

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Rasa Mažutienė

**Ilgalaikį duomenų patikimumą užtikrinančios
programinės įrangos realizacijos tyrimas**

Magistro darbas

Darbo vadovas:

doc. dr. E. Karčiauskas

Kaunas, 2009

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
PROGRAMŲ INŽINERIJOS KATEDRA

Rasa Mažutienė

**Ilgalaikį duomenų patikimumą užtikrinančios
programinės įrangos realizacijos tyrimas**

Magistro darbas

Recenzentas:

doc. dr. Gytis Vilutis
2009-05

Vadovas:

doc. dr. E. Karčiauskas
2009-05

Atliko:

IFM-3/22 gr. stud.
Rasa Mažutienė
2009-05-25

Kaunas, 2009

A RESEARCH ON DEVELOPMENT OF SOFTWARE ENSURING LONG-TERM DATA RELIABILITY

SUMMARY

The importance and volume of information stored in electronic form grows in days rather than years. More and more documents and public services are gradually being moved to electronic space. Some time before, document and data originality were endorsed by the original documents which were stored in archives. To ensure electronic documents originality the electronic signature technology was created. Electronic signature is an effective way to ensure the authenticity of the document, i.e. this is a reliable and raising confidence technology.

What should we do in case of a need to increase confidence in the data, which are derived from the document and saved as a third party system data? One kind of the data have tendency to change, for example woman's surname after marriage. The other kind has opposite feature – it remains unchanged throughout the period of its existence, for example results of experiments, the accounting data. In the first case is often useful to know who, when and how changed the data. The second case is a bit different – it is crucial to make sure that the data did not change at all. This work is a research on the latter issue, i.e. how to increase confidence in the data, which must remain authentic. A system was developed during the research. It uses electronic signature to prove data authenticity rather than document. We also conducted an experiment comparing the existing and the proposed system performance.

TURINYS

1	Įvadas.....	6
1.1	Santrauka.....	6
1.2	Darbo tikslas ir uždaviniai	6
1.3	Dokumento paskirtis ir struktūra.....	7
2	Analitinė dalis.....	8
2.1.1	Temos aktualumas ir tikslingumas	8
2.1.2	Temos taikymo sritis.....	9
2.1.3	Inovacijų situacija Lietuvoje.....	9
2.1.4	Terminų ir sąvokų apibrėžimas.....	10
2.1.5	Egzistuojantys sprendimai	13
3	Projektinė dalis	14
3.1	Projekto pristatymas.....	14
3.1.1	Pasirašytų XML dokumentų saugojimo ir judėjimo programinė įranga	14
3.1.2	Informacija apie užsakovo organizaciją	15
3.1.3	Programų sistemos funkcijos	15
3.1.4	Projekto valdymo metodika.....	16
3.2	Projektui keliami reikalavimai	17
3.2.1	Sistemos paskirtis ir tikslai	17
3.2.2	Projekto apribojimai	18
3.2.3	Funkciniai reikalavimai	19
3.2.4	Nefunkciniai reikalavimai sistemai	28
3.3	Sistemos architektūros specifikacija	30
3.3.1	Architektūros tikslai ir apribojimai.....	31
3.3.2	Sistemos statinis vaizdas.....	31
3.3.3	Išdėstymo vaizdas	34
4	Tiriamoji dalis	35
4.1	Projekto realizacijos rezultatai	35
4.2	Kokybės įvertinimas.....	36
4.3	Sistemos tobulinimo galimybės	38
5	Eksperimentinė dalis	39
5.1	Lyginamų sistemų veikimo principai.....	39
5.2	Eksperimento aprašymas ir rezultatai	39
6	Išvados.....	43
7	Literatūra	45

8 Terminų ir sutrumpinimų žodynas	47
---	----

PAVEIKSLŲ RODYKLĖ

Pav. 1. Mokslo tiriamosios veiklos finansavimo šaltinių grafikas	10
Pav. 2. Kreivė vaizduojanti klaidų duomenyse tendenciją	11
Pav. 3. PDSJ sistemos veikimas	14
Pav. 4. PDSJ sistemos realizavimo etapai	17
Pav. 5. PDSJ sistemos konteksto diagrama	20
Pav. 6. Panaudos atvejų diagrama	21
Pav. 7. Duomenų bazės modelis	27
Pav. 8. Sistemos komponentų diagrama	32
Pav. 9. Sistemos išdėstymo diagrama	34
Pav. 10. Atrastų ir ištaisytų defektų priklausomybės nuo projekto etapo grafikas.....	37
Pav. 11. Defektų taisymo kaštų priklausomybė defekto atsiradimo ir ištaisymo etapų [20]...	37
Pav. 12. Defektų skaičiaus priklausomybės nuo sistemos versijos grafikas	38
Pav. 13. Pagrindinių ir papildomų duomenų santykis vienam pagrindinės sistemos įrašui	41

LENTELIŲ RODYKLĖ

Lentelė nr. 1. Sistemos duomenų srautų aprašymas	19
Lentelė nr. 2. Architektūros kokybės įvertinimas.....	36
Lentelė nr. 3. Stebėjimų rezultatai	40
Lentelė nr. 4. Vidutinis užklauso laikas	41

1 ĮVADAS

Šiame skyriuje trumpai pristatomas magistro darbas. Skyrius susideda iš dviejų poskyrių: darbo santraukos bei iškeltų tikslų ir uždavinių pristatymo.

1.1 Santrauka

Elektroniniu formatu saugomos informacijos apimtys ir svarba vis didėja. Pamažu į elektroninę erdvę perkeliama vis daugiau dokumentų ir viešųjų paslaugų. Anksčiau dokumentų ir duomenų originalumą bei teisingumą patvirtindavo dokumento originalas saugomas archyve, ant kurio visuomet turėjo būti atsakingų asmenų parašai. Siekiant užtikrinti elektroninių dokumentų autentiškumą sukurta elektroninio parašo technologija. Elektroninis parašas – efektyvus būdas užtikrinti dokumento autentiškumą, t.y. patikima ir pasitikėjimą kelianti technologija.

Ką daryti tuo atveju, kai reikia didinti pasitikėjimą duomenimis, kurie gaunami iš dokumento ir išsaugomi kaip tam tikros sistemos duomenys? Daliai tokių duomenų būdinga savybė keistis, pvz. moters pavardė po santuokos, kiti duomenys atvirkščiai – turi likti nepasikeitę visą savo gyvavimo periodą, pvz. eksperimentų rezultatai, finansinės apskaitos duomenys. Pirmuoju atveju dažnai tikslinga žinoti kas, kada ir kaip keitė duomenys. Antruoju – tikslinga įsitikinti, kad duomenys tikrai nebuvo pakeisti. Šio darbo metu nagrinėjama būtent pastaroji problema, t.y., kaip padidinti pasitikėjimą duomenimis, kurie turi išlikti autentiški. Darbo metu analizuojama sukurta sistema, kuria siekiama užtikrinti duomenų, o ne dokumentų autentiškumą, panaudojant elektroninį parašą. Taip pat atliekamas eksperimentas palyginantis jau egzistuojančio sprendimo ir pasiūlytos sistemos charakteristikas.

1.2 Darbo tikslas ir uždaviniai

Darbo tikslas: ištirti galimybes realizuoti programinę įrangą, kuri padidintų pasitikėjimą ilgalaikiais duomenimis, saugomais duomenų bazėje. Suprojektuoti, realizuoti ir išbandyti demonstracinę tokį funkcionalumą užtikrinančią sistemą.

Darbo uždaviniai:

- išanalizuoti ilgalaikio duomenų patikimumo problemą ir jos sprendimus pasaulyje;
- apibrėžti temos taikymo sritį;
- pasiūlyti egzistuojančių sprendimų patobulinimą;
- realizuoti projektą, kurio rezultatas – demonstracinė ilgalaikį duomenų patikimumą užtikrinanti sistema;

- įvertinti sukurtą sistemą architektūros ir kokybės požiūriu, pasiūlyti sistemos tobulinimo galimybes;
- eksperimentu įvertinti sukurto patobulinimo pranašumus ir trūkumus lyginant su alternatyviais sprendimais;
- suformuluoti atlikto darbo išvadas.

1.3 Dokumento paskirtis ir struktūra

Šiame dokumente aprašomas baigiamasis magistrinis darbas bei jo rezultatai. Dokumente supažindinama su iškelta ilgalaikio duomenų ilgalaikio patikimumo problema, analizuojamos jos sprendimo galimybės.

Darbas suskirstytas į šešias svarbiausias dalis: įvadą, analitinę, projektinę, tiriamąją, eksperimento dalis bei išvadas. Įvade trumpai supažindinama su keliama problema, suformuluojami darbo tikslai ir uždaviniai. Analitinė dalis skirta išsamiau supažindinti su darbo objektu bei metodika. Projektinėje dalyje aprašomas įgyvendintas projektas, kurio metu sukurta sistema, leidžianti padidinti pasitikėjimą saugomais duomenimis. Tiriamojoje dalyje analizuojama sukurtos sistemos kokybė bei siūlomos patobulinimo galimybės. Eksperimentinė dalis skirta palyginti egzistuojančio sprendimo, t.y. duomenų audito sistemos, bei sukurtos sistemos tokias charakteristikas kaip: pagrindinės sistemos bazės apkrovimas papildomais duomenimis, užklauso vykdomo laiką, ilgalaikio duomenų patikimumo užtikrinimo galimybes. Išvadose apibendrinami darbo rezultatai. Darbo pabaigoje pateikiamas darbe naudotas abėcėlinis literatūros sąrašas, terminų ir sutrumpinimų žodynelis.

2 ANALITINĖ DALIS

Analitinėje darbo dalyje analizuojamas temos aktualumas, taikymo sritis bei apibrėžiamos pagrindinės darbe naudojamos sąvokos. Skyriaus tikslas – apibrėžti tyrimo objektą bei metodiką.

2.1.1 Temos aktualumas ir tikslingumas

Pastaruoju metu informacijos svarba vis didėja. Didėja poreikis užtikrinti, kad duomenys, kurie neturėjo keistis, nepasikeitė. Dažniausiai šiai problemai spręsti pasitelkiamas auditas: samdoma audito kompanija arba pačios informacinės sistemos turi integruotas audito, t.y. pasikeitimų stebėjimų, modulius. Šie sprendimai nėra netinkami, tačiau turi savų minusų:

- audito kompaniją samdyti brangu, tačiau pakankamai patikima;
- audito modulio veikimas dažniausiai paremtas duomenų pasikeitimo stebėjimu, todėl per gana trumpą laiką sugeneruojamas didelis pagalbinių duomenų kiekis, dėl kurio pagrindinės sistemos našumas gali ženkliai sumažėti;
- audito moduliai dažniausiai veikia duomenų bazės lygyje trigerių pagrindu, išmanantis žmogus juos nesunkiai gali išjungti;
- pakeisti duomenys gali būti pastebėti per vėlai, nes pakeitimai gali būti įtarti ar pastebėti tik atsitiktinumo dėka. Tai sukelti rimtų pasekmių.

Siekiant išspręsti aukščiau paminėtas problemas, reikalingas naujas požiūris į ilgalaikį duomenų patikimumo užtikrinimą. Reikalingas sprendimas, kuriam būdingos šios savybės:

- patikimumas – pasiūlyta ilgalaikio duomenų patikimumo užtikrinimo metodika turi kelti pasitikėjimą sistemos naudotojams. Sistema turi užtikrinti visų archyvinų duomenų patikimumą nustatytą laiką;
- nedidelė kaina – siūlomas sprendimas turėtų būti pigesnis nei periodinis išorinis auditas;
- galimybė išlaikyti ryšį su originaliu dokumentu – sistemoje esantys duomenys turi turėti sąsają su originalių duomenų šaltiniu, t.y. dokumentu,
- pagrindinės sistemos vykdymo charakteristikos, tokios kaip sparta, duomenų apimtis, veikimo patikimumas neturi pablogėti;
- sistemos naudotojai būtų laiku informuojami apie pastebėtus duomenų pasikeitimus.

Tyrimo metu realizuojama pasirašytų dokumentų saugojimo ir judėjimo programinė įranga (PDSJ), kuria siekiama įgyvendinti aukščiau išvardintus tikslus reikiamam sprendimui. PDSJ sistema realizuojama remiantis pasirinkta projektų valdymo metodika. Po projekto diegimo, analizuojama sistemos kokybė bei siūlomi patobulinimai. Siekiant palyginti egzistuojančio sprendimo (audito sistemos) bei realizuotos sistemos pranašumus ir trūkumus, įvykdomas eksperimentas.

2.1.2 Temos taikymo sritis

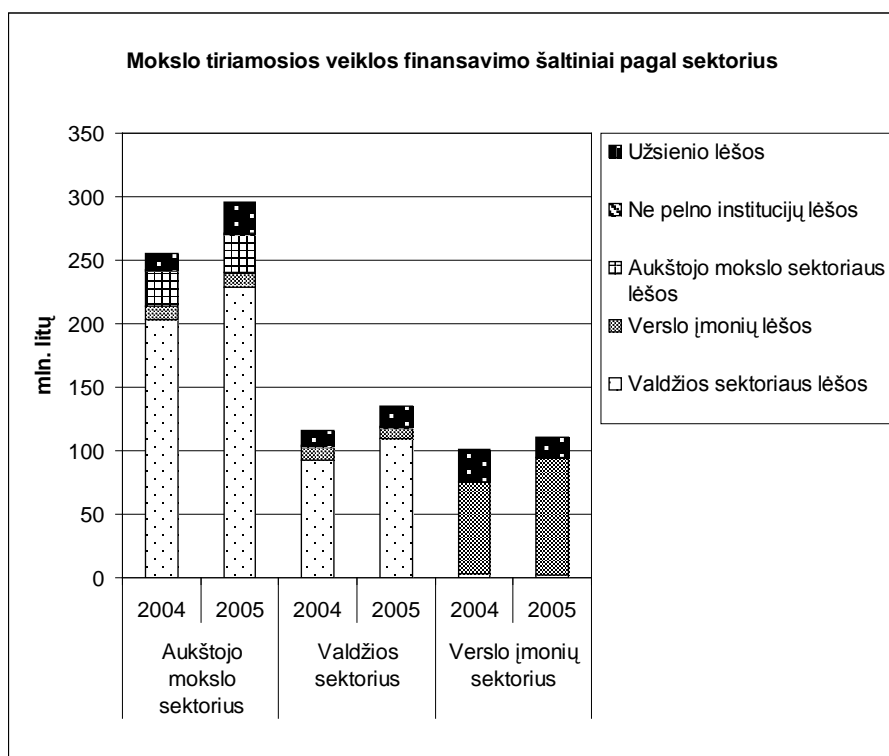
Poreikis užtikrinti ilgalaikį patikimumą kyla tuomet, kai atsiranda būtinybė tiksliai žinoti, ar duomenų bazėje saugomi duomenys atitinka tuos duomenis, kurie buvo įvesti į sistemą. Sistemos pritaikymo pavyzdys: banko mokėjimų apskaita. Banko sąskaitų išrašai daugumoje verslo valdymo sistemų gali būti importuojami. Lietuvos bankai turi suvienodintą išrašo struktūrą Litas ESIS [16]. Sąskaitos išrašas importuojamas, vėliau importuoti mokėjimai susiejami su išrašytomis ar gautomis sąskaitomis. Duomenis pakoreguoti tiek išraše tiek duomenų bazėje gana nesunku, o esant dideliame mokėjimų skaičiui, sutikrinti kas ir kada buvo pakeista gana sudėtinga. Poreikis koreguoti informaciją gali kilti iš piktybinių paskatų, siekiant užmaskuoti ar ištaisyti klaidą. Bet kuriuo iš paminėtų atvejų už finansinę informaciją atsakingi asmenys turi būti laiku informuojami apie atliktus pakeitimus.

