

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA

Singaras Tribė

**Veiklos procesų modeliavimo įrankio *Igrafx*
imitavimo galimybių tyrimas**

Magistro darbas

Darbo vadovas:

doc. dr. Rita Butkienė

Kaunas, 2010

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
INFORMATIKOS FAKULTETAS
INFORMACIJOS SISTEMŲ KATEDRA

Singaras Tribė

**Veiklos procesų modeliavimo įrankio *Igrafx*
imitavimo galimybių tyrimas**

Magistro darbas

Recenzentas

doc. dr. Vytautas Pilkauskas

2010-05-31

Darbo vadovas

doc. Rita Butkienė

2010-05-31

Atliko

IFM-4/4 gr. Stud.
Singaras Tribė

2010-05-24

Kaunas, 2010

Summary

There are many process modeling analysis tools in a market today. Many of Lithuanian companies are interested of this type of software as a tool of enterprise architecture or software modeling. This kind of tools are quite expensive and still there are some doubts about getting benefit. In that case just several companies made decision to start business process modeling projects.

Many existing BPM tools provide support for the simulation of business process. With simulation models, we can explore how an existing system can perform if altered, or how a new system might. Simulation could improve the benefit of business process modeling tools. The problem is a lack of methodology and examples of practical implementation of simulation models.

There are different views on how best to develop, validate and use simulation models in practice. Most development procedures tend to be linear and prescriptive by nature.

The goal of the research work was to explore capabilities of BPM tools to simulate business process to help improve benefit of these kind of software and to develop a more emergent and iterative procedure that better reflects the reality of simulation development exercise. Igrafx Process for six Sigma by Micrografx – the leading simulation package for the Six Sigma community is the BPM tool was chosen in creation of simulation model example. A major user benefit of Igrafx for six Sigma is that it is graphical interface to a behavioral modeling system and therefore does not require deep knowledge of a programming language. Process, was chosen as an example process in this research work is cargo acceptance in terminal – a final part of value chain.

The developed process simulation procedure may help to decrease failures on early simulation projects. An example simulation model was created, reflects all range of use BPM tool. So it could help to company owners in making decisions to start enterprise modeling projects.

Turinys

1	Įvadas.....	5
2	Imitacinių modelių kūrimo ir taikymo proceso analizė.....	8
2.1	Tyrimo sritis, objektas ir problema.....	8
2.2	Analizės tikslas	8
2.3	Imitacinių modelių kūrimo metodologijos analizė	8
2.3.1	Imitacinio modelio kūrimo procesas.....	8
2.3.2	Imitacinio modelio konceptai ir metamodelis	14
2.3.3	Imitavimo komanda	17
2.3.4	Procesų imitacinio modelio privalumai ir trūkumai.....	18
2.4	Įrankio <i>Igrafx</i> analizė.....	19
2.4.1	<i>Igrafx</i> architektūra, funkcionalumas ir paplitimas	19
2.4.2	Six Sigma metodikos realizacija <i>Igrafx</i> programinėje aplinkoje	22
2.5	Logistikos procesų valdymo vėklos analizė	24
2.5.1	Krovinių priėmimo proceso analizė	24
2.5.2	Krovinių priėmimo proceso kūrimas ir tobulinimas	31
2.6	Krovinių priėmimo proceso imitacinio modelio vartotojų analizė.....	34
2.7	Analizės išvados	35
2.8	Siūlomas sprendimas	36
3	Imitacinio modelio reikalavimų specifikacija.....	37
3.1	Funkciniai reikalavimai	37
3.2	Nefunkciniai reikalavimai	43
3.3	Reikalavimai modeliuojamam procesui.....	44
3.4	Detalūs reikalavimai imitacinio modelio grafinės dalies atvaizdavimui	44
3.5	Dalykinės srities modelis.....	44
4	Imitacinio modelio projektas.....	46
4.1	Sistemos loginė architektūra.....	46
4.2	Panaudojimo atvejų realizacijos analizės klasėmis	47
4.3	Panaudojimo atvejų sekų diagramos	47
4.4	Sistemos elgsenos modelis	49
4.5	Realizacijos modelis	50
5	Imitacinio modelio realizavimo metodika.....	52
5.1	Imitacinio modelio realizavimo eigos aprašymas.....	52
5.2	Įmonės hierarchinio proceso modelio formavimas.....	54

5.3	Imitacinio modelio realizavimas.....	55
5.3.1	Grafinės proceso schemos kūrimas	55
5.3.2	Pradinis imitavimo parametrų aprašymas	58
5.3.3	Krovinių priėmimo proceso kontrolės taškų formavimas	71
5.3.4	Krovinių priėmimo proceso imitavimo rezultatų ataskaitos	72
5.3.5	Imitacinio modelio pradinio prototipo verifikavimas	75
5.3.6	Imitacinio modelio galutinio prototipo formavimas	76
5.3.7	Imitacinio modelio validavimas	77
5.3.8	Imitacinio modelio įėjimo duomenų rinkinio formavimas iš <i>ERP</i> realių duomenų.....	77
5.3.9	Bandomoji eksploatacija	81
5.3.10	Imitacinio modelio dokumentavimas.....	81
6	Imitacinio modelio eksperimentinis tyrimas.....	83
6.1	Procesų imitavimo programinės įrangos <i>Igrafx</i> galimybių imituoti realų krovinių priėmimo procesą tyrimas.....	83
6.2	Krovinių priėmimo proceso apribojimo faktorių įtakojančių imitacinių modelių tikslumą aprašymas	87
6.3	Imitacinio modelio panaudojimo išteklių planavimo uždavinyje tinkamumo tyrimas.....	88
7	Išvados	90
8	Literatūra	92
	Priedas 1. Vartotojo instrukcija.....	93
8.1	Imitacinio modelio naudojimo instrukcija.....	93
8.2	Imitacinio modelio scenarijaus ir parametrų konfigūravimo instrukcija.....	95

1 Įvadas

Šiuolaikinės rinkos sąlygos įpareigoja įmones nuolat trumpinti vertės grandinę. Tai galima padaryti efektyvinant įmonės vidinius ir išorinius veiklos procesus ar kitaip tariant atliekant procesų reinžineriją.

Norint sėkmingai tobulinti įmonės procesus, efektyviau vystyti esamas ar diegti naujas informacines sistemas, procesai turi būti tinkamai dokumentuoti. Paprasčiausias būdas tai padaryti – sukurti įmonės veiklos modelį, įsigijus veiklos modeliavimui skirtą programinę įrangą.

Lietuvoje vis daugiau įmonių domisi veiklos procesų modeliavimo įrankiais, kaip priemone atvaizduoti, dokumentuoti veiklos procesus. Tačiau realiai tokius įrankius įsidiegia tik įmonės siekiančios ISO 9000 standarto. Dauguma privačių įmonių, net ir pačių stambiausių organizacijų vadovai, nemato reikalo investuoti nemažus pinigus tokių veiklos modeliavimo įrankių įsigyjimui bei modeliavimo projektų vykdymui. Priežastis – sudėtinga pagrįsti tokios programinės įrangos naudą efektyviam procesų valdymui ir IT projektų diegimui.

Daugelyje veiklos modeliavimo įrankių šalia tradicinių veiklos modeliavimo priemonių yra realizuotos papildomos priemonės skirtos kurti imitacinius modelius. Sukurti imitaciniai modeliai, palengvina procesų analizę, suteikdami galimybę analizuoti procesus ne tik statiškai – juos peržiūrint, bet ir dinamiškai – imituojant realių procesų elgseną.

Šis modeliavimo įrankių funkcionalumas galėtų būti vienas iš pagrindinių veiklos modeliavimo įrankių tiesioginės naudos įrodymų.

Nors literatūroje yra informacijos apie imitacinių modelių kūrimo projektus, tačiau ši informacija gana abstrakti. Nėra pakankamai aiškus ir detalizuotas imitacinių modelių kūrimo procesas naudojant įrankius specializuotus modeliuoti veiklą.

Magistrinio darbo tikslas:

- Palengvinti veiklos modeliavimo *Igrafx* įrankio diegimą ir taikymą veiklos procesams valdyti, sukuriant pavyzdinį imitacinį veiklos procesų modelį ir diegimo/taikymo metodiką.
- Pagrįsti *Igrafx* įrankio imitavimo funkcionalumo pritaikomumą, realių procesų valdymui.

Darbo uždaviniai.

1. Išanalizuoti:
 - esamas procesų imitavimo metodologijas,

- *Igrafx* įrankio procesų imitavimo funkcionalumą.
2. Sukurti logistikos ,krovinių priėmimo, proceso imitacinį modelį:
 - išanalizuoti logistikos procesus,
 - suformuluoti reikalavimus krovinių priėmimo proceso imitaciniam modeliui,
 - sudaryti logistikos procesų hierarchinį modelį,
 - nustatyti parametrus reikalingus procesų imitavimui ir matavimui,
 - išanalizuoti parametrus reikalingus procesų imitavimui ir matavimui,
 - realizuoti imitacinį modelį, panaudojant realius proceso duomenis,
 - sukurti programinę sąsają su duomenų, reikalingų imitavimui atlikti, šaltiniu.
 3. Eksperimentiškai ištirti, pasirinktos įrangos galimybes imituoti realų procesą.
 4. Apibendrinti *Igrafx* įrankio imitavimo funkcionalumo pritaikymą praktikoje, modeliuojant realius procesus.
 5. Aprašyti proceso modelio kūrimo metodiką.

Darbe naudojama į programas orientuota imitavimo metodologija (angl. *an application oriented simulation methodology*), procesai modeliuojami taikant *BPMN* (ang. *Business Process Modeling Notation*) notaciją. Naudojami konstruktyvaus kūrimo bei eksperimentinio tyrimo metodai.

Analizuojant imitacinių modelių kūrimo metodologijas remtasi [1], [2], [3], [4] šaltiniais, imitacinių modelių taikymo sritis – [8] ir [5] šaltiniu, modeliavimo konceptus – [1], [6] ir [7] šaltiniais, veiklos modeliavimo įrankius remtasi [9], [10], [11] šaltiniais.

Šiame darbe išanalizuotos procesų imitavimo metodologijos, imitacinių modelių kūrimo procesas, imitacinių modelių konceptai. Buvo atlikta rinkoje siūlomų veiklos modeliavimo įrankių apžvalgos analizė, ir pasirinktas bei išanalizuotas įrankis *Igrafx*. Siekiant ištirti veiklos modeliavimo įrankio *Igrafx* imitavimo galimybes, eksperimentui atlikti buvo pasirinktas realus krovinių priėmimo logistikos terminale procesas, atlikta detali proceso analizė, apibrėžtas poreikis sukurti imitacinį modelį. Sukūrus imitacinį modelį, detalai aprašyta imitacinio modelio kūrimo metodika, apibendrintas veiklos modeliavimo įrankio *Igrafx* pritaikomumas realių procesų imitavimui.

Darbe sukurtas imitacinio modelio prototipas apima visą pagrindinį įrankio *Igrafx* panaudojimo veiklai modeliuoti galimybių spektrą: integruotos proceso informacijos pateikimo, proceso imitavimo naudojant integruotus duomenis iš egzistuojančios verslo valdymo sistemos funkcijas.

Toks pavyzdys padėtų įmonių vadovams priimti sprendimą įsigyti veiklos modeliavimo įrankius. Sukūrtas krovinių priėmimo proceso imitacinis modelis galėtų būti praktiškai panaudojamas, kaip papildoma informacinė priemonė išteklių planavimo ir proceso tobulinimo ir valdymo uždaviniuose.

Darbo struktūra:

- Antrame skyriuje „Imitacinių modelių kūrimo ir taikymo proceso analizė“ apžvelgiamos procesų imitavimo metodologijos, pagrindiniai kūrimo etapai, imitacinio modelio konceptai. Pateikama veiklos modeliavimo įrankio *Igrafx* architektūros ir imitavimo savybių analizė. Taip pat pateikiama detali krovinių priėmimo proceso analizė, apibrėžiamos proceso valdymo problemos.
- Trečiame skyriuje „Imitacinio modelio reikalavimų specifikacija“ aprašomi funkciniai reikalavimai, kiekvienam vartotojų tipui sudaryti panaudojimo atvejai, specifikuojami lentelėmis ir veiklos diagramomis.
- Ketvirtame skyriuje „Imitacinio modelio sistemos projektas“ pateikiama imitavimo sistemos architektūros projektas, pateikiami duomenų, vartotojo sąsajos bei sistemos elgsenos modeliai.
- Penktame skyriuje „Imitacinio modelio realizavimas“ pateikiama detali imitacinio modelio kūrimo proceso metodika, iliustruojant ją krovinių priėmimo imitacinio modelio pavyzdžiu.
- Šeštame skyriuje „Imitacinio modelio eksperimentinis tyrimas“ aprašoma imitacinio modelio pavyzdžio, krovinių priėmimo proceso, pasirinkimo kriterijai, atskleidžiami veiklos modeliavimo įrankio *Igrafx* apribojimai, modeliuojant realų procesą, krovinių priėmimo proceso apribojimai neigiamai įtakojantys imitacinio modelio tikslumą.

2 Imitacinių modelių kūrimo ir taikymo proceso analizė

2.1 Tyrimo sritis, objektas ir problema

Nors rinkoje yra didelė veiklos modeliavimo įrankių turinčių imitavimo funkcionalumą pasiūla, tačiau kas Lietuvoje praktiškai beveik niekas netobulina, nevaldo procesų, pasinaudojant šiuo įrankių funkcionalumu:

- įrankiai pasižymintys minėtu funkcionalumu yra brangūs, o jų praktinio pritaikymo pavyzdžių Lietuvoje beveik nėra,
- nėra aišku ar galima integruoti imitacinius modelius į bendrą informacinę sistemą, nėra aišku kokio sudėtingumo lygmens procesus įmanoma imituoti, kokie ištekliai reikalingi imitacinio modelio kūrimo procesui.

Siekiant pagrįsti veiklos modeliavimo įrankių imitavimo funkcionalumo taikymo galimybes, realių procesų valdymui, tikslinga sukurti imitacinio modelio prototipą.

Šio tyrimo:

objektas – veiklos modeliavimo įrankis *Igrafx*;

taikymo sritis – logistikos krovinių priėmimo procesas.

tyrimo sritis: veiklos imitacinių modelių kūrimas ir taikymas, naudojant veiklos modeliavimo įrankius.

2.2 Analizės tikslas

Analizės tikslas yra:

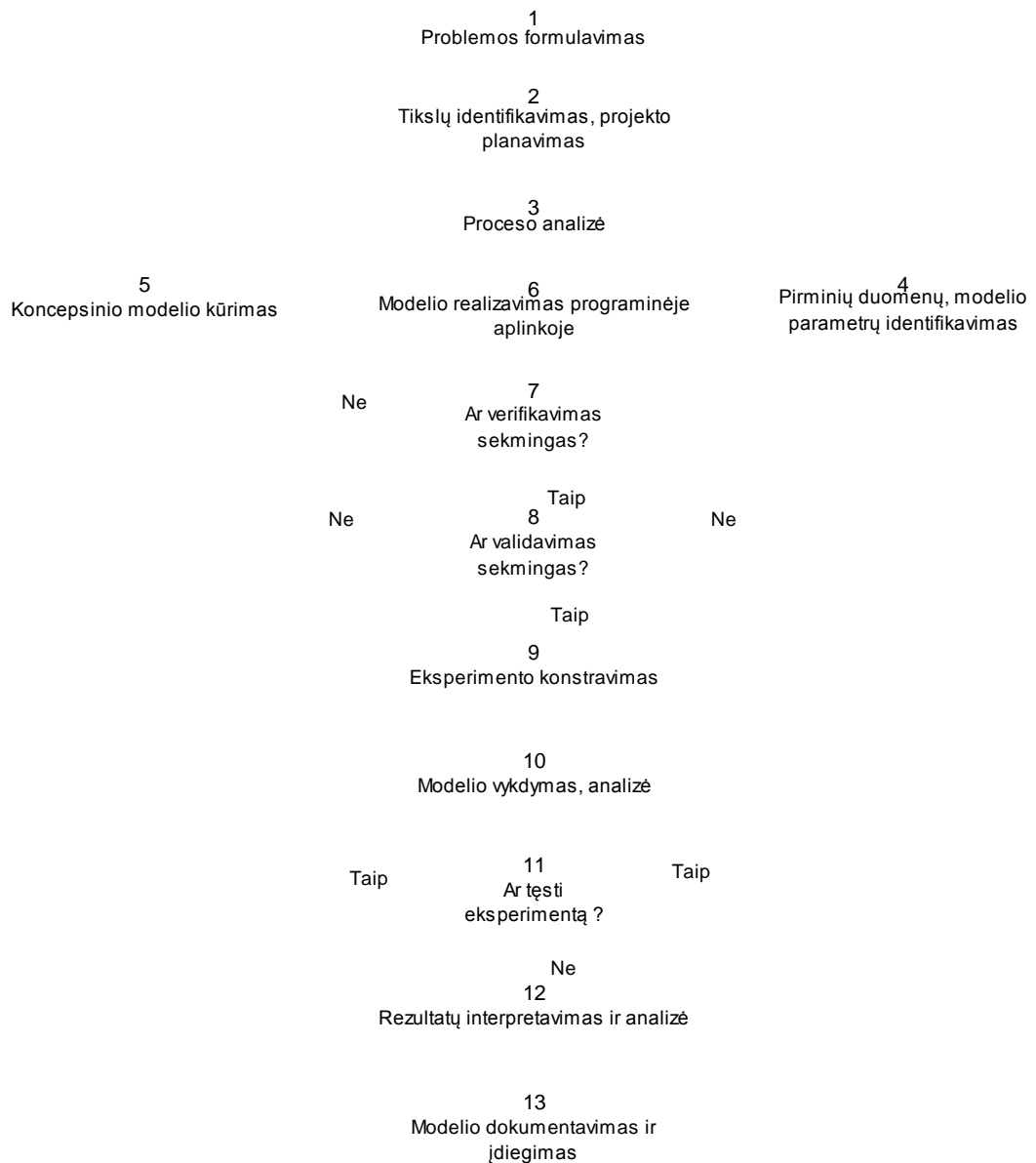
suprasti imitacinio procesų modelių kūrimo procesą, įvertinti *Igrafx* įrankio imitavimo funkcionalumą bei nustatyti jo praktinio taikymo galimybes, imituojant realius logistikos procesus.

2.3 Imitacinių modelių kūrimo metodologijos analizė

Šiame skyrelyje pateikiama literatūroje pateikiama imitacinių modelių kūrimo proceso metodika, imitacinių modelio struktūra, konceptų aprašymas.

2.3.1 Imitacinio modelio kūrimo procesas

Vieni žinomiausių imitacinių modelių kūrimo metodologijos autorių yra Jerry Banks [1] ir Robert E. Shannon [2]. Abu jie teigė kad imitacinio modelio kūrimo procedūra susideda iš 12 etapų. (1 pav.)



1 pav. Imitacinio modelio kūrimo proceso schema (parengta pagal Jerry Banks [1])

Problemos formulavimas. Kiekvienas imitacinio modelio kūrimo projektas prasideda nuo problemos formulavimo. Jei problemą formuluoja projekto užakovas, proceso analitikas turi įsitikinti ar teisingai suprato problemą. Jei problemą apibrėžia analitikas, tai svarbu, kad

projekto užsakovas suprastų ir sutiktų su problemos formuluote. Visa laiką egzistuoja tikimybė, kad problemos formuluotė bus keičiama imitacinio modelio kūrimo eigoje.

Tikslų apibrėžimas ir projekto planavimas. Norint įvertinti imitacinio modelio projekto apimtį, sąnaudas ir išskirti projekto uždavinius, būtina apibrėžti projekto tikslus. Tikslais išreiškiami klausimai į kuriuos reikės atsakyti modelio kūrimo projekto metu. Siekiant įgyvendinti projektą laiku ir paskirstyti projekto įdiegimui reikalingus išteklius, tikslinga sudaryti projekto planą. Projekto plane turi būti apibrėžti visi laiko, darbo, materialieji, finansiniai resursai reikalingi projekto įgyvendinimui. Suderinus su užsakovu projekto planą, pradedama analizės etapas.

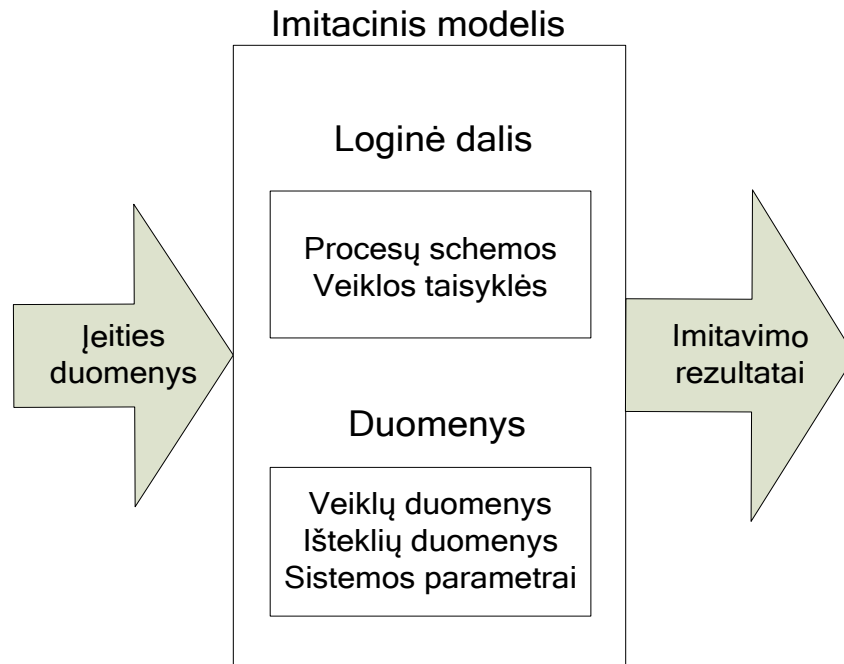
Proceso tyrimas. Tai vienas svarbiausių projekto etapu, siekiant įgyvendinti projekto tikslus. Norint sukurti imitacinį modelį – būtina suprasti imituojamos sistemos elgseną. Todėl būtina išanalizuoti visą informaciją susijusią su imituojamu procesu: proceso vykdymo tvarka, reikalingi ištekliai, išimtys, proceso periodiškumas ir t.t. Ši informacija gaunama:

- stebint procesą,
- bendraujant su proceso žinovais, ekspertais, dalyviais,
- analizuojant proceso aprašą reglamentuojančius dokumentus.

Koncepcinio modelio kūrimas. Procesų analizės metu gautą informaciją svarbu tinkamai struktūrizuoti, dokumentuoti ir suderinti su užsakovu. Tinkamai apibendrinta informacija, suteikia galimybę sklandžiau vykdyti realizavimo darbus, įtraukiant realizavimo darbų specialistus (programuotojus, imitavimo specialistus).

Formalizuojant modelį pirmiausiai reikia nustatyti faktorius, kurie charakterizuoja nagrinėjamos sistemos (proceso) elgseną. Koncepcinį modelį gali sudaryti matematinės, loginės, grafinės išraiškos atspindinčios proceso elementus ir jų tarpusavio sąryšius, veiklos taisyklės (2 pav.) [3]. Rekomenduojama pradžioje sukurti paprastesnį modelio prototipą, vėliau palaipsniui papildant naujais elementais, kol pasiekiamas reikiamas sudėtingumo lygis.

Labai svarbu parinkti tinkamą modelio sudėtingumo lygį. Labai sudėtingas modelis galbūt šiek tiek tiksliau imituos realią sistemą, tačiau jo sukūrimo sąnaudos gali būti labai didelės. Mažiau patyrę procesų analitikai dažnai persistengia modeliuoti procesus per daug detalai. Procesų projektuotojo Parteto Law [3] nuomone 80% sistemos imitavimo tikslumui pasiekti reikalingi 20% sistemą nusakančių parametru. Vienas svarbiausių uždavinių kuriant imitacinį modelį – teisingai parinkti parametru, nusakančių sistemos elgseną, rinkinį.



2 pav. Konceptinis modelis

Pirminių duomenų ir modelių charakterizuojančių parametru reikšmių nustatymas.

Imitacinio modelio vykdymui ir rezultatų formavimui, reikia nustatyti visų realią sistemą charakterizuojančių parametru įgyjamas skaitines reikšmes ir šių reikšmių duomenų šaltinius. Šie duomenys skirstomi į proceso įeities duomenis ir procesą charakterizuojančius duomenis (proceso veiklų trukmės, išteklių darbo našumas, proceso vykdymo dažnumas, proceso nesėkmių dažnumas ir kt.). Galimi proceso duomenų šaltiniai:

- informacinėje sistemoje saugomi statistiniai duomenys,
- procesų dalyvių pateikti empiriniai duomenys,
- proceso stebėjimo metu surinkti duomenys,
- projektuotojo apskaičiuoti duomenys.

Imitaciniame modelyje naudojami statistiniai duomenys turi kuo tiksliau nusakyti realios sistemos elgseną. Statistinių duomenų pasiskirstymo dėsnio nustatymas yra vienas svarbiausių ir sudėtingiausių imitacinio modelio kūrimo etapų [7].

Modelio realizavimas.

Procesų imitacinis modelis – tai kompiuterinė programa, vaizduojanti dinaminę esybių judėjimą grafinėje proceso schemoje [4]. Modelio realizavimo programinėje aplinkoje būdai:

- modelio kūrimui naudoti universalią programavimo kalbą,

- modelio kūrimui naudoti specializuotą sistemos imitavimui orientuotą programinę įrangą,
- modelio kūrimui naudoti procesų statinei ir dinaminei analizei skirtą programinę įrangą, kitaip dar vadinama veiklos modeliavimo įrankiu.

Pirmu atveju privalumas yra tas, kad galima sukurti modelius imituojančius net ir labai sudėtingas sistemas, trūkumas – reikalingi dideli programavimo darbų ištekčiai, labai gerus programavimo įgūdžius turintys specialistai.

Antru atveju imitacinio modelio kūrimo įranga nereikalauja labai gerų programavimo įgūdžių, laiko resursų imitacinių modelių kūrimui, tačiau šio tipo įrangoje realizuotos labai ribotos organizacijos veiklos modeliavimo galimybės.

Šiuo metu vakaruose labai populiarūs veiklos modeliavimo įrankiai (angl. *BPA* – „*Business Process Analysis*“), kuriai ir priklauso įrankis *Igrafx* bei veiklos automatizavimo (angl. *BPMS* – „*Business Process Management suite*“) įrankiai. Tiek vienoje tiek kitose procesų valdymo įrankių grupės produktuose gamintojai dažnai realizuoja imitavimo funkcionalumą.

Veiklos modeliavimo įrankiai orientuoti modeliuoti visą įmonės veiklą, turi dideles procesų (tiek automatizuotų, tiek neautomatizuotų) grafinio atvaizdavimo, o taip pat statinės (procesų peržiūrėjimo įvairiais pjūviais) bei dinaminės (procesų imitavimas) analizės galimybes. Tokie modeliai kuriami greičiau, lengviau suprantami, bet nėra labai lankstūs imituoti sudėtingus procesus.

Veiklos procesų automatizavimo įrankiai skirti automatizuoti įmonės procesus. Šio tipo įrankiuose dažnai realizuotas grafinis procesų atvaizdavimo bei imitavimo funkcionalumas. Grafinės galimybės daugiau orientuotos fizinių procesų – *Workflow (darbo seku)* sistemų kūrimui, o ne visos veiklos modeliavimui. Imitavimo funkcionalumas skirtas sukurtų ir įdiegtų procesų dinaminei analizei. Skirtumas lyginant su veiklos modeliavimo įrankiais yra tas, kad šios galimybės yra per menkos neautomatizuotų procesų statinės ir dinaminės analizės atlikimui.

Modelio verifikavimas – tai etapas kurio metu tikrinama, kaip imitacinis modelis atitinka koncepcinį modelį. Jei modelis veikia ir generuoja rezultatus, nereiškia, kad jis yra korektiškas. Verifikavimo metu tikrinama ar modelis veikia taip, kaip buvo numatęs analitikas. Ar teisingai interpretuojami įeities duomenys, ar teisingi gaunami išeities duomenys. Jei nustatomos klaidos, imitacinis modelis koreguojamas.

Modelio validavimas – tai procesas kuriuo metu tikrinama, kaip tiksliai imitacinis modelis atspindi realios sistemos elgseną. Paprasčiausia tai padaryti, lyginant realios sistemos išeities duomenis su imitacinio modelio generuojamais rezultatais. Tačiau ne visą laiką tai pavyksta padaryti – dažnai tenka kurti projektuojamų sistemų modelius. Tokiu atveju reikia naudoti kitus validavimo metodus. Jei nustatoma, kad imitacinis modelis nepakankamai tiksliai imituoja realios sistemos elgseną, gali tekti koreguoti koncepcinį modelį, tuo pačiu ir realizuotą imitacinį modelį.

Modelio eksperimento sąlygų konstravimas. Šio etapo metu nustatomi įvairūs modelio veikimo parametrai – imitavimo scenarijus (imituojama realaus laiko trukmė, kalendorius, įvykių generavimo dažnis, išteklių kiekis ir pan.).

Modelio vykdymas. Modelis vykdomas, keičiant eksperimento sąlygas. Modelis gali būti vykdomas daug kartų, pagal skirtingus imitavimo scenarijus.

Rezultatų interpretavimas ir analizė. Įvykdžius imitavimo scenarijų, vartotojui pateikiami imitavimo rezultatai. Rezultatų pateikimo formą reikia suprojektuoti taip, kad klientui būtų patogu analizuoti duomenis. Dažniausiai rezultatai pateikiami lentelių, palyginimo grafikų pavidalu.

Modelio dokumentavimas. Dokumentavimas būtinas tolimesniam modelio vystymui bei koregavimui, greitesniam modelio veikimo principo įsisavinimui, pasikeitus modelio vartotojui.

Modelio įgyvendinimas. Tai modelio rezultatų panaudojimas realių procesų tobulinimui. Nei vienas imitacinio modelio kūrimo projektas nebus laikomas sėkmingu jei imitavimo rezultatai nebus suprantami ir panaudojami veiklos efektyvinimui, valdymui.

Esminių skirtumų tarp Jerry Banks [1] ir Robert E. Shannon [2] pasiūlytų imitacinio modelio kūrimo procesų nėra, skiriasi tik požiūriai į modelio kūrimo proceso etapų svarbą. Jerry Banks [1] svarbiausiais etapais nurodė verifikavimą ir validavimą. Tuo tarpu Robert E. Shannon [2] požiūris į imitacinio modelio kūrimo procesą buvo šiek tiek kitoks: jis suformulavo taip vadinamą 40-20-40 taisyklę, kuri teigia, kad 40% projekto sėkmės priklauso nuo problemos, tikslų, pradinių duomenų, sistemos ribų identifikavimo, 20% – nuo modelio realizacijai parinktos imitavimo programinės įrangos, 40% – nuo verifikavimo, validavimo ir įdiegimo etapų.

Kitas skirtumas yra tas, kad Robert E. Shannon [2] eksperimento konstravimo etapą išskaidė į du etapus: pirminį eksperimento sąlygų konstravimą, kuris vykdomas dar prieš modelio realizavimo etapą ir galutinį eksperimento sąlygų konstravimą, kuris vykdomas po modelio verifikavimo etapo.

Didesnė dalis imitacinių modelių kūrimo projektų baigiasi nesėkmingai. Didžioji dalis nesėkmių pasireiškia pirmuose organizacijos projektuose. Pagrindinės nesėkmių priežastys:

- nepakankamai aiškiai apibrėžti projekto tikslai, sistemos ribos,
- netinkamas projekto planavimas ir išteklių įvertinimas,
- nepakankamas vartotojų įtraukimas į projektą,
- per ankstyvas modelio realizavimas, dar nepakankamai gerai perpratus sistemos elgsenos,
- netinkamas modelio detalumo lygio parinkimas,
- vadovybės palaikymo, pasitikėjimo stoka,
- procesų analitiko patyrimo stoka.

Todėl labai svarbu pradėti nuo nedidelių projektų, kurių metu sukaupiama patirtis [2].

2.3.2 Imitacinio modelio konceptai ir metamodelis

Norint suprasti imitacinį modeliavimą, būtina išanalizuoti imitacinio modelio konceptus ir jų tarpusavio priklausomybes. Sistemos imitacinį modelį nusako šie konceptai:

- Atvaizdavimo modelis,
- įvykiai,
- sistemos būsenos kintamieji,
- esybės ir atributai,
- ištekliai,
- vykdymo eilė,
- veiklų vykdymas, laukimas,
- diskretiniais įvykiais pagrįstas imitavimo metodas.

Atvaizdavimo modelis – tai pagrindinis vartotojo sąsajos elementas skirtas perteikti imituojamos sistemos dinamiką. Yra sukurta daug procesų imitavimo metodų ir technologijų. Vienas pagrindinių gero modelio kriterijų yra modelio suprantamumas. Dėl šios priežasties labai paplito vizualiniai – interaktyvūs modeliai, kuriais vaizdžiai galima perteikti imituojamos sistemos dinamiką, rezultatus monitoriaus ekrane. Šių modelių pagrindas yra procesų struktūrinės schemas.

Įvykis – tai konceptas, kuris keičią sistemos būseną, inicijuoja tam tikrus sistemos veiksmus [4]. Pvz.: įvykis – transporto priemonės atvykimas į terminalą, krovinių priėmimas vykdymas – sistemos veiksmas.

Įvykiai skirstomi į išorinius ir vidinius. Išoriniai įvykiai inicijuoja procesą. Vidiniai įvykiai inicijuoja proceso sudedamąsias dalis – vidines veiklas (proceso žingsnius).

Imitaciniame modelyje procesą gali inicijuoti:

- išorinis įvykis,
- kitas procesas,
- esybės atributo pasikeitimas,
- procesas gali būti inicijuojamas tam tikri nustatytais laiko momentais.

