

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA

Povilas Petkevičius

**Farmacinės įmonės atstovybės pardavimų
prognozės sistema**

Magistro darbas

Darbo vadovas

doc. dr. B. Paradauskas

Kaunas, 2006

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA

Povilas Petkevičius

**Farmacinės įmonės atstovybės pardavimų
prognozės sistema**

Magistro darbas

Kalbos konsultantė

2006-05

Lietuvių k. katedros lekt.
J. Mikelionienė

Vadovas

2006-05

doc. dr. B. Paradauskas

Recenzentas

2006-05

doc. dr. A. Lenkevičius

Atliko

2006-05-24

IFM-0/2 gr. stud.

Povilas Petkevičius

Kaunas, 2006

TURINYS

1. Įvadas.....	4
2. Pardavimų prognozės uždavinio analizė.....	6
2.1. Farmacinės įmonės atstovybės veiklos modelis	6
2.1.1. Duomenų srautų analizė.....	7
2.2. Pardavimų rodiklių prognozavimo uždavinys	7
2.3. Farmacinės įmonės atstovybės veiklos rodiklių sąryšių analizė.....	8
2.4. Ekonominių rodiklių prognozavimas.....	8
2.5. Ekonominių rodiklių prognozavimo metodai	9
2.5.1. Ekstrapoliacijos metodai.....	10
2.5.1.1. Slankiojo vidurkio metodas	11
2.5.1.2. Eksponentinio išlyginimo metodas.....	12
2.5.1.3. Tiesinio trendo metodai	12
2.5.1.4. Sezoninio trendo modeliai	13
2.5.2. Ekonometriniai modeliai.....	13
2.5.3. Regresijos modeliai.....	14
2.5.3.1. Vienmatės regresijos modeliai.....	16
2.5.3.2. Daugialypės regresijos modeliai.....	18
2.6. Prognozavimo metodų tikslumo įvertinimas	19
2.7. Egzistuojančių sprendimų apžvalga.....	19
2.7.1. Egzistuojančių sprendimų klasifikacija	19
2.7.2. Prognozavimo galimybės MATLAB pakete	20
2.7.3. Vanguard DecisionPro™ sprendimas.....	20
2.7.4. SAS® High-Performance Forecasting sprendimas	21
2.7.5. Sprendimų palyginimas	22
2.8. Realizuoto pardavimų prognozės sprendimo pagrindimas.....	23
2.8.1. Sistemos tipo parinkimas	23
2.8.2. Realizuotų pardavimų prognozės metodų parinkimas.....	23
3. Pardavimų prognozės sistemos realizacija	26
3.1. Projekto tikslas.....	26
3.2. Sistemos pateikimo žingsniai.....	26
3.3. Architektūros tikslai ir apribojimai.....	27
3.4. Panaudojimo atvejų vaizdas.....	27
3.5. Sistemos statinis vaizdas.....	28
3.5.1. Sistemos komponentai	28

3.5.2. Komponentų detalizavimas.....	29
3.6. Sistemos dinaminis vaizdas	31
3.7. Sistemos išdėstymo vaizdas.....	36
3.8. Sistemos duomenų vaizdas	38
4. Sukurtos sistemos tyrimas	40
4.1. Tyrimo tikslas	40
4.2. Tyrimo scenarijus	40
4.3. Tyrimo rezultatai.....	41
4.3.1. Prognozių sudarymas remiantis istoriniais pardavimų duomenimis	41
4.3.1.1. Vieno mėnesio pardavimų prognozių sudarymas.....	42
4.3.1.2. Trijų mėnesių pardavimų prognozių sudarymas.....	44
4.3.2. Prognozių sudarymas naudojant regresinius modelius.....	46
4.4. Tyrimo išvados	48
5. Išvados	50
6. Literatūra.....	52
7. Terminų ir santrumpų žodynas	53
8. Priedai	55
1 priedas. Tyrimo metu analizuoti produktų pardavimų duomenys	55
2 priedas. Tyrimo metu analizuoti atstovų vizitų duomenys	56
3 priedas. Tyrimo metu analizuoti išlaidų duomenys.....	57
4 priedas. Eksperimentinio tyrimo rezultatai. 1 dalis	58
5 priedas. Eksperimentinio tyrimo rezultatai. 2 dalis	59
6 priedas. Eksperimentinio tyrimo rezultatai. 3 dalis	61
7 priedas. Sistemos vartotojo dokumentacija	65
8 Priedas. Sistemos testavimo medžiaga	66

“Sales forecasting system of pharmaceutical representative company”

SUMMARY

The subject of this study is sales forecasting of pharmaceutical representative company. The aim of the project described in this document is to create the custom tailored sales forecasting software for pharmaceutical representative company.

The document consists of three main parts. In the analytical part the document the literature analysis and overview of existing solutions is performed. Most widely used forecasting techniques, methods and their appliance possibilities are described and classified. Advantages and disadvantages of existing forecasting tools are exposed. In accordance with the performed analysis the type of the system and forecasting methods that should be implemented in the system were selected. Key features of the created software design are described in the design part of the document.

The created software has been examined with the real data of a pharmaceutical representative company. Generated sales forecasts were compared with real sales indexes. Results of the performed research were summarized and conclusions for usage of the created system were drawn.

1. ĮVADAS

Visose verslo srityse yra labai svarbu ne tik sugebėti įvertinti praeities rezultatus ar dabartinę situaciją, bet ir remiantis atlikta analize sugebėti numatyti pagrindinių verslo procesų ateities raidos tendencijas. Remiantis sudarytomis prognozėmis ūkio subjektai gali planuoti ateities veiklą, efektyviau paskirstyti resursus, reaguoti į numatomus verslo aplinkos pasikeitimus. Kiekvienos organizacijos valdymui svarbiausią reikšmę turi ateities veiklos planavimas. Ilgalaikė organizacijos sėkmė glaudžiai susijusi su tuo, kaip vadovybė sugeba numatyti tolesnės veiklos perspektyvas ir plėtoti atitinkamą strategiją [7]. Būtent todėl šiuolaikiniame versle pagrindinių ekonominių rodiklių prognozavimas yra svarbi ir neatsiejama rinkodaros ir valdymo sprendimų priėmimo dalis.

Įmonės pardavimų apimties prognozavimas yra viena svarbesnių ekonominių rodiklių prognostikos mokslo sričių. Remiantis sudarytomis pardavimų apimties prognozėmis įmonės vadovybė gali planuoti ateities pajamas. Remiantis sudarytu pajamų planu įmonės suformuoja savo ateities veiklos strategijas, o esant nepalankioms pardavimų prognozėms gali imtis reikiamų priemonių siekiant pagerinti pardavimų rezultatus.

Šio darbo tyrimo objektas – farmacinės įmonės atstovybės pardavimų rodiklių prognozavimas. Farmacinių įmonių atstovybės atlieka farmacinių gamintojų rinkodaros funkcijas savo atstovaujame teritorijos segmente. Produkcijos pardavimų rodiklių prognozavimas yra neatsiejama rinkodaros strategijos sudarymo dalis. Todėl farmacinėms atstovybėms yra labai svarbu turėti galimybę sudaryti tokio lygio prognozes.

Egzistuoja nemažai įvairių universalių prognozių sudarymo įrankių, kuriuos naudojant galima sudaryti įvairių rodiklių prognozes. Tačiau šių įrankių pagrindinis privalumas – universalumas – neretai tampa trūkumu. Universalių įrankių panaudojamumas dažniausiai yra sudėtingesnis nei specializuotų sistemų. Jų taikymas konkrečioje specifinėje srityje reikalauja daugiau resursų bei laiko lyginant su specializuotomis sistemomis. Kita nemažiau svarbi problema, susijusi su universalių įrankių taikymu siauroje srityje, yra pilno sistemos funkcionalumo neišnaudojimas. O tai dažniausiai reiškia neefektyvų lėšų išsigyjant sistemą panaudojimą.

Specializuotų prognozių sudarymo įrankių rinkoje yra nedaug. Šie įrankiai yra pritaikyti konkrečiai panaudojimo sričiai ir juose eliminuotos sudėtingo panaudojamumo ir perteklinio funkcionalumo problemos. Tačiau labai sunku surasti reikiamą įrankį, kuris idealiai atitiktų reikiamą veiklos specifiką. Šios sistemos dažniausiai kuriamos pagal specialius užsakymus ir yra integruojamos į egzistuojančią programinės įrangos infrastruktūrą. O tai žymiai sumažina galimybes naudoti tokius įrankius kitose panašaus profilio įmonėse. Šiuo metu rinkoje nėra

nei vienos plačiau žinomos sistemos, kuri būtų pritaikyta Lietuvos farmacinės įmonės atstovybės pardavimų prognozės uždaviniams spręsti.

Farmacinių įmonių atstovybių darbuotojai dažniausiai yra vidutinio ir žemesnio kompiuterinio raštingumo. Jiems labai svarbu turėti patogius ir lengvai suprantamus įrankius, kuriu pagalba galima būtų greitai, be didesnių pastangų atlikti reikiamus veiksmus. Atsižvelgiant į visus auščiau išvardintus argumentus bei gana siaurą farmacinių atstovybių veiklos specifiką buvo nuspręsta sukurti specializuotą farmacinės įmonės atstovybės pardavimų prognozės sistemą. Ši sistema bus integruota į egzistuojančią įmonės programinės įrangos infrastruktūrą. Joje bus realizuotos tik įmonės specifiką atitinkantys prognozavimo įrankiai.

Darbas susideda iš trijų pagrindinių dalių. Pradžioje atliekama pardavimų prognozės uždavinio analizė. Atliekama literatūros apžvalga, aprašomi ir suklasifikuojami literatūroje minimi ekonominių rodiklių prognozavimo metodai, įvertinamos aprašytų metodų taikymo galimybės ir specifika. Taip pat atliekama egzistuojančių prognozavimo įrankių apžvalga, išryškinami jų privalumai bei trūkumai. Skyriaus pabaigoje remiantis atliktos analizės rezultatais priimamas sprendimas dėl kuriamos sistemos tipo ir realizavimo ypatumų, pasirenkami prognozavimo metodai, kurie labiausiai atitinka sprendžiamo uždavinio specifiką.

Darbo projektinėje dalyje pateikiami esminiai sukurtos programinės įrangos techninės-projektinės dokumentacijos aspektai. Aprašoma sukurtos sistemos architektūra, aptariami esminiai realizacijos momentai bei ypatumai.

Tiriamoji - eksperimentinėje šio darbo dalyje atliekamas eksperimentinis sukurtos farmacinės įmonės atstovybės pardavimų prognozės sistemos tyrimas. Sistemoje realizuoti prognozavimo metodai patikrinami su realiais vienos farmacinės atstovybės duomenimis. Istorinių duomenų pagrindu sudarytos pardavimų prognozės palyginamos su faktiniais pardavimų rezultatais. Atlikto tyrimo rezultatai apibendrinami, priimamos išvados dėl sistemoje realizuotų metodų tikslumo, įvertinamos sistemos galimybės parinkti didžiausią tikslumą teikiančią prognozavimo metodą.

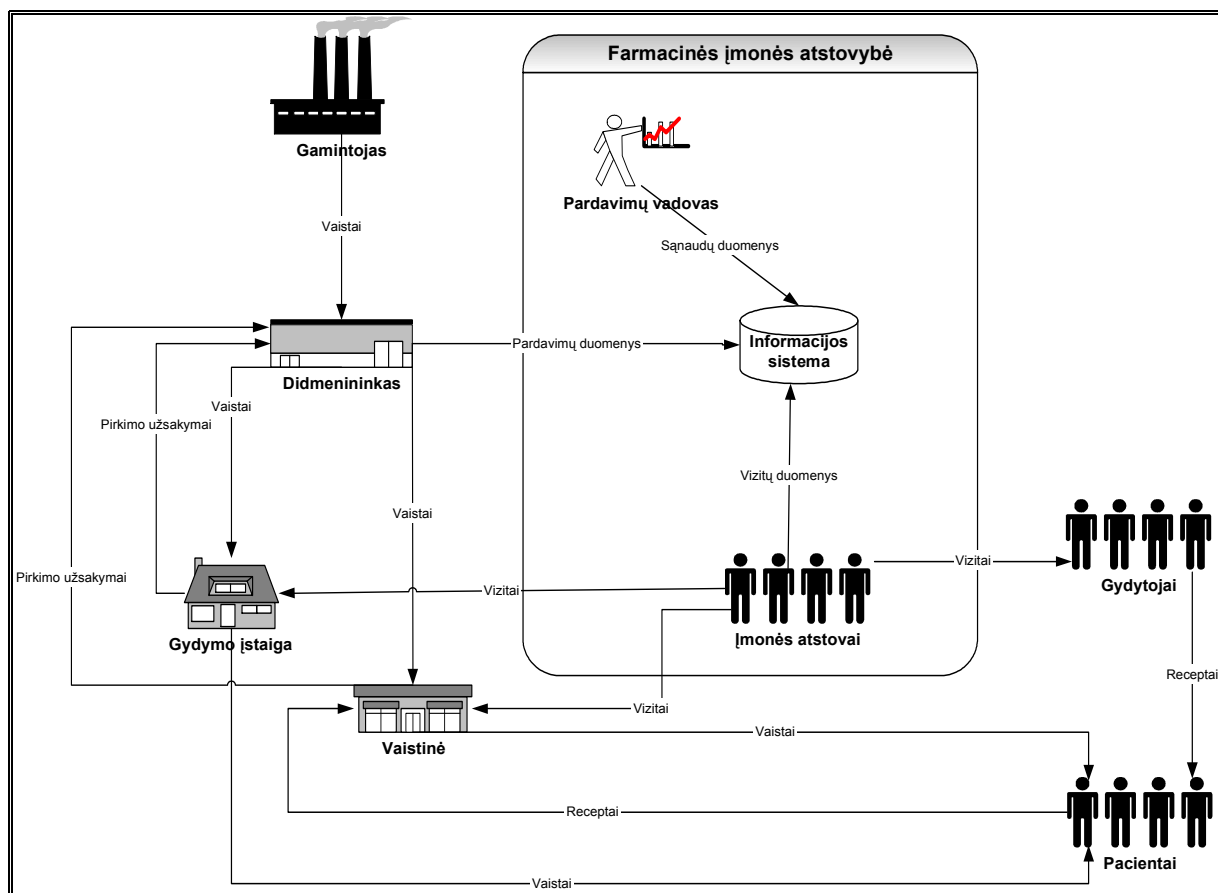
Darbo pabaigoje apibendrinami atlikto darbo rezultatai, pateikiamos esminės išvados.

2. PARDAVIMŲ PROGNOZĖS UŽDAVINIO ANALIZĖ

2.1. Farmacinės įmonės atstovybės veiklos modelis

Daugumos farmacinių įmonių atstovybių veiklos modeliai yra labai panašūs. Kiekvienu konkrečiu atveju gali nesmarkiai skirtis atstovybės veiklos specifika. Tačiau iš principo visi pagrindiniai tradicinio farmacinės atstovybės veiklos modelio bruožai yra būdingi beveik visoms farmacinių įmonių atstovybėms.

Tradicinis farmacinės įmonės atstovybės veiklos sąveikų modelis pateikiamas 2.1 pav.



2.1 pav. Farmacinės įmonės atstovybės veiklos sąveikų modelis

Farmacinių įmonių atstovybės atlieka savo atstovaujамų vaistų gamintojų rinkodaros ir reklamos funkcijas įmonės apimamoje teritorijoje. Atstovybės organizuoja įvairias atstovaujамų produktų pardavimus skatinančias akcijas: nuolaidos perkamiems produktams, reklaminės akcijos, nemokami pavyzdžiai, parama gydytojams bei gydymo įstaigoms ir kt. Atstovybės darbuotojai – farmacinės įmonės atstovai – lanko gydytojus, vaistines bei įvairias gydymo įstaigas skleidami informaciją apie savo atstovaujамą produkciją.

Tiesioginių pardavimų atstovybė nevykdo. Pagal Lietuvos įstatymus visos farmacinių produktų pardavimų ir platinimo operacijos yra atliekamos per didmenines farmacijas įmones

– didmenininkus. Didmenininkai užsako ir gauna produkciją tiesiai iš gamintojo. Vėliau gautoji produkcija parduodama vaistinėms ir įvairioms gydymo įstaigoms.

Farmacinės įmonės atstovybės atstovai, lankydami vaistinėse ar gydymo įstaigose, stengiasi paveikti klientą ir kliento vaistų užsakymus didmenininkams. Apsilankymo pas gydytoją metu atstovas stengiasi paveikti gydytojo išrašomus receptus ligoniams. Tai savo ruožtu daro įtaką ligonių perkamų vaistų paklausai vaistinėse bei sukelia vaistinių reakciją į pasikeitusią paklausą užsakant vaistus iš didmenininkų.

2.1.1. Duomenų srautų analizė

Duomenys apie atstovų veiklą, produkcijos pardavimus ir patirtas išlaidas kaupiami įmonės informacijos sistemoje.

Atstovų veiklos duomenys analizuojami atstovų vizitų lygyje. Vizitas – tai vienas atstovo apsilankymas pas tam tikrą gydytoją, vaistinėje arba medicininėje įstaigoje, kurio metu buvo kalbėta apie atstovaujama produktą. Atstovų veiklos darbo apimtis įvertinama pagal bendrą atliktų vizitų skaičių su tam tikru produktu.

Didmenininkai kas mėnesį farmacinių įmonių atstovybėms teikia ataskaitas apie jų atstovaujama produktų pardavimus. Pardavimų duomenys pateikiami nurodant pirkėjo įstaigą, produktą bei parduotą kiekį. Kiekvienas atstovas turi jam priskirtą teritorijos segmentą, todėl yra galimybė apskaičiuoti produkcijos pardavimus atstovo apimamoje teritorijoje.

Atstovybės išlaidos patirtos organizuojant įvairias pardavimus skatinančias akcijas siejamos su produktu bei atstovu.

2.2. Pardavimų rodiklių prognozavimo uždavinys

Farmacinės įmonės atstovybės informacijos sistema apibendrina tris pagrindines farmacinės atstovybės veiklą apibūdinančias duomenų grupes:

- Atstovų veiklos duomenys;
- Produkcijos pardavimų duomenys;
- Sąnaudos vykdant įmonės veiklą.

Teoriškai šiuos duomenis turi sieti tam tikri tarpusavio sąryšiai: sąnaudų skirtų tam tikriems produktams arba atstovų veiklos intensyvumo pokyčiai turi sukelti atitinkamus produktų pardavimų rodiklių pokyčius.

Pardavimų rodiklių prognozavimo uždavinio tikslas – sudaryti ateities pardavimų prognozę remiantis turimais praeities duomenimis, pagrindinių veiklos rodiklių tarpusavio sąryšiais bei numatomais sąnaudų ir atstovų veiklos rodikliais.

2.3. Farmacinės įmonės atstovybės veiklos rodiklių sąryšių analizė

Atstovų veiklos duomenys, produkcijos pardavimų duomenys ir sąnaudų vykdant įmonės veiklą duomenys yra trys pagrindinės farmacinės įmonės atstovybės informacijos sistemoje kaupiamų duomenų grupės.

Teoriškai šias duomenų grupes turi sieti glaudūs tarpusavio sąryšiai. Atstovų veiklos intensyvumo bei atstovybės sąnaudų vykdant produkcijos pardavimus skatinančias akcijas pokyčiai turi sukelti atitinkamus ligonių vaistų paklausos ir vaistinių bei gydymo įstaigų vaistų užsakymų iš didmenininkų pokyčius. Tačiau negalima teigti, kad aukščiau paminėtas duomenų grupes sieja funkciniai ryšiai.

Farmacinės įmonės atstovų veiklą bei pardavimus skatinančias akcijas apibendrintai galime vadinti poveikio priemonėmis, o produkcijos pardavimus – rezultatu, kurį siekiama paveikti. Visos farmacinės įmonės atstovybės atliekamos poveikio pardavimų rezultatams priemonės yra labiau netiesioginio poveikio pobūdžio. Šiomis priemonėmis atliekamas poveikis veiksniams, kurie savo ruožtu gali daryti įtaką produkcijos pardavimams arba atlikti poveikį kitiems pardavimus sąlygojantiems veiksniams. Konkrečių poveikių priemonių rezultatai negali būti tiksliai ir vienareikšmiškai įvertinti. Rezultatai priklauso nuo daugelio veiksnių ir atsispindi per įvairius netiesioginius rodiklius. Tų pačių poveikio priemonių, atliktų skirtingu laiku, skirtingose aplinkose, rezultatai gali būti visiškai skirtingi.

Kita vertus operuojant pakankamai dideliais duomenų kiekiais ir priėmus prielaidą, kad esant dideliame duomenų kiekiui, bendras įvairių poveikio priemonių rezultatas yra proporcingas atitinkamų poveikio priemonių kiekybinei išraiškai (vizitų skaičiui, sąnaudoms ir kt.) galima pabandyti nustatyti šių poveikio priemonių įtakos tendencijas pardavimų rodikliams ir remiantis nustatytais sąryšiais sudaryti ateities pardavimų prognozes.

2.4. Ekonominių rodiklių prognozavimas

Sudarant ekonominių rodiklių prognozes daromos prielaidos, kad artimiausioje ateityje išliks nagrinėjamo rodiklio ir jo veiksnių poveikio laipsnis. Gautos prognozuojamo rodiklio reikšmės visada yra sąlyginės. Jos atitiks tikrovę, jei tiriamas procesas turės tas pačias funkcionavimo sąlygas kaip ir laikotarpiu, kuris buvo nagrinėjamas sudarant prognozę.

Prognozuojant ekonominius procesus daromos prielaidos, jog bus:

- 1) sudaryto modelio parametrų ir priklausomybių stabilumas;
- 2) modelio atsiktinio dėmens skirstinio stabilumas;
- 3) žinomos modelio parametrų reikšmės prognozuojamam laikotarpiui [5].

Ekonominių rodiklių prognozavimo procesą galima suskaidyti į tris pagrindinius etapus:

- 1) prognozavimo metodo bei modelio parinkimas;

- 2) modelio parametrų nustatymas;
- 3) modelio pritaikymas ir prognozės sudarymas.

2.5. Ekonominių rodiklių prognozavimo metodai

Visus ekonominių rodiklių prognozavimo metodus galima suklasifikuoti į kokybinius ir kiekybinius [2][3].

Kokybiniai prognozavimo metodai naudojami tada, kai dėl tam tikrų priežasčių (turima nepakankamai informacijos, praeities duomenys neatsekami arba yra netinkami, galimi kiekybiniai metodai yra per brangūs ir kt.) negalima pritaikyti kiekybinių prognozavimo metodų [7]. Pažinimo požiūriu visi jie remiasi intuityviais metodais ir metodikomis [5]. Plačiausiai taikomi šie kokybinio prognozavimo metodai:

- prognozės, sudarytos remiantis vartotojų apklausa;
- pardavimo tarnybų darbuotojų įvertinimai;
- vadovų nuomonėmis pagrįstas metodas;
- eksperimentinių įvertinimų metodas (Delphi metodas);
- išorinių ekspertų įvertinimai [7].

Kiekybinius prognozavimo metodus galima suskirstyti į šias grupes:

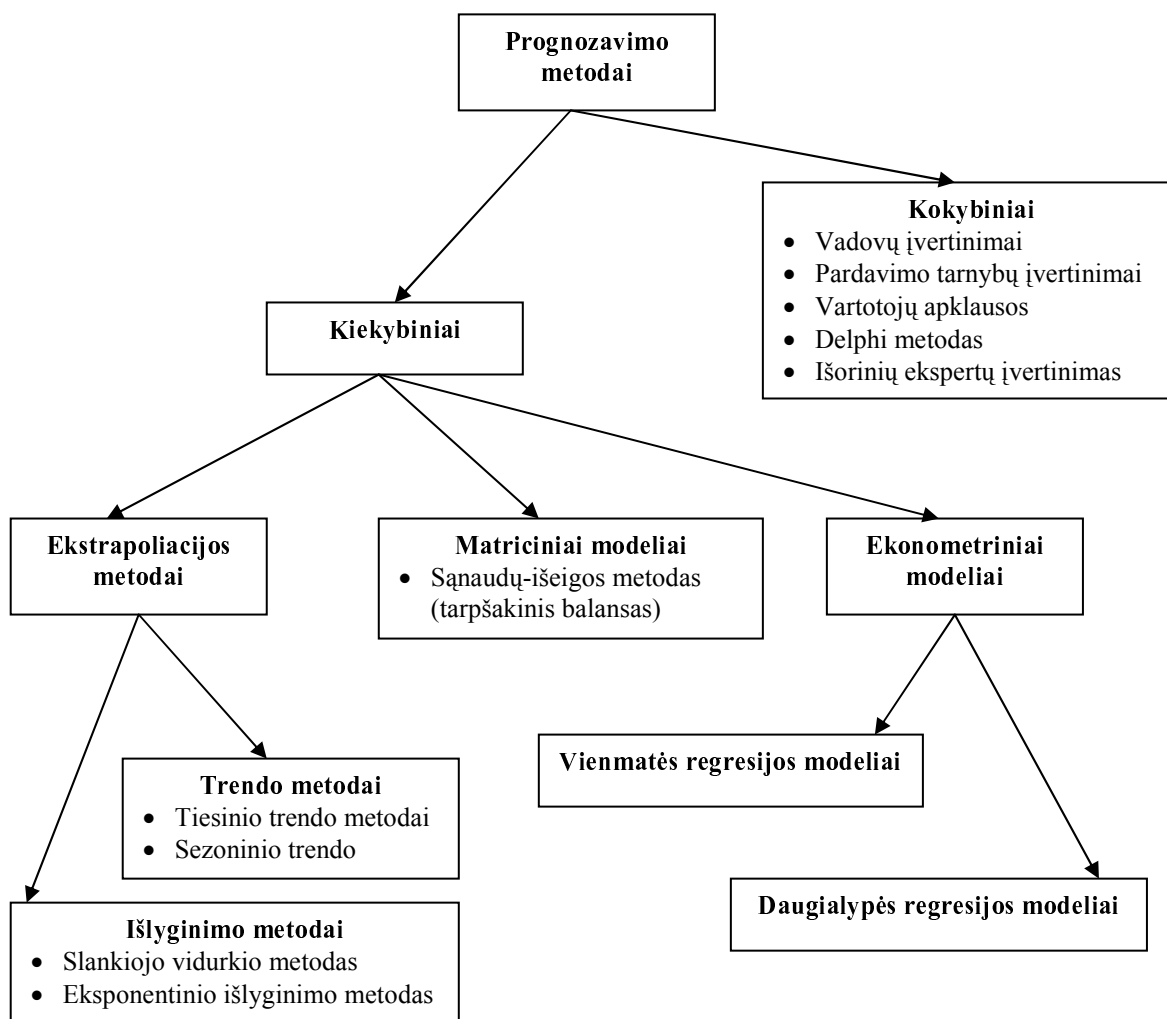
- ekstrapoliacijos metodai;
- ekonometriniai modeliai;
- matriciniai modeliai [5].

