

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA

Viktorija Grinevičienė
Mantas Grinevičius

Taikytų gydymo metodų analitinė informacinė sistema

Magistro darbas

Darbo vadovas

prof. L. Nemuraitė

Kaunas, 2007

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA

Viktorija Grinevičienė
Mantas Grinevičius

Taikytų gydymo metodų analitinė informacinė sistema

Magistro darbas

Recenzentas

2007-05-28

doc. dr. V. Kiauleikis

Vadovas

prof. L. Nemuraitė
2007-05-28

Atliko

2007-05-28

IFM1-2 gr. stud.
Viktorija Grinevičienė
Mantas Grinevičius

Kaunas, 2007

Turinys

SANTRAUKA	5
SUMMARY	6
1 ĮVADAS	7
2 SPRENDIMUS PALAIKANČIŲ SISTEMŲ AKTUALUMAS MEDICINOJE	10
2.1 Informacinių sistemų taikymas sveikatos priežiūrai	10
2.2 E – sveikata.....	12
2.3 Elektroninis paciento įrašas (ESI).....	13
2.4 Komunikacija sveikatos priežiūroje.....	14
2.5 HL7 standartas	15
2.6 Egzistuojančių sveikatos priežiūros informacinių sistemų apžvalga.....	16
2.6.1 Biomedicininė IS ligoniams po išeminės širdies chirurginio gydymo.....	16
2.6.2 Lietuvos sveikatos rodiklių sistema (LSRS).....	18
2.6.3 „Navikai“ informacinė sistema	19
2.6.4 Egzistuojančių sprendimų palyginimas.....	21
2.7 Sprendimus palaikančių informacinių sistemų savybių analizė	22
2.8 Siekiamos sistemos tikslai ir sprendžiamos problemos	23
2.9 Analizės išvados	25
3 TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ INFORMACINĖS SISTEMOS REIKALAVIMAI	26
3.1 Sistema ir jos vartotojai.....	26
3.1.1 Panaudojimo atvejai	26
3.1.2 Sistemos aktorių funkcijos.....	32
3.2 Funkciniai reikalavimai.....	34
3.3 Nefunkciniai reikalavimai	37
4 TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ INFORMACINĖS SISTEMOS PROJEKTAS.....	38
4.1 Produkto įgyvendinimo būdai ir priemonės	38
4.2 Statinis sistemos vaizdas	38
4.2.1 „Eksperto“ paketas	39
4.2.2 „Gydytojo“ paketas	41
4.2.3 Administratoriaus paketas	42
4.2.4 Serverio paketas	44
4.3 Dinaminis sistemos vaizdas.....	44
4.4 Išdėstymo modelis	50
4.5 Duomenų modelis	51

5	TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ SISTEMOS REALIZACIJA, TESTAVIMAS IR BANDOMOJI EKSPLOATACIJA.....	53
5.1	Pacientų duomenų gavybos ir analizės algoritmai.....	53
5.2	Sistemos realizacija ir testavimas	55
5.3	Pacientų duomenų kaupimas	57
5.4	Analizės rezultatų pateikimas ir sprendimo priėmimas	60
6	TRŪKSTAMŲ DUOMENŲ UŽPILDYMO ALGORITMŲ TYRIMO EKSPERIMENTAS	63
7	SUKURTOS PROGRAMINĖS ĮRANGOS KOKYBĖS ĮVERTINIMAS	71
7.1	Kokybės vertinimo kriterijai.....	71
7.2	Sistemos kokybės vertinimo rezultatai	73
8	IŠVADOS	75
9	LITERATŪROS SĄRAŠAS	76
10	TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS.....	78

SANTRAUKA

Nors pasaulyje medicinai skirtų informacinių sistemų vienetu laikoma elektroninė paciento kortelė, leidžianti užtikrinti sveikatos priežiūros tęstinumą, Lietuvoje daugumoje medicinos įstaigų pacientų ligos istorijos tebėra kaupiamos popieriniame variante. Tokiu būdu surinktų duomenų analizė tampa sudėtingu uždaviniu.

Todėl aktualu realizuoti informacines sistemas, kurių pagalba galima centralizuotai kaupti duomenis apie pacientų gydymą, užtikrinti sveikatos priežiūros tęstinumą bei atlikti išsamią analizę, kuri leistų įvertinti taikytų gydymo metodų pagrįstumą.

Pagal teorinį medicinos informatikos sprendimus palaikančių sistemų modelį medicinai skirtos sistemos turi naudoti antros kartos saugyklas (angl. data warehouse), duomenų analizės ir gavybos metodus bei teikti rekomendacijas sprendimų priėmimui.

Šiame darbe sukurta tokia sistema mišrių traumų gydymo sričiai, ypatingą dėmesį skiriant duomenų analizės bei kokybės gerinimo algoritmams. Duomenų nepilnumo problema sprendžiama, trūkstamas reikšmes užpildant regresiniu vidurkiu arba atsitiktine, grupei būdinga reikšme. Realizuoto trūkstamų duomenų užpildymo algoritmo tyrimas parodė, kad galima pagerinti duomenų kokybę, neprarandant tiriamojo ir statistinio patikimumo.

Įgyvendinta taikytų gydymo metodų analitinė informacinė sistema leis vertinti gydymo metodų įtaką pacientų būklei ir priimti sprendimus dėl tolimesnės medicinos praktikos, analizuojant per ilgą laiką sukauptus duomenis.

SUMMARY

Even though in the world the unit of information system for medicine is considered an electronic health record providing the continuation of patient's health care, still in Lithuania the majority of medicine records are kept on paper. Therefore, the analysis of the data compiled becomes a complicated task to perform.

Due to the fact mentioned above it is of great relevance for us to implement information systems by means of which it could be possible to save data in a centralized way, to ensure the prolongation of medical care as well as to make a detailed analysis and the assessment of the treatment methods applied.

According to the theory of decision support system model in medicine, the systems should employ the second generation data warehouse, data analysis and processing methods as well as to provide recommendations for decision making.

This Master Degree in Software thesis presents such a system for the sphere of composite trauma treatment especially paying attention to the data analysis and the perfection of the quality algorithms. The problem of incompleteness of data is solved by filling in the missing meanings with either regressive average or by at random chosen typical to the group meaning. The analysis of the missing data filling in algorithm showed that it is possible to perfect data quality without losing either research item or statistic relevancy.

The implementation of analytical information system on the treatment methods would allow to assess the results of treatment methods applied as well as the effects on the patient's health condition, and decision making for further treatment due to analysis of the data compiled in the long run.

1 ĮVADAS

Informacinių technologijų taikymas medicinoje įtakoja medicinos mokslo raidą bei sveikatos priežiūros kokybę. Informacinės sistemos naudojamos sveikatos priežiūros įstaigų administravime, mokslinių tyrimų laboratorijose ir pacientų priežiūros procese [7].

Pagrindinis vienetas pacientų sveikatos priežiūros informacinėse sistemose – elektroninis sveikatos įrašas (ESI) (angl. *electronic medical record*), kitaip elektroninė paciento kortelė. Šis vienetas daugelyje išsivysčiusių valstybių gydymo įstaigų tapo nepakeičiamu siekiant užtikrinti paciento sveikatos priežiūros tęstinumą [2],[7],[17].

Taikytų gydymo metodų informacinė sistema skirta mišrių traumų specialistams: chirurgams, ortopedams ir onkologams. Pagrindinis šios programinės įrangos tikslas – ilgalaikis duomenų apie pacientų sveikatos būklę kaupimas, analizė ir gydymo metodų pagrįstumo įvertinimas, įgyvendinant algoritmą, kuris apdorotų sukauptus duomenis bei pateiktų rekomendacijas gydytojams, remdamasis medicinos ekspertų pateiktais kriterijais.

Tai pirmoji tokio pobūdžio informacinė sistema, skirta šios srities specialistams. Anksčiau informacija apie pacientus buvo renkama tik ambulatorinėse knygelėse, kas apsunkina tokių duomenų analizę bei atima daug gydytojo laiko [20]. Gydymo metodų sekimas yra sunkus ir praktiškai neįmanomas be atitinkamos programinės įrangos [2]. Šio projekto perspektyva – ilgalaikis pacientų būklės sekimas, gydymo metodų stebėjimas bei rekomendacijos šios srities specialistams, remiantis statistine duomenų analize.

Sprendimus palaikančios informacinės sistemos funkcionalumas buvo suformuluotas remiantis užsakovo pageidavimais ir egzistuojančių sistemų analize bei medicinos informatikos rekomendacijomis.

Darbo tyrimo sritis – sprendimus palaikančios informacinės sistemos realizacijos ypatumai, jų pritaikymas realizuojant taikytų gydymo metodų efektyvumo analizės informacinę sistemą. Šiuos ypatumus sudaro antros kartos duomenų saugykla, duomenų gavyba, analizė ir iš to sekantis sprendimo priėmimas[4], [19].

Yptatingas dėmesys realizuojant sistemą buvo skiriamas duomenų analizės bei duomenų nepilnumą sprendžiantiems algoritmams. Trūkstamų duomenų užpildymo algoritmas realizuotas, siekiant pagerinti duomenų kokybę, neprarandant tiriamojo bei statistinio patikimumo [4], [13].

Realizuotos sistemos architektūra aprašyta objektinio projektavimo metodologijai sukurta unifikuota UML kalba. Darbe pateikiami programinės įrangos architektūros modeliai: panaudojimo atvejų, statinis, dinaminis, duomenų ir išdėstymo vaizdas. Detali sistemos

specifikacija ir realizacijos būdas leis nuolat tobulinti sistemą ar pritaikyti kitai medicininei dalykinei sričiai.

Sukurtas produktas, kuris leidžia centralizuotai kaupti duomenis apie pacientus, juos atrinkti, papildyti bei analizuoti informacinės sistemos bei statistinių paketų pagalba. Sistema skirta kelioms vartotojų grupėms (gydytojui, ekspertui ir sistemos administratoriui), kurioms užtikrintos atitinkamos priėjimo prie sistemos teisės. Gydytojai turi galimybę kaupti duomenis apie savo pacientus, jų gydymą bei perduoti duomenis ekspertams, bendradarbiauti siekiant detalios gydymo metodų analizės. Gydytojams-ekspertams prieinamos visos funkcijos bei statistinė surinktos informacijos analizė.

Sprendimus palaikančią informacinę sistemą ateityje numatyta naudoti tarptautiniam bendradarbiavimui, todėl realizuotas nesudėtingas programos pritaikymas kitai kalbai.

Darbo struktūra:

Skyriuje *Sprendimus palaikančių sistemų aktualumas medicinoje ir realizacijos ypatumai* atskleidžiamas sprendžiamo uždavinio aktualumas, panašios realizuotos sistemos, tokių sistemų realizacijos ypatumai, bendri medicininių sistemų bruožai: elektroninis paciento įrašas ir HL7 (*angl. Health Level 7*) standartas.

Skyriaus *Taikytų gydymo metodų informacinės sistemos reikalavimai* tikslas – kuo plačiau atskleisti realizuotos sistemos funkcionalumą ir vartotojo lūkesčius. Jame apibrėžiami sistemos vartotojai, funkciniai ir nefunkciniai reikalavimai

Taikytų gydymo metodų informacinės sistemos projekto skyrius skirtas sistemos panaudojimo atveju, statinio, dinaminio bei išdėstymo architektūros vaizdams atskleisti.

Dalyje *Taikytų gydymo metodų sistemos realizacija, testavimas ir bandomoji eksploatacija* akcentuojamas sprendimus palaikančių sistemų realizacijos ypatumas, duomenų gavyba, taikomi analizės, trūkstumų reikšmių užpildymo algoritmai. Apžvelgiama realizuotos sistemos testavimo procedūra ir trumpai aprašomas duomenų apie pacientus kaupimas.

Trūkstumų duomenų užpildymo algoritmų tyrimo eksperimentas skyriuje aprašomas darbo metu atliktas duomenų kokybę gerinančių algoritmų ištyrimas, siekiant įvertinti, kuris trūkstumų reikšmių užpildymo metodas yra efektyvesnis ir statistiškai patikimesnis.

Sukurto programinės įrangos kokybės vertinimo skyrius skirtas įvertinti sukurtos programų sistemos kokybę pagal ISO 9126 standarto kriterijus, remiantis pagrindinėmis programos metrikomis.

Magistrinis darbas buvo kuriamas dviese. Uždaviniai buvo pasiskirstomi tolygiai analizės, projektavimo, realizavimo, testavimo ir tyrimo etapuose.

Analizės dalyje Mantas atskleidė uždavinio aktualumą ir medicinai skirtų informacinių sistemų sekančius bruožus: elektroninį paciento įrašą, komunikaciją sveikatos priežiūroje, *HL7 (angl. Health Level 7)* standartą. Viktorija atliko egzistuojančių sprendimų apžvalgą bei sprendimus palaikančių sistemų savybių analizę.

Projektavimo metu darbai buvo pasiskirstomi remiantis panaudojimo atvejais.

Galima išskirti, jog realizacijos etape Mantas įgyvendino trūkstumų reikšmių algoritmą, daugiau dirbo prie realizuojamos sistemos modulių Delphi aplinkoje. Viktorija – duomenų bazės realizacijoje, realizuojant duomenų vertinimui, analizei skirtus algoritmus.

Testavimo fazėje darbai buvo pasiskirstomi sekančiai: Viktorija atsakinga už testinių atvejų paruošimą bei už rankinių testų atlikimą, Mantas – už automatinių testų paruošimą bei vykdymą.

Trūkstumų duomenų užpildymo algoritmų tyrimo eksperimentas buvo išskirtas į dvi dalis ir taip paskirstytos studentų atsakomybės.

2 SPRENDIMUS PALAIKANČIŲ SISTEMŲ AKTUALUMAS MEDICINOJE

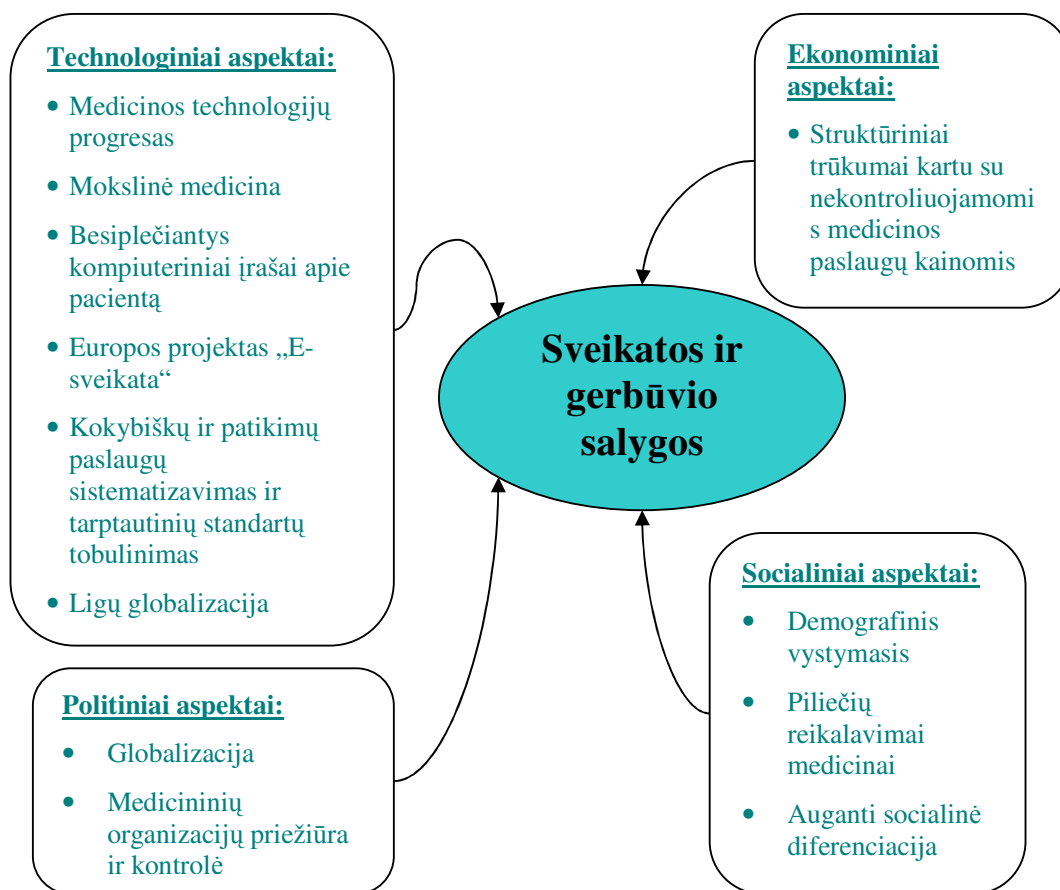
Šiame skyriuje bus apžvelgti pagrindiniai medicininės informacinės sistemos būdingi bruožai: elektroninis paciento įrašas, HL7 (*angl. Health Level 7*) standartas. Atskleidžiamas realizuotos sprendimus palaikančios sistemos aktualumas, taikymo sritis, realizacijos ypatumai bei šio pobūdžio, egzistuojančios, informacinės sistemos.

Taikytų gydymo metodų efektyvumo analitinės sistemos aktualumą geriausiai apibūdina dabartinė situacija Lietuvoje bei ateities perspektyvos.

Egzistuojančių sprendimų bei sistemoms būdingų realizacijos ypatumų analizės pagrindą mūsų pasirinktą sistemos įgyvendinimo būdą.

2.1 Informacinių sistemų taikymas sveikatos priežiūrai

Išsivysčiusiose šalyse pagrindinės sveikatos ir gerbūvio sąlygos keičiasi įtakojamos socialinių, ekonominių, naujų technologijų, politinių ir aplinkos faktorių [2], (1 pav.).



1 pav. Sveikatos ir gerbūvio sąlygos

Naujausios informacinės technologijos neaplenkia ir sveikatos sektoriaus. Pažangiausių medicininės technikos sprendimų bei specializuotos programinės įrangos taikymas turi įtakos sveikatos priežiūros kokybei.

Informacinės sistemos medicinos įstaigose tapo svarbiu įrankiu įstaigos administravime, teikiamų sveikatos priežiūros paslaugų organizavime, pacientų sveikatos priežiūros optimizavime. Ekonomiškai išsivysčiusiose valstybėse atsirado elektroninė paciento ligos istorija (kitai elektroninis paciento sveikatos įrašas), kurios dėka galima nuosekliai sekti asmens fizinę būklę, o sekant ir analizuojant grupę žmonių, jau galima spręsti apie taikytinų gydymo metodų efektyvumą arba trūkumus [7].

Lietuvoje informacinės sistemos gydymo įstaigose dar tik atsiranda. Duomenys apie pacientus (ligos istorijos) renkami ambulatorinėse knygelėse. Tokia forma surinkti duomenys sunkiai analizuojami (arba visai neapdorojami), o ligos istorijos pildymas atima daug medicinos personalo laiko paciento apžiūros sąskaita. Taigi, sveikatos paslaugų kokybė nukenčia.

Bendras informacinių technologijų taikymas medicinoje remiantis statistikos departamento duomenis (1 lentelė) buvo itin žemas lyginant su kitomis įstaigomis [14].

1 lentelė

Informacinių technologijų panaudojimas sveikatos priežiūros įstaigose bei įmonėse.

Informacinių technologijų taikymas	Sveikatos priežiūros įstaigos	Kitos įmonės
Įstaigų, turinčių asmeninių kompiuterių, dalis	94,0%	91,7%
Įstaigų, turinčių internetą, dalis	91,3%	85,2%
100-ui darbuotojų tenka kompiuterių	9,0%	
100-ui darbuotojų tenka kompiuterių su interneto prieiga	7,0%	21,9%
Darbuotojų, naudojančių kompiuterius, dalis	18,5%	
Darbuotojų, naudojančių internetą, dalis	15,3%	

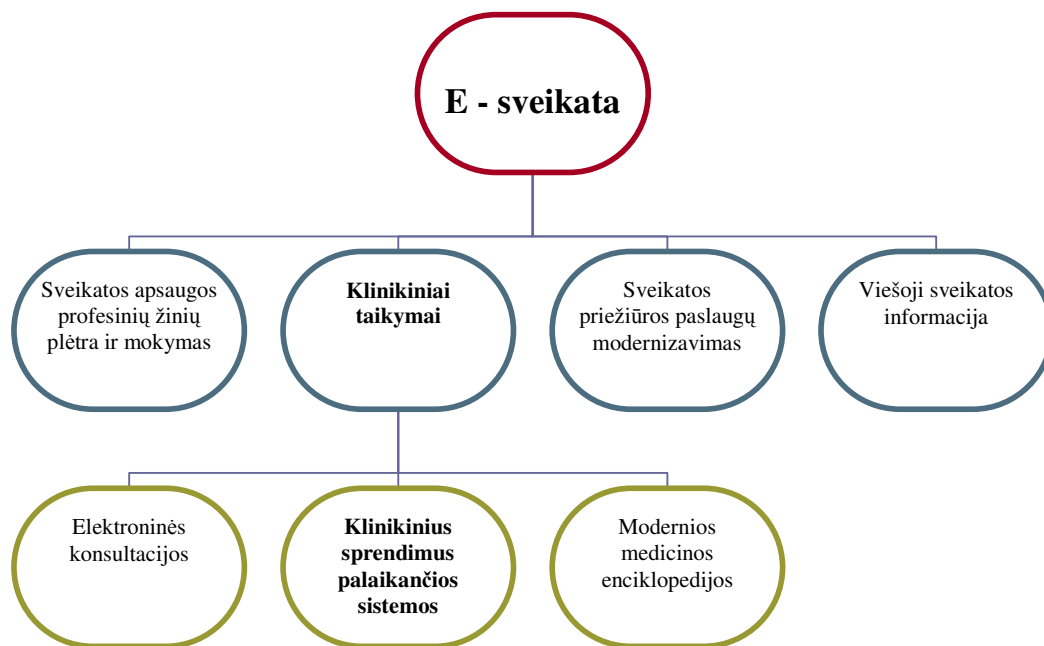
Tarptautinis projektas e-sveikata neaplenkia ir Lietuvos medicinos sistemos. Iškelti bendri uždaviniai – pritaikyti naujausias informacines technologijas sveikatos priežiūroje: skatinti informacinių sistemų kūrimą, sveikatos įstaigų kompiuterizavimą, bei bendradarbiavimą su kitomis valstybėmis, remiantis bendra standartizacija [20].

Sukurta sprendimus palaikanti informacinė sistema leidžianti mišrių traumų specialistams stebėti pacientus, jų diagnozes bei analizuoti duomenis remiantis skirtingais statistiniais kriterijais.

2.2 E – sveikata

Tobulėjant kompiuteriniams tinklams, internetui atsirado sąvoka – e-sveikata. Tai globali informacinės visuomenės programa kelianti tikslus glaudžiam bendravimui bei bendradarbiavimui tarp sveikatos įstaigų, medicinos specialistų nepaisant fizinių sistemų architektūrų. Esminis tikslas - skirtingų sistemų apjungimas bendram darbui ir kokybiškų sveikatos paslaugų užtikrinimui [20]. Šiuo metu tai aktualu dėl gyventojų mobilumo.

E - sveikatos programos viena iš krypčių – klinikinių sprendimus palaikančių sistemų vystymas [20], (2 pav.).



2 pav. E – sveikata

Norint užtikrinti sėkmingą tarptautinį medicininį bendradarbiavimą, duomenų apsaikimą būtina laikytis standartų duomenų apsaikimui (kaip *HL7 – Health Level 7*) bei bendrai informacinių sistemų architektūrai (*SISA*) [6], [20].

2.3 Elektroninis paciento įrašas (ESĮ)

Informacinės sistemos medicinoje – įrankis sveikatos priežiūros įstaigų administravime, mokslinėse laboratorijose, pacientų priežiūroje. Pagrindinis vienetas sveikatos priežiūros sistemose - elektroninis paciento (angl. *EMR-electronic medical record*) įrašas (ESĮ), kitaip elektroninė paciento kortelė [2]. Šis vienetas tapo nepakeičiamu užtikrinant paciento sveikatos priežiūros tęstinumą daugelyje išsivysčiusių valstybių gydymo įstaigų [17].

Elektroninis paciento įrašas, daugumoje šaltinių pateikiamas kaip ESĮ.

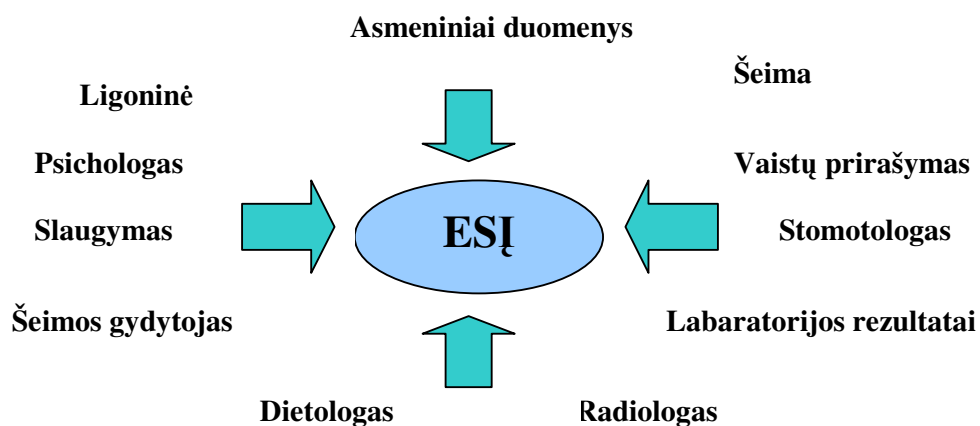
ESĮ gali labai skirtis kiekviename gydymo sektoriuje. *OpenEHR* apibrėžia tris pagrindinius ESĮ lygius: virtualus, bendras ir vietinis.

Vietinis ESĮ – sveikatos įstaigos, specialisto įrašai apie pacientus. Pavyzdžiui, poliklinikos vietiniai įrašai, dantistų registracijos sistemoje paciento duomenys [17].

Bendras ESĮ – bendresni duomenys apie pacientus, o virtualus ESĮ – tai valstybinės reikšmės elektroninis sveikatos įrašas [17].

ESĮ pagrindinis tikslas – užtikrinti paciento sveikatos priežiūros tęstinumą. Teisingai įgyvendinus ESĮ sistemas būtų suteikta galimybė keisti duomenimis, o tai pagerintų sveikatos priežiūros kokybę, sumažintų medicininių klaidų tikimybę.

Paciento ESĮ gali susidėti iš keliuose sistemose sukauptų duomenų (3 pav.), [17].



3 pav. Elektroninis sveikatos (paciento) įrašas

Siekiant sėkmingai plėtoti ESĮ, būtina atsižvelgti į standartus. Pagrindiniai sveikatos priežiūroje naudojami standartai: IEEE 1073, HL7, DICOM (2 lentelė)

Pagrindiniai sveikatos priežiūroje naudojami standartai

Standartas	Paskirtis
IEEE 1073	Nustato reikalavimus medicinos įtaisams.
HL7 („Health Level 7“)	Nusako perduodamų ir priimamų duomenų formatą, aprašo duomenų saugumą [10].
DICOM („Digital Imaging and Communications in Medicine“)	Apibrėžia reikalavimus rentgenogramoms, kitai vaizdinei informacijai.

2.4 Komunikacija sveikatos priežiūroje

Atsiradus internetui išnyko komunikacijos barjeras. Galimybė keistis, bet kokio tipo (vaizdo, garso ir t.t.) informacija paskatino įvairių specialistų, organizacijų bendradarbiavimą. Bendradarbiavimas tarp sveikatos priežiūros įstaigų ar pavienių specialistų - geresnių medicininių paslaugų perspektyva [2].

Ryšys gali būti:

- tiesioginis
- tinklinis

Ryšio paslaugas atitinkamai užtikrina *paprastosios* ir *pažangiosios* ryšio paslaugos.