Sistemos būsenos kintamieji charakterizuoja sistemos būseną tam tikrame laiko momente. Šių kintamųjų teisingas parinkimas yra vienas svarbiausių uždavinių, lemiančių imitacinio modelio tikslumą. Ta pati reali sistema, esant skirtingiems projekto tikslams, gali būti apibrėžiama skirtingais sistemos būsenos kintamaisiais.

Sistemos būseną apibrėžiančių kintamųjų reikšmių kitimas priklauso nuo imitacinio modelio tipo. Diskretinių įvykių imitaciniuose modeliuose sistemos būsenos kintamieji kinta tik tam tikrais laiko momentais taip vadinamais įvykiais. Laiko intervale tarp gretimų įvykių sistemos būsenos kintamieji yra pastovūs. Tolydiniuose modeliuose sistemos būsenos kintamieji laiko intervale kinta pastoviai ir jų kitimą galima nusakyti diferencialinėmis lygtimis.

Esybės nusako nagrinėjamos sistemos objektus. Esybės skirstomos į dinamines (tranzakcijos), kurios „judą“ sistemoje ir statines, kurios aptarnauja dinamines esybes [4]. Pvz.: kroviny – dinaminė esybė, iškrovimo aikštelė – statinė. Esybė gali turėti atributus. Ta pati esybė skirtingose modeliuose gali būti apibrėžta skirtingu atributų rinkiniu.

Ištekliai – tai esybė, kuri aptarnauja dinamines esybes [4]. Ištekliai gali aptarnauti vieną ar kelias dinamines esybes vienu metu. Dinaminės esybės gali reikalauti vieno ar kelių išteklių vienetų. Jei išteklius yra neprieinamas, tai dinaminė esybė laukia eilėje arba atlieka kitus veiksmus (pvz. : naudoja kitą išteklių, ar pašalinama iš sistemos). Jei dinaminei esybei išteklius priskirtas, tai ji rezervuoja išteklių tam tikram laiko intervalui ir po to jį atlaisvina. Atlaisvintą išteklių gali naudoti kita esybė. Tai vadinama išteklių būsenos valdymu. Pagrindinės išteklių būsenos reikšmės yra: išteklius laisvas, išteklius užimtas.

Vykdyto eilė. Esybės valdomos priskiriant joms išteklius. Esybei priskyrus išteklių, ji dalyvauja vykdyje. Jei reikalaujamas išteklius nėra laisvas, esybė vykdyje nedalyvauja – ji laukia, kada išteklius bus laisvas. Kadangi ištekliai yra riboti, reikia nurodyti išteklių paskirstymo pagal tam tikrus kriterijus tvarką:

- *FIFO* (angl. *First In First Out*) paskirstymo tvarka t.y. esybė, anksčiau pareikalavusi išteklių, jam atsilaisvinus, turi pirmumą prieš vėliau išteklių pareikalavusią esybę.
- *LIFO* (angl. *Last In First Out*) – esybė, vėliau pareikalavusi išteklių, jam atsilaisvinus, turi pirmumą prieš anksčiau išteklių pareikalavusią esybę.
- pagal esybių atributų reikšmes (pvz.: vykdymo prioritetą, trumpiausią vykdymo laiką) ar pagal atsitiktinį paskirstymą.

Veiklų vykdymas ir laukimas. Procesas yra sudarytas iš proceso žingsnių kurie vadinami veiklomis. Kiekvienos veiklos vykdymas nusakomas tam tikra apibrėžta laiko trukme. Imitaciniame modelyje veiklos vykdymo trukmės reikšmė gali būti: pastovi, atsitiktinė (sugeneruota pagal tam tikrą pasiskirstymo dėsnį), paskaičiuojama pagal tam tikrus algoritmus.

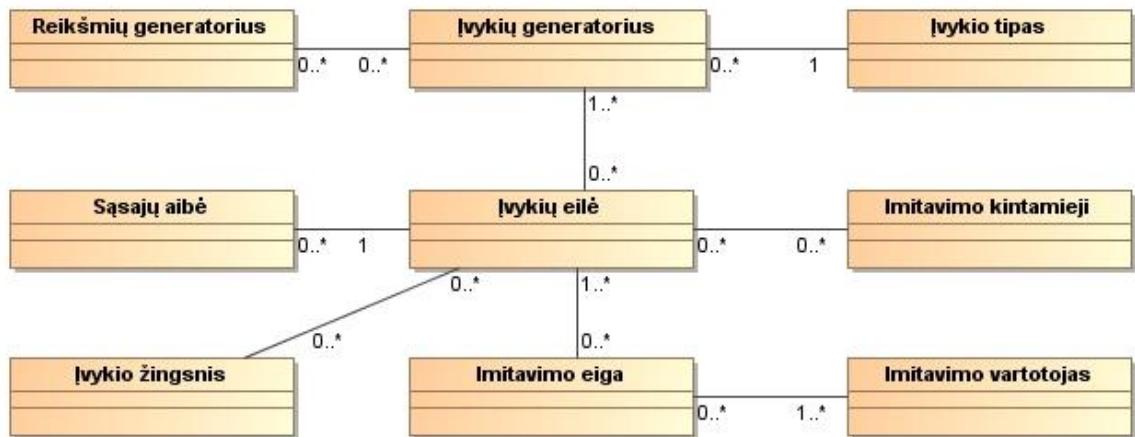
Laukimas – tai neapibrėžta laiko trukmė, kurios metu, dėl tam tikrų imitavimo būsenos sąlygų, dinaminė esybė yra neaktyvi. Pvz.: dinaminė esybė turinti dalyvauti veikloje laukia eilėje laisvo išteklių.

Diskretiniais įvykiais pagrįstas imitavimo metodas. Dauguma veiklos modeliavimo įrankių realizuotas diskretiniais įvykiais grindžiamas imitavimo metodas. Šio metodo esmė yra ta, kad sistemos būseną charakterizuojantys kintamieji įgyja naujas reikšmes, tik tam tikrais fiksuotais laiko momentais – įvykiais. Įvykis – tai veiklos vykdymo pradžios ir pabaigos momentas.

Imitacinis modelis sutrumpina („suspaužia“) realų laiką, vizualiai pateikiant tik sistemos būsenos pasikeitimo momentus, kurie ir charakterizuoja imituojamos realios sistemos dinamiką [4].

Imitacinio modelio metamodelis pateiktas 3 pav. [7]. Pagrindinis metamodelio elementas yra įvykių generatorius, kuris generuoja tam tikro tipo įvykius, imitavimo eigos metu. Įvykių eilė – tai tam tikra tvarka sudaryta įvykių seka, kuri pilnai nusako veiklos eigą. Įvykių eilės elementas – įvykio žingsnis. Kiekvienas įvykių eilės elementas yra susietas su įvykių generatoriumi, kuris imitavimo proceso metu sužadina šį įvykį. Įvykių seką sudarantys įvykiai gali būti tarpusavyje susiję. Šis ryšis apibrėžiamas sąsajų aibe.

Įvykių seka gali būti apibrėžiama imitavimo kintamaisiais, kurie, įvykio generavimo metu, įgyja tam tikras reikšmes. Įvykio vartotojas – tai imitatoriaus sugeneruoto įvykio gavėjas. Tai tarsi tarpininkas, persiunčiantis įvykius tam tikrai tikslinei sistemai (pvz. įvykiais grindžiamai valdymo sistemai).



3 pav. Imitacinio modelio metamodelis (Parenpta pagal [7])

2.3.3 Imitavimo komanda

Siekiant įvertinti imitavimo projektų sąnaudas, svarbu žinoti, kokie žmogiškieji ištekliai reikalingi šių projektų įdiegimui. Imitacinio modelio kūrimo procesas apjungia šias specialistų grupes:

- kuriamos sistemos (proceso) žinovai, ekspertai, dalyviai. Tai gali būti modeliuojamos sistemos projektų vadovai, proceso šeimininkai, sistemos inžinieriai, kiti darbuotojai tiesiogiai susiję su tyrimo sritimi. Jie gali pateikti visas žinias apie modeliuojamą sistemą.
- imitavimo specialistai. Jie turi žinoti kaip specifikuoti ir modeliuoti realią sistemą, taip pat turi turėti gerus duomenų rinkimo įgūdžius bei matematinės statistikos žinias. Jei įmonėje nėra antrai grupei priklausančių specialistų tai gali tecti:
 - įdarbinti procesų analitikus, kurie turi imitacinių modelių kūrimo įgūdžius,
 - pirkti šią paslaugą iš išorės kompanijų,
 - apmokyti vidinius įmonės darbuotojus,
 - naudoti visų aukščiau išvardintų punktų derinį.

Jeį yra nusprendžiama paruošti vidinius imitavimo specialistus svarbu žinoti, kad duomenų rinkimo ir statistikos naudojimo įgūdžiai yra daug svarbesni už programavimo įgūdžius. Naujausi procesų imitavimo įrankiai nereikalauja labai gerų programavimo žinių.

Imitavimo įgūdžiai nėra išmokstami – jie įgyjami su laiku. Todėl rekomenduojama į pirmųjų imitacinių modelių kūrimo projektus įtraukti ne tik ką tik apmokytus vidinius veiklos imitavimo specialistus, bet ir išorės įmonių konsultantus [2].

2.3.4 Procesų imitacinio modelio privalumai ir trūkumai

Šiame skyriuje apžvelgsime, ko galima tikėtis iš sėkmingai įdiegtų imitacinių modeliavimo projektų ir kokios rizikos gali įtakoti projekto nesėkmes.

Imitacinių modelių taikymo privalumai [1]:

- galimybė patikrinti suprojektuotą procesą dar prieš jo įdiegimą,
- galimybė nustatyti nepageidautinų reiškinių sistemoje atsiradimo priežastis. Realioje sistemoje tai padaryti gana sudėtinga nes nėra bendro sistemos vaizdo,
- galimybė stebėti procesą keičiant imitacinio modelio laiko „suspaudimo“ laipsnį. Pvz.: Procesą kuri užtruktų kelis mėnesius galima patikrinti per kelias minute ar net sekundes,
- galimybė ištirti proceso vystymo, tobulinimo galimybes (angl. *What-If analysis*),
- galimybė nustatyti proceso silpnas vietas (angl. „*Bottle necks*“ – „butelio kakliukus“) ir jas pašalinti,
- galimybė stebėti kaip procesas iš tikrųjų vyksta, nustatyti svarbiausius faktorius įtakojančius sėkmingą proceso eigą,
- galimybė greičiau priimti bendrą proceso diegimo sprendimą. Imitacinio modelio rezultatai leidžia sumažinti diskusijų priimant tam tikrus strateginius sprendimus trukmę, nes pateikia tam tikrų įrodymų apie projektuojamo proceso galimus rezultatus,
- Sudėtingų technologinių procesų imitacinio modelio projekto kaina dažniausiai siekia iki 1% proceso įdiegimo kainos [1]. Įvertinus kiek kainuoja nesėkmingai įdiegto proceso korekcijos ir patirti nuostoliai, tai iš tiesų nėra labai aukšta kaina,
- galimybė imitacinius modelius naudoti personalo apmokymui, kvalifikacijos kėlimui.

Imitacinių modelių kūrimo projektų trūkumai ir rizikos:

- imitacinio modelio kūrimas reikalauja gerų imitavimo įgūdžių. Procesų analitikų apmokymas – daug laiko reikalaujantis procesas,
- imitacinio modelio kūrimui reikalingų duomenų surinkimas yra sudėtingas ir ne visą laiką sėkmingas procesas, nuo kurio priklauso tolimesnė modelio kūrimo sėkmė,
- modelis generuoja rezultatus priklausomai nuo įeigos parametrų. Jis padeda analizuoti procesą pagal tam tikrus eksperimento parametrus, bet neparenka optimalios proceso vykdymo eigos.

2.4 Įrankio *Igrafx* analizė

Šiame skyrelyje apžvelgiama *Igrafx* veiklos modeliavimo įrankio architektūra ir imitavimo galimybių išskirtinumas.

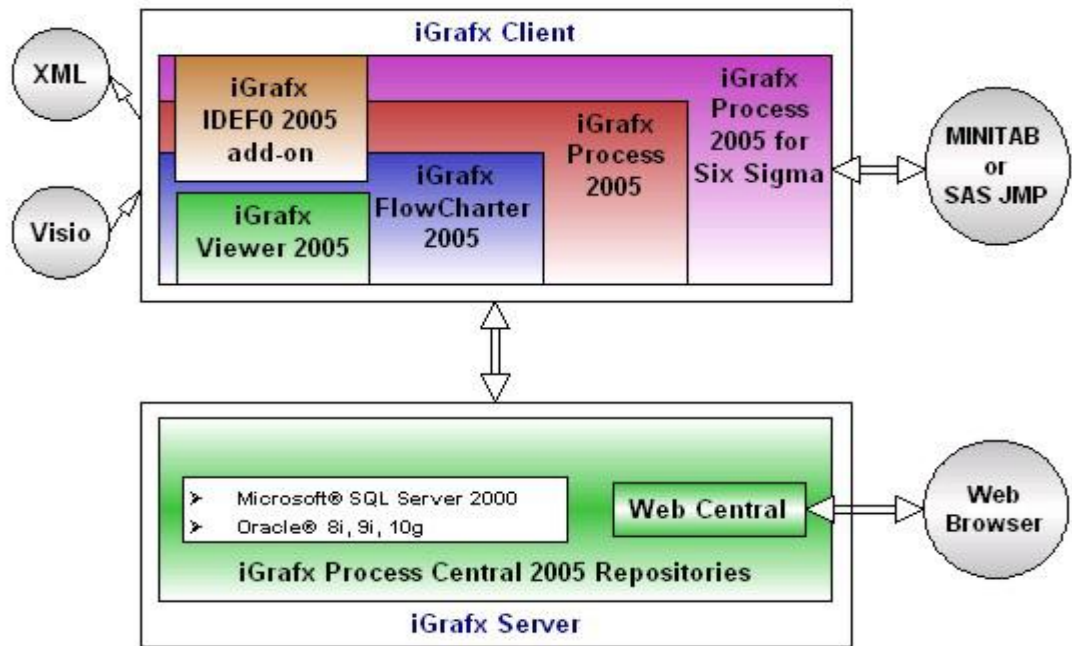
2.4.1 *Igrafx* architektūra, funkcionalumas ir paplitimas

Kompanijos *Micrografx* sukurta programinė įranga *Igrafx* priklauso veiklos modeliavimo ir analizės įrankių kategorijai ir yra viena iš rinkoje siūlomų produktų lyderių (tyrimas buvo atliktas nepriklausomų konsultacinių bendrovių „*Gartner*“ ir „*Forrester wave*“). Įrankis sukurtas 1987 m. Kompanija priklauso *Corel* korporacijai. Atlikta daugiau kaip 500 diegimų įvairaus profilių organizacijose. *Igrafx* stambiausi klientai: *Pfizer*, *Nike*, *Toyota*, *Vodafone*, *Bayer*, *Audi*, *Lufthansa*, *Xerox* ir kt.

Igrafx įrankio programinės įrangos architektūra pateikiama 4 pav. *Igrafx* siūlo skirtingo lygmens funkcionalumą turinčias versijas:

- *Igrafx flowcharter* – įrankis veiklos grafiniam modeliavimui. Įrankyje realizuota hierarchinio procesų modelio atvaizdavimo galimybė, statinės analizės priemonės.
- *Igrafx process* – įrankis veiklos grafiniam atvaizdavimui ir procesų imitavimui. Įrankyje realizuota *What-if* analizės galimybė, standartinė sąsaja su *Ms Excel* suteikia galimybę užkrauti imitavimui reikalingus duomenis iš išorinės informacinės sistemos.
- *Igrafx process for six sigma* – įrankis veiklos procesų imitavimui taikant *six sigma* metodus. Standartinė sąsaja su statistinės analizės programine įranga išplečia imitavimo funkcionalumo galimybes (plačiau aprašyta 2.4.2 sk.), taip pat turi realizuotas aukščiau paminėtų versijų, *Igrafx flowcharter* ir *Igrafx process*, modeliavimo priemones.
- *Igrafx process central* – centrinė veiklos modelių saugykla („*Repository*“). Suteikia galimybę kurti bendrą įmonės procesų modelį. Realizuota klientas – serveris architektūra.
- *Igrafx enterprise central* ir *Igrafx enterprise modeler* – centrinė veiklos modelių saugykla („*Repository*“) ir klientinė dalis su realizuotomis papildomomis rizikos valdymo, tikslų valdymo ir kt. galimybėmis.

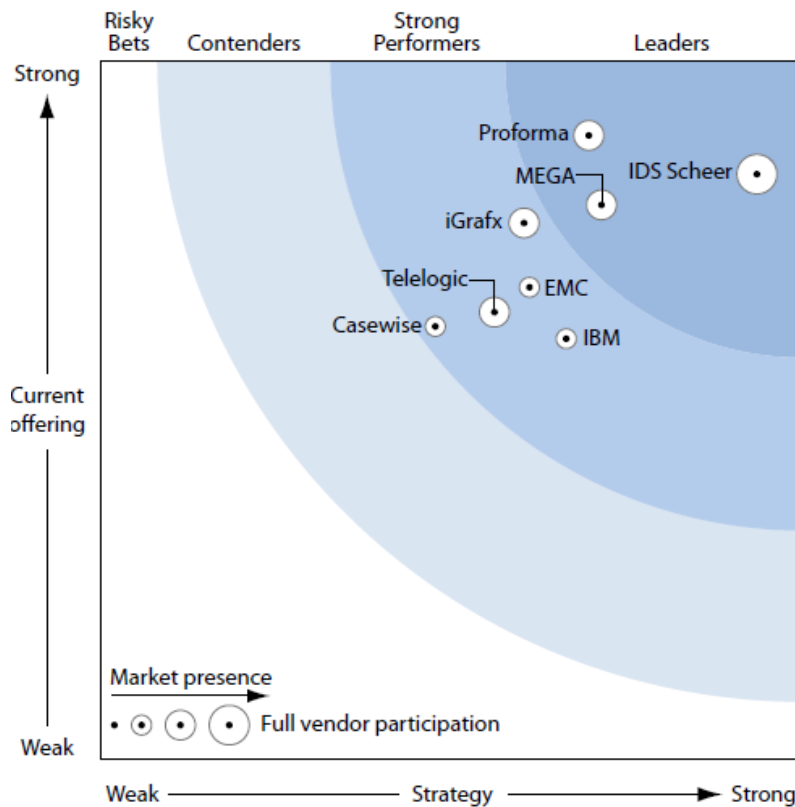
Toks *Igrafx* įrankio architektūros siūlomų versijų lankstumas suteikia galimybę pradėti veiklos procesų modeliavimo, optimizavimo projektus nuosekliai, neinvestuojant iš karto didelių lėšų veiklos modeliavimo programinės įrangos įsigijimui.



4 pav. *Igrafx* programinės įrangos architektūros schema

Įrankis pat palaiko daugelį žinomų modeliavimo standartų : *IDEF(0)*, *BPMN*, *UML*.. *BPMN* standarto konceptai, tarpiniai įvykiai, išplečia įprastas procesų modeliavimo, imitavimo galimybes. *Igrafx* programinė įranga tinkama tiek veiklos analitikams, tiek IS projektuotojams.

5, 6 pav. pateiktas programinių įrangų skirtų modeliuoti organizacijos veiklą palyginimas. Tyrimą atliko nepriklausoma konsultacinė kompanija „*Forrester Wave*“ [10].



5 pav. Veiklos modeliavimo įrankių palyginimas (parengta pagal [10]).

6 pav. pateiktoje lentelėje matyti, kad *Igrafx* pirmauja imitavimo srityje. Ši lyderiavimą lėmė realizuotos išskirtinės imitavimo funkcionalumo galimybės: *six sigma* metodų taikymas. Šis kriterijus buvo vienas iš pagrindinių pasirenkant tiriamajam darbui veiklos modeliavimo įrankį.

Figure 2 Forrester Wave™: Business Process Modeling Tools, Q3 '06 (Cont.)

	Forrester's Weighting	Casewise	EMC	IBM	IDS Scheer	iGrafx	MEGA	Proforma	Telelogic
CURRENT OFFERING		3.10	3.38	3.01	4.19	3.84	3.97	4.47	3.20
Design	30%	2.37	3.88	3.16	4.84	4.28	4.41	4.37	3.93
Simulation	20%	4.00	3.75	3.95	3.75	4.55	4.40	4.25	2.70
Life-cycle management	20%	3.33	3.08	3.48	3.54	4.22	3.93	4.60	2.65
Templates	20%	3.20	2.60	1.60	4.40	2.20	3.40	5.00	3.00
Product architecture	10%	2.80	3.30	2.60	4.00	3.65	3.00	3.90	3.50
STRATEGY		2.38	3.05	3.31	4.66	3.01	3.56	3.47	2.80
Product strategy	45%	2.40	2.30	2.40	5.00	2.30	3.70	3.60	3.10
Corporate strategy	40%	2.50	3.60	4.60	4.45	3.05	3.45	3.35	3.20
Product cost	15%	2.00	3.80	2.60	4.20	5.00	3.40	3.40	0.80
MARKET PRESENCE		2.78	2.55	2.96	4.30	3.84	3.44	3.91	3.69
Installed base	40%	2.55	1.65	1.80	5.00	4.55	3.40	4.65	4.10
Revenue	5%	2.00	5.00	5.00	5.00	1.00	2.00	1.00	3.00
License versus service	5%	5.00	4.00	2.00	1.00	5.00	2.00	4.00	5.00
Revenue growth	10%	3.00	3.00	3.00	3.00	5.00	5.00	5.00	5.00
Systems integrators	10%	5.00	3.00	5.00	3.00	1.00	3.00	5.00	3.00
Services	10%	2.00	2.40	4.00	4.00	3.40	4.00	2.40	3.20
Employees	10%	1.60	3.00	4.40	5.00	2.80	3.80	1.60	2.80
Technology partners	10%	2.50	3.00	2.50	5.00	5.00	3.00	4.00	2.50

All scores are based on a scale of 0 (weakest) to 5 (strongest).

Source: Forrester Research, Inc.

6 pav. Veiklos modeliavimo įrankių palyginimas (parengta pagal [8])

2.4.2 Six Sigma metodikos realizacija *iGrafx* programinėje aplinkoje

Kompanijos Micrografx įrankis *iGrafx Process for Six Sigma* yra pirmaujantis procesų imitavimo įrankis skirtas *Six Sigma* metodo šalininkams [9].

Pastaruoju metu daugelis vakarų įmonių vis plačiau taiko *Six Sigma* veiklos tobulinimo metodus.

Six Sigma yra statistika paremta įmonės veiklos kokybės gerinimo programa (metodologija). Pavadinimas reiškia 3,4 defekto iš 1 000 000 gaminių.

Pavadinimas kilęs iš graikiškos Sigma raidės, matematinėje statistikoje reiškiančios nuokrypį (pati metodologija remiasi statistiniais metodais, o pavadinimas *Six Sigma* reiškia 3,4 nukrypimo nuo normos milijonui atvejų (gaminių, paslaugų, kt.), kitaip tariant, artimą idealiam procesui).

Six Sigma tikslas – kelti kompanijos pelningumą mažinant parametru, susijusių su pelnu, nepageidautinus svyravimus (t.y. nuokrypius nuo optimalios reikšmės). Tai statistiniais metodais paremta procesų veikimo/darbo kokybės gerinimo metodologija.

Six Sigma metodologijos esmę sudaro tai, kad nustačius proceso „defektus“ arba, kitaip sakant, nukrypimus nuo standarto, galima sistemingai juos eliminuoti ir priartėti prie idealaus tobulinamo proceso varianto.

Šios metodologijos dėka galima tiksliai nustatyti silpniausias procesų vietas ir sutelkti ribotus organizacijos išteklius į šių vietų sustiprinimą. Diegiant proceso patobulimus, periodiškai matuojamas tokių patobulinimų poveikis galutiniam proceso rezultatui ir efektyvumui. Tokiu būdu nustatoma, ar įdiegti patobulinimai leido pasiekti pageidaujamą proceso efektyvumo lygį.

Six Sigma teorija yra paremta šiomis pagrindinėmis procedūromis, sąvokomis (koncepcijomis):

Cikliniu penkių fazių procesų matavimu paremta metodika *DMAIC* (angl. *Define, Measure, Analyse, Improve, Control*).

Nustatomi silpniausi įmonės procesai, siektini rezultatai, bendra strategija ir pan..

Procesai tiksliai apibrėžiami, išskiriant matavimui tinkamus rodiklius, pradedama rinkti statistika.

Gauti rezultatai analizuojami (ieškoma prastos darbo, produkcijos ar paslaugų kokybės priežasčių).

Procesas optimizuojamas (remiantis prieš tai gautais rezultatais).

Procesas kontroliuojamas. Pastaroji fazė turi tapti nuolatine (nesibaigiančia), o ją pasiekus, procesą galima kartoti nuo pirmosios fazės, gerinant kitus veiklos aspektus.

Robert E. Shannon [2] nustatė, kad procesų imitavimas gali būti sudėtinė *Six Sigma* metodikos dalis, kuri labai palengvintų šio metodo praktinį pritaikymą.

Žemiau pateikta kokią pridėtinę vertę, imitavimas gali suteikti *Six Sigma* projekto įgyvendinimui:

- mažesnė eksperimentų kaina,
- trumpesnis projekto laikas,
- geresni proceso tobulinimo rezultatai,
- geresnė statistinių duomenų integraciją į vykdomą projektą.

Igrafx įrankis puikiai tinka *Six Sigma* specialistams, nes nereikalauja gilių programavimo, kodavimo žinių, taip pat yra realizuoti imitavimo sprendimai, padidinantys imitacinio modelio kūrimo, realizavimo galimybes: dėka realizuotos standartinės sąsajos su statistinės analizės įrankiais *JMP* ir *MINITAB*, įrankis pasižymi išskirtinėmis imitavimo savybėmis – eksperimentų konstravimu ir statistinių duomenų pritaikymo savybėmis. Ši

realizuota sąsaja suteikia galimybę pakankamai tiksliai nustatyti realių duomenų aibę atitinkantį statistinio pasiskirstymo dėsnį ir panaudoti šį dėsnį aprašančią išraišką, formuojant imitacinio modelio elementus [9].

Naudojant tradicinio imitavimo metodus, skirtingiems scenarijams imituoti, reikia rankiniu būdu įvedinėti naujus duomenys (imitavimo parametrus) kiekvienam scenarijui atskirai ir po to vykdyti imitavimo eigą. Šis metodas, realizuotas *Igrafx* įrankyje yra vadinamas *What-If* analizės metodu.

Tradicinio imitavimo negalima sutapatinti su eksperimentų konstravimu (angl. *DOE* – „*Design of experiments*“). Pilnam faktorialiniam eksperimentui atlikti reikia minimum 4 imitavimo vykdymo kartojimų kiekvienam skirtingam scenarijui. Kartais imitavimo eigą tenka kartoti gerokai daugiau kartų. Kad teisingai įvertinti proceso elgseną, dažnai tenka atlikti nuo 2 iki 10 imitavimo kartojimų kiekvienam scenarijui, rankiniu būdu keičiant imitavimo parametrus. Tai yra nepatogu ir užima daug laiko.

Igrafx process for Six Sigma realizuotas greitų eksperimentų kūrimo metodas *RapiDoe* suteikia galimybę nustatyti eksperimentui naudojamų parametrų įgyjamų reikšmių intervalus ir vėliau sugeneruojant visus galimus skirtingus imitavimo parametrų reikšmių derinius, galima vienu metu įvykdyti visą eilę eksperimentų. Imitavimo eigos metu sugeneruoti rezultatai automatiškai eksportuojami į minėtus statistinės analizės paketus statistinės analizės atlikimui.

2.5 Logistikos procesų valdymo veklos analizė

Imitacinio modelio kūrimo prototipo pavyzdžiui tiriamajame darbe pasirinktas vienas pagrindinių ir sudėtingiausių logistikos procesų – krovinių priėmimo terminale procesas. Šiame skyriuje pateikiama proceso analizės rezultatai, apžvelgiamos proceso, kūrimo, valdymo, tobulinimo problemos.

2.5.1 Krovinių priėmimo proceso analizė

Logistikos terminalo paskirtis – teikti logistikos paslaugas: priimti prekes iš tiekėjų, sandėliuoti ir saugoti prekes, atrinkti ir atiduoti prekes vidiniam ar išoriniam klientui. Tipinio logistikos terminalo grafinė schema pateikta 7 pav. Tipiniai logistikos terminalai susideda iš trijų pagrindinių zonų:

- krovinių priėmimo zonos,
- prekių saugojimo zonos,
- krovinių atidavimo zonos.

Kiekvienoje zonoje vykdomi skirtingi procesai. Pagrindiniai terminalo logistikos procesai yra:

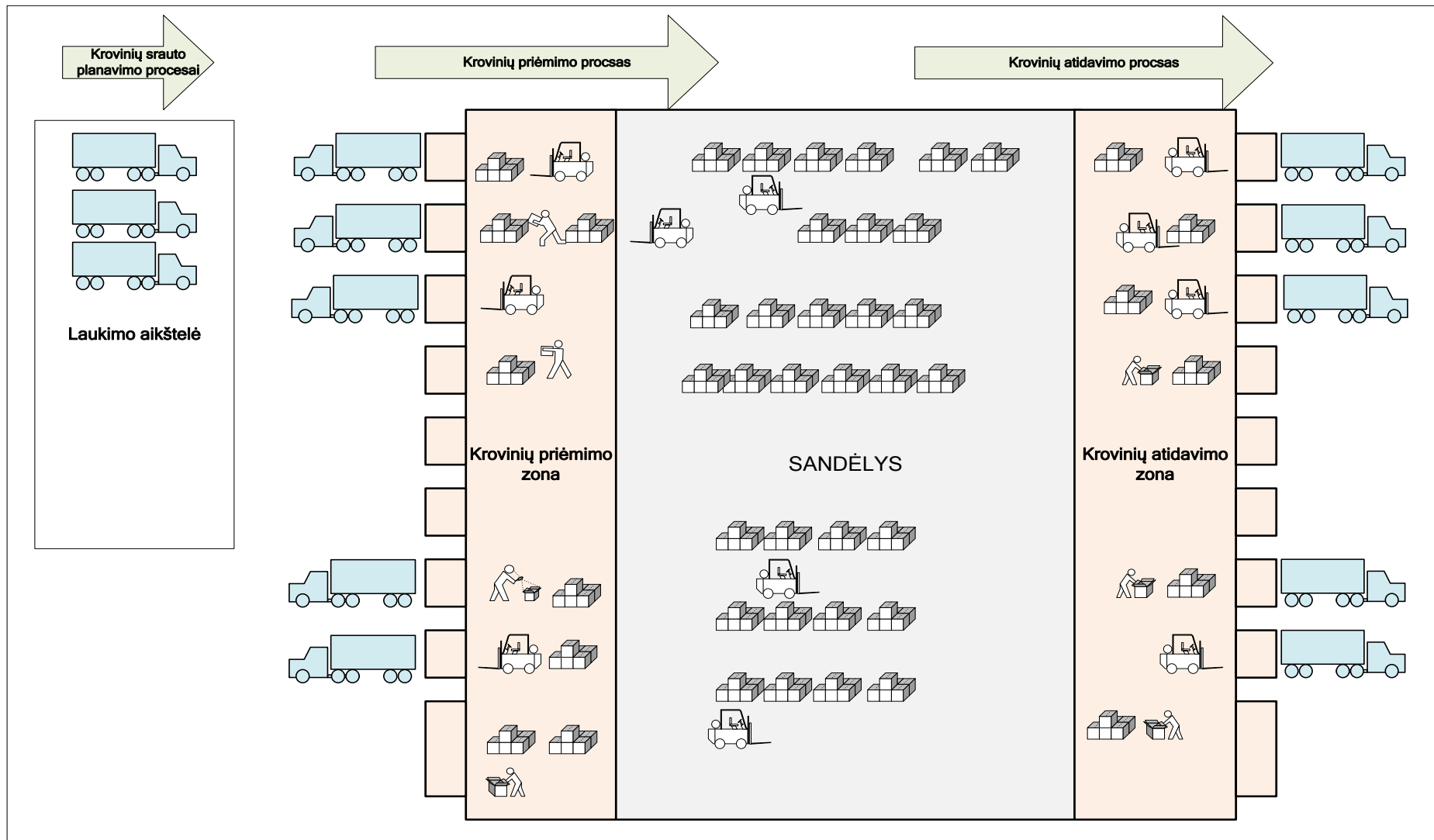
- krovinių priėmimas – atvežtų prekių iškrovimas, skaičiavimas, fiksavimas sandėlio valdymo sistemoje, sandėliavimas.
- krovinių atidavimas – užsakytų prekių atrinkimas, krovinio paruošimas ir pakrovimas į transporto priemonę.

Atvykstančių ir išvykstančių krovinių srautai terminale yra planuojami. Tiekėjams sudaromas krovinių atvykimo tvarkaraštis, įvertinant tam tikrus krovinių, charakterizuojančius kriterijus (pvz. : krovinių tūris, krovinių sudarančių prekių asortimento skaičius, krovinio tipas) terminalo veiklos specifiką, terminalo našumą ir t.t..

Krovinių priėmimo procesas – paskutinis tiekimo grandinės procesas. Proceso efektyvumą nusakantis kriterijus yra priimtų krovinių kiekis per laiko vienetą. Labai svarbu krovinius priimti laiku nes:

- logistikos paslaugas teikiančių įmonių ir transporto paslaugas teikiančių įmonių, tiekėjų, klientų sutartyse dažnai apibrėžiami reikalavimai laikytis tam tikrų, efektyvų logistikos procesą, užtikrinančių terminų. Vienas iš tokių reikalavimų – vėžėjo (kliento, tiekėjo) aptarnavimo laikas.
- Krovinių atidavimo kliento procesas tiesiogiai priklauso nuo krovinių priėmimo proceso. Šiuolaikinėse sandėlio valdymo, apskaitos sistemose yra gausu apribojimų užtikrinančių logistikos procesų eiliškumo tvarką. Pvz.: prekės negali būti parduodamos ir atrenkamos klientui, kol nėra pilnai užbaigtas prekių priėmimo procesas: sutvarkyti visi priimtų prekių dokumentai informacinėje sistemoje ir prekė padėta į jai priklausančią saugojimo vietą. Anksčiau priėmus prekę, anksčiau ją galima atiduoti klientui.