Ekstrapoliacijos metodai – tai įvairūs dinaminių eilučių statistiniai išlyginimo būdai. Naudojant šiuos metodus praeities dėsningumai perkeliama į ateitį [5]. Šiais metodais, nenagrinėjamos ekonominio rodiklio funkcionavimo priežastys, o tik stebima, kaip šis rodiklis ilgainiui kinta [1].

Ekonometriniai modeliai remiasi ekonominio objekto matematinės priežasties – pasekmės modelio sudarymu. Nustatoma, kurie veiksniai lemia prognozuojamo rodiklio kitimą. Tada pagal sudarytą matematinį modelį galima apskaičiuoti prognozuojamojo ekonominio rodiklio reikšmę. Šiems matematiniams modeliams sudaryti geriausiai tinka regresiniai modeliai [1].

Matriciniai modeliai naudojami sudarant makroekonominės prognozes. Šių prognozių pagrindas yra amerikiečių mokslininko V. Leontjevo sukurtas sąnaudų-išėigos metodas (tarpšakinis balansas). Didžiausias šio metodo privalumas, kad juo be didelių informacijos nuostolių galima agreguoti daug statistinių duomenų, nustatyti jų priklausomybę, apibūdinti svarbiausių makroekonominių rodiklių apimtį ir pasiskirstymą pagal veiklos sritis [5].

Prognozavimo metodų klasifikaciją pateikiama 2.2 pav.



2.2 pav. Prognozavimo metodų klasifikacija

Šio darbo kontekste svarbiausi yra ekstrapoliacijos metodai ir ekonometriniai modeliai, kuriuos panagrinėsime detaliau.

2.5.1. Ekstrapoliacijos metodai

Sudarant ekonominių rodiklių prognozes ekstrapoliacijos metodais nenagrinėjamos ekonominio rodiklio funkcionavimo priežastys, o tik stebima, kaip šis rodiklis ilgainiui kinta, ir sudaroma dinaminė eilutė. Tiriant dinamines eilutes, tariama, kad yra žinomos eilutės reikšmės $y(t_i)$, $(i = \overline{1, n})$ laiko momentais $t_1 < t_2 < \dots < t_n$ ir visi stebėjimai atliekami vienodais laiko intervalais. Visos žinomos dinaminės eilutės reikšmės sudaro stebėjimo duomenis, pagal kuriuos parenkamas adekvatus ekonominio rodiklio prognozavimo modelis [1].

Konkrečiau prognozavimo metodo parinkimas priklauso nuo tiriamos dinaminės eilutės stacionarumo. Stacionariu vadiname tokį rodiklio kitimą, kai rodiklio momentinės reikšmės

kinta atsitiktinai kiekvienu momentu, tačiau vidurkis nekinta gana ilgą laiko tarpą. Nestacionarių dinaminų eilučių vidurkis nėra pastovus, bet ilgai kinta. Kintamas dinaminės eilutės vidurkis vadinamas trendu. Pagal pobūdį trendai skirstomi į:

- tiesinius;
- sezoninius;
- mišriuosius.

Esant tiesiniam trendui, dinaminės eilutės vidurkis ilgai mažėja arba didėja pagal tiesinę priklausomybę. Esant sezoniniam trendui, vidurkis kinta cikliška tam tikrais laiko intervalais. Mišrusis trendas turi tiesinio ir sezoninio trendo bruožų [1].

Stacionarūs rodikliai prognozuojami naudojant šiuos metodus:

- slankiojo vidurkio metodas;
- eksponentinio išlyginimo metodas [1].

Nestacionariems rodikliams prognozuoti naudojami šie metodai:

- tiesinio trendo metodai;
- sezoninio trendo metodai [1].

2.5.1.1. Slankiojo vidurkio metodas

Slankiojo vidurkio metodas taikomas dinaminėms eilutėms, kurios neturi ryškių tiesinio ar sezoninio trendo bruožų. Šio metodo esmė yra dinaminės eilutės paskutiniųjų r buvusių reikšmių vidurkio skaičiavimas. Šis vidurkis ir naudojamas kaip prognozė naujam laikotarpiui [7]. Paprastai slankusis vidurkis nustatomas taip:

$$m_t = \frac{1}{r} \sum_{i=t}^{t-r+1} y_i \quad (2.1)$$

Čia y_i – ekonominio rodiklio reikšmė i – uoju laiko momentu [1].

Vieno iš galimų šio metodo patobulinimų pagrindinė mintis – skirtingų svorinių koeficientų parinkimas kiekvienai nagrinėjamo rodiklio reikšmei. Slankusis vidurkis su svoriniais koeficientais nustatomas pagal 2.2 formulę.

$$m_t = \sum_{i=t}^{t-r+1} a_i y_i \quad (2.2)$$

Parinkant svorinius koeficientus a_i , reikia turėti galvoje, kad jų suma turi būti lygi 1 [1].

2.5.1.2. Eksponentinio išlyginimo metodas

Sudarant prognozę slankiojo vidurkio metodu, informacijos naujumui vertinti pasitelkiami pastovūs svoriniai koeficientai. Naudojant eksponentinio išlyginimo metodą vietoje vienos fiksuotos svorinių koeficientų sistemos imami kintami svoriniai koeficientai. Šie koeficientai ilgainiui eksponentiškai mažėja ir nustatomi pagal šią eilutę:

$$\alpha; \alpha(1 - \alpha); \alpha(1 - \alpha)^2; \alpha(1 - \alpha)^3; \dots \alpha(1 - \alpha)^n.$$

Yra įrodyta, kad, kai α kinta nuo 0 iki 1, svorinių koeficientų suma lygi vienetui.

Svertinis visų dinaminės eilutės reikšmių vidurkis naudojamas kaip prognozė naujam laikotarpiui. Naudojant eksponentiškai mažėjančius svorinius koeficientus jis užrašomas taip:

$$m_t = \alpha \cdot y_t + \alpha(1 - \alpha)y_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)^2 y_{t-2} + \alpha(1 - \alpha)^3 y_{t-3} + \dots \quad (2.3)$$

2.3 formulę galime pertvarkyti į patogesnę formą:

$$m_t = \alpha \cdot y_t + (1 - \alpha) \cdot m_{t-1} \quad (2.4)$$

Skaičiavimo eksponentinio išlyginimo metodu greitaeigiškumas ir adekvatumas priklauso nuo koeficiento α dydžio. Kuo didesnis α , tuo nepastovesnis apskaičiuotasis vidurkis ir atvirkščiai. Praktiškai α nerekomenduojama imti mažesnę už 0,05 ir didesnę už 0,3 [1].

2.5.1.3. Tiesinio trendo metodai

Tiesinio trendo metodas taikomas, kad nagrinėjamo rodiklio vidurkis ilgainiui tiesiškai kinta, t.y.:

$$y_t = \mu + \lambda_t \cdot t + \varepsilon_t; \quad (2.5)$$

čia μ - nagrinėjamo ekonominio rodiklio vidurkis; λ_t - vidurkio didėjimo greitis; ε_t - atsitiktinė paklaida su nuliniu vidurkiu [1].

2.5 formulėje pateiktiems dydžiams μ ir λ_t nustatyti dažniausiai naudojami *Holto* ir *Brauno adaptyvaus išlyginimo* metodai.

Holto metodas remiasi eksponentinio išlyginimo metodo idėja ir ekonominio rodiklio kitimo greitį λ_t nusako koeficientas b_t .

Reikiami dydžiai apskaičiuojami pagal šias formules:

$$\begin{aligned} m_t &= A \cdot y_t + (1 - A) \cdot (m_{t-1} + b_{t-1}); \\ b_t &= B \cdot (m_t - m_{t-1}) + (1 - B) \cdot b_{t-1}. \end{aligned} \quad (2.6)$$

Parametrai A ir B kinta nuo 0 iki 1. Dažniausiai nustatomos tokios šių parametru reikšmės: $A = 0,1$ ir $B = 0,01$ [1].

Naudojant *Brauno adaptyvaus išlyginimo metodą*, skaičiavimai atliekami pagal šias formules:

$$\begin{aligned} m_t &= m_{t-1} + b_{t-1} + (1 - \gamma^2) \cdot e_t; \\ b_t &= b_{t-1} + (1 - \gamma)^2 \cdot e_t. \end{aligned} \quad (2.7)$$

Parametras γ kinta nuo 0 iki 1. Paprastai $\gamma = 0,8$ [1].

Naudojant abu metodus, nustačius koeficientą b_t , apskaičiuojama prognozuojama rodiklio reikšmė τ laiko momentų į priekį:

$$f_{t+\tau} = m_t + b_t \cdot \tau \quad (2.8)$$

Taip pat reikia parinkti dydžio b_0 reikšmę. Paprastai šis dydis prilyginamas nuliui, kadangi laikoma, kad iki nagrinėjamo laiko periodo nekito [1].

2.5.1.4. Sezoninio trendo modeliai

Naudojant sezoninio trendo modelius, atskirai nustatomas stacionarusis vidurkis, trendo tiesinis kitimas ir sezoniškumo koeficientai. Dažniausiai naudojamas *Holto – Vinterio* metodas. Naudojant šį metodą stacionarusis vidurkis nustatomas panašiai kaip ir naudojant *Holto* modelį:

$$m_t = A \cdot \frac{y_t}{k_t - L} + (1 - A) \cdot (m_{t-1} + b_{t-1}) \quad (2.9)$$

Šioje lygtyje nagrinėjamojo rodiklio reikšmė yra padalinta iš sezoniškumo koeficiento, pastumto laiko ašimi L periodų atgal.

Trendo tiesinio kitimo koeficientas nustatomas taip:

$$b_t = B \cdot (m_t - m_{t-1}) + (1 - B) \cdot b_{t-1} \quad (2.10)$$

Sezoniškumo koeficientas:

$$k_t = C \cdot \frac{y_t}{m_t} + (1 - C) \cdot k_{t-L} \quad (2.11)$$

Koeficientų A , B , C rekomenduojamos reikšmės: 0,2; 0,2; 0,6 [1].

Prognozuojama nagrinėjamo ekonominio rodiklio reikšmė τ laiko intervalų į priekį apskaičiuojama pagal šią formulę:

$$f_{t+\tau} = (m_t + b_t \cdot \tau) \cdot k_{t-L+\tau} \quad (2.12)$$

2.5.2. Ekonometriniai modeliai

Ekonometriniai modeliai – tai tokios analitinės išraiškos, kuriose viena lygtimi ar jų sistema užfiksuojami esminiai ūkinių procesų, juos apibūdinančių rodiklių ryšiai ir dėsningumai [5]. Viena iš galimų ekonometrinių modelių panaudojimo sričių yra ekonominių reiškinų ir rodiklių prognozavimas.

Ekonometrinių modelių naudojimas leidžia nustatyti ryšį (arba jo nebuvimą) tarp diskrečių dydžių. Ryšiui (arba jo nebuvimui) nustatyti dažniausiai naudojama regresinė analizė [4].

Įvairiuose šaltiniuose ekonometriniai modeliai dažnai sutapatinami su regresiniais modeliais. Tačiau tas nėra visiškai teisinga. Regresijos modeliai – tai teorinės matematinės statistikos nagrinėjamos teorinės sistemos. Juose nekalbama apie konkrečius ekonominius procesus ir jų požymius, aprašomų priežastinių ryšių turinį, nagrinėjamos sąveikos pobūdį. Regresiniai modeliai tampa ekonometriniais tik papildyti ekonomine teorija, jos išvadamis [5].

Norint pritaikyti ekonometrinių modelių konkrečiam ekonominiam procesui, tiriamas procesas turi atitikti šias sąlygas:

1. Visi esminiai tiriamo reiškinio elementai turi būti išreikšti kiekybiškai realiais ar fiktyviais dydžiais.
2. Tiriamajam procesui turi būti būdingas vidinis dėsningumas.
3. Kokybinės analizės stadijoje reikia išskirti tiriamojo reiškinio pagrindinius veiksnius, nurodyti šalutinius požymius.
4. Norint ne tik sudaryti, bet ir įvertinti ekonometrinių modelio parametrus, reikia turėti pakankamai mokslškai sukauptų ir apdorotų statistinių duomenų [5].

Ekonometriniai modeliai skirstomi į priežastinius ir simptominius modelius. Pažinimo ir praktikos atžvilgiu svarbiausi yra priežastiniai modeliai. Jie parodo tiriamų ekonominių rodiklių susiformavimą [5].

Išskiriami penki pagrindiniai ekonometrinių modelių sudarymo etapai:

- 1) kintamųjų parinkimas;
- 2) modelio sudarymas;
- 3) parametrų įverčių gavimas;
- 4) modelio patikrinimas;
- 5) modelio pritaikymas.

Labai sudėtingas etapas – ekonometrinių modelio sudarymas. Šiame etape reikia parinkti modelio raiškos formą. Ekonometrinių modelių kintamųjų sąveikai aprašyti dažniausiai naudojamos tiesinės funkcijos. Kai rodiklių kitimo intervalas nedidelis, vietoje kreivių naudojant tiesines funkcijas, gaunami apytiksliai rezultatai [5].

2.5.3. Regresijos modeliai

Regresinė analizė yra viena populiariausių ekonometrikos tyrimų priemonių naudojamų tiriant ekonominius procesus [2].

Regresinių modelių pagrindas – koreliacijos ryšys. Koreliacijos ryšys parodo, kaip vienas kintamasis veikia kito kintamojo vidutinės reikšmės. Egzistuojant šiam ryšiui, esant tai pačiai įėjimo (priežastinio) kintamojo reikšmei, išėjimo (pasekmės) kintamojo reikšmės gali būti skirtingos. Taip atsitinka todėl, kad išėjimo kintamojo reikšmę, be įėjimo kintamojo, lemia daugybė kitų veiksnių, kurių įtakos negalima išvengti. Taigi koreliacijos ryšys ryškėja tik per statistinius stebėjimus. Formaliai jis užrašomas lygtimi:

$$Y = F(X) + \varepsilon \quad (2.13)$$

Čia ε – atsitiktinė dedamoji, įvertinanti X ir Y atsitiktinį pobūdį. Egzistuojant koreliaciniam ryšiui, funkcija $Y = F(X)$ vadinama regresijos lygtimi (modeliu), o jos koeficientai – regresijos koeficientais [1].

Regresinės lygties kintamųjų ryšio stiprumą nusako ryšio glaudimo rodikliai:

- koreliacijos koeficientas r ;
- koreliacijos santykis R ;
- determinacijos koeficientas D [1].

Kai kintamuosius sieja tiesinis ryšys, šio ryšio stiprumą nusako koreliacijos koeficientas. Jis nustatomas iš stebėjimo duomenų pagal formulę:

$$r = \frac{\overline{x \cdot y} - \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sigma_x \cdot \sigma_y} \quad (2.14)$$

čia: \bar{x} - įėjimo kintamojo reikšmių vidurkis;

\bar{y} - išėjimo kintamojo reikšmių vidurkis;

$\overline{x \cdot y}$ - įėjimo ir išėjimo kintamųjų sandaugos vidurkis;

σ_x - įėjimo kintamojo vidutinis kvadratinis nuokrypis;

σ_y - išėjimo kintamojo vidutinis kvadratinis nuokrypis.

Koreliacijos koeficientas įgyja reikšmes iš intervalo $[-1; 1]$. Kai $|r| = 1$, kintamuosius sieja labai stiprus tiesinis ryšys.

Jei nagrinėjamus kintamuosius sieja netiesinės koreliacijos ryšys, šio ryšio stiprumą nusako koreliacijos santykis:

$$R = \sqrt{1 - \frac{\sum_i (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_i (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2.15)$$

čia \hat{y}_i – prognozuojamo rodiklio reikšmė, apskaičiuota pagal regresijos lygtį.

Šis koeficientas įgyja reikšmes iš intervalo $[0; 1]$. Kuo koeficiento reikšmė artimesnė vienetui, tuo ryšys stipresnis.

Ir tiesinės, ir netiesinės koreliacijos atveju apskaičiuojamas determinacijos koeficientas:

$$D = r^2 \cdot 100\% = R^2 \cdot 100\% \quad (2.16)$$

Jis rodo, kokią išėjimo kintamojo reikšmės dalį nulemia įėjimo kintamojo reikšmė.

Regresijos modeliai sudaromi tik koreliaciniams ryšiams įvertinti [2]. Priklausomai nuo sudarytojo regresinio modelio kintamųjų skaičiaus išskiriami vienmatės ir daugialypės regresijos modeliai.

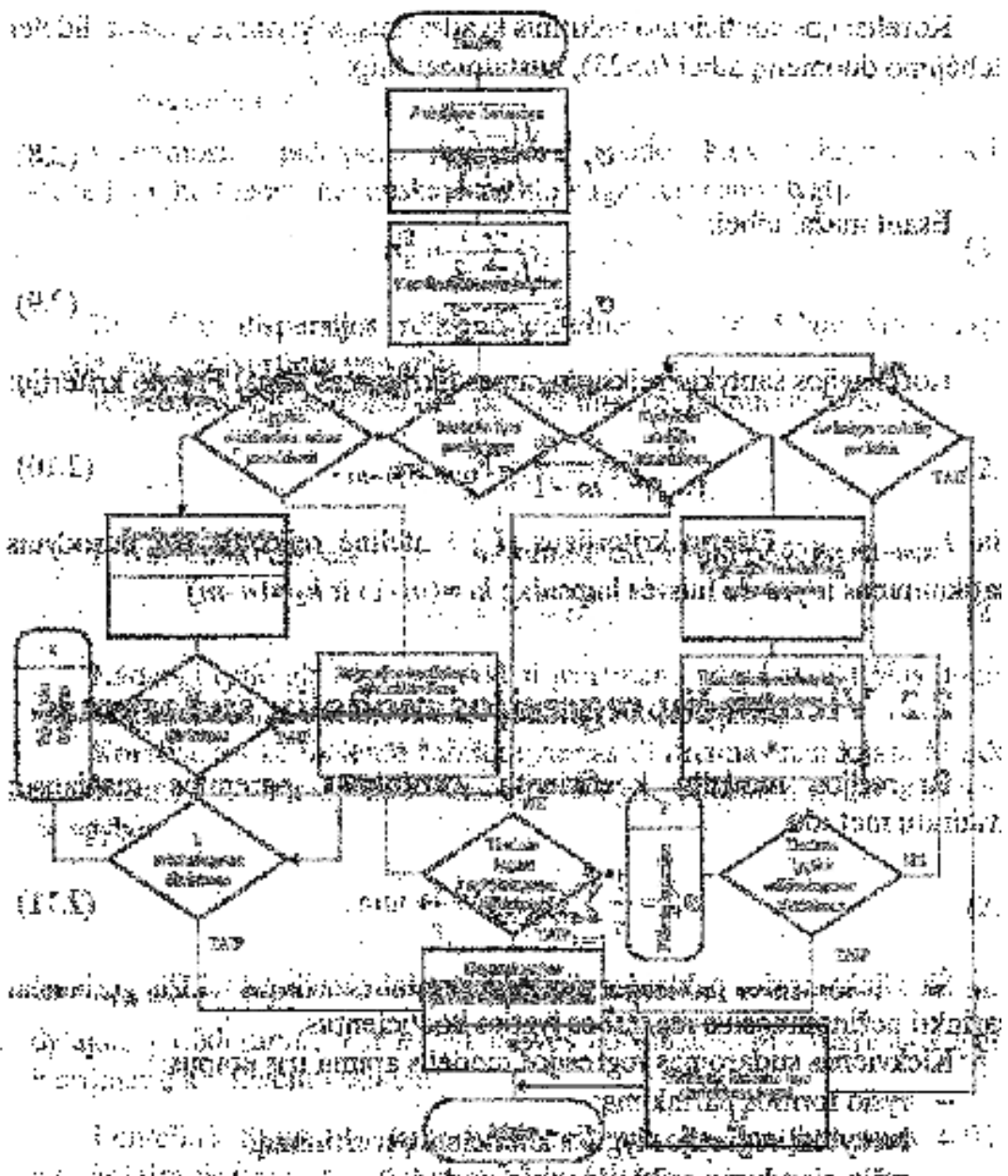
Nežinomiems sudarytosios regresijos modelio lygties parametrams įvertinti naudojami trys metodai:

1. Momentų; tai pirmasis vertinimo metodas, pasiūlytas K. Pirsono.
2. Mažiausių kvadratų.
3. Didžiausio tikėtimumo, pasiūlytas R. Fišerio.

Vienmatės regresijos modelyje, visi trys metodai užtikrina tuos pačius parametru įverčius. Esant daugialypei regresijai, skirtingais metodais nustatyti įverčiai skiriasi [2]. Regresinių modelių parametrus įvertinti plačiausiai taikomas mažiausių kvadratų metodas bei įvairios šio metodo modifikacijos [5].

2.5.3.1. Vienmatės regresijos modeliai

Vienmatės regresijos modeliai taikomi kai nagrinėjami du veiksniai arba statistinio objekto požymiai bei jų tarpusavio ryšiai. Vienmatės regresijos modelio sudarymo struktūrinė schema pateikta 2.3 paveiksle.



2.3 pav. Vienmatės regresijos modelio sudarymo struktūrinė schema [1]

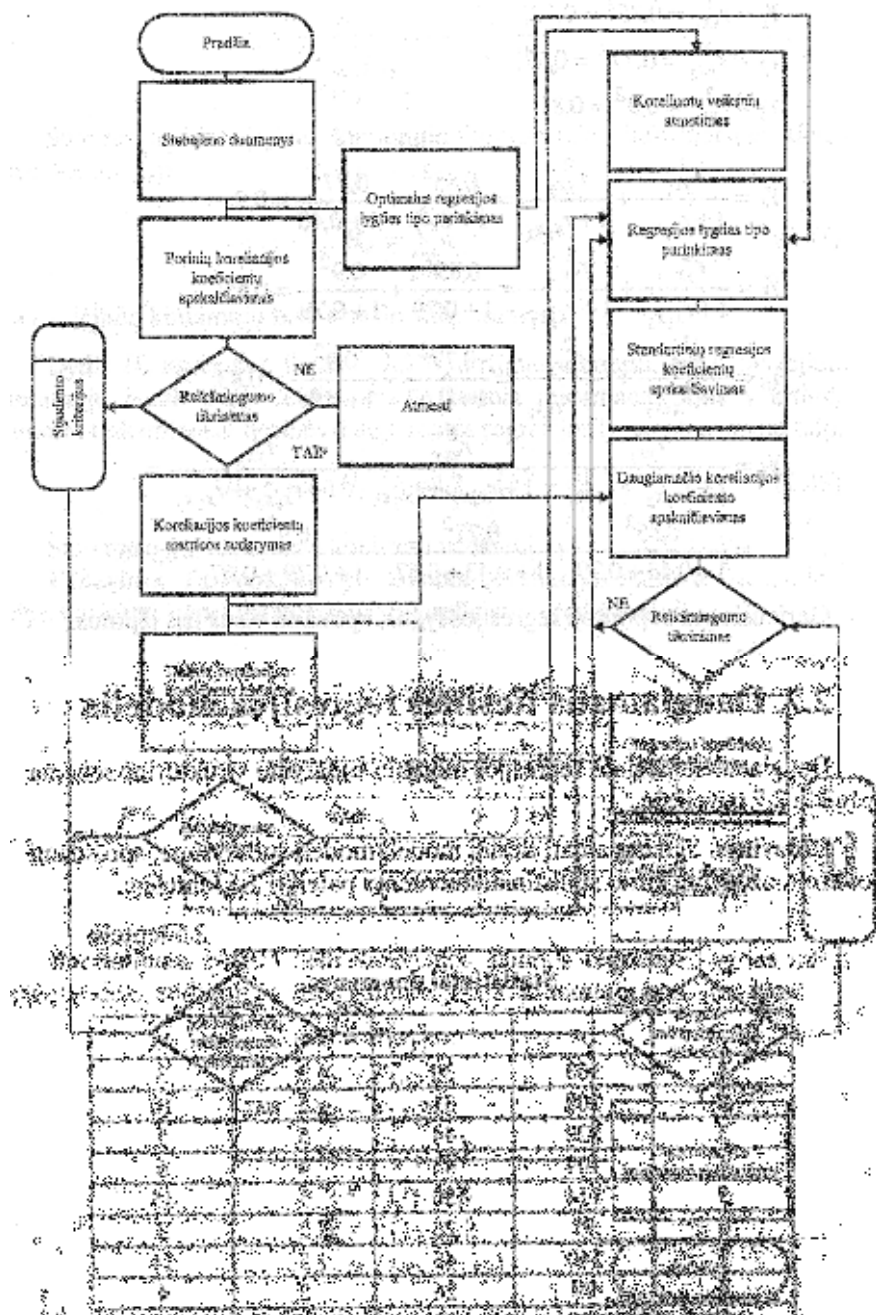
Kiekvienas sudaromas regresijos modelis apima tris pagrindinius etapus:

- ryšio formos parinkimą;
- kiekybinį regresijos modelio parametrų įvertinimą;
- ryšio glaudumo reikšmingumo nustatymą.

Renkantis modelio tipą, visi turimi stebėjimo duomenys pavaizduojami grafiškai – sudaroma sklaidos diagrama. Sklaidos diagramoje atskirų stebinių reikšmės tarpusavyje nesujungiamos, o tik pažymima jų vieta. Išanalizavus sklaidos diagramoje pateikiamus duomenis parenkamas labiausiai tinkanti kintamųjų sąryšio funkcija. Praktikoje dažniausiai naudojami tiesinės, hiperbolinės, rodiklinės, laipsninės ir eksponentinės regresijos modeliai [2].

2.5.3.2. Daugialypės regresijos modeliai

Nagrinėjant realius ekonominius procesus dažnai reikia nustatyti prognozuojamo ekonominio rodiklio priklausomybę nuo keleto nepriklausomų kintamųjų. Ekonominiams procesams formalizuoti dažniausiai pakanka nagrinėti tik tiesinį koreliacijos ryšį [2]. Daugialypės tiesinės regresijos modelio sudarymo struktūrinė schema pateikiama 2.4 paveiksle.



2.4 pav. Daugialypės tiesinės regresijos modelio sudarymo struktūrinė schema [1]

2.6. Prognozavimo metodų tikslumo įvertinimas

Ekonominių rodiklių prognozavimo tikslumas dažniausiai įvertinamas pagal sudarytos prognozės vidutinę procentinę absoliutinę paklaidą (*mean absolute percentage error*):

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_i - \hat{y}_i|}{y_i} \cdot 100\% \quad (2.17)$$

čia y_i - prognozuojamo rodiklio tikroji reikšmė

\hat{y}_i - prognozuojamo rodiklio reikšmė apskaičiuota pagal sudarytą prognozės modelį.

Šis rodiklis gali būti paskaičiuojamas įvairiems prognozavimo metodams įvertinti. Naudojant jį galima palyginti skirtingų prognozavimo metodų bei rodiklių prognozių tikslumą (žr. 2.1 lentelę).

2.1 lentelė. Prognozių tikslumų įvertinimai

MAPE, %	Prognozavimo tikslumas
< 10	Labai tikslus
10 ÷ 20	Tikslus
20 ÷ 50	Pakankamas
> 50	Nepakankamas

2.7. Egzistuojančių sprendimų apžvalga

2.7.1. Egzistuojančių sprendimų klasifikacija

Visas šiuo metu rinkoje egzistuojančias prognozių sudarymo sistemas pagal uždavinių sprendimo automatizacijos lygį galima suskirstyti į tris pagrindines grupes:

1. **Universalios matematikos uždavinių sprendimo sistemos** („Mathcad“, „MATLAB“, „Maple“ ir kt.).