Paprastosios (*simple communication services*):

- duomenų perdavimo protokolas (ftp)
- nuotolinis prisijungimas (*telnet, rlogin*)

Pažengusios (*advanced communication services*):

- e-paštas
- *www, wais*
- griežtas ar lankstus pasikeitimas pranešimais (*angl. rigid or flexible event driven messaging*)(*HL7, xml, xDT*)

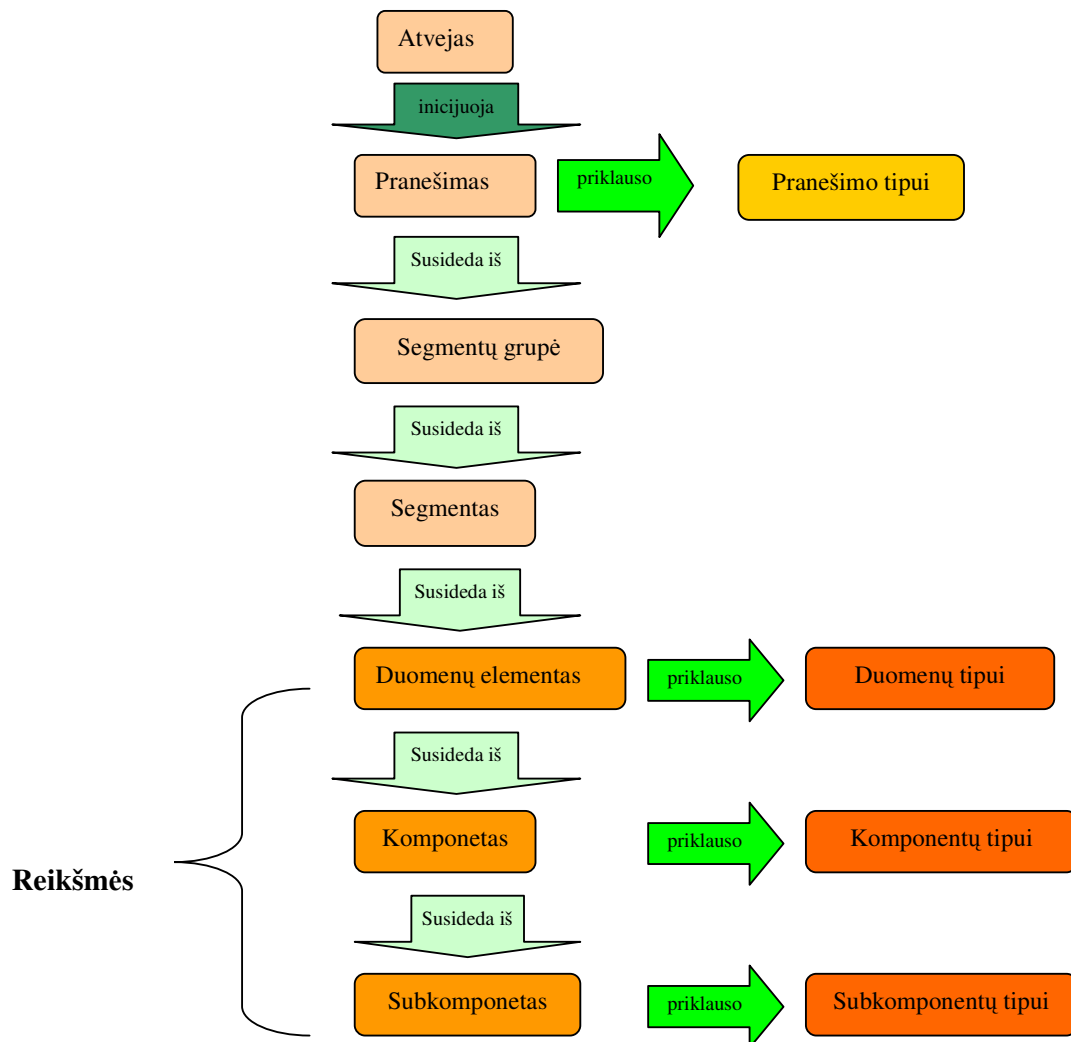
Dauguma medicinai skirtų medicininės įstaigos valdymo, analitinių, statistinių gydymo metodų apžvalgos informacinių sistemų yra uždaros sistemos. Duomenys apie pacientus (diagnozes, gydymą ir t.t.) turi būti itin saugomi, todėl tikslinga užtikrinti bendradarbiavimą tarp srities specialistų, paremtą griežta ar lanksčia žinučių apsikeitimo technologija [5] [6].

HL7 (*angl. health level 7*) protokolas naudojamas daugumoje gydymo įstaigų, kaip medicininių informacinių sistemų standartas, saugiam duomenų apsaugimui bei skirtingų sistemų suderinamumui užtikrinti [10].

2.5 HL7 standartas

HL7 (*angl. Health Level 7*) – informacijos apsaugos standartas sveikatos priežiūros įstaigose, organizacijose. HL7 siekia supaprastinti duomenų apsaugimą tarp skirtingų įstaigų, naudojančių skirtingas platformas, operacines sistemas ar programinius paketus [2]. HL7 suteikia galimybę skirtingoms sistemoms keistis duomenimis nepaisant architektūrinių skirtumų.

HL7 protokolas medicininių duomenų apsaugimui nusako ir siunčiamą pranešimą ir jo apsaugos formatą [11]. HL7 architektūrinis sprendimas [2], [18] atvaizduotas schemeje (4 pav.).



4 pav. HL7 (*angl. Health Level 7*) protokolo schema

2.6 Egzistuojančių sveikatos priežiūros informacinių sistemų apžvalga

Šiame skyriuje apžvelgsime informacinių sistemų taikymą Lietuvos sveikatos priežiūroje. Detaliau pažvelgsime į artimas mūsų realizuotai sistemai: sprendimus palaikančios, informacinės sistemos ligoniams po išeminės širdies chirurginio gydymo, bei statistinės Lietuvos sveikatos rodiklių sistemos ypatumus.

Lietuvoje paskutiniu metu sparčiai diegiamos informacinės sistemos. Daugumos sistemų paskirtis – sveikatos priežiūros įstaigų administravimas galime išskirti ir keletą novatoriškų projektų, pritaikytų sveikatos priežiūroje.

Medicinių įstaigų administravimo sistemos [12]:

- „SVEIDRA“ – privalomojo sveikatos draudimo IS
- Informacinė sistema Kauno medicinos universiteto klinikose
- „E-sveikatos projektai Vilniaus mieste“
- „Internetinė paciento kortelė“ (Santariškių klinikose)
- „SKS vaistai“ (vaistinių informacinė sistema)
- „Duomenų perdavimo sprendimai gydymo įstaigose“

Paciento priežiūrai skirta informacinė sistema [12]:

- “THALIA: mobili pacientų priežiūra”

2.6.1 Biomedicininė IS ligoniams po išeminės širdies chirurginio gydymo

Tai KMU psichofiziologijos ir reabilitacijos instituto projektas - sergančiųjų išemine širdies liga po aortokoronarinių jungčių operacijų būklės pastovaus stebėjimo ir konsultacijų sistemos modulis, prieinamas per interneto naršykle adresu - <http://www.pri.kmu.lt> [1] (5 pav.)

Tai gydytojui ir pacientui skirta informacinė sistema. Gydytojui – leidžianti stebėti visą paciento diagnostikos, gydymo ir reabilitacijos procesą, o pacientui – greitai suteikianti reikalingas konsultacijas [1].

Sistema naudojasi 5 vartotojų grupės:

- administratorius;
- vartotojai įvedantys duomenis;
- vartotojai vykdantys paiešką;
- vartotojai įvedantys duomenis ir vykdantys paiešką;
- ligoniai.



BIOMICININĖ INFORMACINĖ SISTEMA LIGONIAMS PO IŠEMINĖS ŠIRDIES CHIRURGINIO GYDYMO

Duomenų bazės aprašymas (1)

Šioje diagramoje pateikta bendra duomenų struktūra bazėje

INFORMACIJA APIE PROJEKTĄ

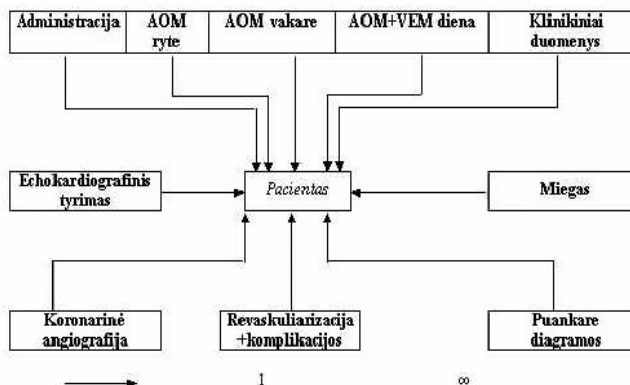
PROJEKTO APIBŪDINIMAS

VARTOTOJŲ VADOVAS

DUOMENŲ BAZĖS APRAŠYMAS

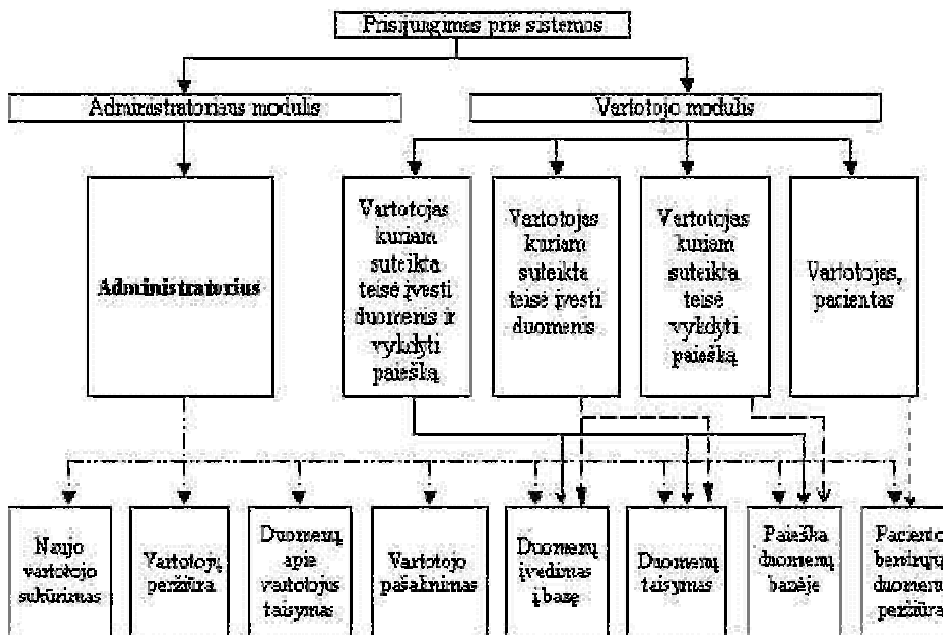
- Administracinės dalies parametrai
- Aktyvaus ortostatinio mėginio ir veloergometrijos parametrai
- Aktyvaus ortostatinio mėginio vakare prieš miegą ir ryte po miego parametrai
- Nakties miego tyrimo parametrai
- Koronarinės angiografijos tyrimo parametrai
- Revaskularizacijos tyrimo ir komplikacijų parametrai
- Echokardiografinio tyrimo parametrai

Duomenų bazės diagrama:



5 pav. KMU Biomedicininė informacinė sistema

Internetinėje prieigoje pateikiamoje dokumentacijoje gerai atsispindima sistemos realizacijos struktūra [1](6 pav.).



Bendra sistemos programinės realizacijos struktūra

6 pav. Sistemos realizacijos schema

Tai pacientų sveikatos būklės sekimo programa, leidžianti pacientui glaudžiai bendradarbiauti su savo gydytoju, o gydytojui priimti sprendimą dėl tolimesnio gydymo. Internetinę prieigą turinti sistema, pateikia nemažai informacijos apie sistemos realizaciją, tačiau prieinama tik registruotiems vartotojams.

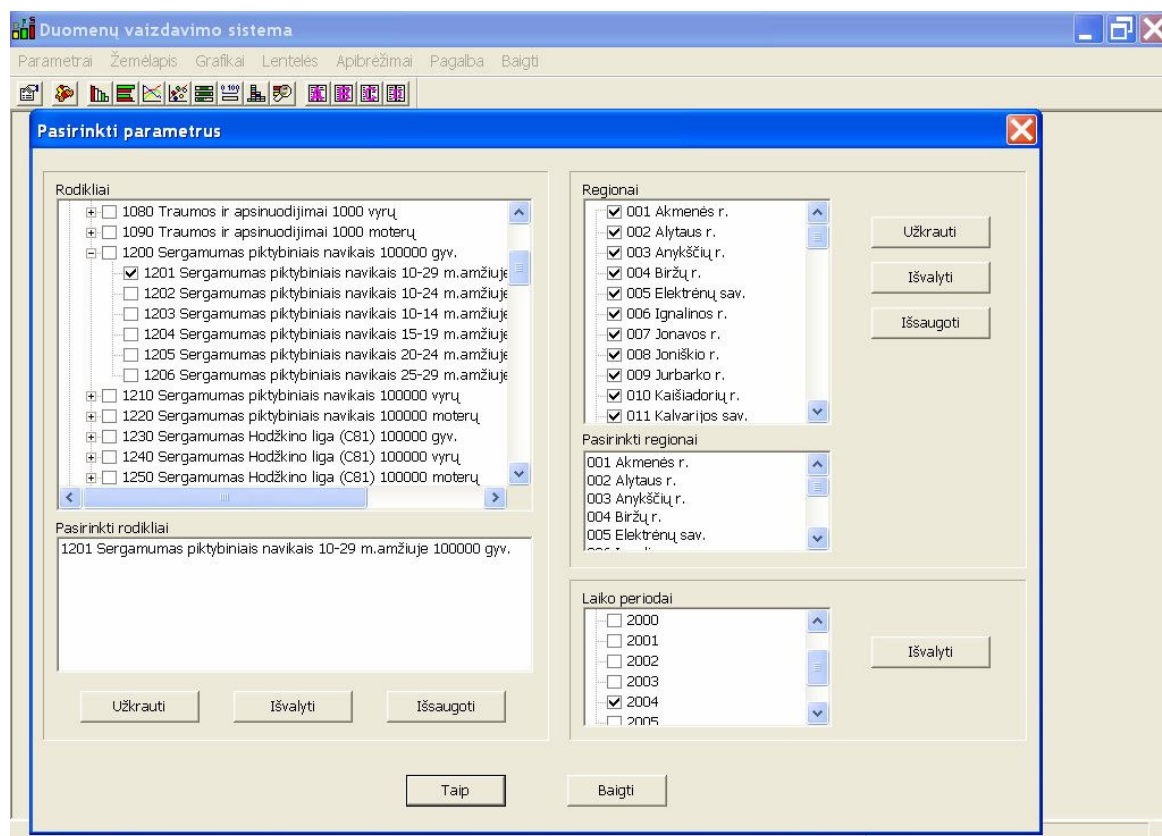
2.6.2 Lietuvos sveikatos rodiklių sistema (LSRS)

Kompiuterinė statistinių sveikatos duomenų vaizdavimo ir analizės sistema – Lietuvos Sveikatos Informacijos Centro visiems norintiems prieinama informacinė sistema [15].

Šis centras kaupia, koordinuoja ir apdoroja informaciją apie gyventojų sveikatos būklę, sveikatos priežiūros įstaigas nacionaliniu lygiu.

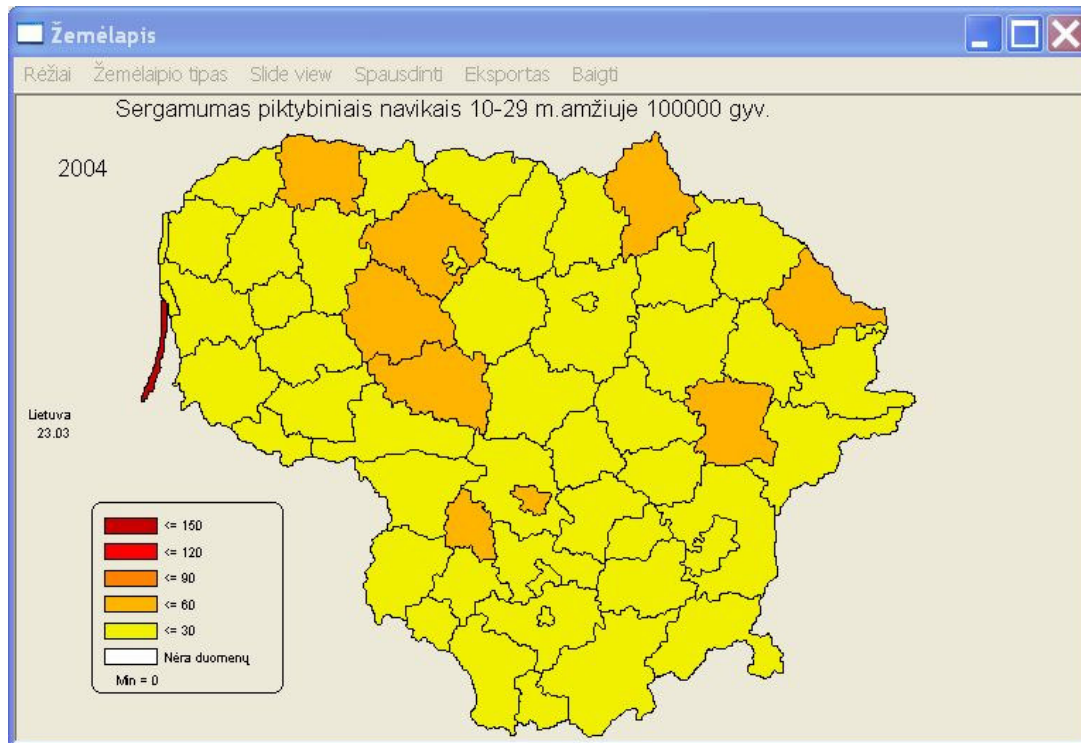
Informacinę sistema pasiekama per internetinę prieigą <http://www.lsic.lt/>.

Parsisiuntus šios informacinės sistemos modulį, buvo išbandytas sistemos veikimas (7 pav.).



7 pav. Pasirenkami duomenų vaizdavimo parametrai

Bandymui pasirinkta su mūsų realizuota sistema susijusi statistika – sergamumas piktybiniais navikais. Parametrų lange nurodomi kriterijai: amžiaus grupė, regionai bei laikotarpis. Pasirinkus duomenų pateikimo parametrus galima pasirinkti informacijos atvaizdavimo būdą: žemėlapi, grafiką, lentelę ir pan. Bandymui pasirinkome žemėlapio diagramą (8 pav.).



8 pav. Žemėlapis diagrama „Sergamumas piktybiniais navikais 10-29 m. amžiuje 100000 gyventojų“.

LSIC duomenis apie pacientų sergamumą piktybiniais navikais gauna iš Vėžio registro centro, kuriam pateikiama informacija iš sveikatos priežiūros įstaigų.

Lietuvos sveikatos rodiklių sistema naudotis paprasta, pateikiama bendra informacija apie gyventojų sergamumą amžiaus grupėse. Jos paskirtis – informuoti apie bendrą sveikatos padėtį Lietuvoje, pateikti rezultatų suvestines [15]. Smulkesnė, išsamesnė analizė apie gydymo metodus dar neprieinama visuomenei ar gydytojams specialistams.

2.6.3 „Navikai“ informacinė sistema

Ši informacinė sistema yra artimiausia savo tematika mūsų taikytų gydymo metodų efektyvumo analitinei sistemai.

IS „Navikai“ skirta mišrių traumų gydytojams, siekiant kaupti duomenis apie gydytus pacientus. Tai vietinė informacinė sistema, kuria naudojasi vieno skyriaus gydytojas. Jos pagrindinės funkcijos [9]:

- kaupti duomenis apie pacientus anketos forma
- pateikti gydytų ligonių suvestines diagramų pagalba

Duomenų suvedimas atliekamas formų pagalba (9 pav.)

9 pav. Informacinės sistemos „Navikai“ pirmasis duomenų apie pacientus langas

Gydytų ligonių apibendrinimas pateikiamas dviem būdais: įvertinant destrukcijos židinio dydžio bei pataloginių lūžių priklausomybę nuo amžiaus (10 pav.).

10 pav. Informacinės sistemos „Navikai“ duomenų įvertinimo būdai

Dalis šios informacinės sistemos klausimyno buvo panaudota mūsų informacinei sistemai. „Navikai“ IS realizuota Dephi programavimo aplinkoje, tačiau neturi duomenų bazės valdymo sistemos. Duomenys apie pacientus saugomi tekstiniame faile juos koduojant,

todėl buvo priimtas sprendimas sistemą realizuoti iš naujo. Tokia sistemą būtų sunku išplėsti, papildyti naujomis funkcijomis.

2.6.4 Egzistuojančių sprendimų palyginimas

Siekiant pasirinkti tinkamą sistemos realizacijos sprendimą ir pagrįsti uždavinio aktualumą, tikslinga atlikti egzistuojančių sprendimų palyginimą (3 lentelė).

3 lentelė

egzistuojančių sprendimų palyginimas

Funkcijos/ Sistemos	Biomedicininė IS ligoniams po išeminės širdies chirurginio gydymo [1]	Lietuvos sveikatos rodiklių sistema (LSRS) [15]	„Navikai“ IS [9]	Taikytų gydymo metodų efektyvumo analitinė IS
Duomenų registracija, kaupimas	✓	✓	✓	✓
Duomenų analizė		✓	✓	✓
Sprendimo priėmimas	✓			✓
Duomenų statistinis įvertinimas		✓		✓
Duomenų vaizdinis pateikimas		✓	✓	✓
Duomenų centralizuotas surinkimas	✓	✓		✓
Duomenų nepilnumo problemos sprendimas				✓
Gydymo metodų analizė, prognozės				✓

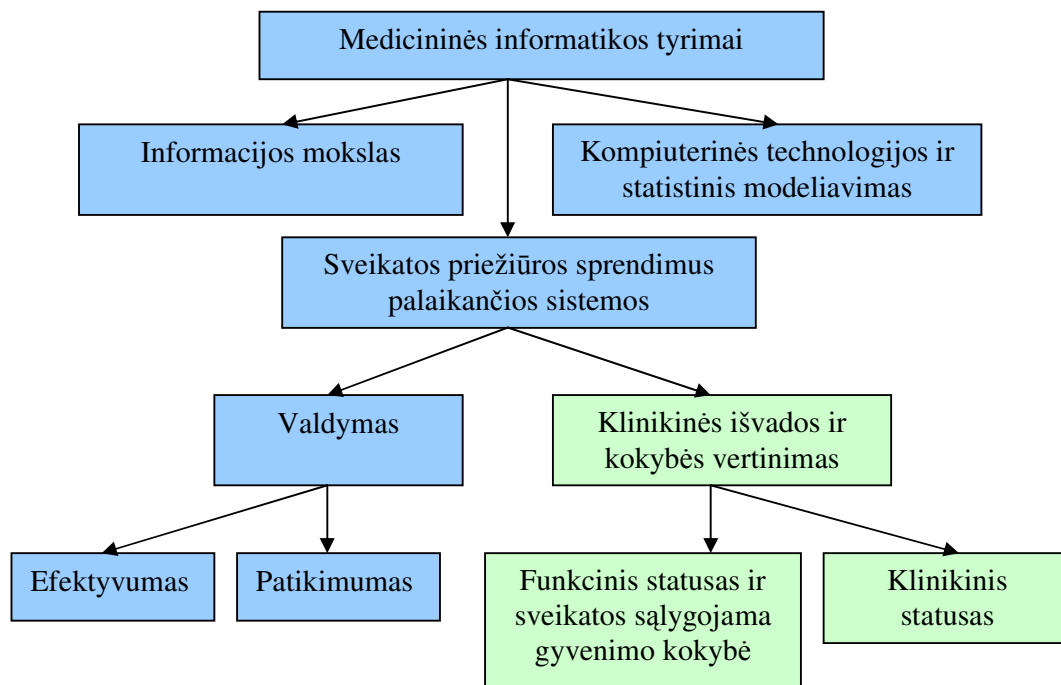
Palyginus panašias sistemas matome, jog realizuota taikytų gydymo metodo efektyvumo analitinė sistema sprendžia tokius aktualius uždavinius, kaip duomenų

centralizuotas surinkimas, nepilnumo problemos sprendimas, gydymo metodų analizė ir tolimesnės prognozės. Duomenų gausa, pilnumas ir išsami analizė leidžia priimti tolimesnius gydymo strategijos sprendimus.

2.7 Sprendimus palaikančių informacinių sistemų savybių analizė

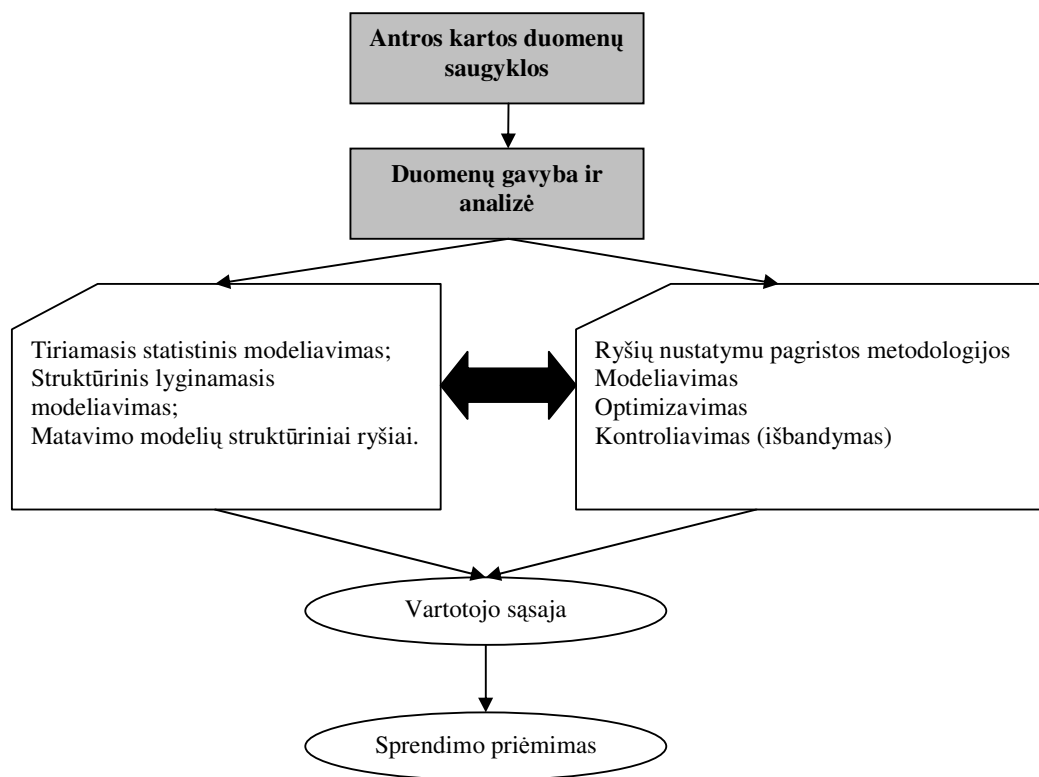
Realizuojant taikytų gydymų metodų efektyvumo analitinę sistemą buvo apžvelgti medicinos sprendimus palaikančių sistemų bendri ypatumai. Šiame skyriuje pateikiami bendri tokių sistemų bruožai, medicinos informatikos rekomendacijos ir abstraktus sprendimus palaikančios sistemos modelis.

Medicinos informatikos moksliniai tyrimai apima informacijos mokslą, kompiuterines technologijas, statistinio modeliavimo technikas, bei siekia vystyti sprendimus palaikančias sistemas, kurios pagerintų sveikatos paslaugų ir pacientų priežiūros kokybę [19]. Medicinos informatikos mokslinio tyrimo analitinės strategijos pateikiamos (11 pav.).



11 pav. Medicinos informatikos mokslinio tyrimo analitinės strategijos

Rekomendacijos bei sprendimus palaikančių informacinių sistemų abstraktus modelis, kuriuo buvo remiamasi realizuojant mūsų sistemą [19], (12 pav.).



12 pav. Sprendimus palaikančių informacinių sistemų abstraktus modelis

Sprendimus palaikančių sistemų pagrindinės charakteristikos: antros kartos duomenų saugyklos, duomenų gavyba ir analizė, vartotojo sąsaja ir sprendimo priėmimas.

Antros kartos duomenų saugyklos (*angl. data warehouse*) tampa aktualios realizuojant dideles informacines sistemas, kuriose atliekama dažna duomenų analizė, siekiant pagreitinti duomenų operacijas.

Duomenų gavybos ir analizės pagrindinis aspektas – kaip atrinkti, apdoroti duomenis, kad iš jų būtų galima priimti sprendimą. Mūsų realizuotos sistemos atveju - tai statistinė analizė, kurios pagrindu mūsų sistemos vartotojai daro išvadas.

Vartotojo sąsajos pagrindinis uždavinys – užtikrinti nesudėtingą bendravimą vartotojui su sistema. Duomenų analizės rezultatai, jų grafinis atvaizdavimas, patogus pateikimas turi įtakos sprendimo priėmimui.

Sprendimo priėmimas – tai sprendimus palaikančios sistemos tikslas, kuris pasiekiamas dėka prieš tai išskirtų realizuotų sistemos ypatybių.

2.8 Siekiamos sistemos tikslai ir sprendžiamos problemos

Kuriamos informacinės sistemos tikslas išspręsti problemas su kuriomis susiduria mišrių traumų specialistai. Kadangi duomenys apie pacientus laikomi popieriniame variante,

jų statistinis įvertinimas tampa sunkiu uždaviniu. Šiuo metu duomenys onkologijos ligų statistinei analizei atrenkami atsižvelgiant tik į kelis kriterijus ir pildomos tokios ataskaitos: duomenys apie dispanserizuotus onkologijos ligonius, apie ataskaitiniais metais mirusius ligonius, ataskaitiniais metais įrašytus į įskaitą ligonius. Surinktus duomenis vertina ir ruošia suvestines Lietuvos onkologijos skyrius. Tačiau net ir bendrų duomenų apie onkologinius ligonius surinkimas sudėtingas, o rezultate tik bendra ataskaita atspindinti esamą situaciją Lietuvoje. Svarbus uždavinys – suteikti galimybę gydytojams kaupti išsamesnę informaciją apie pacientus, kuri leistų spręsti ir apie taikytus gydymo metodus.