Kitas taikymo pavyzdys: studijų informacinėje sistemoje dėstytojai gali suvesti studentų pažymius. Tai daroma visam studentų sąrašui rankiniu būdu. Taigi didelė įvedimo klaidos tikimybė. Be to, prie informacinės sistemos ar tiesiogiai prie duomenų bazės prisijungęs kitas asmuo gali duomenis bet kada pakeisti ir apie tai niekas nesužinos, nebent bus patikrinti raštinėse saugomi žiniaraščiai ir palyginti sistemoje esantys duomenys.

Šioms ir panašioms problemoms spręsti realizuojama sistema, kuri sustiprintų duomenų patikimumą, bei palengvintų darbą, kuomet į sistemą reikia suvesti daug duomenų pagal vienodą šabloną.

2.1.3 Inovacijų situacija Lietuvoje

Remiantis Lietuvos statistikos departamento duomenimis [10] nuo 2004 iki 2005 metų investicijos į mokslo tiriamąją veiklą padidėjo visuose departamento išskirtuose sektoriuose (aukštojo mokslo, valdžios ir verslo įmonių) ir siekė 542 mln. litų (žr. Pav. 1). Tai rodo, kad susidomėjimas naujomis technologijomis ir jų poreikis sparčiai kyla.



Pav. 1. Mokslo tiriamosios veiklos finansavimo šaltinių grafikas

Pagal statistikos departamento duomenis į aukštojo mokslo sektoriaus tyrimus daugiausia investuoja valdžios ir aukštojo mokslo ir užsienio sektoriai. Galima numanyti, kad šis tiriamasis projektas kol kas gali būti įdomus būtent šiems sektoriams. Nors projekto taikymo sritis gana plati: nuo finansų iki mokslinių tyrimų, privatus verslas Lietuvoje gana nuosaikiai žiūri į investicijas į mokslą.

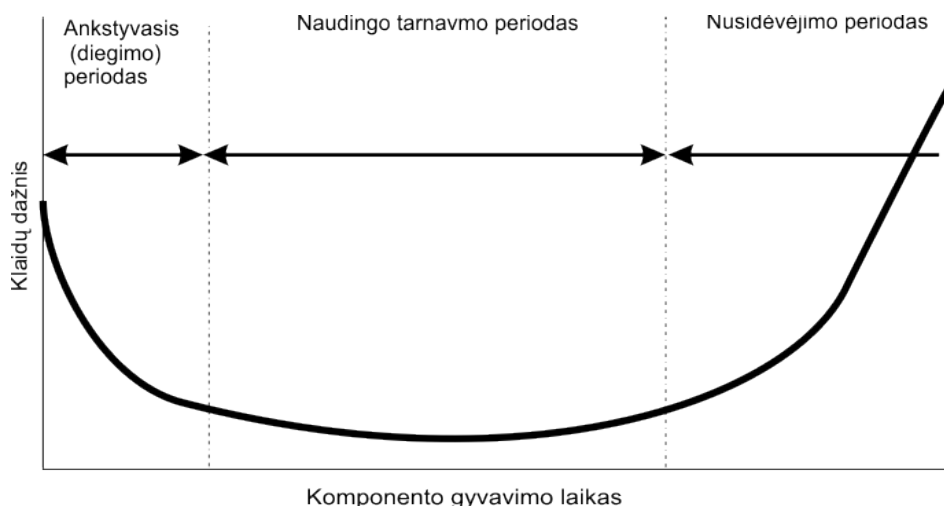
2.1.4 Terminų ir sąvokų apibrėžimas

Šiame skyriuje apibrėžiamos pagrindinės darbe naudojamos sąvokos. Kiekvienas poskyris skirtas vienai sąvokai apibrėžti.

2.1.4.1 Ilgalaikis duomenų patikimumas

Literatūroje, kuomet kalbama apie ilgalaikį patikimumą, dažniausiai turima omenyje ilgalaikį dokumentų saugojimą [1], [5], [7], [9], [11]. Kuriamos technologijos kaip užtikrinti, kad bėgant laikui nebūtų prarasti elektroniniu formatu saugomi duomenys. Tokio tipo duomenų patikimumui vaizduoti dažnai naudojama taip vadinama „vonios kreivė“ (žr. Pav. 2). Remiantis kreive, galima išskirti tris duomenų saugojimo komponento gyvavimo periodus:

- 1) ankstyvąjį arba diegimo, kuriam būdingas laipsniškas klaidų skaičiaus mažėjimas;
- 2) naudingo tarnavimo, kuriam būdingas nedidelis atsitiktinai pasitaikančių klaidų skaičius;
- 3) nusidėvėjimo, kuriam būdingas laipsniškas klaidų skaičiaus didėjimas.



Pav. 2. Kreivė vaizduojanti klaidų duomenyse tendenciją

Kalbant apie ilgalaikį duomenų patikimumą kyla ne tik minėtasis, bet ir kitas aspektas – duomenų nekeičiamumas. Net jei ir būtų sukurta technologija, kaip išsaugoti duomenis elektroniniame formate milijoną ar daugiau metų, tai nepašalintų galimybės, kad kas nors tuos duomenis paprasčiausiai pakeis rankiniu būdu. Kuomet duomenų yra daug, nedidelis pakeitimas gali būti nepastebimas, tačiau laikui bėgant jis gali pridaryti daug žalos. Šiame darbe, kalbant apie ilgalaikį duomenų patikimumą kalbama ne apie duomenų praradimą laikui bėgant, o apie ilgalaikį sistemos naudotojų pasitikėjimą saugomų duomenų autentiškumu.

2.1.4.2 Nekintantys duomenys

Nekintantys duomenys – tai duomenys, kurie laikui bėgant neturi keistis. Pavyzdžiui, eksperimento rezultatai. Pasibaigus eksperimentui, rezultatai paprastai užkonservuojami, t.y. jie turi būti saugomi tokie, kokie buvo tuo momentu. Eksperimento išvados laikui bėgant gali keistis, tačiau rezultatai yra rezultatai – tie turi likti tokie, kokie yra. Ta pati taisyklė galioja finansiniams duomenims, įvairiems įvertinimams ir pan.

Paprastai tokio tipo duomenys yra archyvuojami, t.y. tam tikru būdu registruojami ir saugomi nustatytomis sąlygomis nustatytą laiko periodą. Lietuvoje dokumentų saugojimo periodą apibrėžia archyvų departamento generalinio direktoriaus įsakymas Nr. 38 "Dėl Bendrųjų dokumentų saugojimo terminų" ir jo pakeitimai [14].

2.1.4.3 Elektroninis parašas

Elektroninis parašas – tai duomenys, kurie įterpiami, prijungiami ar logiškai susiejami su kitais duomenimis pastarųjų autentiškumui patvirtinti ir (ar) pasirašančiam asmeniui identifikuoti [18]. Lietuvoje elektroninio parašo infrastruktūra dar tik ruošinama, o pasaulyje jau keletą metų atliekami tyrimai apie elektroninio parašo panaudojimo ir realizavimo galimybes. Italų mokslininkai Luca Bechelli, Stefano Bistarelli 2002m. pristatė idėją, kaip

panaudoti biometrikos informaciją generuojant elektroninį parašą [2]. Ši idėja buvo žingsnis į priekį susiejant elektroninius dokumentus su konkrečiu asmeniu.

2003m. Danijoje paskelbta [12] apie elektroninio parašo galiojimą valstybinėse institucijose, t.y. nuo to laiko Danijoje paprasčiau gaunamos visos paslaugos, nes nebereikia lakstyti su popieriais nuo vieno valdininko kabineto prie kito.

Šiuo metu Lietuvoje taip pat yra parengta elektroninio parašo teisinė bazė, bei egzistuoja portalas suteikiantis galimybę naudotis elektroninio parašo privalumais [13]. Taigi pasaulyje ir Lietuvoje artėjama prie to, kad paprastus parašus pakeis elektroniniai. Šios technologijos pranašumas – pagal parašą galima ne tik nustatyti pasirašiusio asmens tapatybę, bet ir nustatyti, ar dokumentas nebuvo pakeistas po pasirašymo momento.

Elektroninis parašas paprastai realizuojamas RSA ar SHA algoritmais. Naudojantis jais užkoduojama visa dokumento ir pasirašančio asmens informacija. Pats parašas atrodo kaip nieko nesakantis simbolių kratinys. Dažniausiai paties parašo dokumente nesimato, jis išsaugomas kaip dokumento priedėlis arba integruojamas į dokumento XML struktūrą. W3 konsorciumas yra paskelbęs standartą, kuris aprašo, kaip elektroninis parašas turėtų būti integruojamas į dokumentą [17].

MS Office 2003 jau turi funkcija, kuri leidžia pasirašyti dokumentus, o MS Excel duomenis galima susieti su XML struktūra [20]. 2007 Office paketas žengė dar toliau – visi dokumentai saugomi XML dokumentų pavidalu. Taigi elektroninio parašo ir universalios dokumentų formato – XML derinimas akivaizdžiai populiarėja. XML dokumentuos galima saugoti struktūrizuotus duomenis, kurių autentiškumą galima patvirtinti elektroniniu parašu.

2.1.4.4 Pasirašyti duomenys

Pasirašyti duomenys – tai duomenys, į kuriuos yra įterptas, prie kurių prijungtas ar su kuriais logiškai susietas elektroninis parašas [18]. Elektroniniu būdu pasirašyti dokumentai turi tokią pačią teisinę galią kaip įprastai pasirašyti dokumentai. Deja, duomenis atskyrus nuo dokumento, o tuo pačiu ir parašo, jie tampa nebeatikimi. T.y. visi duomenys turi būti pagrindžiami dokumentais.

Elektroniniu būdu pasirašytų dokumentų pritaikymo sritis gana įvairi. Jau 2005m. pradėta domėtis galimybėmis pritaikyti pasirašytus dokumentus medicinoje [3]. Medicina gana specifinė sritis, kurioje daug dokumentų ne visuomet tinkamų saugoti elektroniniu formatu. Straipsnio autoriai pristato tyrimą, kaip reikėtų išplėsti esamą struktūrą, kad pasirašyti elektroniniai dokumentai galėtų būti naudojami kaupiant ligos istorijas.

Elektroniniu būdu pasirašyti dokumentai pradėti naudoti ir privačiose struktūrose [4]. Viešojo rakto infrastruktūra pradėta naudoti įmonės dokumentų judėjimui stebėti. Būtent

viešojo ir privataus rakto ideologija paremta elektorinio parašo idėja: asmuo pasirašo dokumentą privačiu raktu. Bet kas kitas turintis to asmens viešąjį raktą vėliau gali įsitikinti, kad dokumentą pasirašė būtent tas asmuo.

2.1.5 Egzistuojantys sprendimai

Sprendžiant ilgalaikio duomenų patikimumo uždavinį vienareikšmio atsakymo nėra. Šiuo metu plačiausiai naudojamas būdas užtikrinti duomenų patikimumą – auditas. Audito metu stebimi pasikeitimai ir vėliau daromos išvados, ar tie pasikeitimai buvo leistini. Elektroninėje terpėje auditas dažniausiai realizuojamas duomenų bazės trigerių pagalba.

Šis būdas nėra labai patikimas, nes duomenų analizė dažnai būna gana sudėtinga, todėl apima tik tam tikro periodo pasikeitimus. Retais atvejais periodiškai analizuojami visų egzistuojančių duomenų pasikeitimai.

Audito sistemos taikomos verslo valdymo ir kitose sistemose, kur duomenys vaidina gyvybiškai svarbų vaidmenį. Audito diegimas paprastai nėra sudėtingas, tačiau pagrindinė sistema yra apkraunama dideliu kiekiu papildomų duomenų, kurie nepagrįstai išpučia duomenų kiekį. Dėl šios priežasties, istoriniai audito duomenys periodiškai gali būti tiesiog naikinami.

Siekiant užtikrinti ilgalaikį duomenų patikimumą ir panaikinti egzistuojančių sprendimų trūkumus sugalvota nauja koncepcija: importuoti pasirašytus dokumentus ir periodiškai validuoti sistemoje esančius duomenis.

Elektroninis dokumento parašas užkoduotu pavidalu savyje saugo duomenis, kurie buvo pasirašyti. Pagal parašą galima nustatyti, kas pasirašė dokumentą. Importuojant pasirašytus dokumentus galima užtikrinti, kad duomenis patikrino tas sistemos naudotojas, kuris turi tam teisę. Taip pat visuomet galima patikrinti, ar dokumento duomenys bei sistemoje esantys duomenys nebuvo pakeisti. Šiuo būdu sistema kaip įmanoma mažiau apkraunama papildomais duomenis.