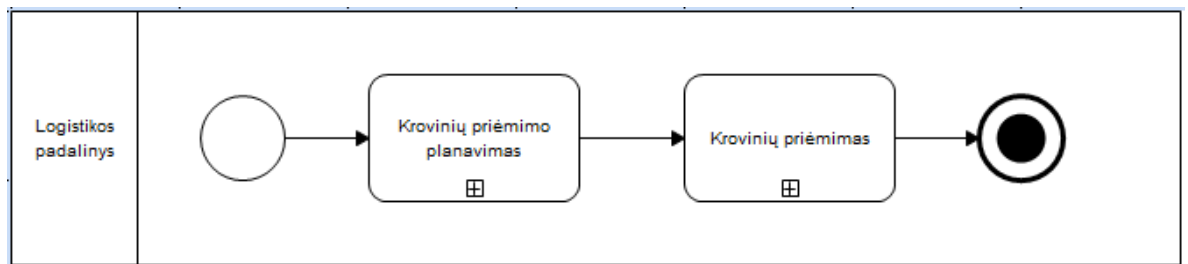
Krovinių priėmimo procesą galime laikyti vienu iš kritinių tiekimo grandinės procesų.



7 pav. Logistikos terminalo schema

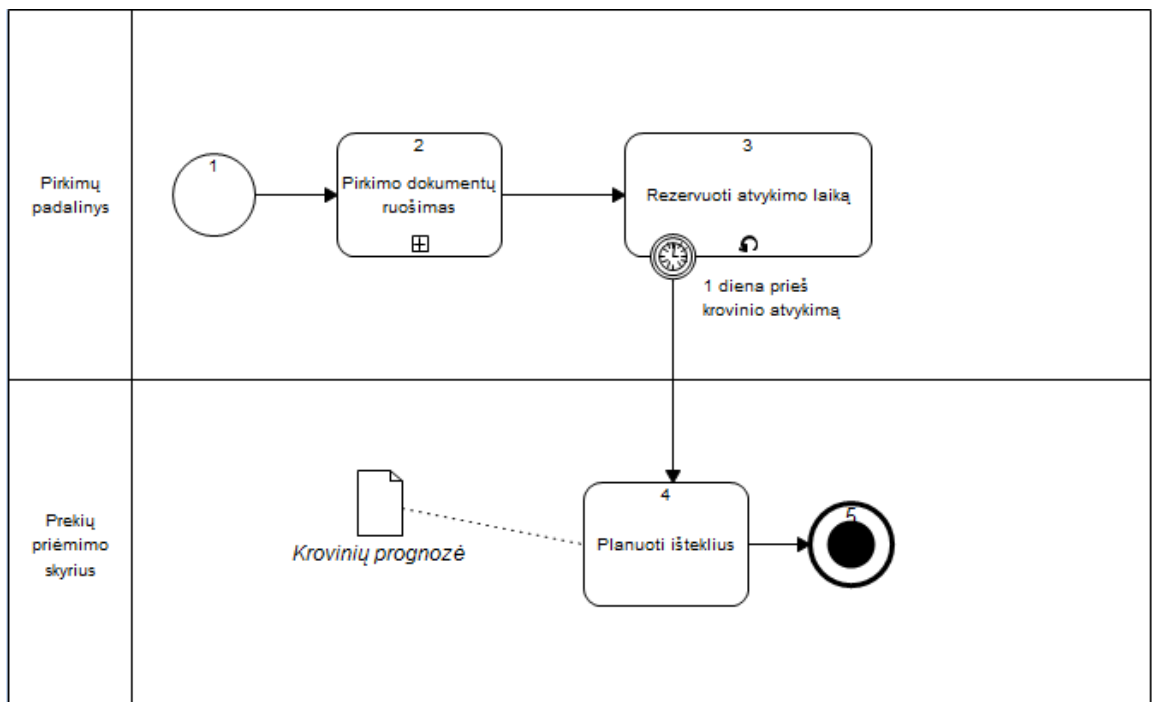
Prekių tiekimo į sandėlius procesas (8 pav.) susideda iš dviejų pagrindinių etapų:

- krovinių planavimo proceso (9 pav.), kurio metu pirkimo vadybininkai rezervuoja krovinių priėmimo aikštelę tinkamu laiku, o prekių priėmimo skyriaus vadovai paskirsto, planuoja išteklius;
- krovinių priėmimo proceso (10 pav.), kuriuo metu priimami atvykę kroviniai.



8 pav. Prekių tiekimo į sandėlius veiklos diagrama

Krovinių priėmimo planavimo veiklos diagrama pateikiama 9 pav.



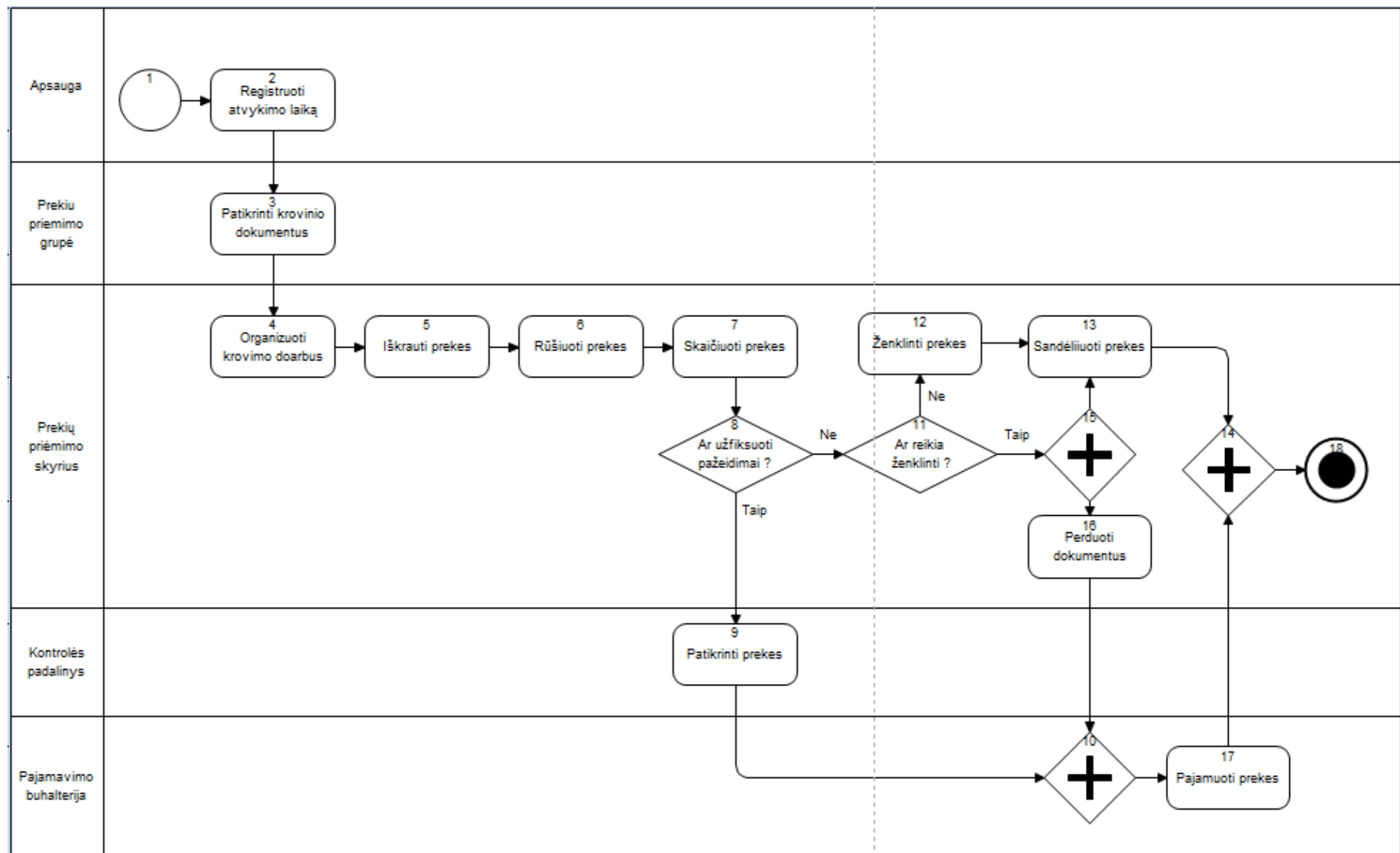
9 pav. Krovinių priėmimo planavimo veiklos diagrama

Krovinių planavimo proceso aprašymas pateiktas 2.5.1 lentelėje.

2.5.1 lentelė. Krovinių planavimo proceso aprašymas

Nr.	Proceso elementas	Aprašymas	Atsakingas darbuotojas
1	Proceso pradžia		
2.	Pirkimo dokumentų ruošimas	Procesas, kuriuo metu derinama atvyksiančių krovinių sandėliavimo galimybė.	Pirkimo vadybininkas
3.	Rezervuoti atvykimo laiką.	Krovinių rezervavimo modulyje rezervuoja terminalo aikštelę ir transporto atvykimo laiką, nurodo bendrą informaciją apie krovinį: <ul style="list-style-type: none"> - krovinio tūrį, - prekių pozicijų skaičių, - krovinio tipą. Rezervavimo laiką negalima koreguoti likus vienai dienai iki krovinio atvykimo.	Pirkimo vadybininkas
5.	Planuoti išteklius	Peržiūri atvyksiančių krovinių suvestinę, formuoja išteklių poreikį prekių priėmimo darbams	PPS (prekių priėmimo skyrius) vadovas
6.	Proceso pabaiga		

Krovinių priėmimo veiklos diagrama pateikiama 10 pav.



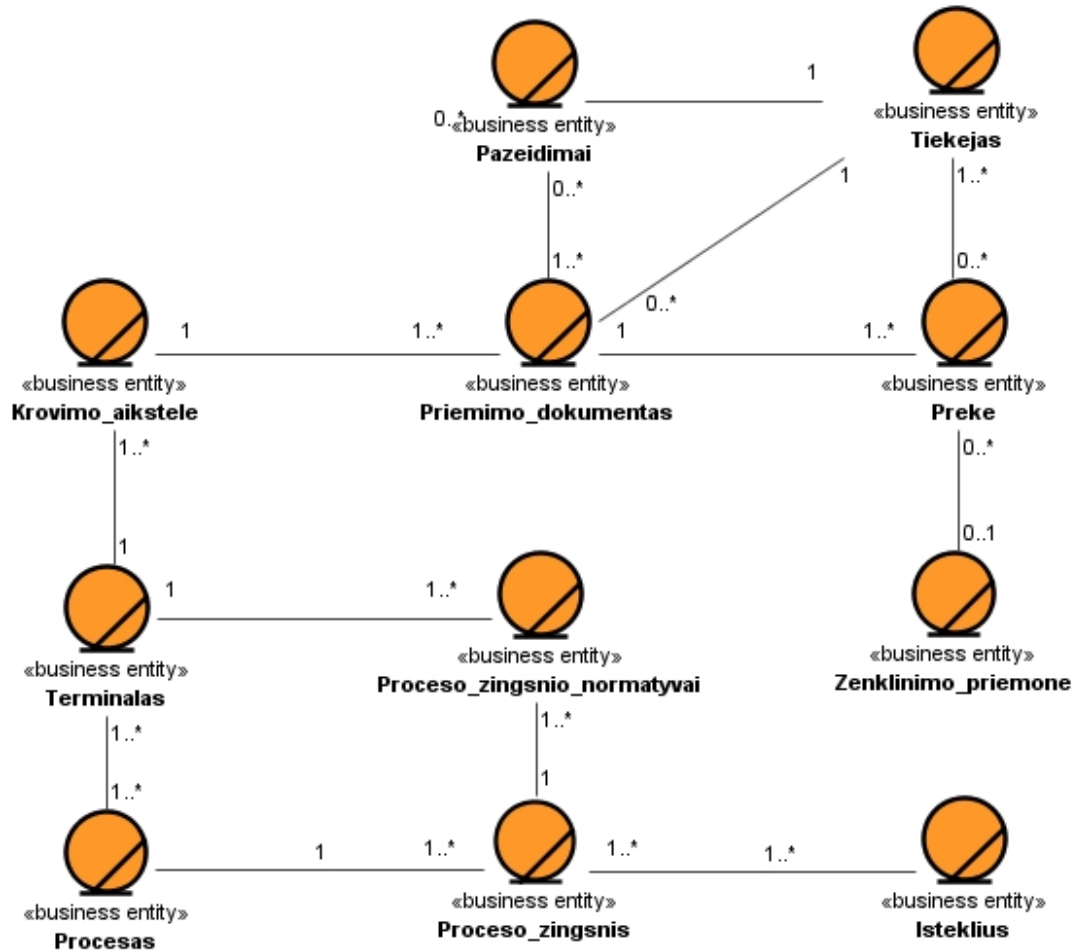
10 pav. Krovinių priėmimo veiklos diagrama

Krovinių priėmimo proceso aprašymas pateiktas 2.7.2 lentelėje.

2.5.2 lentelė. Krovinių priėmimo proceso aprašymas

Nr.	Proceso elementas	Aprašymas	Atsakingas darbuotojas
1.	Proceso pradžia		
2.	Registruoti atvykimo laiką.	Fiksuoja IS – oje transporto atvykimo laiką.	Apsaugos darbuotojas
3.	Patikrinti krovinio dokumentus.	Patikrina, sutvarko krovinio dokumentus, priskiria krovimo aikštelę.	PPG (prekių priėmimo grupė) vadybininkas
4.	Organizuoti krovimo darbus.	Apžiūri krovinių transporto priemonėje, organizuoja krovimo pradžios darbus.	PPS (prekių priėmimo skyriaus) vadybininkas
5.	Iškrauti prekes.	Iškrauna prekes.	Krovėjas
6.	Rūšiuoti prekes	Rūšiuoja prekes :ant vieno padėklo sudeda tik tos pačios pozicijos prekes.	Krovėjas
7.	Skaičiuoti prekes.	Patikrina ar prekių matmenys atitinka informacinėje sistemoje esančius duomenis, tikrina, skaičiuoja prekes.	Priėmėjas
8.	Ar užfiksuoti pažeidimai?	Pažeidimų tipai: brokas, trūkumas, perteklius.	
9.	Patikrinti prekes	Perskaičiuoja prekes, patikrina pažeidimus, surašo neatitikimų aktus.	Revizorius
10.		Prekės pajamuojamos, kai gauti skaičiavimoaktai ir sutvarkyti neatitikimų aktai (jei buvo užfiksuoti pažeidimai).	
11.	Ar reikia ženklinti?		
12.	Ženklinti prekes	Ženklina prekes.	Ženklintojas
13.	Sandėliuoti prekes	Transportuoja prekes į saugojimo vietą.	Transportuotojas/Operatorius
14.		Procesas užbaigtas, kai prekės užpajamuotos ir padėtos į saugojimo vietą	
15.		Toliau vykdomos nepriklausomos viena nuo kitos lygiagrečios veiklos: pajamavimas ir sandėliavimas.	
16.	Perduoti dokumentus	Perduoda skaičiavimo aktus .	Priėmėjas
17.	Pajamuoti prekes	Pajamuoja prekes.	Buhalteris
18.	Proceso pabaiga		

Krovinių priėmimo proceso esybių modelis pateiktas 11 pav.



11 pav. Krovinių priėmimo proceso esybių modelis

2.5.2 Krovinių priėmimo proceso kūrimas ir tobulinimas

Diegiant naujus sandėlio valdymo sistemų projektus, dažnai reikia keisti ir pačius logistikos procesus. Projektuojant procesus sudaromos procesų grafinės schemas, kurios vėliau aptarinėjamos susirinkimuose, priimami bendri sprendimai.

Suprojektuoti efektyvų logistikos procesą, įvertinant aibę efektyvų terminalo funkcionavimą užtikrinančių faktorių yra sudėtingas uždavinys. Suprojektuoto proceso efektyvumą sudėtinga įvertinti. Procesų efektyvumas paprastai patikrinamas tik terminalui pradėjus veikti. Pirmomis dienomis dažniausiai iš karto išryškėja procesų silpnos vietos ir procesus gana dažnai tenka koreguoti. Labai sudėtinga išvengti didesnių nuostolių.

Toks procesų „šlifavimas“ gali tęstis nuo 3 mėn iki 2 metų priklausomai nuo terminalo dydžio ir procesų sudėtingumo. Vėliau procesų koregavimas vyksta daug rečiau.

Mažinant proceso kaštus, svarbu tinkamai suplanuoti proceso išteklius. Terminalo išteklių planavimo tipai yra šie:

- strateginis planavimas,
- operatyvinis darbo išteklių.

Strateginis išteklių planavimas atliekamas dar terminalo projektavimo fazėje. Tai ilgalaikis išteklių planavimas. Terminalui pradėjus veikti priklausomai nuo poreikio ištekliai gali būti perplanuojami.

Operatyvinis darbo išteklių planavimas vykdomas trumpu laiko periodu.

Terminalo ištekliai skaičiuojami dažniausiai įvairiais euristiniais metodais: remiantis sukaupta patirtimi, veiklą charakterizuojančiais statistiniais duomenimis, darbo našumo normatyvais ir t.t.

Skaičiuojant terminalo darbo išteklius reikia įvertinti eilę faktorių:

- krovinių srauto intensyvumą,
- darbo išteklių našumą,
- proceso ypatumus,
- diegiamos sandėlio valdymo sistemos ypatumus,
- kitus faktorius.

Terminalo projektavimo fazėje, skaičiuojant išteklius, įvertinti visus faktorius yra sudėtinga, nes daugelis faktorių yra spėjami. Sudėtinga prognozuoti proceso efektyvumą, išteklių našumą. Tikslus išteklių poreikis išryškėja tik terminalui pradėjus veikti.

Operatyvinis išteklių planavimas vykdomas trumpu laikotarpiu. Dažniausiai planuojami materialieji ištekliai. Materialiųjų išteklių poreikis kiekvieną dieną yra skirtingas, todėl juos reikia planuoti kiekvienai darbo dienai.

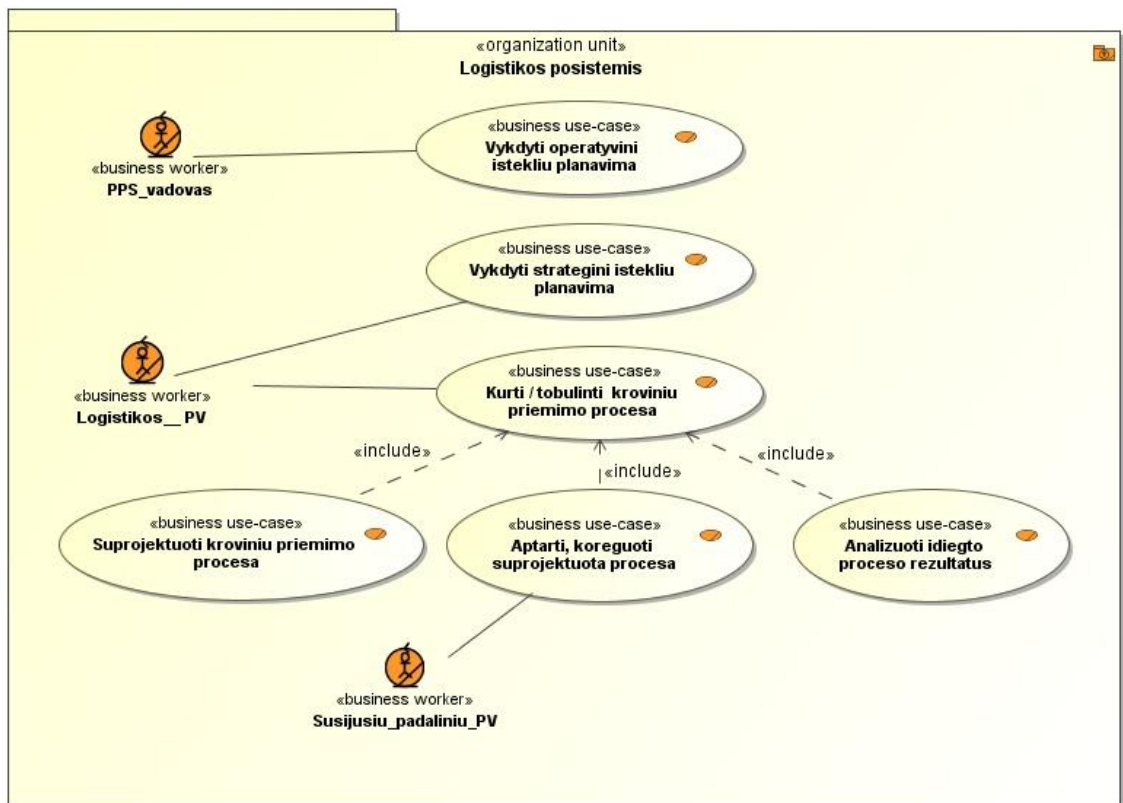
Operatyvinio žmogiškųjų išteklių planavimo pagrindinės problemos:

- sunkiai prognozuojamas, kintamas skirtingas žmogiškųjų išteklių darbo našumas terminalui pradėjus veikti,
- krovinių srauto intensyvumas keičiasi tiek savaitės, tiek dienos eigoje,
- krovinių įvairovė skirtingai įtakoja procesų trukmes,
- ne visi tiekėjų laikosi reikalaujamų logistikos standartų, dėl to pailgėja krovinių priėmimo laiko trukmė,
- kiekių neatitikčių, broko tikimybė priklausanti nuo tiekėjo, prekių asortimento,
- proceso kaita,
- kiti faktoriai.

Neturint išteklių planavimą palengvinančios programinės įrangos, ištekliai planuojami vertinant tik pagrindinius krovinių charakterizuojančius kiekius duomenis

Toks paskaičiavimas nėra tikslus nes nėra įvertinami kiti krovinų priėmimo srautą charakterizuojantys kriterijai, kurie gali ženkliai įtakoti proceso trukmę ir reikalingų atlikti darbų apimtį. Norint įvertinti kitus kriterijus reikia sugaišti daug laiko. Sukurti programinę įrangą operatyvinio išteklių planavimo palengvinimui yra gana brangu. Keičiantys verslo sąlygomis, keičiami ir logistikos procesai. Išteklių planavimo programinei įrangai būtų keliami aukšti reikalavimai: pritaikomumas pasikeitusiems procesams. Tai sudėtingas uždavinys reikalaujantis didelių IT darbo sąnaudų.

Logistikos procesų vystymo, valdymo panaudojimo atvejai pateikti 12 pav.



12 pav. Krovinų priėmimo proceso kūrimo, tobulinimo, išteklių planavimo panaudojimo atvejai

2.5.3 lentelė Panaudojimo atvejų aprašymas

Panaudojimo atvejis	Aprašymas	Trūkumai
Kurti naujus logistikos procesus, tobulinti esamus	Projektuojant procesus sudaromos procesų grafinės schemas, kurios vėliau aptarinėjamos susirinkimuose, priimami bendri kolektyviniai sprendimai.	Suprojektuotų naujų procesų nėra kaip patikrinti. Procesų efektyvumas paprastai patikrinamas tik įdiegus procesą. Pirmomis dienomis dažniausiai iš karto išryškėja procesų silpnos vietos ir procesai gana dažnai koreguojami. Labai sudėtinga išvengti didesnių nuostolių.
Vykdyti strateginį	Terminalo išteklių skaičiuojami	Terminalo projektavimo fazėje įvertinti visus

išteklių planavimą	dažniausiai įvairiais euristiniais metodais remiantis sukaupta patirtimi, dabartinę veiklą charakterizuojančiais statistiniais duomenimis, darbo našumo normatyvais ir t.t.	faktorių yra sudėtinga, nes daugelis faktorių yra spėjami. Sudėtinga tiksliai apskaičiuoti, koks bus proceso efektyvumas, kokia trukmė priklausomai nuo išteklių kiekio.
Vykdyti operatyvinį išteklių planavimą	Operatyvinis išteklių planavimas vykdomas trumpu laikotarpiu. Pvz. skaičiuojami ištekliai sekančiais dienai, savaitei. Analizuojama atvykstančių krovinių suvestinė, paskaičiuojami ištekliai įvertinant atvykstančių krovinių tūrį, pozicijų skaičių.	Toks paskaičiavimas nėra tikslus nes nėra įvertinami kiti krovinių priėmimo srautą įvertinantys kriterijai. Norint įvertinti kitus kriterijus reikia sugaišti daug laiko. Įdiegus naują procesą ar ženkliai pakeitus esamą, reikalingas laikas norint įvertinti tikslų išteklių poreikį.

2.6 Krovinių priėmimo proceso imitacinio modelio vartotojų analizė

Krovinių priėmimo proceso imitacinio modelio vartotojų tipai:

- Logistikos padalinio projektų vadovai. Jų pagrindiniai tikslai yra nuolatinis logistikos procesų tobulinimas, projektavimas. Viena iš pagrindinių problemų su kuriomis susiduria logistikos projektų vadovai yra naujo proceso efektyvumo patikrinimas prieš jo įdiegimą, terminalo strateginis išteklių planavimas ir suplanuotų išteklių pagrindimas. Kita problema susijusi su tinkamu proceso dokumentavimu, dokumentacijos suderinimu su logistikos procesų vidiniais tiekėjais ir vidiniais klientais. Visa informacija apie procesą yra pateikiama tekstu, kurį sudėtinga analizuoti, nesimato bendro įmonės procesų vaizdo. Nespėjama laiku suderinti pasikeitusio proceso dokumentacijos, nėra priemonių, kaip patikrinti pasikeitusį procesą prieš jo įdiegimą.
- Informacinių sistemų projektų vadovai. Jų pagrindinis uždavinys yra programinės įrangos projekto kūrimas. Pagrindinės problemos su kuriomis susiduria IS projektų vadovai yra probleminės srities analizė, reikalavimų suderinimas. Kadangi visi procesai aprašomi tekstu, todėl daug laiko gaištama analizuojant probleminę sritį.
- Aukštesnio rango vadovai – atsakingi už strateginius sprendimus. Susiduria su panašiomis, kaip aukščiau išvardinta problemomis – neturi laiko skaityti procesus reglamentuojančių dokumentų, kuriuose informacija dažnai pateikiama instrukcijų lygyje, nemato bendro įmonės procesų vaizdo.
- Krovinių priėmimo proceso šeimininkas – prekių priėmimo skyriaus vadovas yra tiesiogiai atsakingas už sklandžią proceso eigą, optimalų išteklių panaudojimą. Nuolat besikeičiančiam krovinių srauto intensyvumui, susidūriama su operatyvaus išteklių

planavimo problema: gaištamas laikas analizuojant įvairias krovinių srautų ataskaitas, kurios atspindi tik pagrindinius krovinių prognozės rodiklius (tūrį, prekių pozicijų skaičių, reikalingų ženklavimo priemonių skaičių).

- Mokymo specialistai, atsakingi už personalo apmokymą, supažindinimą su procesais. Neturėdami tinkamos vizualiai perteikamos informacijos susidūria su greito apmokymo problema. Naujas personalas tik paviršutiniškai supažindinamas su procesu.
- Visi kiti įmonės darbuotojai, atsakingi už procesų diegimą, projektavimą susidūria su bendra problema: tinkamas proceso dokumentavimas, dokumentacijos derinimas, žinių apie procesus perdavimas naujiems darbuotojams.

2.7 Analizės išvados

Atlikus procesų imitavimo metodikos, veiklos modeliavimo įrankio ir pasirinkto imitacinio modelio prototipo kūrimui pavyzdžio, krovinių priėmimo proceso, analizę padarytos tokios išvados:

- *Igrafx* įrankis atitinka visus pagrindinius imitavimo funkcionalumui keliamus reikalavimus, o realizuotos programinės sąsajos su duomenų šaltiniu *Excel* ir statistinės analizės įrankiais taip *six sigma* metodų taikymo galimybė suteikia įrankiui pranašumą imitavimo srityje prieš kitus veiklos modeliavimo įrankius.
- Paminėtas aukščiau terminalo problemas, projektuojant logistikos procesus, planuojant išteklius sunku išspręsti be specialių programinių įrankių. Galima būtų suprogramuoti įrankius operatyviam išteklių planavimui, tačiau dėl logistikos procesų sudėtingumo ir nepastovumo tokių įrankių palaikymas būtų brangus sprendimas.
- Logistikos procesų projektavimo, išteklių planavimo problemas galima būtų sumažinti sukūrus krovinių priėmimo proceso imitacinį modelį, kuris leistų analizuoti krovinių priėmimo proceso vystymą, racionalaus išteklių panaudojimo galimybes. Toks pavyzdinis modelis padėtų pagrįsti veiklos modeliavimo įrankių praktinį pritaikomumą ir tiesioginę naudą. Tuo būdu įsigijus veiklos modeliavimo įrangą galima būtų kurti šiuolaikinį organizacijos veiklos informacinį modelį, kuris palengvintų naujų informacinių projektų kūrimą, procesų vystymą, valdymą ir t.t.
- Kadangi rekomenduojama pradžioje kurti paprastesnius imitacinius modelius, o pasirinktas procesas vienas sudėtingesnių – tai egzistuoja tikimybė sukurti netikslų

modelį. Tačiau sudėtingas procesas gali geriau išryškinti *Igrafx* įrankio taikymo silpnas vietas, apribojimus.

- Informacijos šaltiniuose pateikiama imitacinio modelio metodika yra gana abstrakti, todėl yra tikslinga sukurti detalią imitacinio modelio kūrimo metodiką.

2.8 Siūlomas sprendimas

Kad pagrįsti *Igrafx* įrankio imitavimo funkcionalumo pritaikomumą, realių procesų tobulinimui šiame darbe siūloma:

- sukurti imitacinį krovinių priėmimo proceso modelį,
- imitacinio modelio kūrimui panaudoti veiklos modeliavimo įrankį *Igrafx*,
- integruoti sukurtą modelį į bendrą įmonės informacinę sistemą, sukuriant sąsają su realiais veiklos duomenimis bei statistiniais rodikliais,
- duomenų analizei papildomai panudoti statistinės analizės įrangą *MINITAB*,
- atvaizduoti imitacinį modelį bendrame įmonės veiklos hierarchiniame modelyje papildant modelį nuorodomis į procesą reglamentuojančius dokumentus,

Kad palengvinti veiklos imitavimo *Igrafx* įrankio diegimą/taikymą veiklos procesams valdyti, šiame darbe siūloma:

- sukurti imitacinio modelio kūrimo proceso metodiką.

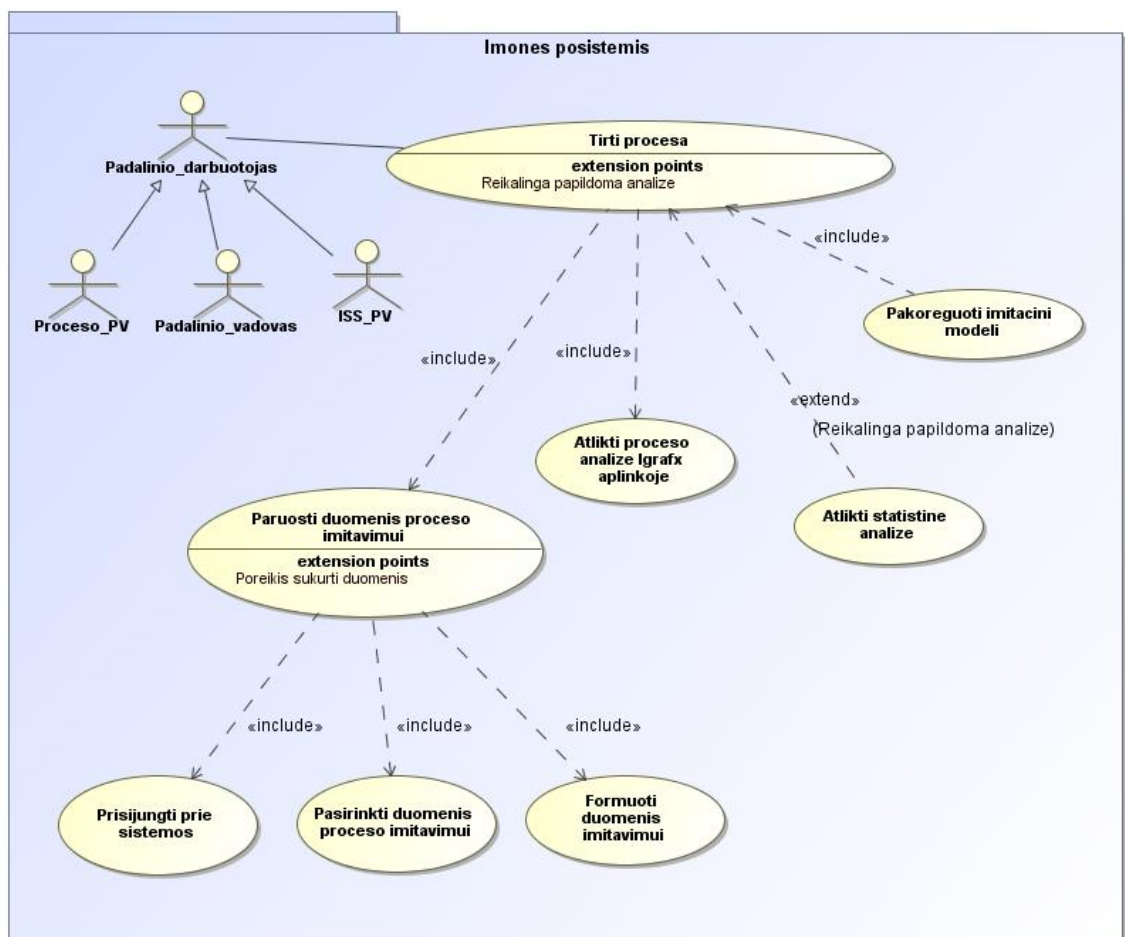
3 Imitacinio modelio reikalavimų specifikacija

Reikalavimų specifikacijos skyriuje yra pateikiama:

- funkciniai reikalavimai imitavimo sistemai: imitacinės sistemos elgsena, pradinės dalykinės srities modelis,
- nefunkciniai reikalavimai, kuriuos turi tenkinti sistema,
- reikalavimai modeliuojamam procesui.