Problemos su kuriomis susidurė sistemos užsakovai:

- paciento ligos istorijos vedimas bei analizė

Visa pacientų ligos istorija buvo pildoma į ambulatorinės knygeles ranka. Tai užimė tikrai daug laiko ir buvo nemaža klaidų tikimybė. Senų ligos įrašų paieška sudėtinga, reikalingų duomenų atranka tikslesniam įvertinimui praktiškai neatliekama arba atliekamas paviršutinis informacijos apdorojimas.

- duomenų apie pacientus centralizuotas surinkimas

Duomenų apie šios srities pacientus, jų diagnozes bei gydymą paviršutiniška analizė buvo atliekama atskirose gydymo įstaigose. Bendradarbiavimas su kitų sveikatos priežiūros įstaigų šios srities specialistais, leistų atlikti išsamesnę analizę bei įvertinti gydymų pagrįstumą ir efektyvumą.

- duomenų apie pacientą saugumas

Kadangi visa informaciją apie pacientus buvo kaupiama popieriniame variante, tai visišką šių duomenų konfidencialumą buvo sunku užtikrinti. Sistema užtikrintų duomenų apie pacientų saugumą atsižvelgiant į medicininių dokumentų tarptautinius saugumo reikalavimus.

- informacijos/patirties apsikeitimas tarp specialistų

Būdai keistis reikalinga informacija/patirtim tos pačios srities specialistų: konferencijos, papildomi mokymai, naujausia literatūra, publikacijos ir t.t. Bendradarbiaujant bei naudojantis viena sistema apsikeitimas informacija taptų prieinamesnis bei patogesnis. Projekto tikslas sukurti informacinę sistemą mišrių traumų specialistams, taikytų gydymo metodų sekimui ir įvertinimui t.y. ilgalaikiam duomenų, indikatorių apie pacientų sveikatos būklę kaupimui bei analizei.

Mokslinis tikslas – remiantis duomenų analizės metodais, sudaryti algoritmą, kuris pagal medicinos ekspertų pateiktus kriterijus leistų įvertinti taikytų gydymo metodų įtaką pacientų sveikatos būklei, naudojant duomenis, sukauptus per ilgesnius laiko periodus, bei pateiktų rekomendacijas gydytojams priimant sprendimus.

Kuriama informacinė sistema turėtų realizuoti sekančius uždavinius:

- centralizuoti duomenų apie pacientus surinkimą, apsikeitimą,
- atlikti surinktos informacijos statistinę analizę, kuri leistų daryti išvadas apie taikytų gydymo metodų efektyvumą ar trūkumus,
- papildyti nepilnus duomenis ir priimti sprendimus dėl jų naudojimo analizei;
- pateikti gydymo metodų, pacientų būklės statistines prognozes,
- suteikti galimybę administruoti (tvarkyti, rūšiuoti, šalinti) informaciją.

Užtikrinant šios IS integralumą, ateities perspektyva – ilgalaikis rizikos grupei priklausančių, traumas, navikus bei chirurgines operacijas turėjusių pacientų stebėjimas, galimybė statistiškai įvertinti jiems taikytų gydymo metodų efektyvumą ar trūkumus, pateikti statistines prognozes.

2.9 Analizės išvados

Apžvelgus informacinių sistemų taikymą Lietuvos sveikatos priežiūroje ir dabartinio E-sveikata projekto keliamus tikslus, galima teigti, kad aktualiausias uždavinys yra kaupti duomenis apie taikytų gydymo metodų įtaką pacientų būklei, nes tik tokiu būdu galima įsitikinti jų efektyvumu ir gerinti medicinos praktiką.

Išanalizuoti taikomųjų sistemų pavyzdžiai (sprendimus palaikanti sistema ligoniams po išeminės širdies chirurginio gydymo, „Navikai“ sistema, Lietuvos sveikatos rodiklių sistema, kaupianti ir analizuojanti nacionalinę sveikatos priežiūros padėtį) rodo, kad siekiama sistema turėtų apimti ir vienu, ir kitų sistemų savybes ir turėti dar papildomų savybių: ne tik registruoti duomenis apie kiekvieno paciento, bet ir surinkti duomenis iš nutolusių taškų, spręsti duomenų nepilnumo problemą, atlikti išsamią statistinę analizę, pateikti prognozes, kas leistų priimti sprendimą dėl taikytų gydymo metodų efektyvumo ir pagrįstumo.

Panašias sistemas tikslinga sukurti ir kitose medicinos srityse, kadangi esamos sistemos apima tik labai bendrus rodiklius ir reikiamo detalumo informacija specialistams nėra prieinama.

Kadangi dauguma medicinai skirtų sistemų yra uždaros ir neprieinamos ir buvo sudėtinga rasti tinkamų sprendimų, buvo išanalizuotas abstraktus medicinos informatikos sprendimus palaikančios sistemos modelis, kad juo būtų galima pasiremti kuriant siekiamą sistemą.

Kad užtikrinti sėkmingą bendradarbiavimą su kitomis sistemomis bei po kurio laiko spręsti apie taikytų gydymo metodų poveikį paciento sveikatos būklei, elektroniniams paciento įrašams tikslinga taikyti sveikatos priežiūros standartą HL7 (*angl. Health Level 7*)[10].

3 TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ INFORMACINĖS SISTEMOS REIKALAVIMAI

Šiame skyrelyje apžvelgiami informacinei sistemai kelti funkciniai, nefunkciniai reikalavimai. Apibrėžiami vartotojų tipai bei jų santykis su taikytų gydymo metodų efektyvumo analitine sistema.

3.1 Sistema ir jos vartotojai

Taikytų gydymo metodų efektyvumo analizės informacinė sistema skirta trimis vartotojų grupėms: gydytojui, gydytojui-ekspertui bei administratoriui. Visi vartotojai turi prisijungimo vardus, kurie suteikia skirtingas naudojimosi sistema teises. Žemiau išskiriamos kiekvieno vartotojo teisės bei sistemos funkcionalumas.

- Gydytojas

Sistema ir teisėmis naudosis skirtingų rajonų gydymo įstaigų mišrių traumų specialistai. Šio tipo vartotojams priskiriami mišrių traumų specialistai: onkologai, chirurgai ir ortopedai. Sistemos pagalba gydytojai gali kaupti duomenis apie savo pacientus, jų diagnozes, gydymą bei jo įtaką gydomųjų gyvenimo kokybei. Surinkti pacientų sveikatos įrašai persiunčiami ekspertams detalesnei analizei, siekiant įvertinti gydymo taikymus ir efektyvumą. Gydytojai gali bendrauti su gydytojais-ekspertais pranešimų pagalba.

- Ekspertas

Tai mišrių traumų specialistas, gaunantis anketas iš įvairių gydymo įstaigų gydytojų, bei galintis tuos duomenis analizuoti, įvertinti pagal pasirenkamus tyrimo kriterijus. Šiam vartotojui prieinamos visos funkcijos kaip ir gydytojui bei visas statistinės analizės modulis. Gydytojas-ekspertas gali keistis su kolegomis pranešimais, gautos analizės rezultatais, prognozėmis, įvertinus surinktus duomenis apie gydymo metodus.

- Administratorius

Šis vartotojas atsakingas už sistemos administravimą: vartotojų sukūrimą, šalinimą, teisių suteikimą, informacinės sistemos atnaujinimą, anketų pritaikymą kitai kalbai. Sekančiame skyriuje detaliau bus apžvelgtos sistemos vartotojų funkcijos.

3.1.1 Panaudojimo atvejai

Šioje skiltyje pateikiamas panaudojimo atvejų aprašas (4 lentelė) bei panaudojimo atvejų schema (13 pav.).

panaudojimo atvejų aprašas

Atvejis	Aprašymas
Prisijungimas prie sistemos	Besikeičiantis slaptažodis užtikrina, kad sistema naudosis tik registruoti vartotojai.
Kalbos parinkimas	Sistema veikia pasirinkta kalba.
Žinučių siuntimas/gavimas	Leidžia vartotojams tarpusavyje keisti informacija.
Pacientų duomenys	Duomenų apie pacientus kaupimas, šalinimas, koregavimas
Rentgeno nuotraukos	Rentgenogramų įkėlimas, redagavimas, aprašymas, šalinimas
QLQ anketos	QLQ anketų pildymas, redagavimas, šalinimas
Paieška	Paieškos kriterijus atitinkančių rezultatų pateikimas
Duomenų eksportavimas	Paciento įrašų eksportavimas į kitus programinės įrangos formatus
Anketų gavimas	Galimybė priimti duomenis apie pacientus
Anketų siuntimas	Paciento duomenų siuntimas specialistams – ekspertams
Statistikos konstravimas	Statistikos kriterijų pasirinkimas
Duomenų užpildymas	Trūkstamus duomenis užpildyti atsitiktine reikšme ar vidurkiu iš panašių pacientų grupės
Spausdinimas	Paciento duomenų, analizės rezultatų spausdinimas
Anketų administravimas	Galimybė sukurti / koreguoti anketas (klausimynus)
Vartotojų administravimas	Naujų vartotojų sukūrimas, šalinimas sistemoje.
Kalbų administravimas	Naujos kalbos įvedimas, koregavimas.

1. Panaudojimo atvejis: Prisijungimas prie sistemos.	
Vartotojai/Aktoriai:	Administratorius, Gydytojas, Ekspertas.
Aprašas:	Užtikrina, kad sistema naudosis tik registruoti vartotojai.
Prieš-sąlyga:	Vartotojai turi būti registruoti
Sužadinimo sąlyga:	Vartotojai nori dirbti su įrankiu
Po-sąlyga:	Vartotojai prijungiami/atjungiami sistemoje

2. Panaudojimo atvejis: Žinučių siuntimas/gavimas.	
Vartotojas/Aktorius:	Gydytojas, Ekspertas.
Aprašas:	Leidžia vartotojams tarpusavyje keistis informacija.
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos, interneto ryšys
Sužadinimo sąlyga:	Esant vartotojo pageidavimui keistis informacija
Po-sąlyga:	Žinutė nusiųsta/gauta

3. Panaudojimo atvejis: Pacientų duomenys.	
Vartotojas/Aktorius:	Gydytojas, Ekspertas.
Aprašas:	Pildo, kaupia duomenis apie pacientus.
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Naujos informacijos papildymas
Po-sąlyga:	Duomenų apie pacientą pakitimas

4. Panaudojimo atvejis: Rentgeno nuotraukos.	
Vartotojas/Aktorius:	Gydytojas, Ekspertas.
Aprašas:	Pildo, kaupia, analizuoja bei aprašo rentgenogramas.
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Naujos informacijos papildymas
Po-sąlyga:	Duomenų apie pacientą pakitimas

5. Panaudojimo atvejis: QLQ anketos.	
Vartotojas/Aktorius:	Gydytojas, Ekspertas.
Aprašas:	Pildo, kaupia QLQ anketas.
Prieš-sąlyga:	Pildo, kaupia duomenis apie pacientus.
Sužadinimo sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos
Po-sąlyga:	Naujos informacijos papildymas

6. Panaudojimo atvejis: Paieška.	
Vartotojai/Aktoriai:	Gydytojas, Ekspertas.
Aprašas:	Suranda reikiamus duomenis
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Informacijos paieška
Po-sąlyga:	Surasti paieškos kriterijus atitinkantys duomenys

7. Panaudojimo atvejis: Duomenų eksportavimas	
Vartotojas/Aktorius:	Gydytojas, Ekspertas.
Aprašas:	Eksportuoja duomenis į kitus formatus
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Duomenų išsaugojimas kitu formatu
Po-sąlyga:	Duomenys išsaugoti kitu formatu

8. Panaudojimo atvejis: Anketų gavimas.	
Vartotojai/Aktoriai:	Ekspertas.
Aprašas:	Priima duomenis apie pacientus
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos, reikalingas internetinis ryšys
Sužadinimo sąlyga:	Gauti naujas anketas
Po-sąlyga:	Anketos gautos

9. Panaudojimo atvejis: Anketų siuntimas	
Vartotojas/Aktorius:	Gydytojas
Aprašas:	Nusiųsti paciento duomenis specialistams- ekspertams
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos, reikalingas internetinis ryšys
Sužadinimo sąlyga:	Siųsti paruoštas anketas
Po-sąlyga:	Anketos išsiųstos

10. Panaudojimo atvejis: Statistikos generavimas	
Vartotojas/Aktorius:	Ekspertas.
Aprašas:	Analizuoja duomenis
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Statistinis duomenų įvertinimas
Po-sąlyga:	Gaunami analizės rezultatai

11. Panaudojimo atvejis: Statistikos konstravimas	
Vartotojas/Aktorius:	Ekspertas.
Aprašas:	Formuoja kriterijus
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Statistinis duomenų įvertinimas pagal parinktus kriterijus
Po-sąlyga:	Gaunama suformuluota užklausa

12. Panaudojimo atvejis: Spausdinimas	
Vartotojas/Aktorius:	Gydytojas, Ekspertas.
Aprašas:	Spausdina parinktus duomenis
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Ataskaitų poreikis
Po-sąlyga:	Gaunama atspausdinta ataskaita

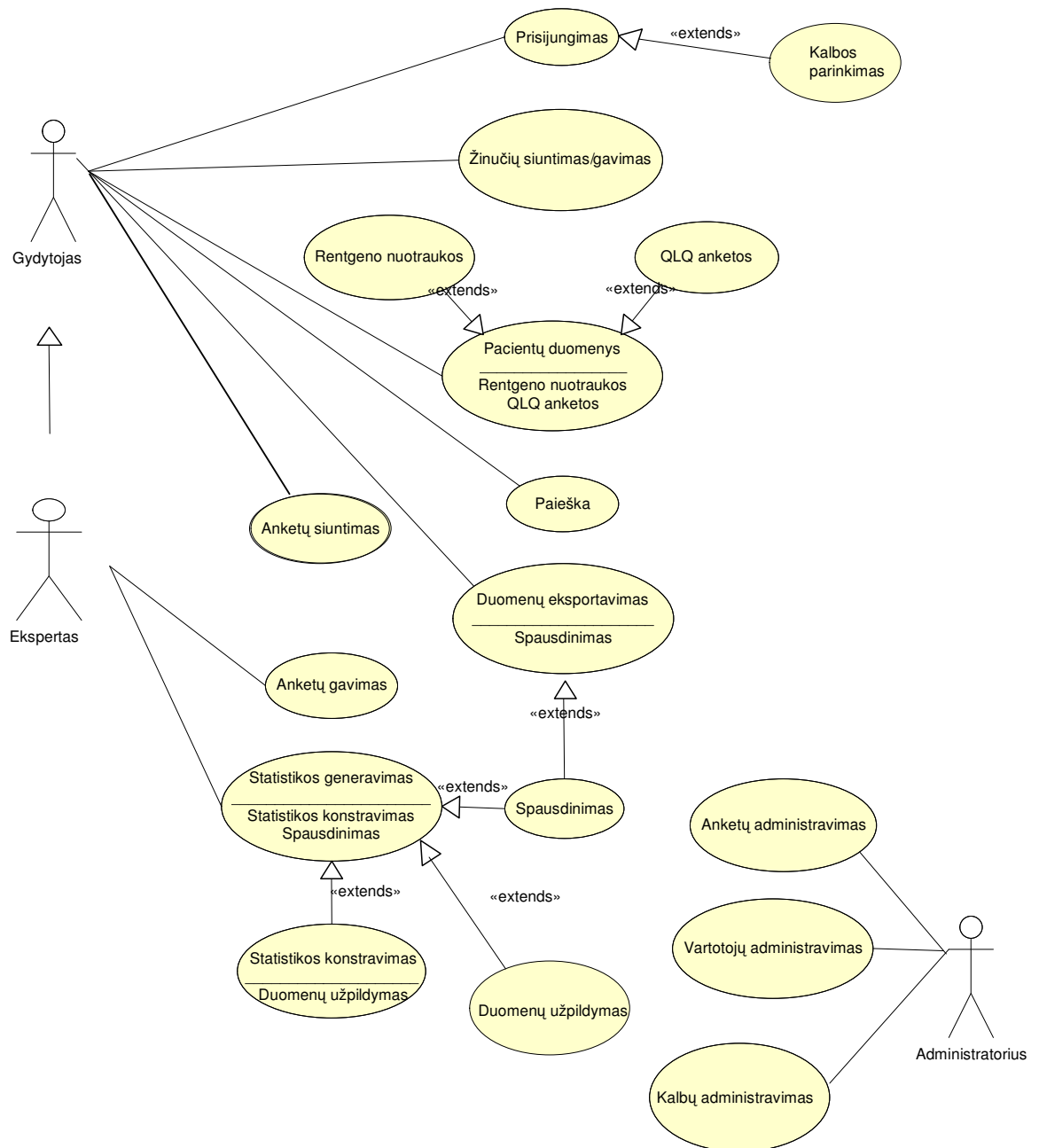
13. Panaudojimo atvejis: Anketų administravimas	
Vartotojas/Aktorius:	Administratorius.
Aprašas:	Sukurti / koreguoti anketas (klausimynus)
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos administratoriaus teisėmis
Sužadinimo sąlyga:	Duomenų atnaujinimas
Po-sąlyga:	Naujos anketos versijos

14. Panaudojimo atvejis: Vartotojų administravimas	
Vartotojas/Aktorius:	Administratorius.
Aprašas:	Naujų vartotojų sukūrimas, vartotojų šalinimas
Prieš-sąlyga:	Registracija, išsiregistravimas
Sužadinimo sąlyga:	Gaunama vartotojo užklausa
Po-sąlyga:	Sukurtas naujas vartotojas

15. Panaudojimo atvejis: Statistinių modelių administravimas	
Vartotojas/Aktorius:	Administratorius.
Aprašas:	Statistinių modelių įvedimas
Prieš-sąlyga:	Sistemos atnaujinimas
Sužadinimo sąlyga:	Atnaujinami statistiniai modeliai
Po-sąlyga:	Naujų modelių integracija

16. Panaudojimo atvejis: Kalbos pasirinkimas	
Vartotojas/Aktorius:	Gydytojas, ekspertas
Aprašas:	Statistinių modelių įvedimas
Prieš-sąlyga:	Sistemos paleidimas
Sužadinimo sąlyga:	Prisijungimas prie sistemos
Po-sąlyga:	Sistemos darbo aplinkos kalbos nustatymas

17. Panaudojimo atvejis: Duomenų užpildymas	
Vartotojas/Aktorius:	Ekspertas
Aprašas:	Nepilnų duomenų užpildymas.
Prieš-sąlyga:	Vartotojas turi būti prisijungęs prie sistemos
Sužadinimo sąlyga:	Gaunama vartotojo užklausa
Po-sąlyga:	Trūkstami duomenys užpildomi



13 pav. Panaudojimo atvejų diagrama

3.1.2 Sistemos aktorių funkcijos

Šiame skyriuje detaliau apžvelgiamos ir palyginamos sistemos aktorių funkcijos (5 lentelė).

Sistemos aktorių funkcijos

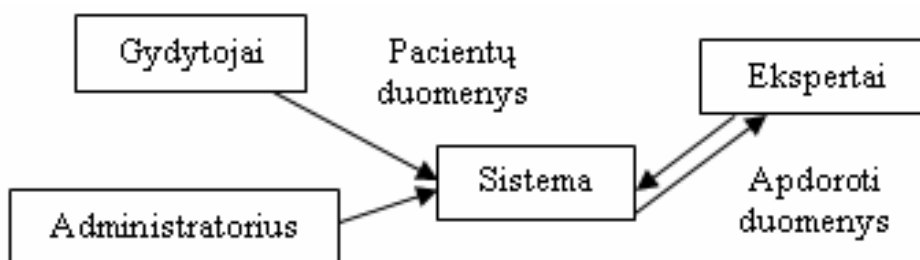
Sistemos funkcijos	Sistemos vartotojai		
	Gydytojas	Gydytojas- ekspertas	Administra- torius
Prisijungimas prie sistemos	✓	✓	
Paciento įrašo sukūrimas, redagavimas, šalinimas	✓	✓	
QLQ ¹ anketų sukūrimas, šalinimas, redagavimas	✓	✓	
Pacientų įrašų paieška	✓	✓	
Pacientų įrašų filtras	✓	✓	
Sistemos kalbos pasirinkimas	✓	✓	
Sistemos kalbos įterpimas			✓
Pranešimo sukūrimas, šalinimas, siuntimas, gavimas	✓	✓	
Paciento įrašų siuntimas	✓	✓	
Paciento įrašų gavimas		✓	
Paciento duomenų spausdinimas	✓	✓	
Paciento įrašų eksportavimas į kitus programinius paketus	✓	✓	
Paciento įrašų importavimas		✓	
Pacientų trūkstamų duomenų papildymas		✓	
Statistinio vertinimo kriterijų parinkimas		✓	
Statistinė analizė sistemos pagalba		✓	
Statistinė analizė statistikos paketais	✓	✓	
Atrinktų, užpildytų duomenų perkėlimas į statistikos paketus		✓	
Paciento vaizdinių duomenų įkėlimas, šalinimas, židinių matavimas, komentavimas	✓	✓	
Sistemos vartotojų administravimas			✓
Sistemos klausimynų-anketų atnaujinimas			✓
Sistemos atnaujinimas			✓

¹ QLQ – gyvenimo kokybės įvertinimas

3.2 Funkciniai reikalavimai

Šiame skyriuje pateikiama pacientų duomenų analizės sistemos veiklos konteksto diagrama (14 pav.), veiklos įvykių sąrašas (6 lentelė), funkciniai reikalavimai (7 lentelė) bei duomenų modelis (15 pav.).

Realizuojama informacinė sistema skirta kelioms vartotojų grupėms: administratoriui, gydytojams bei gydytojams – ekspertams. Vartotojų grupių santykį su sistema atvaizduoja sistemos konteksto diagrama (14 pav.).



14 pav. Pacientų duomenų analizės sistemos konteksto diagrama.

Žemiau pateiktas veiklos įvykių sąrašas (6 lentelė) parodo realizuotos sistemos aprėpiamas gydymo įstaigos veiklas.

6 lentelė

veiklos įvykių sąrašas

Eil. nr.	Įvykio pavadinimas	Įeinantys/išeinantys informacijos srautai
1.	Pacientai pateikia duomenis	Duomenys apie pacientus (in)
2.	Pacientai pateikia rentgenogramas	Rentgeno nuotraukos (in)
3.	Pacientai pateikia QLQ anketas	QLQ Anketos (in)
4.	Ekspertai analizuoja duomenis	Statistiniai paskaičiavimai (out)
5.	Vartotojai ieško konkrečių pacientų	Pacientų sąrašas (out)
6.	Vartotojai eksportuoja duomenis	Failai (out)
7.	Vartotojai veda pranešimus	Žinutės (in)
8.	Vartotojai gauna žinutes	Žinučių sąrašas (out)
9.	Vartotojų kūrimas	Vartotojai (in)
10.	Informacija apie vartotojus	Vartotojų sąrašas (out)
11.	Anketų talpinimas	Anketos (in)
12.	Informacija apie esančias anketas	Anketų sąrašas (out)
13.	Informacija apie modelius	Modelių sąrašas (out)

Apibendrinti realizuotai sistemai kelti pagrindiniai/svarbesni funkciniai reikalavimai pateikti (7 lentele)

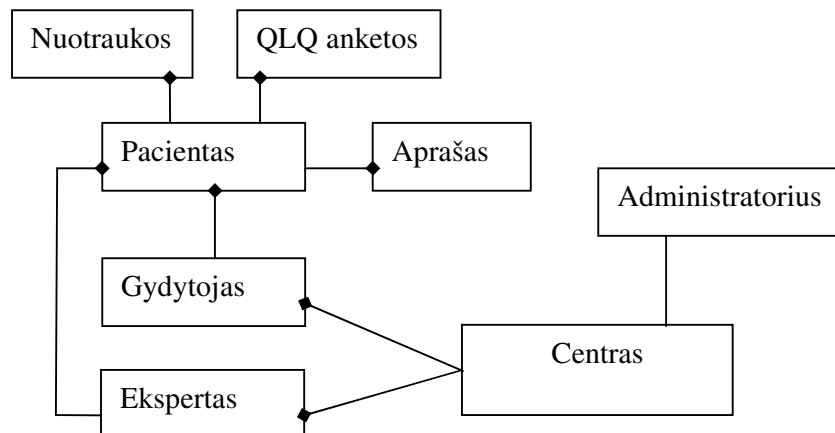
7 lentele

funkciniai reikalavimai

Reikalavimas	Aprašas
Vartotojo identifikavimas	Vartotojas identifikuojamas vartotojo vardo ir dviejų slaptažodžių (statinio ir dinaminio) pagalba.
	Saugumui pagerinti vienas vartotojo slaptažodis yra dinamiškas, kas kartą vis kitas.
	Vedant slaptažodis paslėptas, kad pašalinis asmuo nepamatų priėjimo prie konfidencialios informacijos.
	Prisijungti gali tik registruotas vartotojas, įvedęs teisingus duomenis.
	Sistema teikia skirtingas funkcijas vartotojui, atsižvelgiant į jo tipą.
Apsikeitimas žinutėmis	Sistema turi galimybę apsikeisti (kurti, atsakyti, rūšiuoti, atsispausdinti, šalinti) žinutėmis tarp gydytojų.
Paciento bylos tvarkymas	Vartotojas paciento duomenis (bendra informacija, tyrimai, gydymas, rentgenogramos, gyvenimo kokybės lygio anketos [8], ir kt.) gali: <ul style="list-style-type: none"> • pildyti, • koreguoti, • šalinti, • spausdinti, • eksportuoti.
Pacientų bylų siuntimas / priėmimas	Gydytojai turi galimybę išsiųsti bylas apie pacientus.
	Ekspertai turi galimybę gautas bylas perkelti į pagrindinę duomenų bazę.
	Duomenys yra koduojami ir perduodami saugiu protokolu, nes yra konfidencialūs.
Informacijos paieška	Sistema turi galimybę surūšiuoti, filtruoti/atrinkti pagal vartotojo parinktus kriterijus: <ul style="list-style-type: none"> • pacientų bylas, • QLQ anketas, • rentgenogramas.
Duomenų eksportavimas	Sistema turi galimybę eksportuoti vartotojo nurodytus duomenis (bendrą informaciją, tyrimus, gydymą, rentgenogramas, gyvenimo kokybės lygio anketas, ir kt.) apie pacientą (-us).
	Formatai į kuriuos sistema gali eksportuoti duomenis:

	<ul style="list-style-type: none"> • Adobe Acrobat Portable Document Format (pdf), • eXtensible Markup Language (xml), • MS Word document (doc), • MS Excel (xls), • Joint Photographic Experts Group (jpg), • Tagged Image File Format (tiff), • Bit-mapped graphics format (bmp).
	<p>Vartotojo atrinktus duomenis galima perkelti į statistinius paketus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SPSS, • Statistica.
Statistiniai paskaičiavimai	<p>Sistema leidžia nurodyti kriterijus pagal kuriuos atliekami paskaičiavimai.</p> <p>Trūkstamus duomenis galima užpildyti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bendro vidurkio algoritmu, • Priklausomo vidurkio algoritmu, • Atsitiktinės reikšmės grupėje algoritmu, • Pašalinant nepilnus duomenis.
Sistemos administravimas	<p>Sistemoje yra galimybė atnaujinti anketas.</p> <p>Sistemą vartotojas gali išversti į kitas kalbas.</p>
	<p>Sistemoje galima atlikti vartotojų administravimą:</p> <ul style="list-style-type: none"> • kurti, • koreguoti, • šalinti.

Reikalavimus duomenims atspindi duomenų modelis (3.2.2 pav.).



15 pav. duomenų modelis

3.3 Nefunkciniai reikalavimai

Šiame skyriuje pateiksime nefunkcinių reikalavimų aprašą (8 lentelė).

8 lentelė

nefunkcinių reikalavimų aprašas

Reikalavimas	Aprašas
Sistemos išvaizdai	Sistema atrodo neperkrauta – informacija pateikiama aiškiai, logiškai.
Panaudojamumui	IS paprasta naudotis - nereikalauja ilgo vartotojų apmokymo, nes informacija pasiekama intuityviai.
Vykdomo charakteristikoms	Duomenys susiję su paciento sveikata, todėl jie perduodami tiksliai. Gauta informacija identiška išsiųstai.
Sistemos priežiūrai	Sistema turi sistemos palaikymo pagalbinės priemonės – dokumentaciją, klaidų taisymo, diegimo, vartotojo vadovus.
Saugumui	Tik prisijungęs vartotojas gali matyti duomenis, kuriems jis turi teises. Gydytojas, sistemos vartotojas, gali matyti tik savo suvestus duomenis. Sistemoje laikomi duomenys archyvuojami. Siunčiamos informacija atitinka medicininių standartų pagrindinius reikalavimus saugumui.
Kultūriniai politiniai	- Sistema palaiko daugiakalbystę. Grafinė vartotojo sąsaja yra lengvai pritaikoma įvairioms kalboms, siekiant sistemą panaudoti tarptautiniam bendradarbiavimui
Teisiniai	Sistemos autorinės teisės priklauso Vytautui Toliušiiui bei Viktorijai ir Mantui Grinevičiams. Užsakovas nori, kad produktas nebūtų laisvai platinimas. Licenzija, įdiegimo ir kopijavimo apsaugos.