Šios grupės sistemos skirtos įvairių matematikos sričių uždaviniams spręsti. Visos jos turi nemažai operatorių, funkcijų ir procedūrų, kurias galima pritaikyti sudarant nagrinėjamų rodiklių prognozes.

2. **Duomenų analizės sistemos** („SAS“, „SPSS“, „STATISTICA“ ir kt.)

Šios sistemos apjungia visus reikiamos informacijos gavimo iš turimų duomenų žingsnius: duomenų įvedimo, redagavimo ir saugojimo; statistinės duomenų analizės, prognozių sudarymo ir sprendimo priėmimo; ataskaitų generavimo ir grafinio vaizdavimo.

3. **Specifiniams verslo poreikiams pritaikytos sistemos.**

Šios grupės sistemos yra sukurtos ir pritaikytos įvairiems specifiniams verslo procesams. Jos sprendžia konkrečios (dažniausiai labai siauros) srities prognozavimo

uždavinius. Tokio tipo sistemose realizuojami tik tam tikros srities procesus atitinkantys prognozavimo metodai bei modeliai. Dažniausiai šios sistemos integruojamos į egzistuojančią programinės įrangos infrastruktūrą (siekiant supaprastinti bei pagreitinti duomenų mainus su duomenų saugyklomis) bei pritaikomos konkrečios srities vartotojų poreikiams. Šiuo metu rinkoje nėra nei vienos plačiau žinomos sistemos kuri būtų pritaikyta Lietuvos farmacinės įmonės atstovybės pardavimų prognozės uždaviniams spręsti.

2.7.2. Prognozavimo galimybės MATLAB pakete

Kompanijos „MathWorks“ sukurtas matematinio modeliavimo paketas „MATLAB“ neturi specialių tiesioginių įrankių bei funkcijų ekonominių rodiklių prognozėms sudaryti. Tačiau pritaikius ekonominių rodiklių prognozavimo teoriją, tam tikras paketo funkcijas bei galimybes galima panaudoti sudarant prognozės modelius.

Ekstrapoliacijos prognozavimo metodai remiasi nesudėtingais matematiniais skaičiavimais. „MATLAB“ pakete yra realizuotos visos pagrindinės matematinės operacijos ir funkcijos. Naudojant jas nesunkiai galima realizuoti daugumą ekstrapoliacijos prognozavimo metodų.

„MATLAB“ paketas taip pat turi keletą priemonių kurias galima panaudoti sudarant regresijos modelius:

- Pakete yra standartinės koreliacijos koeficientų skaičiavimo funkcijos.
- MATLAB Basic Fitting komponentas gali būti panaudotas sudarant vienmatės regresijos modelius. Komponento pagalba galima nustatyti dviejų nagrinėjamų rodiklių tarpusavio ryšio lygtį bei apskaičiuoti šios lygties koeficientus. Galima nagrinėti tiek tiesinės, tiek netiesinės regresijos modelius [6].
- Paketo priemonės gali būti panaudotos apskaičiuojant daugialypės tiesinės regresijos modelio lygties parametrus mažiausių kvadratų metodu [6].

2.7.3. Vanguard DecisionPro™ sprendimas

„Vanguard Software™ Corporation“ kompanijos sukurtoje „DecisionPro“ programinės įrangos pakete realizuoti dažniausiai naudojami prognozavimo metodai. Prognozėms sudaryti naudojami istoriniai duomenys. Duomenys gali būti įvedami rankiniu būdu arba importuoti iš išorinio šaltinio (bylos, duomenų bazės ir kt.).

Atliekant duomenų analizę galima pasinaudoti vienu iš realizuotų prognozavimo metodų:

- Vienmatės regresijos modeliai:

- tiesinės regresijos modelis
- tiesinės regresijos su patikimumo intervalu modelis
- hiperbolinės regresijos modelis
- logaritminės regresijos modelis
- kvadratinės šaknies regresijos modelis
- laipsninės regresijos modelis
- polinominės regresijos modelis
- eksponentinės regresijos modelis
- tiesinės regresijos su sezonine komponente modelis
- Ekstrapoliacijos metodai:
 - „Random“ metodas
 - „Random Walk“ metodas
 - slankiojo vidurkio metodas
 - eksponentinio išlyginimo metodas
 - Holto metodas
 - Holto – Vinterio metodas

Atsižvelgus į analizuojamus duomenis programa pasiūlo vartotojui naudoti vieną iš galimų metodų, tačiau vartotojas turi galimybę pats pasirinkti metodą, kuris turėtų būti pritaikytas. Prognozės rezultatai pateikiami lentelėje bei grafiškai (nubraižomos faktinio rodiklio kitimo bei prognozės kreivės). Taip pat apskaičiuojamos sudarytosios prognozės paklaidos.

Pagrindiniai programinės įrangos trūkumai yra galimybės panaudoti daugialypės regresijos modelius nebuvimas. Taip pat pritaikant vienmatės regresijos modelius kaip nepriklausomą (įėjimo) kintamąjį galima panaudoti tik laiko dimensiją. Todėl faktiškai visi galimi prognozavimo metodai apsiriboja tiriamojo rodiklio kitimo laike analize.

2.7.4. SAS[®] High-Performance Forecasting sprendimas

Kompanijos „SAS[®]“ sukurtas „SAS[®] High-Performance Forecasting“ produktas, kaip skelbia sistemos kūrėjai, yra greičiausias ir analitiniu požiūriu labiausiai pažengęs didelės apimties prognozių sudarymo programinis paketas, šiuo metu esantis rinkoje. Šis produktas buvo sukurtas naudoti visose veiklos srityse, kur reikalingas automatinis didelės apimties prognozių sudarymas turint ribotus resursus [8].

Sistemoje realizuotos duomenų apdorojimo bei paruošimo analizei priemonės. Galima sugrupuoti turimus duomenis pagal įvairius laiko intervalus. Duomenis taip pat galima

grupuoti arba filtruoti pagal įvairius kitus kriterijus (geografinė informacija, padaliniai, produktų šeimos ir t.t.).

„SAS[®] High-Performance Forecasting“ priklausomai nuo turimų duomenų automatiškai parenka reikiamą prognozavimo modelį, nustato optimalius modelio parametrus ir sudaro nagrinėjamo rodiklio prognozes. Modelis parenkamas ne tik pagal tai, kaip tiksliai jis atkartoja istorinius duomenis, bet ir pagal sudarytosios prognozės tikslumą.

Siekiant išlaikyti pusiausvyrą tarp prognozių sudarymo greičio ir tikslumo, sistemos vartotojai gali pasirinkti norimą prognozių sudarymo automatizavimo lygį. Galima pasirinkti aukščiausią automatizavimo lygį, kai visi trys pagrindiniai prognozių sudarymo etapai (modelio parinkimas, parametrų nustatymas ir prognozių generavimas) yra atliekami automatiškai. Pakete taip pat yra realizuota galimybė vartotojams pagal specifinius poreikius apibrėžti savo prognozavimo modelius ir juos pritaikyti.

Sudarant nagrinėjamo rodiklio prognozes galima panaudoti šiuos prognozių sudarymo modelius:

- sezoninius ir nesezoninius eksponentinio išlyginimo bei trendo metodus;
- ARIMAX modelius;
- nutrūkstančios paklausos modelius;
- nepastebėtų komponentų modelius;
- vartotojų apibrėžtus modelius.

Sudarytosios prognozės rezultatai gali būti pateikiami įvairiuose formatuose: HTML, PDF, Microsoft Word ir t.t. Taip pat galimas ir grafinis rezultatų atvaizdavimas [8].

2.7.5. Sprendimų palyginimas

Universalios matematikos uždavinių sprendimo sistemos gali būti panaudotos sudarant įvairias ekonominių rodiklių prognozes. Tačiau šios sistemos yra tik pagalbinės prognozių sudarymo priemonės. Faktiškai pagrindinė šių sistemų paskirtis – tarpinių skaičiavimų sudarant prognozes palengvinimas. Naudojant šias sistemas, prognozės sudarymo procesas reikalauja gilaus prognozavimo teorijos išmanymo, o sudarytosios prognozės tikslumas labiausiai priklauso nuo vartotojo žinių lygio ir gebėjimo pritaikyti turimas žinias praktikoje. Lyginant šios grupės sistemas su kitomis sistemomis, patogumo bei paprastumo vartotojui atžvilgiu universalios matematikos uždavinių sprendimo sistemos yra sudėtingiausios ir reikliausios vartotojo kompiuterinio raštingumo lygiui.

Lyginant universalias matematikos uždavinių sprendimų sistemas su duomenų analizės sistemomis, pastarosios vartotojo atžvilgiu yra patogesnės. Jos nereikalauja gilaus prognozių sudarymo metodikos išmanymo bei atskirų prognozavimo metodų skaičiavimų algoritmų

žinojimo. Šios sistemos yra universalios ir gali būti pritaikomos įvairiems prognozavimo uždaviniams spręsti. Tačiau jeigu srities, kurioje naudojama sistema, procesai yra nusistovėję, vartotojas yra apkraunamas pertekline informacija (prognozavimo metodai bei sistemos funkcijos, kurie niekada nenaudojami).

Jeigu srities, kurioje naudojama sistema, verslo procesai yra nusistovėję ir ilgainiui nekinta (arba kinta nežymiai), o prognozių sudarymo poreikiai išlieka pastovūs per visą sistemos naudojimo laikotarpį, tikslingiausia yra naudoti sistemą, kuri būtų pritaikyta būtent tai konkrečiai sričiai. Tokiose sistemose atsisakoma universalumo principo ir perteklinio funkcionalumo – sistemoje realizuojamos tik tos funkcijos, kurios gali būti pritaikytos srities procesams tirti. Specifiniams verslo poreikiams pritaikytos sistemos paprastai yra integruojamos į turimą programinės įrangos infrastruktūrą, jų vartotojų sąsaja adaptuojama pagal specifinius vartotojų poreikius. Tai palengvina sistemos naudojimą ir sumažina reikalavimus vartotojų kompiuteriniam raštingumui bei prognozavimo teorijos išmanymui.

2.8. Realizuoto pardavimų prognozės sprendimo pagrindimas

2.8.1. Sistemos tipo parinkimas

Išanalizavus farmacinės įmonės atstovybės veiklos modelį, pastebėta, kad veiklos procesai šioje srityje yra nusistovėję. Reikiamo atlikti prognozavimo uždavinio formuluotė ir specifiška yra apibrėžta ir nekintanti. Todėl buvo priimtas sprendimas sukurti specialios paskirties, farmacinių įmonių atstovybėms pritaikytą sistemą.

Sukurtoji sistema užtikrins farmacinės įmonės pardavimų prognozės sudarymą remiantis istoriniais duomenimis, pagrindinių veiklos rodiklių tarpusavio sąryšiais ir numatomais sąnaudų bei atstovų veiklos rodikliais. Buvo atrinkti ir realizuoti prognozės metodai bei modeliai, kurie atitinka suformuluotą prognozių sudarymo uždavinio specifišką ir gali būti pritaikyti aprašytame veiklos kontekste.

Sistema suderinta su kita farmacinės įmonės atstovybės naudojama programine įranga, realizuoti automatiniai duomenų mainai tarp atskirų posistemių. Sistemos vartotojo sąsaja buvo kuriama atsižvelgiant į tai, kad vartotojai neturės gilių prognozių sudarymo teorijos žinių.

2.8.2. Realizuotų pardavimų prognozės metodų parinkimas

Atsižvelgiant į įvairių prognozių sudarymo metodų specifišką ir farmacinės įmonės atstovybės turimus duomenis, sistemoje realizuoti suformuluotam uždaviniui labiausiai tinkantys prognozavimo metodai:

- Ekstrapoliacijos metodai – slankiojo vidurkio, eksponentinio išlyginimo, Holto, Brauno adaptyvaus išlyginimo, Holto – Vinterio metodai.
- Regresijos modeliai – vienmatės tiesinės, hiperbolinės, laipsninės ir rodiklinės regresijos bei daugialypės tiesinės regresijos modeliai.

Prognozavimo metodų pasirinkimo pagrindimas pateikiamas 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Prognozavimo metodų pasirinkimo pagrindimas

Prognozavimo metodai	Realizuoti sistemoje?	Pagrindimas
Kokybiniai metodai	Ne	Jie remiasi intuityviais metodais. Labiau tinka sudarant ilgalaikes prognozes. Sudarytos prognozės labiau apibrėžia ilgalaikės raidos tendencijas nei konkrečius įverčius.
Ekstrapoliacijos metodai	Taip	Metodai pritaikomi, kai turimi istoriniai nagrinėjamo rodiklio įverčių duomenys. Naudojant šiuos metodus praeities dėsningumai pritaikomi sudarant ateities prognozes. Tinka sudaryti prognozėms remiantis istorinių pardavimų duomenų kitimo tendencijomis. Sistemoje realizuoti šie ekstrapoliacijos prognozavimo metodai: <ul style="list-style-type: none"> • Slankiojo vidurkio metodas – taikomas stacionariems rodikliams prognozuoti. • Eksponentinio išlyginimo metodas – taikomas stacionariems rodikliams prognozuoti. • Holto metodas – taikomas nestacionariems rodikliams prognozuoti. • Brauno adaptyvaus išlyginimo metodas – taikomas nestacionariems rodikliams prognozuoti. • Holto-Vinterio metodas – taikomas sudarant prognozes duomenims su sezoniškumo komponente.
Matriciniai modeliai	Ne	Taikomi sudarant makroekonominės prognozes.
Ekonometriniai Modeliai	Taip	Modeliai taikomi, kai sudarant prognozes yra analizuojamos nagrinėjamo ekonominio rodiklio susidarymo priežastys. Tinka sudaryti prognozėms remiantis pardavimų, atstovų vizitų ir išlaidų duomenų tarpusavio sąryšiais. Sistemoje realizuoti praktikoje dažniausiai naudojami priežastiniai modeliai: <ul style="list-style-type: none"> • vienmatės tiesinės regresijos; • vienmatės hiperbolinės regresijos; • vienmatės laipsninės regresijos; • vienmatės rodiklinės regresijos; • daugialypės tiesinės regresijos.

Naudojant ekstrapoliacijos metodus nagrinėjami istoriniai pardavimų duomenys, jų kitimo tendencijos ir remiantis atlikta analize sudaroma ateities pardavimų prognozė.

Naudojant regresijos modelius analizuojami istoriniai duomenys stengiantis nustatyti pardavimų rodiklių priklausomybę nuo atstovų vizitų skaičiaus ir įmonės sąnaudų vykdant pardavimus skatinančias akcijas. Pavykus nustatyti tam tikrus sąryšius bus sudaroma pardavimų prognozė remiantis numatomais atstovų veiklos bei sąnaudų rodikliais. Vienmatės regresijos modeliai sudaromi tiriant pardavimų rodiklių priklausomybę nuo atstovų vizitų skaičiaus arba sąnaudų. Daugialypės tiesinės regresijos modelis sudaromas tiriant galimą tiesinį pardavimų rodiklių sąryšį su atstovų vizitų skaičiumi ir sąnaudomis.

Sudarant regresinius modelius svarbu nepamiršti kad nagrinėjamos poveikio priemonės yra tik nedidelė dalis veiksnių, kurie įtakoja produkcijos pardavimus. Nemažai svarbių veiksnių (ekonominė situacija, konkurentų vykdoma veikla, atstovaujamo produkto kokybė bei paskirtis ir kt.), nesant galimybės juos objektyviai įvertinti, nebus įtraukta į sudaromus pardavimų rodiklių prognozavimo modelius.

3. PARDAVIMŲ PROGNOZĖS SISTEMOS REALIZACIJA

3.1. Projekto tikslas

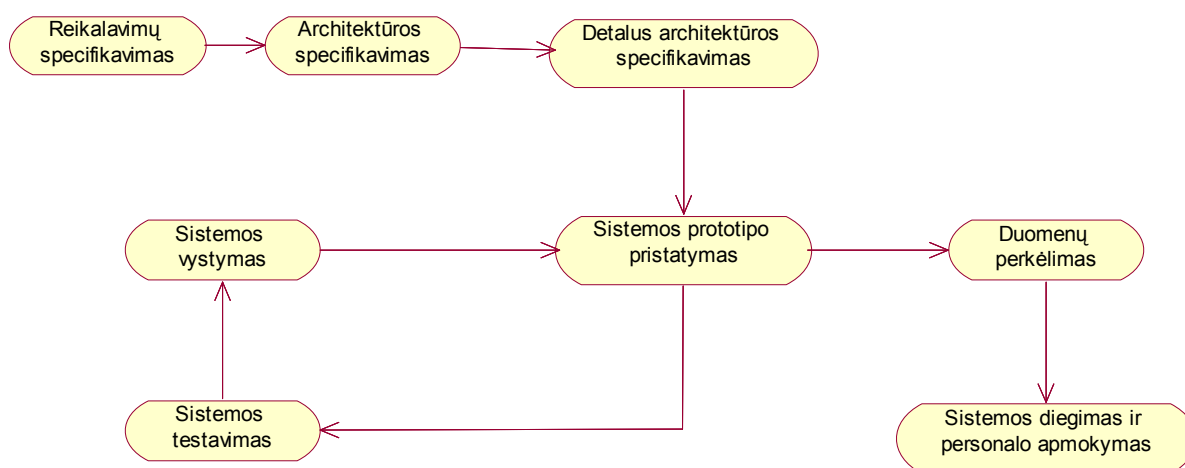
Projekto tikslas – sukurti farmacinės įmonės atstovybės pardavimų prognozės sistemą modifikuojant, išplečiant bei papildant turimą programinę įrangą. Ištirti turimą programinių kompleksą susidedantį iš įmonės atstovų veiklos analizės ir didmenininkų produkcijos pirkimų bei pardavimų analizės programų. Sukurti papildomą atstovybės pajamų / išlaidų apskaitos, apibendrintų duomenų analizės bei pardavimų prognozavimo posistemę ir integruoti ją į turimą sistemą.

Sukurtoji sistema užtikrins šias pagrindines funkcijas:

- Pajamų / išlaidų duomenų registravimas;
- Visapusiška farmacinės įmonės atstovybės veiklos efektyvumo analizė pagal tris pagrindinius kriterijus: atstovų veiklą, produkcijos pardavimus įmonės apimamoje teritorijoje ir sąnaudas vykdant įmonės veiklą;
- Farmacinės įmonės atstovybės pardavimų rodiklių prognozavimas remiantis praeities duomenimis bei pagrindinių įmonės veiklos rodiklių tarpusavio sąryšiais.

3.2. Sistemos pateikimo žingsniai

Pagrindiniai sistemos kūrimo ir pateikimo žingsniai pateikiami 3.1 paveiksle.



3.1 pav. Sistemos kūrimo ir pateikimo žingsniai

3.3. Architektūros tikslai ir apribojimai

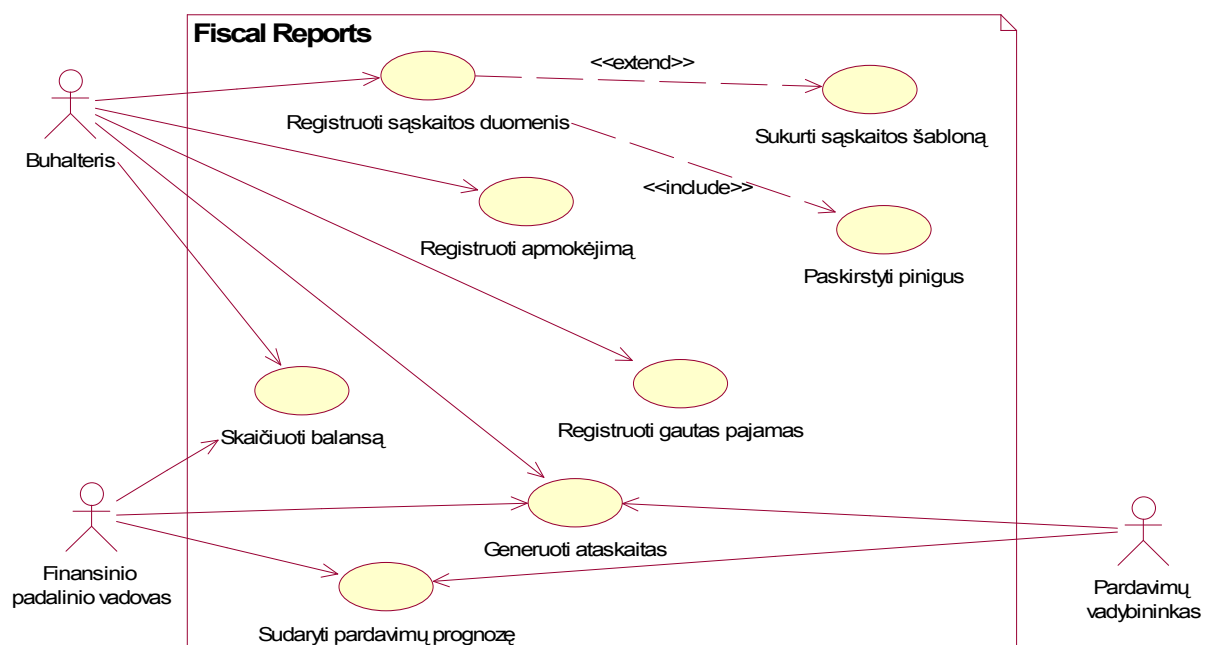
Projekto metu buvo kuriama ne visiškai nauja sistema, o plečiamas jau egzistuojantis programų kompleksas. Sistemos architektūros pagrindiniai principai jau buvo apibrėžti ir negalėjo būti modifikuojami. Egzistuojantys sistemos komponentai yra sukurti **Microsoft Access** priemonėmis. Sistema yra sudaryta iš keleto posistemų. Kiekvieną posistemį sudaro dvi pagrindinės dalys: duomenų bazė ir vykdomoji dalis užtikrinanti sąsają su vartotoju bei duomenų apdorojimą. Posistemiai tarpusavyje bendrauja darydami užklausas į vienas kito duomenų bazines ir iš ten paimdami reikiamus duomenis. Panaudojant jau sukurtus architektūros standartus buvo kuriamas ir naujasis pajamų / išlaidų apskaitos, apibendrintų duomenų analizės bei pardavimų prognozavimo posistemis.

Jau egzistuojantys sistemos komponentai gali laisvai ir be jokių apribojimų naudoti vienas kito duomenis. Naujojo modulio duomenų bazėje bus saugomi konfidencialūs finansiniai duomenis, kurie gali būti pasiekiami ribotam vartotojų skaičiui. Todėl labai svarbu apsaugoti duomenis nuo neteisėtos prieigos.

Dėl griežtų reikalavimų duomenų saugumui buvo nuspręsta posistemio duomenų bazę realizuoti **Microsoft SQL Server 2000** priemonėmis. Naudojant šios duomenų bazių valdymo sistemos priemones galima užtikrinti gana aukštą duomenų saugumo lygį [9]. Vartotojo sąsaja realizuota **Microsoft Visual Studijon .NET 2003** priemonėmis. Sistemos projektavimas atliktas naudojant **Rational Rose Enterprise Edition 2002** paketą.

3.4. Panaudojimo atvejų vaizdas

Kuriamojo sistemos modulio panaudojimo atvejų diagrama pateikiama 3.2 pav.



3.2 pav. Panaudojimo atvejų diagrama

Panaudojimo atvejų diagrama atspindi pagrindines suskurtosios sistemos funkcijas:

- **Pajamų / išlaidų sąskaitų duomenų registravimas.**

Registruojami pajamų / išlaidų duomenys susiejami su:

- sąskaitų plano sąskaitomis,
- pajamų / išlaidų tipais,
- įmonės veiklos sritimis,
- darbuotojais,
- produktais.

- **Faktinių pajamų / išlaidų registravimas.**

- **Ataskaitų generavimas.**

- Pajamų / išlaidų analizė.
- Generuojamos kombinuotos ataskaitos, apibendrinančios atstovų veiklą, pardavimus ir išlaidas.

- **Pardavimų prognozių sudarymas.**

Pardavimų prognozės sudaromos remiantis:

- istoriniais atstovų veiklos, sąnaudų ir pardavimų duomenimis;
- atstovų veiklos, sąnaudų ir pardavimų duomenų tarpusavio sąryšiais;
- numatomais atstovų veiklos ir sąnaudų rodikliais.

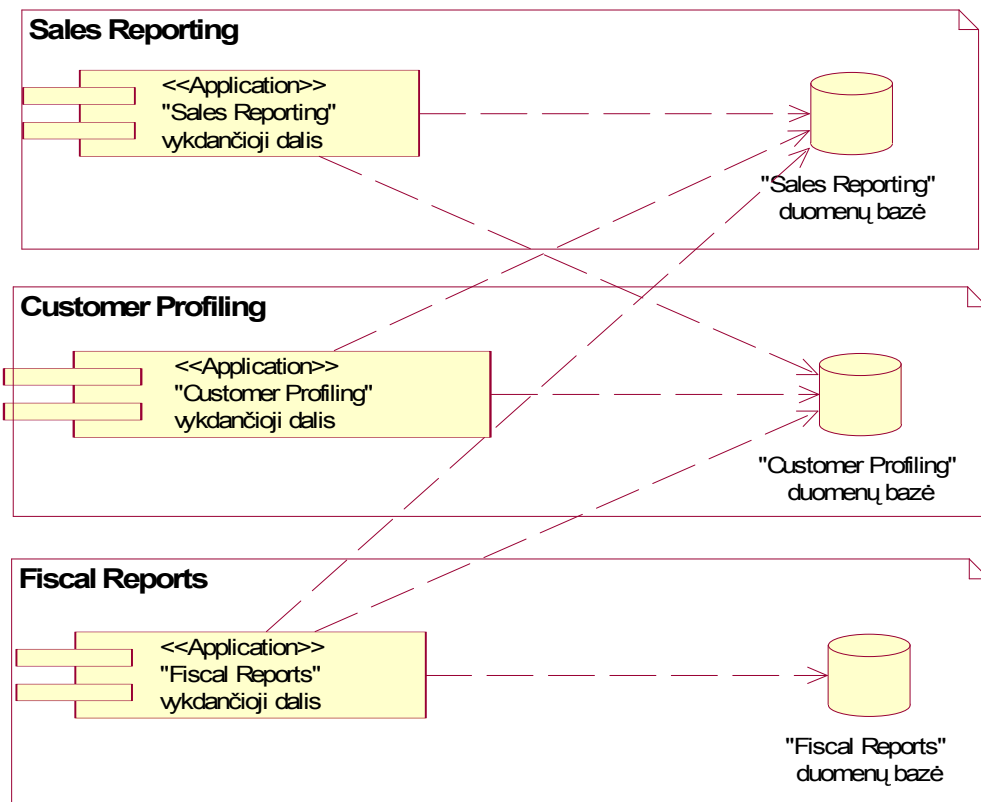
3.5. Sistemos statinis vaizdas

3.5.1. Sistemos komponentai

Kuriant farmacinės įmonės atstovybes pardavimų prognozės sistemą buvo praplėstas jau egzistuojančių ir naudojamų programų paketas:

- Atstovų veiklos analizės posistemis – **Customer Profiling** programa.
- Didmenininkų pirkimų bei pardavimų analizės posistemis – **Sales Reporting** programa.