3.1 Funkciniai reikalavimai

Šiame skyriuje aprašoma imitavimo sistemos funkciniai reikalavimai panaudojimo atvejų diagramų pavidalu. Kiekvienas panaudojimo atvejis yra specifikuojamas struktūrizuota lentele, veiklos diagramomis.



13 pav. Krovinių priėmimo proceso imitacinio modelio panaudojimo atvejai

3.1.1 lentelėje pateikiama panaudojimo atvejo „Tirti procesą“ specifikacija struktūrizuota lentele.

3.1.1 lentelė Panaudojimo atvejo „Tirti krovinių priėmimo procesą“ specifikacija

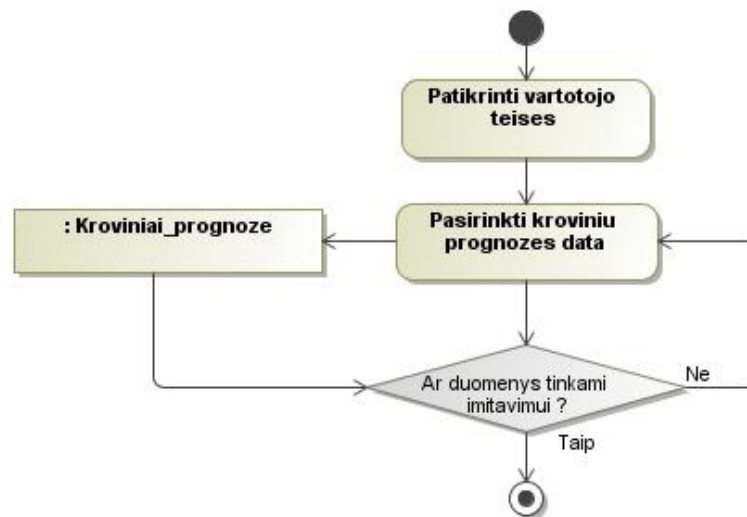
PA „Tirti procesą“		
Tikslas. Patikrinti proceso efektyvumą, suplanuotų išteklių panaudojamumą, pasikeitus proceso atlikimo sąlygoms		
Aprašymas. Panaudojimo atvejis apima duomenų paruošimą proceso imitavimui, imitavimo atlikimą, rezultatų analizę .		
Prieš sąlyga	Imitavimui reikalingi duomenys yra duomenų bazėje.	
Aktorius	Atsakingas už procesą projekto vadovas, informacinio skyriaus projekto vadovas, proceso padalinio vadovas	
Sužadinimo sąlyga	Vartotojas nori patikrinti proceso efektyvumą, išteklių panaudojamumą,	
Veiklos taisyklės		
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA	
	Apima PA	Paruošti duomenis proceso imitavimui
	Apima PA	Atlikti proceso analizę <i>Igrafx</i> aplinkoje
	Specializuoja PA	Pakoreguoti imitacinį modelį
	Specializuoja PA	Atlikti statistinę analizę
Pagrindinis įvykių srautas		
Sistemos reakcija ir sprendimai		
1. Vartotojas pasirenka duomenis reikalingus proceso imitavimui		
2. Vartotojas analizuoja rezultatus <i>Igrafx</i> programinėje aplinkoje.		
3. Vartotojas atlieka greitus eksperimentus (<i>RapiDOE</i>), analizuoja rezultatus statistinės analizės įrankiais.		
4. Vartotojas baigia PA		
Po sąlyga	Gauti imitavimo rezultatai	
Alternatyvūs scenarijai		
Pastabos		

3.1.2 lentelėje pateikiama panaudojimo atvejo „Paruošti duomenis proceso imitavimui“ specifikacija struktūrizuota lentele, o 14 pav. – šio panaudojimo atvejo veiklos diagrama.

3.1.2. lentelė Panaudojimo atvejo „Paruošti duomenis proceso imitavimui“ specifikacija.

PA „Paruošti duomenis proceso imitavimui“	
Tikslas. Paruošti duomenis proceso imitavimui	
Aprašymas Šis panaudojimo atvejis yra PA „Tirti procesą“ dalis	
Prieš sąlyga	Imitavimui reikalingi duomenys yra duomenų bazėje.

Aktorius	Atsakingas už procesą projekto vadovas, informacinio skyriaus projekto vadovas, proceso padalinio vadovas	
Sužadinimo sąlyga	Vartotojas nori pasirinkti imitavimo duomenų rinkinį	
Veiklos taisyklės		
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA	Tirti procesą
	Apima PA	Prisijungti prie sistemos
	Apima PA	Pasirinkti duomenis proceso imitavimui
	Apima PA	Formuoti duomenis imitavimui
	Specializuoja PA	
Pagrindinis įvykių srautas	Sistemos reakcija ir sprendimai	
1. Sistema patikrina ar vartotojas turi teises duomenų išrinkimui	Sistema pasiūlo pasirinkti prognozės datą	
2. Vartotojas nurodo dieną, kuriai norima analizuoti krovinių srautą	Sistema pasiūlo pasirinkti prognozės datą	
3. Vartotojas baigia PA	Imitavimo duomenys perkelti į EXEL bylą	
Po sąlyga	Suformuoti duomenys imitavimui	
Alternatyvūs scenarijai		
Pastabos		
1. Vartotojas gali bet kada baigti PA		
2. Vartotojas gali atlikti 2 žingsnį daug kartų		

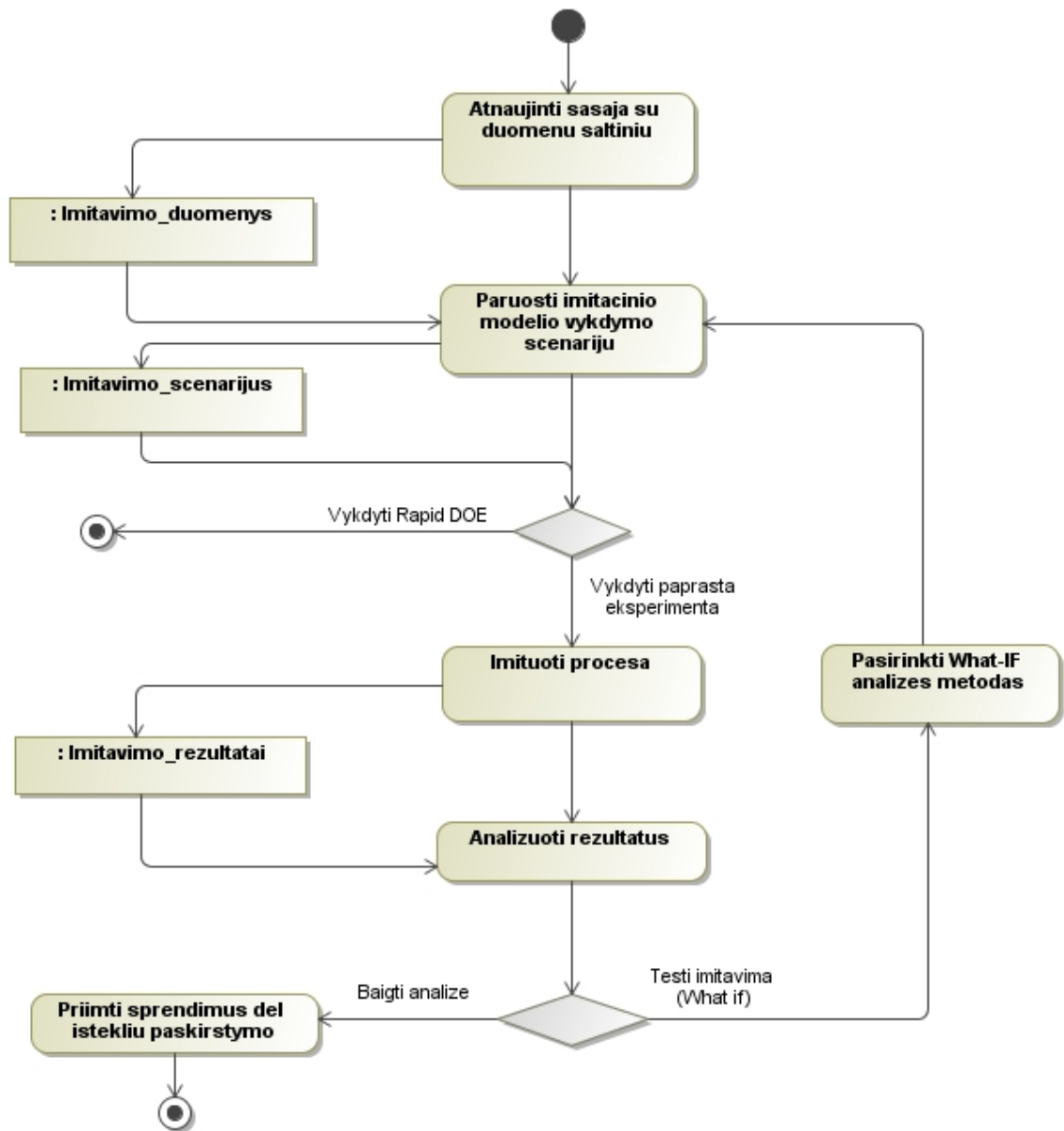


14 pav. Duomenų paruošimo proceso imitavimui veiklos diagrama

3.1.3 lentelėje pateikiama panaudojimo atvejo „Imituoti procesą“ specifikacija struktūrizuota lentele, o 15 pav. – šio panaudojimo atvejo veiklos diagrama.

3.1.3 lentelė Panaudojimo atvejo „Imituoti procesą“ specifikacija

PA „Atlikti proceso analizę <i>Igrafx</i> aplinkoje“		
Tikslas. Patikrinti krovinių priėmimo proceso efektyvumą, suplanuotų išteklių efektyvumą		
Aprašymas. Šis panaudojimo atvejis yra PA „Tirti procesą“ dalis		
Prieš sąlyga		Imitavimui reikalingi duomenys suformuoti <i>Excel</i> byloje .
Aktorius		Atsakingas už procesą projekto vadovas, informacinio skyriaus projekto vadovas, proceso padalinio vadovas
Sužadinimo sąlyga		Vartotojas nori patikrinti procesą
Veiklos taisyklės		
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA	Tirti procesą
	Apima PA	
	Specializuoja PA	
Pagrindinis įvykių srautas		Sistemos reakcija ir sprendimai
1. Vartotojas prisijungia prie <i>Igrafx</i> aplinkos		
2. Vartotojas atnaujinama duomenų šaltinio sąsają		
3. Vartotojas pasirenka imitacinio modelio vykdymo scenarijų		
4. Vartotojas vykdo imitavimą		Sistema pateikia imitavimo rezultatus
5. Vartotojas analizuoja rezultatų ataskaitą		
6. Vartotojas pasirenka What-If analizės metodą ir pereina į 6 žingsnį		
3. Vartotojas baigia PA		
Po sąlyga		Suformuota imitavimo rezultatų ataskaita
Alternatyvūs scenarijai		
Pastabos		
1. Vartotojas gali bet kada baigti PA		
2. Vartotojas gali atlikti 3-6 žingsnius daug kartų		



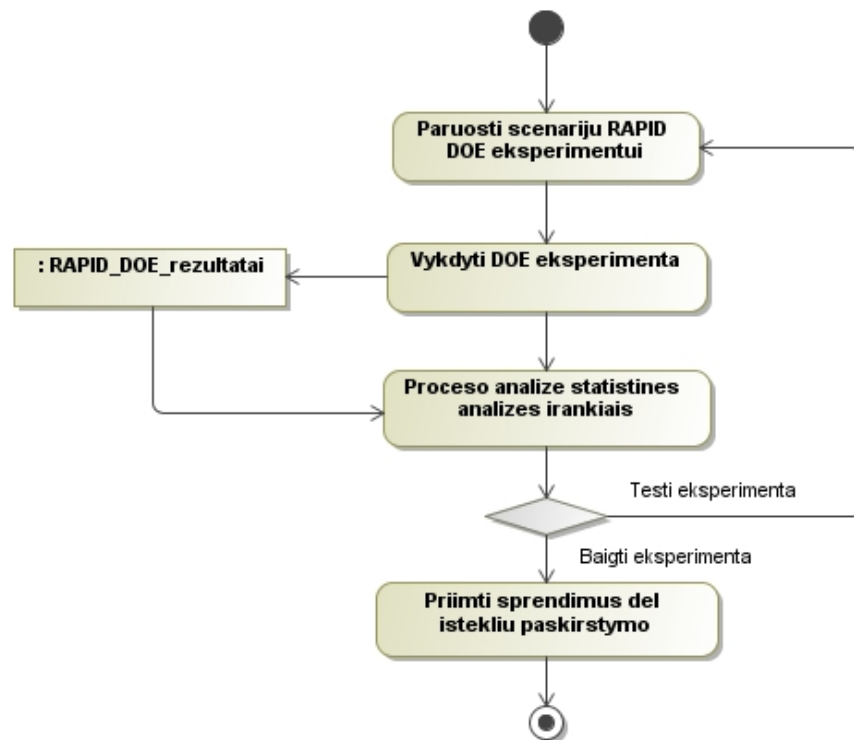
15 pav. Imitacinio modelio panaudojimo veiklos diagrama

3.1.4 lentelėje pateikiama panaudojimo atvejo „Atlikti statistinę analizę“ specifikacija struktūrizuota lentele, o 16 pav. – šio panaudojimo atvejo veiklos diagrama.

3.1.4. lentelė Panaudojimo atvejo „Atlikti statistinę analizę“ specifikacija

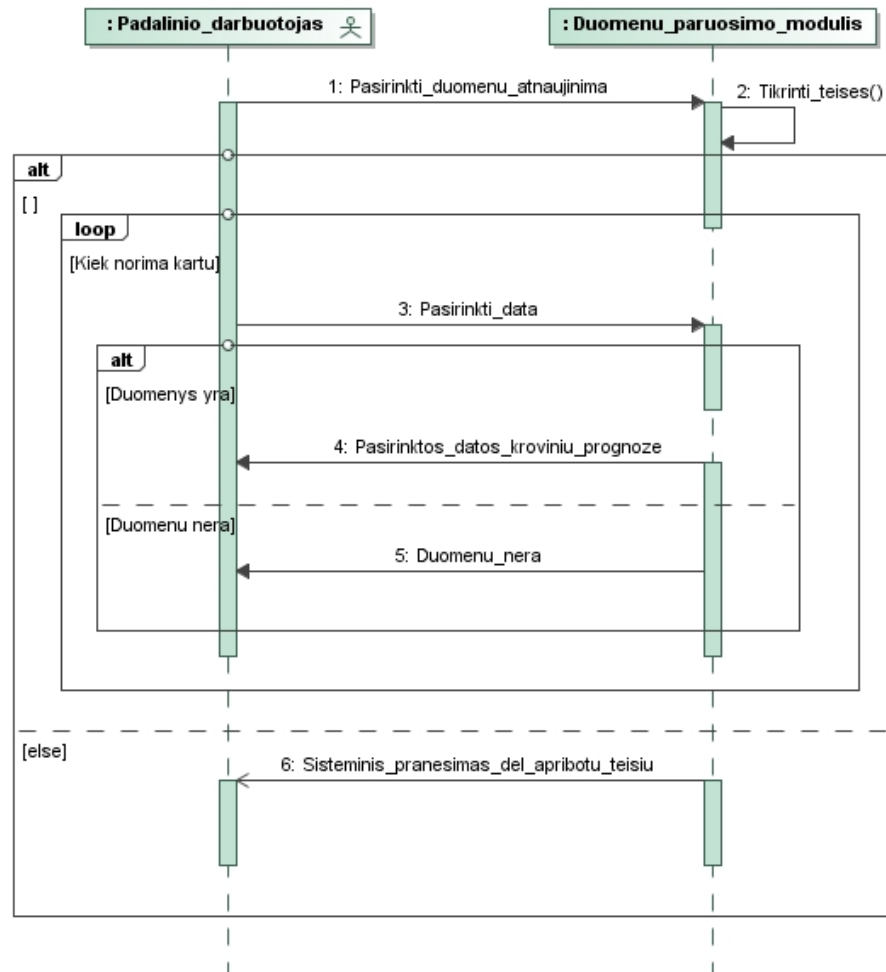
PA „Atlikti statistinę analizę“	
Tikslas. Patikrinti krovinių priėmimo proceso efektyvumą, nustatyti išteklių panaudojimo galimybes	
Aprašymas .Šis panaudojimo atvejis yra PA „Tirti procesą“ dalis	
Prieš sąlyga	Imitavimui reikalingi duomenys suformuoti <i>Excel</i> byloje .
Aktorius	Atsakingas už procesą projekto vadovas, informacinio skyriaus projekto vadovas, proceso padalinio vadovas
Sužadavimo sąlyga	Vartotojas nori atlikti <i>RapiDOE</i> eksperimentą

Veiklos taisyklės		
Susiję panaudojimo atvejai	Išplečia PA	Tirti procesą
	Apima PA	
	Specializuoja PA	
Pagrindinis įvykių srautas		Sistemos reakcija ir sprendimai
1. Vartotojas paruošia scenarijų <i>RapiDOE</i> eksperimento vykdymui		
2. Vartotojas vykdo <i>RapiDOE</i> eksperimentą		Sistema pateikia imitavimo rezultatus statistinės analizės programinės įrangos aplinkoje
3. Vartotojas analizuoja duomenis, taikant statistinės analizės metodus.		
4. Vartotojas baigia PA		
Po sąlyga	Suformuota <i>RapiDOE</i> imitavimo rezultatų ataskaita <i>MINITAB</i> aplinkoje	
Alternatyvūs scenarijai		
Pastabos		
1. Vartotojas gali bet kada baigti PA		
2. Vartotojas gali atlikti 1-4 žingsnius daug kartų		



16 pav. Statistinės analizės atlikimo veiklos diagrama

Detalizuota panaudojimo atvejo „paruošti duomenis imitavimui“ sekų diagrama pateikiama 17 pav.



17 pav. PA „Pasirinkti duomenis imitavimui“ sekų diagrama

3.2 Nefunkciniai reikalavimai

- Saugumo reikalavimas: reikalinga realizuoti teises vartotojams imitavimo įeigos duomenų rinkinio formavimui.
- Imitacinis modelis turi būti nuolat koreguojamas, atsižvelgiant į vartotojo pastabas, galimus proceso pasikeitimus, ar kitus veiksnius įtakojančius imitavimo parametru pokyčius.
- Imitavimo duomenų surinkimas į *MS EXCEL* bylą turi trukti ne ilgiau 15 sek.
- Vartotojams reikia organizuoti mokymus darbui su *Igrafx* imitavimo ir *Minitab* statistinės analizės programinėmis įrangomis.
- Reikalinga paruošti vartotojo instrukciją darbui su imitaciniu modeliu, jo konfigūravimo aprašymu.

- Reikalinga patogi ir paprasta sąsaja darbui su duomenų paruošimo moduliu.

3.3 Reikalavimai modeliuojamam procesui

Pasirinktam modeliuojamam procesui keliami reikalavimai:

- procesas turi būti realus,
- procesas turi būti pagrindinės vertės grandinės sudedamoji dalis
- turi būti poreikis sukurti proceso imitacinį modelį,
- kad ištirti įrankio imitavimo galimybių ribas, procesas turi būti pakankamai sudėtingas,
- informacinėje sistemoje turi egzistuoti procesą charakterizuojantys imitavimo duomenys.

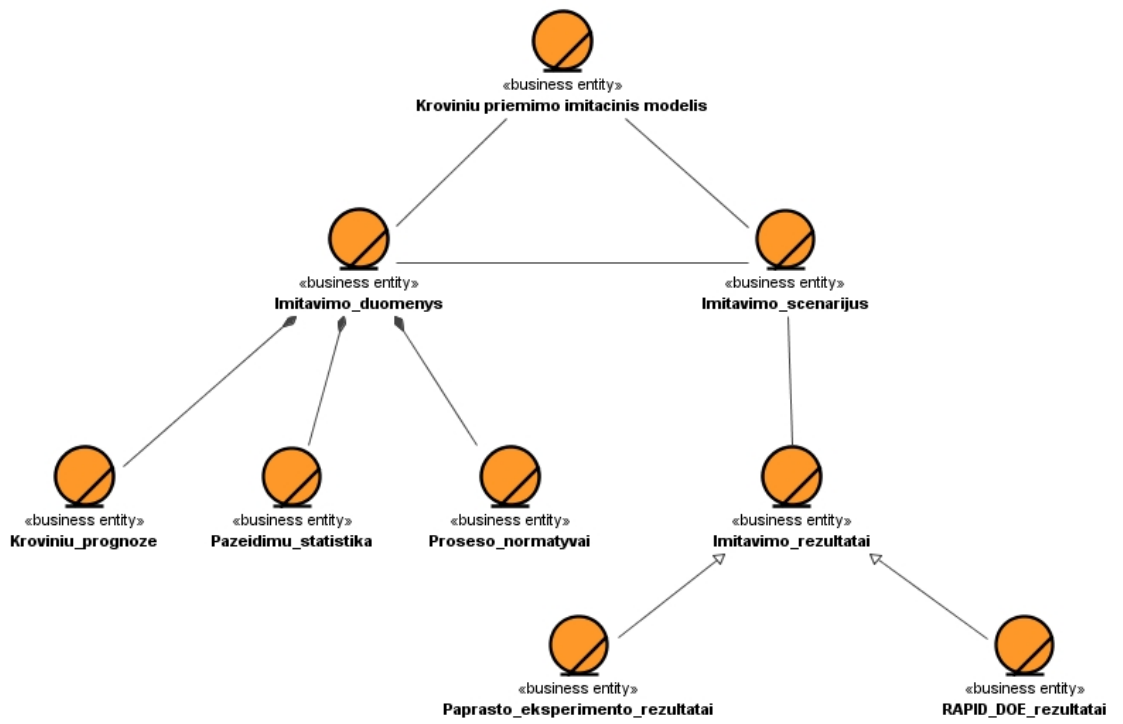
3.4 Detalūs reikalavimai imitacinio modelio grafinės dalies atvaizdavimui

Imituojamo proceso grafinė schema – imitacinio modelio pagrindas, kuris apibrėžia imituojamos sistemos ribas. Jai keliami sekantys detalūs reikalavimai:

- proceso schema turi būti formuojama naudojant *BPMN* notaciją,
- proceso schema turi būti integruota į bendrą įmonės procesų hierarchinį modelį,
- proceso schema turi atitikti *ISO9001* standartą. Schemoje turi būti realizuotos nuorodos į procese naudojamus ar procesą reglamentuojančius dokumentus,
- imituojamos sistemos ribos: krovinių priėmimo procesas apima visas veiklas vykdomas nuo transporto priemonės atvykimo į terminalą iki prekių padėjimo į saugojimo vietą ir prekių pajamavimo veiklų pabaigos

3.5 Dalykinės srities modelis

Dalykinės srities modelis pateiktas 18 pav. Šis modelis vaizduoja kuriamai sistemai aktualias esybes bei jų tarpusavio ryšius. Imitavimo rezultatams generuoti reikalingas suformuotas imitavimo scenarijus, kurio sudedamoji dalis yra imitavimo įėjigos duomenys. Įmitavimo įėjigos duomenys – informacinės sistemos duomenų bazėje procesą charakterizuojantys duomenys.



18 pav. Veiklos esybių modelis

4 Imitacinio modelio projektas

Modelio įeigos duomenys – realūs egzistuojančios sistemos krovinių prognozės duomenys. Tuo tikslu turi būti sukurtas duomenų paruošimo modulis, kuriame vartotojas galės pasirinkti norimos dienos krovinių srauto prognozę. Šiame modulyje bus realizuota galimybė vartotojui pasirinkti realius krovinių prognozės duomenis bei susikurti savus duomenys – proceso vystymo galimybių tyrimui. Parinkus duomenys ir atlikus proceso imitavimą, vartotojas turės galimybę analizuoti rezultatus imitavimo įrankio *Igrafx* arba statistinės analizės įrankio *Minitab* programinės įrangos aplinkoje.

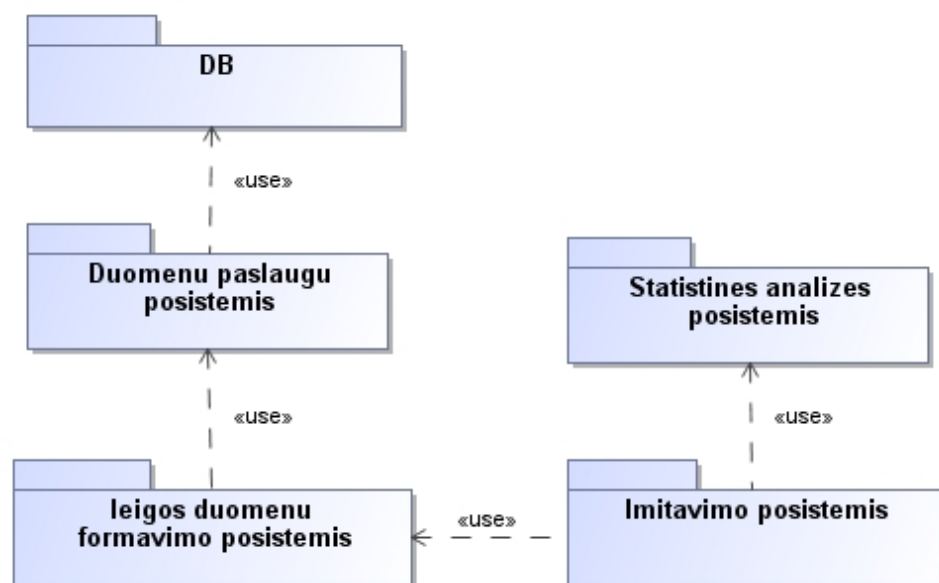
Kadangi pats imitacinis modelis kuriamas panaudojant šiam tikslui skirtą programinę įrangą (*Igrafx*), šiame tiriamojo darbo etape detaliau projektuojama imitavimo duomenų paruošimo informacinė sistema.

4.1 Sistemos loginė architektūra

Kuriama sistema išskaidyta į posistemius:

- Imitavimo posistemyje vykdomas realios sistemos imitavimas
- Įeigos duomenų formavimo posistemyje surenkami ir paruošiami imitacinio modelio įeigos duomenys.
- Statistinės analizės posistemyje analizuojami imitavimo metu gauti rezultatų duomenys.

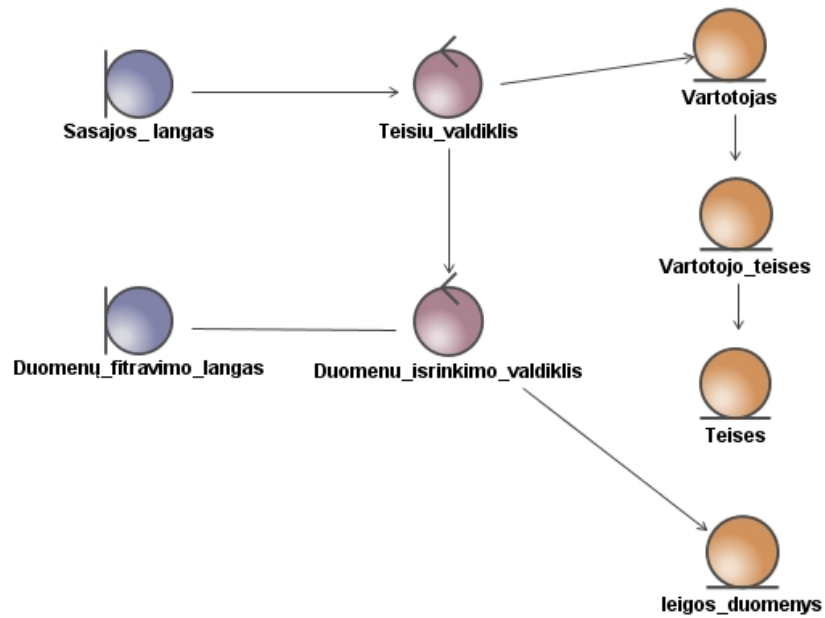
Sistemos loginės architektūros schema pateikiama 19 pav.



19 pav. Sistemos loginė architektūra

4.2 Panaudojimo atvejų realizacijos analizės klasėmis

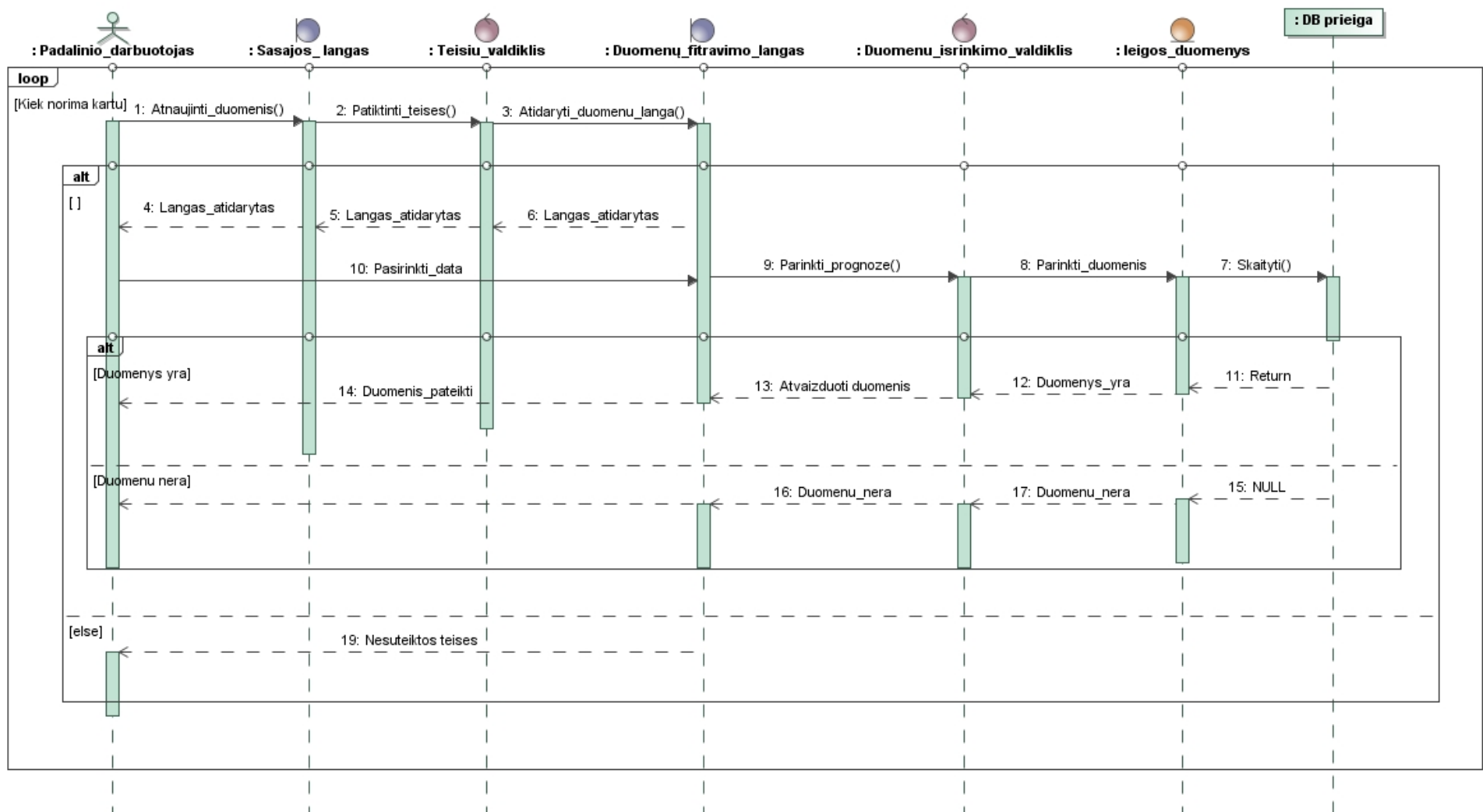
Panaudojimo atvejų realizacijos analizės klasėmis diagrama pateikta 20 pav.