4 TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ INFORMACINĖS SISTEMOS PROJEKTAS

Šiame darbo skyriuje pateikiami produkto įgyvendinimo būdai ir priemonės, statinis bei dinaminis projekto vaizdas, komponentų išdėstymo bei duomenų modeliai.

4.1 Produkto įgyvendinimo būdai ir priemonės

Šiame skyrelyje bus aprašomos projekto įgyvendinimui pasirinktos projektavimo bei realizavimo priemonės.

Sistemos projektavimui pasirinkta universali modeliavimo kalba UML kalba. Projektas buvo įgyvendinimas No Magic MagicDraw 9.0 bei Microsoft Visio 2003 paketų pagalba.

Taikytų gydymo metodų efektyvumo analizės informacinei sistemai realizuoti buvo pasirinktos sekančios pagrindinės priemonės:

- Delphi programinis paketas

Toks sprendimas būdas pasirinktas atsižvelgiant į vykdytojų žinias bei patirtį. Be to, tai itin patogus programinis paketas, turintis visas sistemos įgyvendinimui reikalingas funkcijas [3].

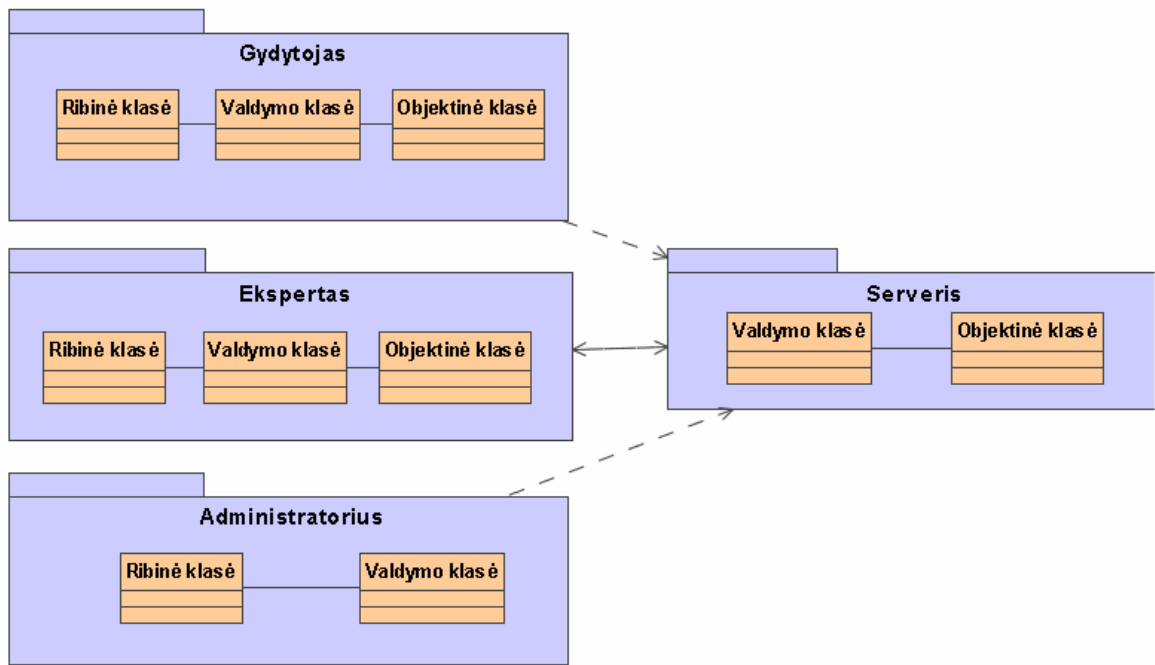
- My SQL duomenų bazės valdymo sistema

Šį pasirinkimą nulėmė užsakovo pageidavimas nemokamos DBVS sistemos. Ši duomenų bazė suderinama su programavimui skirtu įrankiu, palaiko planuojamus duomenų srautus bei yra plačiai paplitusi [16]

4.2 Statinis sistemos vaizdas

Šioje skiltyje pateikiama loginė sistemos architektūra, sistemos išskaidymas į paketus, bei paketų klasių diagramos.

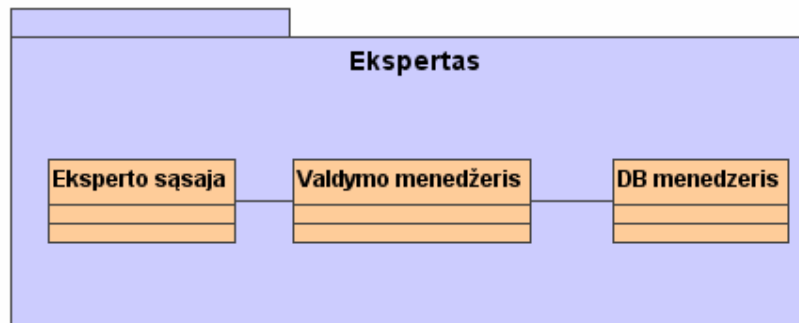
Taikytų gydymo metodų efektyvumo analizės IS atvaizduoja keturi pagrindiniai paketai: gydytojas, ekspertas, administratorius bei serveris. Gydytojo ir eksperto paketai turi pagrindines klases: ribinė arba kitaip vartotojo sąsajos, valdymo bei objektinė (duomenų saugykla). Administratoriaus ir serverio paketai turi dvi pagrindines klases: ribinę ir valdymo (administratoriaus paketas) bei valdymo ir objektinę (serverio paketas). Loginė sistemos architektūros schema pateikiama (16 pav.)



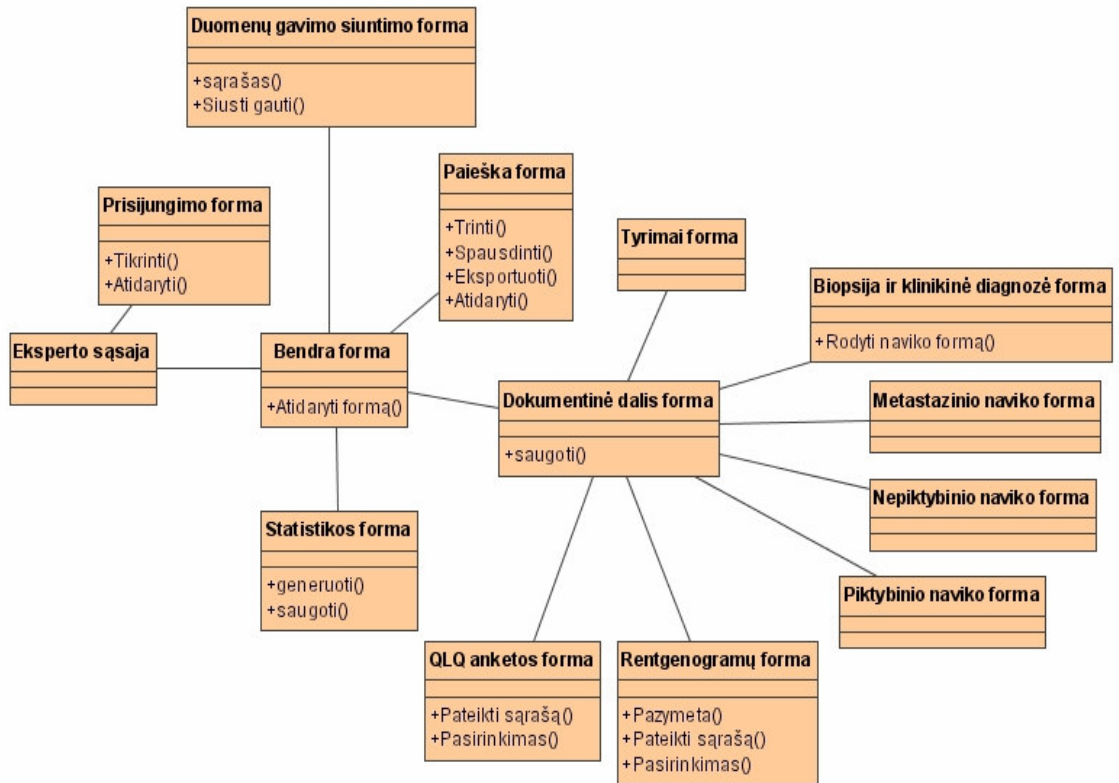
16 pav. sistemos architektūros modelis

4.2.1 „Eksperto“ paketas

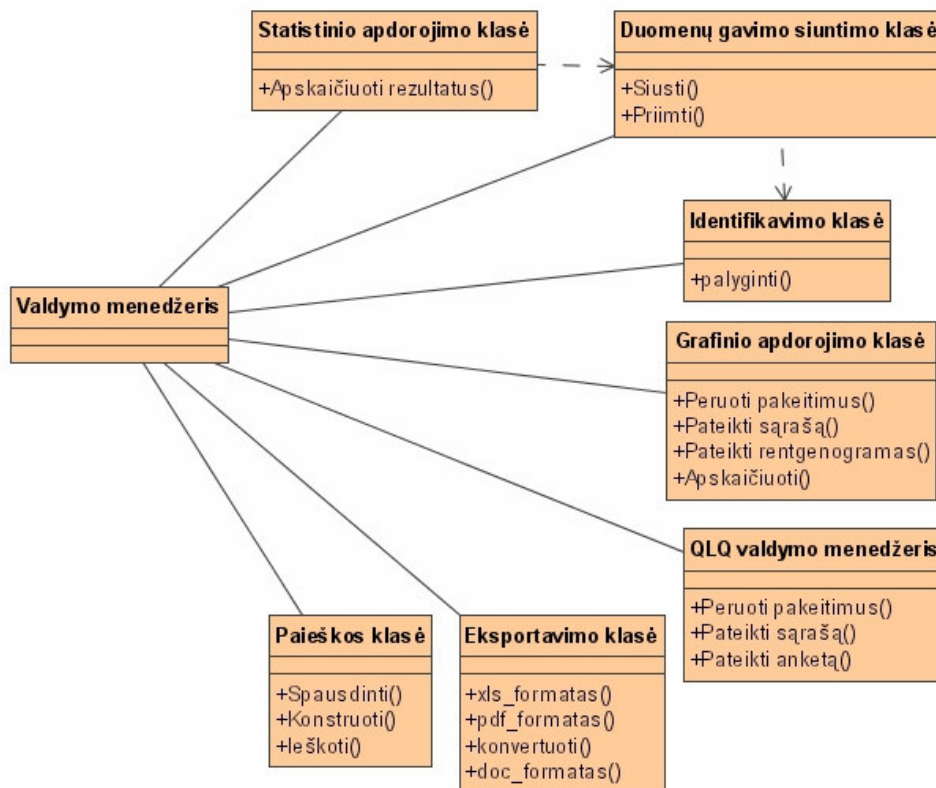
„Eksperto“ paketas skirtas mišrių traumų specialistams – ekspertams, dirbsiantiems su sukauptais duomenimis apie pacientus, jiems taikytus gydymo metodus. Šios vartotojų grupės paketas turi tris pagrindines klases (17 pav.): Eksperto sąsaja, kurią sudaro grafinės sąsajos klasės (18 pav.), Valdymo menedžeris kurią sudaro „Eksperto“ valdymo klasės (19 pav.), bei DB menedžeris (20 pav.).



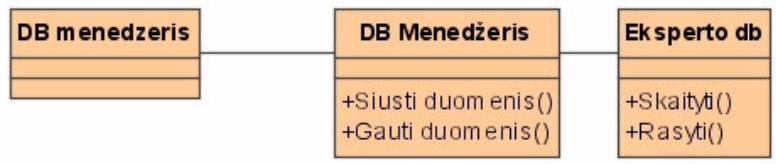
17 pav. „Eksperto“ paketas



18 pav. „Eksperto“ grafinės sąsajos klasės



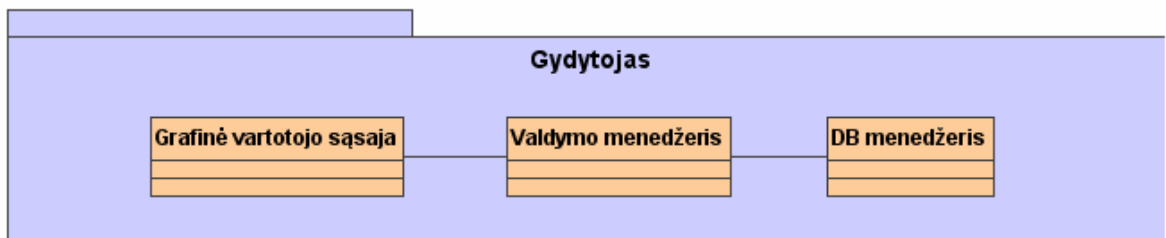
19 pav. „Eksperto“ valdymo menedžeris



20 pav. „Eksperto“ DB menedžeris

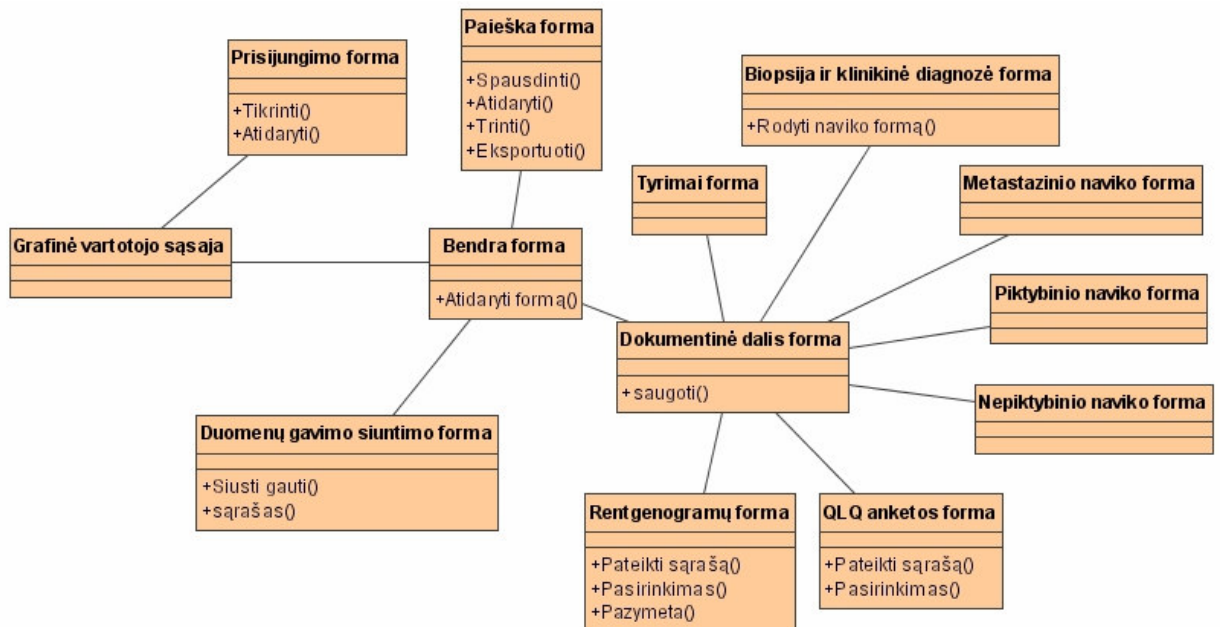
4.2.2 „Gydytojo“ paketas

„Gydytojo“ paketas skirtas nutolusiems mišrių traumų specialistams, teiksiantiems duomenis apie pacientus ekspertų mokslinei analizei. Kaip ir „Eksperto“ paketas, šios vartotojų grupės paketas turi tokias pačias tris pagrindines klases (21 pav.), tačiau jose nėra statistikos formos ir statistinio apdorojimo klasės.

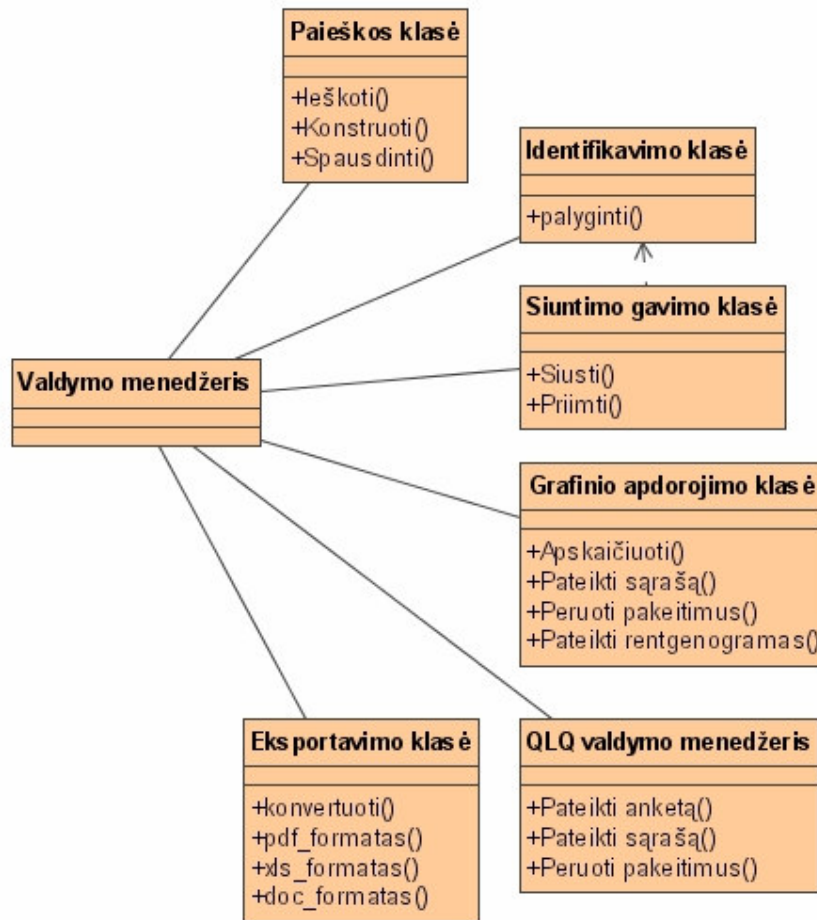


21 pav. „Gydytojo“ paketas

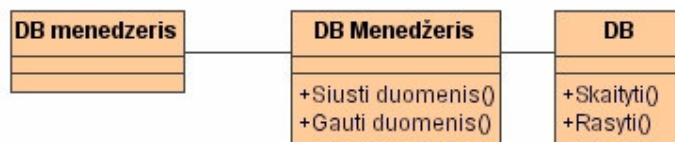
„Gydytojo“ paketą detalizuoja trys pagrindinės klasės: grafinė vartotojo sąsaja (ribinė klasė), valdymo menedžeris (valdymo klasė) bei DB menedžeris (objektinė klasė). Šios pagrindinės klasės smulkiau pateikiamos žemiau esančiuose paveiksluose (22 pav.), (23 pav.), (24 pav.).



22 pav. Gydytojo grafinės sąsajos klasės



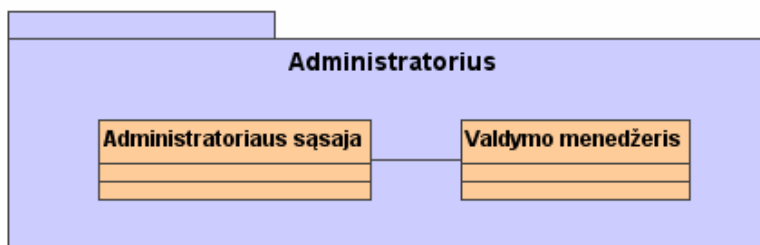
23 pav. Gydytojo valdymo menedžerio klasės



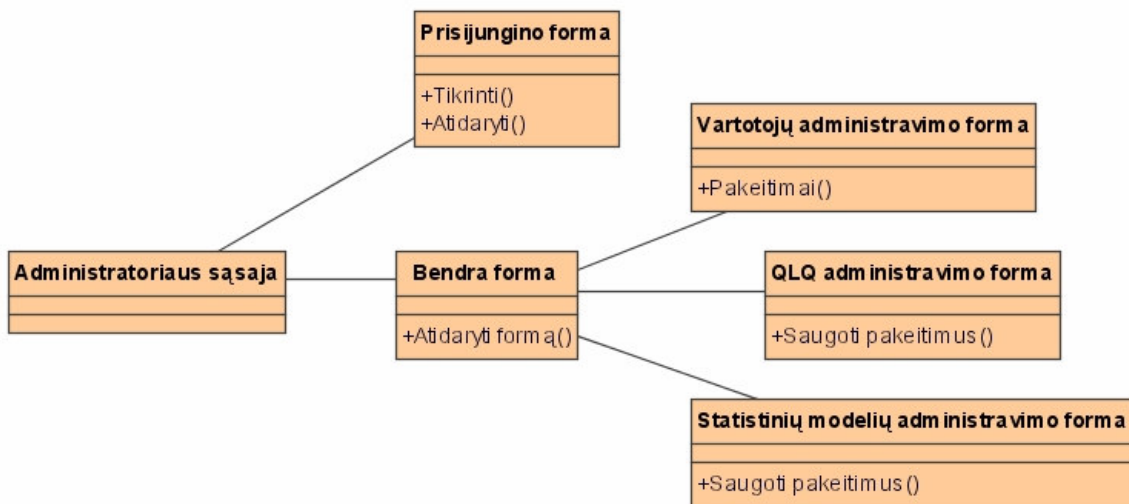
24 pav. Gydytojo DB menedžerio klasės

4.2.3 Administratoriaus paketas

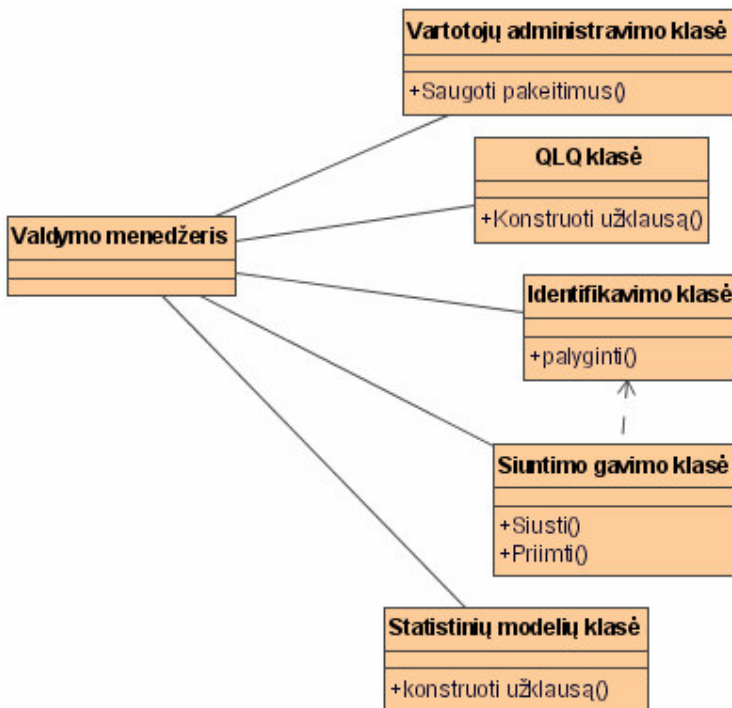
„Administratoriaus“ paketas (25 pav.) išskirtas į dvi pagrindines klases: administratoriaus sąsaja ir valdymo menedžeris. Paketo detalizavimas pateikiamas sekančiuose paveiksluose (26 pav.), (27 pav.).



25 pav. „Administratoriaus“ paketas



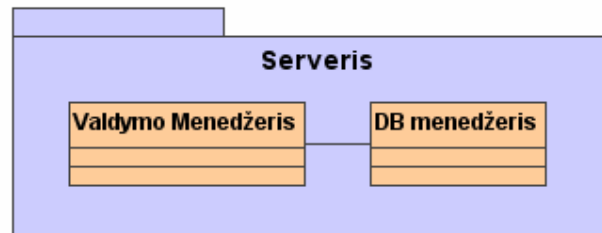
26 pav. „Administratoriaus“ vartotojo sąsajos klasės



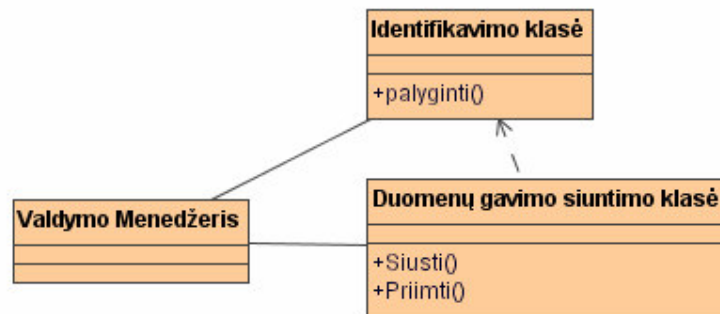
27 pav. „Administratoriaus“ valdymo menedžerio klasės

4.2.4 Serverio paketas

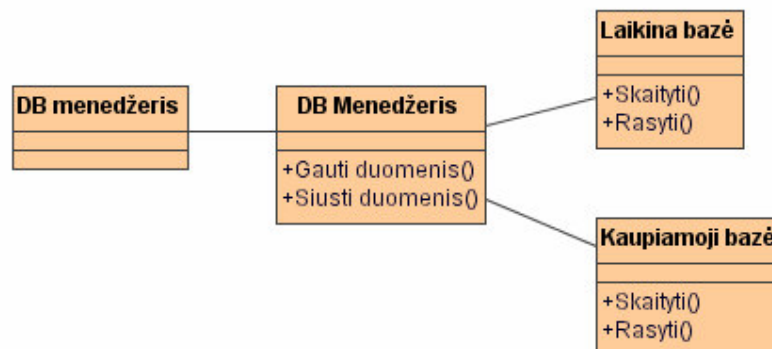
„Serverio“ paketas (28 pav.) skirtas taikytų gydymo metodų efektyvumo analizės IS serverio funkcijoms atlikti. Pagrindiniai serverio uždaviniai kaupti ir valdyti sistemos duomenis. Šio paketo pagrindinės klasės detalizuojamos sekančiose diagramose (29 pav.), (30 pav.)



28 pav. „Serverio“ valdymo menedžerio paketas



29 pav. Valdymo menedžerio klasės

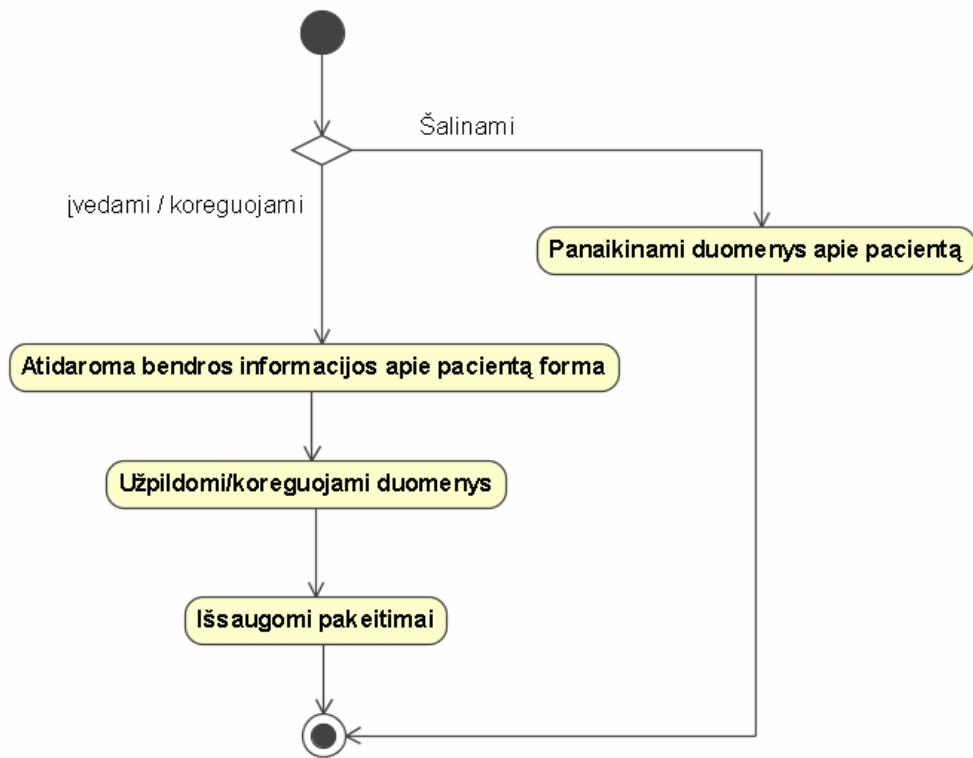


30 pav. Serverio DB menedžerio klasės

4.3 Dinaminis sistemos vaizdas

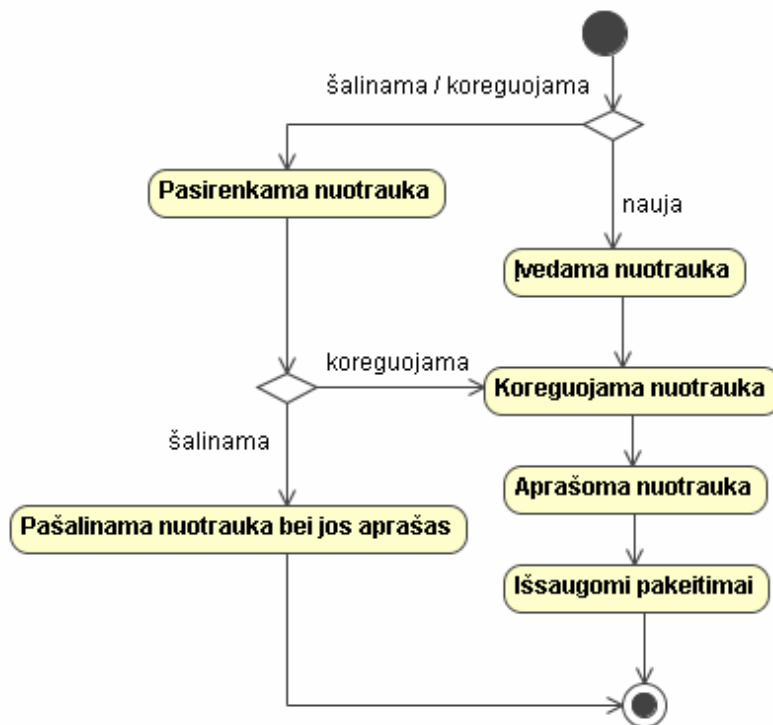
Šiame skyriuje pateikiamos pagrindinės, sistemos dinaminį vaizdą atspindinčios, veiklos, sekų, bendradarbiavimo, sąveikos ir būsenų diagramos.