Projekto metu sukurtas papildomas pajamų / išlaidų apskaitos, apibendrintų duomenų analizės bei pardavimų prognozavimo posistemis – **Fiscal Reports** programa. Naujasis posistemis integruotas į jį jau esamą sistemą. Sistemos komponentų diagrama pateikiama 3.3 pav.

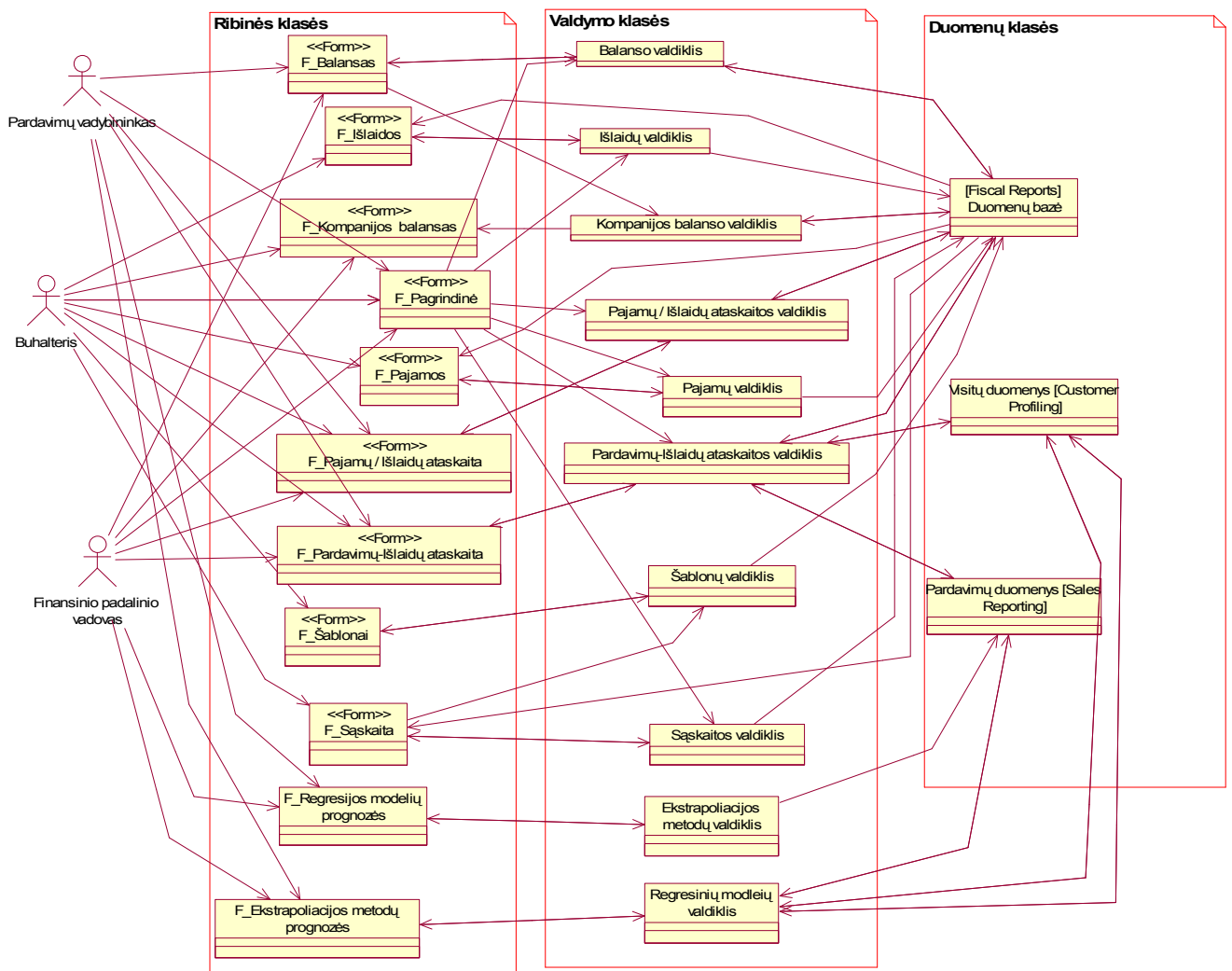


3.3 pav. Sistemos komponentų diagrama

Posistemis sukurtas atsižvelgiant į jau sukurtų modulių architektūros standartus. Kaip ir kiti programų komplekso komponentai, naujasis posistemis sudarytas iš dviejų pagrindinių dalių: duomenų bazės ir vykdančiosios dalies. Duomenų bazėje saugomi visi posistemis duomenys. Vykdančioji dalis užtikrina sąsają su vartotoju ir duomenų apdorojimą. **Fiscal Reports** posistemis integruotas į jau veikiančią sistemą ir suderintas su kitais sistemai priklausančiais komponentais: **Customer Profiling** ir **Sales Reporting** programomis.

3.5.2. Komponentų detalizavimas

Kadangi **Customer Profiling** ir **Sales Reporting** posistemiai buvo sukurti anksčiau, šiame dokumente pateikiamas tik naujai sukurto pajamų / išlaidų apskaitos, apibendrintų duomenų analizės bei pardavimų prognozavimo posistemis esminiai aspektai. Šio posistemis klasių diagrama pateikiama 3.4 pav.



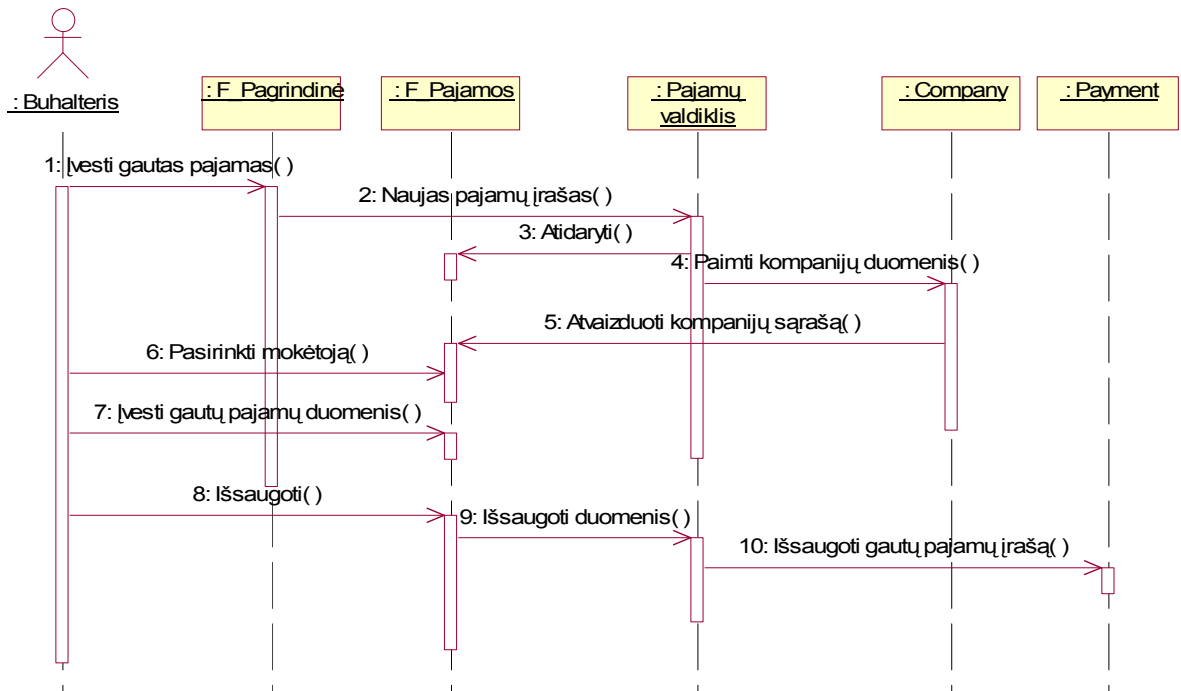
3.4 pav. Fiscal Reports posistemio klasių diagrama

Visas sukurtojo **Fiscal Reports** posistemio klases galima suskirstyti į tris pagrindines grupes:

- Ribinės klasės – tai klasės atliekančios sistemos vartotojo sąsajos funkcijas.
- Valdymo klasės – tai sistemos funkcijas koordinuojančios klasės. Jos atsakingos už visų sistemos funkcijų vykdymą bei skaičiavimų atlikimą, tarpininkauja užtikrinant duomenų manų tarp ribinių ir duomenų klasių. Visos sistemos valdymo klasės atitinka pagrindinius sistemos panaudojimo atvejus.
- Duomenų klasės – tai klasės atliekančios duomenų saugojimo ir informacijos pateikimo funkcijas pagal kitų sistemos komponentų užklausas. Siekiant supaprastinti 3.4 paveiksle pateikiamą klasių diagramą kiekvieno sistemos posistemio duomenų klasės yra pateikiamos apibendrintai.

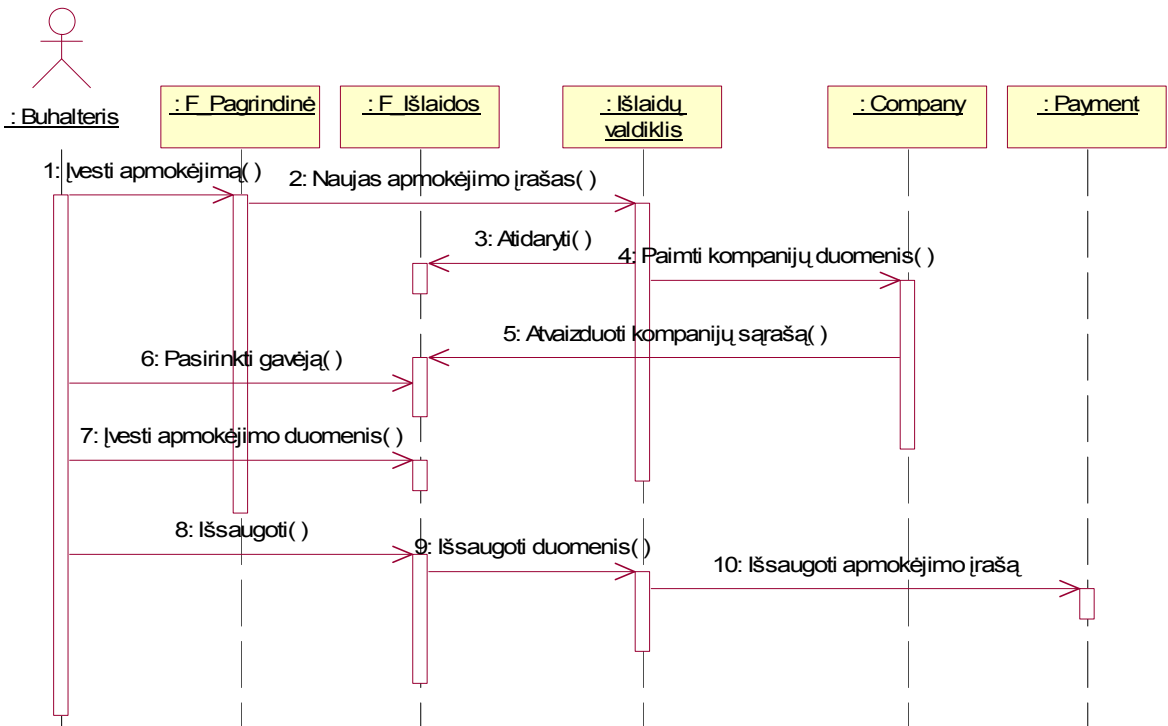
3.6. Sistemos dinaminis vaizdas

Šiame skyriuje pateikiamos pagrindinių sukurtojo posistemio panaudojimo atvejų sekų diagramos. 3.5 paveiksle pateikiama gautų pajamų registravimo sekų diagrama.



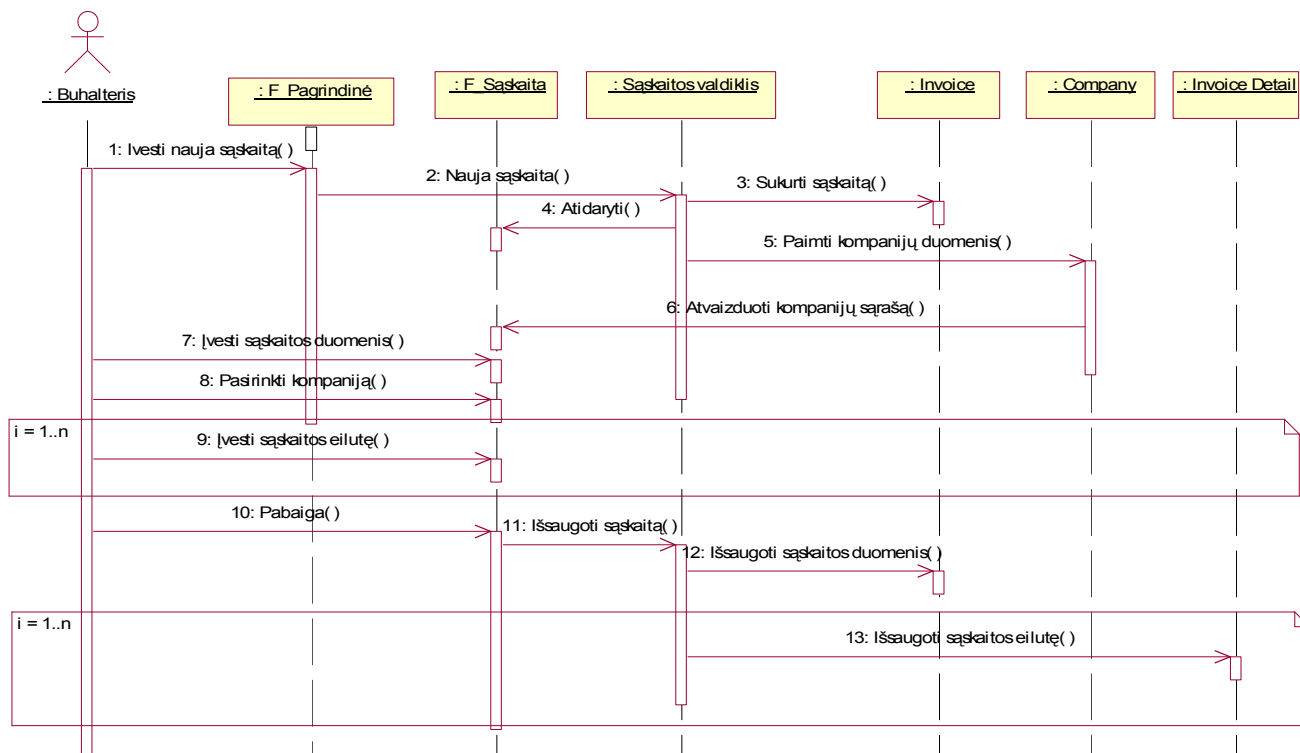
3.5 pav. Gautų pajamų registravimo sekų diagrama

3.6 paveiksle pateikiama apmokėjimo registravimo sekų diagrama.



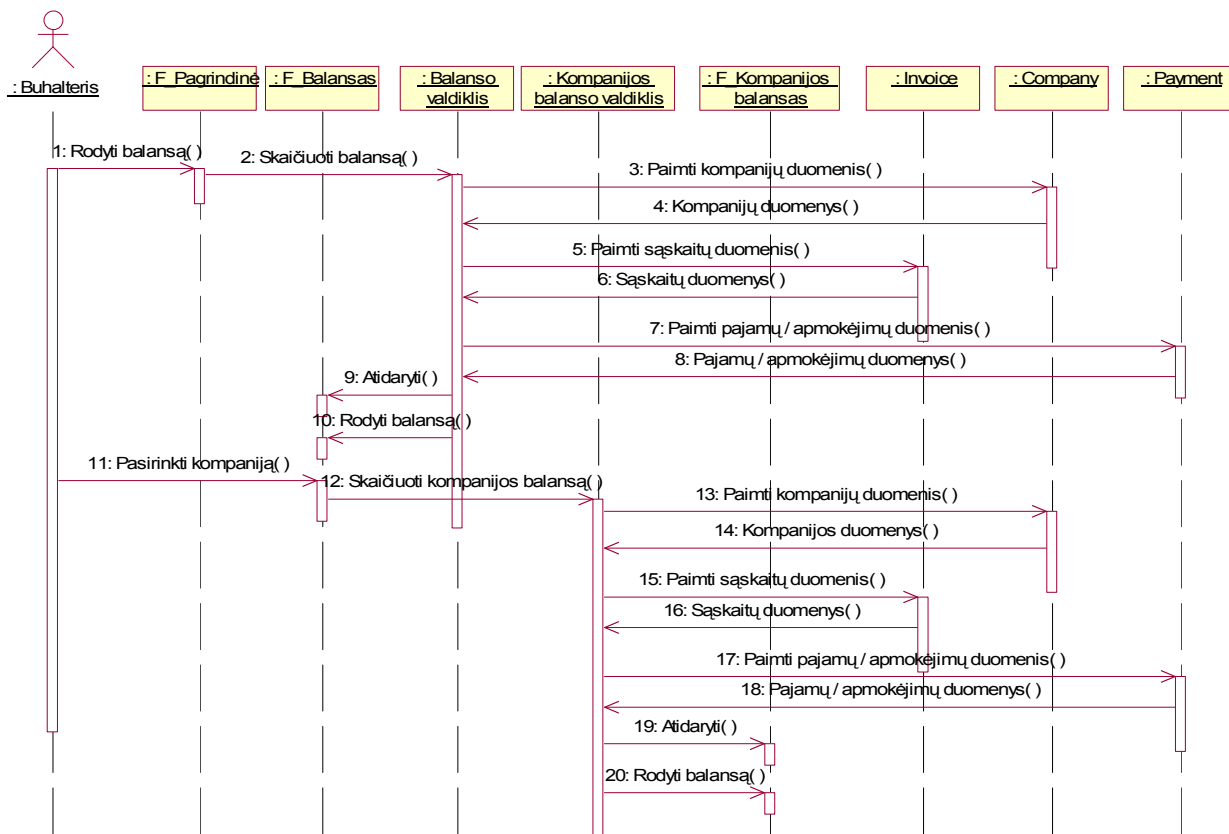
3.6 pav. Apmokėjimo registravimo sekų diagrama

3.7 paveiksle pateikiama sąskaitos įvedimo sekų diagrama.



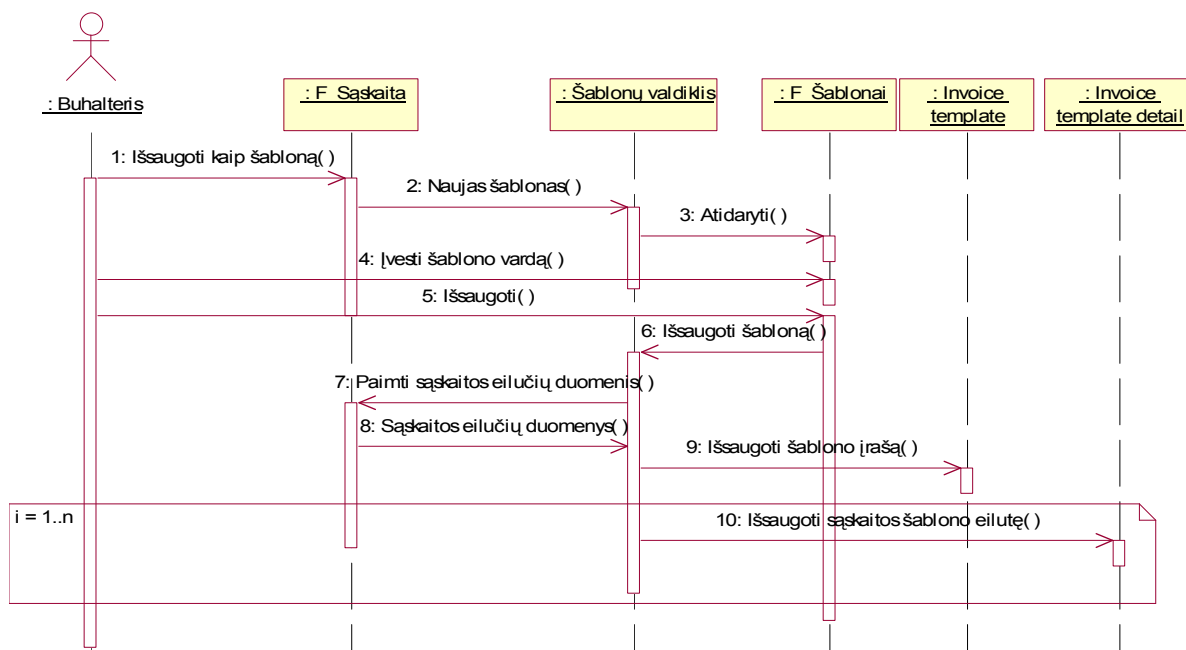
3.7 pav. Sąskaitos įvedimo sekų diagrama

3.8 paveiksle pateikiama balanso skaičiavimo sekų diagrama.



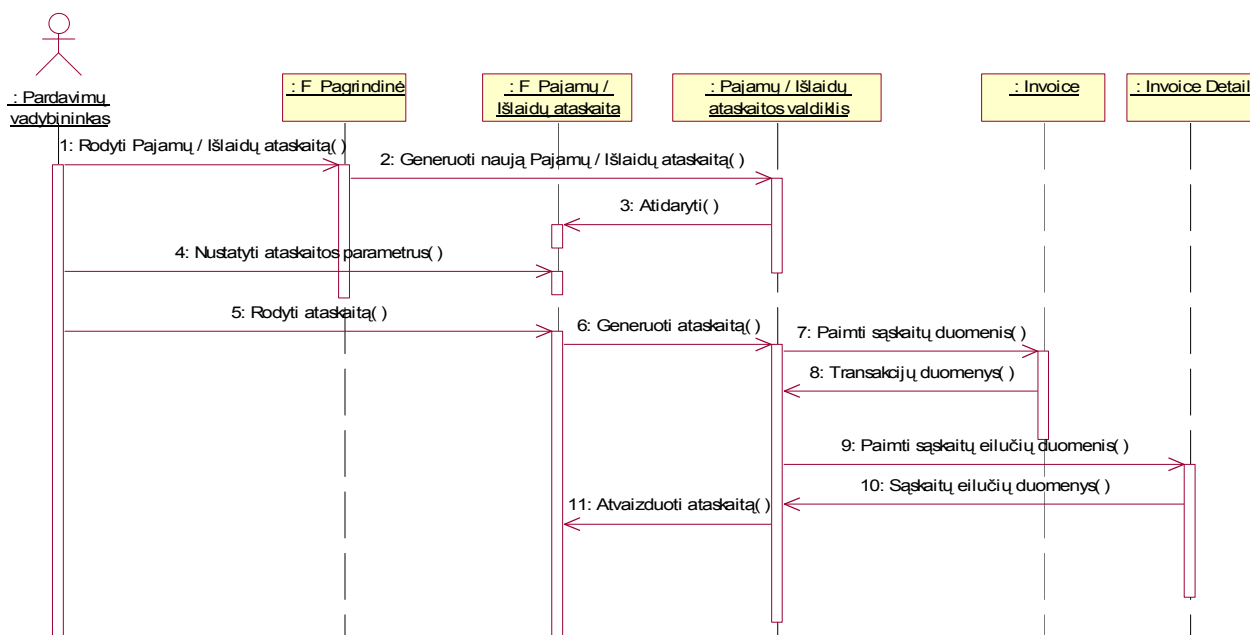
3.8 pav. Balanso skaičiavimo sekų diagrama

3.9 paveiksle pateikiama sąskaitos šablono sukūrimo sekų diagrama.



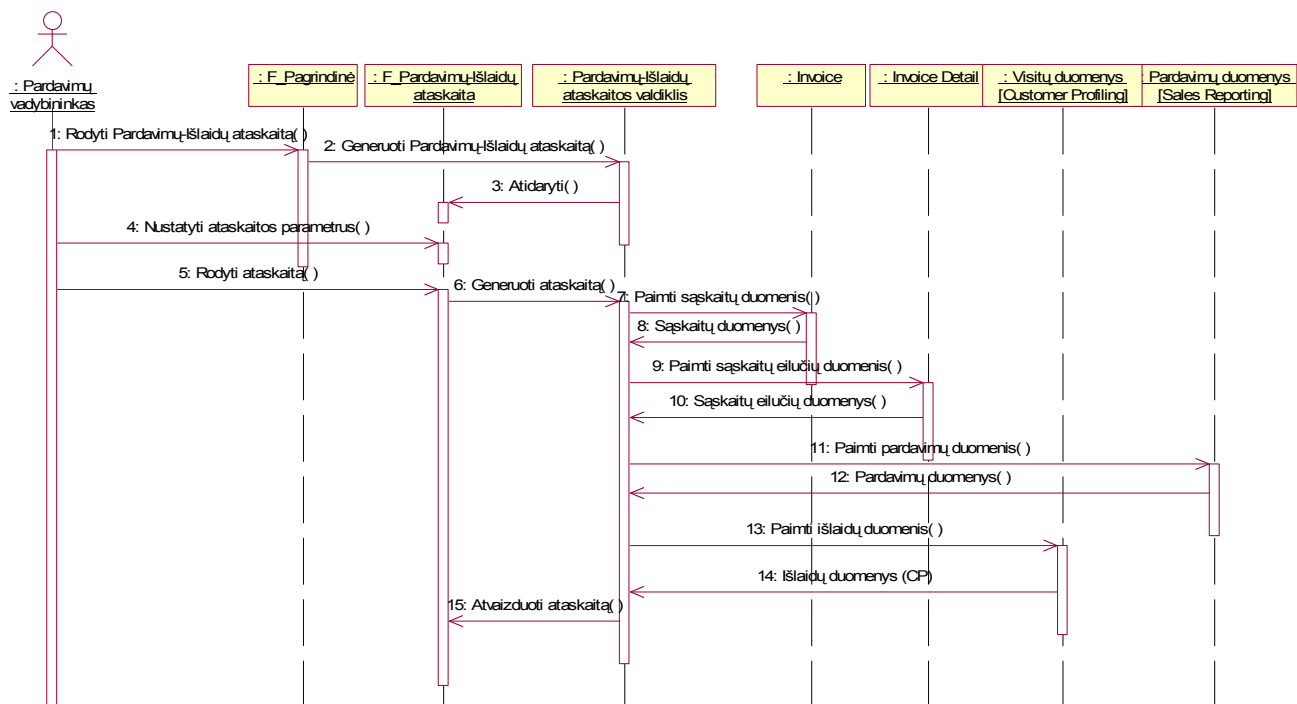
3.9 pav. Sąskaitos šablono sukūrimo sekų diagrama

3.10 paveiksle pateikiama pajamų / išlaidų ataskaitos generavimo sekų diagrama.