20 pav. Panaudojimo atvejų realizacijos analizės klasėmis diagrama

4.3 Panaudojimo atvejų sekų diagramos

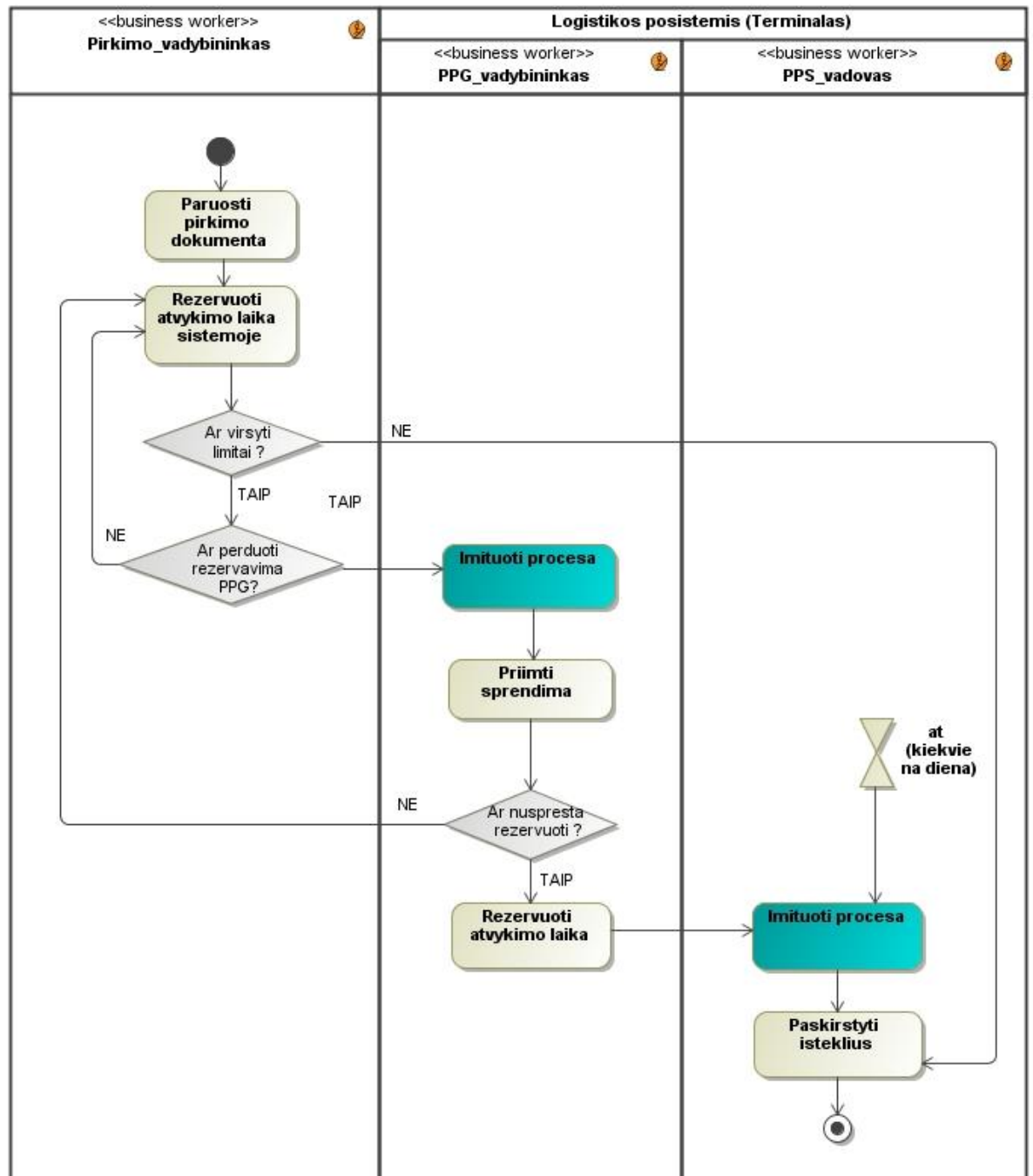
21 pav. pateikiama duomenų paruošimo panaudojimo atvejo detali sekų diagrama



21 pav. PA „Pasirinkti duomenis imitavimui“ detali sekų diagram

4.4 Sistemos elgsenos modelis

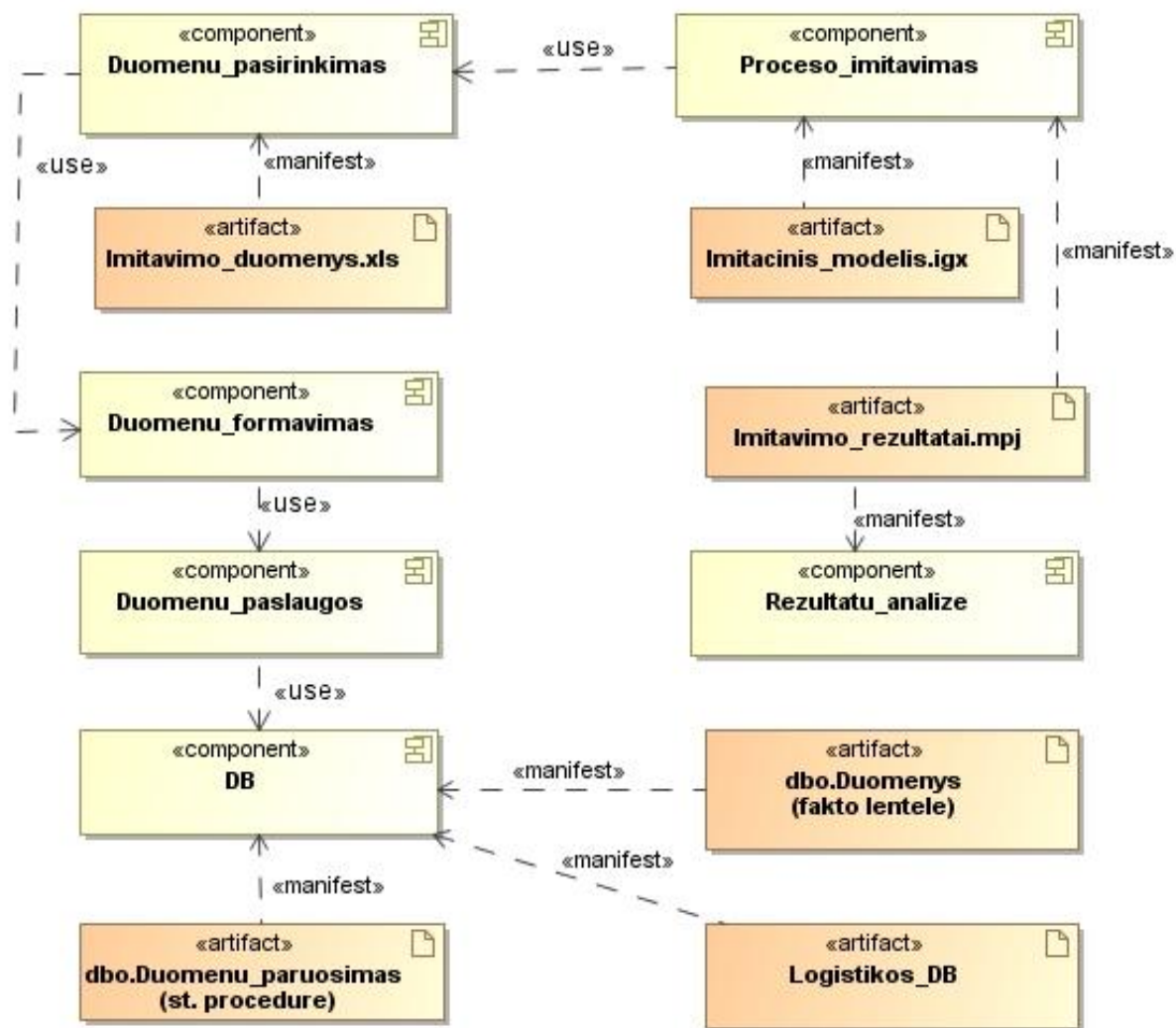
22 pav. pateikta bendra galimos krovinių srauto planavimo veiklos diagrama, kurioje yra įtraukti nauji proceso žingsniai – „Imituoti procesą“ (diagramoje išskirti tamsesne spalva).



22 pav. Būsimo krovinių srauto planavimo veiklos diagrama

4.5 Realizacijos modelis

Kiekvienas komponentas realizuojamas artefaktais, kurie bus išdėstyti fiziniuose įrenginiuose. Komponentų diagrama pateikiama 23 pav. *MS EXCEL* byloje realizuotoje *ODBC* sąsajoje su duomenų šaltiniu *MS SQL* duomenų bazėje – fakto lentele, vykdomas imitavimo įeigos duomenų pasirinkimas ir užkrovimas. Pagrindinė vartotojo sąsaja – programinės įrangos *Igrafx* vartotojo sąsajos langas, kuriame vykdomas proceso imitavimas, imitacinio modelio korekcijos, parametrų administravimas. Imitavimo įrankyje *Igrafx* realizuotoje standartinėje sąsajoje su *MS EXCEL*, imitavimo įeigos duomenys susiejami su imitaciniu modeliu. Programinės įrangos *Igrafx* standartinėje sąsajoje su statistinės analizės įrankiu *MINITAB* sugeneruoti imitavimo rezultatai eksportuojami į *MINITAB* programinę aplinką statistinei analizei atlikti.



23 pav. Komponentų diagrama

Proceso imitavimo sistemai įdiegti reikalinga programinė įranga:

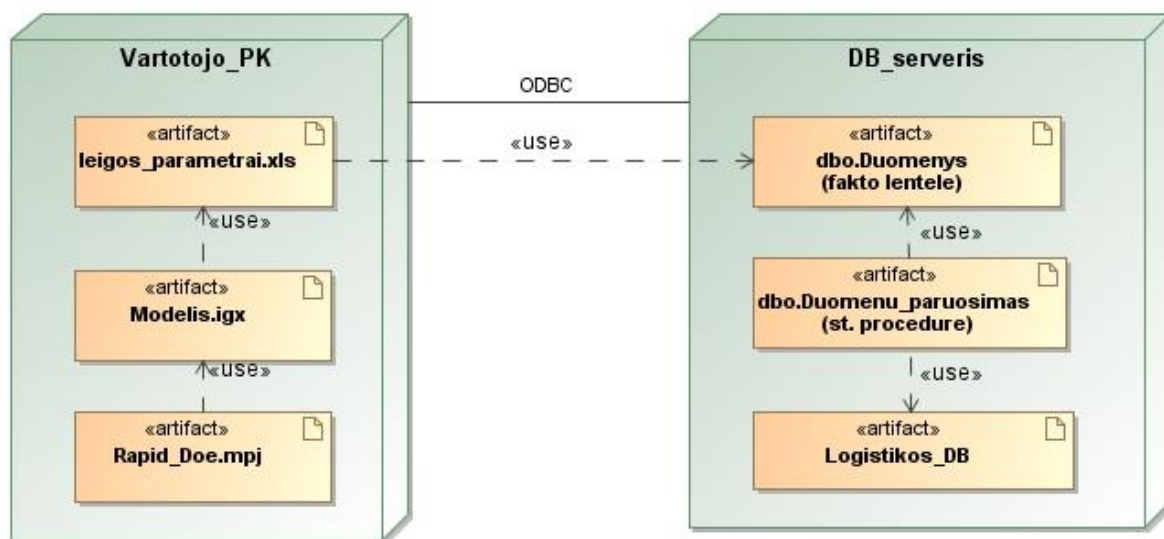
- *Igrafx for six sigma* – procesų modeliavimo programinė įranga įdiegiama klientinėje dalyje (vartotojo kompiuteryje);
- *MINITAB* – statistinės analizės programinė įranga įdiegiama klientinėje dalyje (vartotojo kompiuteryje);
- *MS EXCEL*;
- *Microsoft SQL 2005* ar vėlesnės versijos duomenų bazių serveris.

Sistemos diegimo eiga:

- DB serveryje reikalinga sukonfiguruoti automatiškai startuojančią užduotį *Duomenu_paruosimas*, kuri įvykdytų duomenų surinkimo procedūrą *dbo.Duomenu_paruosimas*. Užduotis turi būti vykdoma kiekvieną naktį.

DB serveryje reikalinga, kiekvienam vartotojui aprašyti *windows authentication* tipo teises duomenų išrinkimui iš lentelės *dbo.Duomenys*.

Procesų imitavimo sistemos diegimo diagrama pateikiama 24 pav.



24 pav. Proceso imitavimo sistemos diegimo diagrama

5 Imitacinio modelio realizavimas. Realizavimo metodika

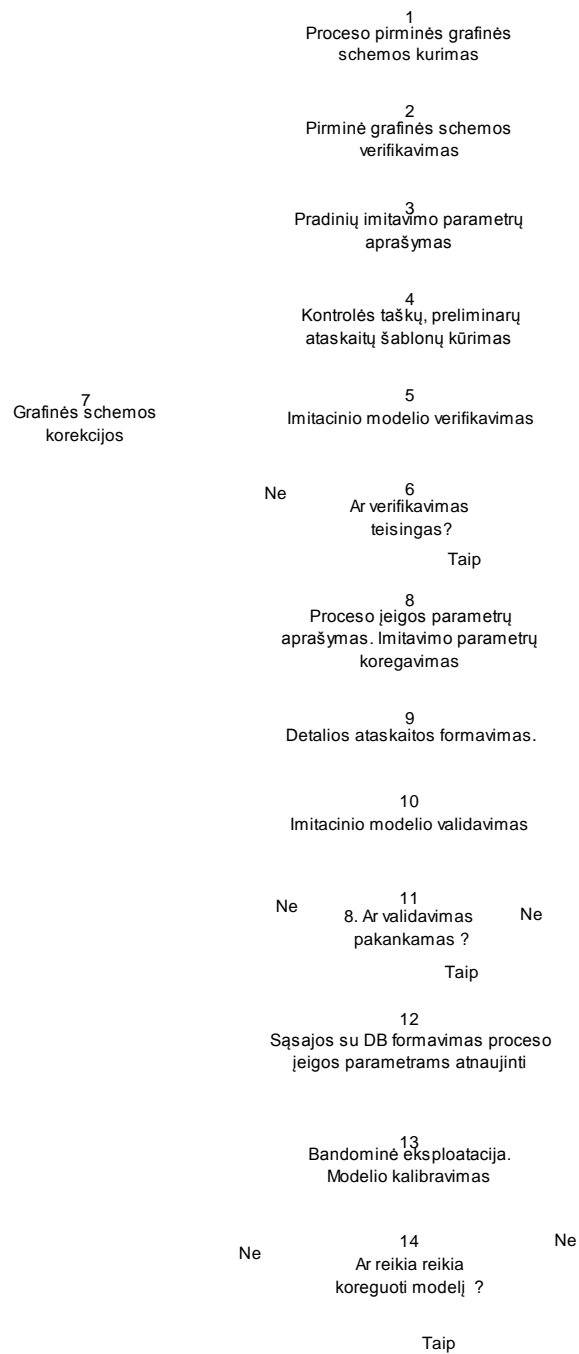
Tiriamajame darbe krovinių priėmimo proceso imitacinis modelis buvo kuriamas taikant 2.10 sk. pateikto Jerry Banks imitacinių modelių kūrimo metodologiją. Pateikta metodologija [1] yra gana abstrakti, nespecializuota veiklos modeliavimo įrankių taikymui. Šiame skyriuje pateikiama detaliai aprašyta imitacinio modelio realizavimo, naudojant veiklai modeliuoti skirtus įrankius, metodika. Kiekvienas realizavimo darbų etapo aprašymas iliustruojamas sukurto imitacinio modelio prototipo pavyzdžiu.

Pagrindinė imitacinio modelio realizavimo eigos idėja yra iteracinis modelio kūrimo procesas t. y. modelis kuriamas keliais etapais pradedant nuo pradinio paprastesnio prototipo ir palaipsniui papildomas naujais elementais, kol pasiekiamas reikiamas sudėtingumo lygis. Kiekviena iteracija baigiama tarpinio testavimo (verifikavimo ar validavimo) etapu, į kurį būtina įtraukti užsakovo atstovą.

Metodikoje atskleidžiama, kokius modelio elementus rekomenduojama realizuoti kiekviename etape.

5.1 Imitacinio modelio realizavimo eigos aprašymas

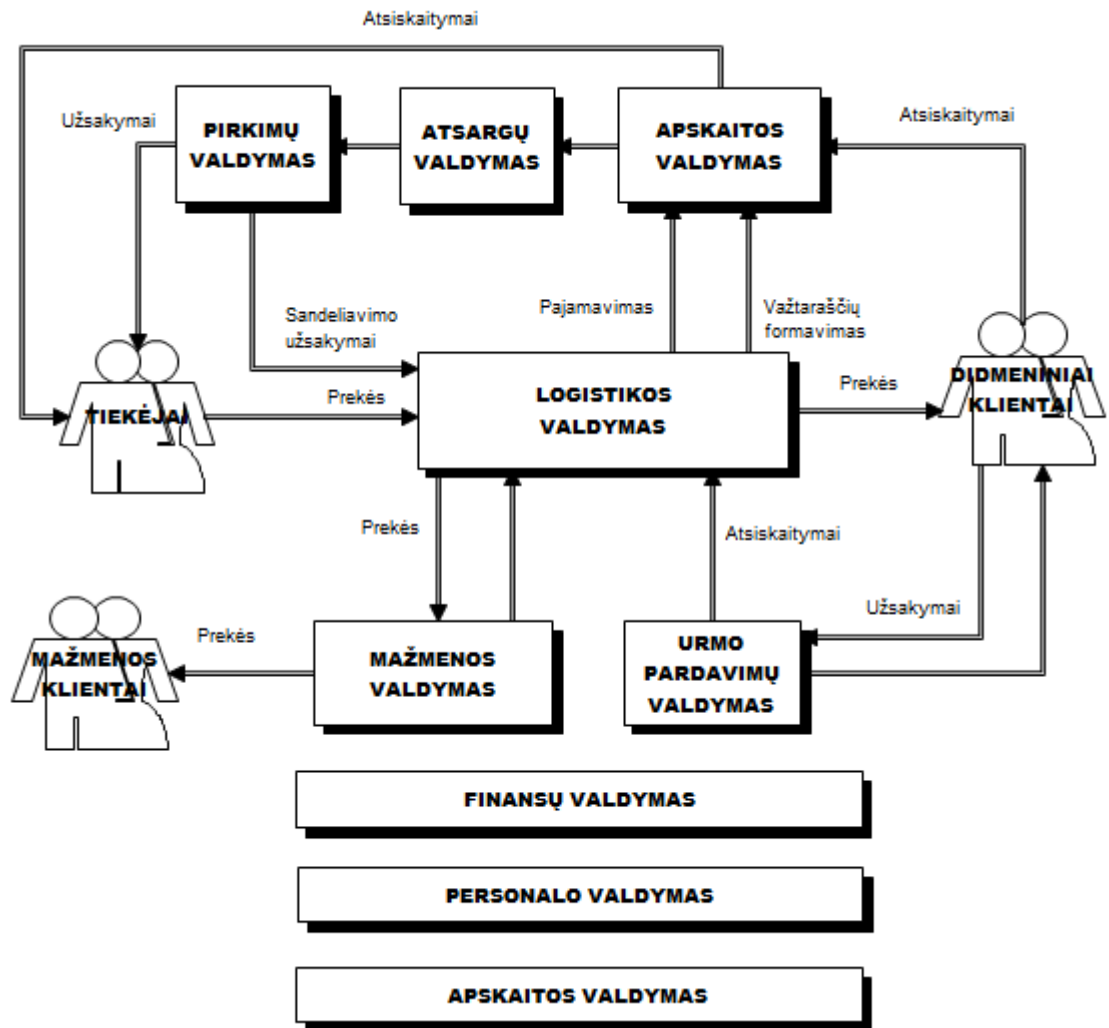
Atlikus imitacinio modelio realizacijos etapą, siūloma šio etapo atlikimo detalizuota schema pateikta 25 pav. Šios schemos veiklų aprašymas pateiktas žemiau esančiuose skyriuose.



25 pav. Imitacinio modelio realizacijos eigos schema

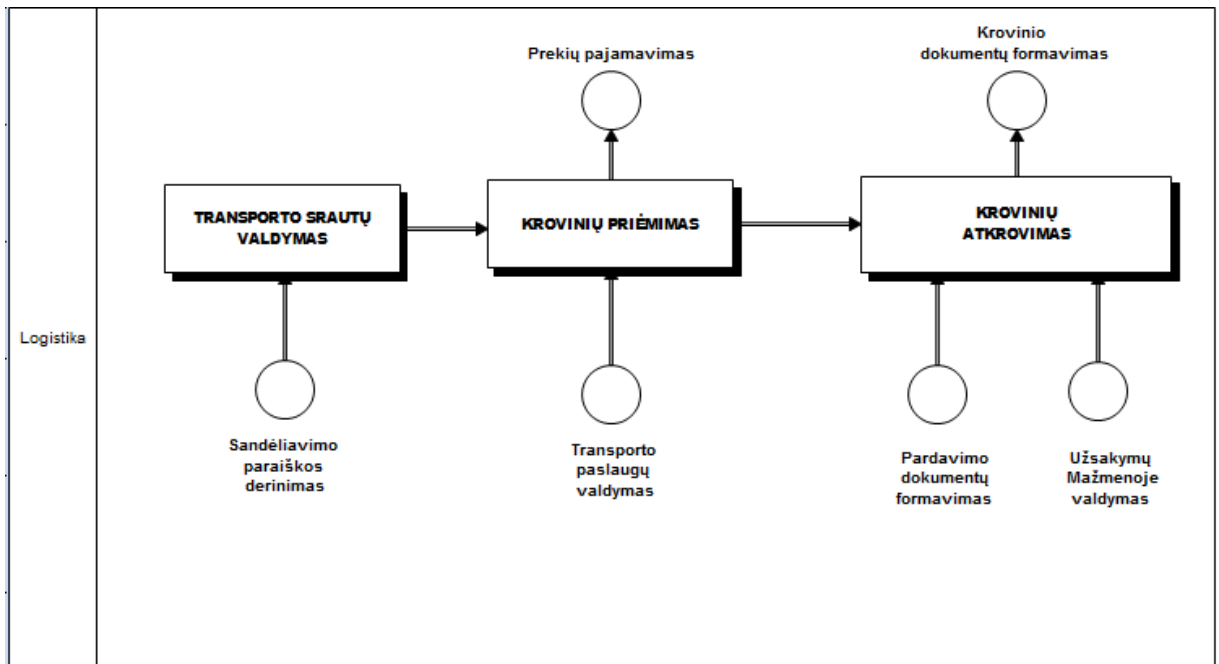
5.2 Įmonės hierarchinio proceso modelio formavimas

Vienas iš tiriamojo darbo uždavinių – imitacinio modelio grafinės dalies atvaizdavimas bendrame įmonės procesų hierarchiniame modelyje. Tuo tikslu buvo sukurtas hierarchinio prekybos įmonės procesų modelio fragmentas įrankio *Igrafx* programinėje aplinkoje. Hierarchinis modelis turi keturis lygmenis. Įmonės aukščiausio lygmens procesų diagrama pateikta 26 pav.



26 pav. Aukščiausio lygmens proceso diagrama.

Logistikos 1 lygmens procesų diagrama pateikiama 27 pav.



27 pav. 1 – ojo lygmens logistikos procesų diagrama

5.3 Imitacinio modelio realizavimas

5.3.1 Grafinės proceso schemos kūrimas

Imitacinio modelio realizavimas pradedamas nuo grafinės proceso schemos sukūrimo, kuri yra imitacinio modelio pagrindas. Detalūs reikalavimai proceso schemai pateikti 3.4 sk. Schemos kūrimui rekomenduojama naudoti *BPMN* notaciją, kuri apima išsamią imitavimui naudojamų elementų aibę. Proceso schema turi atitikti šiuos kriterijus:

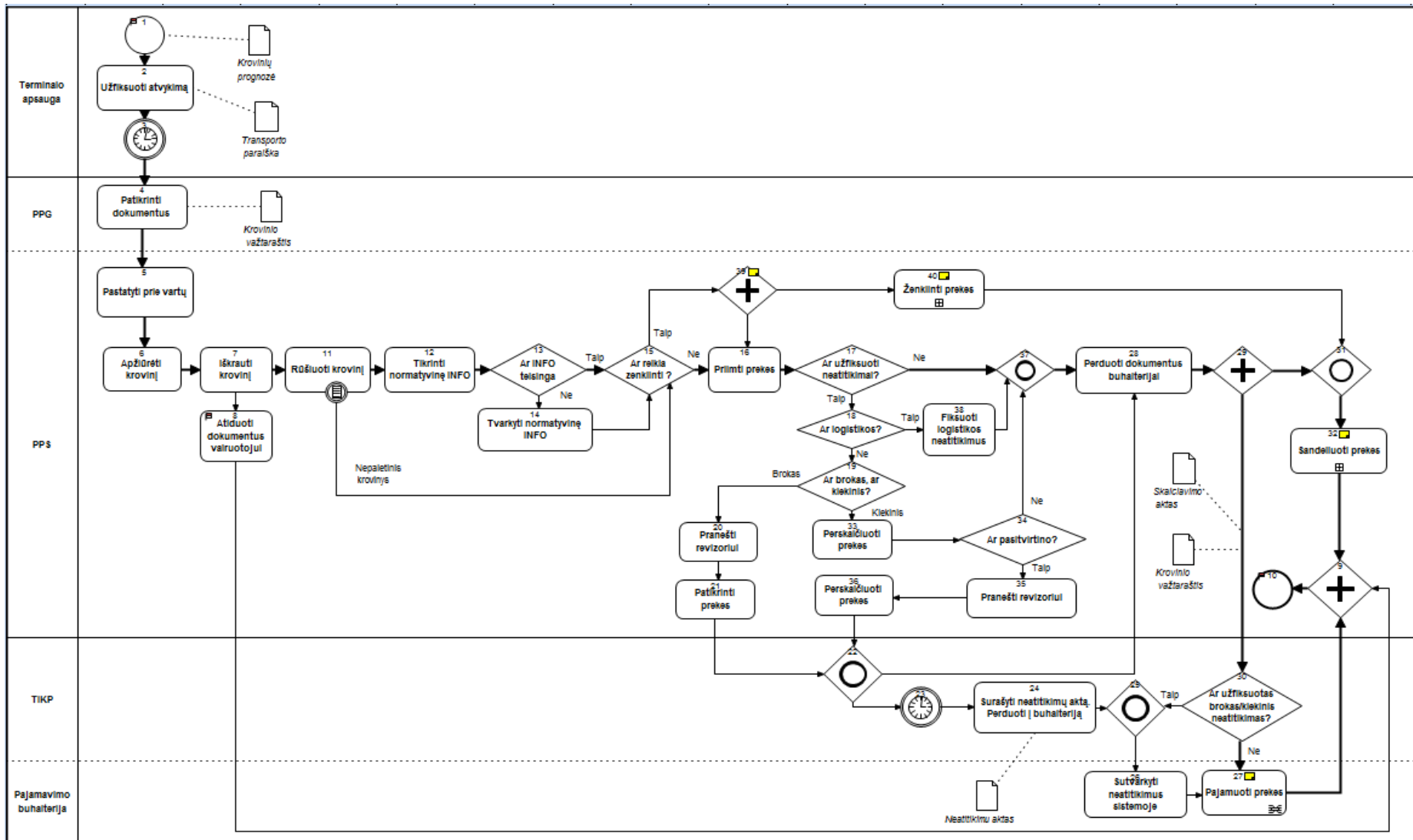
- schema turi pilnai nusakyti imituojamą procesą,
- schema turi būti pakankamai informatyvi,
- schema turi būti lengvai skaitoma, neperkrauta elementais.

Šie kriterijai dažnai prieštarauja vienas kitam, todėl egzistuoja šių kriterijų suderinamumo problema. Rekomenduojama, kuriant pradinį imitacinio modelio prototipą, pirminę proceso schemą naudoti abstraktesnę, nebūtina įtraukti visų nuosekliai vykdomų veiklų, tačiau svarbu įtraukti visus pagrindinius sprendimo taškus. Vėlesniuose imitacinio modelio kūrimo etapuose, schema kaip ir kiti imitacinio modelio elementai gali būti tikslinama, detalizuojama.

Pradinę proceso schemą ir jos aprašą būtina suderinti su dalykinės srities žinovais – proceso ekspertais ir tik po to formuoti imitavimo parametrus.

Pavyzdys. Tiriamajame darbe pasirinktas uždavinys – sukurti krovinių priėmimo proceso imitacinį modelį. Tuo tikslu buvo kuriama krovinių priėmimo proceso, trečiojo lygmens, grafinė schema, pateikiama 28 pav. Krovinių priėmimo proceso du elementai, prekių ženklavimas ir prekių sandėliavimas, detalizuojami ketvirtojo lygmens procesų schemomis (30 ir 31 pav.).

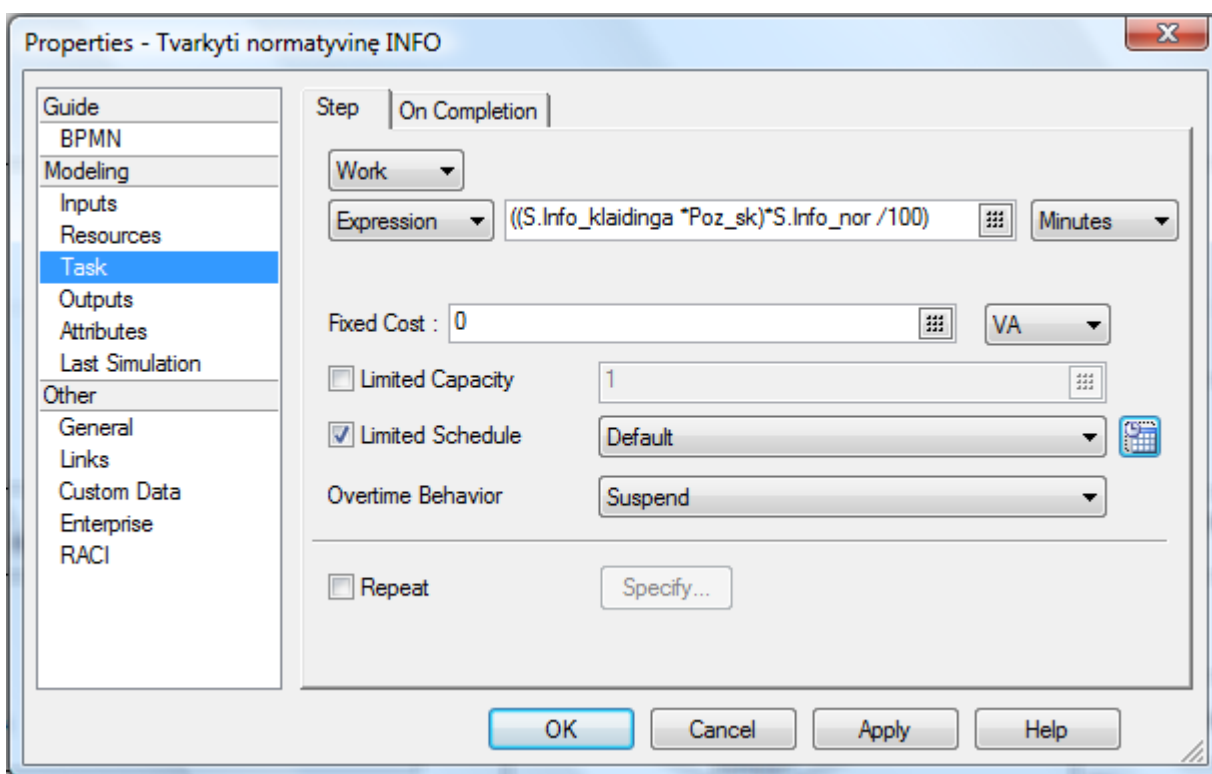
Pastaba.: paveikslėliuose pateiktos galutinės imitavimo modelių proceso schemų versijos.



28 pav. Prekių priėmimo proceso imitacinio modelio schema

5.3.2 Pradinis imitavimo parametų aprašymas

Sukūrus proceso schema kiekvienam elementui (proceso žingsniui) yra aprašomi imitavimo parametrai, veiklos taisyklės, aprašomas pradinis imitavimo scenarijus, identifikuojamos dinaminės esybės ir jų pagrindiniai atributai. Proceso schemas elemento imitavimo parametų aprašymo formos pavyzdys pateikiamas 29 pav.



29 pav. Proceso schemas elemento imitavimo parametų aprašymo forma.

Pagrindinė idėja formuojant pradinį imitacinio modelio prototipą yra ta, kad pagrindinis dėmesys skiriamas tik svarbiausiems imitavimo parametrams, kurie apibrėžia modelio elgseną sprendimo taškuose. Tokiu būdu, kuriant pradinį modelio prototipą, tikslinga aprašyti:

- proceso schemas pasirinkimo (šakojimo) elementus – sprendimo taškus, nuo kurių priklauso visa imitacinio modelio elgsena;
- imituojamos sistemos išteklių tipus: materialieji (žmonės) ir nematerialieji (įrengimai, darbo vieta ir pan.). Šiame etape nėra būtina aprašyti tokius išteklių parametrus kaip valandinį įkainį, panaudojamumo parametą ir pan. Aprašius išeklių tipus, jie priskiriami proceso žingsniams. Galimi priskyrimo tipai: vienam proceso žingsniui arba proceso žingsnių sekai.

Kiti imitavimo parametrai aprašomi sekančiai:

- proceso žingsnių trukmės aprašomos pastoviomis apytikslėmis reikšmėmis, ar standartiniais įrankyje pateiktais pasiskirstymo dėsniais,
- formuojami tranzakcijų atributai, priskiriant jiems reikšmes pagal laisvai pasirinktus pasiskirstymo dėsnius (Pvz. 30% krovinių yra paletiniai, 70% krovinių – nepaletiniai),
- įvykių generatoriaus parametrai formuojami be sąsajos su išoriniais duomenimis,
- aprašomi pagrindiniai sistemos būsenos kintamieji ir funkcijos, įtakojančios modelio elgseną,
- laisvai pasirenkami standartiniai imituojamos sistemos kalendoriaus darbo valandų nustatymai.

Pastaba: jei proceso įeigos parametrų rinkinys yra pakankamai aiškus, jau šiame etape galima formuoti modelio sąsają su išoriniais duomenimis.

Pavyzdys. Krovinių priėmimo proceso imitacinio modelio grafinės dalies elementų (proceso žingsnių) aprašymas pateiktas 5.3.2 lentelėje.

Pastaba: lentelėje pateikti proceso žingsnių trukmių skaičiavimo algoritmai yra detalūs ir naudojami papildant imitacinio modelio prototipą vėlesnėje kūrimo stadijoje.