Periodinė duomenų validacija užtikrina, kad duomenų pakeitimas bus pastebėtas artimiausio patikrinimo metu. Šiuo būdu greitai ir patikimai galima užtikrinti visų istorinių, o ne tam tikro periodo, duomenų patikimumą.

3 PROJEKGINĖ DALIS

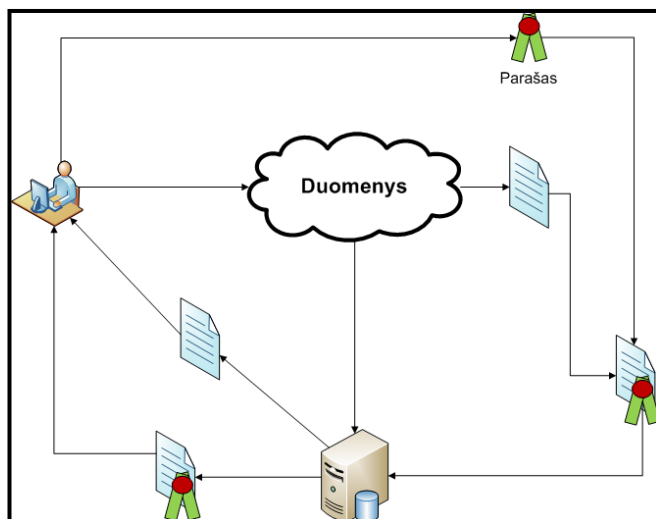
Šiame skyriuje pristatomas projektas, kuris realizuojamas tiriant galimybes užtikrinti ilgalaikį duomenų patikimumą. Skyriuje pristatomas projektas, jam keliami reikalavimai bei svarbiausios architektūros gairės.

3.1 Projekto pristatymas

Šiame skyriuje pristatomas projektas „Pasirašytų dokumentų saugojimo ir judėjimo programinė įranga“, projekto užsakovas bei pagrindinės sistemos funkcijos. Detalesni reikalavimai sistemai apibrėžiami skyriuje „3.2 Projektui keliami reikalavimai“.

3.1.1 Pasirašytų XML dokumentų saugojimo ir judėjimo programinė įranga

Projekto metu kuriama „Pasirašytų XML dokumentų saugojimo ir judėjimo programinė įranga“ (PDSJ). Sistema sukurta remiantis sistemos užsakovo iškeltais ir reikalavimais.



Pav. 3. PDSJ sistemos veikimas

PDSJ sistemos pagrindinis tikslas – užtikrinti ilgalaikį duomenų patikimumą. Šio tikslo siekiama panaudojant universalų dokumento tipą – XML. Pasirašytas MS Excel dokumentas konvertuojamas į XML dokumentą, kuriame pagal iš anksto numatytą šabloną išsaugomi visi duomenys bei parašo informacija. Dokumento duomenys importuojami į duomenų bazę, o pats dokumentas išsaugomas dokumentų saugykloje. Tokius duomenis sistema periodiškai turi sutikrinti ir pranešti, jei rasta neatitikimų. Tą patį gali padaryti ir sistemos naudotojas.

Šio projekto tikslas – iširti galimybes užtikrinti ilgalaikį duomenų patikimumą panaudojant elektroninio parašo bei XML technologijas. Iki šiol duomenų patikimumui užtikrinti naudojama stebėjimo strategija, t.y. tiesiog sekami pakeitimai ir kilus įtarimui

tikrinama, kas ir kada koregavo duomenis. Tokia strategija nėra efektyvi, nes esant dideliam duomenų kiekiui nedideli pakeitimai gali likti nepastebėti.

PDSJ projekto varovai:

1. Užsakovas. Doc. dr. Eimutis Karčiauskas;
2. Kiti sprendimus priimančiosios asmenys. Prof. Kestutis Motiejūnas, lekt. Virginija Limanauskienė;
3. Vykdytojas ir analitikas. Rasa Mažutienė, IFM-3/2gr. studentė.

Projekto apribojimais:

1. Igyvendinimo terminai. PDSJ sistema turi būti realizuota iki 2008 gruodžio mėn. 31d. Jei to padaryti nespėjama, turi būti pateikiama bent iš dalies veikianti PDSJ sistema. Tuomet PDSJ sistemos palaikymo sutarties pasirašymas nukeliamas tiek laiko, kiek uždelsiamas pilnos PDSJ sistemos pridavimas.
2. Realizacijos apribojimais. Projekto dokumentacija sudaroma naudojant MS Office priemones. Projektas kuriamas naudojant Microsoft technologijas.

3.1.2 Informacija apie užsakovo organizaciją

Projekto užsakovas: Kauno technologijos universiteto, Informatikos fakulteto, Programų sistemų inžinerijos katedros atstovas – doc. dr. Eimutis Karčiauskas. Kadangi šis projektas realizuojamas tiriamaisiais tikslais, jis realizuojamas taip, kad juo būtų galima naudotis įvairiose srityse, t.y. pagrindinis kriterijus – universalumas.

PDSJ sistema pirmiausia bus išbandoma projekto iniciatorių aplinkoje: integruojama į verslo valdymo sistemą, kurioje siekiama užtikrinti banko mokėjimų informacijos ilgalaikį patikimumą. Taigi, pirminiai sistemos naudotojai – verslo valdymo sistemos pilotiniai klientai. Vėliau sistema gali būti platinama kartu su verslo valdymo sistemos finansiniu moduliu.

3.1.3 Programų sistemos funkcijos

PDSJ sistemos pagrindinis tikslas – užtikrinti ilgalaikį duomenų patikimumą. Sistema gali būti naudojama atskirai arba kartu su jau egzistuojančia sistema, kurios duomenų patikimumą reikia užtikrinti. Pagrindinės PDSJ sistemos funkcijos:

- pasirašyto XML dokumento generavimas;
- dokumento turinio importavimas į duomenų bazę;
- dokumento išsaugojimas dokumentų saugykloje;
- dokumento, esančio saugykloje, peržiūra;

- pagal tam tikrą dokumentą importuotų duomenų peržiūra;
- duomenų bazėje esančių ir pasirašytame dokumente esančių duomenų sutikrinimas;
- išpėjimų pranešimų, neatitikimo atveju, generavimas.

Reikėtų atkreipti dėmesį, kad PDSJ skirta importuoti duomenis, kurių pasikeitimo tikimybė labai nedidelė, pvz. banko sąskaitų išrašus, priskaičiuotus atlyginimus, studentų ar moksleivių įvertinimus, eksperimentų rezultatus.

Paruoštas MS Excel dokumentas konvertuojamas į XML dokumentą, kuriame pagal iš anksto numatytą šabloną išsaugomi visi importuoti duomenys. XML dokumentas pasirašomas bei importuojamas į duomenų bazę. Pats dokumentas išsaugomas dokumentų saugykloje. Importuotus duomenis sistema periodiškai sutikrina ir praneša, jei rasta neatitikimų. Duomenis sutikrinti gali ir pats sistemos naudotojas.

3.1.4 Projekto valdymo metodika

Projektas vykdomas remiantis klasikiniu krioklio modeliu, t.y. visi projekto etapai vykdomi nuosekliai vienas paskui kitą. Krioklio modelis nėra tinkamiausias variantas didelėms sistemoms kurti, tačiau šis projektas gana nedidelės apimties, todėl jis pasiteisina.

Projekto etapai pavaizduoti žemiau (žr. Pav. 4). Projekto ciklas prasideda reikalavimų surinkimu ir baigiasi projekto pristatymu užsakovui. Pastaruoju etapu baigiasi tik šiame darbe pristatomo projekto ciklas, sukurtos sistemos gyvavimo ciklas pereina į priežiūros ir palaikymo fazę.

Kiekvieno etapo realizacijos laikas skirtingas, tai pat skirtingi ir užsakovui pateikiami rezultatai. Reikalavimų surinkimo bei specifikavimo fazių metu parengiama reikalavimų specifikacija, kurios pagrindu bus kuriama PDSJ sistema. Architektūros specifikavimo bei detalios architektūros specifikacijų fazių metu projektuojama PDSJ sistemos architektūra. Šių fazių metu užsakovui pateikiami architektūros ir detalios architektūros projektai.



Pav. 4. PDSJ sistemos realizavimo etapai

Po sukurto prototipo kuriamas PDSJ sistemos testavimo planas bei realizuojama pati PDSJ sistema. PDSJ sistemos testavimas atliekamas pagal sukurtą testavimo planą. Jei randama, taisomos klaidos ir tik tuomet PDSJ sistema pristatoma užsakovui.

3.2 Projektui keliami reikalavimai

Projektui keliami reikalavimai formuluojami remiantis Volere reikalavimų specifikacijos šablono klausimynu [21]. Šiame skyriuje pateikiamas sutrumpintas specifikacijos turinys.

3.2.1 Sistemos paskirtis ir tikslai

PDSJ sistema naudojama kaip papildomas egzistuojančios sistemos komponentas. Sistema registruoja pagrindinės sistemos veiksmus su duomenimis: importą, pakeitimus. Lygina egzistuojančius duomenis su originaliais dokumentais ir informuoja sistemos naudotojus apie pasikeitimus.

Funkcijos kurias turi atlikti PDSJ sistema, kad atitiktų užsakovo poreikius:

- sugeneruoti pasirašytą XML dokumentą.

- dokumento turinį importuoti į duomenų bazę.
- dokumentą išsaugoti dokumentų saugykloje. Dokumentą turi būti galima iš saugyklos pasiimti ir peržiūrėti.
- bet kuriuo metu sutikrinti duomenų bazėje esančius duomenis su pasirašytame dokumente esančiais duomenimis.

PDSJ sistemos pagrindinis tikslas – užtikrinti ilgalaikį duomenų patikimumą. Tai siekiama realizuoti per pasirašytų dokumentų saugojimą bei periodinę duomenų bazės duomenų validaciją.

3.2.2 Projekto apribojimai

Šiame skyriuje pateikiami esminiai projekto apribojimai, aprašyti projekto reikalavimų specifikacijoje [19].

3.2.2.1 *Apribojimai sprendimui*

PDSJ sistema turi veikti MS Windows XP ir naujesnėje operacinėje sistemoje. Duomenys turi būti importuojami iš MS Excel duomenų failo. Dokumento pasirašymo sistema turi būti suderinta su MS Office 2003.

Duomenų bazė turi veikti MS SQL duomenų bazės pagrindu.

PDSJ sistema turi veikti nuo duomenų bazės nutolusiuose kompiuteriuose. Duomenų bazės serveris ir klientinė PDSJ sistema yra viename lokaliame tinkle.

3.2.2.2 *Diegimo aplinka*

PDSJ sistema diegiama personaliniame arba nešiojamame kompiuteryje, kuris turi prieigą prie vietinio tinklo.

3.2.2.3 *Bendradarbiaujančios sistemos*

PDSJ sistema turi bendradarbiauti su visomis sistemomis, kurios dirba su ta pačia duomenų baze. Duomenų saugojimo ir judėjimo sistema papildo šių sistemų funkcijas.

3.2.2.4 *Komerciniai specializuoti programų paketai*

PDSJ sistema vienareikšmiškai privalo bendradarbiauti su MS Excel programa.

Papildomai gali būti diegiami paketai skirti duomenų susiejimui. Vienas iš variantų būtų Altova MapForce 2008. Ši sistema skirta įvairių tipų duomenų susiejimui su duomenų baze. Ji automatiškai generuoja programos kodą, kuris reikalingas aprašytai sąsajai realizuoti.

3.2.2.5 *Numatoma darbo vietos aplinka*

PDSJ sistemos naudotojas dirbs biure arba nutolusiuoju režimu prisijungs prie virtualaus vietinio tinklo. PDSJ sistemos naudotojo darbo vietai skirtas stacionarus arba

nešiojamasis kompiuteris prijungtas prie vietinio tinklo ir turintis išėjimą į internetą. Iš kompiuterio galima prieiti prie keleto vietiniame tinkle esančių spausdintuvų. Kiekviename kompiuteryje įdiegtas MS Office 2003 paketas.

3.2.2.6 *Sistemos kūrimo terminai*

PDSJ sistema turi būti realizuota iki 2008 gruodžio mėn. 31d. Jei to padaryti nespėjama, turi būti pateikiama bent iš dalies veikianti PDSJ sistema. Tuomet PDSJ sistemos palaikymo sutarties pasirašymas nukeliamas tiek laiko, kiek uždelsiamas pilnos PDSJ sistemos pridavimas.

3.2.3 Funkciniai reikalavimai

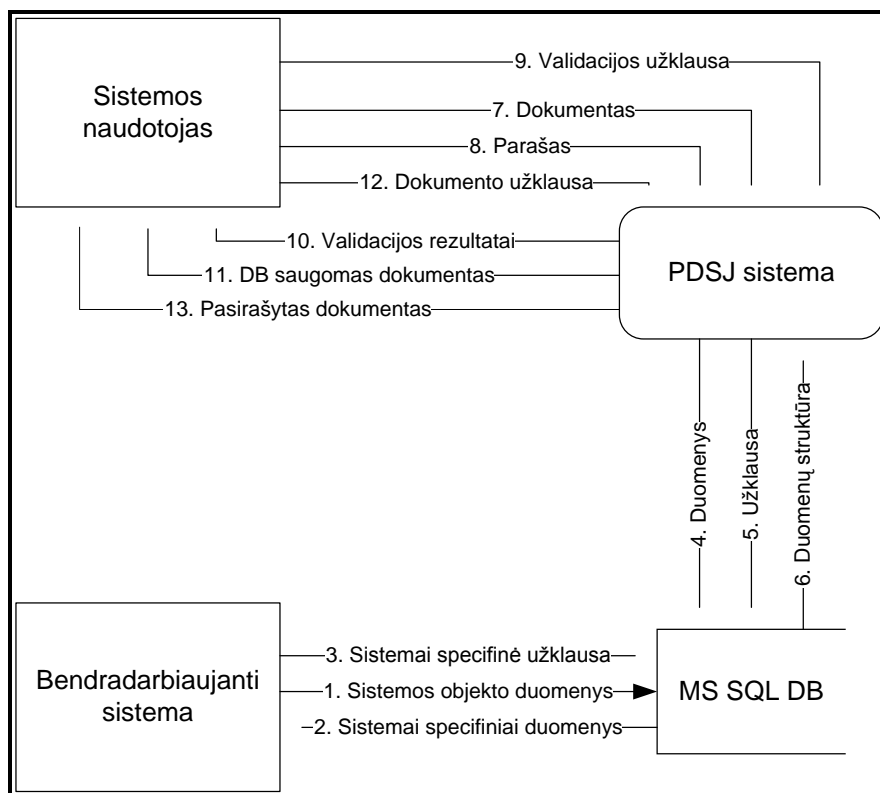
Šiame skyriuje pateikiami esminiai sistemos funkciniai reikalavimai, duomenų struktūra, apibrėžiamas sistemos kontekstas bei ribos.