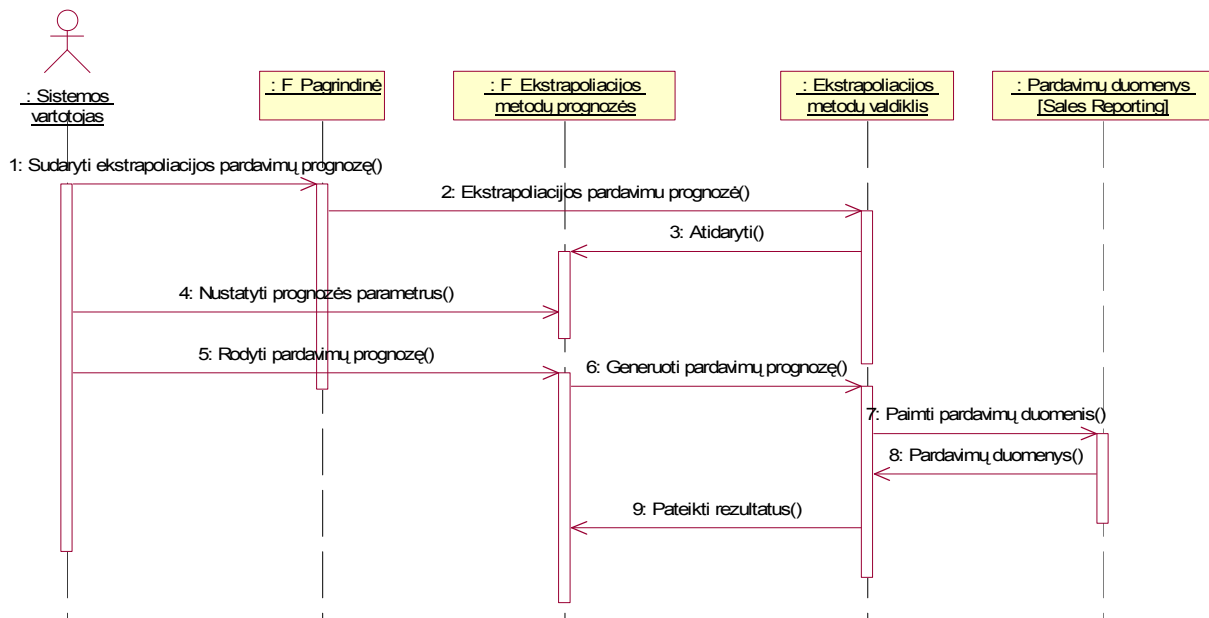
3.10 pav. Pajamų / išlaidų ataskaitos generavimo sekų diagrama

3.11 paveiksle pateikiama pardavimų, išlaidų ir vizitų apibendrinimo ataskaitos generavimo sekų diagrama.



3.11 pav. Pardavimų, išlaidų ir vizitų apibendrinimo ataskaitos generavimo sekų diagrama

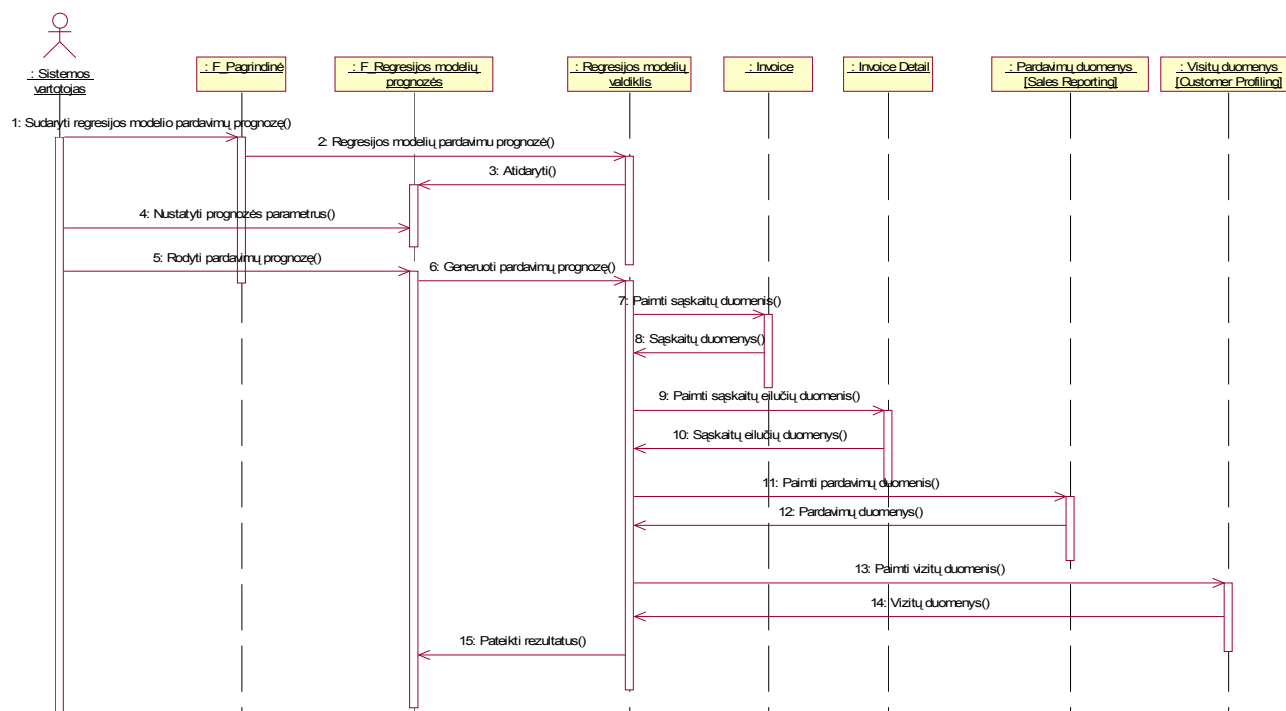
3.12 paveiksle pateikiama ekstrapoliacijos metodų pardavimų prognozės sudarymo sekų diagrama.



3.12 pav. Ekstrapoliacijos metodų pardavimų prognozės sudarymo sekų diagrama

Ekstrapoliacijos metodų pardavimų prognozės sudaromos naudojant visus vartotojo parinktus prognozių sudarymo metodus. Esant keliems pasirinktiems metodams, atrenkamas metodas, kurio sudaryta prognozė yra tiksliausia. Tiksliausia prognozė atrenkama pagal mažiausią vidutinės procentinės absoliutinės paklaidos (MAPE) dydį.

3.13 paveiksle pateikiama regresijos modelių pardavimų prognozės sudarymo sekų diagrama.



3.13 pav. Regresijos modelių pardavimų prognozės sudarymo sekų diagrama

Sudarydamas prognozę vartotojas turi galimybę pasirinkti vieną iš galimų sudaromo regresinio modelio tipų:

- Pardavimų priklausomybė nuo išlaidų – sudaromas vienmatės regresijos modelis, apibrėžiantis pardavimų rodiklių priklausomybę nuo išlaidų vykdant produkcijos pardavimus skatinančias akcijas.
- Pardavimų priklausomybė nuo atstovų vizitų – sudaromas vienmatės regresijos modelis, apibrėžiantis pardavimų rodiklių priklausomybę nuo atstovų vizitų skaičiaus.
- Pardavimų priklausomybė nuo išlaidų ir vizitų – sudaromas daugialypės tiesinės regresijos modelis apibrėžiantis tiesinę pardavimų rodiklių priklausomybę nuo išlaidų vykdant produkcijos pardavimus skatinančias akcijas ir atstovų vizitų skaičiaus.

Jeigu vartotojas pasirenka vienmatės regresijos modelį, prognozės sudaromos naudojant visus sistemoje realizuotus vienmatės regresijos modelius. Iš sudarytųjų prognozių atrenkama tiksliausia, kurios vidutinė procentinė absoliutinė paklaida (MAPE) yra mažiausia.

3.7. Sistemos išdėstymo vaizdas

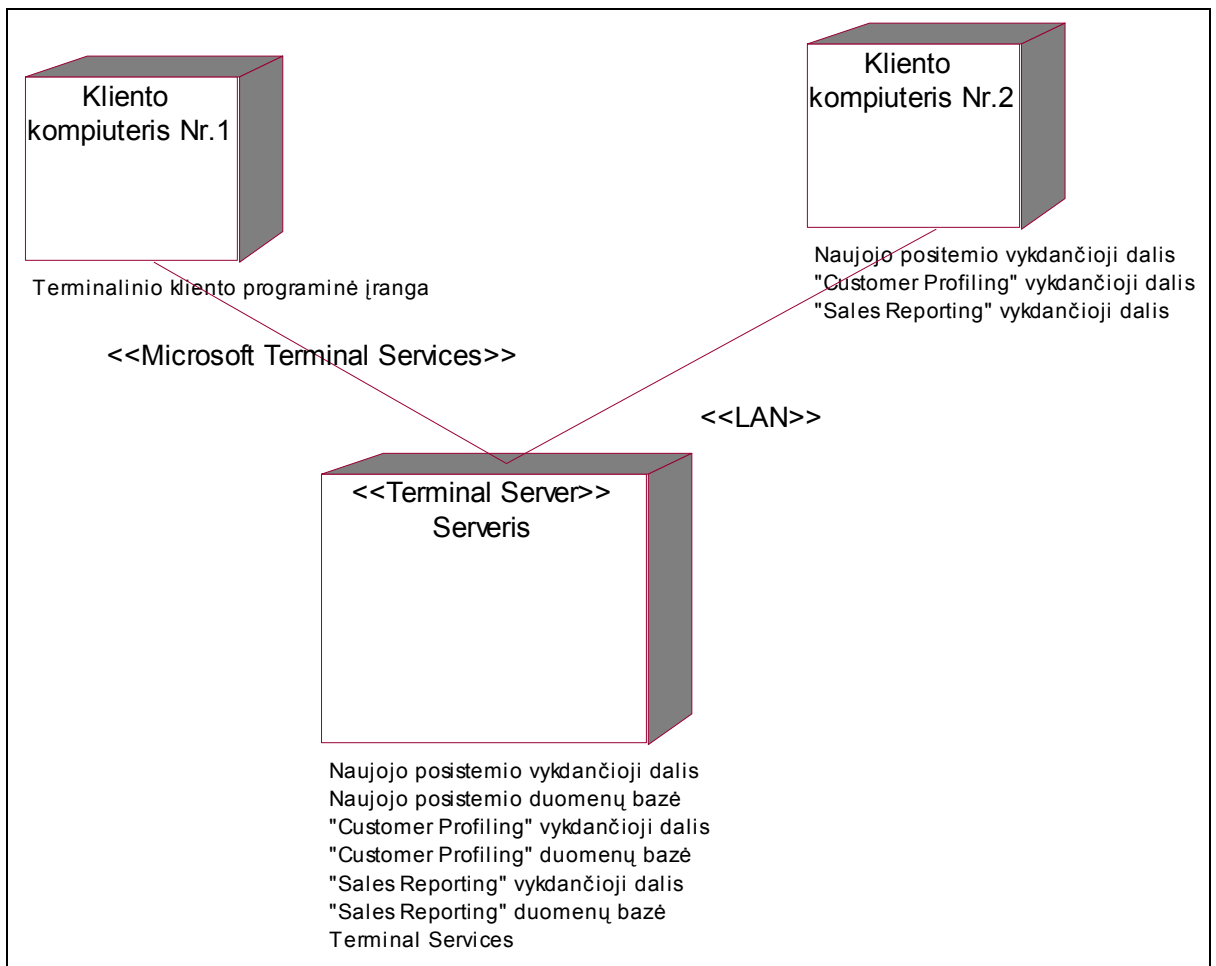
Pagrindinė techninė įranga reikalinga sistemos funkcionalumui užtikrinti:

- Serverio kompiuteris. Reikalinga programinė įranga – **Windows Server 2000/2003** operacinė sistema, **Microsoft SQL Server 2000**.
- Kliento kompiuteris. Priklausomai nuo darbo su sistema režimo, kliento kompiuteryje gali būti reikalinga **Remote Desktop Connection** programinė įranga.

Sistemos išdėstymo vaizdas pateikiamas 3.14 pav. Vartotojai sistemos programomis gali naudotis dviem būdais:

- Per vietinį tinklą (LAN). Naudojant šį būdą, programų vykdomieji failai įdiegiami kliento kompiuteryje. Darbo su programomis metu vykdomieji failai komunikuos su duomenų bazėmis esančiomis serveryje per vietinį tinklą (LAN).
- Naudojant Microsoft Terminal Services technologiją. Ši technologija leidžia nutolusiems kompiuteriams naudojant interneto ryšį veikti serverio aplinkoje. Visos kliento operacijos ir duomenų apdorojimas vyksta naudojant serverio resursus. Ekranų vaizdas yra perduodamas per tinklą ir naudojant specialią programinę įrangą atvaizduojamas kliento kompiuteryje. Panašiai ir visos valdymo komandos (klaviatūros, pelės klavišų paspaudimai) yra perduodami per tinklą į serverį [10]. Naudojant šį darbo su programomis būdą, kliento kompiuteryje turi būti įdiegta **Remote Desktop Connection** terminalinio kliento programinė įranga suteikianti galimybę nutolusiems kompiuteriams jungtis prie terminalinio serverio.

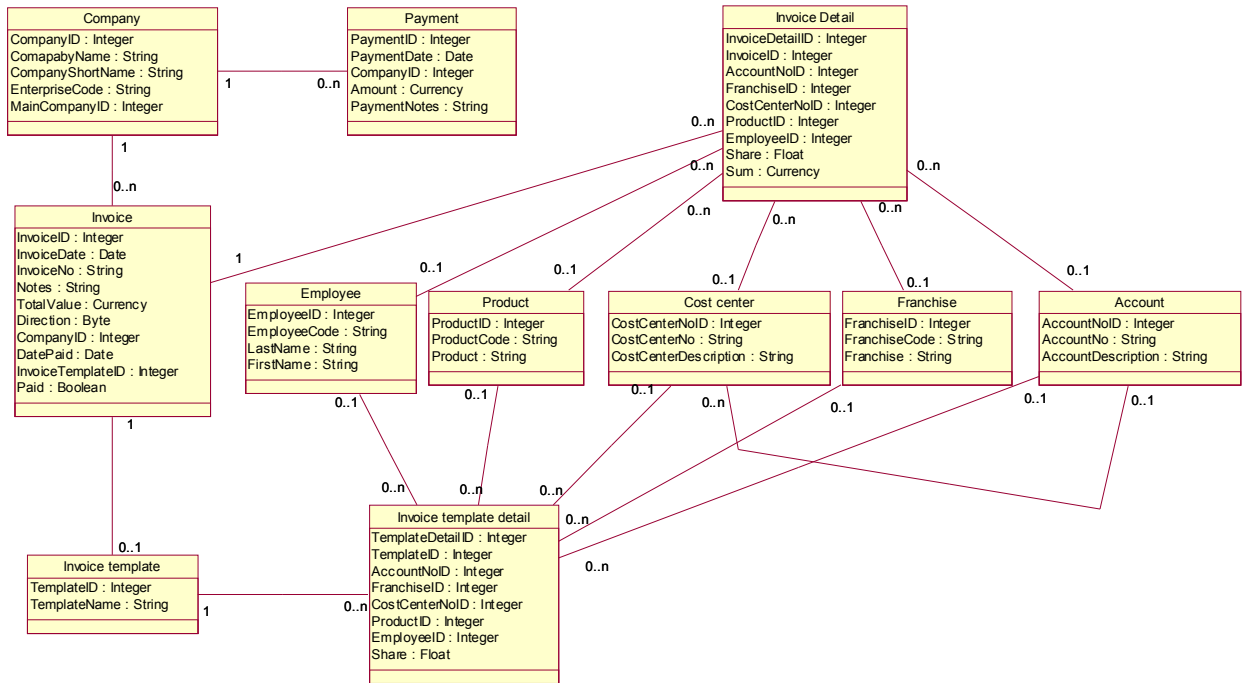
Tokiu būdu nagrinėjamoje sistemoje įgyvendinama mišri paskirstytos kliento–serverio sistemos architektūra. Priklausomai nuo vartotojo darbo su sistema režimo, gali būti naudojamas ir lengvo, ir sunkaus kliento modelis.



3.14 pav. Sistemos išdėstymo vaizdas

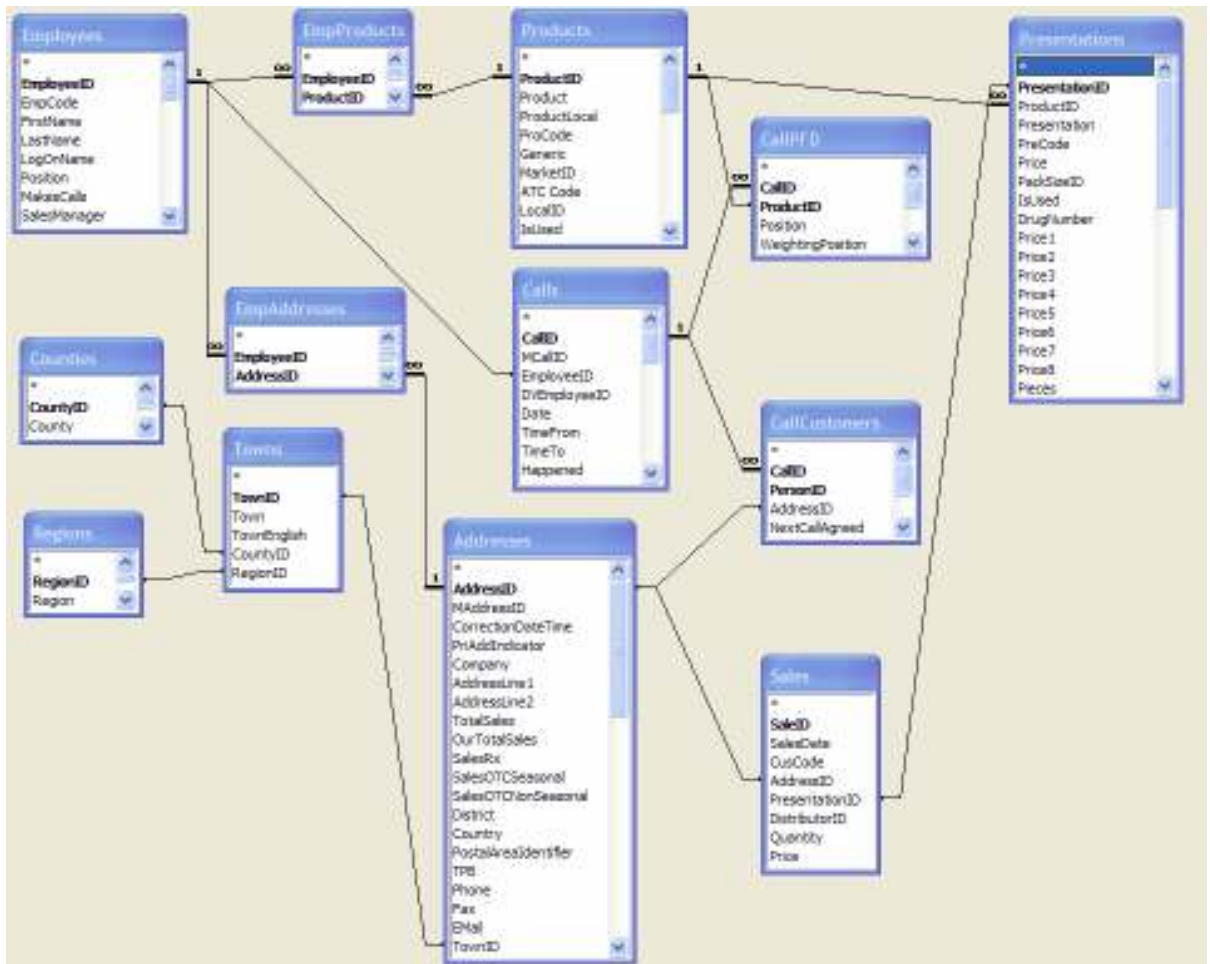
3.8. Sistemos duomenų vaizdas

Sukurtojo **Fiscal Reports** posistemio duomenų bazės modelis pateikiamas 3.15 paveiksle. Šiame modelyje pateikiamos tik tos duomenų struktūros, kurios buvo sukurtos realizuojant kuriamą programinę įrangą.



3.15 pav. Duomenų bazės modelis

Fiscal Reports posistemis sąveikauja su **Customer Profiling** ir **Sales Reporting** posistemiais siųsdamas įvairias duomenų užklausas į šių posistemų duomenų bazes. Todėl būtina išnagrinėti šių posistemų duomenų struktūras, kurių duomenis naudoja naujasis posistemis. Naudojamų duomenų struktūrų duomenų modelis pateikiamas 3.16 paveiksle.



3.16 pav. Customer Profiling ir Sales Reporting posistemių duomenų modelis

Kadangi **Customer Profiling** ir **Sales Reporting** programų duomenų bazės yra graudžiai tarpusavyje susijusios ir naudoja bendras duomenų struktūras, šių posistemių duomenų struktūras yra tikslinga pavaizduoti vienoje duomenų bazės schemoje.

4. SUKURTOS SISTEMOS TYRIMAS

4.1. Tyrimo tikslas

Atlikto eksperimentinio tyrimo tikslas – ištestuoti sukurtą farmacinės įmonės atstovybės pardavimų prognozės sistemą, įvertinti sistemos sudaromų prognozių tikslumą bei kokybę, sulyginti sudarytų prognozių duomenis su realiais duomenimis. Tyrimo eigoje su realiais duomenimis patikrinti visus sistemoje realizuotus prognozavimo metodus bei modelius, nustatyti jų pritaikymo galimybes įvairiose situacijose, priklausomai nuo turimų duomenų.

4.2. Tyrimo scenarijus

Eksperimentinio tyrimo metu nagrinėjama sukurtoji farmacinės įmonės atstovybės pardavimų prognozės sistema. Eksperimentams atlikti panaudoti realios farmacinės įmonės atstovybės duomenys. Įmonės vadovybės pageidavimu, įmonės pavadinimas neskelbiamas. Siekiant išlaikyti duomenų konfidencialumą, tyrimui atlikti paimta tik dalis įmonės turimų duomenų, įmonės atstovaujамų produktų pavadinimai pakeisti.

Tyrimui atlikti panaudoti istoriniai produktų pardavimų, vizitų ir išlaidų duomenys nuo 2005 metų sausio mėnesio iki 2006 metų kovo mėnesio imtinai. Nagrinėjami duomenys pateikiami 1-3 prieduose. Eksperimento metu išanalizuoti 2005 metų sausio – gruodžio mėnesių duomenys ir sudarytos produktų pardavimų prognozės 2006 metų sausio – kovo mėnesiams. Sudarytų prognozių rezultatai palyginti su faktiniais šių mėnesių pardavimų duomenimis.

Kadangi sistemoje realizuota keletas skirtingų prognozavimo metodų grupių, eksperimentas atliktas trimis etapais. Kiekviename etape buvo panaudoti skirtingi sistemoje realizuoti prognozių sudarymo metodai:

- **Vieno mėnesio prognozių sudarymas remiantis istoriniais pardavimų duomenimis.** Šiame etape ištirti visi sistemoje realizuoti ekstrapoliacijos prognozavimo metodai. Šių metodų sudarytos prognozės remiasi tik praities pardavimų duomenimis. Sistemoje realizuoti slankiojo vidurkio ir eksponentinio išlyginimo metodai gali būti panaudoti tik vieno laiko intervalo prognozėms sudaryti. Siekiant ištirti šiuos prognozavimo metodus, pirmajame eksperimentinio tyrimo etape buvo sudaromos vieno mėnesio įvairių produktų pardavimų prognozės.
- **Trijų mėnesių prognozių sudarymas remiantis istoriniais pardavimų duomenimis.** Šiame etape ištirti sistemoje realizuoti ekstrapoliacijos prognozavimo

metodai, kuriuos galima panaudoti ilgesnėms nei vieno laiko intervalo prognozėms sudaryti.

- **Trijų mėnesių prognozių sudarymas remiantis istoriniais pardavimų, atstovų vizitų ir išlaidų duomenimis bei jų tarpusavio sąryšiais.** Šiame tyrimo etape prognozės sudaromos remiantis istoriniais duomenimis bei atskirų duomenų grupių tarpusavio sąryšiais. Prognozėms sudaryti buvo analizuojami šie sąryšiai:
 - pardavimų rodiklių priklausomybė nuo atstovų vizitų skaičiaus;
 - pardavimų rodiklių priklausomybė nuo išlaidų;
 - pardavimų rodiklių priklausomybė nuo atstovų vizitų skaičiaus ir išlaidų.

Prognozėms sudaryti panaudoti sistemoje realizuoti regresijos modeliai. Sudarytų regresinių modelių prognozavimo tikslumas patikrintas palyginus sudarytas prognozes su faktiniais pardavimų rodikliais prognozuojamu laikotarpiu. Sudarant prognozes buvo paimti faktiniai atstovų vizitų ir išlaidų rodikliai prognozuojamu laikotarpiu.

Kiekviename atlikto tyrimo etape buvo nagrinėjami aštuoniolikos produktų pardavimų duomenys bei sudaromos šių produktų pardavimų prognozės.

4.3. Tyrimo rezultatai

4.3.1. Prognozių sudarymas remiantis istoriniais pardavimų duomenimis

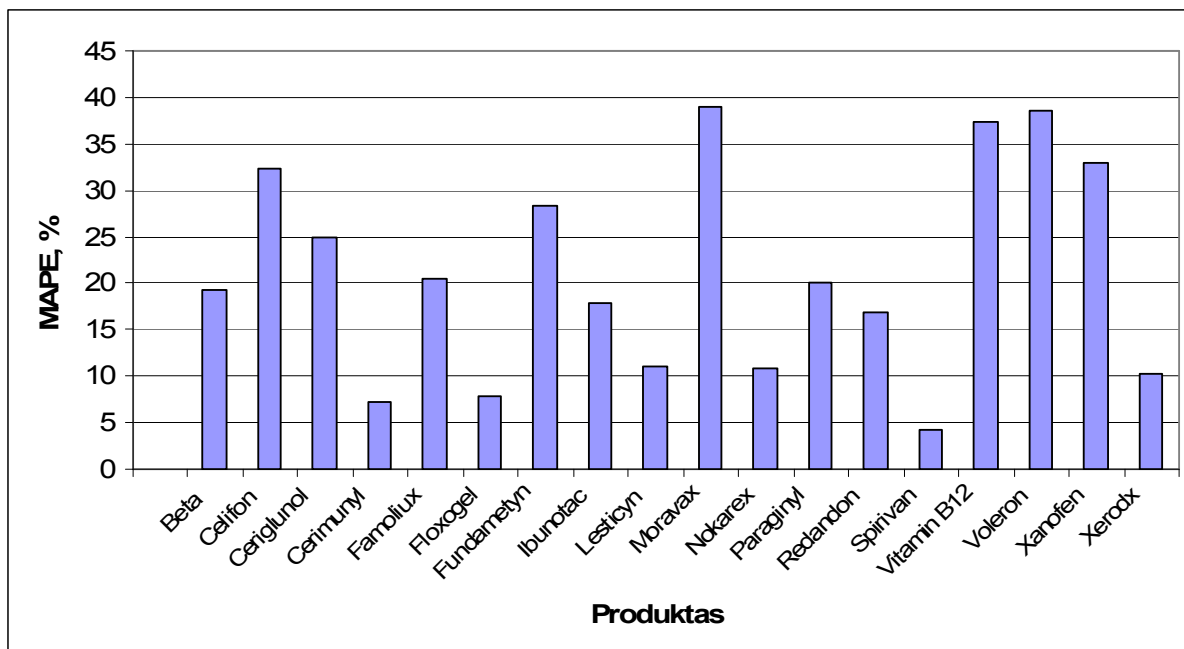
Šiame tyrimo etape naudojant sistemoje realizuotus ekstrapoliacijos metodus sudarytos nagrinėjamų aštuoniolikos produktų pardavimų prognozės remiantis 2005 metų duomenimis. Sudarytos prognozės palygintos su realiais duomenimis. Prognozės sudarytos sistemai pačiai parenkant didžiausią tikslumą teikiantį prognozavimo metodą. Tiksliausias metodas buvo parenkamas pagal mažiausią sudarytosios prognozės vidutinę procentinę absoliutinę paklaidą.