Panaudojimo atvejo „Pacientų duomenys“ veiklos diagrama (31 pav.).



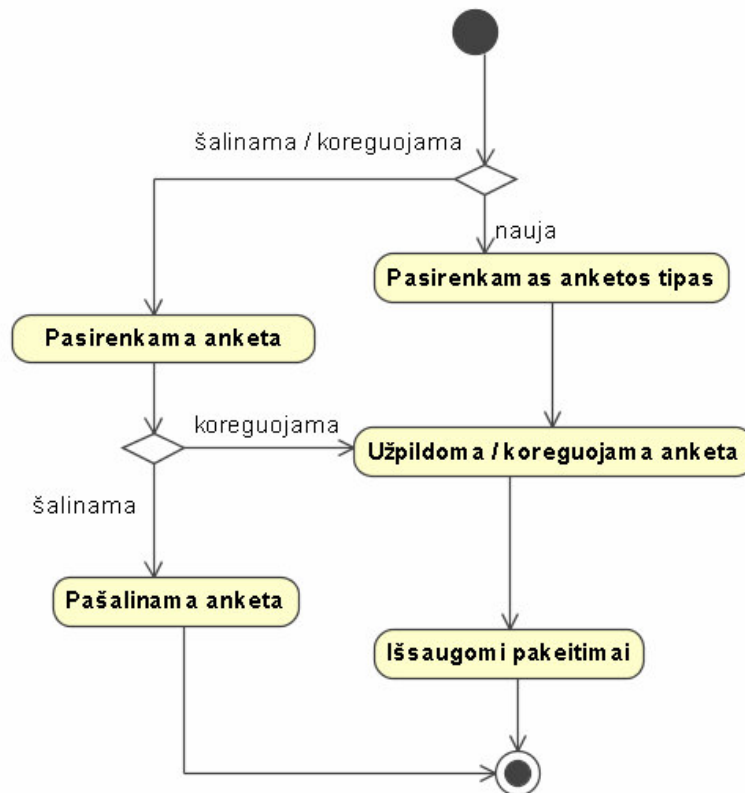
31 pav. Panaudojimo atvejo „Pacientų duomenys“ veiklos diagrama

Panaudojimo atvejo „Rentgeno nuotraukos“ veiklos diagrama (32 pav.) atspindi veiklą su paciento vaizdine medžiaga.



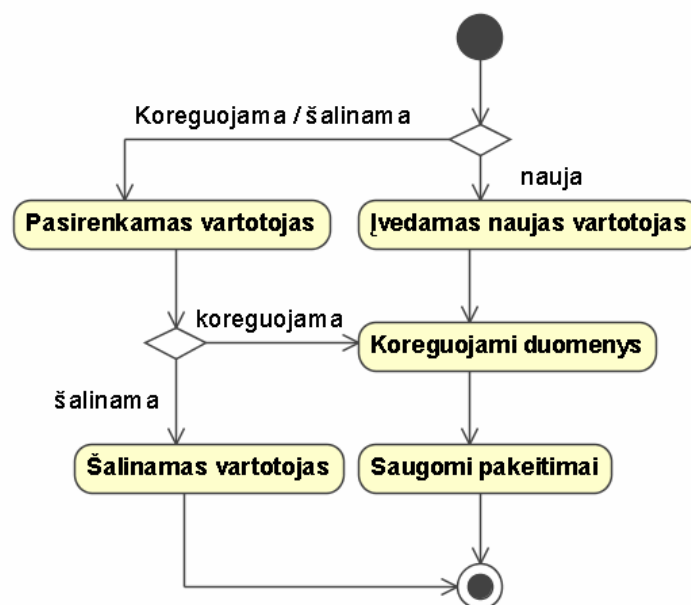
32 pav. Panaudojimo atvejo „Rentgeno nuotraukos“ veiklos diagrama

Panaudojimo atvejo „QLQ anketos“ veiklos diagrama pavaizduota (33 pav.) paveiksle.



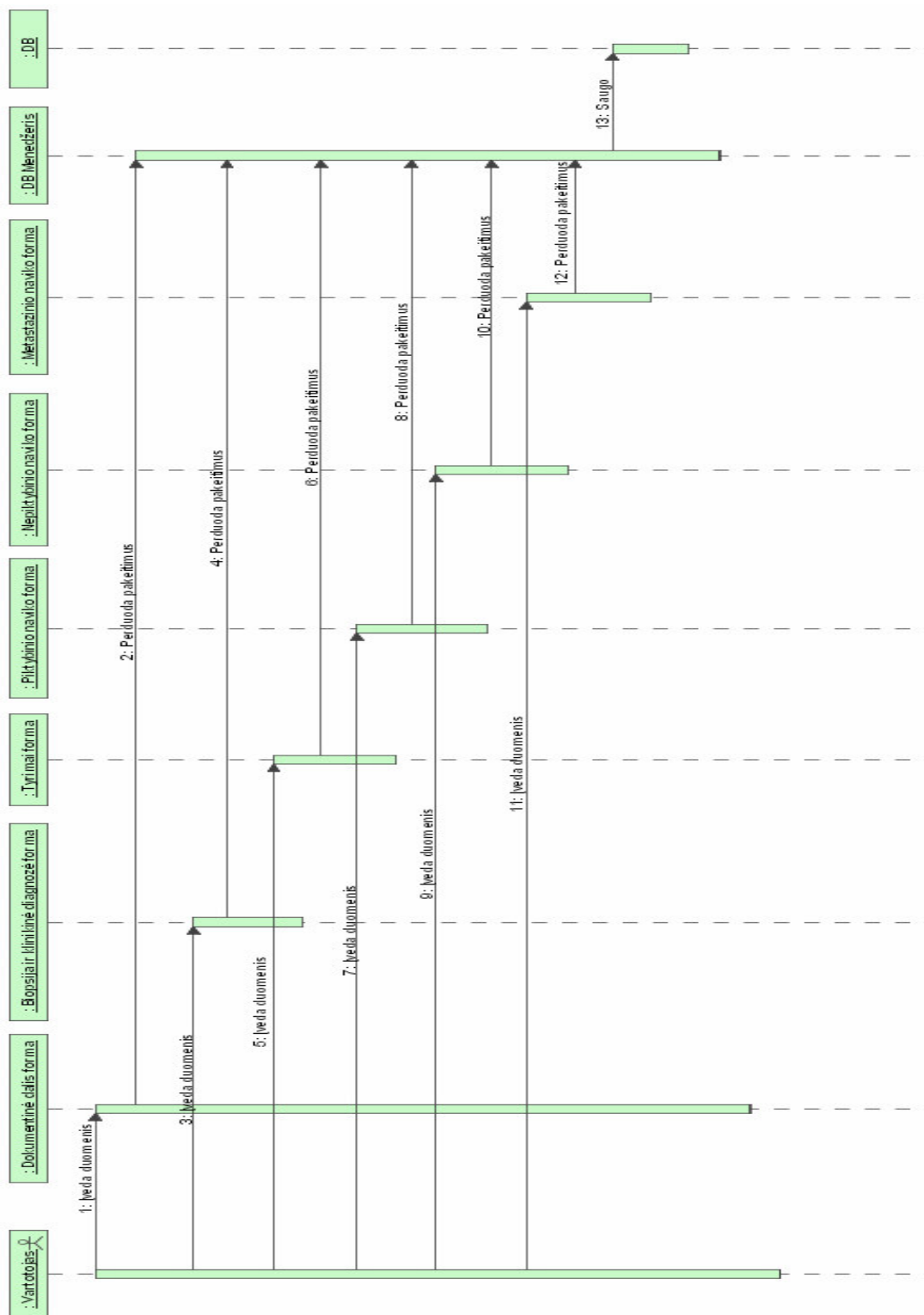
33 pav. Panaudojimo atvejo „QLQ anketos“ veiklos diagrama

Panaudojimo atvejo „Vartotojų administravimas“ veiklos diagrama (34 pav.) atspindi naujų vartotojų sukūrimą, esamų duomenų šalinimą bei koregavimą. Šią funkciją atlieka sistemos administratorius.



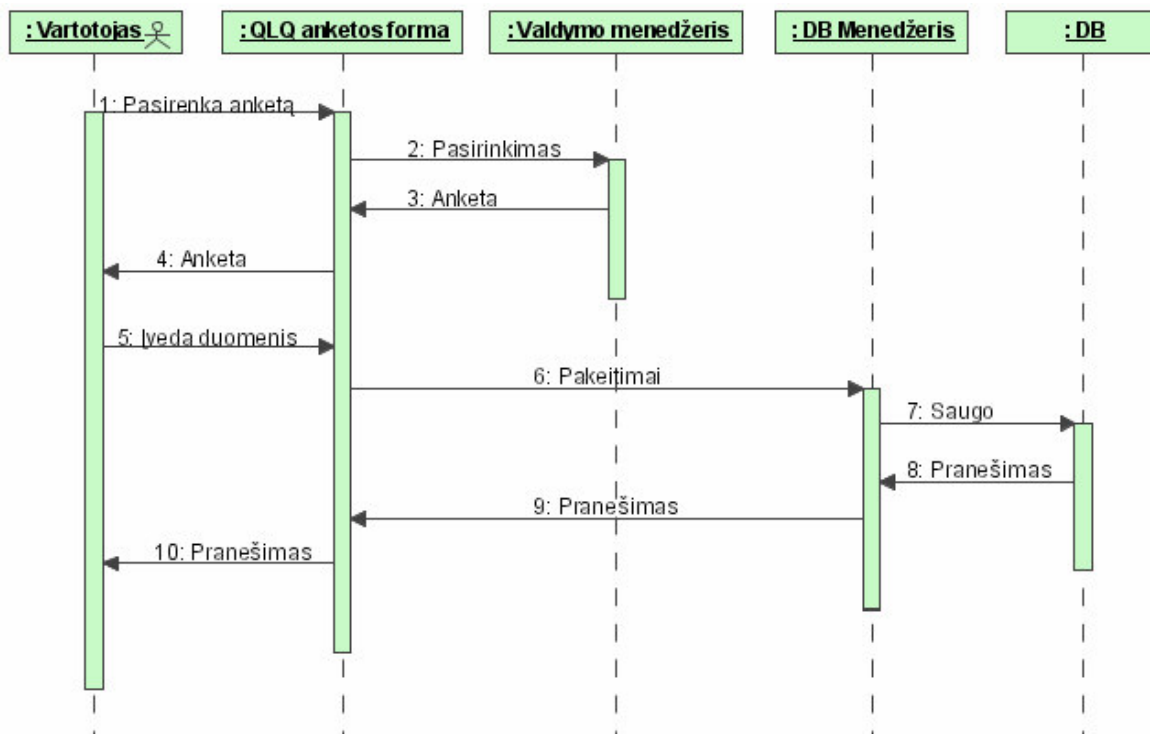
34 pav. Panaudojimo atvejo „Vartotojų administravimas“ veiklos diagrama

Panaudojimo atvejo „Paciento duomenys“ sekų diagrama pateikiama (35 pav.) paveiksle.



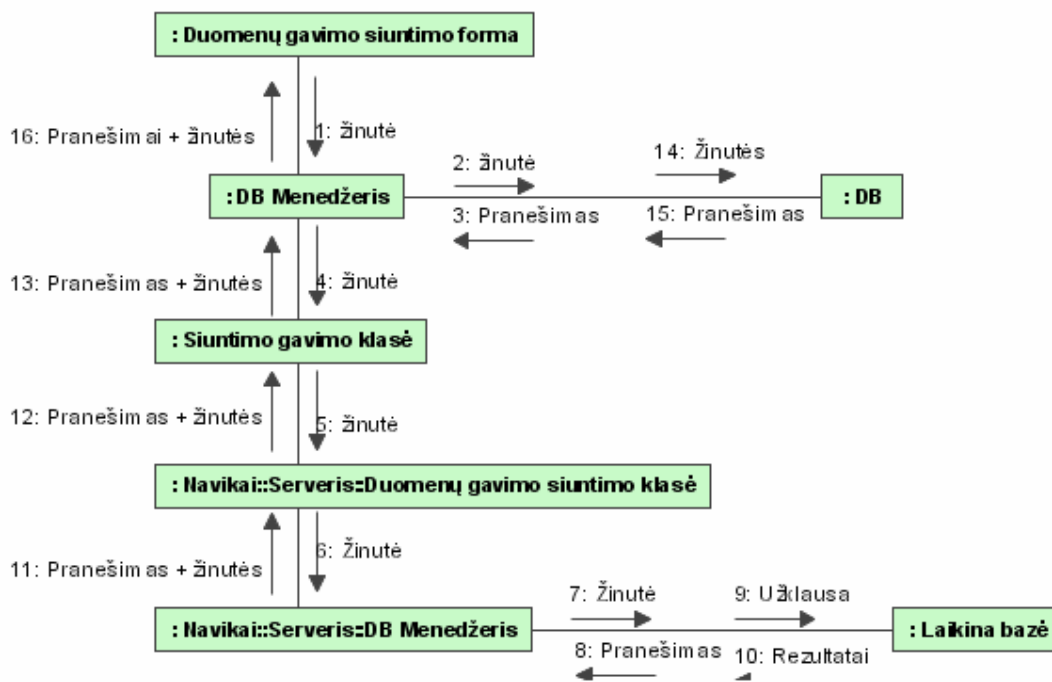
35 pav. Panaudojimo atvejo „Paciento duomenys“ sekų diagrama

Panaudojimo atvejo „QLQ anketos ” sekų diagrama (36 pav.) atspindi pacientų gyvenimo kokybės anketų administravimo veiksmų sekas.

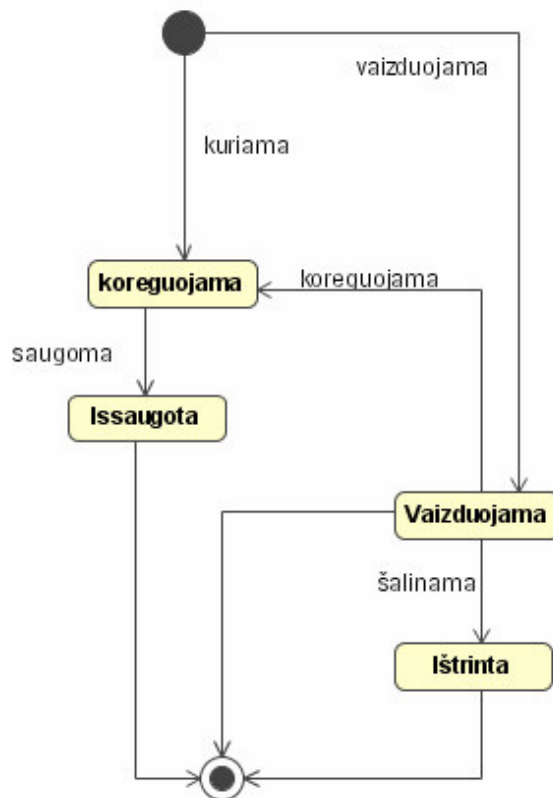


36 pav. Panaudojimo atvejo „QLQ anketos ” sekų diagrama

Panaudojimo atvejų „Žinučių siuntimo/gavimo“ bei „Prisijungimo“ bendradarbiavimo diagramos pateikiamos (37 pav.), (38 pav.) paveiksluose.



37 pav. Panaudojimo atvejo „Žinučių siuntimo/gavimo“ bendradarbiavimo diagrama



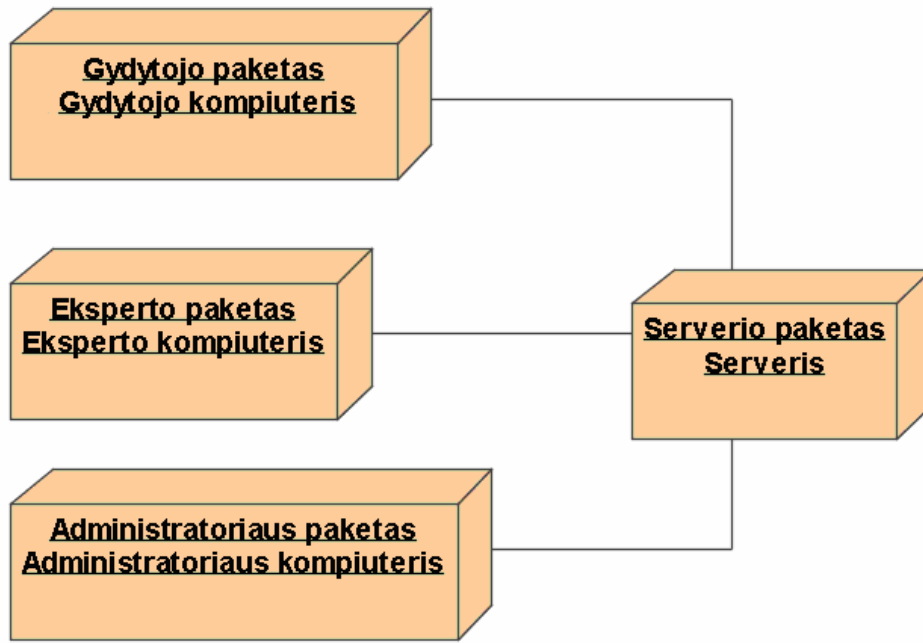
40 pav. QLQ anketų bei rentgenogramų būsenos diagrama

4.4 Išdėstymo modelis

Taikytų gydymo metodų efektyvumo analitinės informacinės sistemos architektūra orientuota į skirtingas vartotojų grupes:

- gydytojus, kurie dirba nutolusiose darbo vietose bei siunčia duomenis į pagrindinį serverį;
- ekspertus, kurie tiesiogiai jungiasi prie informacinės sistemos serverio;
- administratorių, kuris atsakingas už sistemos palaikymą, atnaujinimą bei administravimą;

Sistemos architektūrą atspindi komponentų išdėstymo vaizdas (41 pav.).



41 pav. Komponentų išdėstymo diagrama

4.5 Duomenų modelis

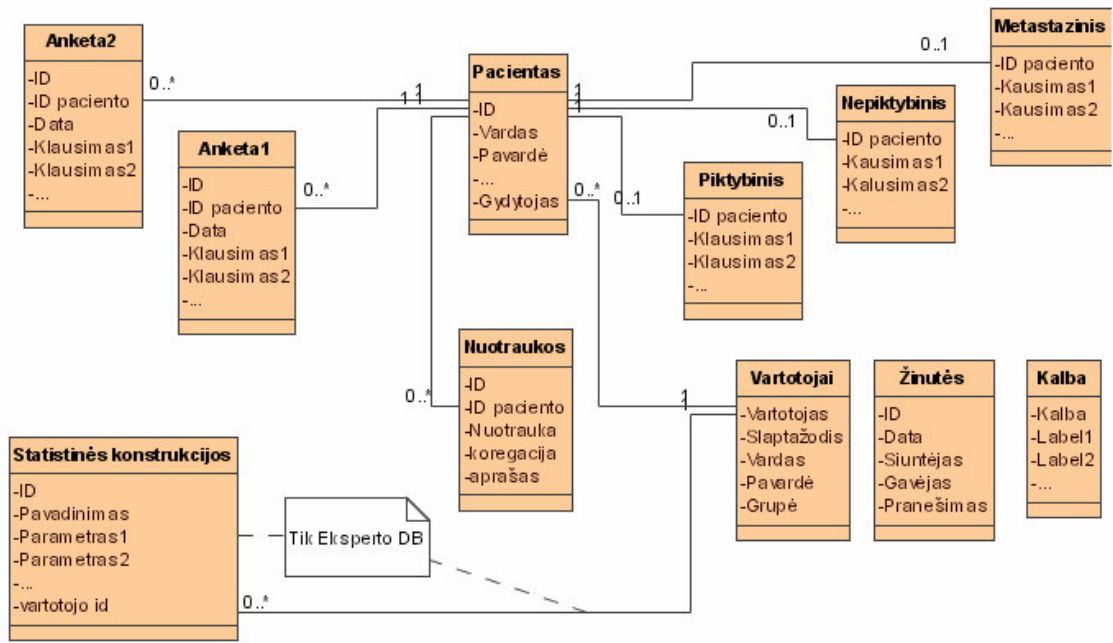
Duomenų saugyklos modelio struktūra (42 pav.) realizuota siekiant kuo greitesnių ir patogesnių duomenų operacijų.

Kadangi taikytų gydymo metodų efektyvumo analitinės informacinės sistemos klausimynai didelės apimties, pateikiamas supaprastintas duomenų schemas variantas. Anketų punktai duomenų saugykloje pateikiami kaip klausimas1, klausimas2...klausimas n.

Duomenų saugykloje saugoma visa informacija susijusi su pacientu: asmens pagrindiniai duomenys, gyvenimo kokybę atspindinčios anketos, diagnozė bei ligos gydymo eiga, vaizdinė medžiaga (rentgeno nuotraukos).

Gydytojų - vartotojų duomenys, prisijungimo teisės saugomi lentelėje „Vartotojai“, siunčiami/gaunami pranešimai – „Žinutės“ lentelėje.

Duomenų saugyklos „Statistinės konstrukcijos“ lentelė egzistuoja tik gydytojų ekspertų sistemoje.



42 pav. Duomenų saugykla

5 TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ SISTEMOS REALIZACIJA, TESTAVIMAS IR BANDOMOJI EKSPLOATACIJA

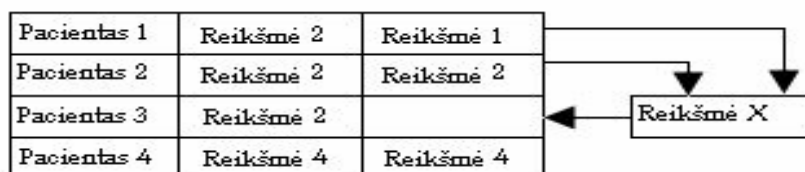
Šiame skyriuje pateikiami duomenų gavybos ir analizės algoritmai, sistemos realizacijos procesas, testavimas, paciento anketų pildymas sistemoje bei statistinės analizės rezultatai, kurie padės gydytojams priimant tolimesnį sprendimą.

5.1 Pacientų duomenų gavybos ir analizės algoritmai

Paciento duomenys dažnai būna nepilni, tačiau jie yra ypatingai vertingi atliekant statistinius vertinimus. Nepilnumas atsiranda dėl įvairių priežasčių, pavyzdžiui, duomenų įvedimo, perdavimo klaidų, neužsaugotų įrašų, techninių kliūčių ir atitinkamos informacijos nebuvimo [7]. Siekiant neprarasti sukauptų duomenų, tikslinga taikyti trūkstamų reikšmių (*angl. missing data*) užpildymo algoritmus (43 pav.)[4], [13].

Trūkstamos reikšmės pacientų įrašuose gali būti apskaičiuojamos remiantis sukauptų duomenų analize [13]. Tarkime, analizuojant tam tikro amžiaus gydymų pacientų ypatumus.

Dauguma analizei skirtų sistemų susiduria su duomenų nepilnumo problema. Šiai problemai spręsti naudojamas trūkstamų duomenų (*angl. missing data*) užpildymas.



43 Pav. Trūkstamos reikšmės užpildymo principas.

Duomenų užpildymo algoritmų pritaikymas leidžia pagerinti [4] sukauptų duomenų kiekį ir kokybę. Realizuojant trūkstamų reikšmių užpildymo algoritmą, buvo pasirinkti keli trūkstamų reikšmių traktavimo būdai [4],[13].:

- užpildymas atsitiktine, tam tikrai grupei būdinga, reikšme,
- regresiniu vidurkiu
- tokių duomenų atsisakymas

Atsitiktinės reikšmės algoritmas parenka atsitiktinę reikšmę iš egzistuojančių paciento įrašų (1).

$$MV = V_{Rand(n)} \quad (1)$$

MV (*angl. missing value*) – trūkstama reikšmė; *n* – pacientų atitinkančių požymius skaičius; *V* – reikšmė;

Vidutinės reikšmės algoritmas apskaičiuoja trūkstamą reikšmę iš nurodytus požymius atitinkančios pacientų grupės (2):

$$MV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (2)$$

Trūkstamos reikšmės algoritmai leidžia vartotojui–medikui pasirinkti priimtina būdą, sudarant analizuojamų įrašų kiekį, įverčių tikslumą, patikimumą.

Duomenų užpildymo algoritmų pagrindinis privalumas – tiriamojo išsaugojimas. Atliekant išsamią statistinę analizę, duomenų užpildymas tampa aktualiu uždaviniu, norint išsaugoti pakankamą tiriamųjų tūrį. Nedidelis reikšmių trūkumas gali būti pašalintas neprarandant patikimumo.

Siekiant itin aukšto tikslumo ir esant pakankamai duomenų imčiai, įrašai su trūkstamomis reikšmėmis gali būti atmetami. Duomenų trūkumo problema sprendžiama pagal informacinės sistemos vartotojo pageidavimus, suteikiant jam galimybę rinktis.

Pasirinkus sprendimą dėl trūkstamų reikšmių (44 pav.), informacinės sistemos ir statistinių paketų pagalba atliekama sukauptų duomenų analizė.

Remiantis jos rezultatais sprendžiama apie taikytų gydymo metodų efektyvumą bei gydymo sąlygojamą pacientų gyvenimo kokybę.

Informacinės sistemos pagalba gydymo metodai vertinami remiantis naviko destruktijos židinio dydžio pokyčiais, taikytu gydymu, amžiumi ar gydymo sesijomis ((3),(4)).

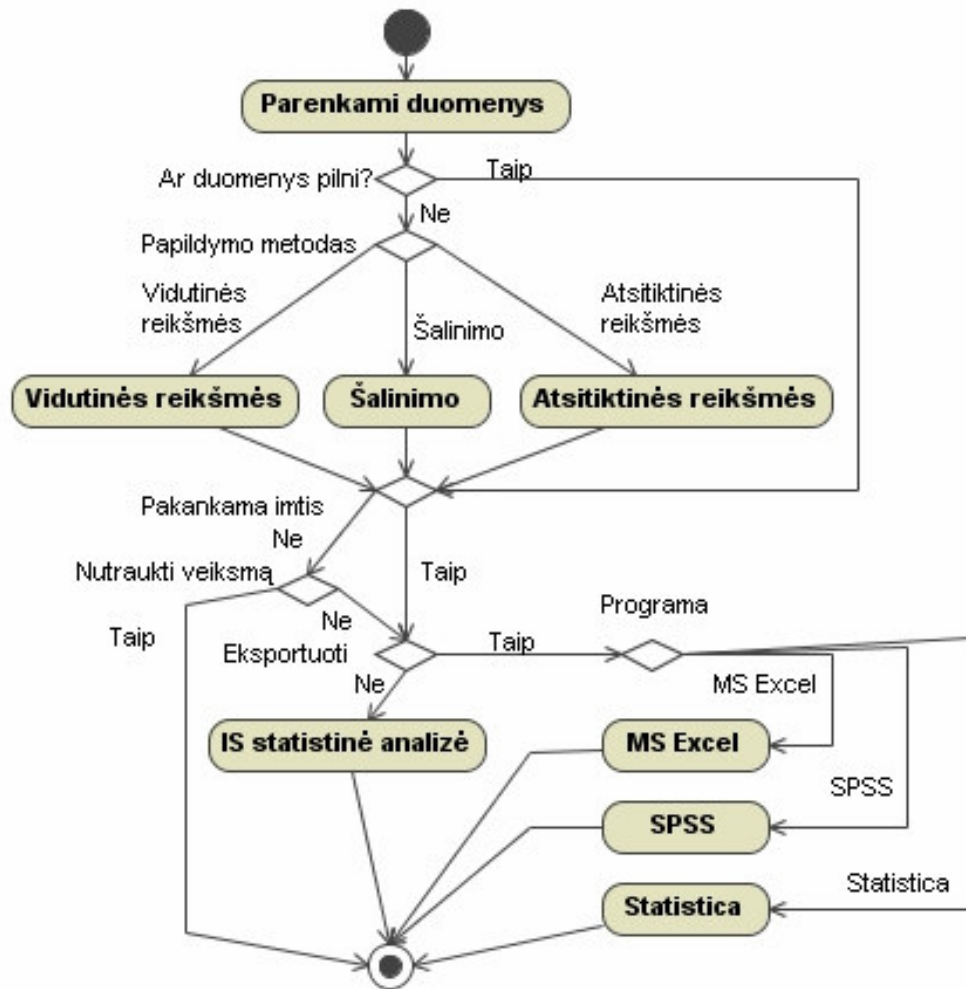
$$P = \sum_{i=1}^n \frac{(p_i[nuo] - p_i[iki]) * 100}{n * p_i[nuo]} \quad (3)$$

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{(p_i[nuo] - p_i[iki]) * 100}{n * p_i[nuo] * p_i[KS]} \quad (4)$$

P-Pokytis; P_i[nuo] – i-tojo paciento destruktijos židinio dydžio pradinė reikšmė; P_i[nuo] – i-tojo paciento destruktijos židinio dydžio galutinė reikšmė; P_i[KS] – i-tojo paciento gydymo kursų skaičius;

Gydymo metodo efektyvumo koeficientas skaičiuojamas kiekvienam gydymo metodui bei amžiaus grupei (3). Siekiant didesnio tikslumo, vertinama gydymo metodų efektyvumo koeficiento priklausomybė nuo gydymo kursų skaičiaus (4). Informacinėje sistemoje numatyta galimybė atlikti gydymo metodų analizę atskiroms, pagal nurodytus kriterijus sudarytoms, pacientų grupėms.