3.2.3.1 *Sistemos apimtis*

Apačioje pateiktoje lentelėje detalizuojama PDSJ sistemos konteksto diagrama (žr. Pav. 5) bei aprašomi diagramoje pavaizduoti duomenų srautai (žr. Lentelė nr. 1).

Lentelė nr. 1. Sistemos duomenų srautų aprašymas

Nr.	Srauto pavadinimas	Aprašymas
1.	Sistemos objekto duomenys	Bendradarbiaujanti sistema naudodama savo sąsają perduoda duomenis duomenų bazei.
2.	Sistamai specifiniai duomenys	Bendradarbiaujanti sistema gauna iš DB užklaustu (3) duomenis.
3.	Sistamai specifinė užklausa	Sistema užklausia duomenų bazės darbui reikalingų duomenų.
4.	Duomenys	PDSJ sistema perduoda suformuotus duomenis DB.
5.	Užklausa	PDSJ sistema užklausia tam tikrų duomenų iš DB.
6.	Duomenų struktūra	PDSJ sistema gauna užklaustus (5) duomenis iš DB.
7.	Dokumentas	Naudotojas perduoda dokumentą ir, jei reikia, parašą (8) PDSJ sistemai.
8.	Parašas	Naudotojas perduoda dokumentą (7) ir parašą PDSJ sistemai.
9.	Validacijos užklausa	Naudotojas paprašo validuoti duomenis.
10.	Validacijos rezultatai	Sistema grąžina (10) duomenų validacijos rezultatus.
11.	DB saugomas dokumentas	PDSJ sistema grąžina (12) užklaustą dokumentą.
12.	Dokumento užklausa	Naudotojas užklausia DB saugomo dokumento.
13.	Pasirašytas dokumentas	PDSJ sistema grąžina (7,8) pasirašytą dokumentą.

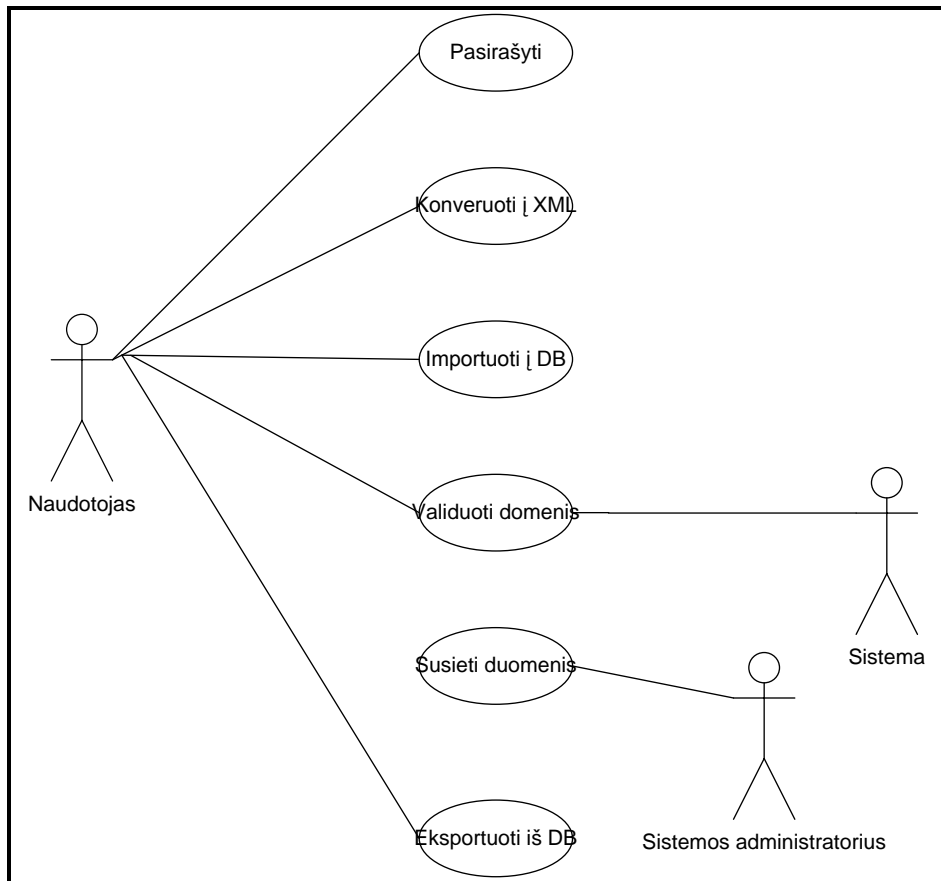


Pav. 5. PDSJ sistemos konteksto diagrama

Sistema veikia kaip pagalbinis įrankis, t.y. ji yra integruojama į jau egzistuojančią sistemą tam, kad būtų užtikrinamas duomenų patikimumas. Per PDSJ sistemą importuotais duomenimis naudojasi pagrindinėje sistemoje, kurios duomenis turi validuoti PDSJ.

3.2.3.2 *Sistemos ribos*

Sistemos ribos Volere reikalavimų specifikacijos šablone nustatomos pasitelkiant UML panaudos atvejų diagramą (žr. Pav. 6). Visi panaudos atvejai aprašomi atskirose iš anksto paruoštos formos kortelėse, kurios pateikiamos žemiau.



Pav. 6. Panaudos atvejų diagrama

Panaudos atvejo nr.:	1.	Pavadinimas:	Pasirašyti
Aktorius:	Naudotojas		
Aprašas:	PDSJ sistemos naudotojas gali pasirašyti dokumentą.		
Sąlyga prieš:	Dokumentas nepasirašytas.		
Sužadinimo sąlyga:	Atsiranda poreikis pasirašyti dokumentą.		
Sąlyga po:	Dokumentas pasirašytas ir išsaugotas lokaliai.		

Panaudos atvejo nr.:	2.	Pavadinimas:	Konvertuoti į XML
Aktorius:	Naudotojas		
Aprašas:	PDSJ sistemos naudotojas gali konvertuoti savo dokumentą į XML dokumentą, kad galėtų išsaugoti importavimo į PDSJ sistemą duomenis.		
Sąlyga prieš:	Sukurtas duomenų susiejimo modelis.		
Sužadinimo sąlyga:	Paspaudžiamas konvertavimo mygtukas.		
Sąlyga po:	Dokumento duomenys išsaugomi i xml dokumentą.		

Panaudos atvejo nr.:	3.	Pavadinimas:	Importuoti į DB
Aktorius:	Naudotojas		
Aprašas:	Dokumento duomenys, remiantis duomenų susiejimo schema, importuojami į duomenų bazę. Jei buvo sukurtas XML dokumentas, duomenų bazėje išsaugomas ir jis.		
Sąlyga prieš:	Sukurtas duomenų susiejimo modelis.		
Sužadinimo sąlyga:	Paspaudžiamas duomenų importavimo į duomenų bazę mygtukas.		
Sąlyga po:	Duomenys išsaugomi duomenų bazėje.		

Panaudos atvejo nr.:	4.	Pavadinimas:	Validuoti duomenis
Aktorius:	Naudotojas, sistema		
Aprašas:	Naudotoja gali validuoti duomenų bazėje esančius duomenis, duomenų importavimo aprašą validuoti su originaliu dokumentu.		
Sąlyga prieš:	Duomenys buvo importuoti į sistemą.		
Sužadinimo sąlyga:	Naudotojui kilo poreikis sutikrinti duomenis. Praėjo nustatytas periodas ir sistema turi sutikrinti duomenis.		
Sąlyga po:	Pateikiama ataskaita apie duomenų validumą.		

Panaudos atvejo nr.:	5.	Pavadinimas:	Susieti duomenis
Aktorius:	Sistemos administratorius		
Aprašas:	MS Excel dokumento duomenų laukai susiejami su duomenų bazės laukais. Sukuriami keli dokumentų šablonai.		
Sąlyga prieš:	Sukurta duomenų bazės schema bei numatytas dokumento šablonas.		
Sužadinimo sąlyga:	Atsidaromas duomenų susiejimo įrankis.		
Sąlyga po:	Nustatyti ryšiai tarp dokumento duomenų ir duomenų bazės.		

Panaudos atvejo nr.:	6.	Pavadinimas:	Eksportuoti iš DB
Aktorius:	Naudotojas		
Aprašas:	PDSJ sistemos naudotojas turi turėti galimybę paprastai peržiūrėti tai, kas yra importuota duomenų bazėje. Iš duomenų bazės ištraukiami visi tam tikro dokumento duomenys.		
Sąlyga prieš:	Dokumentas importuotas į duomenų bazę.		
Sužadinimo sąlyga:	Paspaudžiamas eksportavimo mygtukas ir pasirenkamas dokumentas, kurio duomenis reikia ištraukti iš duomenų bazės.		
Sąlyga po:	Duomenys išsaugomi naujame MS Excel faile.		

3.2.3.3 Funkciniai reikalavimai

Šiame skyriuje pateikiami pagrindiniai PDSJ sistemos funkciniai reikalavimai. Reikalavimai pateikiami kortelių pavidalu, kaip to reikalaujama Volere šablone [21].

Reikalavimo nr.:	1.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	2, 3.
Aprašas:	PDSJ sistema turi MS Excel dokumentus importuoti į duomenų bazę.				
Pagrindimas:	Excel dokumentuose saugoma sąrašo tipo informacija, kurią reikia kuo patogesniu būdu perkelti į duomenų bazę.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Naudojantis MS Excel galimybėmis sukuriamas XML dokumentas, kuris importuojamas į duomenų bazę.				
Užsakovo patenkinimas:	5	Užsakovo nepatenkinimas:	5		
Priklausomybės:	5, 8, 9	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				
Reikalavimo nr.:	2.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	1.
Aprašas:	PDSJ sistema turi leisti pasirašyti dokumentą.				
Pagrindimas:	Vėliau duomenų bazėje esančius duomenis reikės sutikrinti su pasirašyto dokumento duomenimis.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Pasirašomas originalus dokumentas, bet parašo informacija išsaugoma ir XML dokumente.				
Užsakovo patenkinimas:	11	Užsakovo nepatenkinimas:	5		
Priklausomybės:	nėra	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:	http://www.w3.org/TR/xmlsig-core/				
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				
Reikalavimo nr.:	3.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	6.
Aprašas:	Iš duomenų bazės reikia ištraukti originalaus dokumento duomenis į MS Excel failą.				
Pagrindimas:	Taip galima peržiūrėti pasikeitusius duomenis.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	MS Excel lange turi atsirasti mygtukas, kuris importuotų reikiamus duomenis į MS Excel.				
Užsakovo patenkinimas:	4	Užsakovo nepatenkinimas:	3		
Priklausomybės:	8, 9	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

Reikalavimo nr.:	4.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	4.
Aprašas:	PDSJ sistema turi sutikrinti originalaus dokumento ir duomenų bazėje esančius duomenis.				
Pagrindimas:	Reikia užtikrinti originalaus dokumento, duomenų šaltinio ir duomenų validumą.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	MS Excel lange atsiranda mygtukas, kuris atlieka duomenų bazėje esančių duomenų validaciją su pasirašytu dokumentu.				
Užsakovo patenkinimas:	5	Užsakovo nepatenkinimas:		5	
Priklausomybės:	8, 9	Konfliktai:		nėra	
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

Reikalavimo nr.:	5.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	4.
Aprašas:	PDSJ sistema turi periodiškai tikrinti duomenų bazėje esančių duomenų atitikimą importuotiems duomenims.				
Pagrindimas:	Reikia užtikrinti originalaus dokumento, duomenų šaltinio ir duomenų validumą.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Kas savaitę turi būti sutikrinami importuoti XML dokumentai su duomenimis, esančiais duomenų bazėje.				
Užsakovo patenkinimas:	3	Užsakovo nepatenkinimas:		3	
Priklausomybės:	1, 8, 9, 15	Konfliktai:		nėra	
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

Reikalavimo nr.:	6.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	4.
Aprašas:	PDSJ sistema turi sutikrinti originalaus dokumento ir į duomenų bazę importuotus duomenis.				
Pagrindimas:	Reikia užtikrinti originalaus dokumento, duomenų šaltinio ir duomenų validumą.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	MS Excel lange atsiranda mygtukas, kuris atlieka duomenų bazėje importuotų XML dokumentų validaciją su pasirašytu dokumentu.				
Užsakovo patenkinimas:	3	Užsakovo nepatenkinimas:		2	
Priklausomybės:	8, 9, 1	Konfliktai:		nėra	
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

Reikalavimo nr.:	7.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	4.
Aprašas:	Apie duomenų ir importuotų duomenų validacijos rezultatus vartotojas turi būti informuojamas.				
Pagrindimas:	Importuoti duomenys ir duomenų bazėje esantys duomenys tikrinami periodiškai, o ne vartotojo iniciatyva, todėl apie rastus neatitikimus vartotojas turi būti informuojamas.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Vartotojui el. paštu atsiunčiama jo importuotų duomenų validacijos ataskaita.				
Užsakovo patenkinimas:	5	Užsakovo nepatenkinimas:	5		
Priklausomybės:	5	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

Reikalavimo nr.:	8.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	5.
Aprašas:	Vartotojas turi turėti galimybę nurodyti, kokią informaciją iš kokių dokumento laukų importuoti.				
Pagrindimas:	Duomenų failo struktūra ir paskirtis gali kisti.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Realizuojama grafinė duomenų susiejimo sąsaja.				
Užsakovo patenkinimas:	5	Užsakovo nepatenkinimas:	5		
Priklausomybės:	1, 3, 4, 5, 6, 9	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