Slankiojo vidurkio ir eksponentinio išlyginimo prognozavimo metodai gali būti panaudoti tik vieno laiko intervalo prognozėms sudaryti. Todėl buvo sudaromos dvejopos prognozės:

- vieno mėnesio prognozės, naudojant visus sistemoje realizuotus ekstrapoliacijos metodus;
- trijų mėnesių prognozės, naudojant tik tuos metodus, kurie užtikrina keletą laiko intervalų prognozių sudarymą (Holto, Brauno, Holto-Vinterio).

4.3.1.1. Vieno mėnesio pardavimų prognozių sudarymas

Atlikto eksperimento rezultatai pateikiami šio darbo 4 priede. Eksperimento metu sudarytų vieno mėnesio prognozių tikslumai pateikiami 4.1 paveiksle. Kaip matome, visos sudarytosios prognozės patenka į pakankamo tikslumo zoną ($MAPE < 50\%$). 60% (11 iš 18) sudarytųjų prognozių patenka į tikslių arba labai tikslių prognozių zonas ($MAPE < 20\%$).



4.1 pav. Sudarytų vieno mėnesio prognozių tikslumai

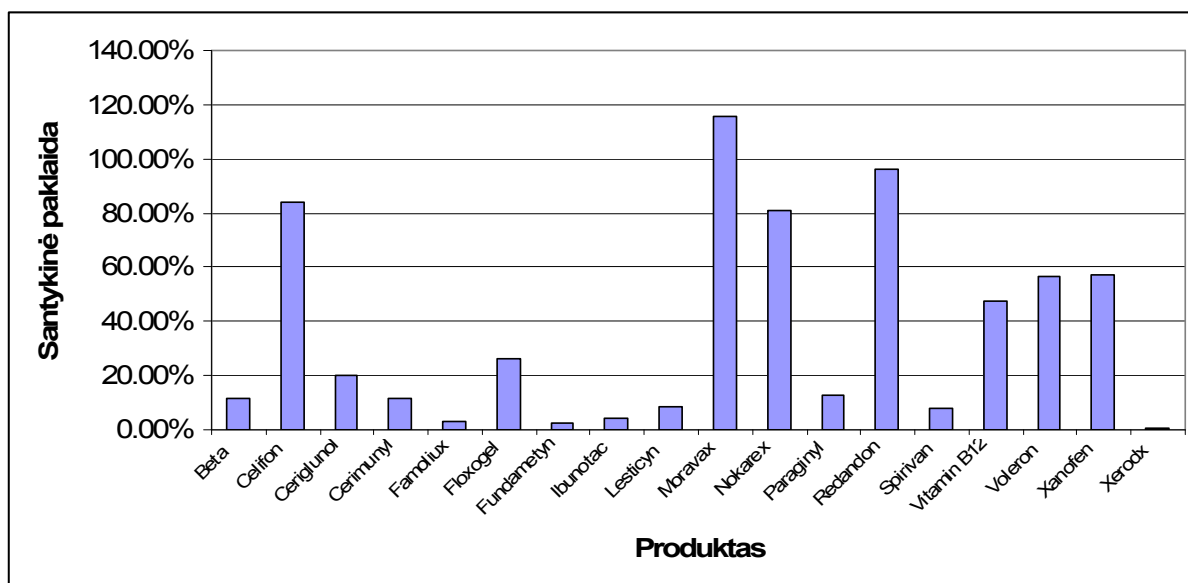
Palyginus sudarytasias prognozes su realiais prognozuojamo laikotarpio duomenimis, matome, kad ne visų produktų faktinės pardavimų apimtys patenka į sudarytų prognozių patikimumo intervalus. Detaliau panagrinėjus šių produktų pardavimų rodiklių kitimo tendencijas (žr. 1 priedą) galime išvelgti objektyvias priežastis, kodėl sudarytosios prognozės prasilenkia su realiais rezultatais:

- **Celifon.** Prognozuojamą mėnesį šio produkto pardavimai pakilo apie 5 kartus lyginant su analizuojamo laikotarpio pardavimų vidurkiu. Ekstrapoliacijos prognozavimo metodai remiasi tik praeities duomenų kitimo tendencijomis. Naudojant šiuos metodus neįmanoma įvertinti tokio tipo staigius duomenų pasikeitimus.
- **Floxogel.** Nors šio produkto pardavimų apimtis prognozuojamu laikotarpiu nepatenka į sudarytosios prognozės patikimumo intervalą, tačiau sudarytosios prognozės santykinė paklaida (26.07%) yra pakankamai maža lyginant su visų sudarytų prognozių santykinėmis paklaidų vidurkiu (35.88%).
- **Nokarex.** Visą analizuojamą laikotarpį produkto pardavimų apimtys buvo pakankamai stabilūs, o prognozuojamu laikotarpiu įvyko staigus pardavimų

apimčių sumažėjimas – apie 45% lyginant su šio produkto pardavimų vidurkiu nagrinėjamu laikotarpiu. Ši pardavimų apimčių sumažėjimą veikiausiai lėmė papildomi faktoriai, kurių ekstrapoliacijos prognozavimo metodai negali įvertinti.

- **Redandon.** Prognozuojamu laikotarpiu įvyko staigus pardavimų apimčių sumažėjimas – apie 50% lyginant su šio produkto pardavimų vidurkiu nagrinėjamu laikotarpiu. Ši pardavimų apimčių sumažėjimą veikiausiai lėmė papildomi faktoriai, kurių ekstrapoliacijos prognozavimo metodai negali įvertinti.
- **Xanofen.** Prognozuojamu laikotarpiu įvyko staigus pardavimų apimčių padidėjimas – apie 125% lyginant su šio produkto pardavimų vidurkiu nagrinėjamu laikotarpiu. Ši pardavimų apimčių padidėjimą veikiausiai lėmė papildomi faktoriai, kurių ekstrapoliacijos prognozavimo metodai negali įvertinti.

4.2 paveiksle grafiškai pateikiamos sudarytųjų prognozių santykinės paklaidos lyginant sudarytąsias prognozes su faktiniais pardavimų rezultatais.



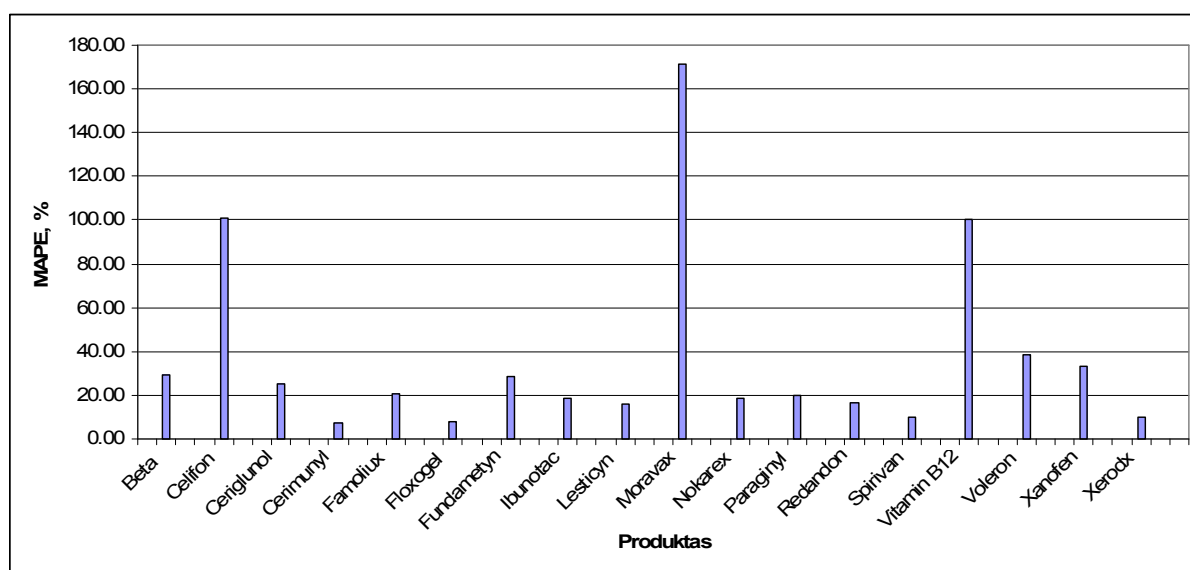
4.2 pav. Sudarytų vieno mėnesio prognozių tikslumai lyginant su faktiniais pardavimų rezultatais

Vidutinė sudarytųjų prognozių santykinė paklaida yra lygi 35.88%. Tačiau jeigu atmestume prognozes, kurios yra akivaizdžiai klaidingos dėl staigių produktų pardavimų svyravimų prognozuojamu laikotarpiu, vidutinė sudarytųjų prognozių santykinė paklaida sumažėtų iki 23.41%.

Išanalizavus prognozių sudarymo metodus, kurie buvo parinkti sistemos prognozėms sudaryti, matome, kad pusė visų prognozių buvo sudaryta naudojant slankiojo vidurkio metodą ir nei vienai prognozei sudaryti nebuvo panaudotas eksponentinio išlyginimo metodas.

4.3.1.2. Trijų mėnesių pardavimų prognozių sudarymas

Atlikto eksperimento rezultatai pateikiami šio darbo 5 priede. Eksperimento metu sudarytų trijų mėnesių prognozių tikslumai pateikiami 4.3 paveiksle. Kaip matome, ne visos sudarytosios prognozės patenka į pakankamo tikslumo zoną (MAPE < 50%). 50% (9 iš 18) sudarytųjų prognozių patenka į tikslių arba labai tikslių prognozių zonas (MAPE < 20%).



4.3 pav. Sudarytų trijų mėnesių prognozių tikslumai

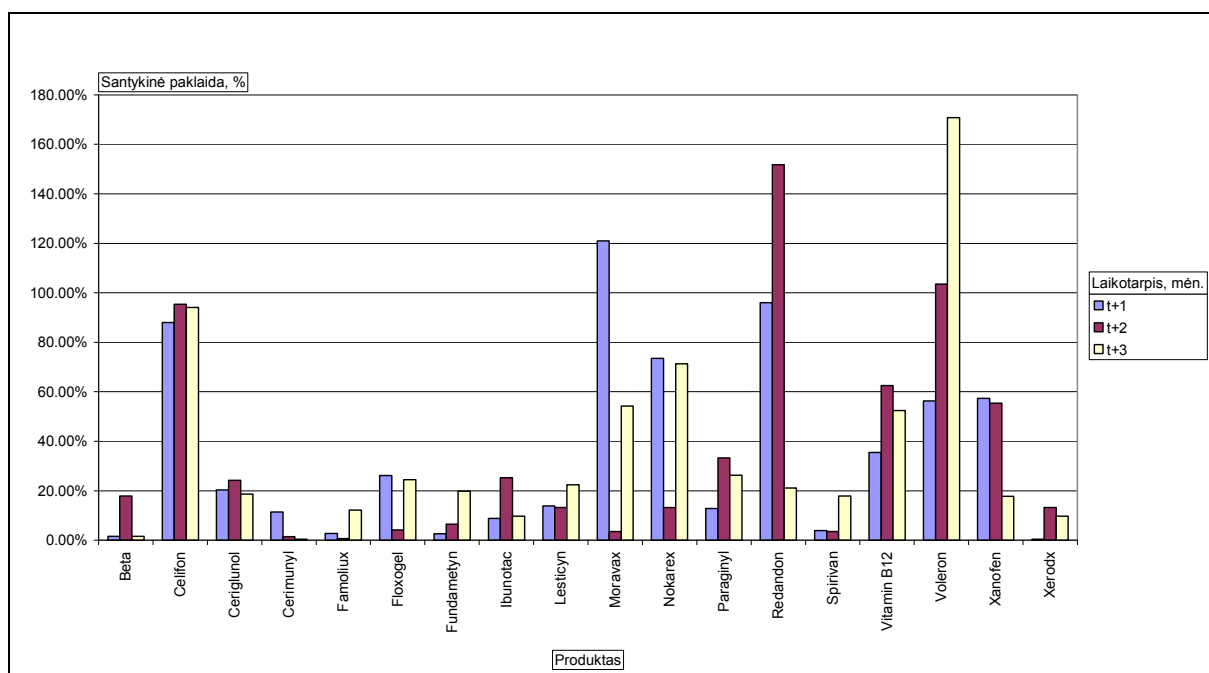
Palyginus sudarytasias prognozes su realiais prognozuojamo laikotarpio duomenimis, matome, kad ne visų produktų faktinės pardavimų apimtys patenka į sudarytų prognozių patikimumo intervalus. Detaliau panagrinėjus šių produktų pardavimų rodiklių kitimo tendencijas (žr. 1 priedą) galime išvelgti objektyvias priežastis, kodėl sudarytosios prognozės prasilenkia su realiais rezultatais. Celifon, Floxogel, Redandon, Xanofen produktams galioja išvados paminėtos 4.3.1.1 skyriuje „Vieno mėnesio pardavimų prognozių sudarymas“. Detaliau panarinėsime kitas sudarytas prognozes, kurių patikimumo intervalai nesutapo su realiomis prognozuojamo laikotarpio pardavimų apimtimis:

- **Moravax.** Faktinės šio produkto pardavimų apimtys trečiąjį prognozuojamo laikotarpio mėnesį nepatenka į sudarytosios prognozės patikimumo intervalą. Šį mėnesį įvyko žymus produkto apimčių padidėjimas - virš 100% lyginant su šio produkto pardavimų vidurkiu nagrinėjamu laikotarpiu. Šį pardavimų apimčių

padidėjimą veikiausiai lėmė papildomi faktoriai, kurių ekstrapoliacijos prognozavimo metodai negali įvertinti.

- **Spirivan.** Faktinės šio produkto pardavimų apimtys trečiąjį prognozuojamo laikotarpio mėnesį nepatenka į sudarytosios prognozės patikimumo intervalą. Tačiau sudarytosios prognozės santykinė paklaida (17.80%) yra pakankamai maža lyginant su visų sudarytų prognozių santykinių paklaidų vidurkiu (35.28%).
- **Vitamin B12.** Faktinės šio produkto pardavimų apimtys antrąjį prognozuojamo laikotarpio mėnesį nepatenka į sudarytosios prognozės patikimumo intervalą. Šį mėnesį įvyko žymus produkto apimčių padidėjimas - apie 165% lyginant su šio produkto pardavimų vidurkiu nagrinėjamu laikotarpiu. Šį pardavimų apimčių padidėjimą veikiausiai lėmė papildomi faktoriai, kurių ekstrapoliacijos prognozavimo metodai negali įvertinti.

4.4 paveiksle grafiškai pateikiamos sudarytųjų prognozių santykinės paklaidos lyginant sudarytąsias prognozes su realiais duomenimis.



4.4 pav. Sudarytųjų trijų mėnesių prognozių tikslumai lyginant su faktiniais pardavimų rezultatais

Vidutinė sudarytųjų prognozių santykinė paklaida yra lygi 35.28%. Tačiau jeigu atmestume prognozės, kurios yra akivaizdžiai klaidingos dėl staigių produktų pardavimų svyravimų prognozuojamu laikotarpiu, vidutinė sudarytųjų prognozių santykinė paklaida sumažėtų iki 25.29%.

Išanalizavus prognozių sudarymo metodus, kurie buvo parinkti sistemos prognozėms sudaryti, matome, kad daugiau nei pusė (10 iš 18) visų prognozių buvo sudaryta naudojant Brauno metodą.

Sudarant trijų mėnesių prognozes nebuvo galima pasinaudoti sistemoje realizuotais slankiojo vidurkio ir eksponentinio išlyginimo metodais, kurių pagalba galima sudaryti tik vieno laiko intervalo prognozes. Nepaisant to, vidutinė trijų mėnesių pardavimų prognozių santykinė paklaida lyginant prognozes su faktiniais pardavimų rezultatais yra netgi nežymiai mažesnė nei vieno mėnesio prognozių vidutinė santykinė paklaida (atitinkamai 35.28% ir 35.88%).

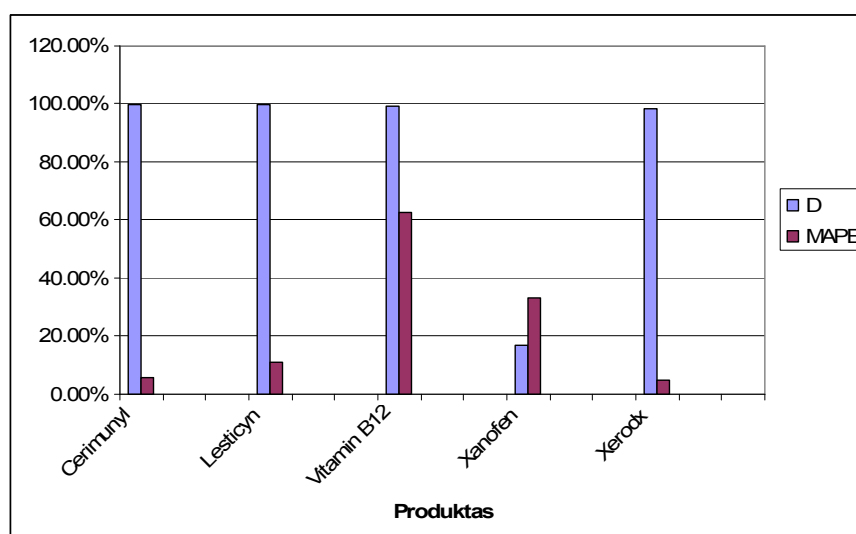
4.3.2. Prognozių sudarymas naudojant regresinius modelius

Sudarant pardavimų prognozes regresinių modelių pagalba buvo tiriami trijų tipų sąryšiai:

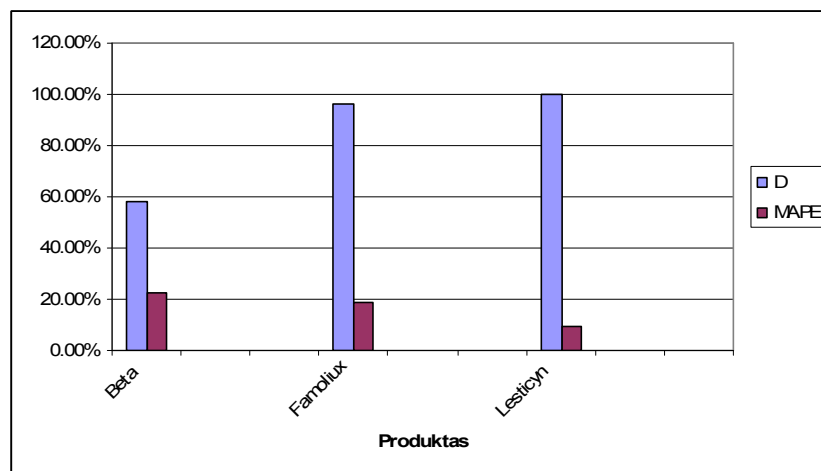
- pardavimų rodiklių priklausomybė nuo atstovų vizitų skaičiaus;
- pardavimų rodiklių priklausomybė nuo išlaidų;
- pardavimų rodiklių priklausomybė nuo atstovų vizitų skaičiaus ir išlaidų.

Atsekti sąryšius bei sudaryti regresinius modelius pavyko tik keletui produktų. Atlikto eksperimento rezultatai pateikiami šio darbo 6 priede. Pastebėtina, kad nei vieno iš tiriamų produktų duomenims nepavyko pritaikyti daugialypio regresijos modelio ir ištirti pardavimų rodiklių priklausomybę nuo atstovų vizitų skaičiaus ir pardavimų.

Sudarytų regresijos modelių tikslumas įvertinamas pagal du dydžius: determinacijos koeficientą (D) ir vidutinę procentinę absoliutinę paklaidą (MAPE). Sudarytųjų regresijos modelių tikslumas grafiškai pateikiamas 4.5 ir 4.6 paveiksluose.



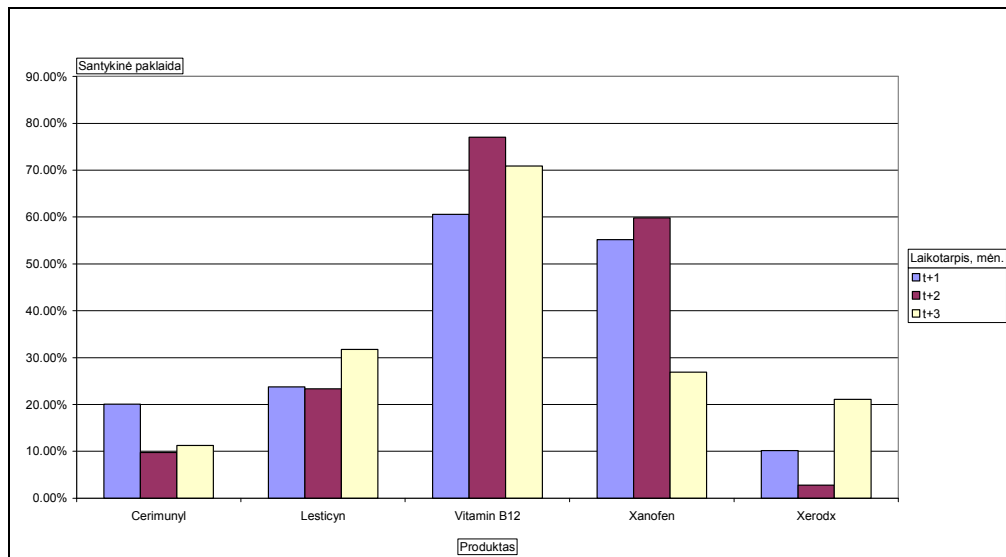
4.5 pav. Sudarytų pardavimų priklausomybės nuo išlaidų regresijos modelių tikslumai



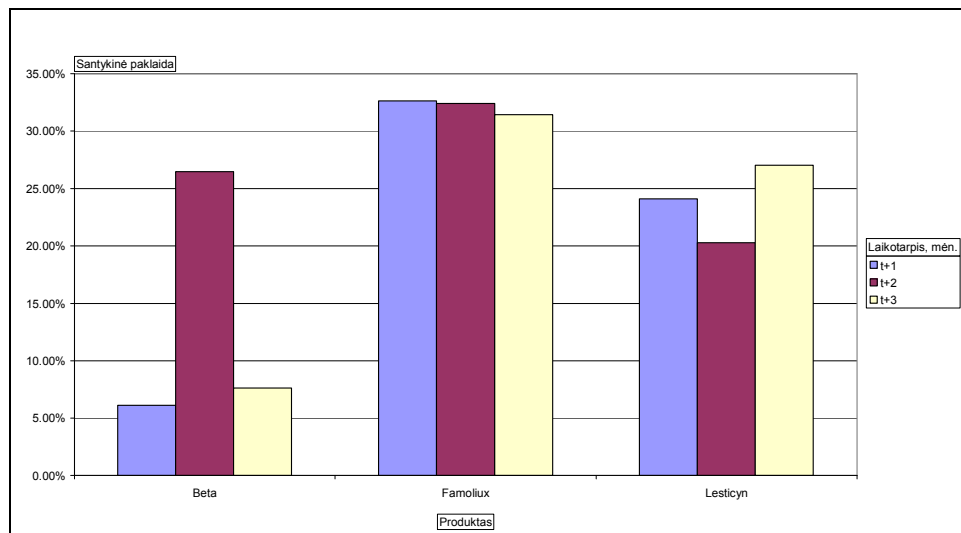
4.6 pav. Sudarytų pardavimų priklausomybės nuo atstovų vizitų skaičiaus regresijos modelių tikslumai

Matome, kad tik Vitamin B12 produkto sudaryto regresijos modelio tikslumas yra nepakankamas (MAPE > 50%). Tai akivaizdžiai matoma iš 6 priede pateikto 8.3 paveikslo – sudarytasis modelis labai netiksliai aproksimuoja tiriamus duomenis.

4.7 ir 4.8 paveiksluose grafiškai pateikiamos sudarytųjų prognozių santykinės paklaidos lyginant sudarytąsias prognozes su realiais duomenimis.



4.7 pav. Sudarytų pardavimų priklausomybės nuo išlaidų regresijos modelių prognozių tikslumai lyginant su faktiniais duomenimis



4.8 pav. Sudarytų pardavimų priklausomybės nuo vizitų skaičiaus regresijos modelių prognozių tikslumai lyginant su faktiniais duomenimis

Visų prognozių, sudarytų naudojant regresijos modelius, vidutinė santykinė paklaida yra lygi 29.69%.

4.4. Tyrimo išvados

Sukurtoji farmacinės įmonės atstovybės pardavimų prognozės sistema išbandyta su realiais duomenimis. Patikrintas sistemoje realizuotų prognozavimo metodų veikimas, jų pritaikymo galimybės ir gautų rezultatų tikslumas.

Ekstrapoliacijos prognozavimo metodai gali būti pritaikomi visose situacijose, kai turimi istoriniai pardavimų duomenys. Pagrindinis šių metodų trūkumas yra tai, kad naudojant šiuos metodus pardavimų prognozės yra sudaromos tik remiantis istorinių duomenų kitimo tendencijomis ir neįvertinami įvairūs šalutiniai veiksniai, kurie gali turėti įtakos produkcijos prдавimams. Todėl šie metodai negali suteikti tikslios prognozės esant staigiems pardavimų pokyčiams, kurie yra nesuderinami su bendromis pardavimų apimties kitimo tendencijomis.

Regresijos modeliai gali įvertinti šalutinių veiksnių poveikį pardavimų rezultatams. Sukurtoje sistemoje sudarant pardavimų prognozes regresinių modelių pagrindu yra galimybė įvertinti atstovų vizitų ir įmonės išlaidų poveikį pardavimų rezultatams. Tačiau kaip parodė atliktas tyrimas, ne visada įmanoma sudaryti priežastinius modelius remiantis šiais duomenimis. Tai patvirtina išsakytas mintis, kad atstovų vizitai ir įmonės sąnaudos vykdant produkcijos pardavimus skatinančias akcijas veikia produkcijos pardavimus netiesiogiai ir kad egzistuoja kiti svarbūs veiksniai, kurie neįvertinami sudarant priežastinius prognozės modelius.