5.3.2 lentelė. Prekių priėmimo proceso schemos aprašymas

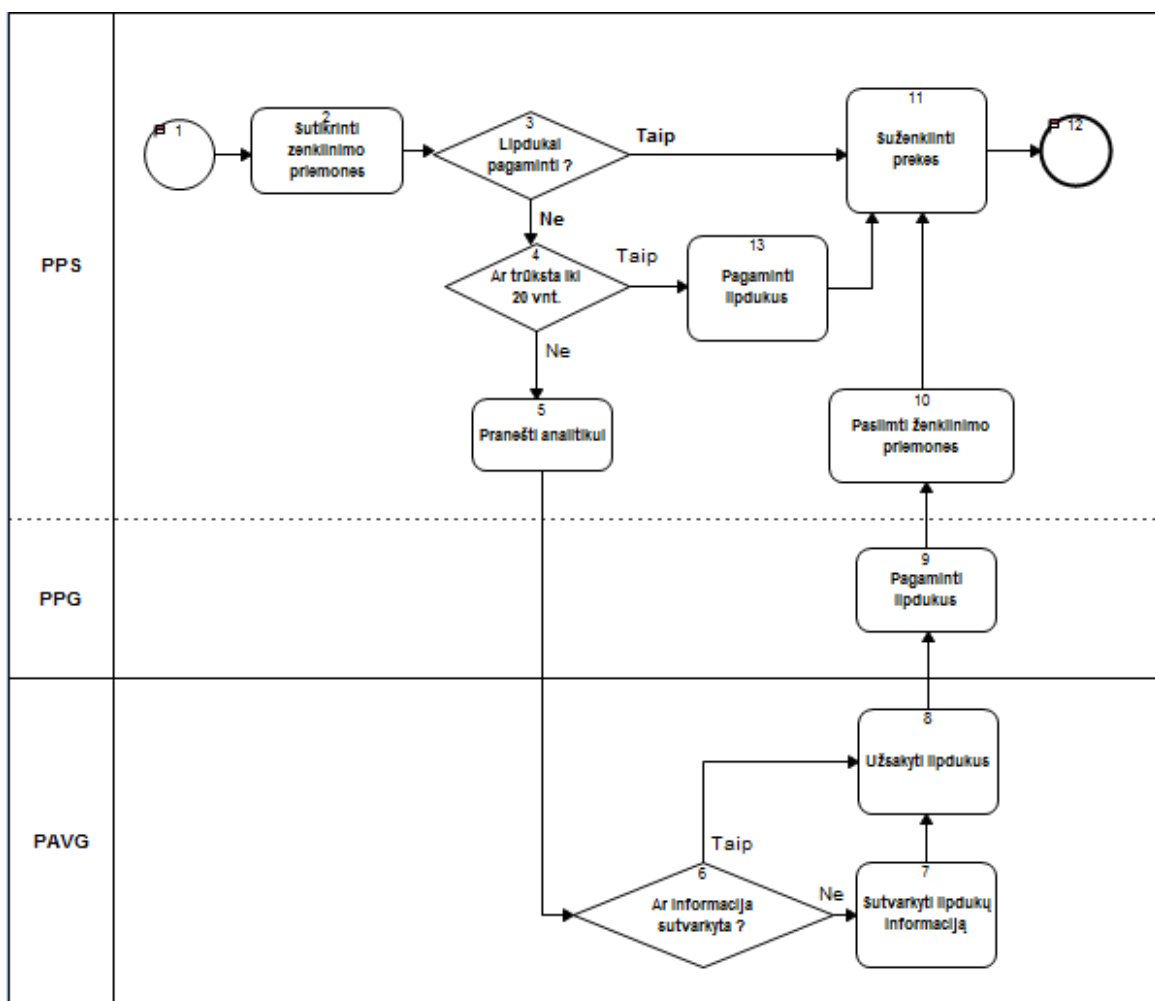
Nr	Proceso žingsnio pavadinimas	Proceso žingsnio aprašymas	Proceso žingsnio imitavimo logikos, parametrų aprašymas	Išteklių aprašymas
1.		Proceso pradžia	Aprašymas pateiktas 5.2.2 sk.	
2.	Užfiksuoti atvykimą	Fiksuojamas transporto pr. atvykimo laikas .	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis	<u>Apsaugos darbuotojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
3.		Transporto važiavimas terminalo teritorijoje	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	
4.	Patikrinti dokumentus	Patikrinami krovinio dokumentai.	Žingsnio trukmė: Aprašoma formule sugeneruota taikant „Fit data“ metodą.	<u>PPG vadybininkas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
5.	Pastatyti prie vartų	Transporto priemonė pastatoma prie iškrovimo vartų	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Vartai</u> (Priklausomai nuo iškrovimo tipo rezervuojama galinio arba šoninio krovimo vartai); Panaudojimo tipas: proceso žingsnių grandinei <u>Aikštelė</u> (Priklausomai nuo iškrovimo tipo rezervuojama galinio arba šoninio krovimo aikštelės); Įtraukimo sąlyga: pr. žingsnių grandinei Kiekis priklauso nuo krovinio tūrio.
6.	Apžiūrėti krovinį	Apžiūrimas kroviny transporto priemonėje. Organizuojami iškrovimo darbai	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis	<u>PPS vadybininkas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
7.	Iškrauti krovinį	Iškraunamas kroviny	Žingsnio trukmė: apskaičiuojama; Iškrovimo normatyvas*krovinio tūris Iškrovimo normatyvas priklauso nuo krovinio tipo.	<u>Krovėjas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsnių grandinei Paletinio krovinio transportavimo technika (Jei krovinio tipas paletinis) Įtraukimo sąlyga: pr. žingsniui; Nepaletinio krovinio transportavimo technika. (Jei

				krovinio tipas nepaletinis) Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
8.	Atiduoti dokumentus vairuotojui	Atiduodami dokumentai vairuotojui, atlaisvinami vartai	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis	<u>Vartai</u> ; Panaudojimo tipas : atlaisvinimas
9.		Lygiagrečių žingsnių vykdymas		
10.		Proceso pabaiga		
11.	Rūšiuoti krovinį	Rūšiuojamas kroviny, pagal sandėliavimo reikalavimus.	Žingsnio trukmė: apskaičiuojama; Rūšiavimo normatyvas tūriui*krovinio tūris + Rūšiavimo normatyvas pozicijai*pozicijų sk. Visi trukmei apskaičiuoti reikalingi duomenys saugomi išoriniame duomenų šaltinyje.	<u>Krovėjas</u> ; Panaudojimo tipas : atlaisvinimas
12.	Tikrinti normatyvinę INFO	Tikrinama ar prekės atitinka IS –oje aprašytą normatyvinę informaciją.	Žingsnio trukmė: apskaičiuojama; Tikrinimo normatyvas*pozicijų skaičius	<u>Priėmėjas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsnių grandinei
13.	Ar INFO teisinga?		Statistinis rodiklis – neteisingos normatyvinės informacijos užfiksavimo dažnis. Parametro reikšmė administruojama modelyje.	
14.	Tvarkyti normatyvinę INFO ?	Prekių normatyvinė informacija koreguojama IS	Žingsnio trukmė: apskaičiuojama: Pozicijų sk. * normatyvinės info tvarkymo normatyvas. Normatyvo parametro reikšmė administruojamas modelyje.	<u>Kokybės vadybininkas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
15.	Ar reikia ženklinti?		Tikėtumas apskaičiuojamas: a) Jei ženklinimas planuotas – 100%. Reikalingų lipdukų ir instrukcijų skaičius apskaičiuojamas išoriniame duomenų šaltinyje.	

			b) Arba statistinis rodiklis – ženklavimo neatitikimų dažnis. Parametro reikšmė administruojama modelyje.	
16.	Priimti prekes	Prekės skaičiuojamos, tikrinamos, fiksuojamos IS – oje.	Žingsnio trukmė: apskaičiuojama; Skaičiavimo normatyvas tūriui*krovinio tūris + Skaičiavimo normatyvas pozicijai*pozicijų sk. Visi trukmei apskaičiuoti reikalingi duomenys saugomi išoriniame duomenų šaltinyje.	
17.	Ar užfiksuoti neatitikimai?		Tikėtumas : Statistinis rodiklis – neatitikimų dažnis. Reikšmė apskaičiuojama išoriniame duomenų šaltinyje.	
18.	Ar logistikos?		Tikėtumas : Statistinis rodiklis – logistikos pažeidimų dažnis. Reikšmė apskaičiuojama išoriniame duomenų šaltinyje	
19.	Koks neatitikimų tipas?		Tikėtumas : Statistinis rodiklis – broko pažeidimų dažnis. Reikšmė apskaičiuojama išoriniame duomenų šaltinyje.	
20.	Pranešti revizoriui	Informuojamas revizorius apie užfiksuotą broką.	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	
21.	Patikrinti prekes	Patikrinamos prekės	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis.	<u>Revizorius:</u> Panaudojimo tipas: proceso žingsnių grandinei
22.		Lygiagrečių žingsnių vykdymas.		

23.		Prekių patikrinimo pabaigos įvykis.		
24.	Surašyti neatitikimų aktą. Perduoti į buhalteriją		Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis.	<u>Revizorius</u> Panaudojimo tipas : atlaisvinimas
25.			Sekantys proceso žingsniai bus vykdomi, kai gauti krovinio dokumentai ir neatitikimo aktai.	
26.	Sutvarkyti neatitikimus sistemoje	Sutvarko neatitikimus IS – oje.	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis.	<u>Buhalteris;</u> Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
27.	Pajamuoti prekes	Pajamuoja prekes, sutvarko dokumentus.	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis.	<u>Buhalteris;</u> Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
28.	Perduoti dokumentus buhalterijai	Perduoda skaičiavimo aktus	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Priėmėjas;</u> Panaudojimo tipas : atlaisvinimas
29.		Lygiagrečių žingsnių vykdymas		
30.	Ar užfiksuotas brokas/kiekinis neatitikimas?			
31.			Sekantys proceso žingsniai bus vykdomi, kai baigtas prekių skaičiavimas ir ženklinimas.	
32.	Sandeliuoti prekes	Prekių sandeliavimo procesas. Aprašymas pateiktas lentelėje		
33.	Perskaičiuoti prekes	Perskaičiuojamos prekės.	Apskaičiuojama: (Skaičiavimo normatyvas tūriui*krovinio tūris + Skaičiavimo normatyvas pozicijai*pozicijų sk.)*perskaičiavimo koeficientas. Visi trukmei apskaičiuoti reikalingi duomenys saugomi	<u>Priėmėjas;</u>

			išoriniame duomenų šaltinyje. Perskaičiavimo koeficiento reikšmė administruojama modelyje.	
34.	Ar pasitvirtino?		Tikėtinumai : Statistinis rodiklis – neatitikimo pasitvirtinimo dažnis	
35.	Pranešti revizoriui	Informuojamas revizorius apie užfiksuotą broką.	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Priėmėjas;</u>
36.	Perskaičiuoti prekes	Perskaičiuojamos prekės	Apskaičiuojama: (Skaičiavimo normatyvas tūriui*krovinio tūris + Skaičiavimo normatyvas pozicijai*pozicijų sk.)*perskaičiavimo koeficientas. Visi trukmei apskaičiuoti reikalingi duomenys saugomi išoriniame duomenų šaltinyje. Perskaičiavimo koeficiento reikšmė administruojama modelyje.	<u>Revizorius;</u> Panaudojimo tipas: proceso žingsnių grandinei
37.				
38.	Fiksuoti logistikos neatitikimus	Informacinėje sistemoje fiksuojami logistikos pažeidimai, atliekami papildomi tvarkymo darbai.	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>PPS vadybininkas;</u> Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
38.		Lygiagrečių žingsnių vykdymas		
39.	Ženklini prekes	Prekių ženklavimo procesas. Aprašymas pateiktas 5.3.4 lentelėje.		



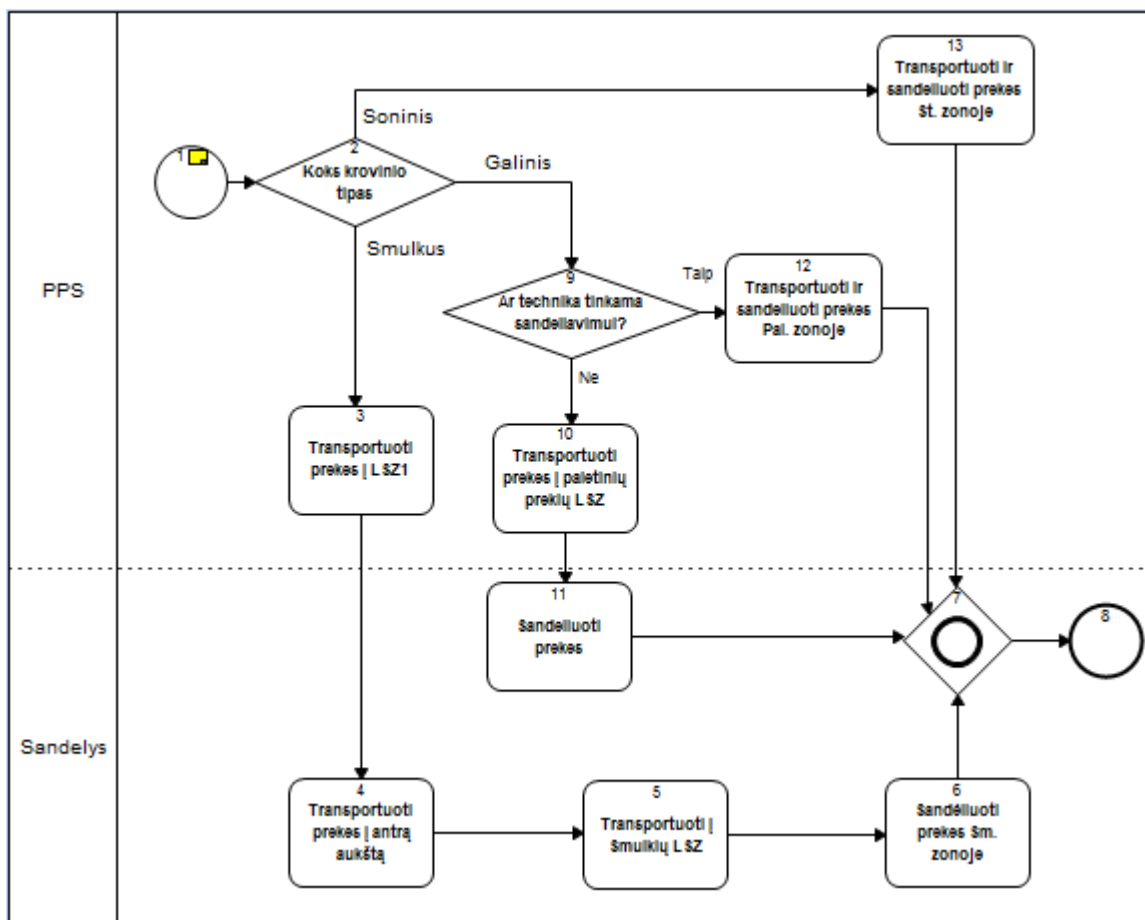
30 pav. Prekių ženklavimo proceso imitacinis modelio schema

Prekių ženklavimo proceso imitacinio modelio grafinės dalies elementų (proceso žingsnių) aprašymas pateikiamas 5.3.3 lentelėje.

5.3.3 lentelė. Ženklinio proceso aprašymas

Nr	Proceso žingsnio pavadinimas	Proceso žingsnio aprašymas	Proceso žingsnio imitavimo logikos, parametrų aprašymas	Išteklų aprašymas
1.		Ženklinio proceso pradžia	Aprašymas pateiktas 5.2.2 sk.	
2.	Sutikrinti ženklinio priemonės	Patikrinamo turimos ženklinio priemonės	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Ženklintojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsnių grandinei;
3.	Ar visi lipdukai pagaminti ?	Transporto važiavimas terminalo teritorijoje	Tikėtumas : Statistinis rodiklis – visų paruoštų lipdukų kiekio dažnis. Parametro reikšmė administruojama modelyje.	
4.	Ar truksta iki 20 vnt.		Tikėtumas : Statistinis rodiklis – trūkstamo iki 20 vnt. Lipdukų kiekio dažnis. Parametro reikšmė administruojama modelyje.	
5.	Pranešti analitikui	Informuojamas PAVG vadybininkas apie nesutvarkytą ženklinio priemonių informaciją.	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>PPS vadybininkas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui; <u>Ženklintojas</u> ; Panaudojimo tipas : atlaisvinimas
6.	Ar infomacija sutvarkyta ?		Nesutvarkytos ženklinio priemonių informacijos IS dažnis. Parametro reikšmė administruojama modelyje.	<u>PPS vadybininkas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
7.	Sutvarkyti lipdukų informaciją.	Įvedama reikalinga ženklinio priemonių informacija	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis.	<u>PAVG vadybininkas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
8.	Užsakyti lipdukus	Užsakomos pagaminti ženklinio priemonės: (lipdukai, instrukcijos).	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis.	<u>Vartai</u> ; Panaudojimo tipas : atlaisvinimas.
9.	Pagaminti lipdukus	Pagamina ženklinio priemonės	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis.	<u>Tech darbuotojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
10.	Pasiimti lipdukus	Pasiima ženklinio priemonės	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Ženklintojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;

11.	Ženklininti prekes	Suženklinina prekes	Žingsnio trukmė: Ženklavimo normatyvas*lipdukų skaičius +instrukcijų normatyvas*instrukcijų skaičius. Visi trukmei apskaičiuoti reikalingi duomenys saugomi išoriniame duomenų šaltinyje.	<u>Ženklinintojas:</u> Panaudojimo tipas : atlaisvinimas.
13.	Pagaminti lipdukus	Pagamina lipdukus	Žingsnio trukmė: „Nuo – iki“ minutėmis.	<u>Krovėjas:</u> Panaudojimo tipas : atlaisvinimas.



31 pav. Prekių sandėliavimo proceso imitacinis modelio schema.

Prekių sandėliavimo proceso imitacinio modelio grafinės dalies elementų (proceso žingsnių) aprašymas pateiktas 5.3.4 lentelėje.

5.3.4 lentelė. Sandėliavimo proceso aprašymas

Nr	Proceso žingsnio pavadinimas	Proceso žingsnio aprašymas	Proceso žingsnio imitavimo logikos, parametrų aprašymas	Išteklių aprašymas
1.		Proceso pradžia	Krovinsys skaidomas į padėklus. Ant vienos paletės – tik viena pozicija. Paletės vidutinis tūris – 0,5 vnt.. Tolimesniuose sandėliavimo žingsniuose bus imituojamas darbo su paletėmis procesas.	
2.	Koks krovinio tipas?	Galimas krovinio tipas: Smukus, Paletins, Stambiagabaritis.		
3.	Transportuoti prekes į LSZ1	Transportuoja prekes į laikinąją saugojimo zoną 1	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Transportuotojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui; <u>Transportavimo moto</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
4.	Transportuoti prekes į antrą aukštą	Transportuoja prekes liftu į antrą aukštą	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Transportuotojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui; <u>Transportavimo moto</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui; <u>Liftas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
5.	Transportuoti į Smulkių LSZ	Transportuoja prekes į smulkių prekių laikinąją saugojimo zoną 2	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Transportuotojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui; <u>Transportavimo moto</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
6.	Sandėliuoti prekes sm. Zonoje	Sandėliuoja prekes smulkių prekių zonoje	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Atrinkejas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
7.			Sekantys žingsniai bus vykdomi, kai bus	

			susandeliuotos visos krovinį sudarančios paletės.	
8.		Sandeliavimo proceso pabaiga		
9.	Ar technika tinkama sandeliavimui?		Tikėtumas : Statistinis rodiklis – pirmo aukšto lokacijų apkrautumo koeficientas.	
10.	Transportuoti prekes į paletinių prekių LSZ	Transportuoja prekes į paletinių prekių laikinąją saugojimo zoną	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Transportuotojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui; <u>Transportavimo moto</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
11.	Sandeliuoti prekes	Sandeliuoja prekes sandeliavimo lokacijose		<u>Operatorius</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui; <u>Sandeliavimo bokstas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
12.	Transportuoti ir sandeliuoti prekes Pal. Zonoje	Transportuoja ir sandeliuoja prekes paletinių prekių zonoje atrinkimo lokacijose.	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Transportuotojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui; <u>Transportavimo moto</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;
13.	Transportuoti ir sandeliuoti prekes St. zonoje	Transportuoja ir sandeliuoja prekes paletinių prekių zonoje stambiagabaritinių prekių zonoje.	Žingsnio trukmė: „Pastovi“ minutėmis	<u>Transportuotojas</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui; <u>Stamb transporteris</u> ; Panaudojimo tipas: proceso žingsniui;

5.3.3 Krovinių priėmimo proceso kontrolės taškų formavimas

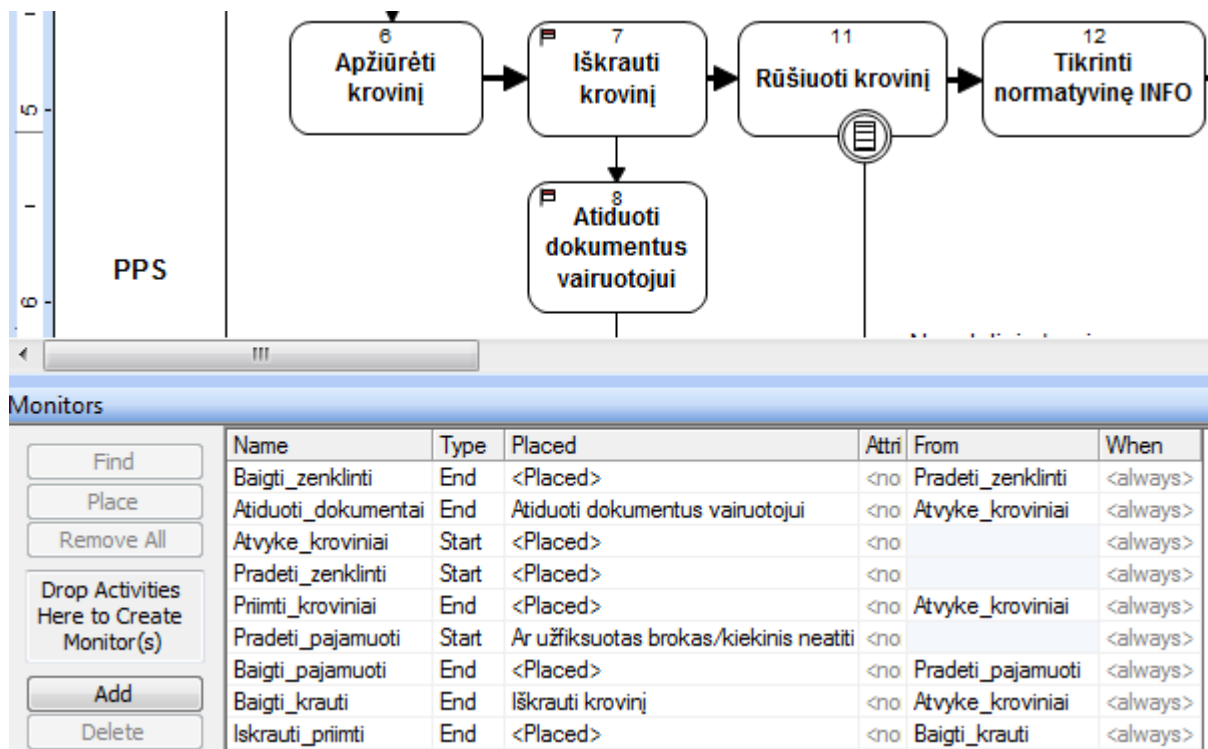
Norint įvertinti procesą reikia apibrėžti efektyvumo kriterijus. Daugelyje atvejų – tai proceso trukmė tarp susijusių proceso žingsnių. Tas pats procesas gali būti matuojamas skirtingose kontrolės taškuose. Proceso kontrolės taškai turi būti apibrėžiami imitacinio modelio reikalavimuose. Jie atspindi imituojamos sistemos ribas ir keliamus imitaciniam modeliui uždavinius.

Pavyzdys. Krovinių priėmimo procese suformuotų kontrolės taškų aprašymas pateikiamas 5.3.3 lentelėje.

5.3.3 lentelė Krovinių priėmimo proceso kontrolės taškai

Nr.	Proceso matavimo pradžios taškas	Proceso matavimo pabaigos taškas	Tikslas
1.	Prekių priėmimo proceso pradžia. (28 pav. schemos 1el. kontrolės taškas – atvyke_kroviniai)	Prekių priėmimo proceso pabaiga. (28 pav. schemos 10 el. kontrolės taškas – priimti_kroviniai)	Įvertinti viso krovinių priėmimo proceso trukmę
2.	Prekių priėmimo proceso pradžia. (28 pav. schemos 1el. kontrolės taškas – atvyke_kroviniai)	Dokumentų atidavimas vairuotojui. (28 pav. schemos 8 el. kontrolės taškas – atiduoti_dokumentai)	Įvertinti vėžėjų aptarnavimo laiko trukmę
3.	Prekių ženklavimo proceso pradžia. (28 pav. schemos 1el. kontrolės taškas – pradeti_zenklinti)	Prekių ženklavimo proceso pabaiga. (29 pav. schemos 12el. kontrolės taškas – baigti_zenklinti)	Įvertinti ženklavimo proceso trukmę
4.	Prekių pajamavimo pradžia (28 pav. schemos 30 el. kontrolės taškas – pradeti_pajamuoti)	Prekių pajamavimo pabaiga (28 pav. schemos 41 el. kontrolės taškas – baigti_pajamuoti)	Įvertinti pajamavimo laiko trukmę
5.	Prekių iškrovimo pabaiga (28 pav. schemos 30 el. kontrolės taškas – baigti_krauti)	Prekių sandėliavimo proceso pabaiga. (30 pav. schemos 8 el. kontrolės taškas – iskrauti_priimti)	Įvertinti trukmę nuo prekių iškrovimo iki paskutinės prekės padėjimo į saugojimo vietą.
6.	Prekių priėmimo proceso pradžia. (28 pav. schemos 1el. kontrolės taškas – atvyke_kroviniai)	Prekių iškrovimo pabaiga (28 pav. schemos 30 el. kontrolės taškas – baigti_krauti)	Įvertinti trukmę nuo transporto atvykimo iki prekių iškrovimo.

32 pav. pateikiamas proceso schemos fragmentas su suformuotais kontrolės taškais: prekių baigta_krauti ir atiduoti dokumentai.



32 pav. Proceso kontrolės taškų formavimas proceso schemeje

5.3.4 Krovinių priėmimo proceso imitavimo rezultatų ataskaitos

Proceso imitavimo rezultatams įvertinti, sukuriamos ataskaitos. Kuriant modelio prototipą, naudotis standartinėmis *Igrafx* ataskaitų modulio ataskaitomis nėra labai patogu, nes juose yra daug informacijos, kuri sunkiai skaitoma. *Igrafx* įrankyje yra realizuotas ataskaitų šablonų kūrimo modulis, kuris suteikia galimybę susikurti lengvai skaitomas ataskaitas, įtraukiant reikiamus imitacinio modelio rezultatų rodiklius:

- imitavimo metu pradėtų ir užbaigtų vykdyti dinaminių esybių tranzakcijų skaičius visose proceso kontrolės taškų intervaluose,
- tranzakcijų vykdymo ir laukimo trukmės,
- įvykdytos tranzakcijos kaina,
- išteklių panaudojimo rodikliai,
- kt. pagal poreikį pasirenkami rodikliai.

Pavyzdys. Krovinių priėmimo proceso laiko rodiklių lentelės pateikiamos 33 pav. materialių ir nematerialių išteklių panaudojamumo grafinės ataskaitos pateikiamos 34 pav.

Atvykusių krovinių sk.

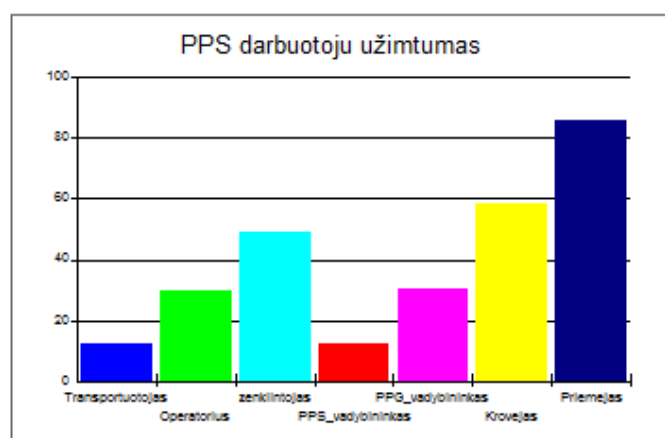
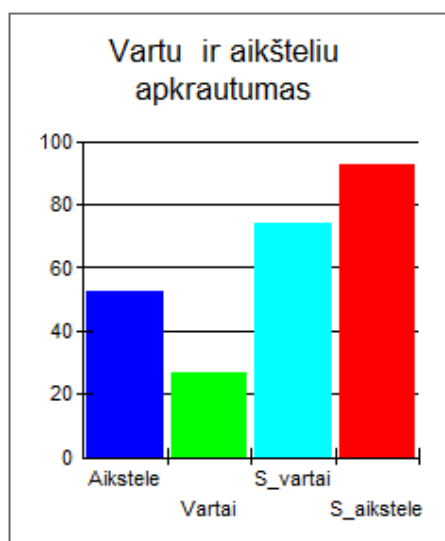
Atvyke_kroviniai	58
Priimti_kroviniai	52
Pradeti_zenklinti	15
Baigti_zenklinti	15

Priemimo rodikliai (Hours)

	Count	Avg Cycle	Avg Work	Avg Wait
Priimti_kroviniai	52	5.98	4.39	1.59

Aptarnauti vėžėjai (Hours)

	Count	Avg Cycle	Avg Work	Avg Wait
Atiduoti_dokumentai	58	2.28	1.20	1.09

33 pav. Krovinių priėmimo proceso laiko rodiklių lentelės**34 pav.** Išteklių panaudojamos grafikai

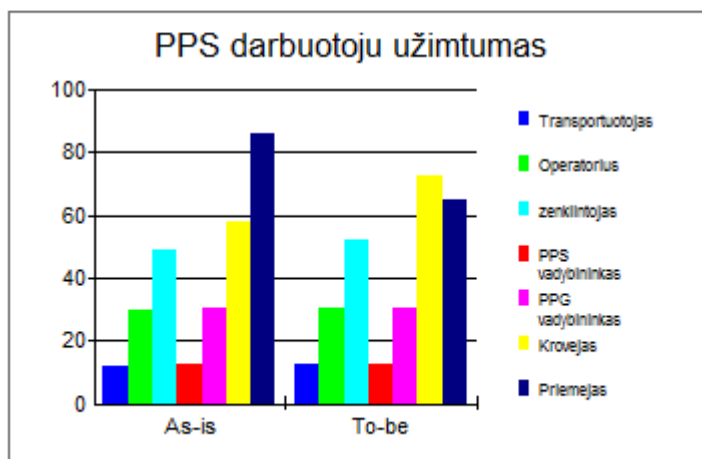
Imitavimo rezultatams analizuoti įrankyje siūlomi metodai:

- *what – if* analizės metodas. Sugeneruoti imitavimo rezultatai analizuojami *Igrafx* programinėje aplinkoje,
- greito eksperimento metodas (*RapiDOE*). Sugeneruoti imitavimo rezultatai eksportuojami į statistinės analizės įrankio *MINITAB* programinę aplinką.

Pavyzdyje pateiktos ataskaitos gali būti interpretuojamos sekančiai: norint tarkim padidinti priimtų krovinių skaičių, reikia mažinti prastovos laiką (kriterijus: „AvgWait“). Prastovos laiką galima mažinti, didinant labiausiai apkraunamų darbo išteklių kiekį, tuo pačiu mažinant mažiausiai apkraunamų išteklių kiekį, siekiant subalansuoti darbo išteklių sąnaudas. Tokiam eksperimentui atlikti patogu naudoti *What-if* analizės metodą, kurio principas pateikiamas iliustruotu pavyzdžiu:

35 pav. matyti, kad priėmėjų apkrautumas gerokai viršija krovėjų apkrautumą. Imitaciniame modelyje priėmėjų skaičius padidinamas nuo 5 iki 7, ir krovėjų skaičius sumažinamas nuo 10 iki 8. Sugeneruotose imitavimo rezultatuose pateiktuose 35 pav. matyti, kad perskirsčius darbuotojų pareigybių skaičių (nedidinant bendro darbuotojų skaičiaus), krovinių aptarnavimo našumas padidėjo: priimtų krovinių skaičius nuo 52 iki 55, vidutinė bendra priėmimo laiko trukmė (*Avg Cycle*) sutrumpėjo nuo 5,98 val. iki 5,46 val., vidutinė prastovos laiko trukmė (*Avg Wait*) sutrumpėjo nuo 1,59 val. iki 0,98 val., darbuotojų apkrautumas tapo beveik lygus.

