinė modifikuota vidinė pelno norma viršija reinvesticijos normą, tai projektas priimamas, jei  $MLIRR$  mažesnė už reinvesticijos normą – projektas atmetamas (Girdzijauskas, S., (2005b), p. 155-159).

## 2. ANALITINIS SKYRIUS

Šiame skyriuje bus analizuojami logistinio augimo pavyzdžiai realybėje. Pateiktas daugiau medžiagos apie dinamiškus ekonomikos modelius, krizes ištikusias neįvertinus sistemos išteklių ribojimo.

### 2.1 Kapitalo kaupimas Brazilijos ekonomikoje

Carlos Feu atliko Brazilijos ekonomikos, tarp 1947 ir 1992, tyrimą, naudojant fenomenalią metodologiją, kuri dar ganėtinai nauja. Buvo naudojami duomenys iš Nacionalinės Sąskaitybės (National Accounting), analizuojamas degalų kainos šokas 7-am dešimtmetį kartu su aukštomis palūkanų normomis ir eksporto produktų kainų kritimas. Jis įrodė kad BNP kilo 7-am dešimtmetį žymiu tempu, bet sumažėjo 8-o dešimtmečio pradžioje. BNP neturėjo būti įtakotas, bet sukauptas kapitalas tesiekė 7% to, ko buvo tikimasi.

Šiame skyrelyje, naudojant tą pačią metodologiją ir duomenis iki 1997, bus išanalizuotos šios krizės priežastys Brazilijos ekonomikoje.

#### Logistinis kapitalo kaupimo modelis

Pagrindinė Carlos Feu Alvim tyrimo hipotezė „Brazilijos ekonomikos augimo ribojimo faktorius - kapitalas“, nes darbo jėga išnaudojama nepakankamai o natūralūs resursai gausūs. Lyginant ekonomikos užėmimą su industrializuotomis šalimis, neskaitant kelių sričių, visa Brazilijos nacionalinė teritorija vis dar kolonizacijos etape.

Robert U. Ayres ("Resources, Environment and Economics" - John Wiley, 1978) pabrėžia panašumus tarp atsinaujinančių resursų dinamikos modelio ir kapitalo kaupimo modelio. Natūralaus kapitalo kaupimas, kaip pavyzdžiui gyvuliai, medžiai ir t.t. be tyrinėjimų aprašomi lygtimi pasiūlyta Raymond Pearl ("The Biology of Population Growth" - Alfred Knopf, 1925)

$$dK / dt = a K ( K^* - K )$$

kur  $K^*$  yra kapitalo pusiausvyros (equilibrium) reikšmė, o  $a$  kinetinis parametras. Ši lygtis anksčiau minėta Verhulst, Volterra ir Lotka darbuose, kaip **logistinė taisyklė**.

Bus pateikiami du šios taisyklės pavyzdžiai, vienas remiantis numatytu Brazilijos populiacijos augimu, kitas – energijos suvartojimu, t.y. pastatytų elektrinių kiekiu, kas tiksliai parodo ekonomikos pusiausvyrą.

Pasiūlytas analizės modelis naudos minėtą lygtį, tam kad aprašyti grynąjį kapitalo augimo tempą ir išvestinę lygtį

$$K = K^* / [1 + A \cdot \exp(-at)]$$

kad aprašyti kapitalą laiko momentu  $t$ . Šioje lygtyje  $A$  – integravimo konstanta, o  $a$  – kinetinis parametras. Tiesinė forma taip pat neįprasta

$$\ln [F/(1-F)] = aK^*t + \ln A$$

gauta pakeitus  $F = K/K^*$

### Duomenų analizė

Lentelė 1 pateikti analizavimo duomenys. Kapitalo augimo įverčiai apskaičiuoti pagal penkmečio aritmetinį vidurkį.

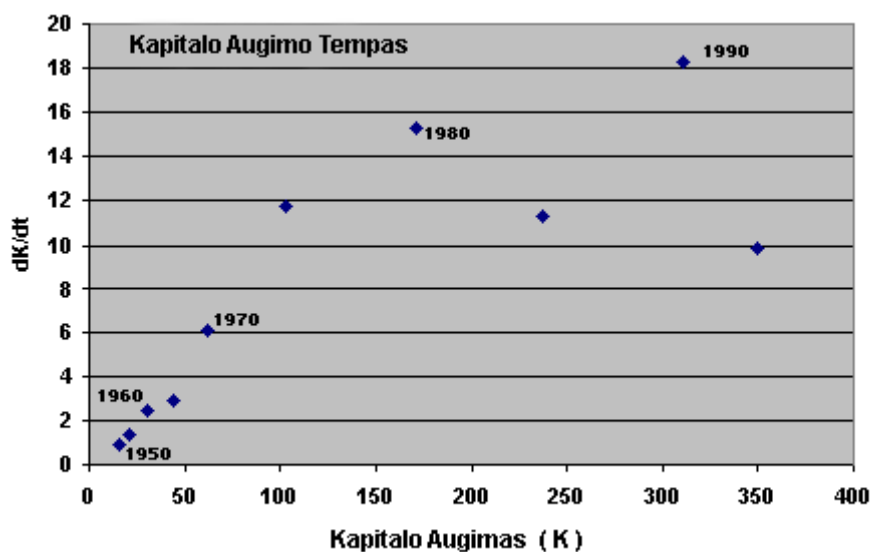
Lentelė 1 Penkmečio vidutiniai įverčiai.

Metai	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1994,5
<b>K</b>	15,5	21,3	30,6	43,6	62,1	103	171	237	311	350
<b>dK/dt</b>	0,91	1,4	2,45	2,92	6,02	11,8	15,3	11,3	18,3	9,86

Šaltinis: OMAR C.F. (2006) Capital accumulation in the brazilian economy.

Pirmoji analizė tikrina ar reiškinys atitinka logistinę taisyklę, ir jei taip, tai kokių tikslumu. Naudojama linijinė lygtis, sulygiuojant stebėtus duomenis į tiesę pagal mažiausių kvadratų metodą, nustatant  $aK^*$  reikšmę kaip sulygiuotos linijos kartinį koeficientą. Reikia pastebėti, kad  $K^*$  reikšmė bet kokia, nes reikia žinoti tik lygties formą, nepaisant to  $K^*$  parinktas pagal  $K$  reikšmę (šiuo atveju  $K^* = 2,500$ ). Koreliacijos koeficientas gautas lygiavimo metu 0,9972, kas parodo jog duomenys gerai sulygiuoti su tiese (idealu būtų  $K.K. = 1$ ).

Sekančiame žingsnyje analizuojamas kapitalo keitimosi tempas ir, pagal diferencialinę lygtį, jis turėtų atvaizduoti parabolę  $dK/dt = a K (K^* - K)$ . Sulygiuojant apskaičiuotas tempo reikšmes su parabole, kur  $K$  nepriklausomas kintamasis,  $a$  ir  $aK^*$  gaunami atskirai ir pilnai nustatomi logistinės kreivės parametrai. Grafike (Pav. 6) matome kad tempas 1970m. aiškiai pasikeitė. Parabolė, kuri turėtų aprašyti tempo kitimą, parodė nepaaiškinamą moduliaciją, tai įvertinus negalima vienos parabolės visam analizuojamam intervalui, nagrinėti reikia atskirai iki ir po 1970 metų.



Pav. 6 Kapitalo augimo rodikliai (1)

## Kaupimo modelis prieš 1970

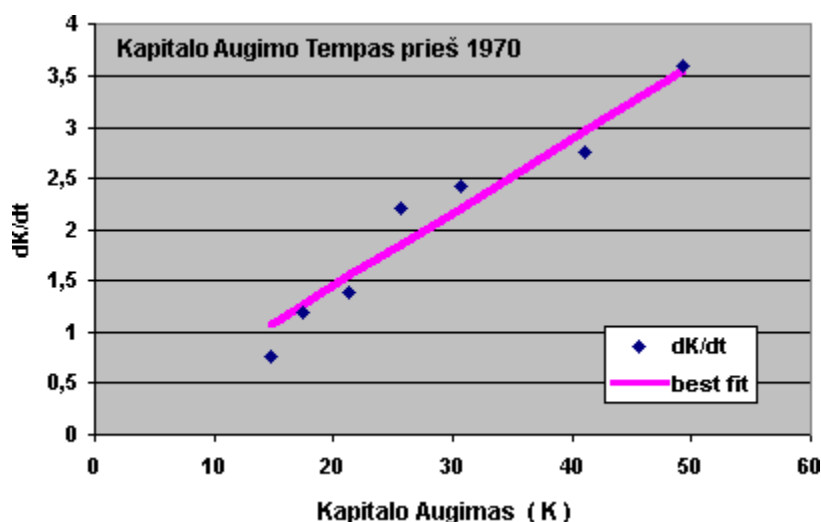
Intervalas 1947 – 1970 trumpas, ir penkmečio duomenų analizei yra mažai. Bus naudojami trimečiai duomenys (Lentelė 2), nuo 1949 iki 1967, kiek įmanoma išvengiant kraštutinių (modelio perėjimų). Parabolės derinimo rezultatai:  $a = 13.5 \cdot 10^{-6}$  ir  $K^* = 5,400$ .

Kreivė matoma grafike (Pav. 7). Po skaičiavimų, nustatyta jog kapitalo pusiausvyrą 1987m augant šiuo tempu būtų  $US\$ 30.6 \cdot 10^{12}$  ( trisdešimt trilijonų dolerių), ši suma turėtų būti pasiekta sekančio amžiaus gale. Ši reikšmė žymiai per aukšta, ji tokios pačios reikšmės kaip ir dabartinis JAV kapitalas.

Lentelė 2 Trimečiai vidutiniai rodikliai

Metai	1949	1952	1955	1958	1961	1964	1967
K	14,8	17,5	21,3	25,6	30,6	41,0	49,2
dK/dt	0,75	1,18	1,37	2,21	2,42	2,76	3,60

Šaltinis: OMAR C.F. (2006) Capital accumulation in the brazilian economy.



Pav. 7 Kapitalo augimo tempas Brazilijoje prieš 1970

## Kapitalo augimas po 1970

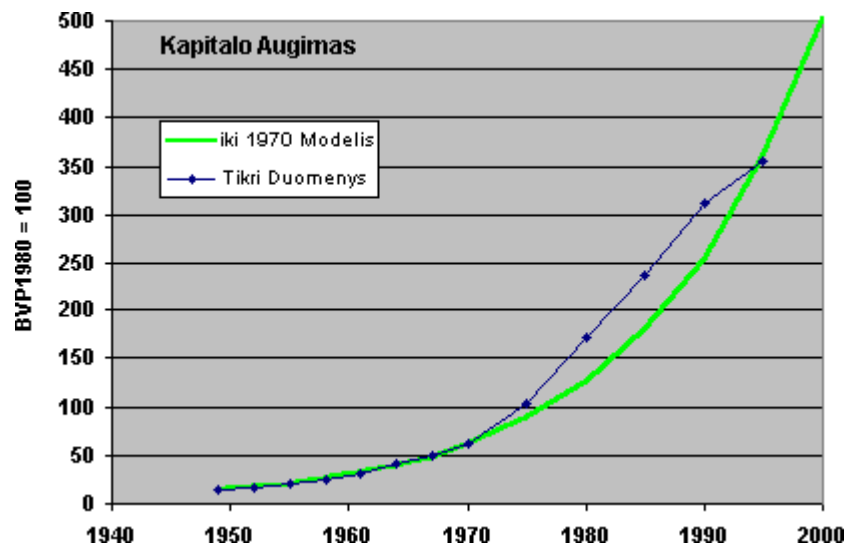
Modelis „po 70“ mažiau funkcionuotas negu prieš tai nagrinėtas, ir prognozavimas labai rizikingas (Pav. 6 ir Lentelė 1). Šio skyrelio tikslui pasiekti pakanka palyginti tikrąjį kapitalą, su planuotu pagal „iki 70“ modeliu (Pav. 8 ir Lentelė 3). Nesunku pastebėti jog, pagal anksčiau nagrinėto modelio rezultatus, šimtmečio gale turėtų būti didesnis augimo tempas nei dabartinis. (OMAR C.F., 2006).

Lentelė 3 Realiojo kapitalo palyginimas su prognozuotu pagal „iki 70-ųjų“ modelį.

Metai	1949	1952	1955	1958	1961	1964	1967	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
K proj	14,3	17,6	21,5	26,3	32,2	39,4	48,3	62	89	127	180	255	360	503



<b>K tikras</b>	14,8	17,5	21,3	25,6	30,6	41	49,2	62	103	171	237	311	355	---
-----------------	------	------	------	------	------	----	------	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



Pav. 8 Kapitalo augimas Brazilijoje (3)

### Išvados

Pav. 8 rodo palyginimą tarp sukaupto kapitalo ir prognozuoto, panaudojant „iki 70-ųjų“ modelį. Nesunku pastebėti jog, pagal anksčiau nagrinėto modelio rezultatus, prognozuotieji 70 ir 98-ųjų rodikliai didesni nei realūs. Sukauptojo BNP analizė rodo, jog pozityvi padėtis buvo tik iki 90-ųjų pradžios, po 90-ųjų iki 2000m. ji tapo neigiamu, nors abiejų modelių rezultatai turėtų būti vienodi.

Dėl socialinių indikatorių trūkumo ši analizė nevisiškai tiksli, tačiau tiems, kas gyveno šiuo periodu, lengva buvo pastebėti mokslo, sveikatos ir socialinių paslaugų tapo žymiai mažiau, pajamų išsiskirstymas suteikė daugiau privilegijų turtingiesiems.

Reikia pasimokyti iš praeities klaidų, kad išvengtų panašių bėdų ateityje. Brazilija, dėl savo dydžio, natūralių resursų gausos ir sąlyginai mažos populiacijos, galėtų laikytis saugesnio kelio, siekti didesnio vidinio vartojimo. Nereikia įnirtingai prekiauti su užsienio valstybėmis, kaip pavyzdžiui Azija, ji neturi tokio didelio produkcijos prisotinimo kaip Europos šalys. Pernelyg skubotai atverta Brazilijos ekonomika, kaip bandė padaryti karinio rato vyriausybė ir kaip daro dabartinė vyriausybė, gali būti istorinė klaida. Trumpai tariant „mažais žingsniais galima nueiti ilgus kelius“.

## 2.2 Įvadas į ekonomikos dinamiką

Šiame skyriuje bus apžvelgti esminiai ekonomikos dinamikos modeliai, naudojami moderniose sistemose. Pateikiami šių modelių taikymo pavyzdžiai. Makroekonomika yra prisotinta įvairiausių dinaminų modelių, tačiau mikroekonomika – ne.

Didesnis dėmesys bus skiriamas paklausos-pasiūlos ar tam tikros kompanijos ekonomikos dinamikai.

### **Ekonominiai modeliai**

Supažinimui su dinaminiais modeliais, bus naudojamas tik vienas, tiesinės lygties, pavyzdys.

Dinamika susijusi su daiktų keitimuisi bėgant laikui. Laiko tėkmė yra esminis elementas dinamikos procese. Kintamasis, dviejuose laiko etapuose, bus vienodas ar skirtingas, nėra pagrindinė problema. Mums svarbiausia kokią reikšmę įgys kintamasis po tam tikro laiko tarpo. Bet kokia kintamojo reikšmė yra visada susijusi su laiku, mes kalbame apie pajamas, kainą ar pelną, mums svarbu žinoti koku laiko momentu tai buvo. Bėgant laikui šie kintamieji keičiasi. Šiame darbe apie laiką kalbėsime kaip apie periodus. Pvz.: Pradinis momentas = periodas 0. Žymima  $t = 0, 1, 2$ . Kaina (price)  $p(0)$  reiškia, kad tai kaina pradiniu laiko momentu,  $p(t - 2)$  – kaina dviem periodais ankstesnė.

Kaip keičiasi kintamasis bėgant laikui, priklauso nuo to, kas tą kintamąjį sąlygoja, o tai dažniausiai parodoma naudojamo modelio. Kitaip tariant, modelis parodo kaip keičiasi kintamieji bėgant laikui, nuo kokių kitų kintamųjų jie priklauso.

Modelis, nepriklausomas nuo laiko vadinamas **statiniu modeliu** (*static model*). Ekonomikoje egzistuoja daug statinių modelių, kad ir gerai mums žinomas paklausos – pasiūlos modelis, prekės kainai apskaičiuoti. Jei lygintume dvi skirtingas kainas pasikeitus pasiūlai, jau būtų **lyginamasis statinis** (*comparative statics*) modelis. Čia lyginami du taškai, ir mums neįdomu kaip vienas taškas pakito į kitą, tam reikėtų specifiškai dinaminį procesus, arba **dinaminį modelį** (*dynamics model*), kuris parodytu kaip taškas juda iš vienos reikšmės į kitą bėgant laikui.

Pasaulis yra per daug sudėtingas, todėl naudojamas modelis, įvertinti esminiams sistemos parametrų ir kintamiesiems, nustatyti jų tarpusavio ryšius. **Ekonominis modelis** (*economic model*) koncentruosis į ekonominius sistemos aspektus, kaip ir **sociologinis modelis** į socialinius tos pačios sistemos aspektus.

### **Dinaminis modelis**

Paimkime sekančią lygtį

$$x(t + 1) = 3 + \frac{1}{2}x(t)$$

Kintamasis  $x$ , laiko momentu  $t+1$ , yra priklausomas nuo to paties kintamojo kitu laiko periodu. Toks modelis vadinamas **rekursiniu** (*recursive*). Galima naudoti netgi ne viena buvusį laiko periodą. Jei ryšys yra tik tarp vieno buvusio periodo, modelis vadinamas – **pirmos eilės rekursinė lygtis** (*first-order recursive equation*), jei du periodai – **antros eilės rekursinė lygtis** (*second-order recursive equation*) ir t.t.

Šiuo atveju nepakanka nustatyti  $x$  kitimą laike, reikia žinoti ir pradinę reikšmę. Tegul tai bus  $x(0)=10$ . Apskaičiavę reikšmes gausime tokią seką  $x(t) = 10, 8, 7, 6.5, 6.25$ . Galim truputi pasimokinti iš šios sekos. Pirmiausia jos kitimas mažėja, panašu kad ji artėja į tam tikrą skaičių. Jei seką pratęstume, matytume jog ji artėja į skaičių 6. Ar tai sutapimas? Ne, tai šios sistemos **pusiausvyros taškas** (*equilibrium*).

### **Deterministinis dinaminis modelis (Deterministic dynamic model)**

Anksčiau aptartą modelį, galime panaudoti aiškesniam sąvokos „dinaminis modelis“ apibūdinimui.

Įimame tą pačią lygtį  $x(t+1) = 3 + \frac{1}{2}x(t)$ , ir pažymime pradinį tašką  $x(0) = x_0$ . Tai yra

**deterministinis dinaminis modelis** arba deterministinė dinaminė sistema (deterministic dynamical system). Tai dinaminė sistema, nes naudojamas nuo laiko priklausomas kintamasis  $x(t)$ . Turėdami  $x(0)=x_0$ , galime nubrėžti visą seriją reikšmių  $x(t)$ , nuo periodo 0. Reik pastebėti jog reikšmės priklauso nuo pradinių sąlygų. Skirtingos pradinės sąlygos, nulems visai kitokias sistemos reikšmes, nors pati sistema konverguos į tą patį pusiausvyros tašką. Kodėl tai deterministinis modelis? Nes duodant tą pačią pradinę reikšmę, reikšmių seka bus visada ta pati.

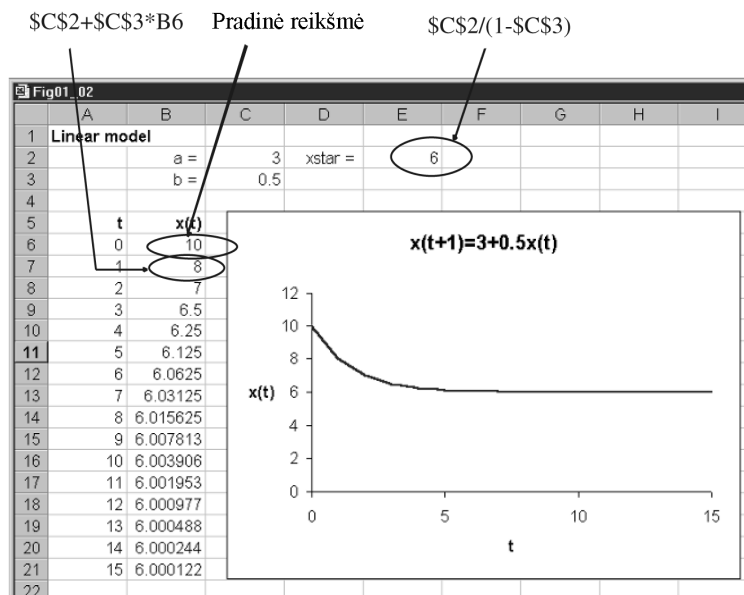
Pabandykim aprašyti deterministinį modelį

$$x(t+1) = a + bx(t) \quad x(0) = x_0$$

Tai deterministinė dinaminė sistema. Tam kad nustatyti  $x(t)$  seką, mums reikia žinoti  $a$  ir  $b$  reikšmes, kurios vadinamos *sistemos parametrais*. Parametrai, tai sistemos konstantos ir dažniausiai nurodo tiriamos problemos struktūrą. Kartais vadinami ir **struktūriniais parametrais**. Taigi, turim tris dalykus kuriuos reik nustatyti dinaminėje sistemoje:

- pradinę būseną  $x(0) = x_0$
- parametrų reikšmes, šiuo atveju  $a$  ir  $b$
- kintamojo  $x$  seką bėgant laikui

Šią seką nesudėtinga pavaizduoti ir Ms Excel lentelėje.