Eksperimento metu nei vienam iš tiriamų produktų nepavyko sudaryti daugialypės regresijos modelio, kuris įvertintų pardavimų priklausomybę nuo atstovų vizitų bei įmonės išlaidų. Taip atsitiko todėl, kad daugumoje nagrinėtų atvejų ne daugiau kaip vienas iš faktorių turėjo pakankamai stiprų koreliacijos ryšį su prognozuojamu rodikliu. Vienintelio Lestycin produkto tiek atstovų vizitai tiek išlaidos turėjo stiprų koreliacinį ryšį su pardavimų rodikliais. Tačiau šie du dydžiai turėjo stiprų tarpusavio koreliacinį ryšį. O viena iš pagrindinių daugialypės regresijos modelio sąlygų yra modelio kintamųjų tarpusavio nepriklausomumas.

5. IŠVADOS

- Darbo eigoje išnagrinėti pagrindiniai ekonominių rodiklių prognozavimo metodai – kokybiniai metodai, ekstrapoliacijos metodai, matriciniai ir ekonometriniai modeliai. Aprašyti šių metodų sudarymo principai bei galimo pritaikymo pagrindiniai aspektai.
- Remiantis atlikta ekonominių rodiklių prognozavimo metodų analize nustatyta, kad labiausiai farmacinės atstovybės veiklos specifiką bei turimus duomenis atitinka ekstrapoliacijos prognozavimo metodai bei regresijos modeliai. Ekstrapoliacijos metodai tinka sudaryti prognozėms remiantis istorinių pardavimo duomenų kitimo tendencijomis. Regresijos modeliai tinka sudaryti prognozėms remiantis pardavimų, atstovų vizitų ir išlaidų duomenų tarpusavio sąryšiais.
- Išanalizuoti egzistuojantys prognozių sudarymo įrankiai, jų privalumai, trūkumai ir galimo pritaikymo tiriamai sričiai galimybės. „MATLAB“, „Vanguard DecisionProTM“ ir „SAS[®] High-Performance Forecasting“ įrankiai panagrinėti detaliau, atliktas jų tarpusavio palyginimas.
- Remiantis atlikta ekonominių rodiklių prognozavimo metodų analize bei egzistuojančių prognozių sudarymo įrankių studija nuspręsta sukurti specializuotą farmacinės įmonės atstovybės pardavimų prognozės sistemą, kuri bus pritaikyta pagal specifinius užsakovo poreikius.
- Atlikus įmonės turimos programinės įrangos bei reikalavimų kuriamai sistemai analizę sukurtas papildomas atstovybės pajamų / išlaidų apskaitos, apibendrintų duomenų analizės bei pardavimų prognozavimo posistemis. Sukurtasis posistemis integruotas į egzistuojančią programinės įrangos infrastruktūrą. Sistemoje realizuoti farmacinės įmonės atstovybės veiklos įmonės specifiką atitinkantys prognozavimo metodai.
- Atliktas sukurtos sistemos eksperimentinis tyrimas su realiais vienos farmacinės atstovybės duomenimis. Tyrimo metu įvertintos sistemoje realizuotų prognozavimo metodų panaudojimo galimybės, sudarytųjų prognozių rezultatai palyginti su faktinėmis pardavimų rodiklių reikšmėmis ir įvertintas sudarytųjų prognozių tikslumas.
- Išanalizavus atlikto tyrimo rezultatus nuspręsta, kad naudojant sukurtą sistemą farmacinių atstovybių pardavimų prognozėms sudaryti labiausiai tinka ekstrapoliacijos prognozavimo metodai. Šie metodai gali būti taikomi visose situacijose, kai turimi istoriniai pardavimų duomenys. Pagrindinis šių metodų trūkumas – nesugebėjimas suteikti tikslios prognozės esant pardavimų pokyčiams, kurie nesuderinami su bendromis pardavimų rodiklių kitimo tendencijomis.

- Tyrimo rezultatai parodė, kad sistemoje realizuoti priežastiniai (regresijos) modeliai gali būti taikomi tik atskirais atvejais, kai tarp pardavimų, išlaidų ir atstovų vizitų duomenų egzistuoja pakankamai stiprūs koreliacijos ryšiai. Daugumoje išnagrinėtų atvejų šie koreliacijos ryšiai buvo nepakankamai stiprūs. Tai patvirtina darbo pradžioje išsakytas mintis, kad atstovų vizitai ir įmonės sąnaudos veikia produkcijos pardavimus netiesiogiai, ir kad egzistuoja kitokio pobūdžio veiksniai, kurie daro įtaką pardavimų rezultatams, tačiau nėra įvertinami sudarant priežastinius prognozės modelius.

6. LITERATŪRA

1. BOGUSLAUSKAS, V. *Ekonometrija*. Kaunas, 1999.
2. BOGUSLAUSKAS, V. *Ekonometrikos pagrindai*. Kaunas, 2003.
3. *DecisionPro* [interaktyvus]. Vanguard Software Corporation [žiūrėta 2006-04-22]. Prieiga per internetą: <<http://www.vanguardsw.com/decisionpro/>>
4. *Econometric Modelling for Pharmaceuticals* [interaktyvus]. Inpharmation [žiūrėta 2006-01-28]. Prieiga per internetą: <<http://www.inpharmation.co.uk/econometrics.htm>>
5. MARTIŠIUS, S. *Ekonometrija ir prognozavimas*. Vilnius, 2000.
6. *MATLAB Documentation* [interaktyvus]. The MathWorks, 2006 [žiūrėta 2006-04-28]. Prieiga per internetą: <<http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/matlab.html>>
7. PABEDINSKAITĖ, A. *Kiekybiniai sprendimų metodai. I dalis. Koreliacinė regresinė analizė. Prognozavimas*. Vilnius, 2005.
8. *SAS[®] High-Performance Forecasting. Fact Sheet* [interaktyvus]. SAS, 2005 [žiūrėta 2006-05-01]. Prieiga per internetą: <<http://www.sas.com/technologies/analytics/forecasting/hpf/factsheet.pdf>>
9. *SQL Server 2000 SP3 Security Features and Best Practices: SQL Server 2000 Security Model* [interaktyvus]. Microsoft Corporation 2003-05-16 [žiūrėta 2006-05-01]. Prieiga per internetą: <<http://www.microsoft.com/technet/prodtechnol/sql/2000/maintain/sp3sec01.msp>>
10. *Technical Overview of Terminal Services* [interaktyvus]. Microsoft Corporation 2005 m. sausis [žiūrėta 2005-09-20]. Prieiga per internetą: <<http://download.microsoft.com/download/2/8/1/281f4d94-ee89-4b21-9f9e-9accef44a743/TerminalServerOverview.doc>>

7. TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

<i>Customer Profiling</i>	Programų komplekso posistemis skirtas atstovų veiklos rezultatų registravimui ir analizei.
<i>Dinaminė eilutė</i>	Statistinių dydžių seka, rodanti, kaip laikui bėgant, kinta nagrinėjamas rodiklis [1].
<i>Ekonometrinis modelis</i>	Analitinė išraiška, kurioje viena lygtimi ar jų sistema užfiksuojami esminiai ūkinių procesų, juos apibūdinančių rodiklių ryšiai ir dėsningumai [5].
<i>Funkcinis ryšys</i>	Dviejų arba daugiau kintamųjų tarpusavio ryšys, kai kiekvieną įėjimo (priežasties) kintamųjų reikšmių derinį atitinka griežtai apibrėžta, fiksuota išėjimo (pasekmės) kintamojo reikšmė.
<i>LAN (Local Area Network)</i>	Vietinis tinklas.
<i>Lengvo kliento modelis</i>	Paskirstytos kliento – serverio sistemos architektūra, kai visų programų vykdymas ir duomenų valdymas yra vykdomas serveryje. Klientas yra atsakingas tik už atvaizdavimo programinės įrangos veikimą.
<i>Nestacionarus rodiklio kitimas</i>	Toks rodiklio kitimas, kai rodiklio vidurkis nėra pastovus, bet ilgainiui kinta.
<i>Prognozavimas</i>	Būsimos nagrinėjamojo proceso eigos nustatymas, atsižvelgiant į turimą praktinį patyrimą ir priimtas teorines prielaidas [1].
<i>Sales Reporting</i>	Programų komplekso posistemis skirtas didmenininkų pardavimų analizei.

- Stacionarus rodiklio kitimas*** Toks rodiklio kitimas, kai rodiklio momentinės reikšmės kinta atsitiktinai kiekvienu momentu, tačiau vidurkis nekinta gana ilgą laiko tarpą.
- Sunkaus kliento modelis*** Paskirstytos kliento – serverio sistemos architektūra, kai serveris yra atsakingas tik už duomenų valdymą. Kliento programinė įranga įgyvendina taikymus ir sąveiką su sistemos vartotoju.
- Trendas*** Kintamas dinaminės eilutės vidurkis.

8. PRIEDAI

1 priedas. Tyrimo metu analizuoti produktų pardavimų duomenys

8.1 lentelė. Produktų pardavimų duomenys - 1 dalis

Parduota, Lt	Data							
	2005 01	2005 02	2005 03	2005 04	2005 05	2005 06	2005 07	2005 08
Beta	219,207.09	158,412.50	144,555.85	87,738.08	99,360.63	113,313.25	102,811.96	66,945.14
Celifon	315.04	168.96	519.20	128.48	124.96	51.04	96.80	49.28
Ceriglunol	8,574.35	13,803.90	17,024.72	13,094.28	12,116.65	9,492.93	9,725.03	9,281.94
Cerimunyl	196,895.95	200,504.90	201,617.44	183,942.25	198,051.01	155,915.05	198,787.40	214,489.46
Famoliux	18,969.90	18,303.39	27,976.33	20,798.53	25,464.10	30,368.93	23,994.36	31,787.40
Floxogel	8,531.80	9,090.78	8,943.68	9,193.75	8,517.09	7,001.96	7,222.61	6,678.34
Fundametyn	8,134.76	8,580.79	13,138.02	8,751.57	19,669.49	16,826.25	12,339.33	15,479.65
Ibunotac	87,464.29	98,327.53	147,718.97	155,983.11	139,242.79	122,736.02	122,326.87	131,514.77
Lesticyn	38,590.55	38,061.55	43,483.80	51,048.50	57,676.43	65,976.78	43,357.22	42,192.16
Moravax	3,931.20	5,499.00	4,282.20	5,499.00	4,703.40	4,820.40	4,726.80	234.00
Nokarex	11,800.14	15,244.20	16,204.02	20,382.06	18,104.84	12,383.56	13,023.44	12,534.12
Paraginyl	5,702.98	5,455.02	4,962.50	5,355.70	4,497.87	4,361.82	4,358.47	3,992.79
Redandon	18,425.56	21,035.22	23,768.04	21,403.95	22,364.19	24,391.90	28,210.29	21,731.79
Spirivan	88,850.09	85,176.61	100,875.76	111,020.77	107,817.18	122,870.91	100,474.91	94,191.11
Vitamin B12	25,485.84	36,081.00	49,487.40	19,459.80	14,767.56	8,830.44	4,062.96	6,751.08
Voleron	3,768.75	7,068.50	16,699.75	4,690.00	5,929.50	11,524.00	6,750.25	8,844.00
Xanofen	23,944.30	38,550.75	46,089.68	37,126.78	34,727.78	29,496.05	14,012.69	23,245.30
Xerodx	116,156.75	111,274.62	138,619.66	125,513.79	134,867.20	135,086.94	120,265.88	109,388.23
Suma	884,749.34	870,639.22	1,005,967.02	881,130.40	908,002.67	875,448.23	816,547.27	799,330.56

8.2 lentelė. Produktų pardavimų duomenys - 2 dalis

Parduota, Lt	Data						
	2005 09	2005 10	2005 11	2005 12	2006 01	2006 02	2006 03
Beta	90,727.56	99,508.08	131,829.51	127,024.26	115,549.55	142,851.23	115,454.84
Celifon	186.56	190.08	103.84	232.32	804.32	1,686.08	957.44
Ceriglunol	8,559.16	8,304.11	9,540.79	18,112.95	14,455.57	9,275.54	9,702.14
Cerimunyl	198,507.14	211,505.22	221,288.18	201,618.32	239,268.39	211,943.30	215,474.20
Famoliux	39,648.80	29,394.80	39,341.18	38,247.42	41,152.72	41,460.34	38,725.94
Floxogel	6,898.99	7,149.06	6,840.15	8,002.24	9,546.79	7,252.03	9,076.07
Fundametyn	12,968.74	18,223.44	15,627.06	9,731.22	15,338.70	14,341.35	13,042.96
Ibunotac	150,364.72	127,655.06	126,610.79	91,816.05	135,456.49	166,233.37	138,545.64
Lesticyn	46,475.32	42,067.06	42,364.20	44,795.31	52,933.38	52,649.93	59,122.68
Moravax	1,872.00	1,965.60	3,580.20	3,978.00	1,614.60	3,697.20	7,792.20
Nokarex	9,899.32	17,182.66	14,322.02	16,881.54	8,280.80	16,542.78	8,393.72
Paraginyl	1,928.42	3,896.15	3,911.11	2,878.35	3,396.38	4,160.89	3,519.07
Redandon	12,795.29	19,462.89	20,246.38	32,056.87	11,094.67	8,646.54	17,990.89
Spirivan	101,118.67	103,964.44	111,721.18	108,586.93	115,801.46	108,952.32	139,074.29
Vitamin B12	19,446.12	34,275.24	30,704.76	35,677.44	36,607.68	62,825.40	49,610.52
Voleron	15,393.25	12,194.00	17,051.50	16,599.25	10,602.75	8,576.00	6,767.00
Xanofen	44,821.48	44,601.56	37,471.32	56,542.80	84,310.15	80,831.91	43,861.01
Xerodx	151,439.80	146,664.40	147,437.49	148,601.70	150,971.91	136,656.69	174,612.89
Suma	913,051.34	928,203.85	979,991.66	961,382.97	1,047,186.31	1,078,582.90	1,051,723.50

2 priedas. Tyrimo metu analizuoti atstovų vizitų duomenys

8.3 lentelė. Atstovų vizitų duomenys - 1 dalis

Vizitų skaičius, vnt.	Data							
	2005 01	2005 02	2005 03	2005 04	2005 05	2005 06	2005 07	2005 08
Beta	541.00	790.00	758.00	578.00	643.00	696.00	398.00	443.00
Celifon	139.00	201.00	225.00	194.00	163.00	217.00	121.00	97.00
Ceriglunol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cerimunyl	140.00	297.00	305.00	198.00	164.00	217.00	121.00	114.00
Famoliux	193.00	405.00	574.00	423.00	520.00	460.00	166.00	357.00
Floxogel	43.00	79.00	72.00	65.00	50.00	36.00	18.00	27.00
Fundametyn	457.00	726.00	842.00	666.00	600.00	447.00	136.00	279.00
Ibunotac	141.00	204.00	225.00	198.00	167.00	217.00	121.00	97.00
Lesticyn	313.00	566.00	780.00	1,190.00	1,124.00	1,015.00	408.00	667.00
Moravax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nokarex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paraginyl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Redandon	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spirivan	560.00	818.00	851.00	854.00	669.00	520.00	212.00	353.00
Vitamin B12	141.00	202.00	306.00	198.00	163.00	217.00	121.00	97.00
Voleron	118.00	202.00	380.00	146.00	221.00	202.00	27.00	171.00
Xanofen	139.00	296.00	305.00	196.00	163.00	216.00	121.00	97.00
Xerodx	1,518.00	2,073.00	2,077.00	2,056.00	1,547.00	1,359.00	540.00	936.00
Suma	4,443.00	6,859.00	7,700.00	6,962.00	6,194.00	5,819.00	2,510.00	3,735.00

8.4 lentelė. Atstovų vizitų duomenys - 2 dalis

Vizitų skaičius, vnt.	Data						
	2005 09	2005 10	2005 11	2005 12	2006 01	2006 02	2006 03
Beta	848.00	638.00	844.00	1,021.00	460.00	425.00	738.00
Celifon	233.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ceriglunol	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cerimunyl	396.00	59.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00
Famoliux	609.00	596.00	678.00	557.00	446.00	459.00	397.00
Floxogel	43.00	39.00	40.00	40.00	35.00	46.00	129.00
Fundametyn	383.00	680.00	494.00	448.00	131.00	123.00	41.00
Ibunotac	238.00	140.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00
Lesticyn	807.00	833.00	631.00	527.00	400.00	465.00	511.00
Moravax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nokarex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paraginyl	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Redandon	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spirivan	549.00	610.00	766.00	467.00	537.00	608.00	613.00
Vitamin B12	233.00	63.00	211.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Voleron	340.00	305.00	340.00	212.00	32.00	3.00	0.00
Xanofen	233.00	156.00	143.00	214.00	0.00	0.00	0.00
Xerodx	1,578.00	2,078.00	1,729.00	1,593.00	1,241.00	1,381.00	1,391.00
Suma	6,492.00	6,197.00	5,877.00	5,079.00	3,283.00	3,511.00	3,822.00

3 priedas. Tyrimo metu analizuoti išlaidų duomenys

8.5 lentelė. Išlaidų duomenys - 1 dalis

Išlaidos, Lt	Data						
	2005 01	2005 02	2005 03	2005 04	2005 06	2005 07	2005 08
Beta	810.13	1,060.12	1,446.22	1,045.27	3,943.48	608.85	1,268.02
Celifon	26.40	10.56	14.08	1.76	5.28	44.00	0.00
Ceriglunol	0.00	0.00	0.00	0.00	196.45	5.86	0.00
Cerimunyl	1,099.32	939.12	244.02	569.50	43.55	415.40	0.00
Famoliux	102.54	324.71	461.43	239.26	341.80	324.71	102.54
Floxogel	44.13	14.71	73.55	14.71	29.42	29.42	0.00
Fundametyn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ibunotac	734.12	55.14	121.49	100.74	562.64	459.57	0.00
Lesticyn	424.39	299.05	526.85	429.15	1,006.35	418.83	449.85
Moravax	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nokarex	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Paraginyl	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Redandon	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spirivan	72.53	53.18	191.54	33.42	0.00	15.57	0.00
Vitamin B12	75.24	143.64	348.84	184.68	177.84	0.00	6.84
Voleron	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	921.25
Xanofen	332.38	54.40	192.33	15.54	357.40	290.25	155.40
Xerodx	499.94	876.07	1,375.45	587.14	1,182.34	409.32	209.59
Suma	4,221.12	3,830.70	4,995.80	3,221.17	7,846.55	3,021.78	3,113.49

8.6 lentelė. Išlaidų duomenys - 2 dalis

Išlaidos, Lt	Data						
	2005 09	2005 10	2005 11	2005 12	2006 01	2006 02	2006 03
Beta	2,043.44	2,059.99	2,239.80	1,856.25	1,517.16	1,727.20	2,403.99
Celifon	3.49	35.20	0.00	1.76	3.52	33.44	40.48
Ceriglunol	0.00	0.00	2.93	0.00	0.00	0.00	0.00
Cerimunyl	1,141.07	2,374.35	3,386.36	3,929.50	49.28	5.96	13.18
Famoliux	307.62	136.72	187.99	170.90	239.26	307.62	273.44
Floxogel	132.39	29.42	29.42	220.65	235.36	264.78	353.04
Fundametyn	0.00	14.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ibunotac	12.72	201.30	73.14	119.34	62.70	41.51	5.39
Lesticyn	1,197.15	302.11	226.10	254.29	67.31	246.78	416.49
Moravax	0.00	0.00	23.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Nokarex	1,160.00	1,860.10	2,813.90	3,649.90	0.00	0.00	0.00
Paraginyl	1,057.40	2,089.30	2,825.30	3,665.10	0.00	0.00	0.00
Redandon	1,317.90	2,053.90	2,428.20	3,611.90	0.00	0.00	0.00
Spirivan	0.00	34.98	35.70	10.63	6.59	47.82	362.71
Vitamin B12	171.00	1,012.32	2,099.88	1,504.80	417.24	232.56	102.60
Voleron	83.75	134.00	167.50	167.50	83.75	50.25	16.75
Xanofen	155.40	438.40	1,540.39	1,655.61	688.83	82.83	38.97
Xerodx	1,797.85	2,055.61	1,447.44	792.61	938.65	1,212.87	1,056.83
Suma	10,581.18	14,832.10	19,527.45	21,610.74	4,309.65	4,253.62	5,083.87

4 priedas. Eksperimentinio tyrimo rezultatai. 1 dalis

Vieno mėnesio pardavimų prognozių sudarymas remiantis istoriniais pardavimų duomenimis.

8.7 lentelė. Vieno mėnesio pardavimų prognozių sudarymo rezultatai

Produktas	Metodas	f_{t+1} , Lt	σ , Lt	MAPE	Prognozės patikimumo intervalas, Lt		y_{t+1} , Lt	e, Lt	$\frac{ e }{y_{t+1}} \cdot 100\%$
					Nuo	Iki			
Beta	Slankiojo vidurkio	102,139.83	22,909.64	19.27%	56,320.55	147,959.11	115,549.55	13,409.72	11.61%
Celifon	Slankiojo vidurkio	129.26	55.66	32.30%	17.95	240.57	804.32	675.06	83.93%
Ceriglunol	Holto metodas	11,517.26	3,385.41	24.95%	4,746.43	18,288.09	14,455.57	2,938.31	20.33%
Cerimunyl	Holto-Vinterio metodas	212,140.52	17,030.09	7.19%	178,080.34	246,200.70	239,268.39	27,127.87	11.34%
Famoliux	Brauno metodas	40,016.84	6,447.90	20.39%	27,121.04	52,912.64	41,152.72	1,135.88	2.76%
Floxogel	Brauno metodas	7,058.27	793.07	7.89%	5,472.12	8,644.41	9,546.79	2,488.52	26.07%
Fundametyn	Brauno metodas	14,937.48	4,482.30	28.36%	5,972.89	23,902.08	15,338.70	401.22	2.62%
Ibunotac	Slankiojo vidurkio	129,805.58	25,778.07	17.89%	78,249.44	181,361.71	135,456.49	5,650.91	4.17%
Lesticyn	Slankiojo vidurkio	48,439.22	4,854.73	11.14%	38,729.77	58,148.67	52,933.38	4,494.16	8.49%
Moravax	Slankiojo vidurkio	3,486.60	1,180.21	38.95%	1,126.17	5,847.03	1,614.60	-1,872.00	115.94%
Nokarex	Slankiojo vidurkio	14,968.17	2,013.81	10.90%	10,940.55	18,995.80	8,280.80	-6,687.37	80.76%
Paraginyl	Brauno metodas	2,958.97	819.63	20.02%	1,319.71	4,598.23	3,396.38	437.41	12.88%
Redandon	Holto metodas	21,752.04	5,067.76	16.94%	11,616.51	31,887.57	11,094.67	-10,657.37	96.06%
Spirivan	Slankiojo vidurkio	106,862.90	5,429.15	4.21%	96,004.61	117,721.19	115,801.46	8,938.56	7.72%
Vitamin B12	Slankiojo vidurkio	19,330.60	12,844.94	37.28%	-6,359.27	45,020.47	36,607.68	17,277.08	47.20%
Voleron	Brauno metodas	16,573.05	4,759.18	38.67%	7,054.68	26,091.42	10,602.75	-5,970.30	56.31%
Xanofen	Slankiojo vidurkio	36,003.43	11,896.02	33.02%	12,211.39	59,795.46	84,310.15	48,306.72	57.30%
Xerodx	Brauno metodas	151,481.26	16,281.73	10.15%	118,917.80	184,044.72	150,971.91	-509.35	0.34%

Čia: f_{t+1} - prognozuojama produkto pardavimų apimtis;

σ - sudarytosios prognozės standartinė paklaida;

MAPE - sudarytosios prognozės vidutinė procentinė absoliutinė paklaida;

y_{t+1} - faktinė produkto pardavimų apimtis po mėnesio;

e - prognozavimo paklaida ($e = y_{t+1} - f_{t+1}$);

$\frac{|e|}{y_{t+1}} \cdot 100\%$ - sudarytosios prognozės santykinė paklaida;

5 priedas. Eksperimentinio tyrimo rezultatai. 2 dalis

Trijų mėnesio pardavimų prognozių sudarymas remiantis istoriniais pardavimų duomenimis.