Reikalavimo nr.:	9.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	5.
Aprašas:	To paties tipo dokumentams turi būti taikoma ta pati duomenų ir dokumento laukų sąsaja.				
Pagrindimas:	Gali būti daug dokumentų sukurtų pagal vienodą šabloną.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Dokumento tipą PDSJ sistema atpažįsta pagal naudojamą MS Excel šabloną.				
Užsakovo patenkinimas:	3	Užsakovo nepatenkinimas:	5		
Priklausomybės:	1, 3, 4, 5, 6, 8	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

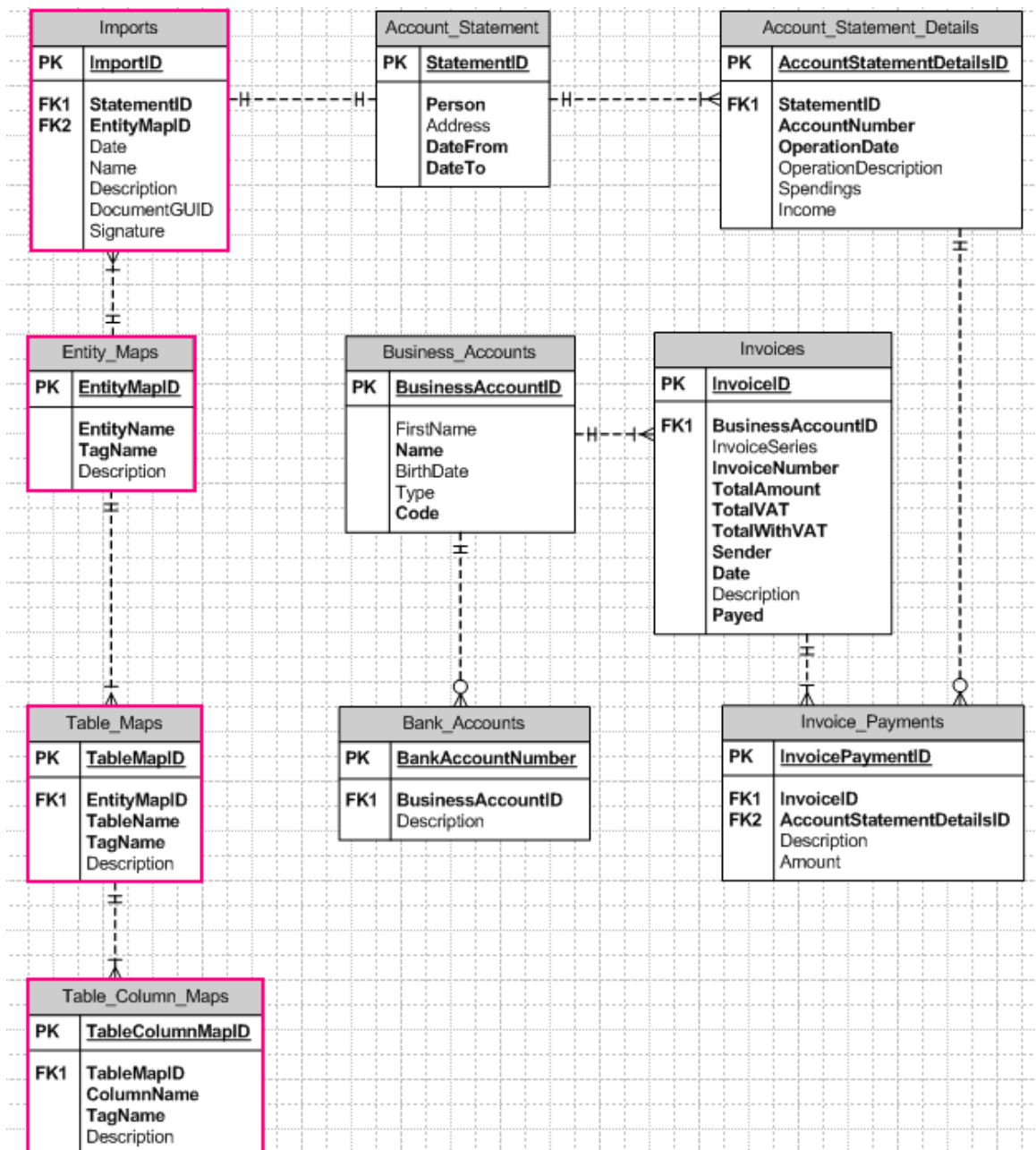
Reikalavimo nr.:	10.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	1.
Aprašas:	PDSJ sistema turi veikti MS Windows XP ir naujesnėse platformose.				
Pagrindimas:	Ši operacinė PDSJ sistema įdiegta užsakovo kompiuteriuose.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	PDSJ sistema veikia Windows XP ir Windows Vista.				
Užsakovo patenkinimas:	1	Užsakovo nepatenkinimas:	5		
Priklausomybės:	nėra	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

Reikalavimo nr.:	11.	Tipas:	9.	Panaudos atvejo nr.:	1.
Aprašas:	Parašo sistema turi veikti MS Office 2003.				
Pagrindimas:	Ši MS Office versija įdiegta užsakovo kompiuteriuose.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Sistema veikia MS Office 2003 ir 2007.				
Užsakovo patenkinimas:	1	Užsakovo nepatenkinimas:	5		
Priklausomybės:	2	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:	http://office.microsoft.com/en-us/help/HP052495551033.aspx				
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

3.2.3.4 Reikalavimai duomenims

PDSJ sistema turi atskirą nuo kitų sistemų duomenų bazę, kuri veikia tame pačiame MS SQL serveryje. PDSJ sistemai reikalingi duomenys, esantys pagrindinės sistemos duomenų bazėje saugomi tokiu formatu, kuris atvaizduotas Pav. 7.

Visose su sistemos naudotoju tiesiogiai susijusiose lentelėse saugomas sistemos naudotojo vardas ir data, kada buvo sukurtas ir paskutinį kartą koreguotas įrašas. PDSJ sistemos naudotojai sutampa su bendradarbiaujančios sistemos naudotojais, dėl to ši informacija nedubliuojama.



Pav. 7. Duomenų bazės modelis

Lentelėse EntityMaps, TableMaps, ColumnMaps saugoma informacija apie dokumento šablonus. Dokumento šablonai į duomenų bazę importuojami tiesiogiai. Tai daro duomenų bazės administratorius. Kiekvienas šablonas saugomas XML schemas pavidalu. Papildomai saugomas šablono pavadinimas, pastaba bei duomenų laukų susiejimo informacija.

Lentelėje Imports saugomas dokumento turinys (XML pavidalu), nuoroda į dokumentą, žymė, ar versija pasirašyta bei importo į duomenų bazę susiejimo duomenys šifruoto XML pavidalu.

Lentelėje Document (PDSJ duomenų bazėje) saugomas importuotas dokumentas.

Lentelėse Validation ir ValidationResult (PDSJ duomenų bazėse) saugoma informacija apie atliktas duomenų validacijas (laikas, automatinė ar rankinė, rezultatai).

3.2.4 Nefunkciniai reikalavimai sistemai

Skyriuje pateikiami suklasifikuoti pagrindiniai sistemos nefunkciniai reikalavimai. Kaip ir funkciniai reikalavimai, jie vaizduojami kortelėse.

3.2.4.1 Reikalavimai sistemos išvaizdai

Reikalavimo nr.:	12.	Tipas:	10.	Panaudos atvejo nr.:	1, 2, 3, 6.
Aprašas:	Vartotojo sąsaja glaudžiai integruota MS Excel aplinkoje.				
Pagrindimas:	Iš MS Excel vykdoma dauguma PDSJ sistemos funkcijų, kurioms reikalingas vartotojo įsikišimas.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	MS Excel aplinkoje neišsiskiriantys mygtukai.				
Užsakovo patenkinimas:	5	Užsakovo nepatenkinimas:	4		
Priklausomybės:	nėra	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

Reikalavimo nr.:	13.	Tipas:	10.	Panaudos atvejo nr.:	visi
Aprašas:	Informatyvūs klaidų pranešimai.				
Pagrindimas:	Vartotojas turi žinoti, kodėl įvyko klaida ir ką jam daryti toliau.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Vartotojui draugiški klaidų pranešimai, kurie aprašo klaidos situaciją ir kaip iš jos išeiti.				
Užsakovo patenkinimas:	2	Užsakovo nepatenkinimas:	5		
Priklausomybės:	nėra	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

3.2.4.2 Reikalavimai panaudojamumui

Reikalavimo nr.:	14.	Tipas:	11.	Panaudos atvejo nr.:	visi
Aprašas:	Vartotojo sąsaja anglų ir lietuvių kalbomis				
Pagrindimas:	Bendradarbiaujanti sistema palaiko daugiakalbiškumą.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Galimybė keisti vartotojo sąsajos kalbą.				
Užsakovo patenkinimas:	2	Užsakovo nepatenkinimas:	1		

Priklausomybės:	nėra	Konfliktai:	nėra
Papildoma medžiaga:			
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.		

3.2.4.3 Reikalavimai vykdymo charakteristikoms

Reikalavimo nr.:	15.	Tipas:	12.	Panaudos atvejo nr.:	4
Aprašas:	Duomenų ir importuotų duomenų sutikrinimas turi būti vykdomas taip, kad netrukdytų darbui su sistema ir neblokėtų duomenų bazės.				
Pagrindimas:	Šis procesas negali blokuoti kitų sistemos funkcijų. Intensyviausiai sistema naudojama Darbo dienomis nuo 8 iki 17h.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	PDSJ sistema turi užtikrinti, kad visi importuoti duomenys aptikrinami bent kartą per savaitę. Sutikrinimo servisas turi būti vykdomas naktį ir baigti vykdymą 7:30h.				
Užsakovo patenkinimas:	2	Užsakovo nepatenkinimas:	5		
Priklausomybės:	5	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

3.2.4.4 Reikalavimai sistemos priežiūrai

Reikalavimo nr.:	16.	Tipas:	14.	Panaudos atvejo nr.:	visi
Aprašas:	PDSJ sistemos klaidos turi būti registruojamos.				
Pagrindimas:	PDSJ sistemos palaikymo metu lengviau suprasti, kas nutiko ir kaip galima problemą išspręsti.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	PDSJ sistemos klaidos saugomos tam skirtame klaidų registracijos žurnale.				
Užsakovo patenkinimas:	2	Užsakovo nepatenkinimas:	4		
Priklausomybės:	nėra	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

3.2.4.5 Reikalavimai saugumui

Reikalavimo nr.:	17.	Tipas:	15.	Panaudos atvejo nr.:	visi
Aprašas:	PDSJ sistemoje importuoti duomenys turi būti prieinami visiems registruotiems vartotojams.				
Pagrindimas:	Bet kuriam vartotojui gali kilti poreikis peržiūrėti ir validuoti tam tikrą informaciją.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Priėjimas prie duomenų registruotiems vartotojams neribojamas.				
Užsakovo patenkinimas:	2	Užsakovo nepatenkinimas:	3		
Priklausomybės:	nėra	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

Reikalavimo nr.:	18.	Tipas:	15.	Panaudos atvejo nr.:	visi
Aprašas:	Pranešimai apie nekorektiškus duomenis turi būti siunčiami tik vartotojams, kurie sukūrė ar redagavo duomenis.				
Pagrindimas:	Vartotojams reikalinga informacija tik apie jų pateiktus duomenis.				
Šaltinis:	Dr. Eimutis Karčiauskas				
Tinkamumo kriterijus:	Sistemoje saugoma informacija apie duomenis importavusius ar koregavusius asmenis.				
Užsakovo patenkinimas:	2	Užsakovo nepatenkinimas:	4		
Priklausomybės:	nėra	Konfliktai:	nėra		
Papildoma medžiaga:					
Istorija:	Užregistruotas 2008 vasarį.				

3.3 Sistemos architektūros specifikacija

Šis skyrius apima PDSJ sistemos architektūrą, kuri specifikuojama keliais požiūriais: statiniu, dinaminiu, išdėstymo bei duomenų. Papildomai pateikiamas panaudos atvejų vaizdas ir aprašymas, kad būtų lengviau suprantamos sistemos naudotojų funkcijos. Kiekvienas iš požiūrių (vaizdų) aprašomas atskiruose skyriuose.

Sistemos architektūra pateikiama šiais požiūriais (vaizdais):

- 1) panaudos atvejų (žr. skyrių „3.2.3.2 Sistemos ribos“);
- 2) statiniu, kuriame pateikiama sistemos komponentų diagrama (žr. skyrių „3.3.2 Sistemos statinis vaizdas“), aprašymas bei komponentų klasių diagramos. Siekiant neperkrauti darbo projekto techninėmis detalėmis, šiame darbe klasių diagramos nėra pateikiamos. Jas rasite išsamioje projekto dokumentacijoje [6];

- 3) dinaminiu, kuriame pateikiamos sistemos funkcijų sekos, būsenų kaitos bei veiklos diagramos. Siekiant neperkrauti darbo projekto techninėmis detalėmis, šiame darbe diagramos nėra pateikiamos. Šį vaizdą rasite išsamioje projekto dokumentacijoje [6];
- 4) išdėstymo, kuriame vaizduojamas būsimasis PDSJ sistemos išdėstymas pas užsakovą (žr. skyrių „3.3.3 Išdėstymo vaizdas“);
- 5) duomenų vaizde pateikiama duomenų bazės schema, kuri bus naudoja PDSJ sistemos duomenims saugoti (žr. skyrių „3.2.3.4 Reikalavimai duomenims“).

Sistemos architektūra pateikiama naudojant UML notaciją. Plačiau apie kiekvienoje iš diagramų naudojamus elementus bei ryšių tipus rašoma UML specifikacijoje [19].

3.3.1 Architektūros tikslai ir apribojimai

PDSJ sistema turi veikti MS Windows XP ir naujesnėje operacinėje sistemoje. Duomenys turi būti importuojami iš MS Excel duomenų failo. Dokumento pasirašymo sistema turi būti suderinta su MS Office 2003.

Duomenų bazė turi veikti MS SQL duomenų bazės pagrindu.