**Pav. 9** Kintamojo  $x$  seką bėgant laikui

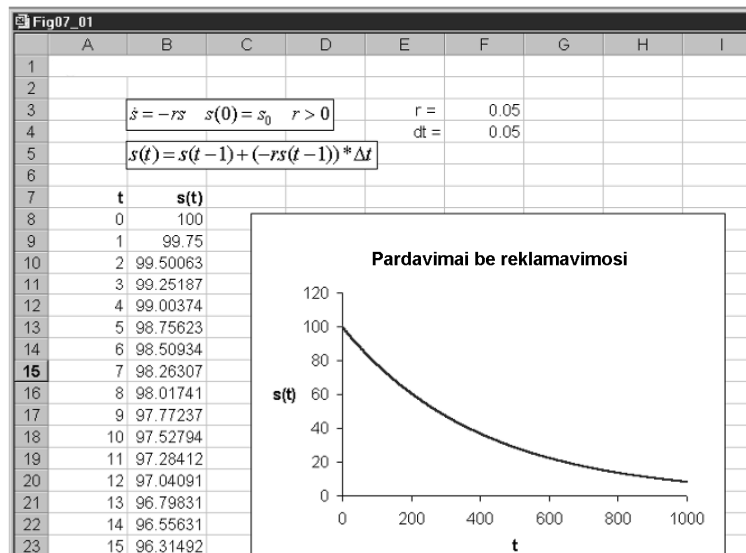
### Įmonės dinamika

Žemiau bus išnagrinėti pagrindiniai įmonės dinamikos aspektai. Šiai dienai yra nedaug darbų nagrinėjančių įmonės dinamiką. Buvo keli darbai nagrinėjantys reklamos, naujų produktų įtaką.

### Monopolija ir reklama

Tarkim turime monopolistą, kuris pardavinėja prekę už  $p$  kainą. Galima manyti jog monopolistui nereikia reklamuotis, nes jis vienintelis prekės platintojas. Bet net monopolistui reikia informuoti visuomenę apie produktą, o ypač jei produktas ilgalaikis ir antro produkto klientas greitai metu nepirks. Šiuo atveju pardavimai bėgant laikui smuks.

Spėkime jog pardavimus apibrėžia  $p(t)$  funkcija, priklausoma nuo laiko, o pradinis taškas  $s(0) = s_0$ . Nereklamuojant produkto pardavimai mažės greičiu  $r$ , kuris yra proporcingas to meto pardavimams. Grafiškai atvaizduoti galime pasitelkti Euler (SHONE, Ronald. 2003) aproksimaciją ir Ms Excel skaičiuoklę.



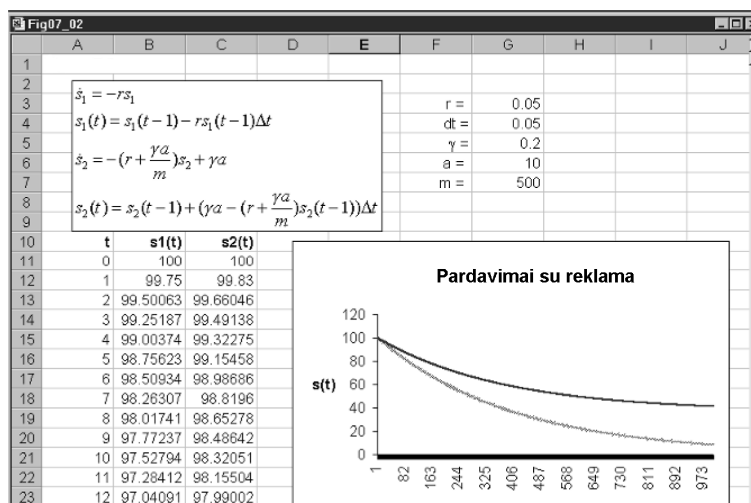
**Pav. 10** Pardavimai mažės greičiu  $r$ , proporcingu to meto pardavimams

Nesvarbu kokie pardavimai bus pradžioje, finale jie vis tiek baigsis. Dabar, kai pamatėme pasekmes be reklamavimosi, galime analizuoti situaciją su reklama. Išvardinsim kelias prielaidas, susijusias su reklama.

- reklama padidins pardavimus proporcingai reklamai išleistiems pinigams
- pardavimai didės proporcingai masei žmonių kurie dar nepirko produkto
- rinkoje yra maksimalus  $m$  žmonių kiekis per periodą, kuris pirktų produktą už esamą kainą

Kuo daugiau įmonė išleis lėšų reklamai, tuo aukščiau bus pardavimų pusiausvyros taškas (*equilibrium sales rise*). Nors reklamos išlaidoms neapibrėžtai pakilus, pirkėjų kiekis vis tiek nebus maksimalus t.y.  $m$ .

Grįžtam prie pavyzdžio. Tegul pardavimai mažėja 5% greičiu, pradžioje pardavimai yra 100,000. Maksimalus klientu skaičius per periodą 500,000. Įmonė įsipareigoja reklamuotis santykiu  $a$ , kas padidins pardavimus proporcija 0,2. Atlikę skaičiavimus [Pav. 11] gausim:

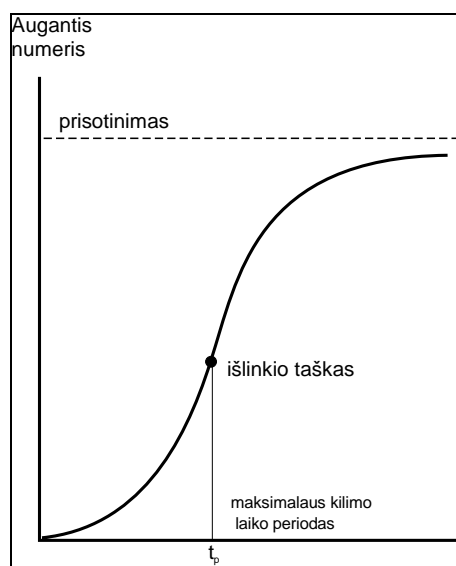


Pav. 11 Pardavimai su reklama

Kaip ir buvo tikėta, reklamavimasis pažabos pardavimų kritimą, - šiuo atveju žemesnį nei ~37.000 piniginių vienetų.

### Difuzijos modelis (*diffusion model*)

Paskutiniu metu nesunku pastebėti labai greitą ir platų kompiuterių ir mobiliųjų telefonų paplitimą visuomenėje. Tempas, kuriuo šie produktai plinta, vadinamas difuzija (išsisklaidymas). Inovacijos nebūtinai turi būti produktas, tai gali būti netgi idėja, ar liga. Difuzijos proceso brėžiama linija, panaši į S-formos kreivę (sigmoidę).

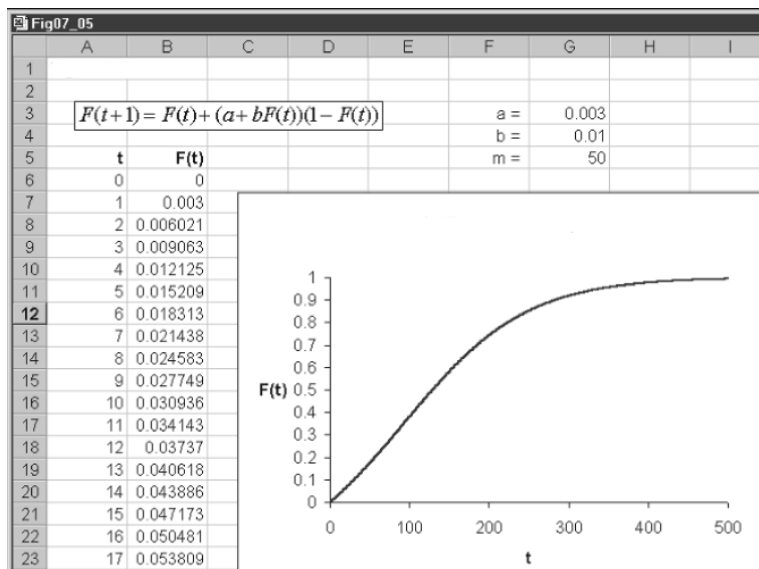


Pav. 12 S-formos kreivė (sigmoidė)

Svarstant apie mobiliuosius telefonus, pradžioje jie gali būti tik verslo asmenų, vėliau naudojimas greitai auga, jie paplinta ir likusioje visuomenės dalyje, netgi tarp jaunimo. Vėliau sumažėja nes rinka prisotinama.

Čia nesimato jokių matematinių išraiškų, galima paminėti jog, nuožulnumas reiškia plitimo greitį, asimptotė (*asymptote*) reiškia prisotinimą. Kreivė gali kisti priklausomai nuo modeliuojamo objekto.

Kuo daugiau asmenų turi telefonus, tuo daugiau ir kiti nori juos įsigyti. Atlikę skaičiavimus galime kreivę nubraižyti grafiškai.



Pav. 13 Procentinis telefonų savininkų kiekis

$$\Delta N(t + 1) = (a + bN(t))(m - N(t))$$

- N(t)* – savininkų kiekis laiko momentu *t*
  - F(t)* – procentinė savininkų dalis
  - m* – maksimalus galimas pirkėjų skaičius
  - a, b* ir *m* - trys parametrai
- (SHONE, Ronald. 2003)

### 2.3 Esamos programinės įrangos apžvalga

Prieš pradėdant kurti programą, verta išsiaiškinti, kokia panaši programinė įranga jau yra sukurta. Išanalizuotos finansinės skaičiuoklės pasirinktos pagal savo funkcijų tinkamumą mano kuriamai programai. Darbe išanalizuota programinė įranga:

- HELIX delta -\$;
- Mathwiz Financial Calculator PRO;
- Horizon Investment Analyst;
- Precision Financial Calculator Professional Version 7.1c.

#### HELIX delta -\$

HELIX delta-\$ - investicijų analizavimo ir investicinio portfelio valdymo programa, padedanti priimti investavimo sprendimus ir pasirinkti tarp skirtingų investavimo galimybių.

HELIX delta-\$ atlieka tokias pagrindines funkcijas:

- Investicijų analizė;
- Akcijų portfelio valdymas.
- Investicinių sprendimų analizė apima:
  - Akcijas ir kreditus;
  - Pensijų fondus;
  - Investavimą į nekilnojamą turtą;
  - Investicijas ir nuomą;
  - Skirtingų scenarijų palyginimą tam pačiam projektui;
  - Investicijas į gamybą ir įrengimus;
  - Bankų depozitų ir sąskaitų analizę.

Grynosios dabartinės vertės (NPV) ir vidinės pelno normos (IRR) metodai parodo projektų stipriausias ir silpnąsias vietas. HELIX delta-\$ tai parodo vaizdžiai ir padeda apsispręsti.

Pagrindinės HELIX delta-\$ funkcijos:

- Nuvertėjimo kalkuliatorius;
- Paskolų ir investicijų kalkuliatorius;
- Diskontuoti piniginiai srautai;
- Skirtingų investavimo scenarijų palyginimas;
- Esamų investicijų analizė ir aktualių pelno normų skaičiavimas.

Programa naudoja tris pagrindinius metodus investicinių projektų efektyvumui skaičiuoti:

- Atsipirkimo periodas;
- Grynosios dabartinės vertės;
- Vidinės pelno normos.

HELIX delta-\$ turi visapusišką operacijų ir instrukcijų žinyną, greito starto gidą (quick start guide), kuris padeda greitai ir lengvai įsisavinti programą. Pagalboje pagal indeksą galima susirasti reikiamą informaciją apie programą. Visos formulės ir skaičiavimo būdai taip pat pateikti pagalboje (15).

### **Mathwiz Financial Calculator PRO**

Mathwiz Financial Calculator yra universalus ir paprasto naudojimo finansinis kalkuliatorius su slankiu laukeliu (spread-sheet) piniginių srautų įvedimui, amortizacijai ir paskolos gražinimui skaičiuoti. Kalkuliatorius skaičiuoja šias finansines funkcijas: grynosios dabartinės vertės (NPV), būsimosios vertės (FV), vidinės pelno normos (IRR), skolos gražinimą (payback), periodus (periods), įmokų dydžius (payment amount). Sistema apima amortizacijos lenteles (multi-



terms amortization tables), skolos grąžinimo grafikus, kalendorinių datų skaičiavimus, pagrindines matematinės funkcijas.

Mathwiz sudarytas iš keturių kalkuliatorių:

- Matematinio kalkulatoriaus – skaičiuoja pagrindines matematinės funkcijas;
- Finansinio kalkulatoriaus – skaičiuoja pagrindines finansines funkcijas;
- Kalendorinis kalkulatorius – skaičiuoja dienų skaičių tarp dviejų datų;
- Paskolos grąžinimo tvarkaraščio, kurį galima peržiūrėti arba spausdinti.

Svarbiausios Mathwiz kalkulatoriaus savybės:

- Dabartinės vertės, būsimosios vertės, IRR, PMT skaičiavimai;
- Reguliarių ir nereguliarių pinigų srautų skaičiavimo galimybės;
- Metinių, mėnesinių, ketvirčio, dienos terminų pasirinkimo galimybė;
- Mokėjimų įsiskolinimų ar avansų skaičiavimai;
- Amortizacijos lentelės. Peržiūra arba spausdinimas (multi-term amortization tables. View or print);
- Kalendorinis kalkulatorius;
- Saugojimo ir susigrąžinimo funkcijos ( save and retrieve function);
- Pagrindinių matematinių funkcijų skaičiavimas;
- Paprastas naudojimas (intuitive and easy-to-use). (16)

### **Horizon Investment Analyst**

Horizon Investment Analyst – tai įrankis, kuris padeda sudaryti, valdyti, maksimizuoti investicinį portfelį. Jis padeda apibrėžti dabartines įplaukas, prognozuoti ateities įplaukas. Programa skaičiuoja pelną, periodinę bendrąją grąžą (total return), augančią bendrąją grąžą, vidutinę metinę bendrąją grąžą, vidinę pelno normą (IRR), kapitalo naudą, pirkimo/pardavimo kainas, ir kitas statistikas. Programa parodo įvairių skirtingų tipų grafikus, turi penkias pagrindines skirtingų tipų darbo lenteles kapitalo naudos skaičiavimui. Turi importo/eksporto galimybes. Ypatingai tinkama programa investicijoms su sudėtingais pinigų srautais, anuitetams, taip pat gali būti naudinga bankams, operacijoms, susijusioms su taupomosiomis sąskaitomis, taupomosiomis knygelėmis, akcijomis, obligacijomis ir kt.

Horizon Investment Analyst turi investicinių terminų žodyną, kuris paaiškina pagrindinius programoje naudojamus terminus (investicijų tipus, skaičiavimo metodus, kas kada naudojama, kaip skaičiuojama ir pan.).

Programoje yra darbo su pavyzdiniais failais galimybė: pakete yra rinkinys pavyzdinių failų, kuriuos galima naudoti mokantis dirbti su paketu ar eksperimentuojant. Taip pat yra duomenų importo galimybė. Pakete yra grafikų peržiūra ir spausdinimas. Yra du pagrindiniai grafikų tipai:

sklaidos diagramos (scatter diagrams, “2D X-Y”) ir klasių (Category) diagramos. “2D X-Y” grafikams x ašiai naudoja datas, o y ašiai naudoja suskaičiuotas reikšmes. (17)

### **Precision Financial Calculator Professional Version 7.1c**

Precision Financial Calculator skaičiuoja vidinę pelno normą (IRR), grynąją dabartinę vertę (NPV), būsimąją vertę (FV), skolos gražinimą, XIRR, ir modifikuotą vidinę pelno normą (MIRR) iš projekto piniginių srautų. Programoje taip pat yra nusidėvėjimo kalkuliatorius (Depreciation Calculator), paskolos kalkuliatorius (Loan Calculator), metinės procentinės normos kalkuliatorius (Annual Percentage Rate Calculator), anuitetų kalkuliatorius (Annuity Calculator) ir infliacijos kalkuliatorius (Inflation Calculator). Yra duomenų eksporto ir importo galimybė. Programa turi galimybę piešti grafikus ir juos eksportuoti. Galima pasirinkti stulpelinius arba linijinius grafikus.

Programos pagalba (Help) yra informatyvi ir labai palengvina darbą. Kiekviena operacija aiškiai aprašyta ir parodyta kaip turi būti užpildyti skaičiavimams reikalingi langai. Yra šešios grupės pavyzdžių, kur paaiškinta kaip spręsti atitinkamus uždavinius, ir kaip analizuoti rezultatus. Programos pagalboje paaiškinti pagrindiniai finansiniai terminai bei skaičiavimo formulės. (18)

### **Išvados. Nagrinėjamų programų palyginimas**

Toliau pateikiamas nagrinėtų programų palyginimas, taip pat palyginamos ir baigiamajam darbui kuriamos programos savybės.

**Lentelė 4 Nagrinėjamų programų palyginimas**

<b>Funkcijos \ Programos</b>	<b>HELIX delta-\$</b>	<b>Mathwiz Financial Calculator PRO</b>	<b>Horizon Investment Analyst</b>	<b>Precision Financial Calculator Professional 7.1c</b>	<b>Kredito IS (kuriam)</b>	<b>Loglet Lab</b>
NPV skaičiavimas	+	+	-	+	+	-
Būsimosios vertės skaičiavimas	-	+	-	+	-	-
IRR skaičiavimas	+	+	+	+	+	-
MIRR skaičiavimas	-	-	-	+	+	-
LNPV skaičiavimas	-	-	-	-	+	-
LIRR skaičiavimas	-	-	-	-	+	-
LMIRR skaičiavimas	-	-	-	-	+	-
Piniginių srautų įvedimas	+	+	+	+	+	+
Reguliarių piniginių srautų skaičiavimas	+	+	+	+	+	+
Nereguliarių piniginių srautų skaičiavimas	+	+	+	-	-	+
Pagrindinių matematinių funkcijų skaičiavimas	-	+	-	+	-	-
Nusidėvėjimo kalkuliatorius	-	-	-	+	-	-
Paskolos kalkuliatorius	-	-	-	+	+	-
Metinės procentinės normos kalkuliatorius	-	-	-	+	+	-
Anuitetų kalkuliatorius	+	-	-	+	+	-
Infliacijos kalkuliatorius	+	-	-	+	-	-

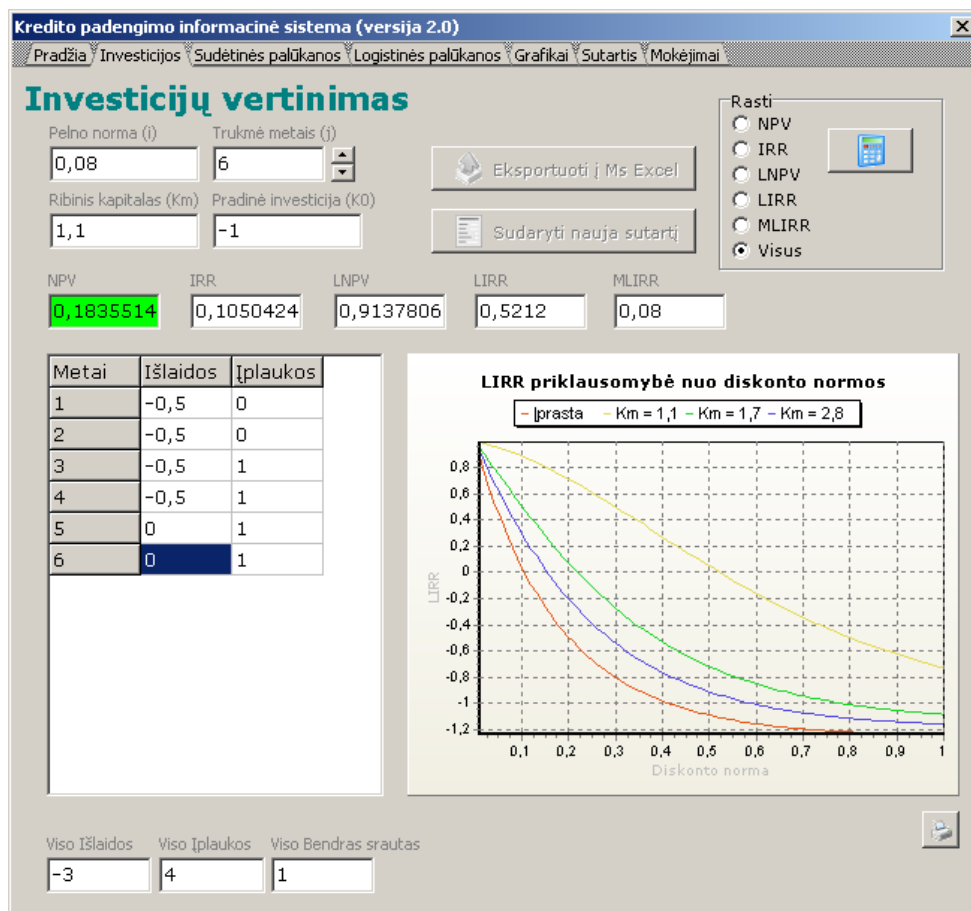
XIRR skaičiavimas	-	-	-	+	-	-
Darbo su pavyzdiniais failais galimybė	-	-	+	-	-	-
Greito starto pradžia	+	-	-	-	-	-
Importo galimybė	+	-	+	+	-	+
Eksporto galimybė	+	-	+	+	+	+
Pagalba vartotojui	+	+	+	+	+	+
Grafinis vaizdavimas	+	-	+	+	+	+
Ribinio kapitalo nustatymas	-	-	-	-	-	+

Matome jog dauguma programų nedirba su logistiniu modeliu, todėl buvo sukurta ir panaudota logistinio modelio skaičiuoklė, deja skaičiuoklė negali nustatyti ribinio kapitalo. Šiam parametru nustatyti todėl naudojamas produktas Loglet Lab.