8.8 lentelė. Trijų mėnesių pardavimų prognozių sudarymo rezultatai

Produktas	Metodas	t	f _t , Lt	σ, Lt	MAPE	Prognozės patikimumo intervalas, Lt		y _t , Lt	e _t , Lt	$\frac{ e_t }{y_t} \cdot 100\%$
						Nuo	Iki			
Beta	Holto metodas	t+1	117,383.32	39,792.00	29.17%	37,799.32	196,967.33	115,549.55	-1,833.77	1.59%
		t+2	117,316.87			37,732.87	196,900.88	142,851.23	25,534.36	17.87%
		t+3	117,250.48			37,666.48	196,834.49	115,454.84	-1,795.64	1.56%
Celifon	Brauno metodas	t+1	96.68	192.49	101.26%	-288.30	481.65	804.32	707.64	87.98%
		t+2	76.81			-308.16	461.79	1,686.08	1,609.27	95.44%
		t+3	56.95			-328.03	441.93	957.44	900.49	94.05%
Ceriglunol	Holto metodas	t+1	11,517.26	3,385.41	24.95%	4,746.43	18,288.09	14,455.57	2,938.31	20.33%
		t+2	11,515.10			4,744.27	18,285.92	9,275.54	-2,239.56	24.14%
		t+3	11,512.93			4,742.10	18,283.76	9,702.14	-1,810.79	18.66%
Cerimunyl	Holto-Vinterio metodas	t+1	212,140.52	17,030.09	7.19%	178,080.34	246,200.70	239,268.39	27,127.87	11.34%
		t+2	215,007.75			180,947.57	249,067.93	211,943.30	-3,064.45	1.45%
		t+3	216,189.60			182,129.42	250,249.77	215,474.20	-715.40	0.33%
Famoliux	Brauno metodas	t+1	40,016.84	6,447.90	20.39%	27,121.04	52,912.64	41,152.72	1,135.88	2.76%
		t+2	41,742.53			28,846.73	54,638.33	41,460.34	-282.19	0.68%
		t+3	43,468.22			30,572.42	56,364.02	38,725.94	-4,742.28	12.25%
Floxogel	Brauno metodas	t+1	7,058.27	793.07	7.89%	5,472.12	8,644.41	9,546.79	2,488.52	26.07%
		t+2	6,957.52			5,371.37	8,543.66	7,252.03	294.51	4.06%
		t+3	6,856.76			5,270.62	8,442.91	9,076.07	2,219.31	24.45%
Fundametyn	Brauno metodas	t+1	14,937.48	4,482.30	28.36%	5,972.89	23,902.08	15,338.70	401.22	2.62%
		t+2	15,280.06			6,315.47	24,244.65	14,341.35	-938.71	6.55%
		t+3	15,622.63			6,658.04	24,587.22	13,042.96	-2,579.67	19.78%
Ibunotac	Brauno metodas	t+1	123,507.93	28,076.28	18.37%	67,355.37	179,660.49	135,456.49	11,948.56	8.82%
		t+2	124,290.50			68,137.94	180,443.06	166,233.37	41,942.87	25.23%
		t+3	125,073.07			68,920.51	181,225.63	138,545.64	13,472.57	9.72%
Lesticyn	Brauno metodas	t+1	45,579.97	9,264.01	16.21%	27,051.94	64,108.00	52,933.38	7,353.41	13.89%
		t+2	45,717.46			27,189.44	64,245.49	52,649.93	6,932.47	13.17%
		t+3	45,854.96			27,326.93	64,382.98	59,122.68	13,267.72	22.44%
Moravax	Holto metodas	t+1	3,568.12	1,592.67	171.27%	382.78	6,753.47	1,614.60	-1,953.52	120.99%
		t+2	3,566.57			381.22	6,751.92	3,697.20	130.63	3.53%
		t+3	3,565.02			379.67	6,750.37	7,792.20	4,227.18	54.25%
Nokarex	Holto metodas	t+1	14,359.82	3,245.99	18.60%	7,867.85	20,851.80	8,280.80	-6,079.02	73.41%
		t+2	14,370.55			7,878.58	20,862.53	16,542.78	2,172.23	13.13%
		t+3	14,381.27			7,889.29	20,873.25	8,393.72	-5,987.55	71.33%
Paraginyl	Brauno metodas	t+1	2,958.97	819.63	20.02%	1,319.71	4,598.23	3,396.38	437.41	12.88%
		t+2	2,777.63			1,138.37	4,416.89	4,160.89	1,383.26	33.24%
		t+3	2,596.29			957.03	4,235.55	3,519.07	922.78	26.22%
Redandon	Holto metodas	t+1	21,752.04	5,067.76	16.94%	11,616.51	31,887.57	11,094.67	-	96.06%
		t+2	21,770.34			11,634.81	31,905.86	8,646.54	13,123.80	151.78%
		t+3	21,788.61			11,653.08	31,924.14	17,990.89	-3,797.72	21.11%
Spirivan	Brauno metodas	t+1	111,264.49	12,216.76	10.06%	86,830.97	135,698.02	115,801.46	4,536.97	3.92%
		t+2	112,793.06			88,359.53	137,226.58	108,952.32	-3,840.74	3.53%
		t+3	114,321.62			89,888.10	138,755.14	139,074.29	24,752.67	17.80%

8.8 lentelės tęsinys

Produktas	Metodas	t	f _t , Lt	σ, Lt	MAPE	Prognozės patikimumo intervalas, Lt		y _t , Lt	e _t , Lt	$\frac{ e_t }{y_t} \cdot 100\%$
						Nuo	Iki			
Vitamin B12	Holto metodas	t+1	23,601.22	13,920.82	100.38%	-4,240.43	51,442.86	36,607.68	13,006.46	35.53%
		t+2	23,608.83			-4,232.81	51,450.47	62,825.40	39,216.57	62.42%
		t+3	23,616.43			-4,225.21	51,458.08	49,610.52	25,994.09	52.40%
Voleron	Brauno metodas	t+1	16,573.05	4,759.18	38.67%	7,054.68	26,091.42	10,602.75	-5,970.30	56.31%
		t+2	17,448.56			7,930.19	26,966.93	8,576.00	-8,872.56	103.46%
		t+3	18,324.07			8,805.71	27,842.44	6,767.00	11,557.07	170.79%
Xanofen	Holto metodas	t+1	36,003.43	11,896.02	33.02%	12,211.39	59,795.46	84,310.15	48,306.72	57.30%
		t+2	36,040.28			12,248.24	59,832.31	80,831.91	44,791.63	55.41%
		t+3	36,077.09			12,285.06	59,869.13	43,861.01	7,783.92	17.75%
Xerodx	Brauno metodas	t+1	151,481.26	16,281.73	10.15%	118,917.80	184,044.72	150,971.91	-509.35	0.34%
		t+2	154,580.21			122,016.75	187,143.67	136,656.69	17,923.52	13.12%
		t+3	157,679.16			125,115.70	190,242.62	174,612.89	16,933.73	9.70%

Čia: f_t - prognozuojama produkto pardavimų apimtis

σ - sudarytosios prognozės standartinė paklaida

MAPE - sudarytosios prognozės vidutinė procentinė absoliutinė paklaida

y_t - faktinė produkto pardavimų apimtis

e_t - prognozavimo paklaida ($e_t = y_t - f_t$)

$\frac{|e_t|}{y_t} \cdot 100\%$ - sudarytosios prognozės santykinė paklaida

6 priedas. Eksperimentinio tyrimo rezultatai. 3 dalis

Trijų mėnesių pardavimų prognozių sudarymas naudojant regresijos modelius.

8.9 lentelė. Prognozavimas remiantis pardavimų ir išlaidų sąryšiais

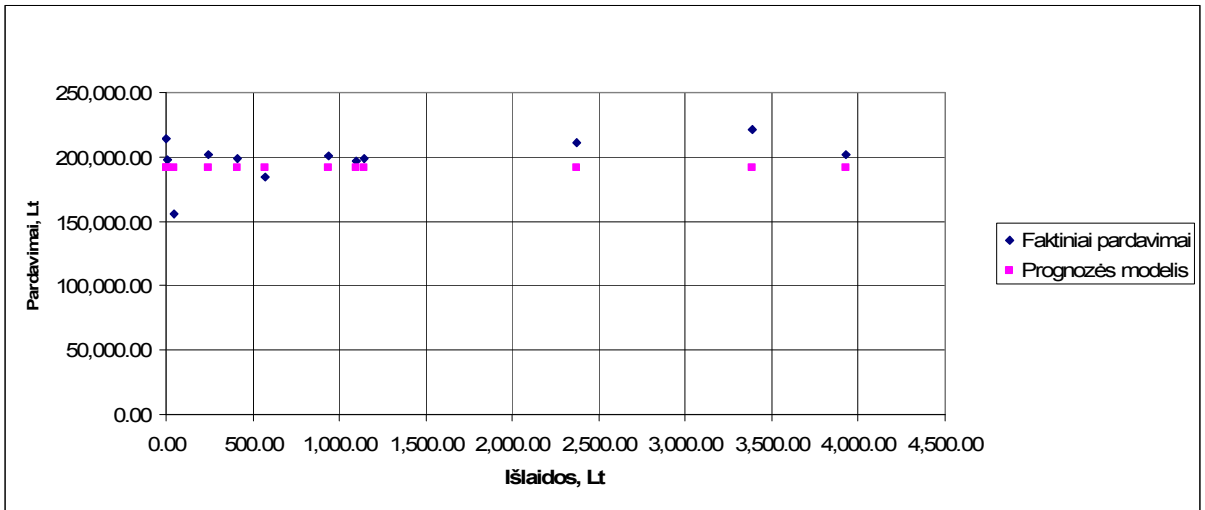
Produktas	Modelio tipas	Modelio išraiška	D	Ā	t	x_t , Lt	f_t , Lt	y_t , Lt	e_t , Lt	$\frac{ e_t }{y_t} \cdot 100\%$
Cerimunyl	Rodiklinės regresijos	$y = 191,275.41 * 1.00 \wedge x$	99.60%	5.55%	t+1	49.28	191,275.41	239,268.39	47,992.98	20.06%
					t+2	5.96	191,275.41	211,943.30	20,667.89	9.75%
					t+3	13.18	191,275.41	215,474.20	24,198.79	11.23%
Lesticyn	Rodiklinės regresijos	$y = 40,348.11 * 1.00 \wedge x$	99.85%	10.87%	t+1	67.31	40,348.11	52,933.38	12,585.27	23.78%
					t+2	246.78	40,348.11	52,649.93	12,301.82	23.37%
					t+3	416.49	40,348.11	59,122.68	18,774.57	31.76%
Vitamin B12	Rodiklinės regresijos	$y = 14,429.22 * 1.00 \wedge x$	99.50%	62.43%	t+1	417.24	14,429.22	36,607.68	22,178.46	60.58%
					t+2	232.56	14,429.22	62,825.40	48,396.18	77.03%
					t+3	102.60	14,429.22	49,610.52	35,181.30	70.91%
Xanofen	Tiesinės regresijos	$y = 31,719.77 + 8.82 * x$	16.74%	33.08%	t+1	688.83	37,795.25	84,310.15	46,514.90	55.17%
					t+2	82.83	32,450.33	80,831.91	48,381.58	59.85%
					t+3	38.97	32,063.49	43,861.01	11,797.52	26.90%
Xerodx	Laipsninės regresijos	$y = 51,996.75 * x \wedge 0.14$	98.33%	4.60%	t+1	938.65	135,558.49	150,971.91	15,413.42	10.21%
					t+2	1,212.87	140,510.96	136,656.69	-3,854.27	2.82%
					t+3	1,056.83	137,827.83	174,612.89	36,785.06	21.07%

Čia: f_t - prognozuojama produkto pardavimų apimtis
D - sudarytojo modelio determinacijos koeficientas
MAPE - sudarytosios prognozės vidutinė procentinė absoliutinė paklaida
 x_t - numatoma išlaidų apimtis
 y_t - faktinė produkto pardavimų apimtis
 e_t - prognozavimo paklaida ($e_t = y_t - f_t$)
 $\frac{|e_t|}{y_t} \cdot 100\%$ - sudarytosios prognozės santykinė paklaida

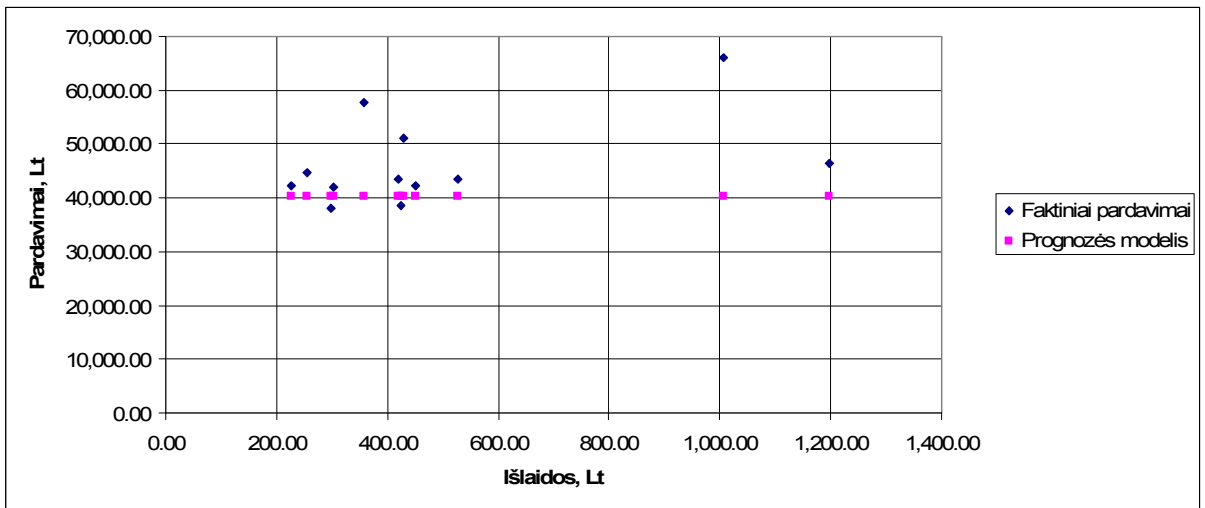
8.10 lentelė. Prognozavimas remiantis pardavimų ir atstovų vizitų sąryšiais

Produktas	Modelio tipas	Modelio išraiška	D	MAPE	t	x_t , vnt.	f_t , Lt	y_t , Lt	e_t , Lt	$\frac{ e_t }{y_t} \cdot 100\%$
Beta	Hiperbolinės regresijos	$y = 150,363.61 - 19,267,433.73 / x$	58.12%	22.77%	t+1	460	108,477.88	115,549.55	7,071.67	6.12%
					t+2	425	105,028.47	142,851.23	37,822.76	26.48%
					t+3	738	124,255.98	115,454.84	-8,801.14	7.62%
Famoliux	Laipsninės regresijos	$y = 2,901.47 * x \wedge 0.37$	96.04%	18.72%	t+1	446	27,725.03	41,152.72	13,427.69	32.63%
					t+2	459	28,021.33	41,460.34	13,439.01	32.41%
					t+3	397	26,556.48	38,725.94	12,169.46	31.42%
Lesticyn	Laipsninės regresijos	$y = 7,069.01 * x \wedge 0.29$	99.71%	9.11%	t+1	400	40,175.01	52,933.38	12,758.37	24.10%
					t+2	465	41,968.16	52,649.93	10,681.77	20.29%
					t+3	511	43,132.11	59,122.68	15,990.57	27.05%

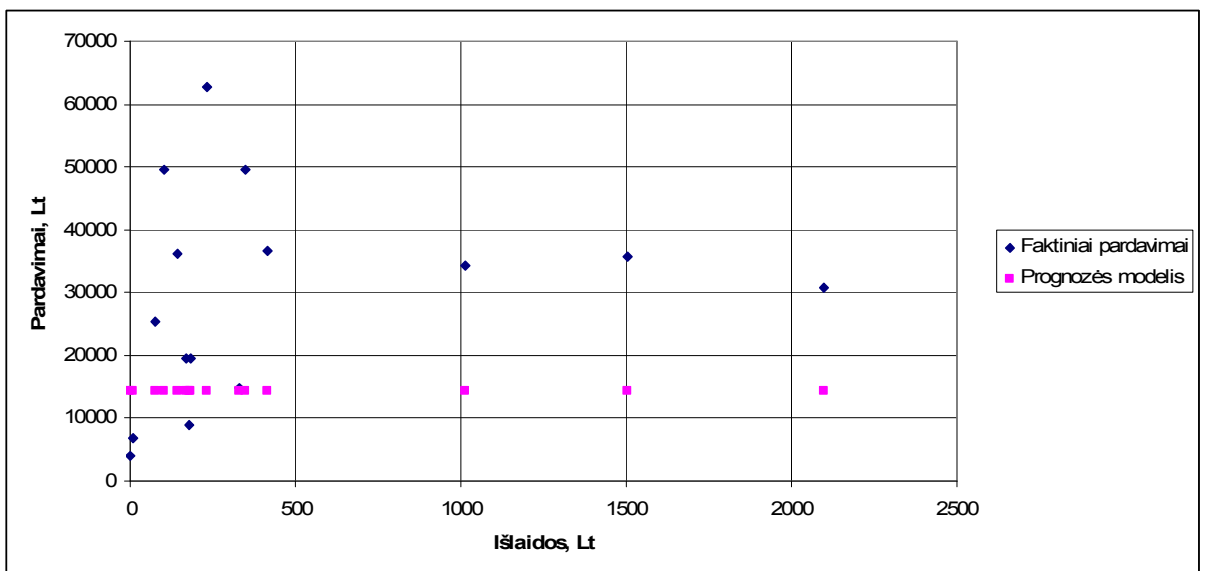
Čia: f_t - prognozuojama produkto pardavimų apimtis
D - sudarytojo modelio determinacijos koeficientas
MAPE - sudarytosios prognozės vidutinė procentinė absoliutinė paklaida
 x_t - numatomas vizitų skaičius
 y_t - faktinė produkto pardavimų apimtis
 e_t - prognozavimo paklaida ($e_t = y_t - f_t$)
 $\frac{|e_t|}{y_t} \cdot 100\%$ - sudarytosios prognozės santykinė paklaida



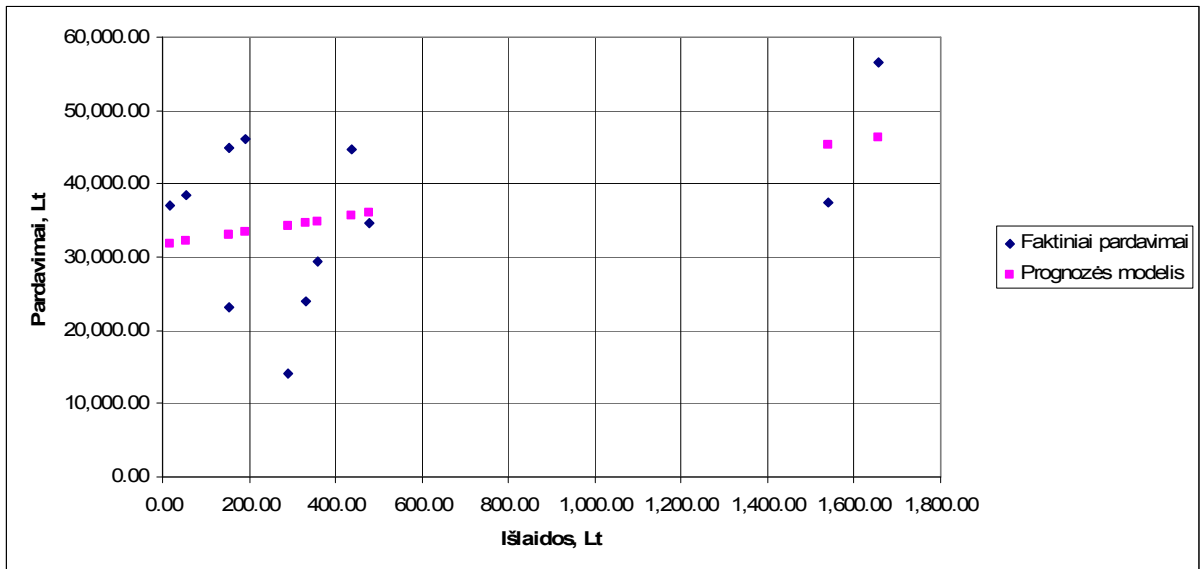
8.1 pav. Cerimunyl pardavimų priklausomybė nuo išlaidų



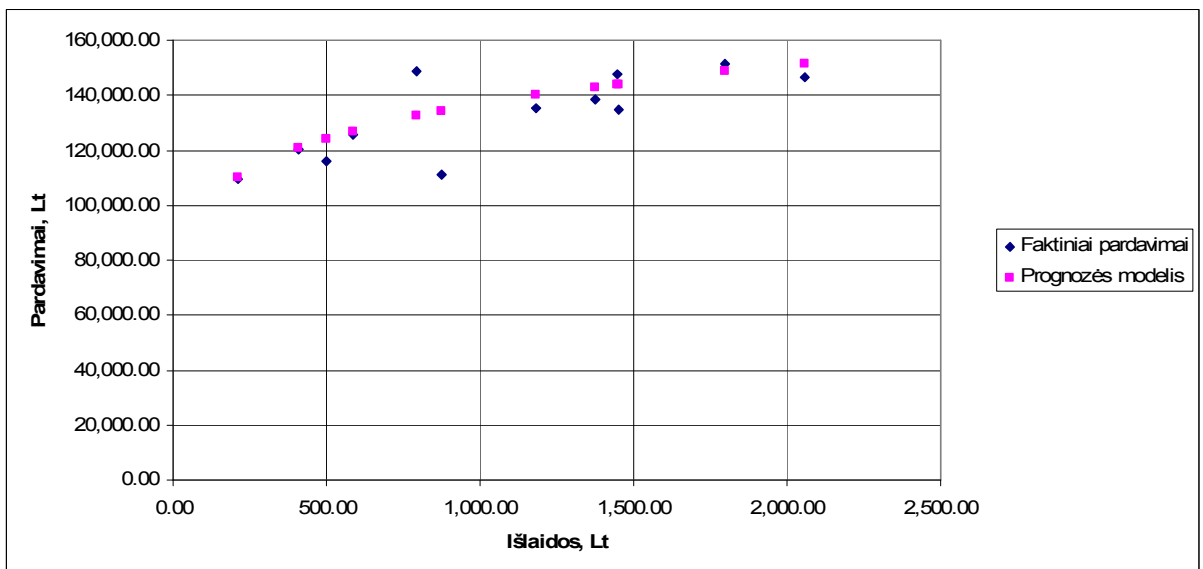
8.2 pav. Lestycin pardavimų priklausomybė nuo išlaidų



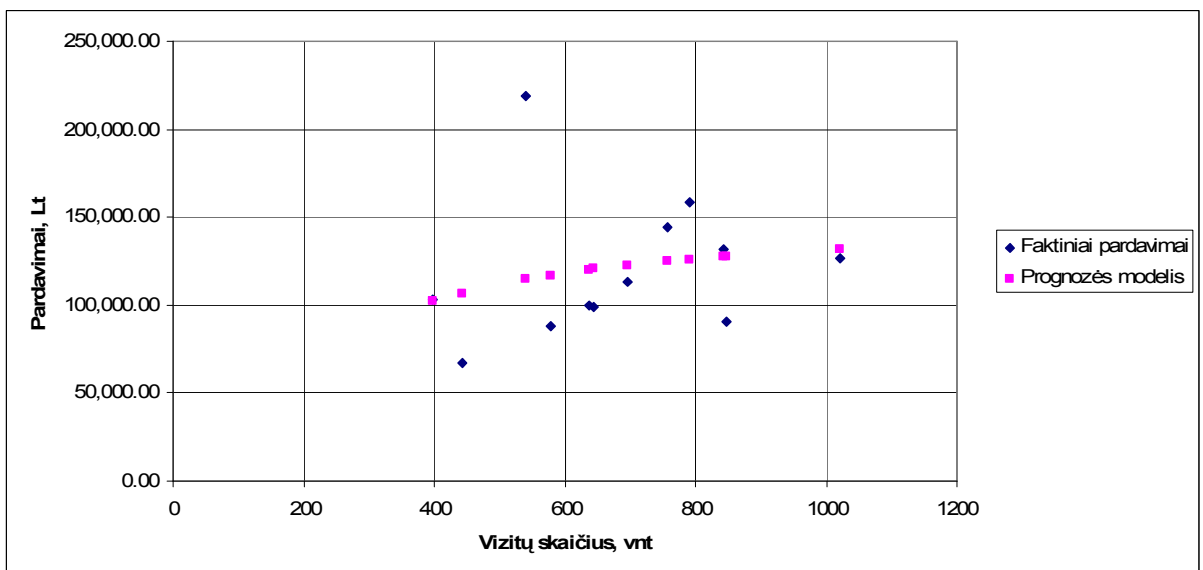
8.3 pav. Vitamin B12 pardavimų priklausomybė nuo išlaidų



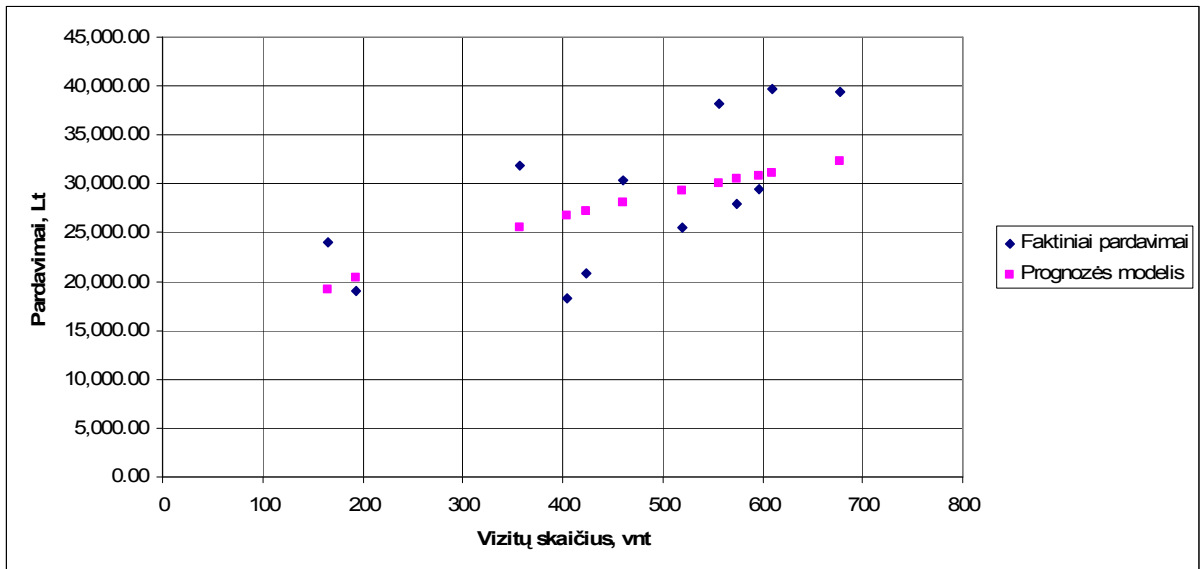
8.4 pav. Xanofen pardavimų priklausomybė nuo išlaidų



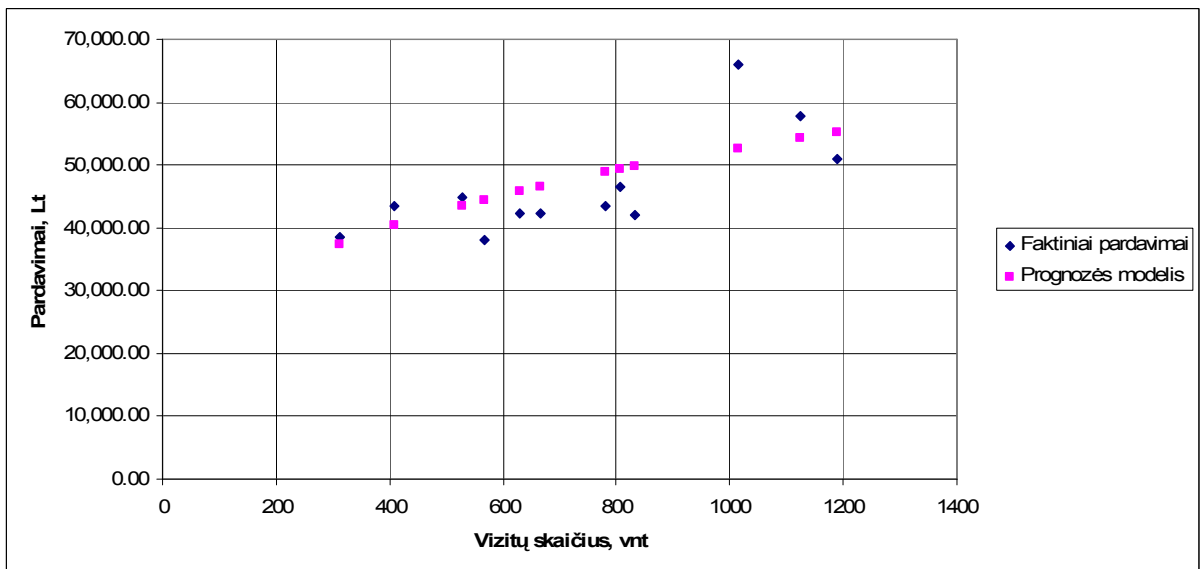
8.5 pav. Xerodx pardavimų priklausomybė nuo išlaidų



8.6 pav. Beta pardavimų priklausomybė nuo vizitų skaičiaus



8.7 pav. Famoliux pardavimų priklausomybė nuo vizitų skaičiaus



8.8 pav. Lestycin pardavimų priklausomybė nuo vizitų skaičiaus

7 priedas. Sistemos vartotojo dokumentacija

Žr. dokumentą „Sistemos vartotojo dokumentacija“.

8 Priedas. Sistemos testavimo medžiaga