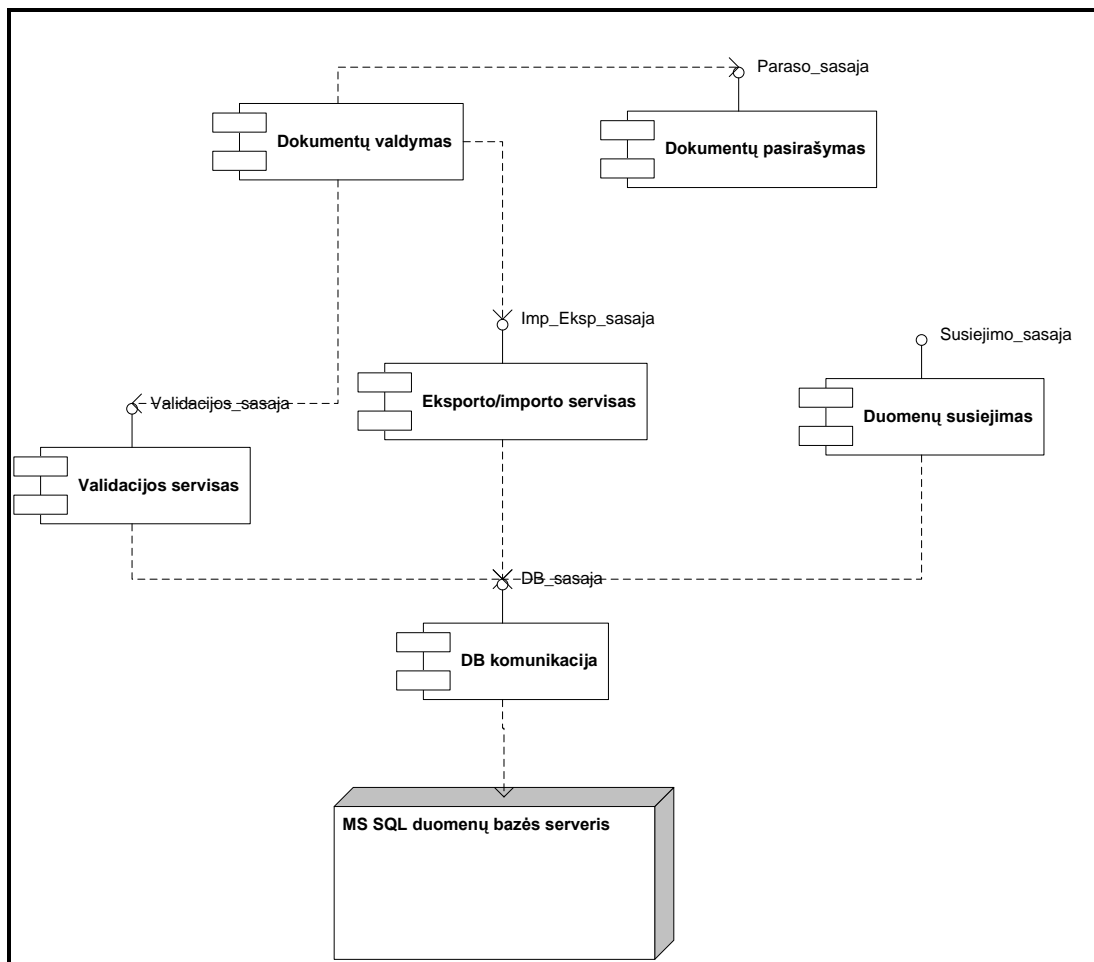
PDSJ sistema turi veikti nuo duomenų bazės nutolusiuose kompiuteriuose. Duomenų bazės serveris ir klientinė PDSJ sistema yra viename lokaliame tinkle.

PDSJ sistema turi bendradarbiauti su visomis sistemomis, kurios dirba su ta pačia duomenų baze. Duomenų saugojimo ir judėjimo sistema papildo šių sistemų funkcijas.

Kuriama PDSJ sistema turi išnaudoti visas MS Excel integruotas elektroninio prašo galimybes.

3.3.2 Sistemos statinis vaizdas

Sistemos komponentai bei jų ryšiai pavaizduoti Pav. 8. Kaip matoma diagramoje, sistema susideda iš šešių komponentų bei duomenų bazės serverio.



Pav. 8. Sistemos komponentų diagrama

Komponentas „Dokumentų valdymas“ realizuojamas kaip MS Excel įskiepis. Šis komponentas priskiriamas grafinės sąsajos sluoksniui ir realizuoja tokias funkcijas:

- 1) leidžia pasirinkti šabloną, kurio pagrindu kuriamas dokumentas. Pats šablonas kuriamas XML schemas pavidalu. Tai atlieka sistemos administratorius rankiniu būdu. Tuo pačiu metu taip pat susiejami schemas elementai ir duomenų bazės laukai;
- 2) leidžia pasirašyti sukurtą dokumento versiją;
- 3) kreipiasi į Eksporto/importo servisą, kuris dokumento duomenis konvertuoja į XML ir perduoda komponentui DB komunikacija. Lokaliai dokumentas išsaugomas MS Excel standartinių komandų pagalba;
- 4) kreipiasi į validacijos servisą, kuris sutikrina originalaus dokumento ir importuotus ar duomenų bazėje esančius duomenis;
- 5) kreipiasi į Eksporto importo servisą, kuris ištraukia duomenų bazėje esančius ar importuotus duomenis ir pateikia juos MS Excel failo pavidalu.

Komponentas „Dokumentų pasirašymas“ realizuoja vienintelę funkciją – elektroninio parašo prisegimą prie originalaus dokumento. Ši funkcija išskiriama kaip atskiras

komponentas, kadangi prarašo sistema ir reikalavimai laikui bėgant gali kisti, taigi protingiau kurti atskirą komponentą, kurį vėliau bus galima lengviau pakeisti kitu. Tokiu atveju bus keičiama tik komponentus Dokumentų valdymas ir Dokumentų pasirašymas jungiančią sąsają.

Komponentas „Validacijos servisas“ realizuoja šias funkcijas:

- 1) importuotų ir duomenų bazėje esančių duomenų sutikrinimas. Ši funkcija atliekama periodiškai arba pagal pareikalavimą. Sutikrinimo periodiškumas nustatomas komponento konfigūracijos faile;
- 2) originalaus dokumento ir importuotų duomenų sutikrinimas. Ši funkcija išskviečiama pagal pareikalavimą;
- 3) originalaus dokumento ir duomenų bazėje esančių duomenų sutikrinimas. Ši funkcija išskviečiama pagal pareikalavimą;
- 4) patikrinti, ar nepasikeitę duomenų susiejimo duomenys.

Šis komponentas turi turėti konfigūracijos failą, kuriame nurodomas funkcijų vykdymo periodiškumas

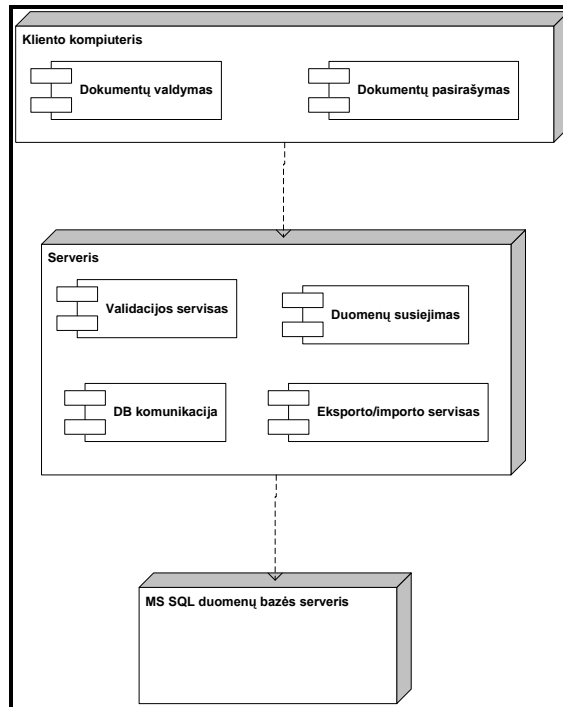
Komponentas „Eksporto/importo servisas“ skirtas tarpinkauti tarp vartotojo sąsajos ir DB sąsajos sluoksnių. Komponentas realizuoja vieno sluoksnio duomenų konvertavimą į kitam sluoksniui priimtina pavidalą:

- 1) duomenų bazės duomenų konvertavimas į MS Excel dokumentą;
- 2) MS Excel dokumento konvertavimas į XML dokumentą bei jo ir sąsajos duomenų perdavimas DB komunikacijos komponentui;
- 3) XML dokumento konvertavimas į MS Excel dokumentą;
- 4) XML dokumentai saugomi lokaliai.

Komponentas „Duomenų susiejimas“ skirtas XML schemas ir duomenų bazės laukų susiejimui. Šis komponentas Eksporto/Importo komponentui pateikia sąsajos informaciją, kuris savo ruožtu ją perduoda SD komunikacija komponentui.

Komponentas „DB komunikacija“ skirtas tiesioginiai komunikacijai su duomenų baze.

3.3.3 Išdėstymo vaizdas



Pav. 9. Sistemos išdėstymo diagrama

PDSJ sistemos išdėstymas atskiruose techninės įrangos mazguose grafiškai pavaizduotas Pav. 9. Sistema aiškiai išskaidyta į tris architektūros sluoksnius – klientinę dalį, serverį bei duomenų bazę.

4 TIRIAMOJI DALIS

Šiame skyriuje pateikiama sistemos kokybės įvertinimas bei vertinamos jos tobulinimo galimybės. Skyrius susideda iš trijų poskyrių skirtų aptarti: projekto realizacijos rezultatus, kokybės analizę bei sistemos tobulinimo galimybes.

4.1 Projekto realizacijos rezultatai

Projekto metu realizuota sistema leidžianti užtikrinti duomenų patikimumą. Sistema realizuota kaip jau egzistuojančios sistemos išorinis komponentas. Sistemą galima integruoti į jau realiai veikiančią sistemą. Tokiu atveju, duomenys validuojami nuo sistemos integracijos momento.

PDSJ sistemoje realizuotas pasirašytų XML dokumentų importas į egzistuojančią (pagrindinės sistemos) duomenų bazę. Ši funkcija papildo esamos sistemos funkcionalumą, jei dokumento pasirašymo ir importavimo funkcija nebuvo numatyta realizuojant pagrindinę sistemą. Pasirašyti duomenys užtikrina, kad sistemos naudotojas žino, kokius duomenis importuoja ir patvirtina šią informaciją savo parašu. Validacijos servisas remdamasis parašo duomenimis tikrina, ar buvo padaryti neleistini pakeitimai. Sistemoje realizuota parašo patikrinimo funkcija, t.y. sistema netikrina, ar duomenis importuojantis asmuo turi teisę pasirašyti konkrečiu parašu. Šią sistemos vietą reikia tobulinti.

Importuojant duomenis, atliekami tokie veiksmai: dokumento duomenys importuojami į pagrindinės sistemos duomenų bazę, tie patys duomenys, parašas, originalus dokumentas ir importo informacija išsaugomi PDSJ duomenų bazėje. Realizuota dviejų duomenų bazių sistema: PDSJ duomenų bazėje saugomi tik duomenų validacijai reikalingi duomenys, pagrindinės sistemos duomenų bazėje jokia perteklinė informacija nėra saugoma.

PDSJ sistemoje realizuotas periodinės validacijos servisas, kuris priklausomai nuo konfigūracijoje nurodyto periodiškumo, tikrina visus žinomus istorinius duomenis ir lygina juos su pagrindinės sistemos duomenimis bei su originalaus dokumento duomenimis. Validacijos rezultatai pateikiami el. paštu atsakingam asmeniui. Sistemoje nerealizuota galimybė patvirtinti pakeitimus, todėl galimi klaidingi pranešimai apie duomenų pakeitimus tuo atveju, kai duomenys buvo pakeisti autorizuotai.

Kilus įtarimui dėl duomenų tikrumo, naudotojas bet kada gali pats pasitikrinti, jų validumą. Šiuo atveju, atliekami tokie patys veiksmai kaip ir periodinės validacijos atveju, tačiau tikrinami ne visi istoriniai, o tik konkretaus importuoto dokumento duomenys.

Esant reikalui, naudotojas bet kada iš sistemos gali išsitraukti originalų importuotą dokumentą.

Sistemą planuojama integruoti į kuriamos verslo valdymo sistemos apskaitos modulį. Tai rodo, kad toks sprendimas yra įdomus ir tikimasi, kad jis bus naudingas, toje sistemos dalyje, kurioje būtinas duomenų patikimumas.

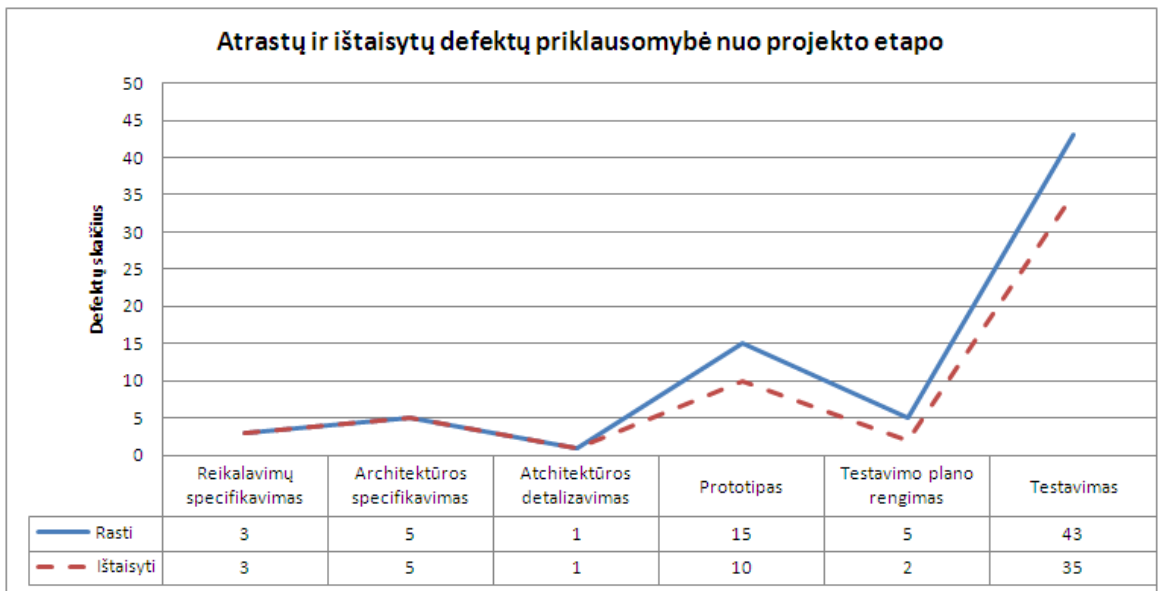
4.2 Kokybės įvertinimas

Lentelėje išskirti visi sistemos kokybės faktoriai, nurodyti ISO/IEC 9126 standarte [15], bei paaiškinta kaip PDSJ sistemos architektūros įtaka kiekvienam iš jų (žr. Lentelė nr. 2).