Atvykusių krovinių sk.			Priimti kroviniai		
	As-is	To-be		As-is	To-be
Atvyke_kroviniai	58	58	Count	52	55
Priimti_kroviniai	52	55	Avg Cycle	5.98	5.46
Pradeti_zenklinti	15	16	Avg Work	4.39	4.47
Baigti_zenklinti	15	16	Avg Wait	1.59	0.98

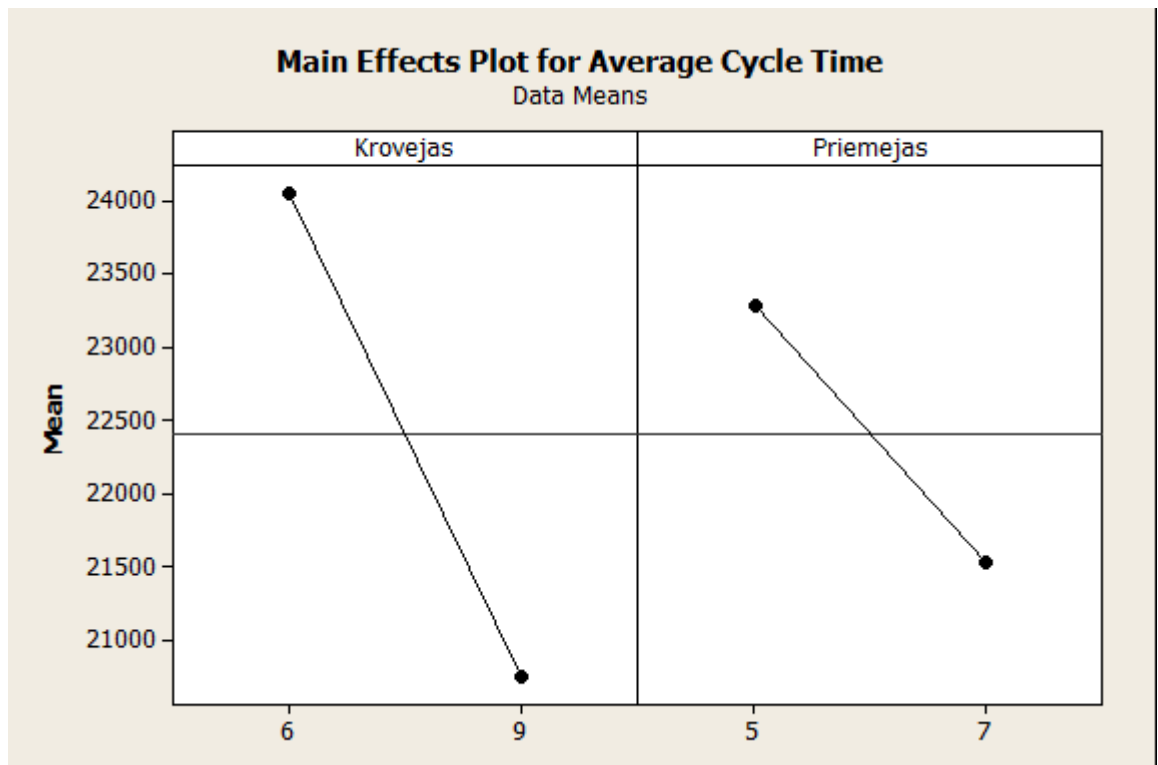


35 pav. *What – if* analizės pavyzdys

Žemiau pateikiamas greito eksperimento (*RapiDoe*) analizės principas.

Tarkime reikia nustatyti kurio iš išteklių, priėmėjų ar krovėjų, kiekio pasikeitimas labiausiai įtakoja krovinių priėmimo proceso trukmę. Eksperimentui pasirinkta, kad esamas priėmėjų skaičius 5, o krovėjų 7 vnt., numatoma didinti arba priėmėjų arba krovėjų sk. 2 vnt. Atlikus greito eksperimento imitavimo scenarijų, sugeneruojami 4 skirtingi imitavimo scenarijaus rezultatai, kiekvienam galimam išteklių kiekio pasikeitimo variantui (5 priėmėjai ir 9 krovėjai, 7 priėmėjai ir 9 krovėjai, 5 priėmėjai ir 9 krovėjai, 5 priėmėjai ir 7 krovėjai). Viso gaunama 16 skirtingų imitavimo rezultatų, kurių metu matuojama proceso trukmė. Gauti duomenys eksportuojami į *MINITAB* programinę aplinką, kur, pritaikius statistinės analizės

metodą *Factorial main plots effects*, sugeneruojamas palyginimo grafikas pateikiamas 36 pav. Sugeneruotą palyginimo grafiką galima interpretuoti taip: kovėjų išteklių pokytis labiau įtakoja proceso trukmę nei toks pats priėmėjų pokytis.



36 pav. Statistinės analizės pavyzdys

5.3.5 Imitacinio modelio pradinio prototipo verifikavimas

Proceso schema ir aukščiau pateiktų imitacinio modelio esybių aprašymai sudaro pirminį imitacinio modelio prototipą, kuris testuojamas įsitikinant, kad nėra vykdymo klaidų. Imitacinio modelio testavimą rekomenduotina atlikti keliais būdais:

- Testavimas naudojant 1-3 tranzakcijas. Testuojant šiuo metodu:
 - įvykių generatorius sukonfiguruojamas sužadinti ne daugiau kaip 3 tranzakcijas,
 - parenkamas ribotas išteklių kiekis, kad susidarytų vykdymo eilės.

Imitavimas vykdomas „žingsnis po žingsnio“ režimu. Testuojama kelis kartus, keičiant imitacinio modelio parametrus ir išteklių kiekius, toku būdu praeinant visas proceso schemas šakas. Testuojami elementai:

- išteklių priskyrimas,
- eilių formavimas,
- išteklių atlaisvinimas,
- lygiagrečių srautų vykdymas sprendimo taškuose,

- kiti imitacinio modelio elgsenos elementai.

- Testavimas, naudojant artimą imituojamai sistemai, tranzakcijų srautą. Testuojama momentinio imitavimo režimu (iš karto sugeneruojant imitavimo rezultatus). Testuojam kelis kartus, naudojant skirtingus imitavimo scenarijus: tranzakcijų generavimo dažnį, tranzakcijų skaičių, kalendoriaus nustatymus. Analizuojama sugeneruotose ataskaitose sėkmingai įvykdytų tranzakcijų skaičius, išteklių apkrautumas, kt..

Verifikavimo etapą rekomenduojama atlikti, kartu su užsakovo atstovu. Nustačius modelio elgsenos neatitikimus, koreguojama grafinė schema, modelio elgseną charakterizuojantys parametrai. Imitacinio modelio verifikavimo etapo rezultatas – suderinta su užsakovu grafinė schema ir modelio elgsena.

5.3.6 Imitacinio modelio galutinio prototipo formavimas

Verifikavus pradinį modelio prototipą, sekančiame etape formuojami visi reikiami imitacinio modelio elementai apibrėžiantys realios sistemos elgseną:

- aprašomi visi imituojamos sistemos kintamieji,
- aprašomi kiekvieną procesų schemas elemento elgseną nusakantys parametrai: veiklų trukmės, eilių valdymas, inicijavimo sąlygos, išimtys ir kt.,
- aprašomi išteklių parametrai,
- aprašomi kiti imitavimo scenarijaus parametrai: tranzakcijų dažnis, išteklių darbo grafikas, imitavimo periodas ir kt.,
- formuojama sąsaja su išoriniu duomenų šaltiniu, *MS EXCEL* byla.

Vienas pagrindinių uždavinių, formuojant imitavimo parametrus, nustatyti parametrus, kuriems reikšmės bus priskiriamos iš išorinio duomenų šaltinio. Šių parametrų reikšmės dar vadinamos imitacinio modelio įeigos duomenimis.

Pagrindiniai kriterijai pasirenkant modelio įeigos duomenų rinkinį:

- išoriniame duomenų šaltinyje tikslinga pateikti dinaminių esybių (tranzakcijų) atributų reikšmės,
- duomenys, charakterizuojantys sistemos elgseną, egzistuoja informacinėje sistemoje (proceso žingsnių laiko trukmių normatyvai).

Pavyzdys. Krovinių priėmimo proceso imitaciniame modelyje dinaminė esybė yra kroviny. Išoriniame duomenų šaltinyje pateikiama informacija apie atvykstančius krovinius,

proceso veiklų trukmių normatyvai, krovinio tiekėjo statistinė informacija apie anksčiau užfiksuotus logistikos pažeidimus, priimant krovinius. Detali įeigos duomenų struktūra pateikiama 5.3.9 lentelėje.

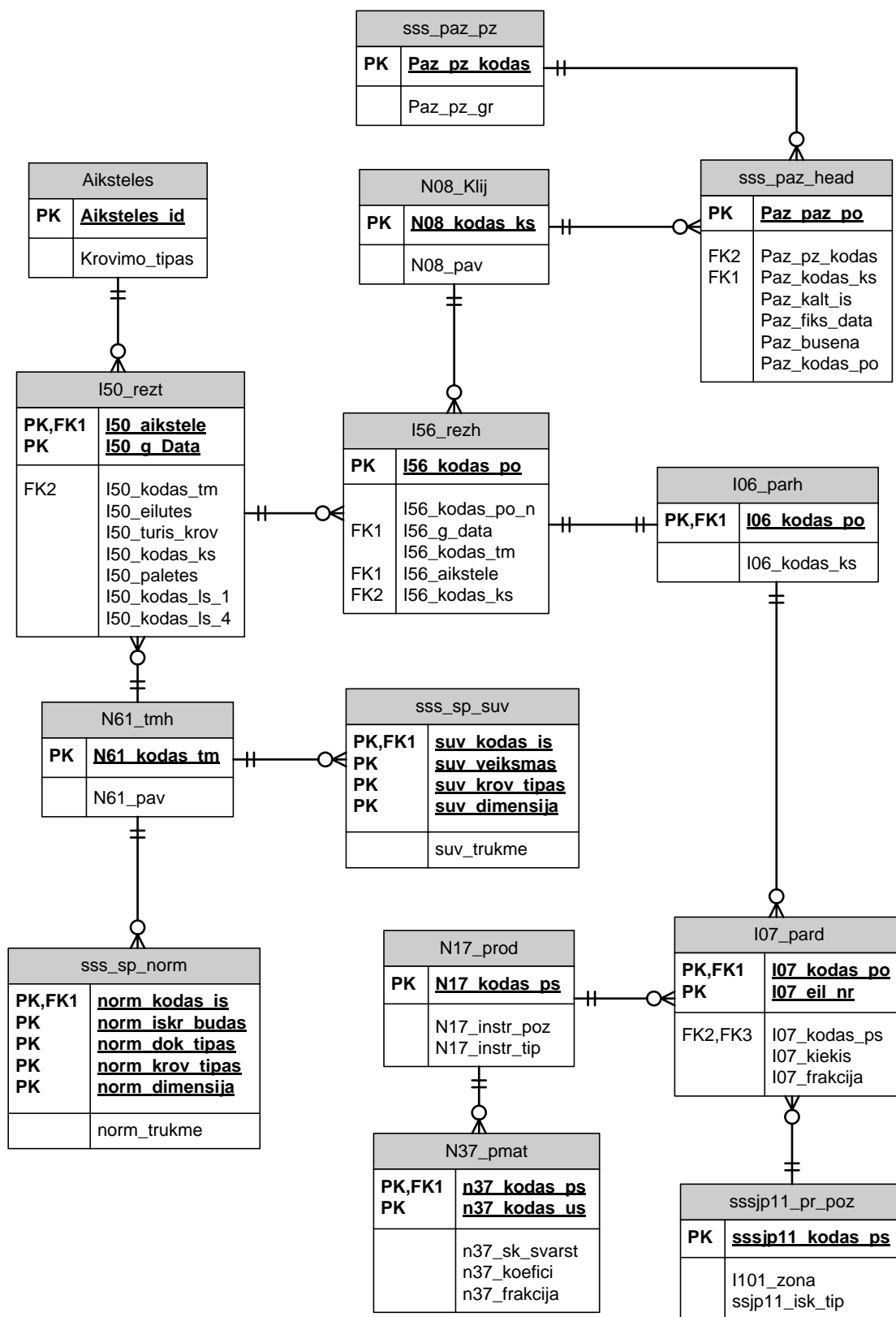
5.3.7 Imitacinio modelio validavimas

Šio etapo tikslas – nustatyti ar modelio schema ir imitavimo parametrų rinkinys pakankamas realaus proceso imitavimui. Šiame etape būtinai turi dalyvauti užsakovo atstovas. Jei paaiškėja, kad modelis nepakankams imituoti realią sistemą, gali tekti koreguoti imitacinio modelio parametrų sąrašą, modelio įeigos duomenis ar net pačią grafinę schemą. Kartais užtenka pakoreguoti tam tikrų parametrų skaitines reikšmes, nekoreguojant pačio imitacinio modelio struktūros. Tokiu atveju laikoma, kad modelis korektiškas ir tinkamas naudojimui.

5.3.8 Imitacinio modelio įeigos duomenų rinkinio formavimas iš ERP realių duomenų

Imitacinio modelio įeigos duomenų rinkinys formuojamas iš informacinėje sistemoje jau esančių duomenų struktūrų. Jei duomenų rinkinys formuojamas iš kelių lentelių ar duomenų išrinkimo sąlygą sudėtinga aprašyti *MS Query* tipo užklausa, ar duomenų surinkimas trunka ilgiau nei 30 s., rekomenduojama sukurti saugomą procedūrą, kurią įvykdytų automatiškai startuojanti užduotis ir suformuotų įeigos duomenų fakto lentelę. Agreguotus duomenis galima užkrauti į *MS EXCEL* bylą, panaudojus *ODBC* jungtį ir *MS Query* tipo parametrizuotą užklausa.

Pavyzdys. 37 pav. pateikta imitavimo rinkinio informacijos šaltinio – egzistuojančios informacinės sistemos duomenų bazės reliacinės schemos fragmentas.



37 pav. Įeigos duomenų šaltinio – DB reliacinė schema.

Duomenų struktūros aprašymas pateiktas 5.3.8 lentelėje

5.3.8 lentelė. DB aprašymas

DB lentelės	DB lentelių aprašymas	Lentelės laukai	Laukų aprašymas
I50_rez	Saugoma informacija apie užrezervuotas aikšteles krovinių priėmimui ir krovinių charakteristikas	I50_aikstele	Terminalo aikštelės numeris
		I50_g_data	Krovinio atvykimo data
		I50_kodas_tm	Terminalo kodas
		I50_kodas_ls_1 (Naudojama imitaciniame modelyje)	Krovinio tipas (PALET – paletinis, NEPALET – nepaletinis)
		I50_kodas_ls_4 (Naudojama imitaciniame modelyje)	Iškrovimo tipas (GALINIS/SONINIS/SMULKUS)
		I50_eilutes (Naudojama imitaciniame modelyje)	Prekių pozicijų skaičius (krovinį sudarantis asortimentas)
		I50_turis_krov (Naudojama imitaciniame modelyje)	Krovinio tūris
		I50_paletes	Palečių skaičius
I56_rezh	Informacija apie, krovinį sudaračius pirkimo dokumentus	I56_kodas_po	Pirkimo dokumento ID
		I56_g_data	Krovinio atvykimo laikas
		I56_aikstele	Terminalo aikštelės nr.
		I50_aikstele	Terminalo aikštelės numeris
		I50_g_data	Krovinio atvykimo data
		I50_kodas_tm	Terminalo kodas
I06_parh	Pirkimo dokumento antraštės informacija	I06_kodas_po	Pirkimo dokumento ID
		I06_kodas_ks	Tiekėjo kodas
I07_pard	Informacija apie pirkimo dokumentą sudarančias eilutes – prekes.	I07_kodas_po	Pirkimo dokumento ID
		I07_eil_nr	Eilutės nr.
		I07_kodas_ps	Prekės kodas
		I07_kiekis	Prekės kiekis
N08_klij	Informacija apie tiekėjus	I08_kodas_ks	Tiekejo kodas
		I08_pav	Tiekejo pavadinimas
SSS_Paz_head	Informacija apie logistikos procesuose užfiksuotus pažeidimus. Iš šios lentelės esančios informacijos išskaičiuojama tiekėjo patikimumo statistiniai duomenys (imitavimo įeigos duomenys): Neatitikimų kiekis (% nuo visų tiekėjo krovinių); Broko pažeidimų kiekis (% nuo	Paz_paz_po	Pažeidimo kodas
		Paz_pz_kodas	Pažeidimo tipas. Išrenkama informacija pažeidimų kurių tipai: Brokas; Kiekinis neatitikimas; visi logistikos pažeidimų grupės pažeidimai.
		Paz_kalt_is	Kaltininko tipas. Išrenkama informacija, kur kaltininko tipas – Tiekėjas.

	tiekėjo neatikimų kiekio); Kiekinių neatitikimų kiekis (% nuo tiekėjo neatikimų kiekio); Kitų logistikos pažeidimų kiekis (% nuo tiekėjo neatikimų kiekio).	Paz_kodas_po	Dokumento_id , kuriam buvo užfiksuotas pažeidimas.
		Paz_fiks_data	Pažeidimo užfiksavimo data
		Paz_busena	Pažeidimo būseną (>3 – išnagrinėtas)
Sss_paz_gr	Informacija apie pažeidimų tipus	Paz_pz_kodas	Pažeidimo tipas.
		Paz_pz_gr	Pažeidimų grupė
Aiksteles	Informacija apie aikštelių tipus	Aiksteles_id	Terminalo aikštelės nr.
		Kodas_is	Terminalo ID
		Krovimo_tpas (Naudojama imitaciniame modelyje)	Krovimo tipas (1 – galinis, 2 – šoninis)
N61_tmh	Informaciją logistikos terminalus	N61_kodas_tm	Terminalo kodas
		N61_pav	Terminalo pavadinimas
Sss_sp_suv	Informacija apie priėmimo proceso darbo laiko normatyvus	Suv_veiksmas	Proceso žingsnis
		Suv_Krov_tipas	Krovinio tipas (1 – paletinis, 2 – nepaletinis)
		Suv_dimensija	Prekės šeima (1 – tūriui, 2 – pozicijai, 3 – paletai)
		Suv_kodas_is	Terminalo ID
		Suv_trukme	Laiko normatyvas
Sss_sp_norm	Informacija apie priėmimo proceso darbo laiko normatyvus	Norm_veiksmas	Proceso žingsnis
		Norm_iskrov_budas	Krovimo tipas (1 – šoninis, 2 – galinis, 3 – smulkus)
		Norm_krov_tipas	Krovinio tipas (1 – paletinis, 2 – nepaletinis)
		Norm_dimensija	Prekės šeima (1 – tūriui, 2 – pozicijai, 3 – paletai)
		Norm_kodas_is	Terminalo ID
		Norm_dok_tipas	Dokumento tipas (1 – grąžinimas, 2 – pirkimas, 3 – vidinis)
		Norm_trukme	Laiko normatyvas
N17_prod	Informacija apie prekes	N17_kodas_ps	Prekes kodas
		N17_instr_poz	Instrukcijos požymis
		N17_instr_tip	Instrukcijos tipas
		N37_kodas_ps	Prekės kodas
		N37_kodas_us	Matavimo vienetas
		N37_sk_svarst	Ženklinimo požymis
		N37_koefici	Santykis su pagrindiniu matu
		N37_fracija	Fracija
I101_seima	Informacija apie prekių sandėliavimo sritis	I101_kodas_ps	Prekės kodas
		I101_zona	Prekės sandėliavimo zona

Kiekvieną naktį automatiškai vykdoma *SQL* saugoma procedūra, kuri surenka iš DB informaciją ir išsaugo ją sukurtoje lentelėje, kurios struktūra pateikta 5.3.9 lentelėje.

5.3.9 lentelė. Imitacinio modelio įeigos duomenų struktūra

Nr.	Įeigos duomenų grupė	Įeigos parametras	Atributai įtakojantis proceso elemento trukmę/įvykj/tikimybę.
1.	Pagrindiniai krovinių prognozės duomenys.	Data	Terminalo aikštelės rezervavimo data
		Krovinio_id	Krovinio ID
		Tiekejo_tipas	Tiekėjo tipas (Lietuvos, Ne Lietuvos)
		Turis	Krovinio tūris
		Pozicijos	Prekių pozicijų skaičius krovinyje
		Lipdukai	Lipdukų skaičius
		Instrukcijos	Instrukcijų skaičius
		Krov_tipas	Krovinio tipas (PALET – paletinis, NEPALET – nepaletinis)
2.	Proceso veiklų atlikimo trukmių normatyvai.	Krovimo_tipas	Krovimo tipas (S – šoninis, G – galinis, S – smulkus)
		Tur_n_kr	Normatyvas tūriui iškrovimo veiksmui
		Poz_n_kr	Normatyvas pozicijai iškrovimo veiksmui
		Tur_n_rus	Normatyvas tūriui rūšiavimo veiksmui
		Poz_n_rus	Normatyvas pozicijai rūšiavimo veiksmui
		Tur_n_sk	Normatyvas tūriui skaičiavimo veiksmui
		Poz_n_sk	Normatyvas pozicijai skaičiavimo veiksmui
		Zen_nor	Ženklavimo normatyvas
3.	Pažeidimų , užfiksuotų priimant prekes , statistiniai duomenys.	Ins_nor	Instrukcijų paruošimo normatyvas
		Paz_stat	Tiekėjo pažeidimų dažnis
		Brok_stat	Tiekėjo broko pažeidimų dažnis
		Kiek_stat	Tiekėjo kiekinių pažeidimų dažnis
		Log_stat	Tiekėjo logistikos pažeidimų dažnis

5.3.9 Bandomoji eksploatacija

Sukūrus egzistuojančios sistemos ar proceso imitacinis modelį, patartina atlikti bandominę eksploataciją. Jos metu modelio generuojami rezultatai lyginami su realios sistemos duomenimis, įvertinamas rezultatų nuokrypis bei nustatomos priežastys lemiančios šį nuokrypį. Galima sakyti, kad tai dar vienas, paskutinis validavimo etapas. Esant modelio netikslumams, dar kartą gali tekti grįžti į imitacinio modelio koregavimo žingsnius, ar paprasčiausiai pakoreguoti imitavimo parametrus (žr. 5.3.10 sk.).

5.3.10 Imitacinio modelio dokumentavimas.

Tinkamas dokumentavimas reikalingas tolimesniam modelio vystymui bei koregavimui, greitesniam modelio veikimo principo įsisavinimui.

Dokumentacijoje turi būti pateikiama:

- vartotojo instrukcija,
- modelio imitavimo parametrų administravimo aprašymas,
- rekomendacijos imitavimo scenarijaus formavimui,

Krovinių priėmimo proceso modelio vartotojo instrukcija pateikiama priede 1.

Įdiegus proceso imitacinį modelį, dažnai tenka pakoreguoti tam tikrų parametrų skaitines reikšmes, kad būtų pasiektas galimas realios sistemos imitavimo tikslumas.

Pavyzdys. Terminalui pradėjus veikti, darbuotojų darbo našumas būna mažesnis ir bėgant laikui jis auga. Atitinkamai reikia pakoreguoti ir imitacinį modelį.

Toks koregavimas dar yra vadinamas imitacinio modelio kalibravimu. Todėl tikslinga tinkamai aprašyti visus imitacinio modelio parametrus, tam kad vartotojas pats galėtų palaikyti imitacinio modelio tikslumą, keičiantis proceso sąlygoms.

Pavyzdys. Pateikiamas krovinių priėmimo imitacinio modelio koreguojamų parametrų aprašymas.

5.3.10 lentelė. Imitacinio modelio parametrų aprašymas

Nr.	Imitacinio modelio parametras	Aprašymas	Rekomendacijos parametro administravimui
1.	Info_klaidinga	Klaidingai užfiksuotos prekių normatyvinės informacijos tikimybė.	Pastoviai koreguojama. Terminalui pradėjus veikti, šio parametro reikšmė – 30 – 40%. Vėliau ši tikimybė mažėja iki 10–15%.
2.	Term_apkrautumas	Procentinė terminalo sandėliavimo vietų apkrautumo reikšmė (santykis tarp užimtų ir visų saugojimo vietų sk.)	Pastoviai koreguojama. Terminalui pradėjus veikti parametro reikšmė 10 %, vėliau didėja. Koreguoti pagal esamą apkrovimo dydį.
3.	Išteklių prieinamumas	Standartinis įrankio <i>Igrafx</i> parametras.	Pastoviai koreguojama, priklausomai nuo stebimo darbuotojų darbo našumo.

Modelio imitavimo scenarijus įtakoja imitavimo rezultatus. Esant skirtingiems eksperimento tikslams, gali tekti pasirinkti skirtingą imitavimo scenarijų. 5.3.11 lentelėje pateikiamas imitavimo scenarijaus konfigūravimo rekomendacijų pavyzdys.

5.3.11 lentelė. Imitacinio modelio parametrų aprašymas

Nr.	Eksperimento tikslas	Rekomendacijos imitavimo scenarijaus sudarymui
1.	Įvertinti vienos dienos vidutinę krovinių priėmimo trukmę, bei proceso sąnaudas.	Kadangi vienos dienos atvykstančio krovinių srauto bendras priėmimo procesas gali užtrukti iki 20 valandų, pasirenkamas 40 valandų imitavimo trukmės ciklas.
2.	Įvertinti išteklių apkrautumą.	Kadangi imitavimui naudojamas vienos dienos krovinių srauto prognozė, kad tiksliau įvertinti išteklių apkrautumą pasirenkamas vienos dienos (16 valandų imitavimo trukmės ciklas).

6 Imitacinio modelio eksperimentinis tyrimas

Šiame skyriuje aprašoma realizuotų imitacinio modelio prototipo eksperimentinio tyrimo eiga bei rezultatai. Tyrime išskirtos trys atskiros dalys: imitavimo įrankio *Igrafx* galimybių imituoti realią sistemą tyrimas, krovinių priėmimo proceso apribojimo faktorių, įtakojančių imitacinio modelio tikslumą, tyrimas ir imitacinio modelio panaudojimo išteklių planavimo uždavinyje tinkamumo tyrimas.

6.1 Procesų imitavimo programinės įrangos *Igrafx* galimybių imituoti realų krovinių priėmimo procesą tyrimas.

Vienas svarbiausių imitacinio modelio efektyvumo kriterijų yra realaus proceso imitavimo tikslumas. Šį kriterijų lemia programinės įrangos imitavimo galimybės, imituojamos sistemos sudėtingumas, imitacinio modelio kūrėjo kvalifikacija. Norint tinkamai įvertinti veiklos modeliavimo įrankio galimybes, svarbu eksperimentui tinkamai pasirinkti procesą. Pasirinktas procesas turi būti realus – tokiu atveju bus atlikti visi imitacinio modelio kūrimo etapai: nuo imituojamo proceso ribų apibrėžimo, iki proceso modelio realizavimo. Probleminės srities pasirinkimo imitavimo galimybės iširti kriterijai ir pasirinktos sistemos atitikimo šiems kriterijams aprašymas pateikiamas 6.1.1 lentelėje.

Pasirinktas krovinių priėmimo procesas yra realus kasdien įmonėje vykdomas procesas. Procesas gerai dokumentuotas – krovinių priėmimo tvarką reglamentuojančios taisyklės aprašytos 30 lapų dokumente, dalis proceso aprašyta atskirose prekių ženklavimo, sandėliavimo, neatitikimų administravimo tvarkose.

6.1.1 lentelė Realios sistemos pasirinkimo imitacinio modelio kūrimo eksperimentui kriterijai.

Nr.	Kriterijus	Kriterijaus reikšmės	Palyginimas su kitais procesais
	Proceso sudėtingumas		

1.	Proceso elementarių žingsnių kiekis.	Bendras krovinių priėmimo elementarių proceso žingsnių kiekis – 48, o sumodeliuota imitavimui – 40. Modelyje neįtraukti išimtinai retais atvejais vykdomi proceso žingsniai tokie kaip: pažeisto krovinio grąžinimas, pertekliaus grąžinimas. Taip pat nėra detalizuojamas prekių pajamavimo procesas	Pretenzijų iš didmeninių klientų nagrinėjimo proceso elementarių žingsnių kiekis – apie 70 (daugiausiai žingsnių turintis procesų). Vieno iš elementariausio proceso pavyzdžių: krovinių srauto planavimas – 5 žingsniai.
2.	Proceso pagrindinės vertės grandinės dalies žingsnių kiekis (būtinų proceso žingsnių kiekis).	krovinių priėmimo būtinų proceso žingsnių kiekis – nuo 18 iki 22 priklausomai nuo krovinio tipo. Visi šie žingsniai sumodeliuoti.	Pretenzijų iš didmeninių klientų nagrinėjimo proceso elementarių žingsnių kiekis – (nuo 10 iki 13 priklausomai nuo pateikiamos pretenzijos tipo). Krovinių srauto planavimo – 3 žingsniai
3.	Procesų hierarchinių lygių kiekis	Krovinių priėmimo procesas susideda iš 2 hierarchinių lygių, abu jie sumodeliuoti. Hierarchiniai lygmenys buvo apibrėžti pagal tai, keliuose dokumentuose aprašomos procesą reglamentuojančios taisyklės.	2 – 3 sudėtingesni įmonės procesai susideda iš 2 hierarchinių lygmenų. Visi kiti procesai (>300) reglamentuojami vienu lygmeniu
4.	Proceso nuoseklių perėjimų kiekis. Šis ir kiti 4 kriterijai paimti iš Van der AAlst pateiktų tipinių Workflow šablonų žr. http://www.workflowpatterns.com/patterns/control/index.php	Krovinių priėmimo procese nuoseklių perėjimų kiekis – 22.	Pretenzijų iš didmeninių klientų nagrinėjimo proceso nuoseklių perėjimo kiekis – 20. Krovinių srauto planavimo procese – 3 perėjimai.
5.	Proceso lygiagrečių išsišakojimų kiekis	Krovinių priėmimo proceso modelio lygiagrečių išsišakojimų kiekis – 4.	Pretenzijų iš didmeninių klientų nagrinėjimo proceso lygiagrečių perėjimo kiekis – 20. Krovinių srauto planavimo procese, šių taškų nėra.
6.	Sinchronizavimo taškų kiekis	Krovinių priėmimo proceso modelio sinchronizavimo taškų kiekis – 4.	Pretenzijų iš didmeninių klientų nagrinėjimo proceso sinchronizavimo taškų kiekis – 4. Krovinių srauto planavimo procese, šių taškų nėra.
7.	Griežto pasirinkimo taškų kiekis	Krovinių priėmimo proceso modelio griežto pasirinkimo taškų kiekis – 13.	Pretenzijų iš didmeninių klientų nagrinėjimo proceso griežto pasirinkimo taškų kiekis – apie 35 (šio proceso esmė – derinimas tarp atskirų padalinių). Krovinių srauto planavimo procese -3 pasirinkimo taškai.

8.	Paprasto susiejimo taškų kiekis	Krovinių priėmimo proceso modelio paprasto susiejimo taškų kiekis – 7.	Pretenzijų iš didmeninių klientų nagrinėjimo proceso paprasto susiejimo taškų kiekis – apie 20. Krovinių srauto planavimo procese – 2 susiejimo taškai.
Procesą apibrėžiantys imitavimo parametrai			
9.	Įeigos parametrų kiekis	Naudojamas įeigos parametrų kiekis – 22. (5.3.9 lentelė). Informacija surenkama iš 13 skirtingų projektų lentelių.	
10.	Įeigos duomenų panaudojimas proceso šakojimo taškuose.	Įeigos parametrai naudojami septyniuose sprendimo taškuose: a) visoje neatitikimų tvarkymo veiklų grandinėje, b) perėjimo į ženklavimo procesą sprendimo taškuose, c) prekių sandėliavimo proceso sprendimo taškuose.	
11.	Proceso trukmės skaičiavimo algoritme panaudotų elementų tipų įvairovė.	Visos pagrindinių krovinių priėmimo veiklų (7 elementai) trukmės aprašomos algoritmais, kuriuose naudojami sistemos parametrai, įeigos duomenys, sistemos kintamieji	
12.	Veiklų, kurių trukmės skaičiavimui panaudotas <i>Six Sigma Fit data</i> metodas kiekis	Modelyje vienos veiklos trukmės paskaičiavimui panaudotas <i>Six Sigma Fit data</i> metodas.	
Ištekliai			
13.	Išteklų tipų kiekis	Krovinių proceso modelyje naudojamas išteklų kiekis – 23.	Pretenzijų iš didmeninių klientų nagrinėjimo procese išteklų kiekis (pretenzijas nagrinėjančių skirtingų pareigybių skaičius) – 12. Krovinių srauto planavimo procese išteklų kiekis – 3.
14.	Proceso veiklų grandinei priskirtų išteklų kiekis. Šiuo kriterijumi patikrinama sudėtingesni išteklų paskirstymo, eilių valdymo modeliavimo atvejai – išteklių rezervavimas keliems proceso žingsniams.	Modelyje proceso veiklų grandinei priskirtų išteklų kiekis – 8. 5 proceso ištekliai naudojami visuose trijose krovinių priėmimo proceso schemose.	
15.	Lygiagrečiuose proceso veiklose naudojamų veiklų grandinei priskirtų išteklų kiekis. Patikrinami sudėtingi išteklų	Modelyje lygiagrečiuose veikluose naudojamų išteklų kiekis – 6.	

	paskistymo modeliavimo atvejai. PASTABA. Modeliuojant procesą, šiuo kriterijumi buvo nustatyta programinės įrangos loginė klaida.		
16.	Veiklai ar jos grandinei reikalingo išteklių kiekio, skaičiavimo algoritmui panaudotų elementų įvairovė.	Reikalingas krovimo aikštelių kiekis ir tipas, aprašomas algoritmais, kurių sąlygos operatoriuose naudojami sistemos parametrai, įėjimo duomenys, sistemos kintamieji.	
17.	Įėjimo duomenų paėmimas iš veikiančios IS (jos DB)	Krovinių priėmimo procese naudojama informacinė sistema apima 5 projektus/ programas: a) sandėlio valdymo sistemą, b) verslo valdymo sistemą, c) rodiklių projektą, d) pažeidimų projektą, e) krovinių srautų valdymo projektą.	

Atlikus realios sistemos imitacinio modelio kūrimo eksperimentą, buvo identifikuoti veiklos modeliavimo įrankio *Igrafx* imitavimo funkcionalumo apribojimai, pateikiami 6.1.2 lentelėje.