### 3. SIŪLOMO SPRENDIMO METODIKA

Darbo tikslui įgyvendinti sukurta **investicijų skaičiuoklė**, paremta logistiniais modeliais. Šios skaičiuoklės pagalba galiame lengviau ir greičiau analizuoti įvairias investicijų vertinimo situacijas. Ji bus naudinga eksperimento atlikimui. Skaičiuoklės ir esamų programų palyginimas pateiktas (Lentelė 4 Nagrinėjamų programų palyginimas). Logistinių duomenų analizei naudojamas paketas Loglet Lab v1 ir Loglet Lab v2

#### 3.1 Kredito padengimo skaičiuoklė (versija 2.0)



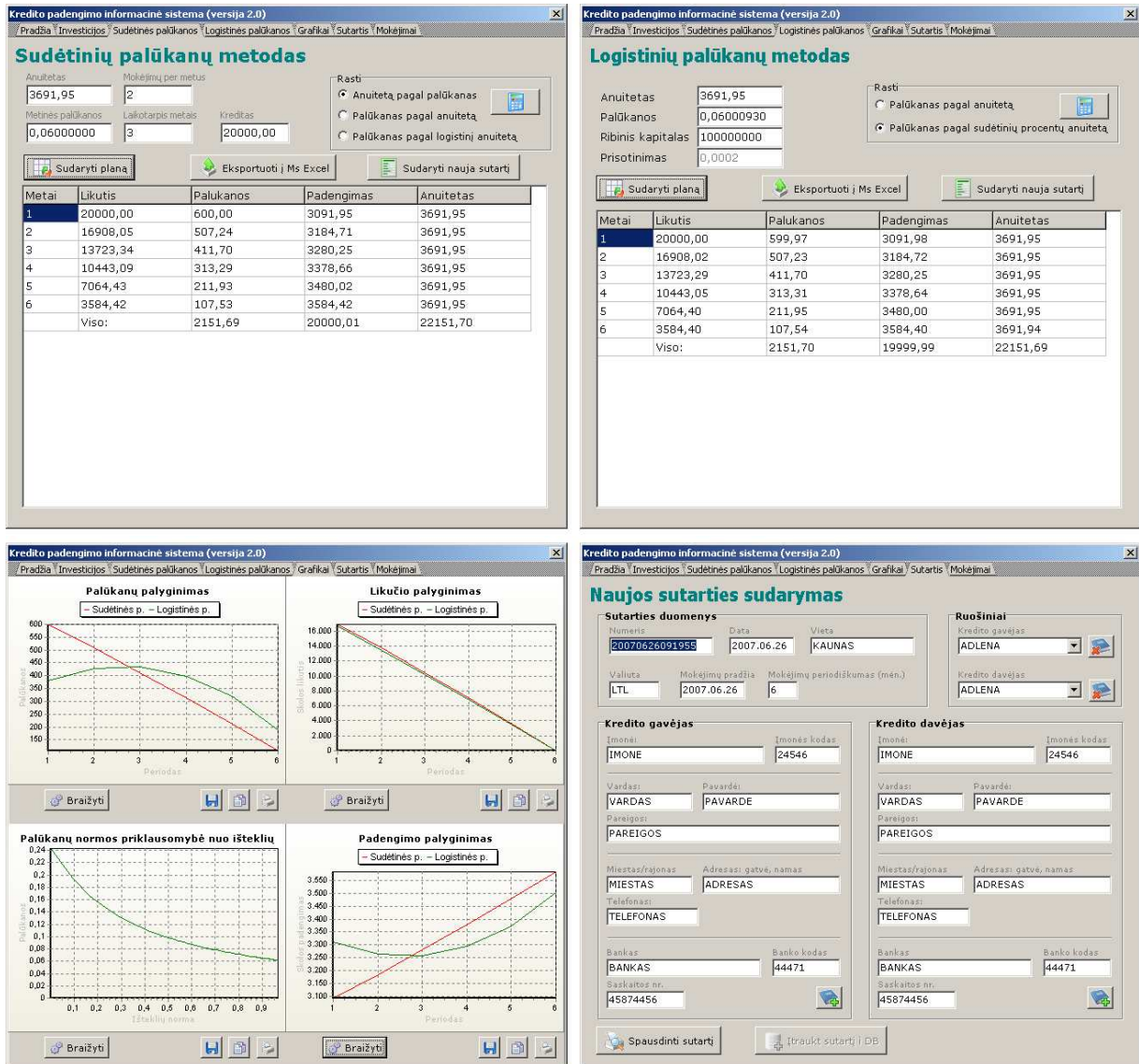
Pav. 14 Kredito padengimo skaičiuoklė (v2.0)

#### Pagrindinės programos funkcijos

- **NPV** (Net Present Value) skaičiavimas
- **IRR** (Internal Rate of Return) radimas
- **LNPV** (Logistic Net Present Value) skaičiavimas
- **LIRR** (Logistic Internal Rate of Return) suradimas
- **MLIRR** (Modified Logistic Internal Rate Of Return) skaičiavimas
- **Grafinis** skirtingų ribinių kapitalų (Km) palyginimas
- Duomenų ir grafikų **eksportavimas**

- Visos kitos pirmoje versijoje **buvusios** kredito padengimo **funkcijos**

Ši skaičiuoklė tai bakalauro baigiamajam darbui sukurtos IS patobulinta versija. Programos funkcijos **papildytos Investicijų skaičiavimo procedūromis.**



Pav. 15 Kredito padengimo skaičiuoklė v1.0

Lentelė 5 Programos vykdomi skaičiavimai

Metodas	Matematinė Formulė	Delphi Funkcija
NPV	$NPV = K_0 + \frac{K_1}{1+i} + \frac{K_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{K_n}{(1+i)^n}$	NetPresentValue (i, CashFlows, ptStartOfPeriod);
IRR	$K_0 = \frac{K_1}{1+i} + \frac{K_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{K_n}{(1+i)^n}$	InternalRateOfReturn(0, CashFlows);
LNPV	$K_0 = \frac{K_m \cdot K}{K + (K_m - K) \cdot (1+i)^n}$	MyMath.LNPVj(Km, item.Srautas, PalukanuNorma, 1);
LIRR	Analitiškai, kur LNPV grafikas kerta diskonto normos ašį.	TInvesticijuPlanas.LIRR

### Skaičiavimų rezultatai:

Investicinis projektas įgyvendinamas per šešerius metus. Pirmųjų metų pradžioje investuojama vienas sąlyginis vienetas. Vėliau, ketverius metus iš eilės, kasmet investuojama po 0,5 piniginio vieneto. Projekto pajamos gaunamos pradedant trečiaisiais metais ir yra lygios vienam sąlyginiam piniginiam vienetui. Reikia apskaičiuoti projekto grynąją dabartinę vertę esant pelno normai a) 8% b) 12%

Lentelė 6 Pinigų srautas

Metai	Išlaidos	Iplaukos	Bendras srautas
0	-1	0	-1
1	-0,5	0	-0,5
2	-0,5	0	-0,5
3	-0,5	1	0,5
4	-0,5	1	0,5
5	0	1	1
6	0	1	1
Iš viso:	-3	4	1


### Suvedame duomenis:

Pelno norma (i)	Trukmė metais (j)
<input type="text" value="0,08"/>	<input type="text" value="6"/>
Ribinis kapitalas (Km)	Pradinė investicija (K0)
<input type="text" value="2"/>	<input type="text" value="-1"/>

ir

Metai	Išlaidos	Iplaukos
1	-0,5	0
2	-0,5	0
3	-0,5	1
4	-0,5	1
5	0	1
6	0	1

### Spaudžiame

Rasti	
<input type="radio"/> NPV	
<input type="radio"/> IRR	
<input type="radio"/> LNPV	
<input type="radio"/> LIRR	
<input type="radio"/> MLIRR	
<input checked="" type="radio"/> Visus	

**Rezultatai:** apskaičiuojami visi rodikliai. NPV pagal priimtinumą pažymimas atitinkama spalva.

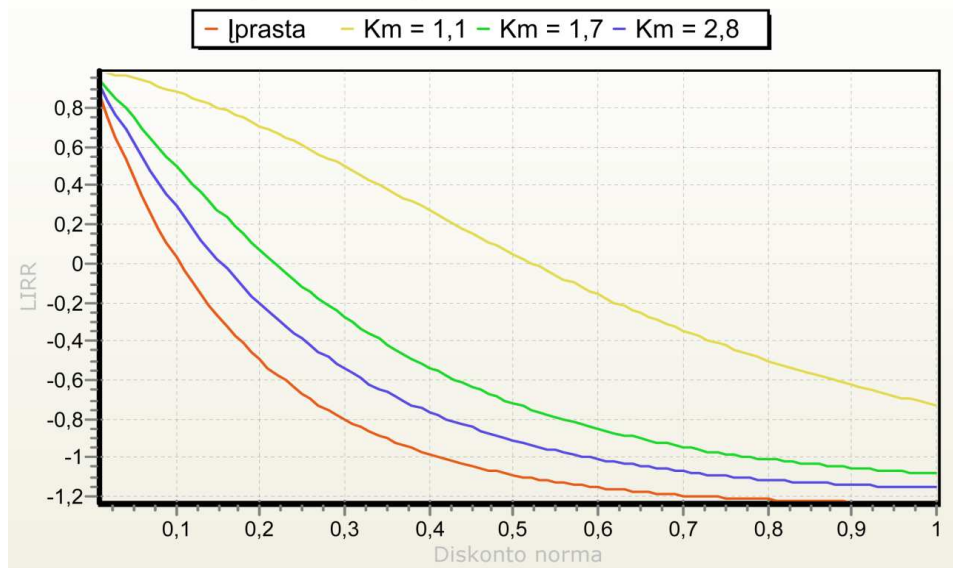
NPV	IRR	LNPV	LIRR	MLIRR
<input type="text" value="0,1835514"/>	<input type="text" value="0,1050424"/>	<input type="text" value="0,5266908"/>	<input type="text" value="0,1885"/>	<input type="text" value="0,08"/>

Projektas prie pelno normos 8% priimtinas nes  $NPV > 0$ , jei skaičiuotume pelno normą 12%,

NPV  
-0,097318

projekto  $NPV < 0$ , o tai reiškia kad jis nepriimtinas.

Grafikas: grafike parodoma kokią įtaką Logistine vidinei pelno normai daro ribinis kapitalas. Iš čia darytina svarbi išvada: **didėjant prisotinimui didėja sistemos vidinė gražos norma.**



Pav. 16 LNPV priklausomybė nuo diskonto normos

### 3.2 Loglet Lab programos aprašymas

#### Abstrakčiai

Po trumpo diegimo aprašymo, bus pademonstruota keletas logistinės analizės pavyzdžių. Tiksliau, bus parodyta kaip pritaikyti logistines kreives prie turimų duomenų, transformuoti, Bootstrap metodu nustatyti paklaidą, ir pritaikyti sukurtą modelį prie sistemos. Nors skyrelyje bus atlikta keltas logistinė analizės uždavinių, pagrindinis tikslas yra supažindinti su pačia programa. Sekančiame skyrelyje bus daugiau analizuojamas pats logistinis augimas panaudojant Loglet Lab programą.

#### Įvadas

Augimas visada greitėja, pasiekia maksimalų greitį, tada sustoja kai pasiekia ribą. Kai saulėgražos sėkla išsprogsta, augimas vyksta labai greitai nes kiekviena ląstelė pagamina dar dvi ląsteles, šios dar dvi. Bet ši daugyba nesitęsia iki begalybės, kaip pasakoje apie pupa, augalas sustoja kai pasiekia 2 metrus. Paprasčiausias šio proceso paaiškinimas, yra logistinė lygtis iš trijų parametru. Vidutinis augimo laikas, laikas per kurį augalas auga, ir augimo riba.

Augimas gali sustoti ir greitėti kelis kartus. Galima įsivaizduoti užėjusią sausrą, o vėliau lietu, vista tai įtakos naujas augimo bangas, vedančias link natūralios ribos. Taigi, „loglet“ kilo iš

žodžių „logistic“ ir „wavelet“, ir naudojama kreivių išskaidymui į kelis paprastesnes kreives. Dažniausiai logistinio modelio analizavimas „rankomis“ neįveikiamai sudėtingas, taigi čia analizuojama Loglet Lab programa skirta logistinio augimo nagrinėjimui ir taikymui.

Kitas logistinio modelio atvejis tai rinkos konkurentų santykių procesas. Konkurento akcijos gali kilti, bet tik iki tam tikros ribos, ir galiausiai jos kris kai kitų dalyvių akcijos pakils. Pasvarstykim įrašų plokštelėse (LP) paklausos augimą, jų pakeitimą kasetėmis (MK), ir tada kompaktinėmis plokštelėmis (CD). Loglet Lab pagalba galima pritaikyti šiai situacijai logistinį modelį, apskaičiuoti kiekvieno etapo augimą ir kritimą.

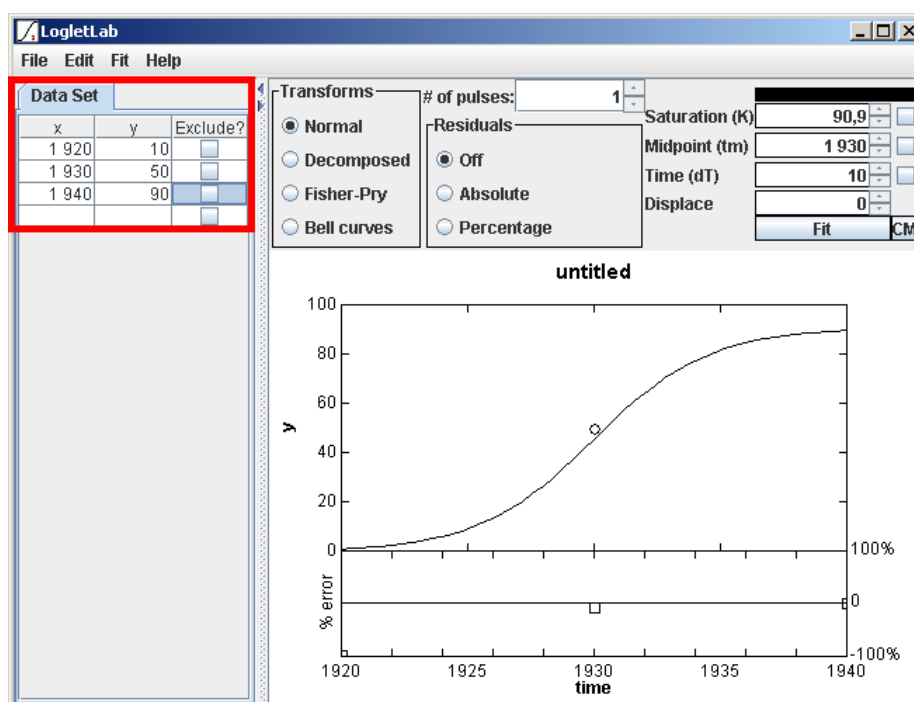
The Loglet Lab programą galima atsisiųsti iš <http://phe.rockefeller.edu/LogletLab/> . Loglet Lab reikalavimai kompiuteriui: bent Windows 95 ar NT 4.0, 16 MB RAM ir Java Runtime Environment.

Po įdiegimo galime pasileisti programą Loglet programą per Start meniu arba nuorodą darbastalyje.

### Pirmasis modelis

Sukuriamo naują darbą File/New. Kairiame lentelės kampe užpildome duomenis, taip kaip ir MsExcel skaičiuoklėje. Trečiame stulpelyje galime išskirti iš skaičiavimo pasirinktus duomenys. Spaudžiame Fit / Fit Logistics.

X	Y
1920	10
1930	50
1940	90



Pav. 17 Loglet Lab sukurtas primityvus modelis.



Matome grafiką, paklaidą ir surastus parametrus, parametrus galime pasikeisti patys, bet rekomenduojama naudoti apskaičiuotuosius. Jei žinomas kažkuris dydis, pavyzdžiui riba, galime jį užfiksuoti, spausdami kvadratą šalia duomenų.

### Tikras modelis

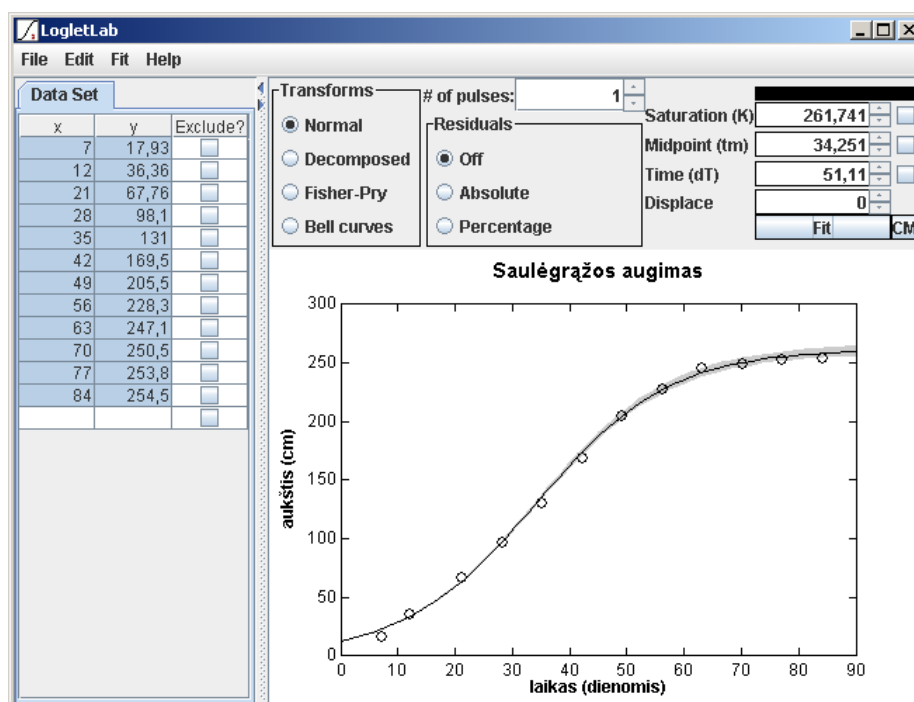
Pamodeliuosim tikro pasaulio duomenis, t.y. saulėgražos augimą.

File / New.. suvedame lentelės ir ašių pavadinimus. Title: Saulėgražos augimas; X Axis: „laikas (dienomis)“; Y Axis: „aukštis (cm)“.

Lentelė 7 Saulėgražos augimas

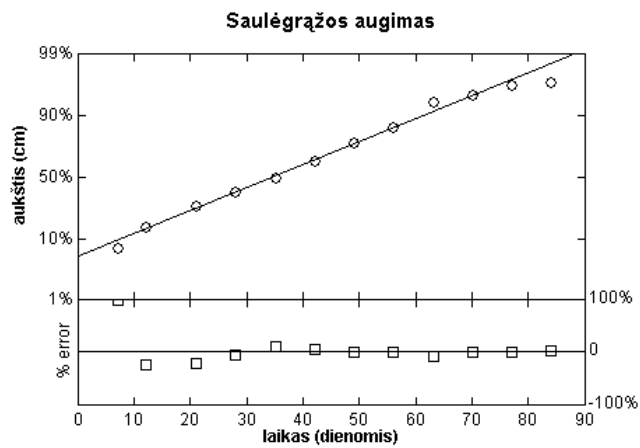
X	7.0	12.0	21.0	28.0	35.0	42.0	49.0	56.0	63.0	70.0	77.0	84.0
Y	17.93	36.36	67.76	98.1	131.0	169.5	205.5	228.3	247.1	250.5	253.8	254.5

Rezultatai:



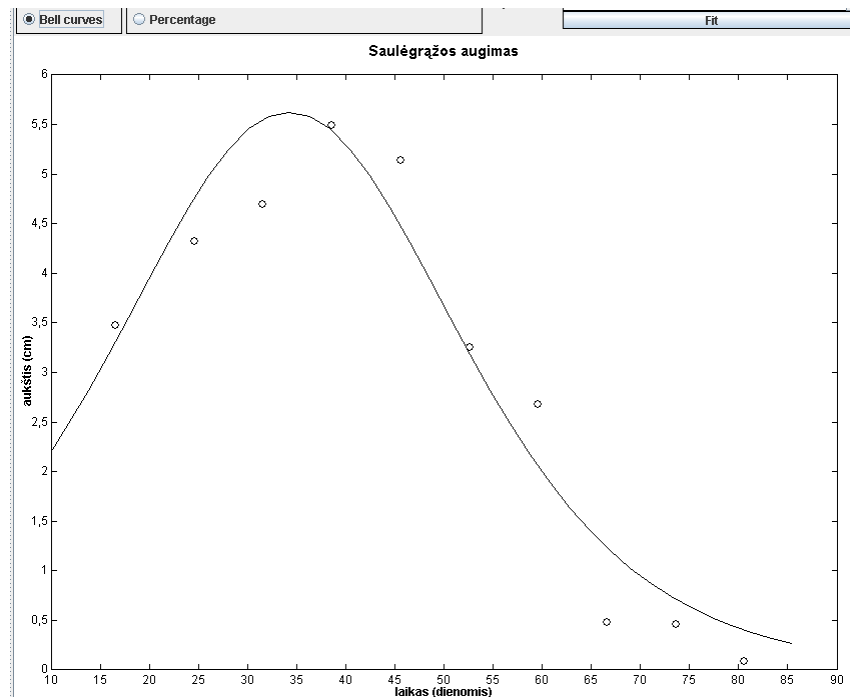
Pav. 18 Loglet Lab modelis "Saulėgražos augimas"

Gautąjį modelį galime pažiūrėti įvairiais būdais. Pavyzdžiui pasirinkus „Fisher-Pry“ transformacija, matysime tiesią liniją, kuri rodo procentinį augimą pagal prisotinimą. Reik atkreipti dėmesį jog šiuo atveju ašys rodytų procentus.



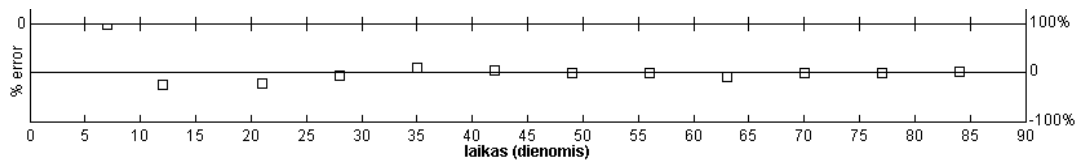
Pav. 19 „Saulėgražos augimas“ po Fisher Pry transformacijos

Ūgio kitimo greitį parodo „Bell curves“ transformacija.



Pav. 20 Bell curves“ transformacija.

Ijungdami „Residuals“ matysime kiek modelis atitinka tikrus duomenis, t.y. kokia paklaida. Galim matyti absoliučią ar procentinę paklaidas.