Lentelė nr. 2. Architektūros kokybės įvertinimas

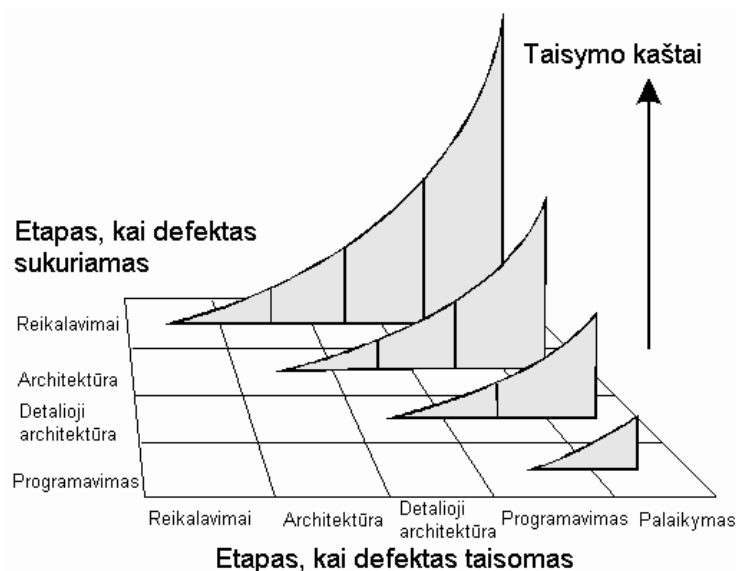
Kokybės faktorius	Architektūros poveikis
Patikimumas	PDSJ sistemos paskirtis – padidinti duomenų patikimumą. Tam naudojami tarpiniai dokumentai, kurie net ir nutrūkus vienai iš duomenų bazės transakcijų niekur nedingsta.
Panaudojamumas	Sistema suprojektuota taip, kad vartotojas vienu mygtuko paspaudimu atliktų tuo metu būtinus veiksmus, t.y. atskiros funkcijos iškviečiamos atskirais mygtukais. Tai leidžia PDSJ sistemos naudotojui valdyti procesą.
Našumas	Sistema gali pagerinti darbo našumą tuo atveju, kai pasikeitę duomenys gali turėti didelę įtaką darbo našumui (pvz., būtinai reikia išsiaiškinti, kas buvo pakeista). Bendradarbiaujančių sistemų darbo našumui PDSJ sistema turėtų turėti minimalią įtaką, nes duomenų validacijos servisas konfigūruojamas taip, kad nebūtų trukdomas darbas.
Palaikomumas	Sistema projektuota taip, kad ją būtų lengva palaikyti. Visi architektūros sluoksniai atskirti. Funkcijos, kurios ateityje gali kisti, realizuotos atskiruose komponentuose, kad iškilus poreikiui reikėtų pakeisti tik komponentų sąsają o ne pusę sistemos. Sistemos klaidos yra registruojamos, todėl kilus incidentui lengviau rasti jo priežastį.
Pernešamumas	Migracija tarp operacinių sistemų nenumatyta. Sistema suprojektuota taip, kad veiktų Windows operacinėje sistemoje, kurioje instaliuotas .NET karkasas.
Funkcionalumas	Architektūros požiūriu neanalizuojama.

Vertinant sukurto produkto kokybę svarbu įvertinti, rastų ir likusių defektų skaičių. Pav. 10 vaizduojama rastų naujų ir ištaisytų defektų priklausomybė nuo projekto etapo. Iš karto krenta į akis, kad projekto pradžioje (reikalavimų ir architektūros specifikavimo bei architektūros detalizavimo etapuose) visi rasti defektai buvo ištaisyti. Vėlesniuose etapuose rastų ir ištaisytų defektų skaičius ima skirtis.



Pav. 10. Atrastų ir ištaisytų defektų priklausomybės nuo projekto etapo grafikas

Tokia tendencija pastebima dėl to, kad vėlesniuose etapuose pastebėtų klaidų kaštai (šiuo atveju, laikas) gerokai išauga. Jei reikalavimų specifikavimo etape pastebėtam defektui ištaisyti pakanka pakoreguoti reikalavimų specifikaciją, tai testavimo etape pastebėtą tą patį reikalavimų defektą ištaisyti gali būti gana sudėtinga, nes gali trukdyti net ir priimti architektūriniai sprendimai (žr. Pav. 11). S. McConnell [8] sako, kad reikalavimų ar architektūros etape padarytą klaidą ištaisyti vėlesniuose projekto etapuose kainuoja nuo 50 iki 200 kartų daugiau nei defekto atsiradimo etape. Autorius tai paaiškina tuo, kad vienas reikalavimo sakinyss gali lengvai virsti keliomis architektūros diagramomis, kurios vėlesniuose etapuose tampa šimtais kodo eilučių, testavimo atveju, daugeliu naudotojo dokumentacijos puslapių ir t.t.



Pav. 11. Defektų taisymo kaštų priklausomybė defekto atsiradimo ir ištaisymo etapų [8]

Siekiant sistemą pristatyti laiku, liko neištaisyta apie 22% žinomų defektų. Procentas gana didelis, tačiau sistemoje nebuvo palikta žinomų kritinių ir aukšto prioriteto defektų, todėl sistema gali normaliai funkcionuoti ir su jais. Defektų ištaisymas įtrauktas į sistemos palaikymo etapo planą.



Pav. 12. Defektų skaičiaus priklausomybės nuo sistemos versijos grafikas

Pav. 12 pavaizduota defektų aptikimo priklausomybė nuo projekto versijos. Grafike matoma aiški mažėjimo tendencija, tai rodo, kad sistemos kokybė laikui bėgant gerėja ir naujų defektų aptikimo tikimybė mažėja. 1.0.0.0 (prototipas) versijoje buvo aptikta 15 defektų, o užsakovui pristatytoje 1.0.0.8 versijoje – tik du.

4.3 Sistemos tobulinimo galimybės

Išleidus ir išbandžius PDSJ sistemos pirmąją versiją iš karto pastebėtos sistemos tobulinimo ir funkcionalumo gerinimo galimybės. Viena svarbiausių sistemoje nenumatytų funkcijų – parašo naudojimo autorizacijos trūkumas. Pirmojoje sistemos versijoje netikrinama, ar asmuo turi teisę pasirašyti nurodytu parašu. Šio funkcionalumo trūkumas neleidžia užtikrinti, kad nėra piktnaudžiaujama kito asmens vardu.

Taip pat pastebėtas trūkumas funkcijos, kuri leistų patvirtinti atliktus pakeitimus. Dabar sistema siunčia perteklinius pranešimus apie duomenų pasikeitimus tuo atveju, kai duomenys buvo pakeisti, tačiau tas pakeitimas yra pripažintas teisingu ir reikalingu. Šiuo atveju reikėtų realizuoti validacijos serviso patobulinimą, kuris leistų atsižvelgti arba ignoruoti tokius pakeitimus. Šiuo atveju sudėtingėja validacija, kadangi tuos pačius duomenis reikia sutikrinti ne su vienu dokumentu, o su keletu. Dėl tokio patobulinimo gali kristi sistemos našumas, tačiau pagerėtų naudojamumas ir funkcionalumas.

Sistemoje taip pat nebuvo numatyta galimybė atlikti duomenų validacijos už tam tikrą periodą. Realizuota tik konkretaus dokumento validacijos galimybė. Ši funkcija galėtų padėti dar labiau pagerinti sistemoje egzistuojančių duomenų patikimumą.

5 EKSPERIMENTINĖ DALIS

Eksperimento metu lyginamos audito ir PDSJ sistemos šiais aspektais:

- 1) pagrindinės sistemos duomenų bazės apkrovimas papildomais duomenimis;
- 2) užklausos vykdymo sparta.

Šios abi charakteristikos pasirinktos kaip svarbiausios vertinant technines lyginamų sprendimų galimybes. Abi savybės patikrina, ar nuo papildomo komponento diegimo nesuprastėja pagrindinės sistemos vykdymo sąlygos.

Šiame skyriuje pristatomas audito ir PDSJ sistemos veikimo principai, aprašomas eksperimentas bei apibendrinami jo rezultatai.

5.1 Lyginamų sistemų veikimo principai

Eksperimento metu lyginamos dvi duomenų patikimumą užtikrinančios sistemos: UAB „Baltic Software Solutions“ sukurtas duomenų auditavimo komponentas (toliau, audito sistema) bei projekto metu realizuota PDSJ sistema.

Audito sistemos veikimo principas: pagrindinės sistemos duomenų bazėje užregistruojamos lentelės, kurių pasikeitimus reikia stebėti. Kiekvieną kartą kuriant naują ar atnaujinant esamą lentelės įrašą į auditui skirtą lentelę įrašomos kiekvieno lauko buvusi ir nauja reikšmė. Visa tai atliekama panaudojant duomenų bazės trigerius. Audito metu surenkama informacija apie visus laukų pasikeitimus, t.y. galima atsekti kiekvieno lauko pasikeitimo istoriją, tačiau neįmanoma nustatyti, ar audito lentelėje esanti informacija yra autentiška.

PDSJ sistemos veikimo principas: pagrindinės sistemos duomenų bazėje užregistruojamos lentelės, kurių pasikeitimus reikia stebėti. Kiekvieną kartą importuojant duomenis importui skirtoje lentelėje padaromas įrašas apie importą, išsaugomas importuoto dokumento parašas bei pagalbinėje duomenų bazėje išsaugomas originalus importuotas dokumentas. Visa tai atliekama duomenų importo servisu. Šiuo būdu prarandama duomenų pasikeitimų istorija, tačiau įmanoma nustatyti, ar sistemoje esantys duomenys atitinka originaliai importuotus duomenis.

5.2 Eksperimento aprašymas ir rezultatai

Eksperimento metu lyginami pagrindinės sistemos duomenų bazės apkrovimas papildomais duomenimis audito ir PDSJ sistemos naudojimo atvejais bei abiejų sistemų užklausų vienam objektui vykdymo sparta.

Eksperimentui naudojami realaus audito sistemos naudojimo duomenys. Duomenys renkami 60 darbo dienų. Remiantis stebėjimo metu gautais duomenimis sugeneruojami

atitinkami PDSJ sistemos duomenys. Eksperimento metu buvo stebimas pagrindinės sistemos mokėjimų duomenų srautas, t.y. iš visų audito duomenų, eksperimente dalyvauja tik tie, kurie susiję banko mokėjimais.

PDSJ sistemos veikimui analizuoti simuliuojamas realios sistemos naudojimas: naudojama tokios pačios struktūros kaip ir realios sistemos duomenų bazė, bei įėjimo duomenys surinkti audito sistemos stebėjimo metu, t.y. į sistemą importuojami tie patys mokėjimo įrašai kaip ir realioje sistemoje. Po importo leidžiamas validacijos servisas, kuris sutikrina visus istorinius duomenis. Taip simuliuojamas realios sistemos darbas.

Pasibaigus eksperimentui skirtam laikui analizuojami stebėjimų rezultatai (žr. Lentelė nr. 3). Per 60 dienų buvo sukaupta 7006 mokėjimų įrašai, kurie užima 3,406 MB duomenų bazės vietos. Naudojant audito sistemą papildomai padaryti 17.931 (4,3806 MB) įrašas. PDSJ sistemos atveju padaryta 66 (0.088 MB) importo įrašai, kurie reiškia, kad per 60 eksperimento dienų mokėjimai buvo importuoti 66 kartus.

Lentelė nr. 3. Stebėjimų rezultatai

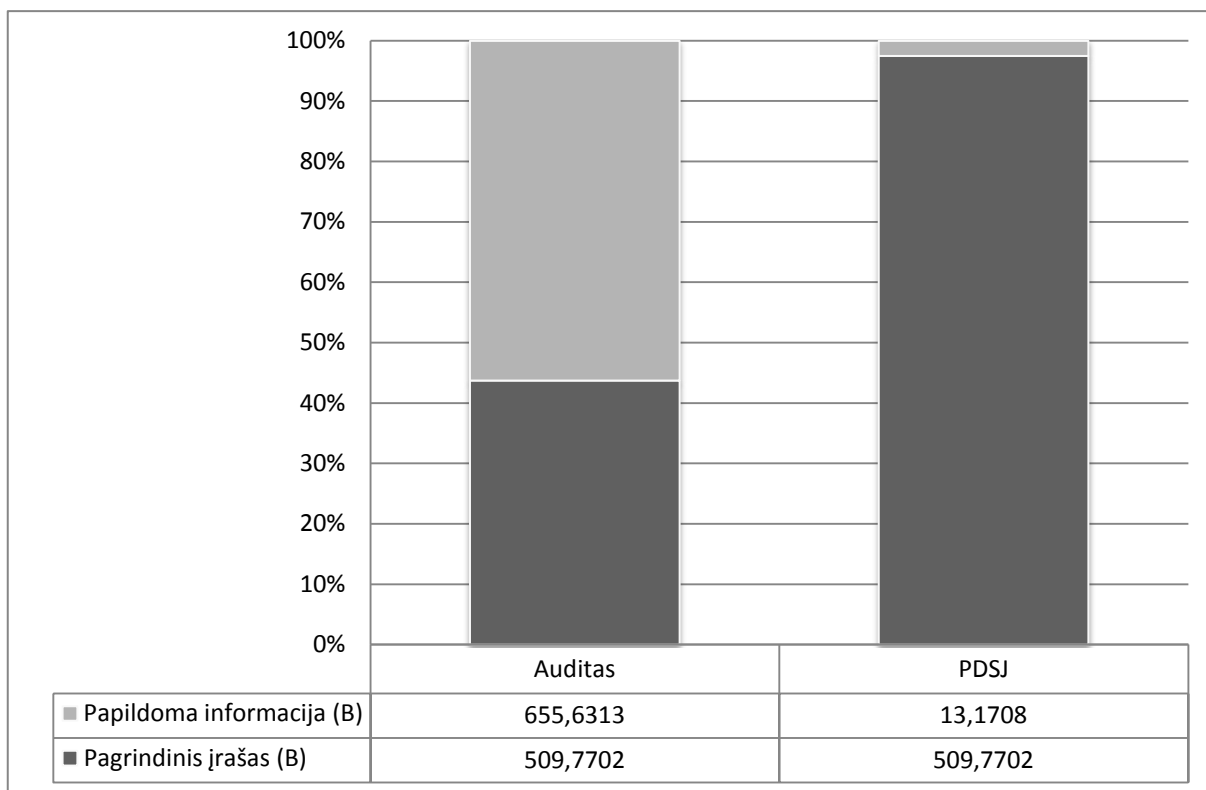
Charakteristika	Auditas	PDSJ
Mokėjimų įrašų eilučių skaičius	7006	7006
Mokėjimo įrašų eilučių dydis (MB)	3,4060	3,4060
Papildomos informacijos eilučių skaičius	17.931	66
Papildomos informacijos eilučių dydis (MB)	4,3806	0,0880
Importuotų dokumentų skaičius	–	66
Importuotų dokumentų dydis (MB)	–	0,946
Atliktų periodinių validacijų skaičius	–	60
Validacijos rezultatų dydis (MB)	–	0,0402