Tikslesnė duomenų analizė atliekama statistikos paketų pagalba. Gydymo metodų efektyvumas, gautų rezultatų patikimumas vertinami naudojant *Fišerio*, *Frydmano*, χ^2 kriterijais, prognozės metodais.



44 Pav. Realizuotas trūkstamos reikšmės sprendimas.

Pacientų gyvenimo kokybės vertinimas atliekamas pagal Europos vėžio tyrimų ir gydymo organizacijos (angl. *European Organization of Research and Treatment of Cancer*) standartą – QLQ - C30² [8]. Šiuo vertinimu siekiama įvertinti paciento ligos atvejo įtaką jo gyvenimo sąlygoms.

5.2 Sistemos realizacija ir testavimas

Sistema buvo realizuojama MySQL 5.0 duomenų bazės valdymo sistemoje bei Borland Developer Studio 2007, Delphi programavimo kalba.

Informacinės sistemos realizavimas buvo atliekamas pagal UML projektą. Darbai pasiskirstomi pagal panaudojimo atvejus ir klases. Realizavus pagrindinius sistemos modulius buvo pradėtas sistemos testavimas, kurio pagrindinis tikslas apibrėžti kokybės užtikrinimo kriterijus ir paruošti programinę įrangą su minimaliu defektų kiekiu.

² QLQ -C30 – tai standartizuotas, patikimas, validus ir jautrus gyvenimo kokybės klausimynas, apimantis tokias sritis kaip fizinė, emocinė, kognityvinė, socialinė sveikata ir finansinės galimybės [8]

Sistamai buvo atlikti:

- vienetų testavimas, kurio tikslas nustatyti ar teisingai veikia atskiros sistemos klasės/moduliai.
- integravimo testavimas, kurio tikslas nustatyti ar teisingai sistemos komponentai veikia tarpusavyje
- priėmimo testavimas, kurio tikslas patikrinti ar sukurta sistema atitinka vartotojo poreikius
- aukšto lygio testavimas, kurio tikslas patikrinti ar galutinis produktas veikia be priekaištų

Vienetų testavimas

Vienetų testavimas buvo vykdomas atskiroms sistemos klasėms/ moduliams. Vienetų testavimas atliktas baltos dėžės principu. Sistemos moduliai bei atskiros jų klasės ištestuoti paduodant jiems įėjimo duomenis bei stebint jų išėjimus, kurie buvo lyginami su laukiamais rezultatais.

Integravimo testavimas

Atlikus informacinės sistemos vienetų testavimą (t.y atskirų sistemos modulių/klasių testavimą), komponentai buvo palaipsniui apjungiami ir testuojami naudojant integracinio testavimo strategiją. Integracinio testavimo vykdymui pasirinktas „iš apačios į viršų“ (*angl. bottom – up*) principas. Testuojant taikytų gydymo metodų efektyvumo ir analizės IS pradžioje testuojami žemiausio lygio komponentai skirti darbui su duomenimis, tinklu, vėliau vartotojo sąsajos komponentai. Integracinio testavimo tikslas nustatyti ar teisingai sistemos komponentai veikia tarpusavyje.

Priėmimo testavimas

Priėmimo testavimas buvo atliekamas pas IS užsakovą. Sukurta programinė įranga įdiegta kliento aplinkoje. Sistema demonstruojama užsakovui ir jo bandoma turėjo atitikti pradinius iškeltus vartotojo reikalavimus, specifikaciją. Testavimo tikslas patikrinti ar sukurta sistema atitinka vartotojo poreikius.

Aptikus neatitikimus tarp sistemos specifikacijos ir realizuoto produkto buvo registruojamos klaidos. Priklausomai nuo klaidos dydžio ir svarbos sistemos kūrėjai tarėsi su užsakovu dėl projekto įgyvendinimo termino pratęsimo arba sistemos atnaujinimo.

Vartotojui iškėlę papildomi reikalavimai buvo registruojami ir numatytas jų įgyvendinimas su sekančia sistemos versija.

Aukšto lygio testavimas

Aukšto lygio testavimas tai užbaigto produkto galutinis testavimas pas užsakovą, norint įsitikinti, jog sistema veikia be priekaištų. Šiame testavimo etape busžvo atliekami sekantys testai:

- Regresinis testavimas

Atlikus vienetų, integravimo bei priėmimo testavimą bei atlikus pakeitimus sistemoje, buvo kartojami seni bei kuriami atitikamai pakeitimams nauji testai, kad patikrinti informacinės sistemos pataisymų funkcionavimą.

- Stresinis testavimas

Sistema buvo testuojama imituojant didelį vartotojų kiekį.

- Vartotojo sąsajos testavimas

Testuojama grafinė vartotojo sąsaja. Buvo atliekami tiek rankiniai tiek automatiniai testavimo atvejai, siekiant patikrinti formų, mygtukų, meniu veikimo teisingumą. Sukurti automatiniai grafinės vartotojo sąsajos testai bus panaudoti testuojant ir ateinančias produkto versijas.

Testavimo eigoje buvo atlikta dauguma suplanuotų testų, kurių metu pastebėtos sistemos klaidos ar nepilnas atitikimas reikalavimų specifikacijai. Atsižvelgiant į klaidų svarbumą, jos buvo taisomos, o iškilus programos pakeitimo klausimams buvo tariamasi su užsakovu.

Testavimo metu rezultatai, klaidos ar pakeitimai buvo fiksuojami metrikose.

5.3 Pacientų duomenų kaupimas

Šiame skyrelyje pateiksime pora pavyzdžių, kaip atrodo duomenų apie pacientus kaupimas anketų-klausimynų pagalba.

Duomenys apie pacientus susideda iš sekančių dalių:

- Dokumentinės
- Tyrimų
- Navikų: piktybinio, nepiktybinio bei metastazinio dalys (Pav.)
- Viršutinės arba apatinės galūnės
- Paciento rentgenogramos
- Gyvenimo kokybės koeficientą apsprendžiančių – QLQ anketų [8]
- Papildomos informacijos

Dokumentinė anketų dalis (45 pav.) pildoma visiems mišrių traumų specialistų pacientams. Šioje formoje pateikiami pagrindiniai duomenys apie gydomus asmenis.

The screenshot displays a web-based patient form within a software application. The title bar reads 'TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ ANALIZĖS INFORMACINĖ SISTEMA'. The main window is titled 'Pacientas'. At the top, there are navigation tabs: 'Byla', 'Veiksmai', 'Pacientas', 'QLQ', 'Rentgenograma', 'Duomenų siuntimas', 'Pranešimai', 'Statistika', 'Langai', and 'Pagalba'. Below this is a search bar for 'Asmens kodas' with the value '38104120095'. The form itself is divided into several sections:

- Identifikacija:** Kortelės Nr. (001), Asmens kodas (38104120095), Vardas (Mantas), Pavardė (Grinevicius).
- Dokumentinė dalis:** Tyrimai, Biopsija ir klinikinė diagnozė, Navikas, Viršutinė galūnė, Apatinė galūnė, Nuotraukos, QLQ 30, Komentarai.
- Asmeniniai duomenys:** Gimimo data (4/12/1981), Adresas (A. Kulviečio 10 -24), Miestas (Jonava), Šalis (Lietuva), Tautybė (lietuvis), Profesija (studentas).
- Medicininiai duomenys:** Lytis (Vyris), Kreipimosi data (10/13/2006), Preliminarios diagnozės nustatymo data (empty), Kreipimosi aplinkybės (Savarankiškai, ryškėjant klinikai). Checkboxes are present for 'Progressuojantis skausminis sindromas', 'Neurovaskulinės kompresijos reiškiniai', 'Ryškus galūnės funkcijos sutrikimas', 'Didėjanti galūnės deformacija', and 'Kita'.

45 pav. Dokumentinės dalies anketos forma

Įvedus pagrindinius duomenis apie pacientą dokumentinėje formoje, asmuo priregistruojamas sistemoje ir gydymo eigoje pildomos su diagnoze susijusios anketos. Ligoniai būna trijų tipų, turintys: piktybinį, nepiktybinį ir metastazinį naviką. Priklausomai nuo susirgimo pildomi tolimesni duomenys (46 pav.)

Anketos realizuotos siekiant palengvinti duomenų apie pacientus suvedimą, gydytojo darbą, todėl formose klausimai tarpusavyje susieti. Pavyzdžiui, pasirinkus priešoperacinį gydymą atsiranda papildomi laukai: kursų skaičius, dozė (46 pav.). Tokių būdu išspręstas ilgų ir informatyvių klausimų pildymas ir sumažinta galimų įvedimo klaidų tikimybė.

Vaizdinė medžiaga, dažniausiai rentgeno nuotraukos, nesunkiai įkeliamos į sistemą. Pacientas gali turėti ne vieną rentgenogramą, kurią sistemos vartotojas-gydytojas gali koreguoti, papildyti, daryti savo pasižymėjimus, išmatuoti norimus židinius pelės pagalba (47 pav).

Paciento savijautos ir gyvenimo kokybės įvertinimo (*angl. QLQ*) tikslas - įvertinti diagnozės bei gydymo įtaką asmens kasdienybei [8]. Šis vertinimas atliekamas apklausiant ligonius prieš ir po gydymo sesijos. Vienas pacientas gali turėti ne vieną jo gyvenimo kokybę vertinančią anketą. (48 pav.)

TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ ANALIZĖS INFORMACINĖ SISTEMA

Byla Veiksmai Pacientas QLQ Rentgenograma Duomenų siuntimas Pranešimai Statistika Langai Pagalba

Asmens kodas 38104120095

Pacientas

Kortelės Nr. 001 Asmens kodas 38104120095 Vardas Mantas Pavardė Grinevicius

Dokumentinė dalis | Tyrimai | Biopsija ir klinikinė diagnozė | Navikas | Viršutinė galūnė | Apatinė galūnė | Nuotraukos | QLQ 30 | Komentarai

Navikas Piktybinis Metastazinis Nepiktybinis

Dalis 1 | Dalis 2 |

Priešoperacinis gydymas: **Kombinuotas gydymas**

Kursų skaičius: **Spindulinė terapija** dozė (Gy) **Chemoterapija**

Naudoti preparatai

1. 3.
2. 4.

Rezekcijos tipas: Intražidinė Plati Kraštinė Amputacija

Rekonstrukcinė operacija:

Rekonstrukcijos tipas:

Atsakas į priešoperacinį gydymą

Spindulinė terapija
Destrukcijos židinis nuo cm iki cm

Chemoterapija
Destrukcijos židinis nuo cm iki cm

Rezultatas
Efektyvus spindulinis gydymas sumažėjo 2 cm
Efektyvus spindulinis gydymas sumažėjo 3 cm

Pooperacinis gydymas
 Spindulinė terapija Kursų skaičius
 Chemoterapija Kursų skaičius

Pažeistos galūnės funkcija

	Fleksija	Ekstenzija	Vidinė rotacija	Išorinė rotacija
Išleistas stad.	<input type="text" value="9"/>	<input type="text" value="33"/>	<input type="text" value="45"/>	<input type="text" value="63"/>
Po trijų mėn.	<input type="text" value="87"/>	<input type="text" value="22"/>	<input type="text" value="34"/>	<input type="text" value="64"/>
Po šešių mėn.	<input type="text" value="54"/>	<input type="text" value="33"/>	<input type="text" value="21"/>	<input type="text" value="45"/>
Po metų	<input type="text" value="43"/>	<input type="text" value="54"/>	<input type="text" value="55"/>	<input type="text" value="66"/>

46 pav. Navikų dalies anketos forma

TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ ANALIZĖS INFORMACINĖ SISTEMA

Byla Veiksmai Pacientas QLQ Rentgenograma Duomenų siuntimas Pranešimai Statistika Langai Pagalba

Asmens kodas 38104120095


Pacientas

Kortelės Nr. 001 Asmens kodas 38104120095 Vardas Mantas Pavardė Grinevicius

Dokumentinė dalis | Tyrimai | Biopsija ir klinikinė diagnozė | Navikas | Viršutinė galūnė | Apatinė galūnė | Nuotraukos | QLQ 30 | Komentarai

Nuotraukos: Atstumas: 14,47

Rentgenograma1
mmmm



Ištrinti Ikelti Rentgenograma1 Saugoti

Komentarai:

47 pav. Pacientų rentgenogramų forma

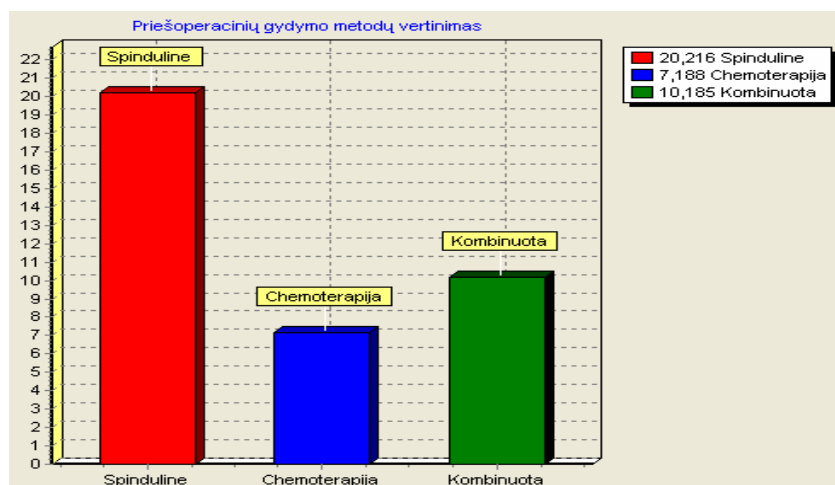
48 pav. QLQ – gyvenimo kokybės vertinimo anketų - forma

Informatyvių formų pagalba sprendžiamas duomenų apie pacientus kaupimo bei tolimesnio panaudojimo išsamiai gydymo metodų analizei uždavinys.

5.4 Analizės rezultatų pateikimas ir sprendimo priėmimas

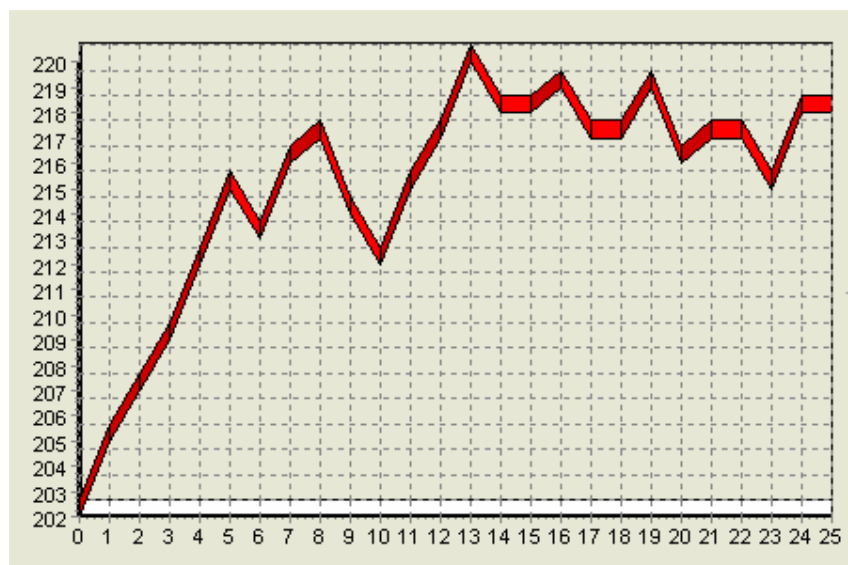
Sukauptų duomenų apie gydomus pacientus analizė atliekama informacinės sistemos bei statistinių paketų pagalba (SPSS, Statistica). Gauti rezultatai leidžia spręsti apie taikytų gydymo metodų efektyvumą, pagrįstumą ir įtaką paciento gyvenimo kokybei. Statistinių vertinimų vizualizavimas palengvina sprendimo priėmimą [5].

Pirmame pavyzdyje (49 pav.) atvaizduojami gauti³ rezultatai, taikant piktybinio naviko gydymo metodus (chemoterapijos, spindulinės terapijos ir kombinuoto gydymo).



49 pav. Priešoperacinių gydymo metodų įtaka naviko dydžio pokyčiui.

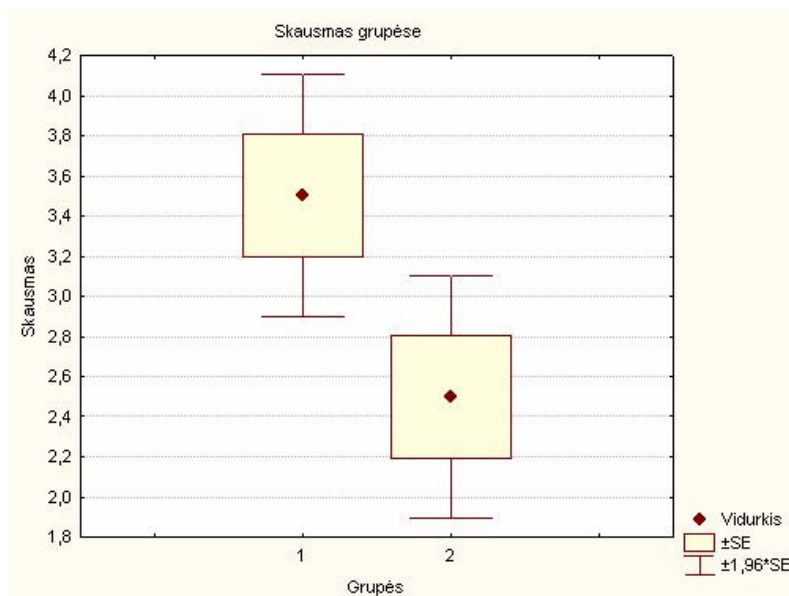
³ Pateiktose diagramose duomenys neatitinka tikrosios medicininės situacijos.



50 pav. Priešoperacinio gydymo taikymo efektyvumas 0-25 amžiaus grupėje

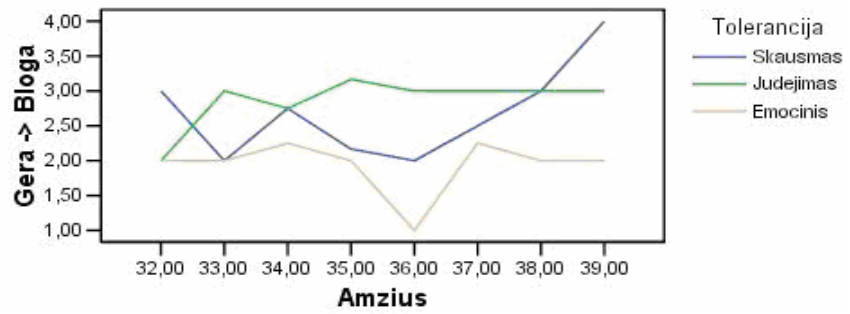
Statistica 6.0 paketo pagalba vertinama skirtingų chirurginių gydymo būdų įtaka pacientų savijautai, remiantis patiriamu skausmo intensyvumu (51 pav.). Vienos grupės pacientams operacijos metu taikytas cementinis, kitos – kaulinis audinys.

Variable	Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
Skausmas	3,500000	2,500000	2,300895	18	0,033567	10	10	0,971825	0,971825	1,000000	1,000000



51 pav. Pacientų patiriamu skausmo vidurkis, standartinis nuokrypis priklausomai nuo taikyto chirurginio gydymo.

SSPS 12.0 paketu analizuojamų duomenų vizualizacijos pavyzdys (52 pav.) atspindinti skausmo, judėjimo laisvės ir emocinio komforto vidurkio įverčius atitinkamose pacientų amžiaus grupėse po taikyto chirurginio gydymo.



52 pav. Pacientų būklės (patiriamas skausmas, judėjimo gebėjimas, emocinis nusiteikimas) vertinimas po chirurginio gydymo atsižvelgiant į amžių.

Informacinės sistemos sukaupti ir atrinkti duomenys apie pacientų gydymą, jų būklę, gali būti išsamiai analizuojami statistikos paketų pagalba. Šiame skyriuje pateikti grafikai atspindi tik dalį atliekamos statistinės duomenų analizės.

6 TRŪKSTAMŲ DUOMENŲ UŽPILDYMO ALGORITMŲ TYRIMO EKSPERIMENTAS

Siekiant įvertinti trūkstamų duomenų užpildymo būdus ir jų naudą buvo atliktas eksperimentas.

Eksperimento tikslas buvo iširti, koku duomenų atstatymo metodu užpildžius trūkstamas reikšmes rezultatai labiausiai atitiks realiuosius duomenis. Kitas svarbus aspektas, ar užpildyti atitinkamais metodais duomenys nepraras savo patikimumo. Kad tai atlikti, buvo sugeneruotos duomenų imtys, įvertintos ir pašalinus tam tikrą procentą įrašų reikšmių pritaikyti skirtingi duomenų užpildymo algoritmai.

Atlikti du eksperimentai: kai duomenys grupėse statistiškai patikimai skiriasi ir kai nesiskiria.

Pirmas eksperimentas

Ekperimentas buvo atliekamas sekančiais žingsniais:

- *Microsoft Excel* pagalba buvo sukurta 100 atsitiktinių įrašų grupei nustatyti naudojantis formule (1).

$$=ROUND(RAND()*(2-1)+1;0) \quad (1)$$

- *Microsoft Excel* pagalba buvo sukurta 100 atsitiktinių įrašų matavimams sugeneruoti naudojant formulę (2).

$$=ROUND(RAND()*(60-30)+30;1) \quad (2)$$

- Perkėlus duomenis į *Statistica* paketą, atsitiktine tvarka buvo ištrinta po 10% įrašų iš kiekvienos grupės.
- Ištrinti duomenys užpildyti:
 - a) B.V. - bendru vidurkiu (angl.*Mean imputation*), kurio paskaičiuota vertė - 44,82
 - b) P.V. – priklausomu (regresiniu) vidurkiu (angl.*Regression imputation*), kurio paskaičiuotos vertės grupėms: Grupė1 - 44,60250, Grupė2 - 45,03750;
 - c) A.R.G - atsitiktine reikšme toje grupėje (angl.*Hot deck imputation*).

Statistica paketo pagalba gauti rezultatai:

- Visos imties rezultatai (9 lentelė.): vidurkis, patikimumas, standartinis nuokrypis.

Gauti visos imties rezultatai. B.V. – bendro vidurkio; P.V. – priklausomo vidurkio; A.R.G. – atsitiktinės grupėje

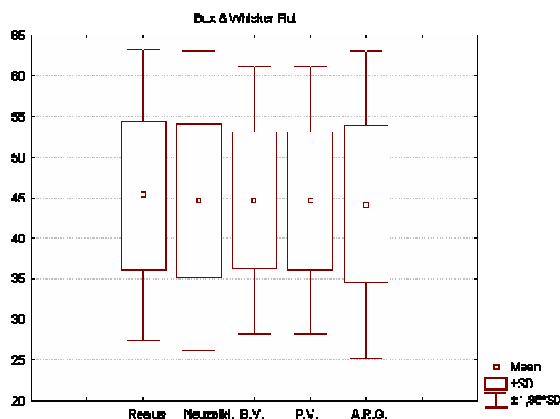
Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)											
	Valid N	Mean	Confidence -95,000%	Confidence +95,000%	Geometri Mean	Minimum	Maximum	Lower Quartile	Upper Quartile	Variance	Std.Dev.	Standard Error
Grupe	100	1,50000	1,40029	1,59971	1,41421	1,00000	2,00000	1,00000	2,00000	0,25253	0,502519	0,050252
Realus	100	45,20900	43,41096	47,00704	44,29683	30,20000	59,80000	36,80000	54,35000	82,11436	9,061698	0,906170
Neuzpild.	80	44,82000	42,73198	46,90802	43,84443	30,20000	59,80000	36,35000	54,00000	88,03529	9,382712	1,049019
B.V.	100	44,82000	43,15692	46,48308	44,03783	30,20000	59,80000	38,80000	51,45000	70,25038	8,381550	0,838155
P.V.	100	44,82000	43,15681	46,48319	44,03773	30,20000	59,80000	38,80000	51,45000	70,25994	8,382120	0,838212
A.R.G.	100	44,33900	42,42223	46,25577	43,29939	30,20000	59,80000	35,45000	54,50000	93,31755	9,660101	0,966010

- Grupių rezultatai pateikiami lentelės bei grafikų pagalba (10 lentelė, 53 pav, 54 pav)

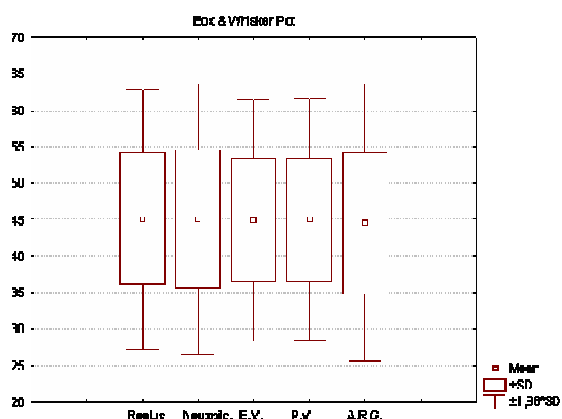
10 lentelė

Gauti rezultatai atskirose grupėse. B.V. – bendro vidurkio; P.V. – priklausomo vidurkio; A.R.G. – atsitiktinės reikšmės grupėje.

Variable	T-tests; Grouping: Grupe (Spreadsheet1.sta)										
	Mean 2	Mean 1	t-value	df	p	Valid N 2	Valid N 1	Std.Dev. 2	Std.Dev. 1	F-ratio Variances	p Variances
Realus	45,12200	45,29600	-0,095527	98	0,924091	50	50	9,078193	9,136492	1,012885	0,964441
Neuzpild.	45,03750	44,60250	0,206076	78	0,837268	40	40	9,470946	9,409147	1,013179	0,967598
B.V.	44,99400	44,64600	0,206593	98	0,836757	50	50	8,449891	8,394761	1,013178	0,963639
P.V.	45,03750	44,60250	0,258255	98	0,796752	50	50	8,449434	8,394300	1,013179	0,963635
A.R.G.	44,55200	44,12600	0,219432	98	0,826770	50	50	9,722544	9,691187	1,006482	0,982051



53 pav. Pirmos duomenų grupės užpildymas

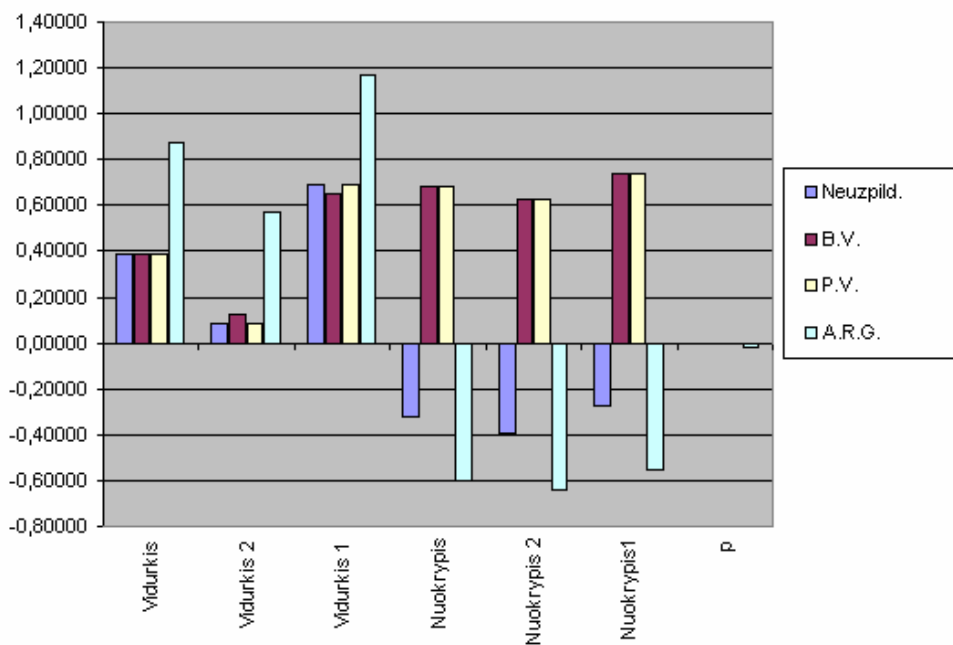


54 pav. Antros duomenų grupės užpildymas

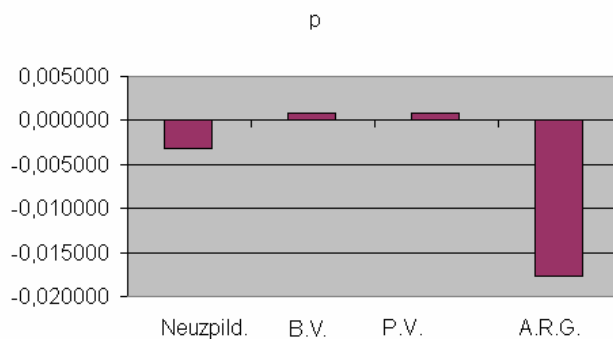
- Skirtumas tarp gautų ir pradinių reikšmių (11 lentelė) gautas iš nemodifikuotos imties parametru atėmus pakeistos imties atitinkamą parametru (55 pav., 56 pav.).