Pav. 21 Modelio paklaidos

## BI-LOGISTINIS MODELIS

Dabar pabandysime BI-Logistini modeli. Augimas gali greitėti ir lėtėti, kaip ir saulėgrąžos augimas sausros metu. Įsivaizduokime kaip padidėjo atominiai bandymai, karo pavojaus metu. Panika aptrimsta, bandymai sustoja iki sekančios bangos. Visa tai galėsime pamatyti sudėję dvi logistines kreives į dvi atominių bandymų bangas.

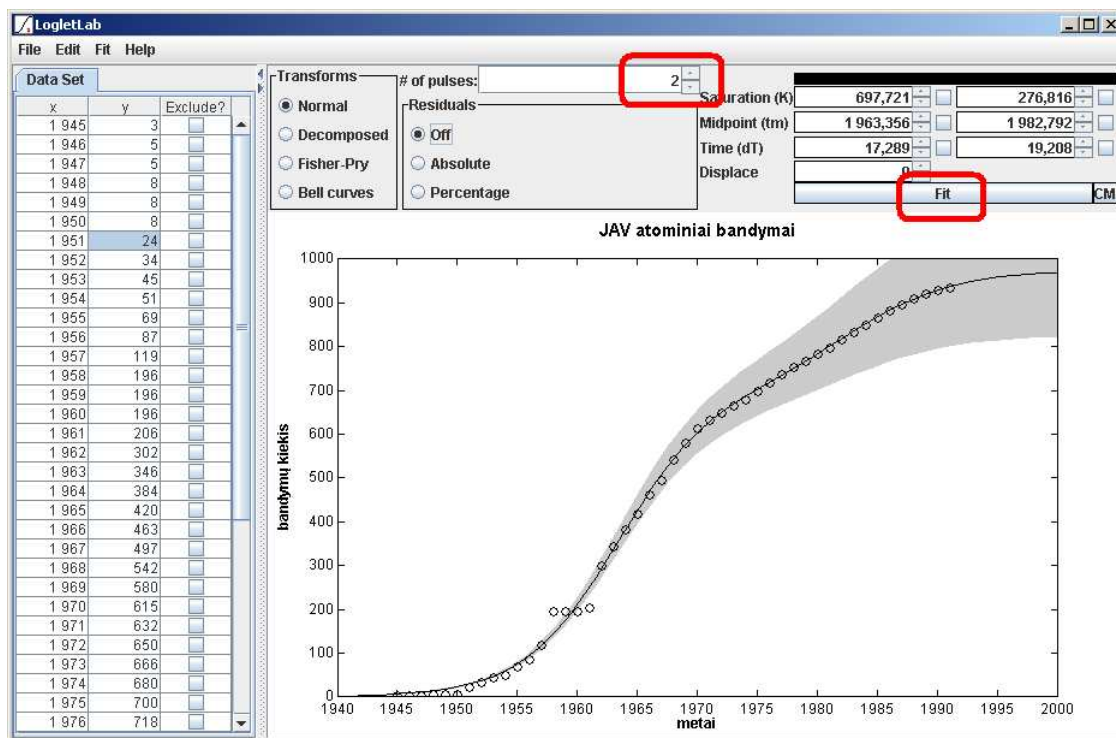
Atidarome naują darbą, suvedame pavadinimus ir duomenis iš lentelės:

Lentelė 8 Atominių bandymų kiekis 1945-1991 metais

Metai	Kiekis	Metai	Kiekis	Metai	Kiekis	Metai	Kiekis	Metai	Kiekis
1945	3	1955	69	1965	420	1975	700	1985	868
1946	5	1956	87	1966	463	1976	718	1986	882
1947	5	1957	119	1967	497	1977	737	1987	896
1948	8	1958	196	1968	542	1978	754	1988	910
1949	8	1959	196	1969	580	1979	769	1989	921
1950	8	1960	196	1970	615	1980	783	1990	929
1951	24	1961	206	1971	632	1981	799	1991	936
1952	34	1962	302	1972	650	1982	817		
1953	45	1963	346	1973	666	1983	834		
1954	51	1964	384	1974	680	1984	851		

Spaudžiame Fit / Fit Bi-Logistics. Ir keletą kartų „Fit“ atsiradusiame papildomame meniu.

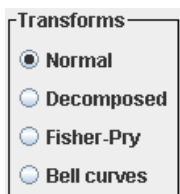
Reik įsitikinti kad #of pulses yra 2.



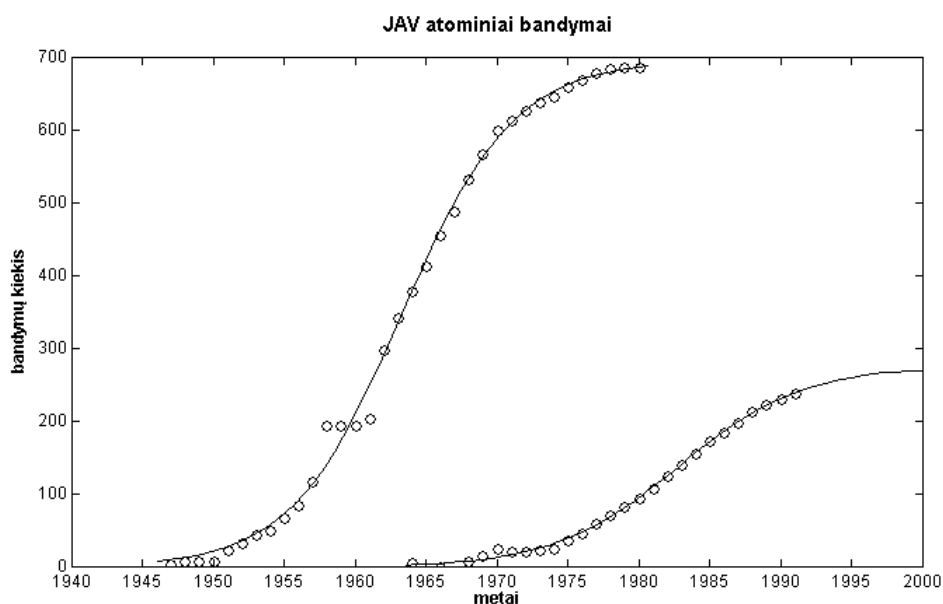
Pav. 22 Dvi kreivės viename modelyje.

Taigi, dvi kreivės sutalpinamos į modelį. Galime pastebėti kad padvigubėjo ir parametru, kuriuos galime keisti ar užfiksuoti.

Multi-logistinis modelis gali būti dekomponuojamas į dvi atskiras kreives, kad vaizdžiai matytume kiekvieną augimą atskirai. Egzistuoja netgi keli dekompozicijos / transformacijos metodai.

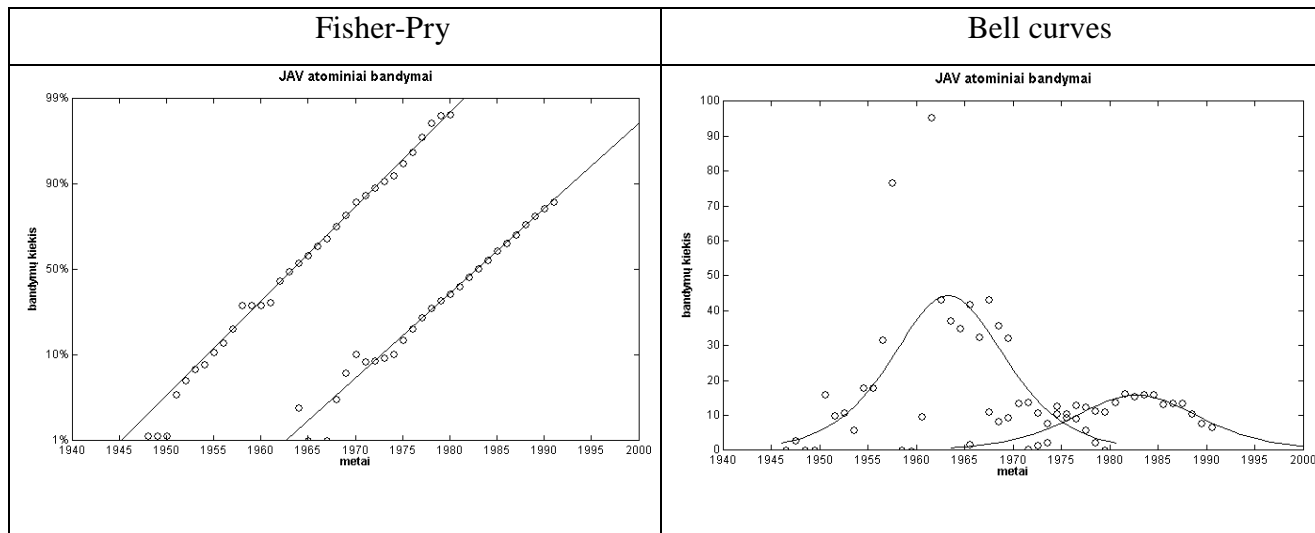


Išskaidę matome kelis atskirus augimus, kiekvieną su savo riba, ir laiko tarpa tarp skirtingų augimų.



Pav. 23 Dvi kreivės viename modelyje.

Kitos, ankščiau paminėtos, transformacijos:

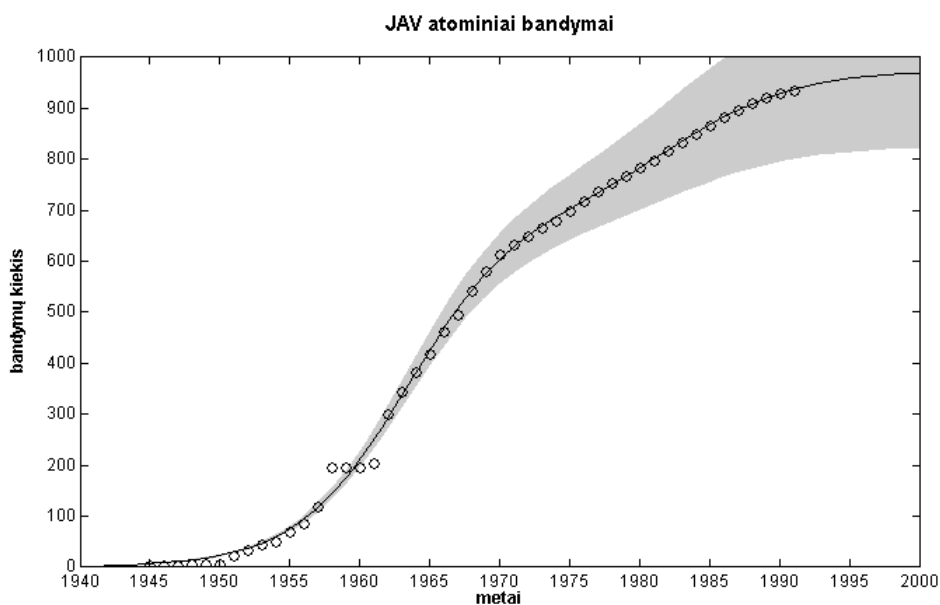


**Pav. 24 Fisher Pry ir Bell curves transformacijos.**

### **PARAMETRŲ ĮVERTINIMAS** (*parametric bootstrapping*)

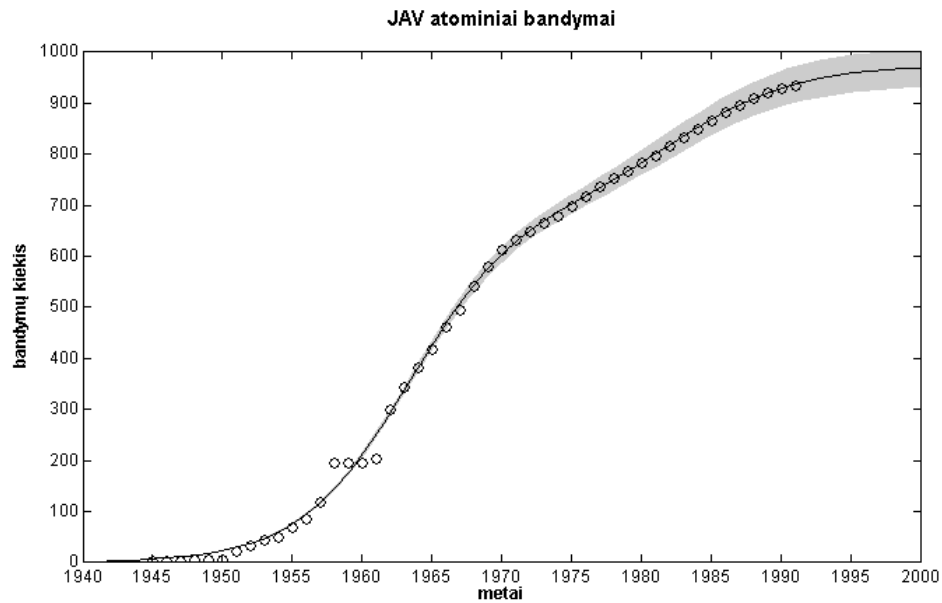
Kiek tikslus yra šis modelis. Kaip jautrus jis yra duomenims. Naudojant technologiją vadinamą „Bootstrap“, galime įvertinti kiekvieno parametro jautrumą. Jis veikia taip: kiekvienas sukurtas modelis apskaičiuojamas dar 200 kartų su panašiais (90%) duomenimis duotiesiems, iš ko galime matyti standartinę nuokrypį.

Demonstracijai dar kartą sukurkime atominių bandymų modelį. Atlikus visus ankščiau minėtus veiksmus gausime grafiką:



**Pav. 25 Prisotinimo kitimo intervalas.**

Pilka zona grafike rodyt prisotinimo (*saturation*), kintančio 90% intervale (*confidence interval CI*), kreives. Užfiksavus keletą parametrų, paklaida mažės, taip galime įvertinti jų jautrumą. Žemiau pateikiamas tas pats modelis, tik jau užfiksuotas laiko (Time dT) parametras.

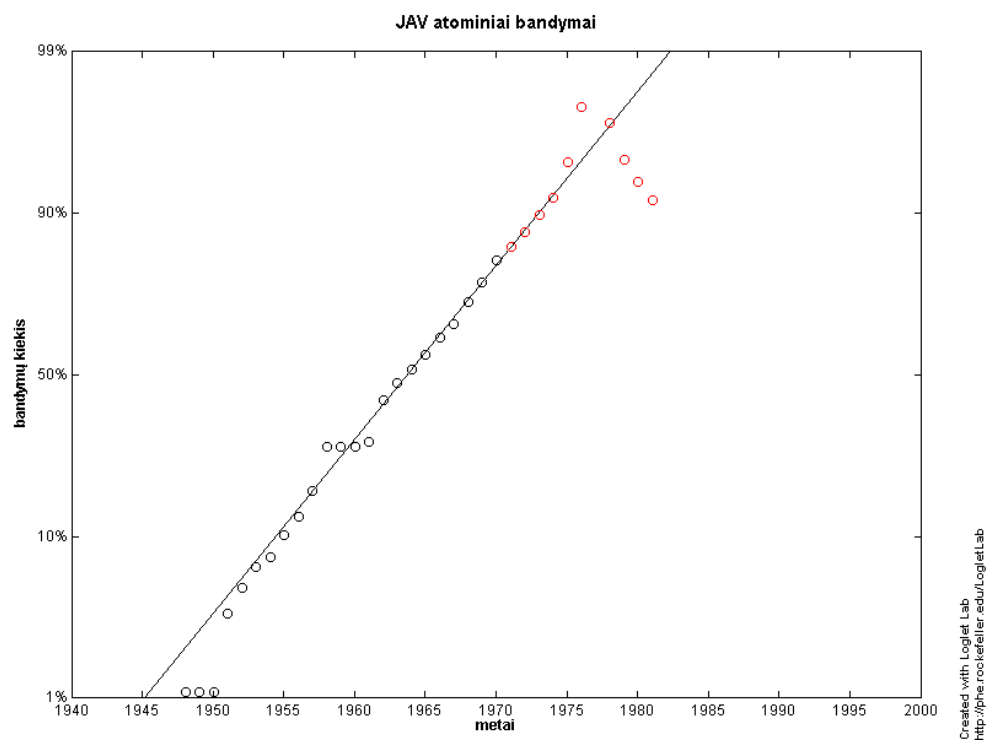


Pav. 26 Prisotinimo kitimo intervalas užfiksavus laiką.

### DUOMENŲ IŠSKYRIMAS

Ties 1959 metais buvo keturių metų rami atkarpa, kuri gali trukdyti gero modelio sudarymui. Dažnai naudinga surasti tokius momentus, kai procesas buvo depresijoje. Arba galima išmesti duomenis iki 1971-ųjų metų, tam kad atidžiau panagrinėti tik antrąją augimo bangą. Loglet Lab leidžia išskirti nepageidaujamus duomenis.

Pabandykim išskirti duomenis tik iki 1971 metų. Tam reiks susikurti jau darytą atominių bandymų modelį, ir pažymėti exclude visus duomenis virš 1971 metų. Reik nepamiršti kad dabar kreivių bus tik 1, t.y. *#of pulses* 1. Gausime: **time=18**, **Saturation=734**, ir **Midpoint=1964**. Atlikę Fisher-Pry transformaciją pamatysime kelis išskirtus taškus kurie randami tiesiai ant kreivės, galbūt jų nereikėjo išskirti...



Pav. 27 Triukšmo duomenų išskyrimas.

## DUOMENŲ IMPORTAVIMAS

Duomenys dažnai būna saugomi skaičiuoklėje, Loglet Lab, leidžia importuoti duomenis iš MsExcel ir XML failų.

Spaudžiame File / Open... pasirenkame XML arba All importable files. Šis darbas skirtas informacinėm technologijom susipažinusiems žmonėms, todėl apie importavimą toliau aiškinama nebus.

## LOGISTINIS KEITIMASIS (SUBSTITUTION)

Dabar modeliuosime logistinį keitimąsi. Stebėsime kaip keitėsi plokštelės į kasetes, o šios į kompaktinius diskus. Loglet Lab apskaičiuos kiekvieno konkurento rinkos dalį ir priderins prie logistinių kreivių.

Atsidarome RecMedia.xls iš Loglet Lab 1, arba kopijuojam iš šio darbo lentelės:

Lentelė 9 Įrašų laikmenų pasiskirstymas.

plokštelės		kasetės		kompaktiniai diskai	
1975	257000	1975	16200	1975	0
1976	273000	1976	21800	1976	0
1977	344000	1977	36900	1977	0
1978	341300	1978	61300	1978	0
1979	318300	1979	82800	1979	0
1980	322800	1980	110200	1980	0
1981	295200	1981	137000	1981	0

1982	243900	1982	182300	1982	0
1983	209600	1983	236800	1983	800
1984	204600	1984	332000	1984	5800
1985	167000	1985	339100	1985	22600
1986	125200	1986	344500	1986	53000
1987	107000	1987	410000	1987	102100
1988	72400	1988	450100	1988	149700
1989	34600	1989	446200	1989	207200
1990	11700	1990	442200	1990	286500
1991	4800	1991	360100	1991	333300
1992	2300	1992	366400	1992	407500
1993	1200	1993	339500	1993	495400
1994	1900	1994	345400	1994	662100
1995	2200	1995	272600	1995	727600

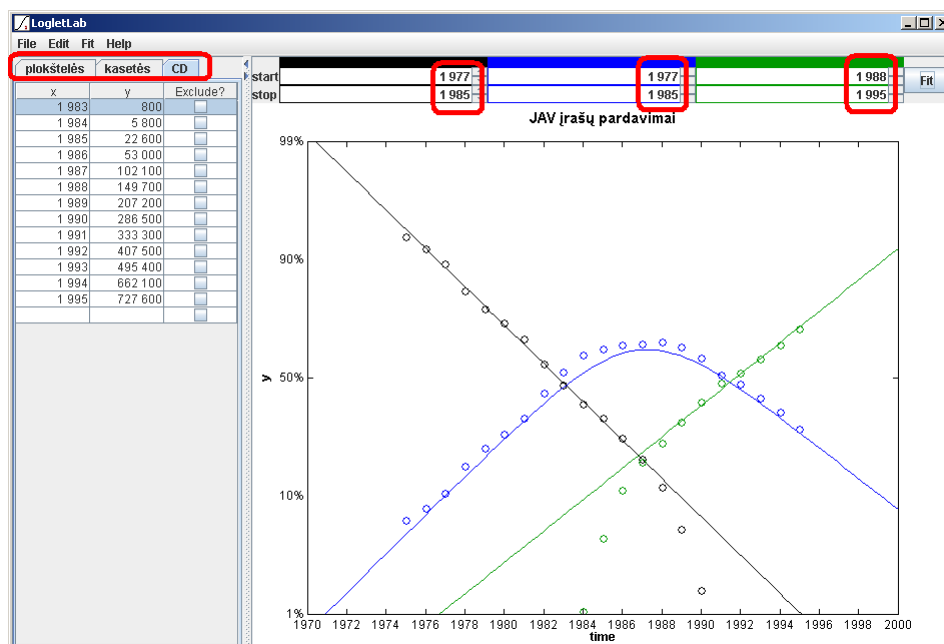
Šaltinis: JASON YUNG, PERRIN S. MEYER (2007). Loglet Lab for Windows

Lentelėje visi laiko ruožai vienodi, tačiau taip neturėtų būti, turėsime išskirti tik svarbiausius etapus.

Sukuriame naują modelį,

Edit / Add dataset, Excel Copy, Loglet Lab Paste. Ir taip kiekvienam iš trijų stulpelių.

Tada Fit / Logistic substitution. Bus pavaizduota Fisher-Pry transformacijos kreivės, atspindinčios kiekvieno produkto rinkos dalį laike. Dabar reikia nurodyti laiką, kuris svarbiausias kiekvienam iš produktų. Tarkim, kad plokštelėms 1977-1985 metai; kasetėms 1977-1985; kompaktiniams diskams 1988-1995. Dar kartą paspaudus Fit, turėtų gautis kažkas panašaus į



Pav. 28 Logistinis keitimasis (substitution).