Iš gautų rezultatų galima pastebėti, kad PDSJ sistemos atveju, pagrindinė sistema žymiai mažiau apkraunama papildomais duomenimis. Pagrindinės sistemos duomenų bazės apkrovimas papildomais duomenimis apskaičiuojamas pagal formulę:

$$Q = \frac{S_P}{S_P + S_D} * 100\%.$$

Čia Q – bazės padidėjimas procentais, S_P – papildomos informacijos įrašų dydis MB, S_D – duomenų įrašų dydis MB. Audito atveju apskaičiuojamas 56,2580% papildomas bazės apkrovimas, o PDSJ atveju – 2,5186%. Šiame skaičiavime vertinamas tik pagrindinės bazės apkrovimas, todėl importuotų dokumentų bei validacijos rezultatų dydžiai nevertinami. Šie duomenys saugomi atskiroje duomenų bazėje. Įvertinus ir šiuos duomenis, PDSJ sistemos atveju, papildomi duomenys sudaro 98,6066% visų duomenų.

Grafike pateikiamas pagrindinių ir papildomų duomenų santykis vienam pagrindinės sistemos įrašui audito ir PDSJ sistemos atveju, kai vertinami tik pagrindinės duomenų bazės duomenys. Iš grafiko aiškiai matosi, kad PDSJ sistemos atveju vienam įrašui tenkanti papildomos informacijos dalis nesiekia net 3%.



Pav. 13. Pagrindinių ir papildomų duomenų santykis vienam pagrindinės sistemos įrašui

Pasibaigus stebėjimo periodui lyginamas vieno objekto duomenų užklausos laikas. Šiam tikslui atlikta 500 bandymų matuojant:

- 1) audito sistemos atveju, atsitiktinai pasirinkto mokėjimo pasikeitimų istorijos užklausos laikus;
- 2) PDSJ sistemos atveju, atsitiktinai pasirinkto importo validacijos laiką.

Lentelė nr. 4. Vidutinis užklausos laikas

Sistema	Vidutinis užklausos laikas (s)
Auditas	13,1985
PDSJ	8,6909

Apskaičiuojami bandymų rezultatų vidurkiai, t.y. vidutiniai užklausų vykdymo laikai (žr. Lentelė nr. 4). Apskaičiuojamas PDSJ sistemos užklausos pagreitėjimas lyginant su audito užklausų vykdymo sparta. Pagreitėjimas skaičiuojamas pagal formulę:

$$P = \frac{t_A - t_{PDSJ}}{t_A} * 100\%.$$

Čia P – pagreitėjimas procentais, t_A – audito užklauso vykdomo laikas sekundėmis, t_{PDSJ} – PDSJ sistemos validacijos laikas sekundėmis. Gautas 34,1523% pagreitėjimas.

Audito sistema buvo stebima realaus naudojimo metu, todėl duomenys eksperimento tiklais nebuvo koreguojami, net ir siekiant išsiaiškinti per kiek laiko būtų aptiktas neatitikimas. Stebėjimo periodu pasitaikė vienas nesankcionuoto duomenų pakeitimo atvejis. Audito atveju pasikeitimas buvo aptiktas atsitiktinai (tai įvyko jau pasibaigus stebėjimo periodui): testuojant sistemos patobulinimus pastebėta, kad neatitinka vienos iš ataskaitų duomenys. Neatitikimui pastebėti prireikė mėnesio laiko. Tuo metu jau buvo sudarytas balansas už praeitą mėnesį, todėl apskaitoje teko daryti klaidų taisymus bei tikslinti pateiktas deklaracijas. PDSJ sistemos validacijos servisas buvo sukonfigūruotas taip, kad istorinių duomenų validacija būtų atliekama kiekvienos darbo dienos naktį. Validacijos servisas pakeitimus aptiko tą pačią naktį, t.y. neatitikimui pastebėti pakako paros.

Gauti eksperimento rezultatai rodo, kad PDSJ sistema ne tik padidina pasitikėjimą duomenimis, bet ir veikia našiau nei egzistuojanti audito sistemos sprendimas.

6 IŠVADOS

1. Išanalizuota ilgalaikio duomenų patikimumo problema. Pastebėta, kad dažniausiai literatūroje analizuojama ilgalaikio duomenų išsaugojimo techninėje įrangoje problema. Šio darbo metu gilinamasi į naudotojų pasitikėjimu duomenimis pagrįstą ilgalaikį duomenų patikimumą. Siekiama išsiaiškinti, kokios sistemos padeda užtikrinti ilgalaikį duomenų patikimumą šiuo požiūriu.
2. Atlikus analoginių sprendimų analizę, pristatytas vienas iš geriausių duomenų patikimumą užtikrinantis sprendimas – audito sistema. Ši sistema neturi galimybės užtikrinti saugomų duomenų autentiškumo.
3. Apibrėžta temos taikymo sritis – tai duomenys, kurie visą savo gyvavimo periodą turi išlikti nekintantys. Kaip taikymo pavyzdys pateikiama finansų apskaita, kur pirminiai apskaitos duomenys turi būti archyvuojami ir nekeičiami.
4. Pasiūlytas egzistuojančio sprendimo patobulinimas – PDSJ sistema, kurioje naudojama elektroninio parašo ir duomenų audito sintezė užtikrinanti nesankcionuoto duomenų pasikeitimo atpažinimą. Realizuota sistema atitinka visus svarbiausius jai keliamus reikalavimus: išlaikoma sąsaja su originaliu dokumentu, pagrindinės sistemos duomenų bazė kiek įmanoma mažiau apkraunama papildomais duomenimis, sistema netrukdo pagrindinės sistemos darbo.
5. Sistemos architektūra realizuota kokybiniu požiūriu taip, kad būtų minimali pagrindinės sistemos duomenų bazės apkrova. Siekiant šio tikslo: beveik visi PDSJ sistemai reikalingi duomenys saugomi atskiroje duomenų bazėje (paskirstytų duomenų bazių sprendimas); pagrindinės sistemos bazėje saugomas tik duomenų importo faktą patvirtinantis įrašas; periodinė validacija realizuota naudojant Windows servigus, kuriuos galima konfigūruoti taip, kad jie kuo mažiau trukdytų darbui su sistema.
6. Pasiūlytos realizuotos sistemos tobulinimo galimybės: parašo naudojimo autorizacijos funkcija, padarytų pakeitimų patvirtinimo funkcija, duomenų validacijos už tam tikrą periodą funkcijos.
7. Eksperimento metu palygintas egzistuojantis audito sistemos sprendimas ir PDSJ sistema. Nustatyta, kad PDSJ sistema yra pranašesnė svarbiausiais aspektais: papildomai pagrindinę sistemos bazę apkrauna tik 2,5186%, o

audito sistema – 56,2580%; naudojant PDSJ sistemą, stebimas 34,1523% užklauskos pagreitėjimas lyginant su audito sistema.

8. Pastebėta, kad praktikoje pasitaiko atveju, kai nesankcionuoti pakoreguoti duomenys pastebimi po gana ilgo periodo (pavyzdiniu atveju, po mėnesio). Įdiegus PDSJ sistemą tokie pakeitimai būtų pastebėti pirmosios periodinės validacijos metu.

7 LITERATŪRA

- [1] ALEXANDRIA, V. Improving secure long-term archival of digitally signed documents. *Conference on Computer and Communications Security*: tarptautinės konferencijos medžiaga, 2008, p. 27-36.
- [2] BECHELLI, L.; BISTARELLI, S. Integrating Biometric Techniques with an Electronic Signature for Remote Authentication. 2006 [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <http://www.ercim.org/publication/Ercim_News/enw49/bechelli.html> [žiūrėta 2009 04 01]
- [3] HOLLERBACH, A.; BRANDNER, R. Electronically signed documents in health care--analysis and assessment of data formats and transformation 2005m. Prieiga per internetą <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16342919>> [žiūrėta 2008 10 15]
- [4] KOZINA, G.; DUBININ, R.; GORETSKY, A. System of the protected document circulation on the enterprise. *Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, 2004*: tarptautinės konferencijos medžiaga, 2004, p: 408 - 410
- [5] LINDSBERGER, G. Long Term Storage For Electronically Signed Documents (2002) [interaktyvus]. Prieiga per internetą: < <http://www.acsac.org/2002/case/wed-c-130-Lindsberger.pdf> > [žiūrėta 2009 04 03]
- [6] MAŽUTIENĖ, R. Projekto „Pasirašytų XML dokumentų saugojimo ir judėjimo programinė įranga“ dokumentacija [interaktyvus]. Prieiga per internetą: < <http://proin.ktu.lt/~s72557> > [žiūrėta 2008 10 15]
- [7] MANIATIS, P.; BAKER, M. Enabling the Archival Storage of Signed Documents. *Proceedings of the 1st USENIX Conference on File and Storage Technologies*: konferencijos medžiaga, 2002.
- [8] McCONNELL, S. Upstream Decisions, Downstream Costs, *Windows Tech Journal*, 1997 lapkritis, p. 15-19. Prieiga per internetą: <<http://www.stevemcconnell.com/articles/art08.htm> > [žiūrėta 2009 05 10]
- [9] OLNES, J. On Long-Term Storage of Digitally Signed Documents. *Proceedings of the IFIP Conference on Towards The Knowledge Society: E-Commerce, E-Business, E-Government*: tarptautinės konferencijos medžiaga, 2002, p. 115-130.
- [10] SAMUOLIS, G., et. al. Informacinės technologijos Lietuvoje 2006. Vilnius 2006. [žiūrėta 2009 04 02]
- [11] TRAMPUS, M.; CIGLARIC, M.; PANCUR, M. Using smart cards as a secure storage for digitally signed documents. *EUROCON 2003. Computer as a Tool*: tarptautinės konferencijos medžiaga, 2003, 2 tomas, p. 74-78.
- [12] Elektroninė vyriausybė [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.egov.vic.gov.au/index.php?env=-innews/detail:m1098-1-1-8-s-0:n-127-0-0-->> [žiūrėta 2008 10 15]
- [13] El. parašo portalas [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <https://www.eparasas.lt/lit/TeisininkasRytis_Cesna/215> [žiūrėta 2009 04 01]

- [14] Įsakymas „Dėl bendrųjų dokumentų saugojimo terminų“ (1997) [interaktyvus]. Prieiga per internetą:
< http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=42461&p_query=&p_tr2= >
[žiūrėta 2009 05 15]
- [15] ISO/IEC 9126 standartas [interaktyvus]. Prieiga per internetą:
< <http://www.cse.dcu.ie/essscope/sm2/9126ref.html>> [žiūrėta 2009 04 20]
- [16] Lietuvos bankų asociacija [interaktyvus]. Prieiga per internetą:
<<http://www.lba.lt/index.php/lt/28751/>> [žiūrėta 2008 10 15]
- [17] SDML specifikacija [interaktyvus]. Prieiga per internetą: <<http://www.w3.org/TR/NOTE-SDML/>> [žiūrėta 2008 10 16]
- [18] Skaitmeninio sertifikavimo centras [interaktyvus]. Prieiga per internetą:
<<http://www.ssc.lt/?name=menu&act=show&do=17,84&L=lt>> [žiūrėta 2009 04 01]
- [19] UML standartai [interaktyvus]. Prieiga per internetą: < <http://www.uml.org/>> [žiūrėta 2008 10 15]
- [20] Using the Excel 2003 XML Tools Add-in Version 1.1 [interaktyvus]. Prieiga per internetą:
<[http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa203739\(office.11\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa203739(office.11).aspx)> [žiūrėta 2008 11 19]
- [21] Volere reikalavimų specifikacijos šablonas [interaktyvus]. Prieiga per internetą: < <http://www.volere.co.uk/> > [žiūrėta 2008 03 02]

8 TERMINŲ IR SUTRUMPINIMŲ ŽODYNAS

Terminas	Paaiškinimas
DB	Duomenų bazė
Duomenų bazės duomenys	Duomenys einamuoju momentu esantys duomenų bazės laukuose
Duomenų susiejimas	Duomenų ir duomenų bazės laukų susiejimas (angl. <i>Data Mapping</i>).
Importuoti duomenys	XML dokumentas, kurio pagrindu importuoti originalaus dokumento duomenys
PDSJ sistema	Pasirašytų XML dokumentų saugojimo ir judėjimo programinės įrangos trumpinys
Sistemos naudotojas	Vartotojas turintis prisijungimo vardą bei slaptažodį ir turintis teisę naudotis sistemos duomenimis.
UML	Universaliojo modeliavimo kalba (angl. <i>Unified Modelling Language</i>)
Validacija	Duomenų atitikimo originaliam dokumentui patikrinimas.
XML	Išplėstinė žymių kalba skirta duomenų struktūroms aprašyti (angl. <i>Extensive Markup Language</i>)