Skirtumas tarp gautų ir pradinių reikšmių

	Neužpildžius	Bendru vidurkiu	Priklausomu vidurkiu	Atsitiktinės reikšmės
Vidurkis	0,38900	0,38900	0,38900	0,87000
Vidurkis 2	0,08450	0,12800	0,08450	0,57000
Vidurkis 1	0,69350	0,65000	0,69350	1,17000
Nuokrypis	-0,321015	0,680147	0,679577	-0,598404
Nuokrypis 2	-0,392753	0,628302	0,628759	-0,644351
Nuokrypis1	-0,272654	0,741732	0,742192	-0,554695
P	-0,003157	0,000802	0,000806	-0,017610



55 pav. Skirtumas tarp gautų ir pradinių reikšmių. B.V. – bendro vidurkio; P.V. – priklausomo vidurkio; A.R.G. – atsitiktinės reikšmės grupėje



56 pav. Skirtumas tarp gautų ir pradinės p reikšmės. B.V. – bendro vidurkio; P.V. – priklausomo vidurkio; A.R.G. – atsitiktinės reikšmės grupėje

Pirmojo eksperimento išvados

Pastebėta, jog statistinio patikimumo pokytis mažiausias naudojant bendro bei priklausomo vidurkio duomenų užpildymo metodus. Nuokrypio skirtumas mažiausias duomenų neužpildant t.y. atmetant. Vidurkio pokytis mažiausias naudojant priklausomo vidurkio duomenų užpildymo metodą.

Antras eksperimentas

Eksperimentas buvo pakartotas kuomet duomenys grupėse statistiškai patikimai skiriasi.

Ekperimento vykdymo žingsniai:

- Pirmai grupei paimta pirmojo eksperimento 1 ir 2 sugeneruotų duomenų grupės.
- Panaudota formulė (3) antros grupės duomenims užpildyti:
$$=ROUND(RAND()*(90-50)+50;1) \quad (3)$$
- Atsitiktine tvarka ištrinta 20% įrašų antros grupės.
- Užpildyti trūkstami duomenys tokiu pat būdu kaip ir pirmame eksperimente.

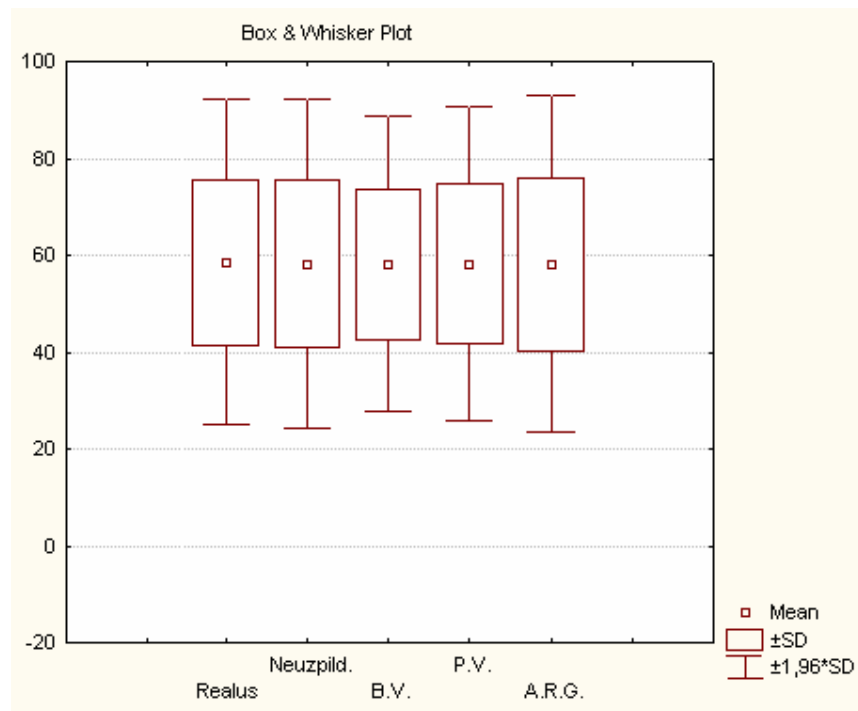
Ekperimento metu gauti rezultatai (12 lentelė.) ir pateiktas jų grafinis atvaizdavimas (57 pav.).

- Bendri duomenų užpildymo metodų rezultatai

12 lentelė

Gauti rezultatai. B.V. – bendro vidurkio; P.V. – priklausomo vidurkio; A.R.G. – atsitiktinės reikšmės grupėje

Variable	Descriptive Statistics (Spreadsheet1.sta)					
	Valid N	Mean	Minimum	Maximum	Std.Dev.	Standard Error
Grupe	200	1,50000	1,00000	2,00000	0,50125	0,035444
Realus	200	58,61150	30,20000	89,90000	17,13012	1,211283
Neuzpild.	160	58,22312	30,20000	89,90000	17,31533	1,368897
B.V.	200	58,22312	30,20000	89,90000	15,47757	1,094429
P.V.	200	58,22313	30,20000	89,90000	16,60314	1,174020
A.R.G.	200	58,11000	30,20000	89,90000	17,74081	1,254465



57 pav. Gautų rezultatų grafinis atvaizdavimas B.V. – bendro vidurkio; P.V. – priklausomo vidurkio; A.R.G. – atsitiktinės reikšmės grupėje

- Gauti rezultatai atskirose grupėse (13 lentelė)

13 lentelė

Gauti rezultatai atskirose grupėse. B.V. – bendro vidurkio; P.V. – priklausomo vidurkio; A.R.G. – atsitiktinės reikšmės grupėje

T-tests; Grouping: NewVar (Spreadsheet1.sta)											
Group 1: 1											
Group 2: 2											
Variable	Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
Realus	45,20900	72,01400	-17,7925	198	0,000000	100	100	9,061898	12,03533	1,763992	0,005142
Neuzpild.	44,82000	71,62625	-15,4895	158	0,000000	80	80	9,382712	12,31119	1,721645	0,016745
B.V.	47,50062	68,94563	-13,5830	198	0,000000	100	100	9,964122	12,24661	1,510616	0,041360
P.V.	44,82000	71,62625	-19,3863	198	0,000000	100	100	8,381550	10,99755	1,721645	0,007369
A.R.G.	44,33900	71,88100	-17,4351	198	0,000000	100	100	9,660101	12,49889	1,674092	0,010988

- Tikrinama ar skirtumas tarp nemodifikuotos imties ir pakeistos statistiškai patikimas.

Kai pirma grupė nemofifikuota, o antra:

a) pašalintais duomenimis:

Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
58,61150	58,22313	0,212730	358	0,831659	200	160	17,13012	17,31533	1,021740	0,882000

b) su duomenimis užpildytas bendru vidurkiu:

Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
58,61150	58,22313	0,237905	398	0,812077	200	200	17,13012	15,47757	1,224942	0,153273

c) duomenimis užpildytas priklausomu vidurkiu:

Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
58,61150	58,22313	0,230234	398	0,818028	200	200	17,13012	16,60314	1,064487	0,659795

d) duomenimis užpildytas atsitiktine reikšme toje grupėje:

Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
58,61150	58,11000	0,287588	398	0,773812	200	200	17,13012	17,74081	1,072570	0,621677

- Tikrinama, ar skirtumas yra patikimas tarp nemodifikuotos pirmos grupės imties ir pakeistos statistiškai.

Kai pirma grupė nemodifikuota, o antra:

a) pašalintais duomenimis:

Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
45,20900	44,82000	0,281714	178	0,778490	100	80	9,061698	9,382712	1,072106	0,738519

b) užpildyta bendru vidurkiu:

Mean 1	Mean 3	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 3	Std.Dev. 1	Std.Dev. 3	F-ratio Variances	p Variances
45,20900	47,50062	-1,70148	198	0,090422	100	100	9,061698	9,964122	1,209091	0,346450

c) priklausomu vidurkiu:

Mean 1	Mean 4	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 4	Std.Dev. 1	Std.Dev. 4	F-ratio Variances	p Variances
45,20900	44,82000	0,315143	198	0,752985	100	100	9,061698	8,381550	1,168881	0,438945

d) atsitiktine reikšme:

Mean 1	Mean 5	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 5	Std.Dev. 1	Std.Dev. 5	F-ratio Variances	p Variances
45,20900	44,33900	0,656848	198	0,512041	100	100	9,061698	9,660101	1,136434	0,525787

- Tikrinama, ar skirtumas tarp nemodifikuotos antros grupės imties ir pakeistos yra statistiškai patikimas.

Kai pirma grupė nemodifikuota, o antra:

a) pašalintais duomenimis:

Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
72,01400	71,62625	0,212608	178	0,831876	100	80	12,03533	12,31119	1,046368	0,825855

b) užpildyta bendru vidurkiu:

Mean 1	Mean 3	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 3	Std.Dev. 1	Std.Dev. 3	F-ratio Variances	p Variances
72,01400	68,94563	1,786996	198	0,075468	100	100	12,03533	12,24661	1,035419	0,862872

c) priklausomu vidurkiu:

Mean 1	Mean 4	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 4	Std.Dev. 1	Std.Dev. 4	F-ratio Variances	p Variances
72,01400	71,62625	0,237836	198	0,812254	100	100	12,03533	10,99755	1,197632	0,371137

d) atsitiktine reikšme:

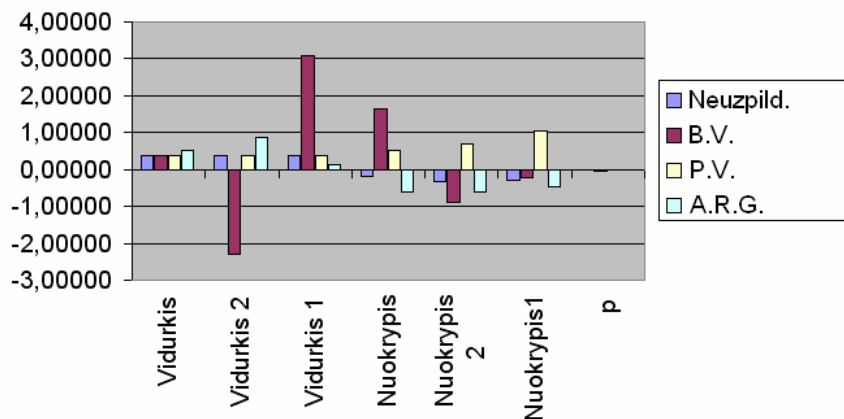
Mean 1	Mean 5	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 5	Std.Dev. 1	Std.Dev. 5	F-ratio Variances	p Variances
72,01400	71,88100	0,076651	198	0,938979	100	100	12,03533	12,49889	1,078517	0,707626

- Skirtumas tarp gautų ir pradinių reikšmių (14 lentelė) gautas iš nemodifikuotos imties parametų atėmus pakeistos imties atitinkamą parametą (58 pav., 59pav.).

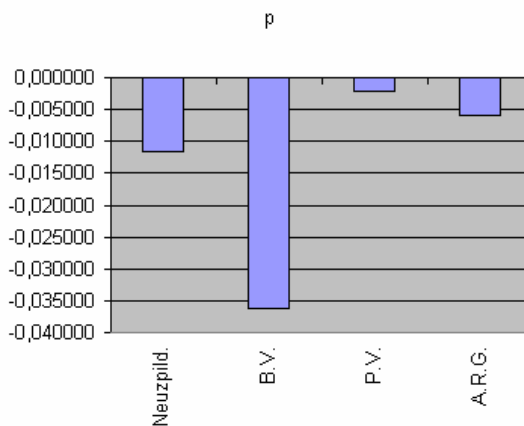
14 lentelė

Skirtumas tarp gautų ir pradinių reikšmių (Mean – vidurkio, regression – priklausomo vidurkio, hot deck – atsitiktinės reikšmės metodai)

	neuzpildyta	Mean	Regression	Hot deck
Vidurkis	0,38837	0,38837	0,38837	0,50150
Vidurkis 2	0,38900	-2,29163	0,38900	0,87000
Vidurkis 1	0,38775	3,06837	0,38775	0,13300
Nuokrypis	-0,185203	1,652556	0,526979	-0,610685
Nuokrypis 2	-0,321015	-0,902424	0,680147	-0,598404
Nuokrypis 1	-0,275867	-0,211287	1,037772	-0,463559
P	-0,011604	-0,036219	-0,002227	-0,005847



58 pav. Skirtumas tarp gautų ir pradinių reikšmių (B.V. – bendro vidurkio; P.V. – priklausomo vidurkio; A.R.G. – atsitiktinės reikšmės grupėje)



59 pav. Skirtumas tarp gautos ir pradinės p reikšmės (B.V. – bendro vidurkio; P.V. – priklausomo vidurkio; A.R.G. – atsitiktinės reikšmės grupėje)

Antro eksperimento išvados:

Pastebėta, kad užpildant duomenis bendro vidurkio metodų atsiranda daugiausiai netikslumų, duomenys iškraipomi.

Bendros išvados:

Nors duomenys statistiškai patikimai nesiskiria, tačiau kuo duomenys labiau priklausomi nuo daugiau kintamųjų tuo jie artimesni realiams.

Kaip ir galima buvo tikėtis, galima pastebėti, jog atmetus trūkstamus duomenis sumažėja imtis, todėl dėl padidėjusio išsibarstymo padidėja nuokrypis. Trūkstamas reikšmės užpildžius vidutinėmis tos grupės reišmėmis, duomenys labiau normalizuojasi ir paklaida bei nuokrypis sumažėja.

Duomenų užpildymas yra aktualus, siekiant neprarasti tiriamų duomenų kokybės. Kaip parodė atlikti eksperimentai, regresiniai duomenų užpildymo metodai esant 20% reikšmių trūkimui, pagerina duomenų kokybę neprarandant patikimumo.

Kadangi sistemoje duomenys analizuojami įvairiais aspektais, todėl įrašų su trūkstamomis reikšmėmis atmetimas tik sumažintų tiriamųjų imtį ir pakenktų tolimesnės analizės rezultatams.

7 SUKURTOS PROGRAMINĖS ĮRANGOS KOKYBĖS ĮVERTINIMAS

Šiame skyriuje bus pateikti taikytų gydymo metodų efektyvumo analitinės sistemos kokybės vertinimas pagal ISO/IEC 9126 kriterijus bei vertinimo rezultatai.

7.1 Kokybės vertinimo kriterijai

Realizuotos sistemos kokybė buvo įvertinta pagal ISO/IEC 9126 programinės įrangos kokybės vertinimo charakteristikas:

- Funkcionalumą (angl. *functionality*),
- Patikimumą (angl. *reliability*),
- Vartoseną (angl. *usability*),
- Našumas (angl. *efficiency*),
- Palaikomumas (angl. *maintainability*),
- Pernešamumas (angl. *portability*).

Kiekviena šių charakteristikų turi savo sub-charakteristikas. Kad įvertinti sukurtos sistemos kokybę, pagal reikalavimus buvo sukurtos metrikos kiekvienai sub-charakteristikai įvertinti. Vertinama buvo:

- 3-viršija lūkesčius,
- 2-pilnai atitinka laukiamus rezultatus,
- 1-minimaliai tenkina,
- 0-neatitinka.

Funkcionalumas nusako, ar programinė įranga atlieka reikiamas funkcijas. Tam, kad įvertinti realizuotos sistemos funkcionalumą, turi būti ir buvo įvertintos funkcionalumo sub-charakteristikos. Jas įvertinus padaryta išvada, jog sistema funkcionali, nes:

- Tinkama (angl. *suitable*), nes sistemos funkcijos atliekančios reikiamas užduotis buvo pilnos ir atitiko reikalavimus,
- Tiksliai (angl. *accurate*), kadangi sistema veikė tvarkingai, pateikė sutartus teisingus rezultatus.
- Bendradarbiaujanti (angl. *interoperable*), nes sistema bendradarbiauja su tokiais sistemomis kaip *Statistica*, *SPSS*, *MS Office*, *MS Excel* ir kt.
- Laikymasis (susitarimų, įstatymų ir t.t.) (angl. *compliance*). Sistema laikosi PĮ įgyvendinimo, siekia medicininiams sistemoms keliamų standartų.
- Saugi (angl. *secure*), kadangi sistema identifikuoja vartotoją slenkančio slaptažodžio pagalba. Konfidencialūs duomenys saugomi užkoduoti.

Patikimumas nusako, kiek patikima programinė įranga. Tam, kad įvertinti realizuotos sistemos patikimumą buvo įvertintos patikimumo sub-charakteristikos. Jas įvertinus padaryta išvada, jog sistema patikima, nes:

- Brandi (angl. *mature*), nes nesėkmingų sistemos veikimo atvejų dėl gedimų per bandomąjį laikotarpį neužfiksuota.
- Tolerantiška gedimams (angl. *fault tolerant*), kadangi veikia kol nėra internetinio ryšio, galima duomenų analizė sistemai sugedus, yra gedimų šalinimo vedlys.
- Atkuriamą (angl. *recoverable*), nes sistema daro duomenų kopijas.

Vartoseną nusako, kaip lengva programine įranga naudotis. Tam, kad įvertinti realizuotos sistemos vartoseną, buvo įvertintos vartosenos sub-charakteristikos. Jas įvertinus padaryta išvada, jog sistema vartojama, nes yra:

- Suprantama (angl. *understandable*), nes sistemos grafinė vartotojo sąsaja intuityvi.
- Išmokstama (angl. *learnable*), kadangi sistema pritaikoma vartotojui norima kalba, patogi naudojimui.
- Veikianti (angl. *operation*), nes vartotojas mato tik tą informaciją kurią turi teisę matyti, savo darbo lauką, kas palengvina operacijų atlikimą bei valdymą.

Našumas nusako, ar programinė įranga yra naši. Tam, kad įvertinti realizuotos sistemos našumą, buvo įvertintos našumo sub-charakteristikos. Jas įvertinus padaryta išvada, jog sistema atitinka našumo kokybės kriterijų:

- Veiknumas laike (angl. *time behaviour*). Sistemos atsako bei veikimo laikai atitiko reikalavimus.

Palaikomumas nusako, kaip sudėtinga programinę įrangą modifikuoti. Tam, kad įvertinti realizuotos sistemos palaikomumą, buvo įvertintos palaikomumo sub-charakteristikos. Jas įvertinus padaryta išvada, jog sistema palaikoma, kadangi yra:

- Analizuojama (angl. *analyzability*). Sistemos klaidos nesunkiai nustatomos, kadangi daugumoje atvejų generuojamos sutrikimų ataskaitos. Atnaujinimui programa nesunkiai analizuojama dėl savo išbaigtų dokumentacijų.
- Keičiama (angl. *changeability*). Sistema gali būti atnaujinama ir keičiama.
- Stabili (angl. *stability*), nes galimos rizikos valdomos, atliekant programos modifikacijas.
- Testuojama (angl. *testability*), kadangi sistema turi paruoštų automatinių testų, kurie gali būti atliekami pakartotinai po modifikacijų. Modifikuotų dalių testai ruošiami prieš pakeitimą, kas leidžia nesunkiai ištestuoti sistemą.

Pernešamumas nusako, kaip lengvai programinė įranga pernešama ant kitos aplinkos. Tam, kad įvertinti realizuotos sistemos pernešamumą, buvo įvertintos pernešamumo sub-

charakteristikos. Jas įvertinus padaryta išvada, jog sistema atitinka keletą pernešamumo kriterijų:

- Įdiegiama (angl. *installable*), kadangi sistema turi diegimo vedlį.
- Pakeičiama (angl. *replaceable*), nes realizuota sistema specifiniais atvejais gali būti naudojama vietoj kitos programinės įrangos

7.2 Sistemos kokybės vertinimo rezultatai

Kokybės vertinimas pagal keliamus kriterijus buvo atliekamas metrikų pagalba. Vartoseną vertino 3 sistemos vartotojai. Kitų metrikų įverčiai gauti stebint, analizuojant ar apskaičiuojant sistemos veikimo parametrus: klaidų tankis, dažnis, veikimas laike ir kitus.

Bendras kokybės įvertis parodo ar sistema yra kokybiška (15 lentelė).

15 lentelė

Kokybės vertinimas

Metrika	Sub-charakteristika	Charakteristika	Kokybė
M1 = 2	Tinkamumas = 2	Funkcionalumas = 2,1	<ul style="list-style-type: none"> • Bendras rezultatas = 2,2 • Pilnai atitinka laukiamus rezultatus
M2 = 2	Tikslumas = 2		
M3 = 2	Bendradarbiavimas = 2		
M4 = 1	Laikymasis = 1		
M5 = 0			
M6 = 2			
M7 = 1	Apsauga = 1,5		
M8 = 2			
M9 = 3	Brandumas = 3	Patikimumas = 2,5	
M10 = 2	Gedimų tolerancija = 1,5		
M11 = 1			
M12 = 3	Atkuriamumas = 3		
M13 = 3	Suprantamumas = 3	Vartoseną = 3	
M14 = 3	Išmokstamumas = 3		
M15 = 3	Veikimas = 3		
M16 = 2	Laikinė elgsena = 2	Našumas = 2	
M17 = 2	Elgsena resursų atžvilgiu = 2		
M18 = 2			
M19 = 2	Analizuojamumas = 2	Palaikomumas = 2,25	
M20 = 2			

M21 = 2	Keičiamumas = 2		
M21 = 2	Stabilumas = 2		
M22 = 2			
M23 = 3	Testuojamumas = 3		
M24 = 1	Prisitaikomumas = 1	Pernešamumas = 1,38	
M25 = 3	Įdiegiamumas = 2,5		
M26 = 2			
M27 = 0	Atitikimas = 0		
M28 = 2	Pakeičiamumas = 2		

Geriausias įvertinimas buvo už sistemos vartosenos charakteristiką.

Sistemą įvertinę pagal pateiktas charakteristikas darome išvadą, kas realizuota sistema atitinka daugumą ISO / IEC 9126 kokybės kriterijų.

8 IŠVADOS

1. Atlikta informacinių sistemų taikymo medicinoje ir realizuojamos sistemos ypatumų analizė parodė, jog sistemą būtina realizuoti atsižvelgiant į medicinines sistemos skirtus standartus ir keliamus reikalavimus t.y. HL7 (angl.*Health Level 7*), siekiant tolimesnio sistemos integralumo su kitomis sveikatos priežiūrai skirtomis sistemomis.

2. Analizė parodė, jog panašias sistemas tikslinga sukurti ir kitose medicinos srityse, kadangi esamos sistemos apima tik labai bendrus rodiklius ir reikiamo detalumo informacija specialistams nėra prieinama.

3. Atlikta medicinos informatikos sprendimus palaikančių sistemų modelio analizė įtakoją duomenų modelio optimizaciją, siekiant geresnių rezultatų operacijų metu, bei trūkstamų duomenų problemos sprendimą, kuris pagerina duomenų kokybę.

4. Sistemos duomenų analizei skirto trūkstamų duomenų užpildymo (angl. *missing data*) algoritmo išbandymas parodė, kad jis gali pagerinti duomenų kokybę net 20 %, esant nedideliame duomenų trūkumui, neprarandant tiriamojo ir statistinio patikimumo.

5. Išsami statistinė analizė bei duomenų vaizdus pateikimas palengvina rezultatų skaitomumą ir turi įtakos priimant sprendimus dėl taikytų gydymų pagrįstumo, efektyvumo bei tolimesnės medicinos praktikos.

6. Sukurtos sistemos testavimas atskleidė programos klaidas, kurios buvo ištaisytos ir dabar sistema kurį laiką veikia be didelių sutrikimų. Pastebėta, kad sistemos klaidas tikslinga registruoti ir taisyti atsižvelgiant į svarbumą bei kurti automatinius testus, kurie naudojami pakartotinai.

7. Atlikus sistemos kokybės tyrimą, pastebėtas realizuotos sistemos našumas. Duomenys apie pacientus kaupiami bei analizuojami, neprarandant tiek laiko, kiek reikalautų (praktiškai neįmanoma) paciento ambulatorinių kortelių peržvalga. Rezultatas, kurį dabar gauna informacinės sistemos vartotojas, suteiks galimybių sekti, stebėti, tirti ir gauti specialistų ieškomus atsakymus.

8. Sistemos kokybės tyrimas pagal ISO 9126 standarto kriterijus parodė, jog sistema yra kokybiška ir pilnai atitinka vartotojo reikalavimus.

9. Darbo tematika buvo parašytas straipsnis ir padarytas pranešimas 12-oje tarpuniversitetinė magistrantų ir doktorantų konferencijoje “Informacinė visuomenė ir universitetinės studijos (ivus‘07)”

9 LITERATŪROS SĄRAŠAS

- [1] Biomedicininė informacinė sistema. [žiūrėta 2007 05 20], prieiga internete <http://www.pri.kmu.lt/telemedicina/index2.html>
- [2] Blobel, Bernd. *Analysis, design and implementation of secure and interoperable distributed health information systems*. Amsterdam : IOS Press 2002.
- [3] Borland. [žiūrėta 2007 05 20], prieiga internete www.borland.com
- [4] David C. Howell. Treatment of Missing Data. [žiūrėta 2007 03 17], prieiga internete http://www.uvm.edu/~dhowell/StatPages/More_Stuff/Missing_Data/Missing.html
- [5] Digital signature in health [žiūrėta 2005 10 25], prieiga internete <http://www.progettiescape.it/files/download/Convegno/conv-tehre2000.pdf>
- [6] Dr Ross J Anderson , Computer Laboratory. University of Cambridge „Security in clinical information systems“ [žiūrėta 2005 11 05], internetinė prieiga <http://www.cl.cam.ac.uk/users/rja14/policy11/policy11.html>
- [7] European commission. Seventh Framework Programme. [žiūrėta 2007 04 20], prieiga internete http://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm
- [8] European Organization of Research and Treatment of Cancer. Quality of life. [žiūrėta 2007 03 17], prieiga internete <http://www.eortc.be/>
- [9] Grinevičius, Mantas. Duomenų apie pacientus kaupimo ir analizavimo IS „Navikai“. Bakalaurinis darbas. VDU 2004
- [10] Health Level Seven, Inc. Health Level 7. [žiūrėta 2006 11 20], prieiga internete www.hl7.org
- [11] HL7 protocol [žiūrėta 2005 10 28], prieiga internete <http://www.interfaceware.com/manual/ch-2-1-1.html>
- [12] „Infobalt“ spaudos centras. Konferencija „Informacinės sistemos medicinoje“ [žiūrėta 2005 10 10], prieiga internete <http://www.infobalt.lt/sc/getlist.php?&r=386&i=6144>
- [13] JEREZ, J.M.; MOLINA, I.; SUBIRATS, J.L.; FRANCO L.. Missing data imputation in breast cancer prognosis. *Proceedings of the 24th IASTED international conference on Biomedical engineering 2006, Innsbruck, Austria*, February 15 - 17, 2006, p. 323–328.
- [14] Lietuvos Statistikos departamentas.[žiūrėta 2007 05 20], prieiga internete www.stat.gov.lt
- [15] Lietuvos sveikatos informacijos centras. Sveikatos rodiklių sistema. [žiūrėta 2007 05 20], prieiga internete www.lsic.lt
- [16] MySQL. [žiūrėta 2007 05 20], prieiga internete www.mysql.com

- [17] Office of Health and the Information Highway Health Canada. Towards Electronic Health Records. [žiūrēta 2007 03 17], prieiga internete <http://www.hc-sc.gc.ca/ohih-bsi/>
- [18] Technical overview of HL7 [žiūrēta 2005 10 28], prieiga internete <http://www2.dmi.columbia.edu/resources/hl7doc/hl72.3/TECHOVER.PDF>
- [19] THOMAS T. H. WAN. *Healthcare Informatics Research: From Data to Evidence-Based Management*. Springer Science & Business Media, Inc. 2006.
- [20] Sveikatos apsaugos ministerijos projektas. Elektroninės sveikatos strategija 2005-2010m. [žiūrēta 2005 11 02], prieiga internete http://www.sam.lt/images/Dokumentai/eSveikata/esveikata_strategija_web020.doc

10 TERMINŲ IR SANTRUMPŲ ŽODYNAS

HL7 (*angl. Health Level 7*) – standartas, nusakantis medicininių duomenų saugojimą ir persiuntimą.