Modelis nevisai teisingai atkartoja vėlyvąjį plokštelių ir ankstyvąjį kompaktų laikmetį, elgesys ties mažiau nei 10% dažnai būna netaisyklingas.



## NAUJŲ TECHNOLOGIJŲ NUMATYMAS

Naujos technologijos, tokios kaip DVD, pasiglemžia kompaktinių diskų dominavimą įrašų rinkoje. Loglet Lab gali pavaizduoti naujų konkurentų įtaką.

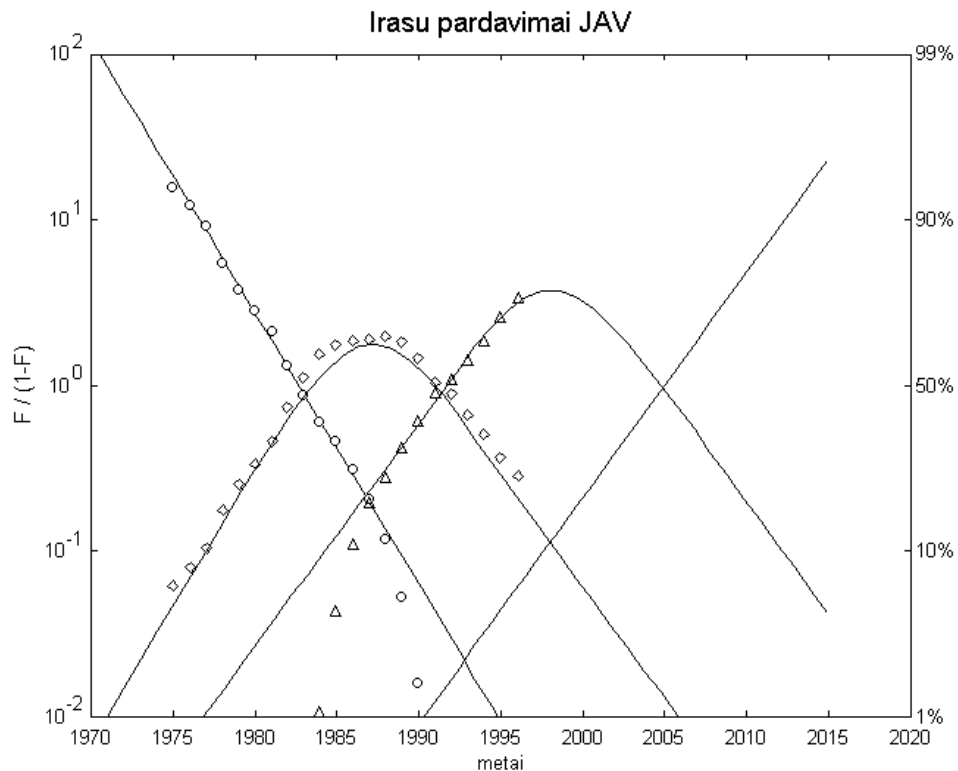
Deka Loglet Lab v2 versija ši funkcija nerealizuota, todėl bus trumpai aprašytas Loglet Lab v1 versijos modelio kūrimo procesas.

Atsidarome RecMedia.LGT, įdiegtą kartu su programa, kataloge „C:\Program Files\RU-PHE\Loglet Lab\Gallery“. Čia bus anksčiau modeliuotasis modelis. Įterpiame dar vieną duomenų rinkinį Data / Add/Remove Time Series..., įvedame „4“. Spaudžiame Data / Logistic substitution. Iššokusioje lentelėje suvedame sekančius duomenis. 1-3 elementus jau apsiskaičiavome ankstesniame modelyje, 4-ojo modelio duomenų neturime, todėl suvedame tik numatomą augimo laiką nuo 10% iki 90% t.y.  $dt=14$ , ir vidurinį augimo tašką t.y.  $tm=2005$

Item #	Method	Start Year	End Year	dt	tm
1	Fit a line to the points between	1977	1985	-12	1983
2	Fit a line to the points between	1977	1985	-14	1991
3	Fit a line to the points between	1988	1995	-14	2005
4	Use the parameters dt =			14	2005

Pav. 29 Naujo konkurento įvedimas.

Ne visai vaizdžiai matomas grafikas, todėl padidiname X skalę meniu punkte Graph / Rescale axes...



**Pav. 30 Naujo konkurento įtaka.**

Galima paeksperimentuoti ir su kitomis, ketvirtojo konkurento reikšmėmis.

Gaila, tačiau numatymo (*anticipating*) funkcija pasiekama tik pirmoje programos versijoje, tačiau žmogui, besidominčiam logistiniu augimu, nebus sudėtinga įsidiesti abi programos versijas, įvertinant tai, jog jos abi nemokamos ir lengvai pasiekiamos. (Jason Yung, Perrin S. Meyer, 2007)

### **3.3 Logistinio augimo ir kitimo pavyzdys: Loglet Lab programos matematika.**

#### **TRUMPAI APIE**

Šiame skyrelyje bus aprašomi matematiniai Loglet Lab programos pagrindai. „Logistinė analizė“ tai augimo ir kaitos dekompozicija į S formos logistinius komponentus, apytikriai panaši į [wavelet] analizę, populiaru signalų apdorojime ir glaudinime. Terminas Loglet sujungia žodžius *logistic* ir *wavelet*. Logistinė analizė susideda iš kelių modelių. Pirmasis – tai nepriklausomų sistemų augimas, antrasis – tai keitimasis, kur analizuojama konkurentų įtaka rinkoje.

#### **ĮVADAS**

Mes esam įpratę prie augimo iki tam tikros ribos, pavyzdžiui sergančiųjų kiekis epidemijos metu. Mokslininkai yra pastebėję daugybę S formos augimo pavyzdžių: gyvūnų populiacijos, energijos ir transporto infrastruktūros, kalbos išsiugdyje, technologinėse charakteristikose. Dažnai matuojamas dydis (veislės populiacija, augalo ūgis, variklio galia) pradžioje auga eksponentiškai, tačiau natūralios sistemos negali ilgą laiką augti tokiu greičiu, jas pradeda veikti atsakomoji sistemos reakcija, kuri stabdo augimą ir sudaro S formos augimo kreivę. Vadinasi, vienam augimo

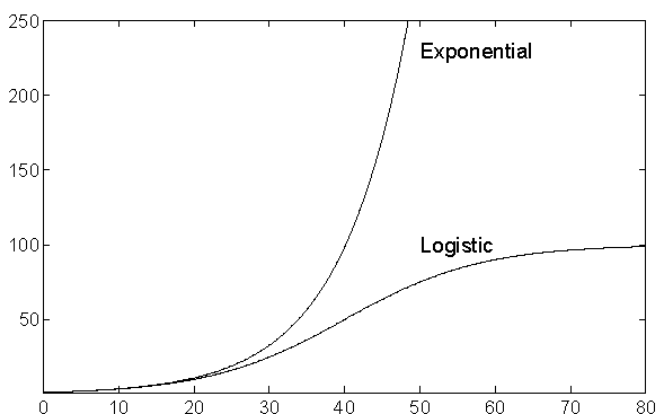
procesui, viena sigmoidinė kreivė yra tinkamas modelis. Vis dėlto dauguma sistemų demonstruoja augimą iš daug procesų, vykstančių lygiagrečiai ar nuosekliai. Daugumą tokių fenomenų galima aprašyti paprastais matematiniais modeliais. Žmogaus akis negali nustatyti didelio kiekio agreguotu modeliu.

Šiai užduočiai spręsti siūloma *loglet analizė, dekompozicija ir prognozė*. Terminas *loglet* pristatytas Rockefeller'io Universitete, 1994 ais metais. Loglet sujungia žodžius *logistic* ir *wavelet*. Ši analizė tiria laike pasiskirsčiusius duomenis, dekomponuoja juos į sub-procesus (iš viršaus žemyn būdas) ir analizuoja individualių procesų įtaką sistemai (iš apačios aukštyn būdas). Pati loglet analizės širdis tai trijų parametrų S kreivė – **logistinis augimo modelis**.

*Loglet Lab* – tai programinė įranga skirta laike pasiskirsčiusių duomenų loglet analizei. Programa turi pažangų priderinimo (*fitting*) mechanizmą. Šiame skyrelyje bus aprašomi loglet analizės pagrindai. Naudojami matematiniai skaičiavimai. Pačios programos aprašymas yra skyrelyje 3.2.

### PAPRASTAS AUGIMO MODELIS

Kaip jau ne kartą minėta – eksponentinis augimas besidauginančių organizmų aprašomas paprastu ir plačiai naudojamu modeliu kuris didėja be jokių ribų.



**Pav. 31 Paprastas ir logistinis augimas.**

Eksponentinis augimas aprašomas diferencialine lygtimi

$$\frac{dP(t)}{dt} =$$

Matematinėje terminologijoje tai yra augimo greitis yra proporcingas pačiai populiacijai. Nors daug populiacijų gali augti eksponentiškai, jokia sistema neišlaiko šio augimo tempo, nebent parametrai arba sistemos ribos pasikeičia.

Tik kelios, o gal net nei viena, sistemos gali augti ilgą laiką neribotai, eksponentinė lygtis turi būti pertvarkyta, įvedant ribos parametą, kuris suteikia modeliui daug realesnę, S formos, kreivę. Plačiausiai naudojama, eksponentinio augimo modifikacija vadinama – logistinis augimas.

Ji buvo pristatyt Verhulst, 1838 m, bet išpopuliarinta biologijos matematikoje mokslininko Lotka, 1920 ais. Eksponentinei formulei pridedamas ribojimo parametras arba *neigiama sistemos įtaka*.

$$1 - \frac{P(t)}{K}$$

Tai sulėtina sistemos augimą, nes įvedama riba  $K$ .

$$\frac{dP(t)}{dt} = \alpha P(t) \left( 1 - \frac{P(t)}{K} \right)$$

Pastebime kad ribojimas 1 kai  $P(0) < K$  ir 0 kai  $P(0) > K$ . Populiacija auga eksponentiškai ir sustoja kai priartėja prie ribos, kas suteikia jai S formos kreivę – *sigmoidinę augimo trajektoriją*. Suprastinus minėtą formulę gauname logistinę diferencialinę lygtį.

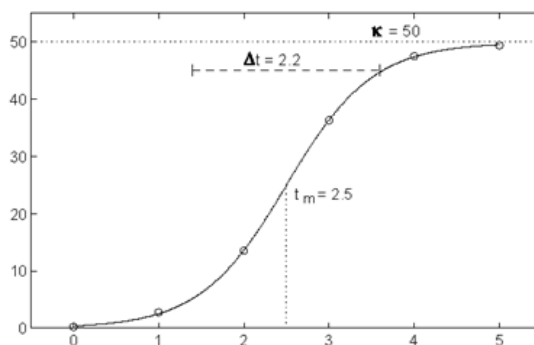
$$P(t) = \frac{K}{1 + \exp(-\alpha(t - \beta))}$$

Šiai lygčiai reikalingi trys parametrai

- parametras nurodo sigmoidės plotį arba statumą. Rekomenduojama šį parametras nustatyti pagal laiką reikalingą užaugti nuo 10% iki 90% ribos  $K$ . arba  $\Delta t$
- nurodo laiką, kada kreivė pasiekia  $\frac{K}{2}$ , arba *vidurio tašką*, dar vadinamą *infleksijos tašką*
- ribinis augimo parametras (ribinis kapitalas).

Logistinis modelis yra simetriškas atžvilgiu. Galime palyginti eksponentinį ir logistinį modelį pagal Pav. 31. Abu modeliai turi vienodą augimo greitį (apie 11% per metus). Pradinį kapitalą 1,22. Pirmus 20 metų kreivės sunkiai atskiriamos, ir tik 30-ais , metais žymiai išsiskiria. Po 50 metų eksponentinė kreivė nebetelpa į grafiką, tuo tarpu logistinė sustoja augus ties  $K$ . Šios kreivės parametrai būtų tokie: augimo laiko tarpas - 50 metų, augimo vidurio taškas - 40-ieji metai.  $K = 100$ .

Pav. 32 iliustruoja bakterijų dauginimosi uždaroje aplinkoje (*petri dish*) modelį. Čia  $K$  yra turimas maistas, kuriam pasibaigus augimas sustoja, sudarydamas S formos modelio kreivę. Pateiktieji trys parametrai sudaro pagrindinį loglet analizės bloką.



Pav. 32 Bakterijų dauginimosi (*Petri dish*) modelis.

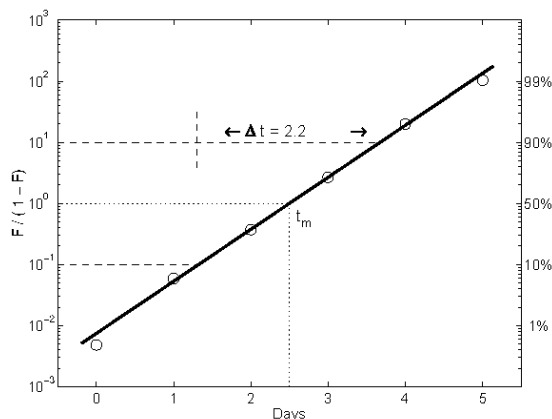
### Logistinio modelio atvaizdavimas.

Dažniausiai logistinį augimą pavaizduojame išdėliodami taškus XY plokštumoje. Kintamųjų pokytis, kuris normalizuoja logistinę kreivę, atvaizduoja ją tiesia linija. Šis būdas dar vadinamas *Fisher-Pry transformacija*.

$$FP(t) = \left( \text{kur } F(t) \right)$$

$$\ln(FP(t)) = \frac{\ln(81)}{\Delta t} (t - t_m)$$

taigi, jei  $FP(t)$  atvaizduotume ant pusiau logaritminės skalės, S formos kreivė taptų tiesi.



Pav. 33 Fisher Pry transformacija.

Pav. 33 rodo Pav. 32 bakterijų augimo Fisher-Pry transformaciją. Ši transformaciją normalizuota pagal K, todėl tame pačiame grafike galime lyginti kelias kreives.

### SUDĖTINIS LOGISTINIS MODELIS

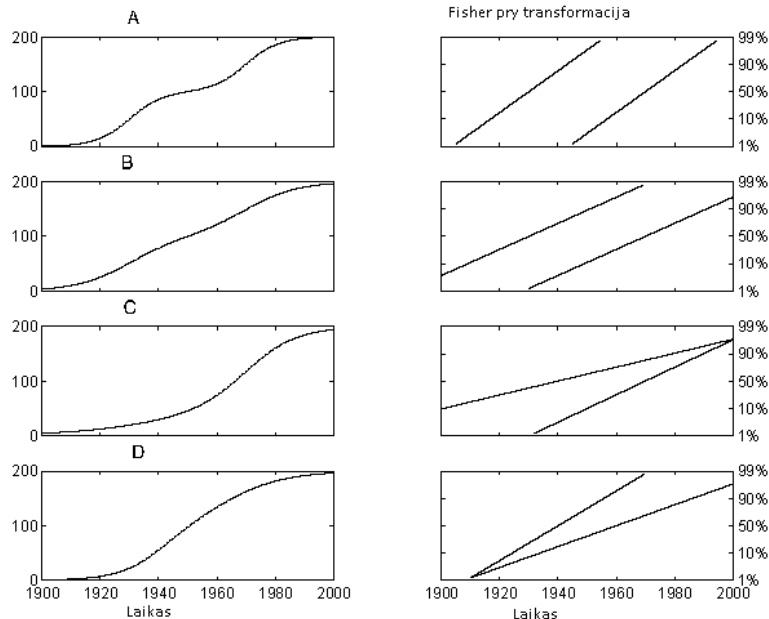
Daug augimo ir skaidymosi procesų susideda iš kelių sub-procesų. Pirmiausia pamodeliuokim sistemą kuris susideda iš dviejų augimo fazių. Vėliau išplėsimė modelį iki keleto fazių. Sistemos iš dviejų fazių vadinamos **Bi-Logistinėmis** („Bi-logistic“). Šiuo atveju modelis yra suma dviejų kreivių, kurių kiekviena turi po tris anksčiau aptartus parametrus.

$$N(t) = N_1(t) + N_2(t)$$

Galime stebėti visą sistemą, arba išskirti, ir stebėti kiekvieną modelį atskirai. Galima nubrėžti abu modelius vienoje plokštumoje, ar palyginti juos atlikus Fisher-Pry transformaciją.

### Bi-logistinių kreivių sistematika

Kreivės dažnai persidengia bėgant laikui. Priklausomai nuo laiko ir krypties, sudėtinė kreivė gali būti įvairių formų. Pav. 34 rodo bi-logistinio proceso sistematiką, atlikus dviejų modelių Fisher-Pry transformaciją.



Pav. 34 Sudėtinės logistinės kreivės ir jų transformacija.

**Grafikas A** – antras pulsas nepradeda augti, kol pirmasis nepasiekė prisotinimo lygio K. Ši forma charakterizuoja sistemą su pauzę tarp augimo fazių.

**Grafikas B** – antras pulsas pradeda augti kai pirmas pasiekia 50% prisotinimą. Charakterizuojama sistema su dviem panašiais procesais tik su skirtingais vidurio taškais.

**Grafikas C** – parodomas atvejis kai antroji kreivė, kuri yra statesnė, paveja pirmą ir baigia augti vienu metu. Tai gali būti pavyzdžiui nauja sistema, kuri sukurta pagal senąją, ir yra pranašesnė.

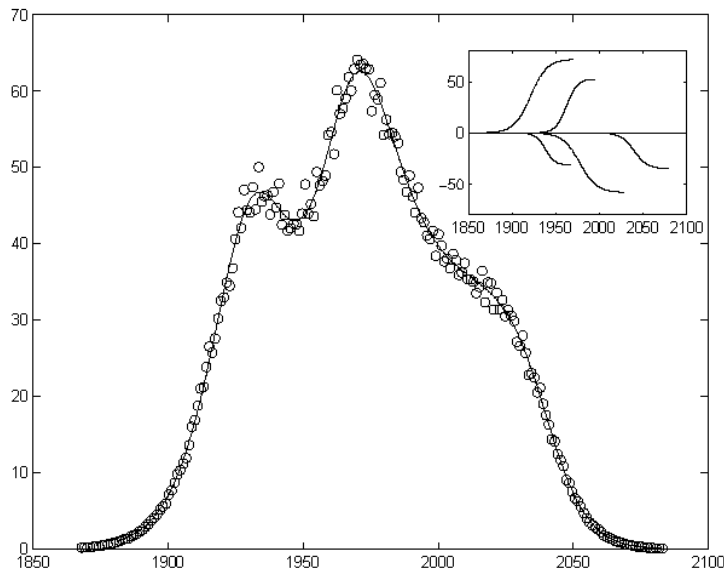
**Grafikas D** – atvejis, kai kreivės pradeda augti vienu metu, bet auga skirtingais greičiais.

Grafikai rodo Loglet analizės privalumus. Jei A kreivė atrodo logistinė, B tokia pavadinti tikrai sunku. C ir D yra S formos, tačiau nesimetriškos, o tai reiškia kad jos ne logistinės. Taigi, visi paminėti grafikai susideda iš dviejų kreivių poros.

### Bi-logistinio modelio generalizacija

Dabar apibendrinsime *bi-logistinį* modelį į *multi-logistinį*, kur augimas tai suma kelių paprastų logistinių kreivių.

$$N(t) = \sum_{i=1}^n N_i(t)$$



**Pav. 35 Multi-logistinis modelis - suma kelių logistinių kreivių.**

Pav. 35 rodo duomenų rinkinio, sudaryto iš penkių logistinių komponentų (pavaizduota viršuje dešinėje), loglet analizę. Taigi, sudėtingą modelį galima išskaidyti į kelis paprastus. Reik pastebėti kad ši „augimo“ procesą sudaro ir „smukimo“ etapas.

### **LOGLET ANALIZĖS MATEMATIKA.**

Šiame skyrelyje bus aprašomi naudojami priderinimo algoritmai, kur kelių komponentų logistiniams duomenims, pritaikomi struktūrizuoti parametrai.

Organizmų augimas laikę, kaip ir kiti augimo, nykimo procesai, įprasti loglet analizėje, parametų atvaizdavimui ir modelio aprašymui **vektorinis žymėjimas** yra tinkamiausias.

### **Apibrėžimai ir notacijos**

Tarkime turime dviejų matavimų erdvę, kur egzistuoja duomenų rinkinys  $D$ . Jei yra  $m$  duomenų, aprašome  $D$  kaip:

$$D = \{(t_1, d_1), \dots, (t_i, d_i), \dots, (t_m, d_m)\}$$

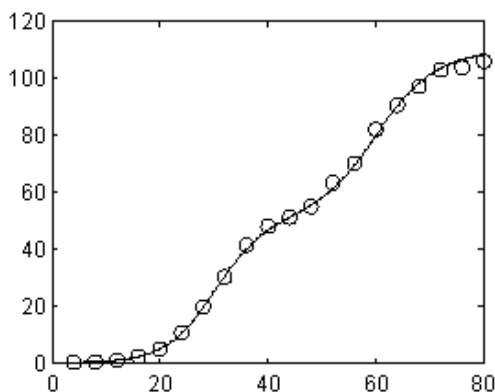
Kur  $t_i$  žymimas laikas, o  $d_i$  augimo kintamasis (pvz. organizmų skaičius, prisotinimo koeficientas).

Tarkime reikia sutalpinti į modelį logistinę kreivę iš  $n$  komponentų. Mums reikės  $3n$  parametų, pavaizduotų kaip  $P$  matrica, kur  $i$ -toji eilutė, aprašo  $i$ -tąją komponentą:

$$P = \begin{bmatrix} \Delta t_1 & K_1 & t_{m1} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \Delta t_n & K_n & t_{mn} \end{bmatrix}$$

Pav. 36 paveikslukas rodo duomenų rinkinį (rutuliukai) ir pritaikytą kreivę iš dviejų komponentų  $(n=2)$  ir

$$P = \begin{bmatrix} 20 & 50 & 30 \\ 25 & 60 & 60 \end{bmatrix}$$



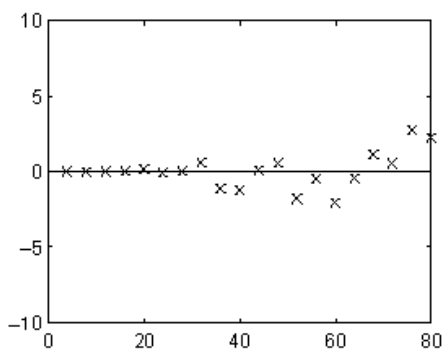
Pav. 36 Duomenys ir pritaikyta kreivė.

Loglet modelis nėra linijinis. Nors tiesioginių būdų nelineiniam modeliui apskaičiuoti nėra, šiam tikslui galime naudoti iteracijas. Šie metodai minimizuoja funkcijų paklaidas. Paklaidų vektorių galime apskaičiuoti naudojant sekančią formulę:

$$R = \{r_i\}, \text{ kur}$$

$$r_i = d_i - N(t, P)$$

Tikrų duomenų paklaidų vektorių atrodo taip:



Pav. 37 Paklaidų vektorius.

Kai pritaikymas geras, paklaidos išsidėsto netoli 0 ant y ašies, tada galima tęsti analizę toliau.

Standartinis metodas modelio parametrų radimui – mažiausių kvadratų metodas, kur paklaidų kvadratų suma yra minimizuojama. Mūsų atveju keisti taip, kad



$$\chi^2 = \sum r_i^2$$

būtų minimali. Vadinasi turime nustatyti  $K$ , kuris nusako pradines reikšmes, ir iteracijomis taikyti reikšmes, kol ženkliai konverguos į minimumą. Reik pastebėti jog nebūtinai visos reikšmės turi keistis, kai kurios gali būti konstantomis. Pavyzdžiui gali būti fiziniai apribojimai augimui (bakterijų talpa), ar vidutinis augimo laikas.

Mažiausių kvadratų metodas tikisi, jog paklaidos atsitiktinai ir paprastai išsibarsčiusios. Vis dėlto, istorinių duomenų paklaidos nustatymas dažnai sudėtingas. Situacijose kur yra sisteminių klaidų, mažiausių kvadratų regresija gali pateikti prastu rezultatus.

Pavyzdžiui, mažiausių kvadratų metodas gali pervertinti prisotinimo reikšmę ( $K$ ). Nepilnoms S formos kreivėms rekomenduojama pabandyti papildomą analizę, su nustatytu 90% prisotiniu, ir palyginti naujus rezultatus, be paklaidas. Tyrimai parodė, jog Fisher-Pry transformacija padeda gauti naudingus rezultatus.

### **Svoriai ir uždengimas**

Kai kuriuose istoriniuose duomenyse žinomas išorinių sistemų efektas, pavyzdžiui karas. Tokių duomenų korektiškumą galime padidinti įvesdami kiekvienam taškui svorius. Sviurių vektorius:

$$W = \{w_1, \dots, w_m\}$$

Tikslas keisti  $w_i$  taip, kad

$$\sum \left( \frac{r_i}{w_i} \right)^2$$

taptų minimalus. Jei visi  $w_i = 1$ , turėsime tokį patį modelį koks aprašytas anksčiau.

Istoriniams duomenims, tikslesnę analizę galime gauti tirdami tik „ramius“ periodus, išskirdami iš duomenų nereprezentatyvius duomenis. Pavyzdžiui, tirdami atominio ginklo kūrimą, naudingą būtų išskirti laikotarpį, kai buvo pasirašytas tarptautinis laikinas bandymų uždraudimas. Tokiu atveju nekorektiški duomenys pažymimi **V**. Kartais tai vadinama duomenų „uždengimu“, „slėpimu“ (*masking*). Loglet Lab programa leidžia duomenų maskavimą, tačiau svoriai dar nėra įgyvendinti, tikimasi jog ši savybė pasirodys naujesnėse versijose.

### **LOGISTINIO KITIMO MODELIS**

Skyrelio įvade buvo minėta, kad logistė kreivė gali kilti, išsilyginti ir kristi, dėl konkuruojančių kompanijų įtakos. Tai nebūtinai vyksta su organizmais, rinka, technologijos elgiasi kaip ir gyvas organizmas. Pavyzdžiui, gali galvoti kaip apie skirtingus transportavimo būdus (arkliai, traukiniai, automobiliai, lėktuvai), kaip konkuruojančius tarpusavyje.

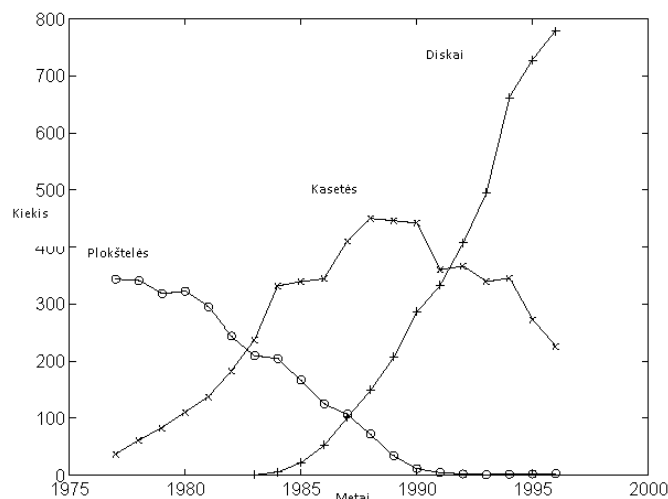
Logistinis kitimo modelis aprašo konkurentų rinkos dalį. Konkurentų gyvavimo ciklas aprašomas trimis etapais: kilimas, prisotinimas, kritimas. Augimas ir kritimas aprašo logistinį augimo procesą, kuris, kaip pamatysime, įtakoja prisotinimo fazę.

Nakicenovic ir Marchetti padarytos prielaidos, kuriomis remiasi logistinis modelis, yra:

- Naujos technologijos rinkoje auga logistiniais greičiais.
- Tik viena technologija yra prisotinta (vyraujanti) rinkoje vienu metu.
- Rinką prisotinanti technologija seka keliu, kuris sujungia kilimą su neišvengiamu kritimo periodu.
- Žlungančios technologijos nyksta logistiniu greičiu, nepaisant konkuruojančių technologijų įtakos.

Pirmoji prielaida nusako jog augimas gali būti modeliuojamas S formos kreivėmis. Ketvirtoji nusako jog kritimas taip pat modeliuojamas neigiamą S formos kreive. Antroji ir trečioji nusako prisotinimo etapą, priklausomą nuo konkurentų.

Kaip pavyzdį toliau nagrinėsime Amerikos įrašų laikmenų rinką. (Šis pavyzdys jau nagrinėtas Loglet Lab programa, 3.2 skyrelyje). Kaita iš plokštelių, i kasetes ir į diskus įrodo logistinį kitimo modelį, kaip matome Pav. 38, kur išdėstyti kasečių, plokštelių ir diskų taškai, nuo 1977 iki 1996 metų.



Šaltinis: JASON YUNG, PERRIN S. MEYER (2007). Loglet Lab for Windows

**Pav. 38 Kasečių, plokštelių ir diskų taškai, nuo 1977 iki 1996 metų.**

### Logistinės kaitos skaičiavimo metodai

Toliau bus pristatomi logistinės kaitos skaičiavimo metodai.

Tarkime turime  $n$  technologijų, konkuruojančių tarpusavyje  $m$  metų. Turimi duomenys atvaizduojami kaip  $n$  vektorių  $m$  ilgio, kurie gali būti saugomi  $n$  matricioje. Pirmas žingsnis tai transformuoti pirminius duomenis  $d$  į rinkos dalis :

$$Fr_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sum_{k=1}^n d_{kj}}$$

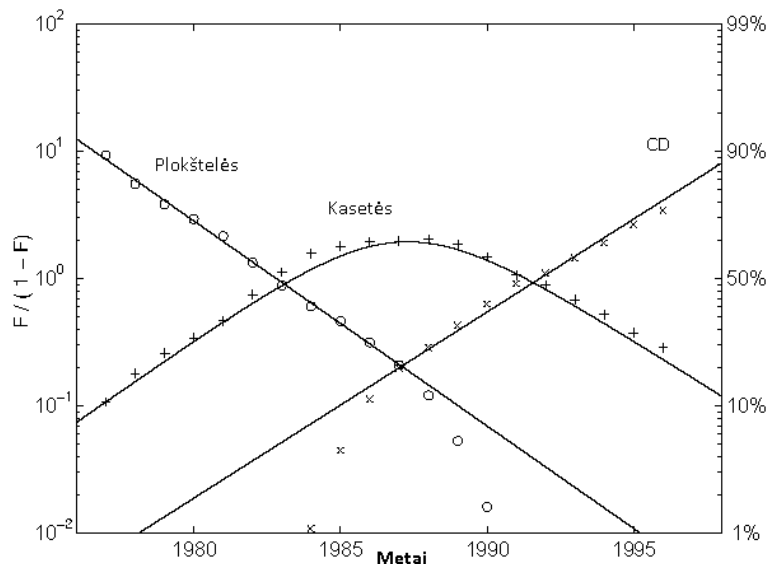
Antra, rinkos dalys transformuojamos naudojant anksčiau aprašytą Fisher-Pry transformaciją

$$F_{FPij} = FP(Fr_{ij}) = \frac{Fr_{ij}}{1 - Fr_{ij}}$$

Po transformacijos, S formos kreivė išdėstyta ant pusiau logaritminės plokštumos, tampa tiesia linija, tada matomas kilimas ar kritimas.

Logistinis kitimo modelis sugeneruoja kreives kurios atitinka rinkos dalis . Kreivės atitinka rinkos dalis ir susideda iš trijų fazių: kilimo, prisotinimo ir kritimo.

Pirmas žingsnis tai sugeneruoti visų technologijų kilimo fazę. Dirbant su Fisher-Pry transformacija, kreivės tampa tiesinėmis, tada jų parametrus galime nustatyti naudodami tiesinę regresiją. Kiekvienai technologijai reikalinga nustatyti laiko periodą, kuriame bus nagrinėjami duomenys, nustatomi parametrai. Pav. 39 rodo įrašų laikmenų logistinį kitimo modelį.



Pav. 39 Įrašų laikmenų logistinis kitimo modelis.

Metai nuo 1975 iki 1985 naudojami nustatant plokštelių kritimo fazę. 1997 – 1985 modeliuojama logistinė kasečių augimo fazė. 1988 – 1996 modeliuojamas kompaktinių diskų kilimas.

Augimo ir kritimo fazės nustatomos naudojant aptartus logistinius metodus, bet prisotinimo fazė skaičiuojama kitaip. Kadangi tik viena technologija gali būti vyraujanti (prisotinimo stadijoje), ją galime apskaičiuoti atimdami kitų technologijų (kurios turi būti žinomos) rinkos dalis.

$$L_S = 1 - \sum_{i \neq S} L_i$$

Kaip žinoti kada kiekviena fazė prasideda ar baigiasi? Jei

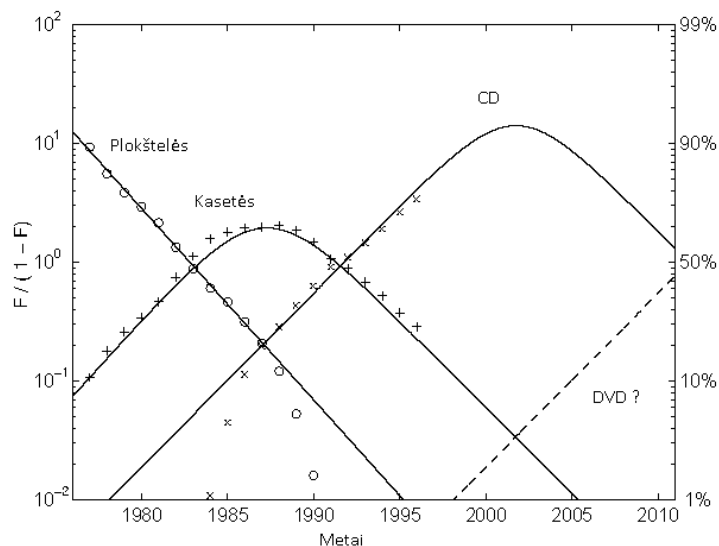
$$y_f(t) = \ln$$

tada prisotinimo fazės pabaiga bus laiko momentu  $t$  kuris yra minimumas. Kai prisotinimo fazė baigiasi, seka kritimo fazė, o kitos technologijos prisotinimo fazė prasideda. Pav. 39 plokštelės yra kritimo fazėje, kasetės prisotinimo, o kompaktiniai diskai – kilimo.

### Naujų technologijų įtakos įvertinimas

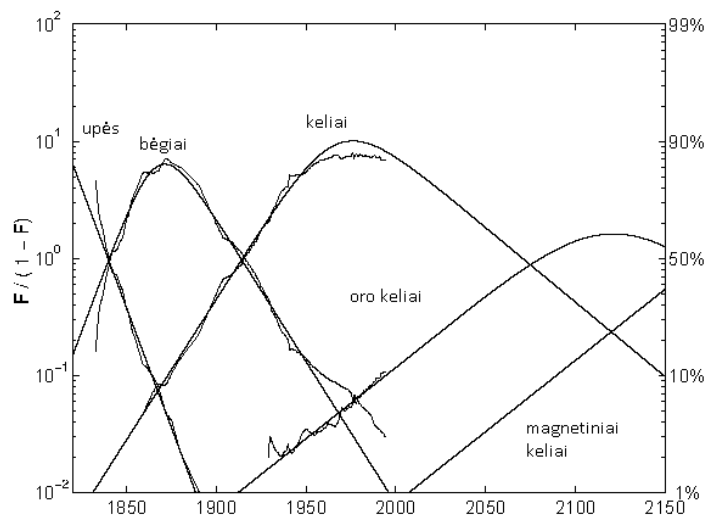
Dabar ištirsime kokią įtaką rinkai gali turėti naujos technologijos. Vietoj to kad naudotume regresija, prognozuojamiems duomenims naudosime anksčiau rastus parametrus, tai naudinga kai informacijos apie naujas technologijos nėra, arba yra labai mažai, o naujos technologijos vis tiek taps rinkos lyderiu.

Naudojant įrašų laikmenų pavyzdį, įvesime naują konkurentą – tai DVD diskai, kaip žinome jie yra tokio pat dydžio tik beveik 8 kartus didesnės talpos. Loglet Lab programa nustatom ankstesnių technologijų ir , kurie charakterizuoja greitį ir laiko tarpą. Pagal gautus parametrus, galime sugeneruoti panašias reikšmes ir . DVD diskams. Pasirenkam 13 metų ir .2012 kad sugeneruoti Pav. 40, kuris parodo naujo rinkos dalyvio įtaką ankstesniam grafikui Pav. 39.



Pav. 40 Naujo dalyvio įtaka.

Grafikas Pav. 41 vaizduoja konkurencinę kaitą tarp upių, bėgių, kelių, oro linijų ir naujų magnetinių lauku sklendančiu traukiniu (*maglev*). Čia rinka dalinasi ne pardavimo kiekį, bet egzistuojančių kelių, maršrutų ilgį.



Šaltinis: JASON YUNG, PERRIN S. MEYER (2007). Loglet Lab for Windows

**Pav. 41 Transporto kelių pasidalinimas.**

Šiame grafike matome daug platesnį laiko tarpą, ir didesnę konkurentų kiekį – penkis. Matome tendenciją kad keliai vis ilgėja. (Jason Yung, Perrin S. Meyer. 2007)

## IŠVADOS

Loglet Lab programa suteikia galimybę sukurti modelį būdais, aprašytais šiame darbe. Matematinis mechanizmas suprantamas vartotojui. Nesudėtingas valdymas leidžia modeliuoti skirtingus scenarijus minučių bėgyje, nes galime sukurti modelį su skirtingais parametrais. Sujungus vizualines atvaizdavimo priemones gauname turtingą logistinio augimo analizės paketą. Loglet Lab programos tikslas ne sukurti ir paleisti modelį, bet galimybė jį interpretuoti.

## Programos įgyvendinimas

Pradžioje matematiniai algoritmai buvo sukurti ANSI C ir matematinio paketo MatLab pagalba Unix aplinkoje, vėliau perkelti į Visual C++ kalbą, kad veiktų Microsoft Windows aplinkoje ir turėtų grafine vartotojo sąsają (GUI). Programoje palaikomi standartiniai Windows elementai, kaip *copy*, *cut*, *paste*. Duomenų įklijavimas iš kitų programų pvz. Ms Excel. Yra sukurti ir sudėtingesni regresijos metodai (pvz. Marchetti, ar CM regresija), bet jie dar neperkelti į Win32 aplinką.

## 4. EKSPERIMENTINIS SKYRIUS

Šiame skyriuje bus pasirinktos kelios priemonės pasiūlyto sprendimo tinkamumui pagrįsti ir patikrinti. Bus tikrinami investicijų vertinimo metodai, remiantis logistine analize. Tikrinama iškelta hipotezė: „Investicijų vertinimui didelę įtaką daro išteklių ribotumas“. Eksperimentiniu būdu bus tikrinamas sukurtos skaičiuoklės skaičiavimų tikslumas. Loglet Lab programa bus analizuojama sugeneruota duomenų imtis, ir tikrinami gauti parametrai su parametrais, panaudotais generavimo metu. Rezultatams apdoroti bus naudojamos IT priemonės: sukurta skaičiuoklė, Loglet Lab analizės paketas, Ms Excel skaičiuoklė, grafinės priemonės. Eksperimentiniame skyriuje bus sukurti ir įvertinti keli prototipiniai investicijų planai:

- Ilgalaikės investicijos (dešimtys metų): Reklamos viešajame transporte gamybos įrangos pirkimas, įvertinant kad transporto priemonių kiekis ribotas.
- Trumpalaikių investicijų: Geriamojo vandens gręžinio statyba (įrengimų eksploatacijos laikas, kaip ir maksimalus išgauto vandens kiekis per laiko vienetą, ribotas).

### 4.1 Duomenų rinkimas

Logistinis modelis sąlyginai nauja tema, surasti įmonę kuri juo vadovautųsi kol kas beveik neįmanoma. Dėl šios priežasties duomenų imtis, atitinkančias logistinio augimo modelį, reiks sugeneruoti Ms Excel programos pagalba. Ribinis kapitalas realybėje yra sunkiai apskaičiuojamas, tam reikia ekspertų pagalbos, istorinių duomenų. Savo eksperimente pamodeliuosiu įvairius ribinio kapitalo (prisotinimo) atvejus. Pamatysime kokią įtaką jis turi investicijoms.

#### 4.1.1 Trumpalaikės investicijos

Eksperimente bus vertinamas projektas, turintis fiksuotą terminą.

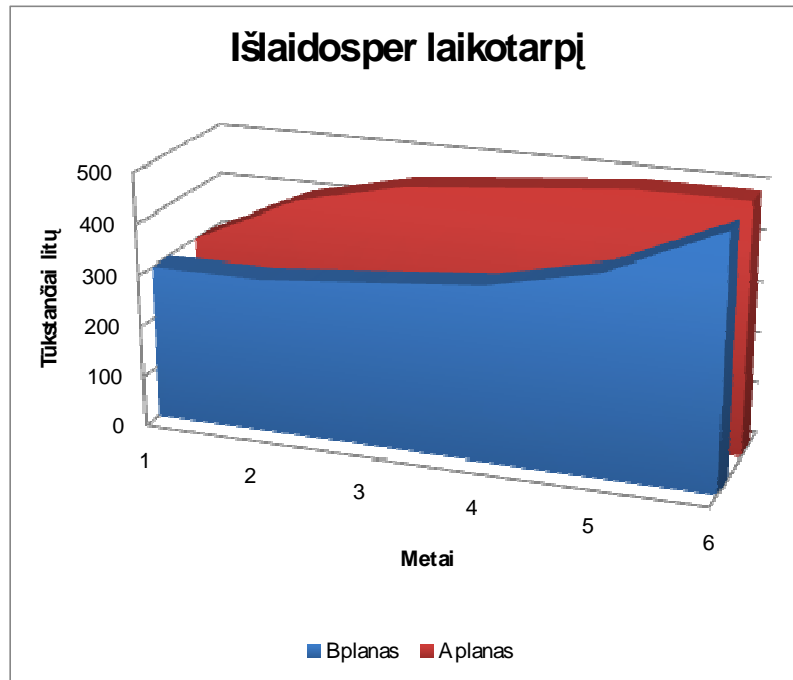
Projekto sąlygos tokios: planuojama investuoti į giluminio gręžinio statybą, gręžinį bus galima eksploatuoti penkerius metus. Neišvengiamas ribojimas – maksimalus išgaunamo vandens kiekis per laiko vienetą.

Sumokėti už gręžinio statybas galima keliais variantais:

Lentelė 10 Investicinio projekto variantai.

Metai	Išlaidos (A)*	Išlaidos (B)*	Planuojamos pajamos*
0	-300	-300	0
1	-100	0	0
2	-50	-20	160
3	-20	-20	160
4	-20	-50	160
5	0	-100	160

Grafiškai pinigų srautas atrodytų taip:



Pav. 42 Grafinis išlaidų pavaizdavimas.

A variantu kreditavimo kaštai (arba būtinoji pelno norma) yra 11%.

B variantu kreditavimo kaštai (arba būtinoji pelno norma) yra 13,7%

**Ekspерimento tikslas:** parinkti naudingesnę investicijų planą, pateikti informaciją, kaip investicijos priklausys nuo ribinio kapitalo. Sulyginti rezultatus paprasto matematinio skaičiavimo ir sukurtos programinės įrangos.

#### 4.1.2 Ilgalaikės investicijos

Šis eksperimentas skirtas ilgalaikių investicijų analizavimui, bus bandoma nustatyti augimą veikiantis ribinis kapitalas, įvertinama ir pašalinama triukšmų įtaką augimo periodui.