QLQ anketos – gyvenimo kokybės lygio koeficiento įvertinimui skirtos anketos.

Navikas - tai nesubrėndusių, pakitusių, nediferencijuotų, labai greitai besidauginančių ląstelių darinys.

Destrukcijos židinys – pirminis navikas.

ESĮ – elektroninis sveikatos įrašas, kitaip elektroninė paciento kortelė.

LSIC – Lietuvos Sveikatos Informacijos Centras

IS – informacinė sistema

B.V. - bendra vidurkio reikšmė (*angl. Mean imputation*)

P.V. – priklausoma (regresinio) vidurkio reikšmė (*angl. Regression imputation*)

A.R.G - atsitiktinė reikšmė grupėje (*angl. Hot deck imputation*).

TAIKYTŲ GYDYMO METODŲ EFEKTYVUMO ANALIZĖS INFORMACINĖ SISTEMA

Viktorija Grinevičienė
Kauno Technologijos universitetas

Mantas Grinevičius
Kauno Technologijos universitetas

Straipsnyje aptariama sukurta taikytų gydymo metodų sekimo ir vertinimo informacinė sistema, nagrinėjami medicinai skirtų sprendimų palaikančių sistemų realizacijos ypatumai. Ši sistema padeda stebėti ir tirti gydymo metodų įtaką pacientų sveikatos būklei, analizuojant per ilgesnius laiko periodus sukauptus duomenis.

1 Įžanga

Išsivysčiusiose šalyse pagrindinės sveikatos ir gerbūvio sąlygos keičiasi įtakojamos socialinių, ekonominių, politinių, aplinkos faktorių bei technologinės pažangos [1]. Informacinių technologijų taikymas medicinoje įtakoja medicinos mokslo raidą, sveikatos priežiūros bei asmens gyvenimo kokybę. Todėl yra viena iš prioritetinių mokslo ir technologijų vystymo sričių, minimų septintoje Europos sąjungos Bendrojoje programoje [2]. Lietuvoje pradėtas bendras nacionalinis projektas – „E – sveikata“, kurio tikslas – informacinių technologijų diegimas šalies sveikatos apsaugos sistemoje [3].

Informacinės sistemos naudojamos sveikatos priežiūros įstaigų administravime, mokslinių tyrimų laboratorijose ir pacientų priežiūros procese. Pagrindinis vienetas pacientų sveikatos priežiūros informacinėse sistemose - elektroninis paciento (angl. EMR-electronic medical record) įrašas, kitaip elektroninė paciento kortelė [1]. Šis vienetas daugelyje išsivysčiusių valstybių gydymo įstaigų tapo nepakeičiamu siekiant užtikrinti paciento sveikatos priežiūros tęstinumą.

Daugumoje Lietuvos gydymo įstaigų elektroninės paciento kortelės nėra naudojamos. Todėl susiduriama su sunkumais, susijusiais su duomenų paieška, apdorojimu bei įvertinimu, o sukauptos informacijos statistinė analizė tampa neišsami.

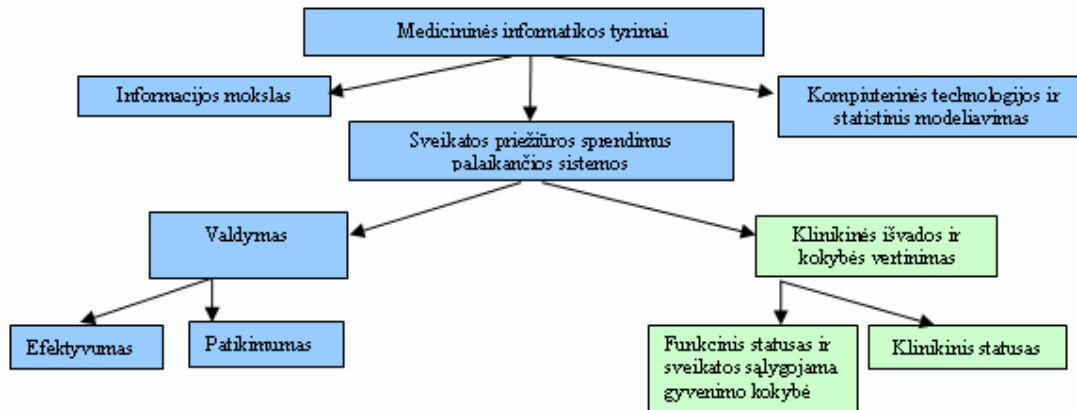
Straipsnyje aptariamas medicinos informatikos rekomendacijų taikymas realizuojant sprendimus palaikančios taikytų gydymo metodų efektyvumo analizės informacinę sistemą.

2 Sprendimus palaikančių informacinių sistemų realizacijos ypatumai

Taikytų gydymo metodų efektyvumo analizės informacinė sistema skirta mišrių traumų specialistams (chirurgams, ortopedams bei onkologams), siekiant įvertinti gydymo metodų įtaką paciento sveikatos būklei. Sprendžiamos problemos: duomenų apie pacientus centralizuotas kaupimas, statistinė analizė, prognozės ir rekomendacijos, medicininio standarto taikymas (HL7⁴), galimybė pritaikyti tarptautiniam bendradarbiavimui.

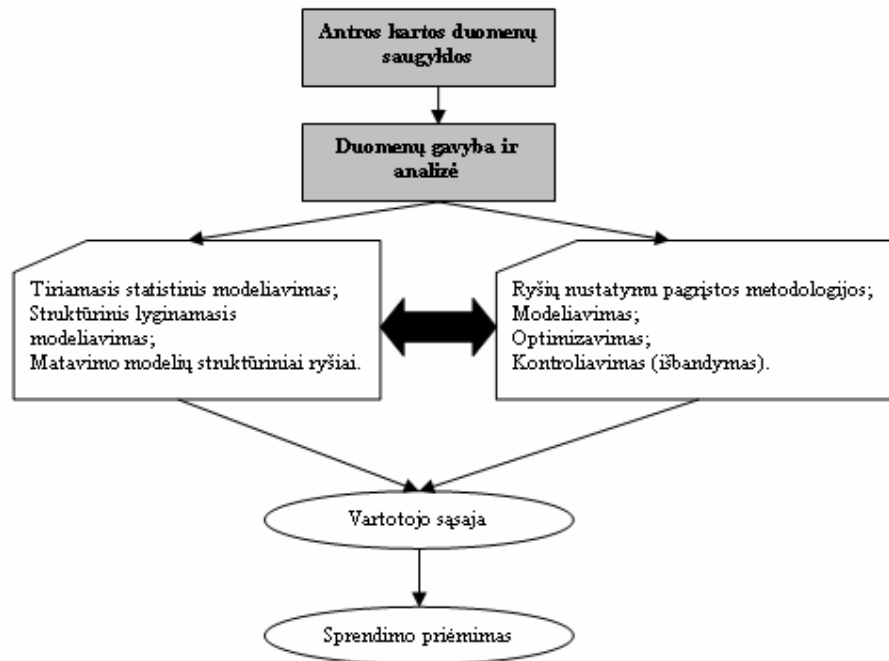
Realizuojant sprendimus palaikančios informacinės sistemos modelį buvo remiamasi medicinos informatikos rekomendacijomis. Medicinos informatikos moksliniai tyrimai apima informacijos mokslą, kompiuterines technologijas, statistinio modeliavimo technikas, bei siekia vystyti sprendimus palaikančias sistemas, kurios pagerintų sveikatos paslaugų ir pacientų priežiūros kokybę [5]. Medicinos informatikos mokslinio tyrimo analitinės strategijos pateikiamos (1 pav.).

⁴ HL7 (angl. Health Level 7) - medicininių duomenų apsikeitime taikomas standartas [4].



1 pav. Medicinos informatikos mokslo tyrimų kryptys [5].

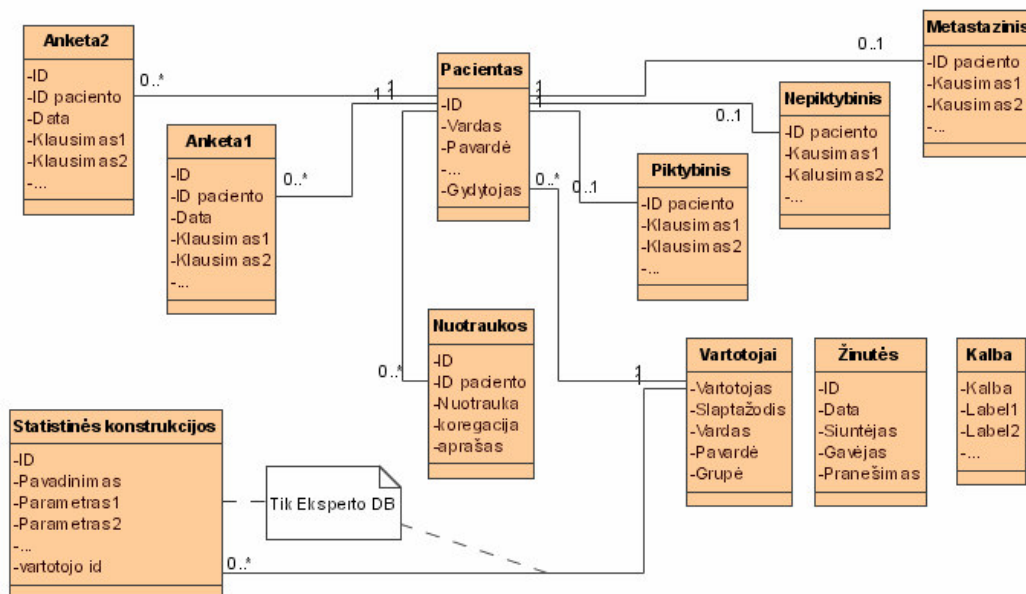
Rekomendacijos bei sprendimus palaikančių informacinių sistemų abstraktus modelis, kuriuo buvo remiamasi realizuojant mūsų sistemą 2 Pav.



2 pav. Sprendimus palaikančios sistemos abstraktus modelis [5].

2.1 Antros kartos duomenų saugykla (angl. Data warehouse).

Duomenų saugojimo ir gavybos problema didelėse sprendimus palaikančiose informacinėse sistemose sprendžiama antros kartos saugyklų pagalba [1][5]. Realizuojant informacinę sistemą pasirinktas duomenų bazės modelis (3 pav.), siekiant geresnio rezultato duomenų operacijose. Pagrindiniu kriterijumi buvo ne duomenų kompaktiškumas, o apdorojimo parametrai.

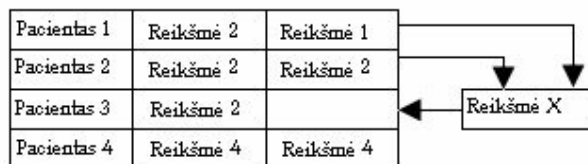


3 pav. Informacinės sistemos duomenų saugyklos modelis.

Antros kartos saugykla yra palaikoma ir statistinio paketo – Statistica 6.0, kuriuo atliekama plati informacinės sistemos sukauptų duomenų analizė.

2.2 Duomenų gavyba ir analizė

Paciento duomenys dažnai būna nepilni, tačiau jie yra ypatingai vertingi atliekant statistinius vertinimus. Nepilnumas atsiranda dėl įvairių priežasčių, pavyzdžiui, duomenų įvedimo, perdavimo klaidų, neužsaugotų įrašų, techninių kliūčių ir atitinkamos informacijos nebuvimo [7]. Siekiant neprarasti sukauptų duomenų, tikslinga taikyti trūkstamų reikšmių (*angl. missing data*) užpildymo algoritmus (4 pav.) [6]. Trūkstamos reikšmės pacientų įrašuose gali būti apskaičiuojamos remiantis sukauptų duomenų analize.



4 Pav. Trūkstamos reikšmės užpildymo principas.

Duomenų užpildymo algoritmų pritaikymas leidžia pagerinti [6][7] sukauptų duomenų kiekį ir kokybę.

2.2.1 Realizuotas trūkstamos reikšmės sprendimo algoritmas

Realizuojant informacinę sistemą, pasirinkti keli trūkstamų reikšmių traktavimo būdai: užpildymas atsitiktine, vidutine reikšme arba tokių duomenų atsisakymas [6].

Atsitiktinės reikšmės algoritmas parenka atsitiktinę reikšmę iš egzistuojančių paciento įrašų (1).

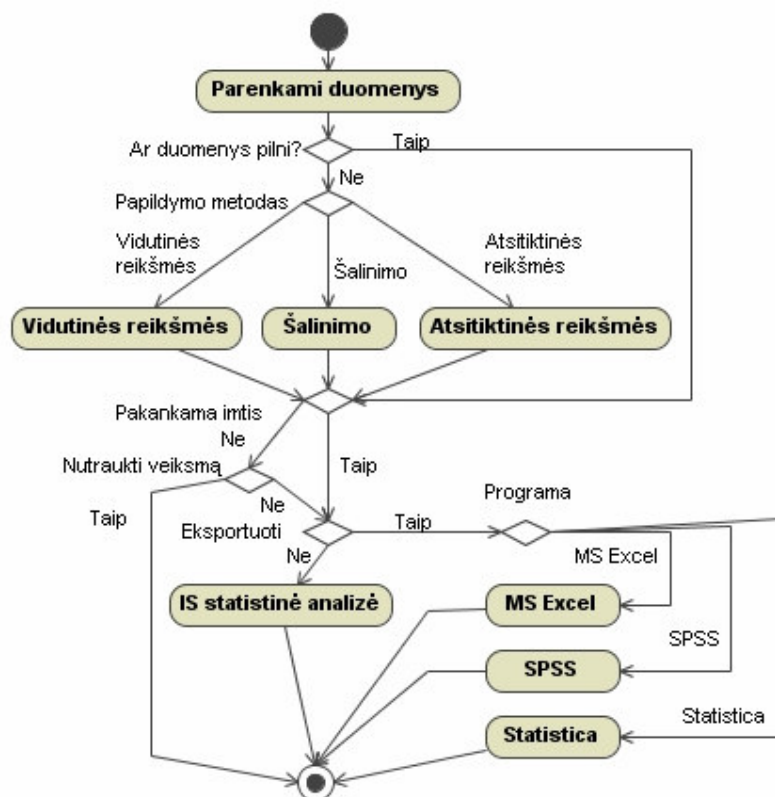
$$MV = V_{Rand(n)} \tag{1}$$

MV (*angl. missing value*) – trūkstama reikšmė; *n* – pacientų atitinkančių požymių skaičius; *V*- reikšmė;

Vidutinės reikšmės algoritmas apskaičiuoja trūkstamą reikšmę iš nurodytus požymius atitinkančios pacientų grupės (2):

$$MV = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i \quad (2)$$

Bendras realizuotas problemos sprendimo algoritmas pateikiamas 5 Pav.



5 Pav. Realizuotas trūkstamos reikšmės sprendimas.

Trūkstamos reikšmės algoritmai leidžia vartotojui–medikui pasirinkti priimtina būdą, sudarant analizuojamų įrašų kiekį, įverčių tikslumą. Siekiant itin aukšto tikslumo ir esant pakankamai duomenų imčiai, įrašai su trūkstamomis reikšmėmis gali būti atmetami. Sprendimą renkasi informacinės sistemos vartotojas.

2.2.2 Duomenų analizė

Pasirinkus sprendimą dėl trūkstamų reikšmių (5 pav.), informacinės sistemos ir statistinių paketų pagalba atliekama sukauptų duomenų analizė. Remiantis jos rezultatais sprendžiama apie taikytų gydymo metodų efektyvumą bei gydymo sąlygojamą pacientų gyvenimo kokybę.

Informacinėje sistemoje gydymo metodai vertinami remiantis naviko destruktijos židinio dydžio pokyčiais, taikytu gydymu, amžiumi ar gydymo sesijomis ((3),(4), 8 pav.).

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{(p_i[nuo] - p_i[iki]) * 100}{n * p_i[nuo]} \quad (3)$$

$$P = \sum_{i=1}^n \frac{(p_i[nuo] - p_i[iki]) * 100}{n * p_i[nuo] * p_i[KS]} \quad (4)$$

P -Pokytis; $P_i[nuo]$ – i-tojo paciento destrukcijos židinio dydžio pradinė reikšmė; $P_i[nuo]$ – i-tojo paciento destrukcijos židinio dydžio galutinė reikšmė; $P_i[KS]$ – i-tojo paciento gydymo kursų skaičius;

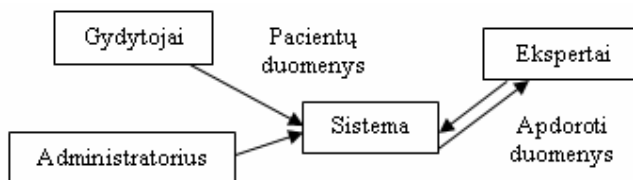
Gydymo metodo efektyvumo koeficientas skaičiuojamas kiekvienam gydymo metodui bei amžiaus grupei (3). Siekiant didesnio tikslumo, vertinama gydymo metodų efektyvumo koeficiento priklausomybė nuo gydymo kursų skaičiaus (4). Informacinėje sistemoje numatyta galimybė atlikti gydymo metodų analizę atskiroms, pagal nurodytus kriterijus sudarytoms, pacientų grupėms.

Tikslesnė duomenų analizė atliekama statistikos paketų pagalba. Gydymo metodų efektyvumas, gautų rezultatų patikimumas vertinami naudojant *Fišerio*, *Frydmano*, χ^2 ir kitus kriterijus.

Pacientų gyvenimo kokybės vertinimas atliekamas pagal Europos vėžio tyrimų ir gydymo organizacijos (angl. *European Organization of Research and Treatment of Cancer*) standartą – QLQ - C30⁵ [8].

2.3 Vartotojo sąsajos

Realizuojama informacinė sistema skirta kelioms vartotojų grupėms: administratoriui, gydytojams bei gydytojams – ekspertams. Vartotojų grupių santykį su sistema atvaizduoja sistemos konteksto diagrama (6 pav.).



6 pav. Pacientų duomenų analizės sistemos konteksto diagrama.

Administratorius – informacinės sistemos vartotojas, turintis galimybę kurti, šalinti sistemos vartotojus, redaguoti ar pritaikyti kitoms kalboms anketų klausimyną bei taikomus statistinės analizės metodus.

Gydytojai – vartotojai, turintys galimybę rinkti paciento duomenis, juos šalinti, koreguoti, spausdinti, eksportuoti į MS Office programas bei siųsti pacientų anketas gydytojams – ekspertams.

Ekspertai – vartotojai, srities specialistai, kuriems prieinamos visos sistemos funkcijos kaip ir gydytojams, bei suteikta galimybė analizuoti sukauptus duomenis apie pacientus.

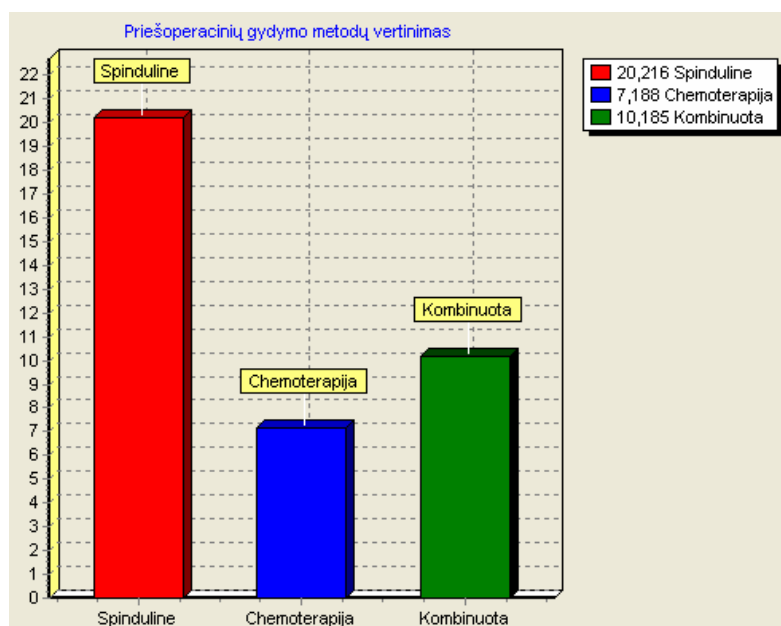
Informacinės sistemos grafinė vartotojo sąsaja – įrankis, kuriuo vartotojas bendrauja su sistema. Vartotojo sąsajos pagalba informacinės sistemos vartotojui-ekspertui pateikiami aiškūs ir suprantami duomenų analizės rezultatai, palengvinantys sprendimo priėmimą.

2.4 Sprendimo priėmimas

Sukauptų duomenų apie gydomus pacientus analizė atliekama informacinės sistemos bei statistinių paketų pagalba (SPSS, Statistica). Gauti rezultatai leidžia spręsti apie taikytų gydymo metodų efektyvumą, pagrįstumą ir įtaką paciento gyvenimo kokybei. Statistinių vertinimų vizualizavimas palengvina sprendimo priėmimą [5].

Pirmame pavyzdyje (7 pav.) atvaizduojami gauti⁶ rezultatai, taikant piktybinio naviko gydymo metodus (chemoterapijos, spindulinės terapijos ir kombinuoto gydymo).

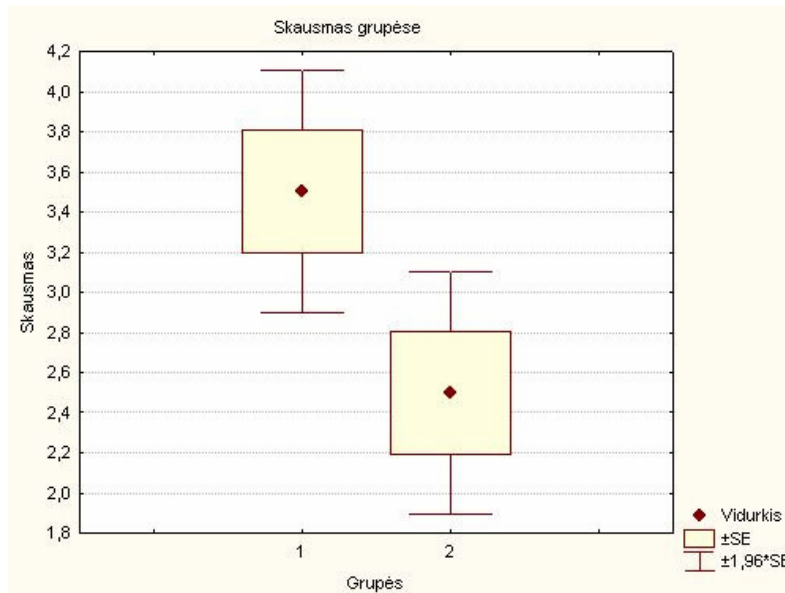
⁵ QLQ -C30 – tai standartizuotas, patikimas, validus ir jautrus gyvenimo kokybės klausimynas, apimantis tokias sritis kaip fizinė, emocinė, kognityvinė, socialinė sveikata ir finansinės galimybės [8]



7 pav. Priešoperacinių gydymo metodų įtaka naviko dydžio pokyčiui.

Statistica 6.0 paketo pagalba vertinama skirtingų chirurginių gydymo būdų įtaka pacientų savijautai, remiantis patiriamu skausmo intensyvumu (8 pav.). Vienos grupės pacientams operacijos metu taikytas cementinis, kitos – kaulinis audinys.

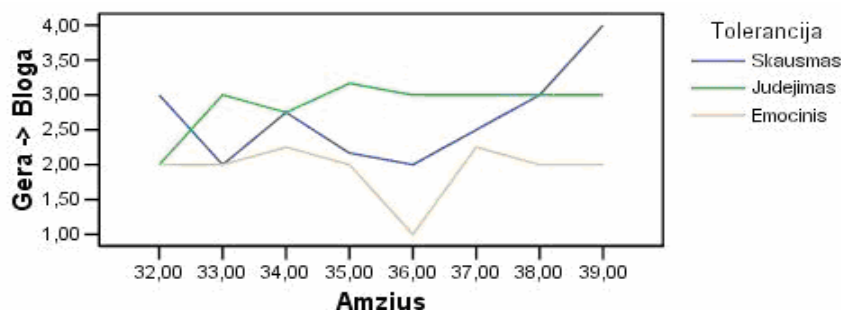
Variable	Mean 1	Mean 2	t-value	df	p	Valid N 1	Valid N 2	Std.Dev. 1	Std.Dev. 2	F-ratio Variances	p Variances
Skausmas	3,500000	2,500000	2,300895	18	0,033567	10	10	0,971825	0,971825	1,000000	1,000000



8 pav. Pacientų patiriamu skausmo vidurkis, standartinis nuokrypis priklausomai nuo taikyto chirurginio gydymo.

SSPS 12.0 paketu analizuojamų duomenų vizualizacijos pavyzdys (9 pav.) atspindinti skausmo, judėjimo laisvės ir emocinio komforto vidurkio įverčius atitinkamose pacientų amžiaus grupėse po taikyto chirurginio gydymo.

⁶ Pateiktose diagramose duomenys neatitinka tikrosios medicininės situacijos.



9 pav. Pacientų būklės (patiriamas skausmas, judėjimo gebėjimas, emocinis nusiteikimas) vertinimas po chirurginio gydymo atsižvelgiant į amžių.

Informacinės sistemos sukaupti ir atrinkti duomenys apie pacientų gydymą, jų būklę, gali būti išsamiai analizuojami statistikos paketų pagalba. Straipsnyje pateikti grafikai atspindi tik dalį atliekamos statistinės duomenų analizės.

3 Išvados

Straipsnyje atskleisti realizuotos sistemos uždaviniai bei sprendimus palaikančių informacinių sistemų realizacijos ypatumai: antros kartos saugykla, duomenų gavyba, analizė, grafinė vartotojo sąsaja bei sprendimo priėmimas.

Sukurto trūkstumų duomenų užpildymo algoritmo išbandymas parodė, kad jis gali pagerinti duomenų kokybę. Algoritmo pasitvirtinimą bus galima nustatyti po ilgų praktinių stebėjimų.

Realizuota galimybė atnaujinti informacinės sistemos klausimynus leis naudoti programą tarptautiniam bendradarbiavimui su kitakalbiais specialistais. Pritaikytas tarptautinis standartas HL7 (*angl. Health Level 7*), suteiks galimybę keistis duomenimis su kitomis, medicinai skirtomis, sistemomis.

Sprendimus palaikančios informacinės sistemos ir statistinių paketų pagalba gauti analizės rezultatai leis vertinti taikytų gydymo metodų įtaką pacientų sveikatos būklei, gyvenimo kokybei bei padės priimant sprendimus tolesniam gydymui.

Literatūros sąrašas

- [1] **Blobel, Bernd.** Analysis, design and implementation of secure and interoperable distributed health information systems. IOS Press, 2002, Amsterdam.
- [2] **European commission.** Seventh Framework Programme. [Žiūrėta 2007 04 20], prieiga internete http://ec.europa.eu/research/fp7/index_en.cfm
- [3] **Sveikatos apsaugos ministerija.** E-sveikatos sistemos plėtros projektas. [Žiūrėta 2005 11 02], prieiga internete http://www.sam.lt/repository/dokumentai/el_sveikata/gs_esveikata_web_version.pdf
- [4] **Health Level Seven, Inc.** Health Level 7. [Žiūrėta 2006 11 20], prieiga internete www.hl7.org
- [5] **Thomas T. H. Wan.** Healthcare Informatics Research: From Data to Evidence-Based Management. Springer Science&Business Media, Inc. 2006.
- [6] **J.M. Jerez, I. Molina, J.L. Subirats, L. Franco.** Missing data imputation in breast cancer prognosis. Proceedings of the 24th IASTED international conference on Biomedical engineering 2006, Innsbruck, Austria, February 15 - 17, 2006, 323–328psl.
- [7] **David C. Howell.** Treatment of Missing Data. [Žiūrėta 2007 03 17], prieiga internete http://www.uvm.edu/~dhowell/StatPages/More_Stuff/Missing_Data/Missing.html
- [8] **European Organization of Research and Treatment of Cancer.** Quality of life. [Žiūrėta 2007 03 17], prieiga internete <http://www.eortc.be/>

Information system for evaluation of the efficiency of medical treatment methods

This article considers created information system for evaluation of the efficiency of medical treatment methods and analyzes the realization peculiarities of decision support systems designed for medicine. The information system considered in this article helps to monitor and analyze the impact of used treatment methods for patients health state using the analysis of data accumulated during a long term.