Planuojamas investicinis projektas: Reklamos viešajame transporte gamybos įrangos pirkimas. Tarkime jog skelbiamas konkursas, laimėjusi įmonė turės teisę tam tikrą laiką Kauno viešajame transporte skelbti reklamas. Įmonės uždarbis proporcingas užsakymams, planuojamas pradinis 30% kapitalo augimas. Svarbi sąlyga jog transporto kiekis ribotas, o tai reiškia kad augimas nebus pastovus, prisotinus rinką jis sustos augęs.

Tarkime pradinis kapitalas 1 sąlyginis piniginis vienetas (spv), augimo greitis 30% arba  $i=0,3$ . Laikas 20 metų.

Eksponentinių atveju, jei augimo niekas neribotų, prognozuojamą pinigų srautą galime sugeneruoti panaudodami eksponentinio augimo formulę:

$$K = K_0(1 + i \cdot n)$$

Kur  $K_0$  - pradinis kapitalas,  $K$  - kapitalas laiko momentu  $n$ , o  $i$  - palūkanų norma arba augimo greitis.

Ms Excel pagalba sugeneruojame prognozuojamus duomenis:

**Lentelė 11 Prognozuojami eksponentiniai duomenys.**

Metai (n)	Kapitalas (K)	Metai (n)	Kapitalas (K)
1	1,30	11	17,92
2	1,69	12	23,30
3	2,20	13	30,29
4	2,86	14	39,37
5	3,71	15	51,19
6	4,83	16	66,54
7	6,27	17	86,50
8	8,16	18	112,46
9	10,60	19	146,19
10	13,79	20	190,05

Matome jog po 20-ies metų kapitalo vertė būtų 190,05 spv (sąlyginių piniginių vienetų).

Dabar sugeneruosime duomenis įvertindami jog, pagamintos reklamos plotas vis tik yra ribotas. Įvesime ribinį kapitalą  $K_m$ . Panaudodami logistinio augimo formulę:

$$K = \frac{K_m \cdot K_0 \cdot (1 + i)^n}{K_m + K_0 \cdot ((1 + i)^n - 1)}$$

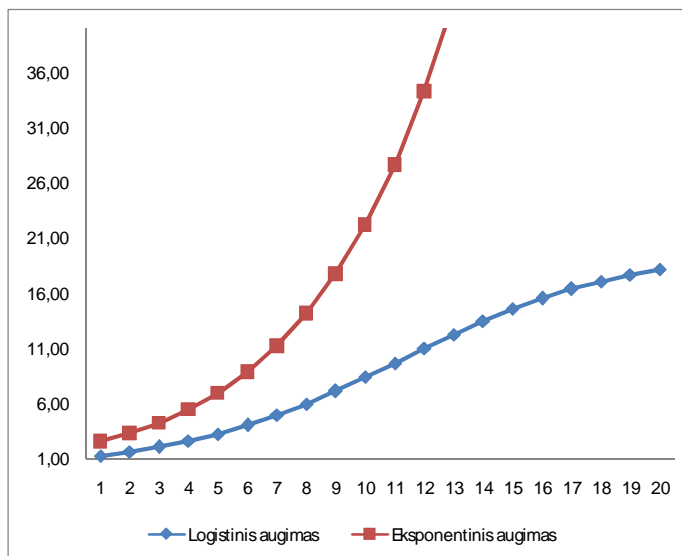
Gauname pinigų srautą:

**Lentelė 12 Prognozuojami logistiniai duomenys.**

Metai (n)	Kapitalas (K)	Metai (n)	Kapitalas (K)
1	1,28	11	9,71
2	1,63	12	11,02
3	2,07	13	12,29
4	2,61	14	13,49
5	3,27	15	14,59
6	4,05	16	15,56
7	4,97	17	16,40
8	6,01	18	17,11
9	7,16	19	17,70
10	8,41	20	18,18



Šiuo atveju po 20-ies metų kapitalas bus realesnis, t.y. 18,18 spv. Tai yra normalu žinant jog ribinis kapitalas yra 20 spv., kuris normaliomis sąlygomis negali būti viršytas. Abiejų srautų grafinis palyginimas:



**Pav. 43 Augimų palyginimas.**

Taigi, turime sugeneruotą pinigų srautą, tolesniuose skyriuose programinės įrangos pagalba logistinės analizės būdu pabandydysime nustatyti generavimui naudotus parametrus. Ši duomenų imtis bus modifikuojama, pridedamas triukšmas.

## 4.2 Duomenų apdorojimas ir analizė

### 4.2.1 Trumpalaikės investicijos

Ekspirimente bus vertinamas projektas, turintis fiksuotą terminą. Projektas planuojamas šešeriems metams. Planuojamų investicijų srautas pateikiamas žemiau, planuojamos pajamos po 120 tūkstančių litų, pradedant antrais metais. Palūkanų norma 11%, arba 13,7% priklausomai nuo pasirinkto investicijų plano.

**Lentelė 13 Trumpalaikių investicijų planas.**

Metai	Išlaidos (A)*	Išlaidos (B)*	Planuojamos pajamos*
0	-300	-300	0
1	-100	0	0
2	-50	-20	160
3	-20	-20	160
4	-20	-50	160
5	0	-100	160
Viso	-490	-490	640

\*tūkstančiais litų

Eksperimente apskaičiuosime paprastąją ir logistinę grynąją dabartinę vertę LNPV (NPV), paprastąją ir logistinę vidinę pelno normą LIRR (IRR). Sulyginsime tiek matematinių skaičiavimų rezultatus, tiek sukurtos skaičiuoklės.

Grynosios dabartinės vertės metodas – tai ilgalaikių investicinių projektų efektyvumo įvertinimo metodas, naudojantis pinigų srautų diskontavimą **pasirinktąją** palūkanų norma. (Girdzijauskas, S. 2005)

Investicinio projekto grynoji dabartinė vertė randama iš lygties:

$$NPV = K_0 + \frac{K_1}{1+i} + \frac{K_2}{(1+i)^2} + \dots$$

Čia - pasirinktoji pelno norma, reikalinga projekto finansavimo šaltiniui, šiuo atveju 11%, arba 13,7%. Jei  $NPV > 0$ , projektas priimtinas, jei  $NPV < 0$ , projektas atmetamas.

### A investavimo variantas

Pirmiausia surandame bendrą pinigų srautą, tada apskaičiuojame NPV kai palūkanų norma 11%.

Lentelė 14 A investavimo varianto pinigų srautas.

Metai	Išlaidos	Planuojamos pajamos	Bendras srautas
0	-300	0	-300
1	-100	0	-100
2	-50	160	110
3	-20	160	140
4	-20	160	140
5	0	160	160
Viso	-490	640	150

Įrašome duomenis į ankstesnę formulę:

$$NPV = -300 - \frac{100}{1,11} + \frac{110}{(1,11)^2} + \frac{140}{(1,11)^3} + \frac{140}{(1,11)^4} + \frac{160}{(1,11)^5} = -11,27028018$$

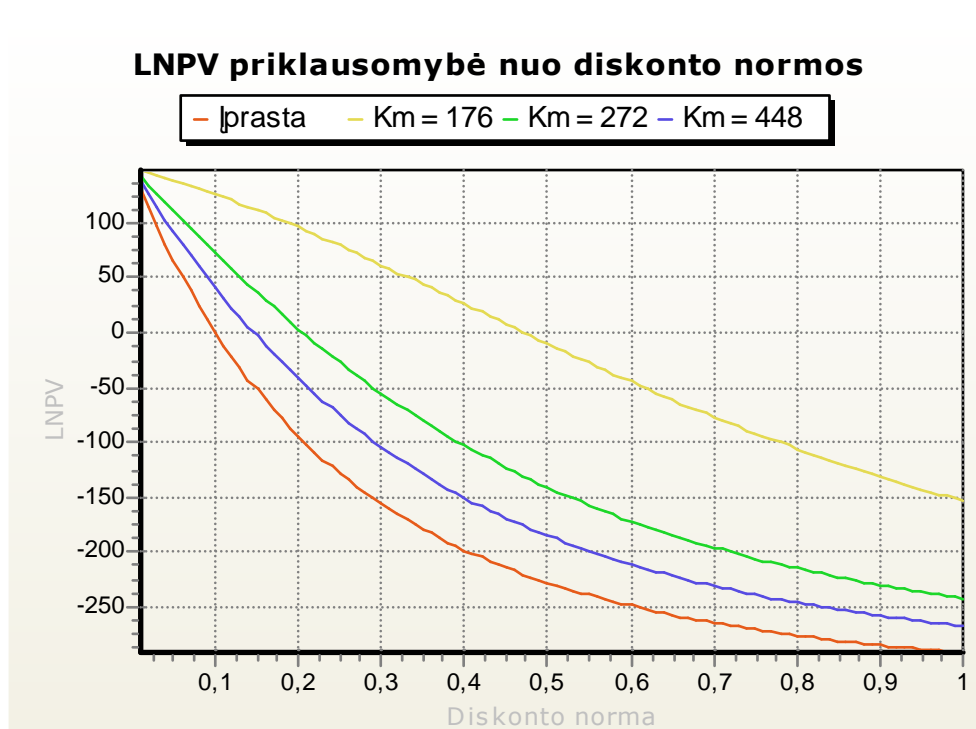
arba Ms Excel pagalba: =NPV(0,11;-100;110;140;140;160)-300= -11,27028018

skaičiuoklės pagalba NPV = -11,27028:

Pelno norma (i)	Trukmė metais (t)	
0,11	5	
Ribinis kapitalas (Km)	Pradinė investicija (K0)	
10000	-300	
NPV	IRR	LNPV
-11,27028	0,1001312	-9,5
Metai	Išlaidos	Įplaukos
1	-100	0
2	-50	160
3	-20	160
4	-20	160
5	0	160

**Išvados:** projektas naudos neduos, ir turi būti **atmestas**.

Dabar panagrinėkime logistinį atvejį - įveskime ribinį kapitalą. Čia reiktų atkreipti dėmesį į skaičiuoklės sugeneruotą LNPV priklausomybės nuo diskonto normos grafiką:



**Pav. 44** LNPV priklausomybė nuo diskonto normos.

Projektas bus priimtinas jei LNPV bus teigiamas. Iš grafiko matome, jog kai ribinis kapitalas  $K_m$ , projektas bus priimtinas net esant 20% būtinajai pelno normai. Patikrinkime šį atvejį. Logistinė grynosios dabartinės vertės lygtis:

$$LNPV = K_0 + \sum_{t=1}^n \frac{K_m K}{K + (K_m - K) \cdot (1 + i)^t}$$

Galime

užrašyti:

$$LNPV = -300 - \frac{272 \cdot 100}{-100 + (272 + 100) \cdot (1,20)} + \frac{272 \cdot 110}{110 + (272 - 110) \cdot (1,20)^2} + \frac{272 \cdot 140}{140 + (272 - 140) \cdot (1,20)^3} + \frac{272 \cdot 140}{140 + (272 - 140) \cdot (1,20)^4} + \frac{272 \cdot 160}{160 + (272 - 160) \cdot (1,20)^5}$$

LNPV = 3,336532986 tūkst. litų.

Skaičiuoklės pagalba LNPV = 3,3365329857298:

Pelno norma (i)	Trukmė metais (j)	
0,20	5	
Ribinis kapitalas (Km)	Pradinė investicija (K0)	
272	-300	
NPV	IRR	LNPV
-94,11008	0,1001312	3,3365329
Metai	Išlaidos	Įplaukos
1	-100	0
2	-50	160
3	-20	160
4	-20	160
5	0	160

Pav. 45 Skaičiuoklės rezultatai.

Išvados: jei ribinis kapitalas lygus 272 tūkst. litų – **projektas priimtinas**.

Taigi, matome svarbų faktą: **kuo sistemos prisotinimas didesnis (t.y. kuo ribinis kapitalas artimesnis ), tuo pelningesnis tampa projektas, ir tuo brangesnį finansavimo šaltinį galima naudoti. Tačiau, esant kapitalui artimam ribiniam, sistema tampa nestabili, ir tokios būsenos išlaikyti beveik neįmanoma.**

Toliau atliksime tuos pačius skaičiavimus su vidine pelno norma IRR, tada matome kokios esančiai maksimaliai palūkanų normai projektas dar bus priimtinas.

### B investavimo variantas

Lentelė 15 B investavimo varianto pinigų srautas.

Metai	Išlaidos	Planuojamos pajamos	Bendras srautas
0	-300	0	-300
1	0	0	0
2	-20	160	140
3	-20	160	140
4	-50	160	110
5	-100	160	60
Viso	-490	640	150

$$IRR(\text{A variantas}) = 0,100131257066332$$

$$IRR(\text{B variantas}) = 0,138153736562184$$

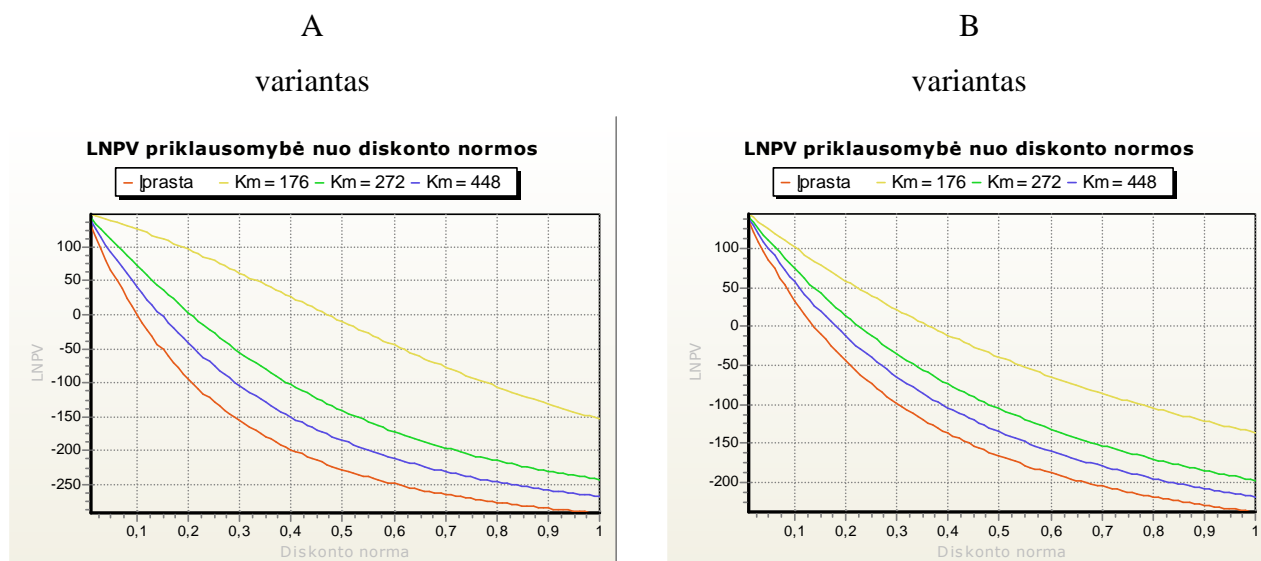
$$LIRR(\text{A variantas, kai Km 272}) = 0,2052$$

$$LIRR(\text{B variantas, kai Km 272}) = 0,2259$$

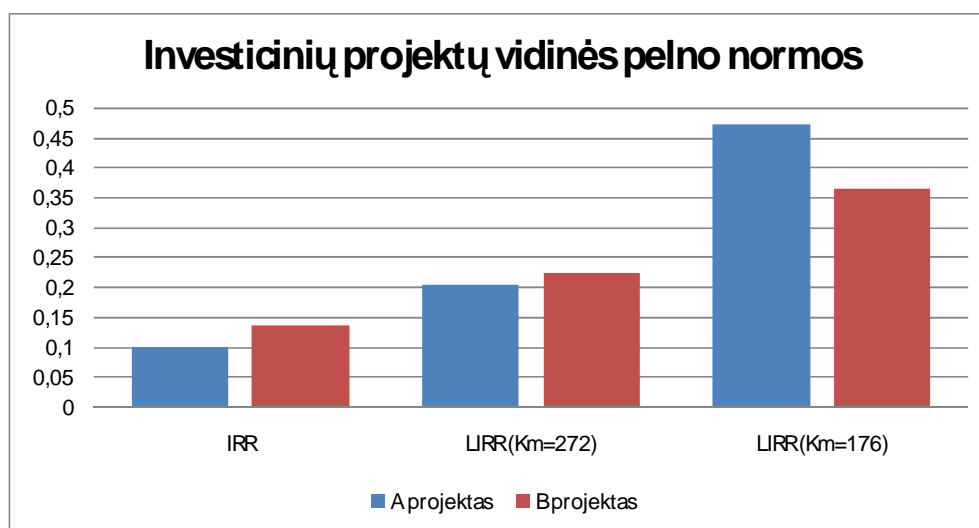
$$LIRR(\text{A variantas, kai Km 176}) = 0,4708$$

$$LIRR(\text{B variantas, kai Km 176}) = 0,3644$$

Pateiktuose grafikuose matome kaip abiejų projektų grynoji dabartinė vertė priklauso nuo ribinio kapitalo ir diskonto normos.



Pav. 46 Investicinių projektų LNPV priklausomybės palyginimas.



Pav. 47 Investicinių projektų vidinės pelno normos.

Matome jog reiktų rinktis B projektą nes vidinė sistemos grąža yra didesnė, bet pasiekus prisotinimą artimą 100%, A projekto vidinė grąža labai išauga, tai vadinamasis **kainų burbulas**.

#### 4.2.2 Ilgalaiškės investicijos

Šis eksperimentas skirtas ilgalaikių investicijų analizavimui, bus bandoma nustatyti augimą veikiantis ribinis kapitalas, įvertinama ir pašalinama triukšmų įtaką augimo periodui. Logistinis augimas bus analizuojamas Loglet Lab programa.

Investicinis projektas: Reklamos viešajame transporte gamybos įrangos pirkimas. Planuojamas pradinis 30% kapitalo augimas. Svarbi sąlyga jog transporto kiekis ribotas, o tai reiškia kad augimas nebus pastovus, prisotinus rinką jis sustos augęs.

Tarkime pradinis kapitalas 1 sąlyginis piniginis vienetas (spv), augimo greitis 30% arba  $i=0,3$ . Laikas 20 metų. Įvestas ribinis kapitalas  $K_1$ . Panaudodami logistinio augimo formulę:

Duomenų rinkimo dalyje (4.1.2) panaudojant logistinio augimo formulę, buvo sugeneruotas pinigų srautas, kurį dabar bandysime analizuoti. Generavimo parametrai žinomi, todėl bus nesudėtinga palyginti tikrus ir apskaičiuotus rezultatus.

### Ribinio kapitalo nustatymas.

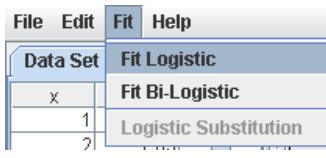

Turimi duomenys:

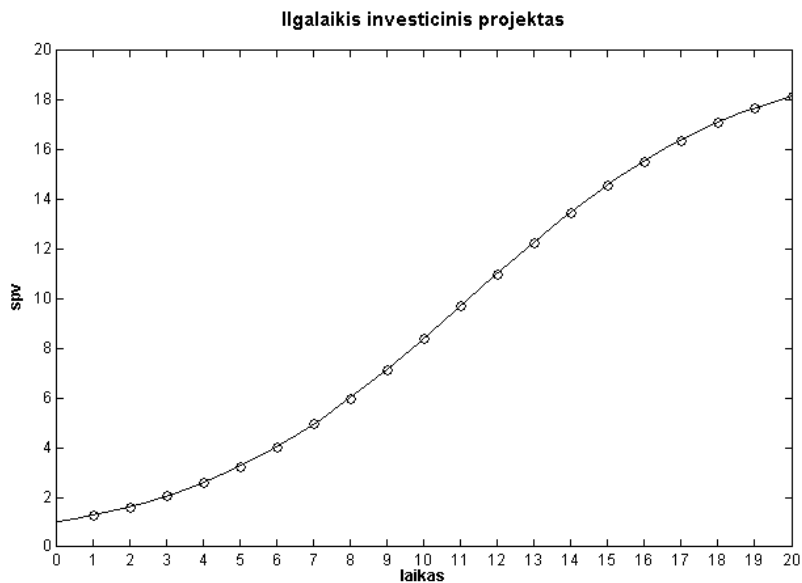
Lentelė 16 Ribinio kapitalo nustatymui naudojamas pinigų srautas.

Metai (n)	Kapitalas (K)	Metai (n)	Kapitalas (K)
1	1,28	11	9,71
2	1,63	12	11,02
3	2,07	13	12,29
4	2,61	14	13,49
5	3,27	15	14,59
6	4,05	16	15,56
7	4,97	17	16,40
8	6,01	18	17,11
9	7,16	19	17,70
10	8,41	20	18,18

Loglet Lab v2 programoje suvedame duomenis:

Data Set	
x	y
1	1,28
2	1,63
3	2,07
4	2,61
5	3,27
6	4,05
7	4,97
8	6,01
9	7,16
10	8,41
11	9,71
12	11,02
13	12,29
14	13,49
15	14,59
16	15,56
17	16,40
18	17,11
19	17,70
20	18,18

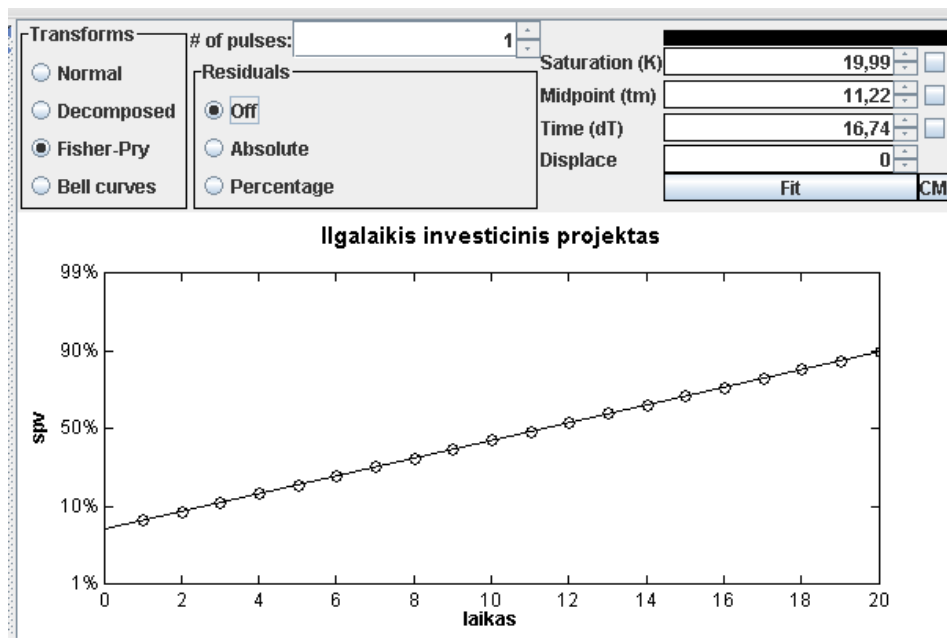
Spaudžiame „Fit Logistics“:  ir „Fit“ .



Pav. 48 Logistinis investicijų modelis Loglet Lab programoje.

Matome jog pateiktas modelis (kreivė) labai tiksliai atitinka pateiktus duomenis (apskritimai), to ir reikėjo tikėtis nes duomenys sugeneruoti logistinio augimo lygtimi.

Fisher-Pry transformacija taip pat turėtų rodyti lygią tiesę be išsibarsčiusių taškų.

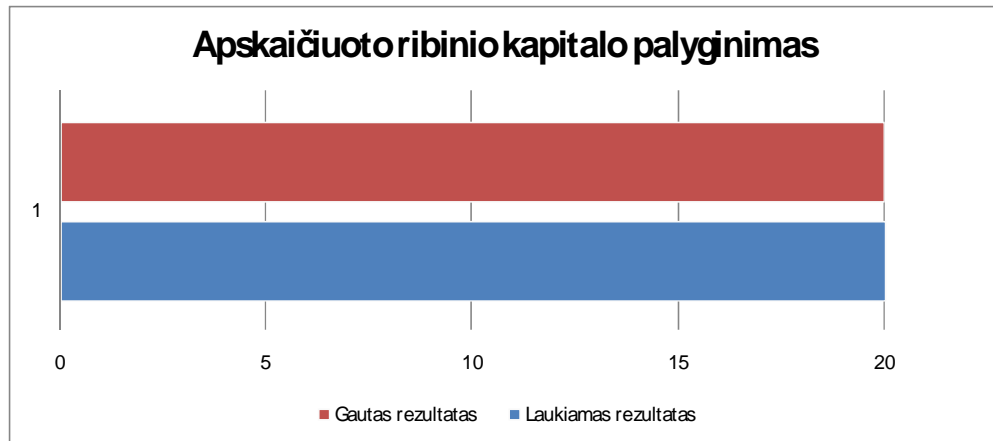


Pav. 49 Logistinis investicijų modelis po Fisher Pry transformacijos.

Pažiūrėkime ar apskaičiuoti parametrai atitinka parametrus naudotus generavime.

Saturation (K)	19,99	<input type="checkbox"/>
Midpoint (tm)	11,22	<input type="checkbox"/>
Time (dT)	16,74	<input type="checkbox"/>
Displace	0	<input type="checkbox"/>
	Fit	CM

Gautas ribinis kapitalas (Saturation) 19.99, o turėtų būti 20. Tikslumas labai didelis.



Laikas apskaičiuotas 16,7 metų, o generavime naudotas 20 metų, taip yra todėl kad Loglet Lab programa nustato tik didesnio tempo augimą.

### 4.3 Rezultatų patikimumo tikrinimas

#### Triukšmų eliminavimas

Dabar panaudosime turimus duomenis, ir įvesime papildomą triukšmą į tam tikrą laiko periodą. Taip bus modeliuojama situacija kai augimas iškreipiamas dėl išorės veiksnių, pavyzdžiui blokada.

Turimi duomenys:

Metai (n)	Kapitalas (K)	Metai (n)	Kapitalas (K)
1	1,28	11	9,71
2	1,63	12	11,02
3	2,07	13	12,29
4	2,61	14	13,49
5	3,27	15	14,59
6	4,05	16	15,56
7	4,97	17	16,40
8	6,01	18	17,11
9	7,16	19	17,70
10	8,41	20	18,18

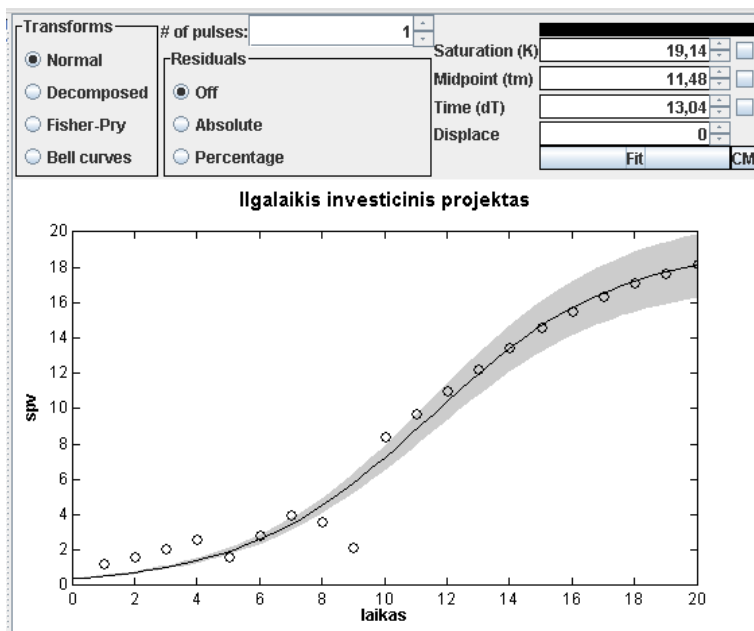
Tarkim nuo 5-ą iki 9-ą metų ekonomiką buvo ištikęs sąstingis, kad įtakojo reklamos užsakymą. Triukšmą generuosime  $RANDBETWEEN(2;10)/10$  daugikliu, kas reiškia kad bus imituotas rinkos nuosmukis nuo 0% iki 80%.



Lentelė 17 Investicijų pinigų srautas įvedus papildomą triukšmą

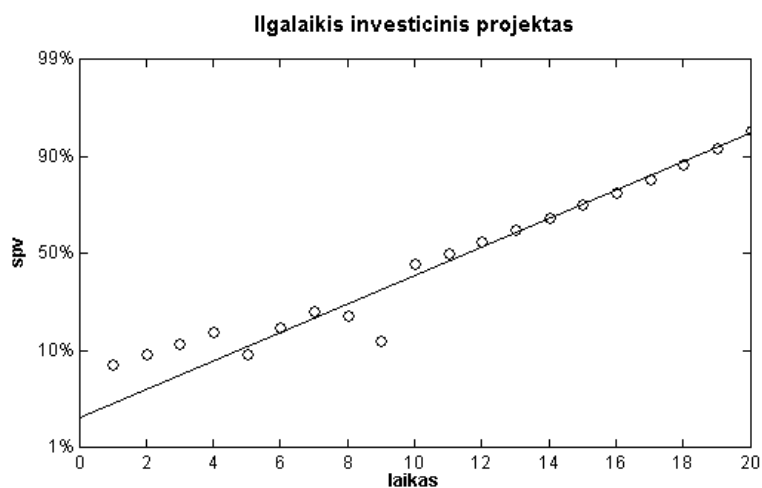
Metai (n)	Kapitalas (K)	Metai (n)	Kapitalas (K)
1	1,28	11	9,71
2	1,63	12	11,02
3	2,07	13	12,29
4	2,61	14	13,49
5	1,63	15	14,59
6	2,84	16	15,56
7	3,97	17	16,40
8	3,60	18	17,11
9	2,15	19	17,70
10	8,41	20	18,18

Sugeneruojame modelį Loglet Lab pakete. Matome kad prisotinimas nustatytas nebe taip tiksliai. Pilka zona rodo kad programa negali tiksliai įvertinti prisotinimo, todėl tikėtina prisotinimo zona pavaizduota pilkai.

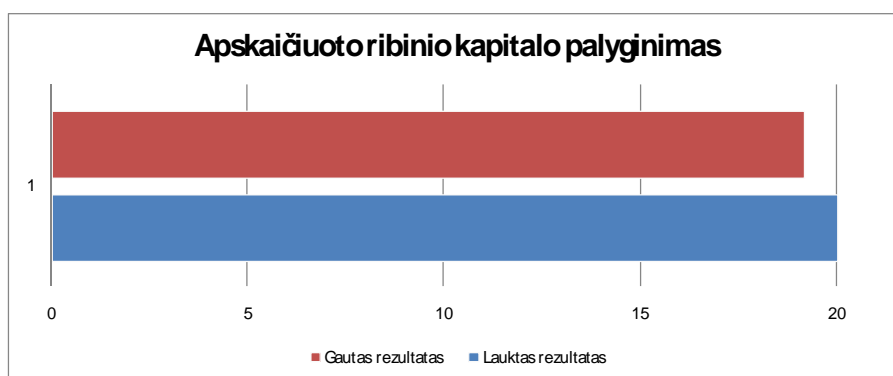


Pav. 50 Prisotinimo apytikslis įvertinimas.

Po Fisher Pry transformacijos tiesios linijos nebėra, galima pastebėti kad kaip tik 5-9 periodai yra nukrypę nuo tiesės.



**Pav. 51 Fisher Pry kreivė triukšmingų duomenų.**



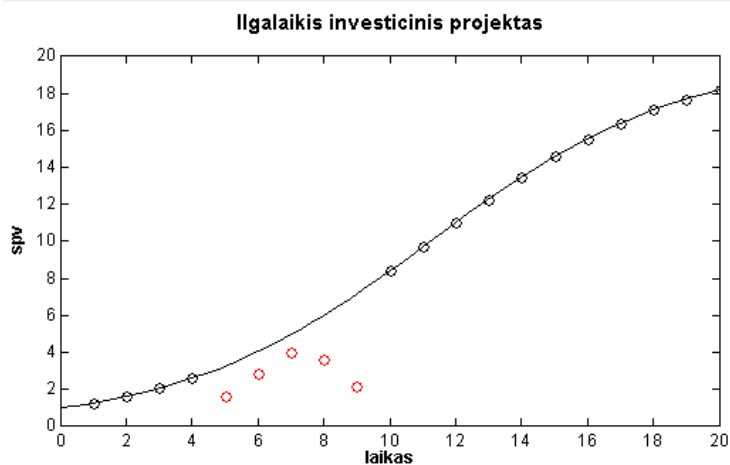
**Pav. 52 Ribinio kapitalo palyginimas.**

Dabar išskirkime 5-9 periodus, pažymėdami „exclude“.

3	2,07	<input type="checkbox"/>
4	2,61	<input type="checkbox"/>
5	1,63	<input checked="" type="checkbox"/>
6	2,84	<input checked="" type="checkbox"/>
7	3,97	<input checked="" type="checkbox"/>
8	3,6	<input checked="" type="checkbox"/>
9	2,15	<input checked="" type="checkbox"/>
10	8,41	<input type="checkbox"/>
11	9,71	<input type="checkbox"/>

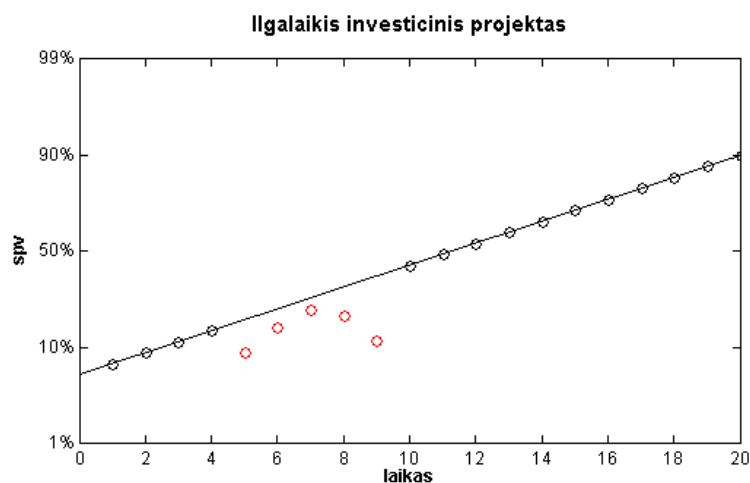
Generuojame modelį, išskirti taškai nuspalvinami raudonai.:

Transforms		# of pulses: 1	Saturation (K)	19,99
<input checked="" type="radio"/> Normal	Residuals	<input checked="" type="radio"/> Off	Midpoint (tm)	11,22
<input type="radio"/> Decomposed		<input type="radio"/> Absolute	Time (dT)	16,73
<input type="radio"/> Fisher-Pry		<input type="radio"/> Percentage	Displace	0
<input type="radio"/> Bell curves			Fit	



Pav. 53 Logistinis modelis išskyrus triukšmingus duomenis.

*Fisher Pry* transformacija:



Pav. 54 Fisher Pry kreivė išskyrus triukšmingus duomenis.

Taškai buvo išskirti teisingai, gal nebent 7-a periodą buvo galima palikti, nes jis yra netoli tiesės.

**Išvados:** netgi įvedus triukšmą, ir išskyrus 25% duomenų, ribinis kapitalas buvo nustatytas labai tiksliai.

#### 4.4 Rezultatų analizė, interpretavimas ir apibendrinimas

Eksperimento metu nustatyta, jog ribinis kapitalas gali smarkiai paveikti sistemos grąžą, didėjant prisotinimui – didėja ir sistemos grąžą, galima pasinaudoti brangesniais finansavimo

šaltiniais. Kapitalui esančiam netoli ribos, galimas kainų burbulas, tai pavojinga stadija, sistema šioje būsenoje dažnai būna nestabili.

Trumpalaikių investicijų eksperimente matome, jog **ribinio kapitalo reikšmė gali nulemti investicinio projekto pasirinkimą**, t.y. prie mažo sistemos prisotinimo priimtinesnis projektas vienas, o sistemos ištekliams priartėjus prie ribos, priimtinesnis projektas gali tapti visai kitas.

Biologijoje naudojama logistinio augimo programa Loglet Lab suteikia naujas galimybes naudojant ją ekonomikos sektoriuje. Kaip ir saulėgražos augimą, lygiai taip pat sėkmingai galime analizuoti ekonominius modelius.

Programa dideliu tikslumu sugeba nustatyti patį svarbiausią ir sunkiausiai apskaičiuojamą logistinės teorijos parametą – **ribinį kapitalą**.

Tyrimė iškelta kryptinga **hipotezė: investicijų vertinimui didelę įtaką daro išteklių ribotumas - patvirtinta**.

#### **Programinių paketų tinkamumas.**

Skyriuje (2.3 Esamos programinės įrangos apžvalga) aprašytos programos daugeliu atveju logistinei teorijai netinka. Todėl sukurta skaičiuoklė, ir įvertinta jau seniai biologijoje naudojamas paketas Loglet Lab. Sukurta skaičiuoklė apskaičiuoja investicinio projekto parametrus t.y. IRR, LIRR, MIRR, IRR, NPV, LNPV, nubraižo LNPV priklausomybės nuo diskonto normos grafiką. Skaičiuoklėje yra ir seniau sukurti anuitetinio kaupimo moduliai. Skaičiuoklė gali būti naudojama skaičiavimų lengvinimui, detalesnei logistinio augimo analizei ji netinka. Logistinio augimo analizavimui rekomenduojama naudoti Loglet Lab programinį paketą. Fisher Pry transformacija, paklaidos, bilogistiniai, multilogistiniai modeliai, parametų įvertinimas ir kitos naudingos savybės realizuotos Loglet Lab pakete.

## IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Siūlomo metodo funkcionavimo esmė: uždaroje sistemoje netinka šiuo metu naudojami investicijų, kapitalo augimo skaičiavimo metodai, nes jie neįvertina išteklių ribotumo, todėl siūloma logistinė kapitalo valdymo teorija.
2. Logistinėje kapitalo kaupimo teorijoje esminis parametras yra ribinis kapitalas. Darbe buvo iškelta hipotezė: investicijų vertinimui didelę įtaką daro išteklių ribotumas. Ji buvo patvirtinta eksperimento metu (4.2.1)
3. Logistinių investicijų skaičiavimas sudėtingas, todėl tyrimui palengvinti buvo patobulinta logistinio kapitalo kaupimo skaičiuoklė, įtraukiant investicijų vertinimą.
4. Ribinio kapitalo vertinimui buvo pasiūlyta naudoti biologijoje naudojamą Loglet Lab paketą. Eksperimento metu nustatyta jog šis paketas pakankamai dideliu tikslumu nustato ribinį kapitalą, kas yra logistinės teorijos esmė.
5. Parodyta kad ribinis kapitalas, arba sistemos prisotinimas gali nulemti projekto pasirinkimą. Didėjant prisotinimui, didėja ir sistemos gražos norma. Prisotinimui esant arti ribos, patiriamas kainų burbulas – sistema tampa nestabili.

## NAUDOTOS LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. GIRDZIJAUSKAS, Stasys. (2005) *Finansų analizė (kiekybiniai metodai)*. Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla, 357p. ISBN 9986-19-825-9
2. GIRDZIJAUSKAS Stasys, BOGUSLAUSKAS Vytautas (2005) *The Possibilities for the Application of the Logistic Model of Accumulation*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2006 11 23d.] Prieiga per internetą: <<http://www.ktu.lt/lt/mokslas/zurnalai/inzeko/41/1392-2758-2005-1-41-07.pdf>>
3. GIRDZIJAUSKAS Stasys. (2002) *Logistiniai (ribiniai) kaupimo modeliai*. [interaktyvus, konferencijos "Informacijos technologijos verslui 2002" pranešimas] Kaunas: Vilniaus universitetas, [žiūrėta 2006 11 27d.] Prieiga per internetą: <<http://www.leidykla.vu.lt/inetleid/inf-mok/23/str11.html>>
4. GIRDZIJAUSKAS, Stasys *Finansinės matematikos įvado uždavinynas* 302p.
5. WEISSTEIN W.E. "Logistic Equation." *From MathWorld--A Wolfram Web Resource*. [interaktyvus] [žiūrėta 2006 11 12d] Prieiga per internetą: <<http://mathworld.wolfram.com/LogisticEquation.html>>
6. OMAR C.F. Capital accumulation in the brazilian economy. [interaktyvus] [žiūrėta 2006 11 12d] Prieiga per internetą: <<http://ecen.com/eee9/capacume.htm>>
7. *Population growth models* [interaktyvus], [žiūrėta 2006 11 25]. Prieiga per Internetą: <<http://marine.geol.sc.edu/BIOL/Courses/BIOL301/Wethey/Outline09.html>>;
8. Klubas "Pinigų srautas" - Investicinių projektų efektyvumo vertinimas [interaktyvus], [žiūrėta 2006 12 05]. Prieiga per internetą: <<http://www.pinigusrautas.lt/metodina-analitika/investiciniu-projektu-efektyvumo-vertinimas.html>>;
9. Klubas "Pinigų srautas" - Investicinių projektų rizika ir jos vertinimas [interaktyvus], [žiūrėta 2006 12 05]. Prieiga per internetą: <<http://www.pinigusrautas.lt/metodina-analitika/investiciniu-projektu-rizika-ir-jos-vertinimas.html>>
10. Girdzijauskas, S. Investicinių projektų vertinimas. Finansinės matematikos įvado uždavinynas. 2003, p. 160;
11. Valatkevičius, E. Investicijų mokslas. Kaunas: Technologija, 2001, p. 324;
12. Girdzijauskas, S. Draudimas: kiekybinė finansinė analizė. Kaunas: Naujasis lankas, 2002, p.104. ISBN 9955-03-114-X;
13. Girdzijauskas, S. Įvadas į logistinę kapitalo valdymo teoriją. Tarptautinė konferencija: Informacinės technologijos verslui 2005. Kaunas: Technologija, 2005a, p. 275.
14. Girdzijauskas, S. Logistinės kapitalo valdymo teorijos įvadas. Rankraštis, (2005b), p. 160;
15. HELIX delta-\$ gamintojo puslapis [interaktyvus], [žiūrėta 2005 05 06]. Prieiga per Internetą: <[www.helixtech.com.au](http://www.helixtech.com.au)>;
16. Mathwiz Financial Calculator PRO gamintojo puslapis [interaktyvus], [žiūrėta 2006 11 25]. Prieiga per Internetą: <<http://www.informatik.com/math.html>>;
17. Horizon Investment Analyst gamintojo puslapis [interaktyvus], [žiūrėta 2006 11 25]. Prieiga per Internetą: <<http://my.voyager.net/~wb/Products/>>;

18. Precision Financial Calculator Professional 7.1c gamintojo puslapis [interaktyvus], [žiūrėta 2006 11 01].  
Prieiga per Internetą: <[www.datadynamica.com/FinCalc/Whatsnew.htm](http://www.datadynamica.com/FinCalc/Whatsnew.htm)>.
19. Kancerevyčius G. Finansai ir investicijos. Kaunas. Smaltija, 2006, p. 864. ISBN: 9955-551-93-3
20. Norvaišienė R. Įmonės investicijų valdymas. Kaunas. KTU, 2006, p 208. ISBN: 9955-09-587-3
21. Valakevičius E. Investicijų mokslas. Kaunas. KTU, 2006, p. 324. ISBN: 9985-13-940-6
22. SHONE, Ronald. (2003) An introduction to Economic Dynamics. Cambridge University Press 224p.  
ISBN 0 521 80478 7
23. Jason Yung, Perrin S. Meyer . Loglet Lab for Windows (version 1.1) Tutorial [interaktyvus] [žiūrėta 2007 10 24d]. Prieiga per Internetą: < <http://phe.rockefeller.edu/LogletLab/Tutorial/> >
24. Jason Yung, Perrin S. Meyer. A Primer on Logistic Growth and Substitution: The Mathematics of the Loglet Lab Software [interaktyvus] [žiūrėta 2007 10 24d]. Prieiga per Internetą: < <http://phe.rockefeller.edu/LogletLab/whitepaper/> >