6.1.2 lentelė įrankio *Igrafx* imitavimo funkcionalumo apribojimai

Nr.	Imitacinio modelio elementas	Realios sistemos elementas	Imitavimo savybė/parametras	Atitikimo realią sistemą tyrimo išvada
1.	Tranzakcijų generavimas	Krovinių srauto intensyvumas	Tranzakcijų generavimo dažnis.	Naudojant sąsają su išorės duomenų šaltiniu, nėra galimybės nustatyti skirtingą tranzakcijų generavimo dažnį, skirtingais laiko intervalais. (pvz.: nėra galimybės imituoti skirtingą krovinių srauto intensyvumą skirtingu laikotarpiu). Nenaudojant išorės duomenų tokia galimybė yra.
2	Sąsajos su išoriniais duomenimis administravimas			Imituojant realią sistemą, nėra galimybės duomenis nuskaityti iš išorinio duomenų šaltinio tam tikromis porcijomis (pvz. labai sudėtinga tinkamai sukonfiguruoti ilgesnio, nei viena diena, periodo krovinių priėmimo proceso imitavimo scenarijų).
3.	Išteklių parametrai	Išteklių kiekis	Išteklių kiekis.	Nėra galimybės administruoti to paties tipo išteklių skirtingus kiekius skirtingose laiko intervaluose (pvz.: nuo 6 iki 8 val.

				dirba 4 krovėjai, o nuo 8 iki 12 val. – 10.
4.	Imitavimo scenarijus.	Reikalingų atlikti proceso veiklų eilė.	Diskretinė įvykių seka.	Proceso imitavimą, naudojant realius duomenis, įmanoma pradėti tik nuosekliai vykdant visus nuo pradžių proceso žingsnius, nevertinant jokios neužbaigtos darbų eigos grandinės. Pvz.: imituojant vienos dienos krovinių priėmimo procesą nėra galimybės įvertinti, dar nėra atlikti prieš tai buvusios dienos proceso žingsnių.

6.2 Krovinių priėmimo proceso apribojimo faktorių įtakančių imitacinių modelių tikslumą aprašymas

Ne visą laiką galima sėkmingai tiksliai imituoti realią sistemą. Procesuose, kuriuose dalyvauja žmogus, dažnai egzistuoja įvairių išimčių, kurias sunku prognozuoti. Imitacinio modelio tikslumą ribojantys krovinių priėmimo proceso faktoriai pateikiami 6.2.1 lentelėje:

6.2.1 lentelė krovinių priėmimo proceso apribojimo faktoriai, įtakančios imitacinio modelio tikslumą.

Nr.	Realios sistemos faktorius	Apribojimo aprašymas	Apribojimo sprendimo būdai
1.	Bendrų išteklių poreikis keliuose procesuose.	Kai kurie išteklių gali būti naudojami keliuose logistikos procesuose, pvz.: operatoriai ir sandėliavimo bokštai naudojami ir prekių priėmimo procese ir prekių atkrovimo procese, bei sandėlio pagalbiniuose procesuose: sandėlio vidaus tvarkymo, inventurizacijos ir panašiai. Sandėlio valdymo sistema pagal tam tikrą logiką vykdo šių išteklių paskirstymą tarp procesų.	1. Bendros visų procesų imitavimo sistemos sukūrimas. 2. Standartinio išteklių prieinamumo (našumo) parametro administravimas.
2.	Proceso eigos nepastovumas	Kai kada krovinių priėmimo procesas vyksta neįprasta tvarka. pvz.: prekės iškraunamos, tačiau tolimesnis priėmimo procesas dėl tam tikrų priežasčių, vykdomas ne iš karto.	Imituoti proceso išimtis, nesant griežtų verslo logikos taisyklių, yra sunkus ir daug projekto išlaidų reikalaujantis uždavinys. Modelyje tokios išimties nėra vertinamos.
3.	Kintamas išteklių naudojimas procese	Išteklių kiekis gali kisti tos pačios dienos eigoje. Pvz.: Dirbama keliomis pamainomis ir darbuotojų kiekis pamainose skirtingas.	Vidutinio išteklių kiekio naudojimas
4.	Sandėlio apkrautumo įtaka proceso trukmei.	Krovinių priėmimo proceso eiga priklauso nuo anksčiau susidariusios darbų eilės. Tokie neatlikti ankstesni darbai (pvz.: suskaičiuotos bet nesusandėliuotos prekės) rezervuoja išteklius tuo pačiu įtakodami bendrą krovinių priėmimo	1. Parametro, sandėlio apkrautumas, panaudojimas nuo sandėlio apkrautumo priklausančiuose veikluose. 2. Administruojamas <i>Igrafx</i>

		trukmę.	standartinis išteklių prieinamumo parametras.
5.	Skirtingas žmoniškųjų išteklių našumas.	Krovinių priėmimo procese reikalingi įgūdžiai dirbant su įvairia sandėlio technika ir sandėlio valdymo programine įranga. Esant dažnai personalo kaitai žmoniškųjų išteklių našumas labai skiriasi. Šis faktorius labai įtakoja bendrą proceso trukmę	1. visiems ištekliams nustatyti vienodi proceso veiklos trukmę, nusakantys normatyvai. 2. Terminalo skirtingo gyvavimo ciklo etapuose administruojamas <i>Igrafx</i> standartinis išteklių prieinamumo parametras.

6.3 Imitacinio modelio panaudojimo išteklių planavimo uždavinyje tinkamumo tyrimas.

Krovinių priėmimo proceso efektyvumo rodiklis – proceso trukmė. Šiuo kriterijumi ir grindžiamas operatyvaus išteklių planavimo uždavinys. 6.3.1 lentelėje pateikiama, kokie duomenys naudojami išteklių planavimo uždaviniuose ir krovinių priėmimo proceso modelyje.

6.3.1 lentelė. Išteklių planavimui naudojamų duomenų palyginimas su modelyje naudojamais parametrais.

Nr.	Išteklių planavimo duomenys	Duomenys įtakojantis proceso elemento trukmę	Ar naudojami išteklių planavime	Ar naudojami modelyje
1.	Pagrindiniai krovinių prognozės duomenys: krovinio tūris, prekių pozicijų skaičius krovinyje, ženklavimo priemonių skaičius.	Krovinio tūris	Šiais 3 parametrais ir grindžiamas operatyvaus išteklių planavimo uždavinys	Taip
		Prekių pozicijų skaičius krovinyje		
		Krovinio tipas		
		Lipdukų skaičius	Naudojamas operatyvaus išteklių planavimo uždavinyje skaičiuojant ženklinimo skaičių .	Taip
		Instrukcijų skaičius		
		Krovimo tipas	Naudojami strateginio išteklių planavimo uždavinyje.	Taip
2.	Pažeidimų, užfiksuotų priimančioms prekes, statistiniai duomenys.	Tiekėjo pažeidimų dažnis	Naudojami strateginio išteklių skaičiavimo uždavinyje.	Taip
		Tiekėjo broko pažeidimų dažnis		
		Tiekėjo kiekinių pažeidimų dažnis		
		Tiekėjo logistikos pažeidimų dažnis		

3.	Nuo įvairių terminalo veiksmų priklausantys parametrai	Normatyvinės prekių INFO teisingumo dažnis	Nenaudojama	Taip
		Terminalo apkrautumo koeficientas.		Taip
		Išteklių prieinamumo parametras		Taip
		kt.		Taip

Pagrindiniai terminale vykdomi išteklių planavimo etapai yra šie:

- nustatomas ir suderinamas optimalus krovinio priėmimo trukmės normatyvas,
- vykdomas strateginis terminalo pajėgumo skaičiavimas, kuriuo metu paskaičiuojama, kokie išteklių kiekiai reikalingi priimti laiku 1 m³ ir 1 pozicijos krovinį, priklausomai nuo krovinio tipo;
- vykdomas operatyvus išteklių planavimas: pagal krovinių prognozės duomenis (tūrį, pozicijų skaičių ir krovinio tipą) paskaičiuojami reikalingi ištekliai.

Krovinių priėmimo proceso modelis, suteikia galimybę tiksliau įvertinti išteklių poreikius nes:

- vertina daugiau duomenų, kurie įtakoja proceso trukmę. Pvz.: tiekėjų anksčiau užfiksuotų pažeidimų statistinius duomenis,
- tam tikrų modelio parametrų reikšmių (pvz. išteklių našumas, terminalo apkrautumas), koregavimo galimybė priklausomai nuo pasikeitusių sąlygų, patikslina prognozuojamo proceso rezultatus.

7 Išvados

- Tiriamajame darbe atlikus analizę, nustatyta, kad literatūroje apie imitacinių modelių kūrimo procesą nėra pakankamai informacijos, nėra aiškios veiklos modeliavimo įrankių galimybės tokių modelių kūrimui, todėl buvo nuspręsta realizuoti imitacinio modelio prototipą ir aprašyti detalią imitacinių modelių kūrimo metodiką.
- Eksperimentui atlikti buvo pasirinkta veiklos modeliavimo įranga *Igrafx*, kuri yra viena iš rinkos lyderių ne tik veiklos modeliavimo bet ir imitavimo funkcionalume.
- *Igrafx* įrankio pagalba sukūrtas krovinių priėmimo proceso logistikos terminale imitacinis modelis, atskleidė tokias imitavimo savybes ir galimybių, imituojant realią sistemą, ribas:
 - Tikslinga imituoti gamybines sistemas, kurios pasižymi tiksliu proceso vykdymu, griežtomis veiklos taisyklėmis (pvz, įvairios technologinės, konvejerinės sistemos). Tokiu atveju galima sukurti gana tikslus modelius su mažesnėmis projekto sąnaudomis.
- Tiriamajame darbe pasirinktas pavyzdys – krovinių priėmimo proceso modelis – nėra labai tinkamas imitacinio modelio kūrimui – dėl sistemos sudėtingumo, gana didelio išimčių kiekio, didelių proceso analizės etapo sąnaudų – modelio kūrimo projektas būtų gana brangus. Tačiau tai buvo labai geras pavyzdys, suteikęs galimybę įvertinti viso imitacinio modelio kūrimo projekto eigą bei laiko sąnaudas.
- Nors programinės įrangos gamintojai teigia, kad imitaciniams modeliams kurti, nereikalingi programavimo įgūdžiai, tačiau atlikus eksperimentą matyti:
 - naudojant realius sistemos duomenys, šių duomenų integracijai neišvengiamai projekte turi dalyvauti IS specialistai (programuotojai, analitikai).
 - kuriant sudėtingų sistemų (kaip ir pasirinktas eksperimentu krovinių priėmimo procesas) modelius, aprašant modelio elgseną charakterizuojančius parametrus, reikalingos geros algoritmų sudarymo žinios.
- Atlikus eksperimentą, pastebėta, kad siekiant optimizuoti kūrimo procesą, imitacinį modelį tikslinga kurti tam tikrais etapais, pradedant nuo paprasto prototipo ir pagrindinių imitavimo parametrų iki optimaliai tikslaus, realią sistemą atspindinčio modelio. Kiekvienas iš jų turėtų pasibaigti užsakovo atstovo pritarimu. Toks modelio „priauginimo“ metodas ir užsakovo įtraukimas į projektą padėtų išvengti netikslumų pradiniuose kūrimo etapuose.

- Sąsaja su išoriniu duomenų šaltiniu, ženkliai išplečia imitavimo galimybes, integruojant imitacinius modelius į egzistuojančias informacines sistemas. Tačiau dabartinis imitavimo scenarijaus konfigūravimas nėra labai lankstus ir riboja imitavimo įeigos duomenų iš išorinio šaltinio interpretavimo galimybes. Gamintojas turėtų vystyti šią vietą.
- Sukūrtas pavyzdys atskleidžia visą pagrindinį veiklos modeliavimo įrankio panaudojimo galimybių spektrą: veiklą reglamentuojančios informacijos pateikimo hierarchiniame įmonės modelyje ir procesų imitavimo galimybes.
- Realizuotas veiklos modelio prototipas padės pagrįsti veiklos modeliavimo įrankių naudą, atskleis naujas panaudojimo ribas.
- Sukurta imitacinių modelio kūrimo proceso metodologiją palengvins imitacinių modelio kūrimo projektus.

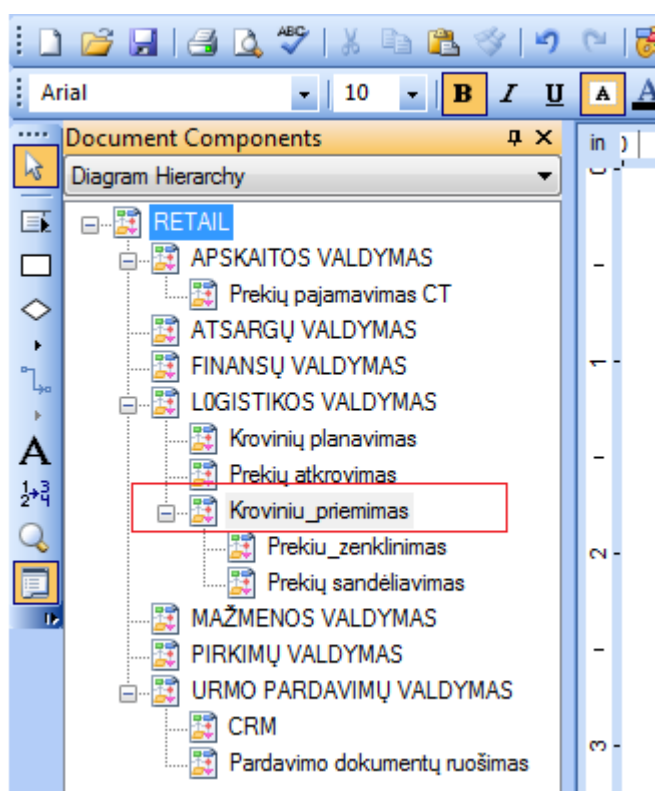
8 Literatūra

1. J. Banks, *Introduction to Simulation*, in Proceedings of the 1999 Winter Simulation Conference, Phoenix, Arizona, December 5 – 8.
Prieiga per internetą: <http://www.informs-sim.org/wsc00papers/003.PDF>
2. R. E. Shannon, *Introduction to the Art and Science of Simulation*, in Proceedings of the 1998. Winter Simulation Conference, Washington, D.C., December 13 – 16,
Prieiga per internetą: <http://www.informs-sim.org/wsc98papers/001.PDF>
3. Business Process Model and Notation (BPMN). OMG Document Number: dtc/2009-08-..
Prieiga per internetą: <http://www.omg.org/spec/BPMN/2.0>
4. Emanuele Nubile, Eamonn Ambrose and Andy Mackarel. *Development of a procedure for manufacturing modelling and simulation*. National Institute of Technology Management, University College Dublin, Blackrock,
Prieiga per internetą: http://www.ctvr.ie/docs/O&M_Pubs/IMC%2021%20Paper.pdf
5. J. Becker, M.Kugeler, M. Rosemann. *Process management. A guide for the design of business processes*, Berlin 2003
6. Chen, S.K., Jeng, J.J, Chang, H., *Complex Event Processing using Simple Rule-based Event Correlation Engines for Business Performance Management*. CEC/EEE 2006.
7. Schiefer, J., Roth, H., Suntinger, M., Schatten, A., *Simulating Business Process Scenarios for Event-Based Systems*, European Conference on Information Systems, St. Gallen, 2007.
Preiga per internetą: <http://is2.lse.ac.uk/asp/aspecis/20070150.pdf>
8. M.W. Barnett. *Modeling and simulation in business process management*. Copyright 2003 Gensym Corporation
9. Brian M. McCarthy, Rip Stauffer, *Enhancing six sigma through simulation with Igrafx process for six sigma* in Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference
Prieiga per internetą: <http://www.informs-sim.org/wsc01papers/168.PDF>
10. Tech Choices | *The Forrester Wave™: Business Process Modeling Tools*, Q3 2006
11. *Igrafx 2009 Tutorials*.
Prieiga per internetą : <http://www.Igrafx.com/resources/tutorials/13/>

Priedas 1. Vartotojo instrukcija

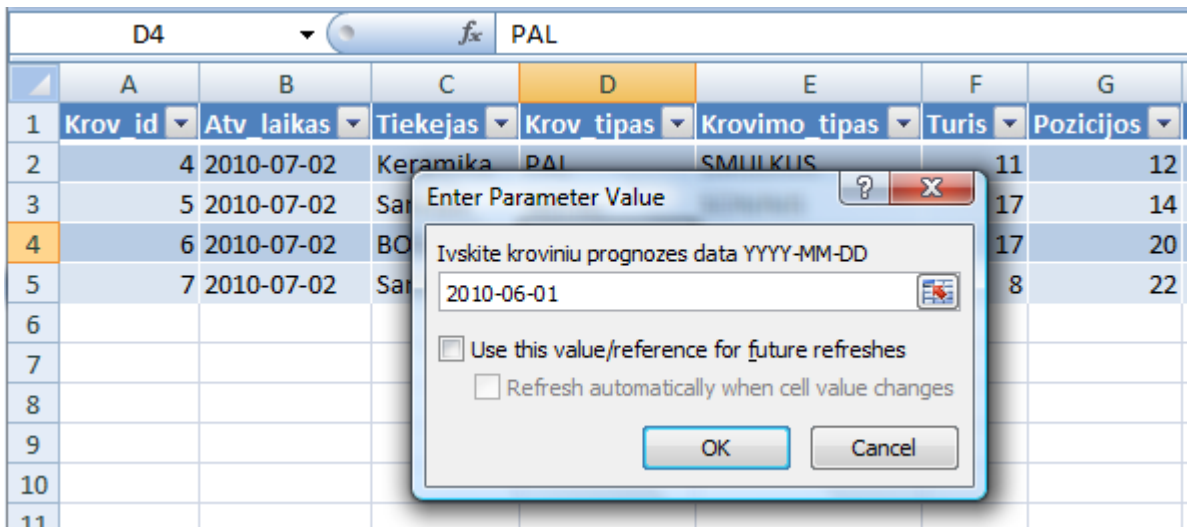
8.1 Imitacinio modelio naudojimo instrukcija

1. Organizacijos modelis *Igrafx* programinėje aplinkoje suaktyvinamas spragtelėjus bylą *Procesu_modelis.igx*. Atidaromas organizacijos modelio pagrindinis langas.
2. Kairėje lango pusėje, paieškos juostoje pasirinkus „Krovinių_priėmimas“, parodoma pagrindinė krovinių priėmimo proceso imitacinio modelio schema.




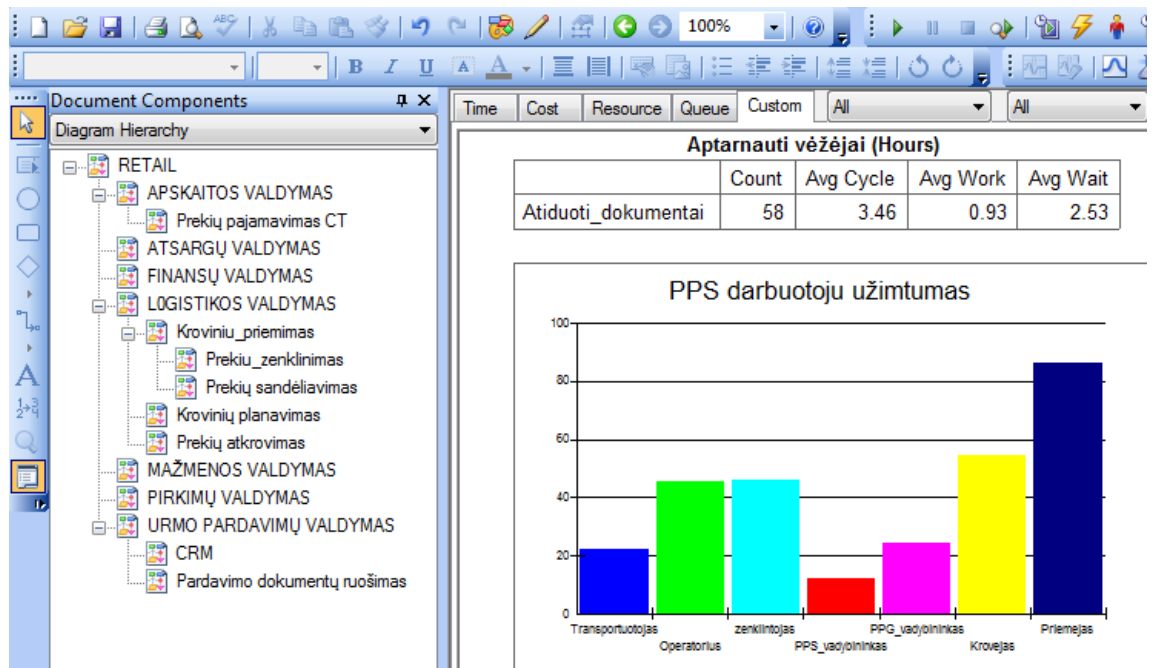
38 pav. Imitacinio modelio schemas suaktyvinimas paieškos juostoje

3. Procesų schemoje spragtelėjus šalia proceso pradžios esantį dokumento formos elementą „Krovinių prognozė“, atidaroma *MS EXCEL* byla „Prognozė“.
4. *MS EXCEL* byloje kontekstiniame meniu pasirenkama „Refresh“.
5. Pasirodžiusioje užklausoje parametro formoje, įvedama krovinių prognozės data.



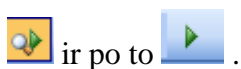
39 pav. Krovinių prognozės datos pasirinkimas


6. Paspaudus „OK“ į *MS EXCEL* byla užkraunami pasirinktos dienos krovinių prognozės duomenys.
7. Paspaudus „SAVE“ duomenys išsaugomi
8. „Igrafx“ programinės aplinkos lange spragtelėjus mygtuką  įvykdomas momentinis imitavimo eigos scenarijus ir atidaromas ataskaitų formos langas.



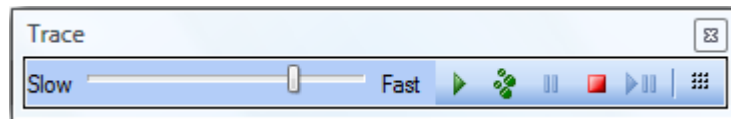
40 pav. Ataskaitų formos langas

9. Norint stebėti „žingsnis po žingsnio“ imitavimo eigą reikia iš pradžių spragtelėti mygtuką

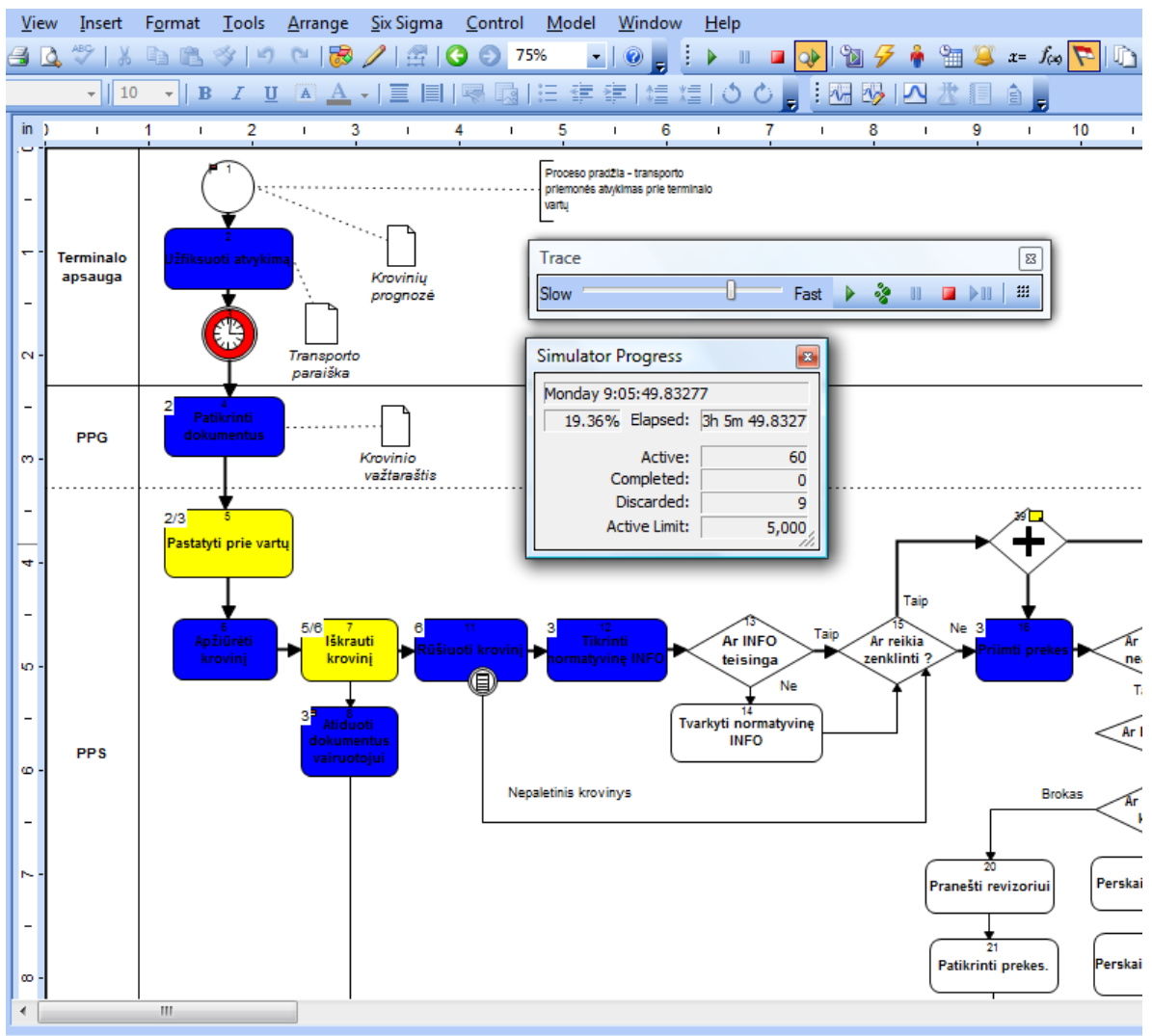


ir po to .

10. Tokiu būdu suaktyvintus žingsnius po žingsnio imitavimo scenarijų, jo eigą galima valdyti įrankių juostoje „Trace“.




41 pav. Imitavimo eigos „žingsnis po žingsnio valdymo juosta“

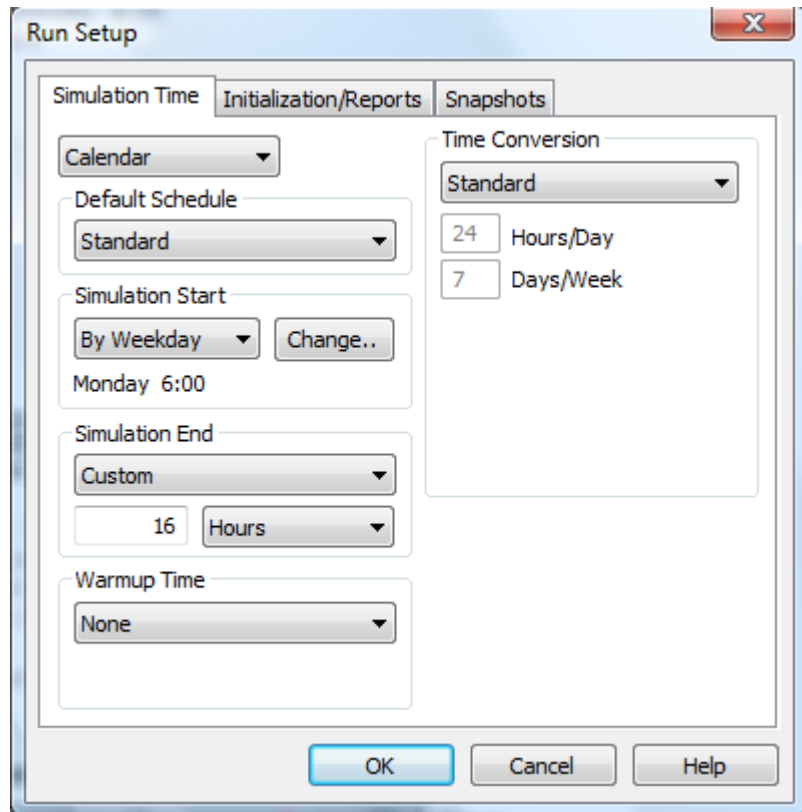


42 pav. Imitavimo eigos „žingsnis po žingsnio“ stebėjimas

8.2 Imitacinio modelio scenarijaus ir parametrų konfigravimo instrukcija

11. Pagrindinis imitavimo eigos scenarijaus formos langas iškviečiamas spragtelėjus


mygtuką .

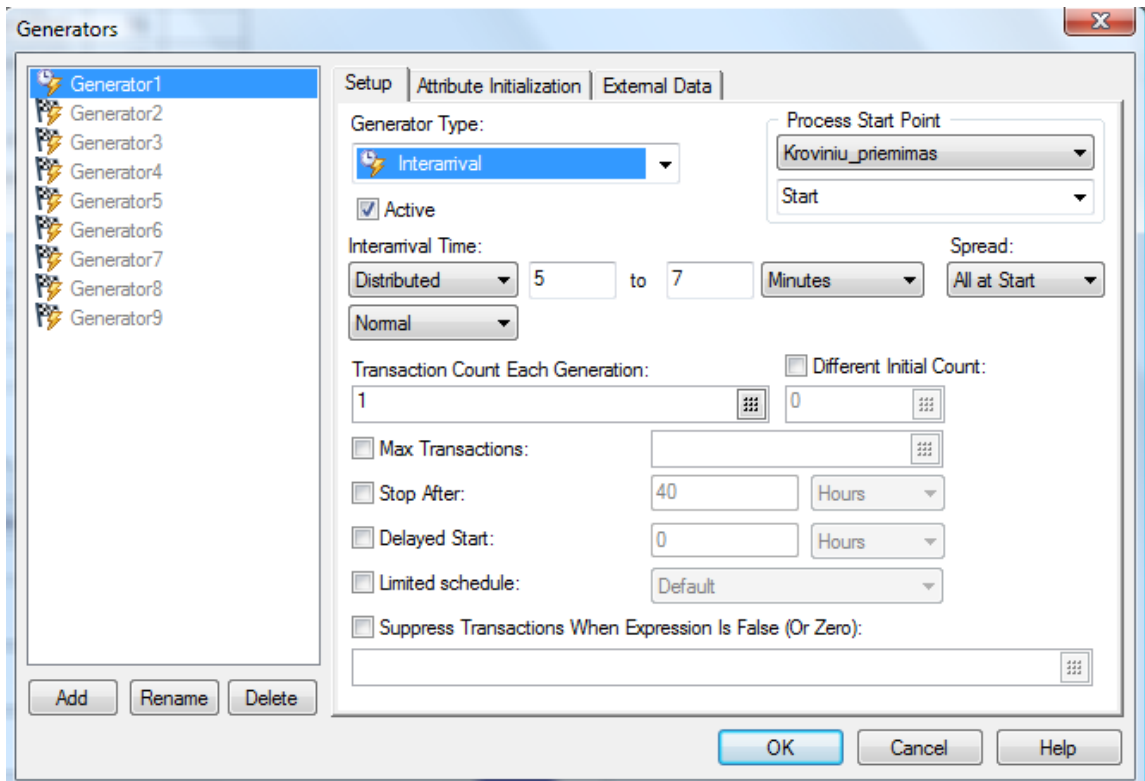


43 pav. Pagrindinis scenarijaus langas


Šioje formoje meniu punktuose:

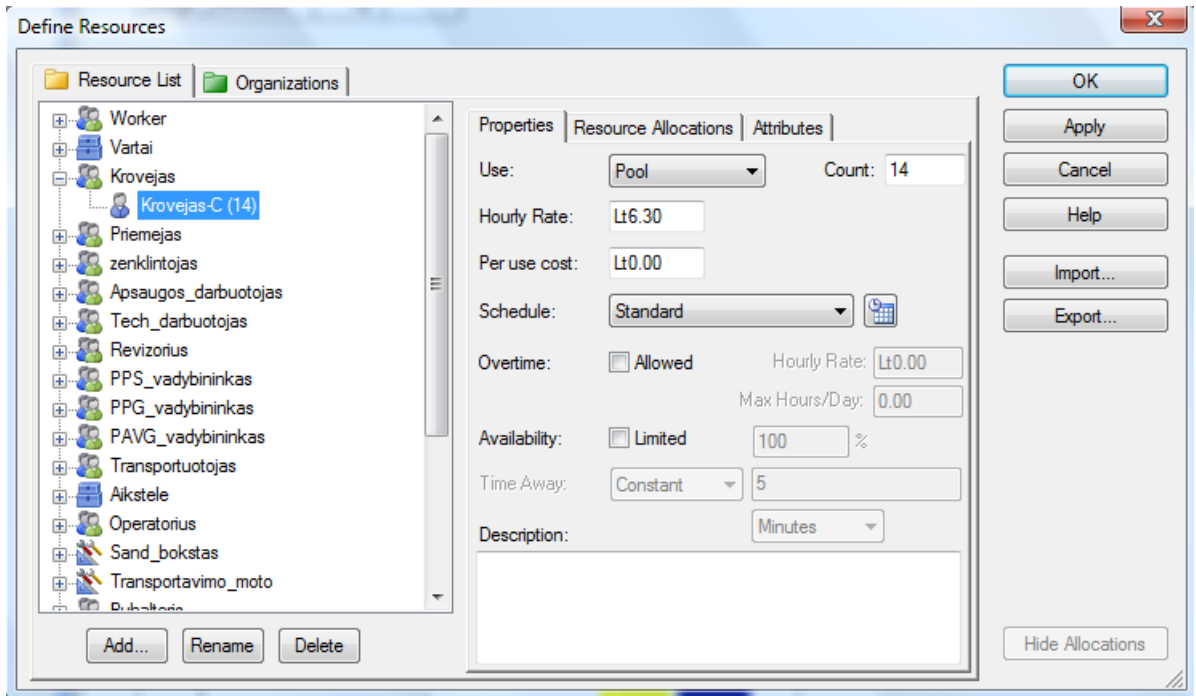
- „*Simulation time*“ nustatoma imitavimo eigos kalendorinė trukmė.
- „*Initialization/Report*“: nustatoma ataskaitų generavimo tipas: nauja ataskaita, palyginamoji (*what – if* analizei).

12. Dinaminių esybių generavimo parametrų formos langas iškviečiamas spragtelėjus mygtuką . Jame nustatoma dinaminių esybių generavimo parametrai: generavimo dažnis, sugeneruotų esybių skaičius, parenkamas generavimo pradžios tipas ir kt. parametrai




44 pav. Dinaminių esybių generavimo parametų langas

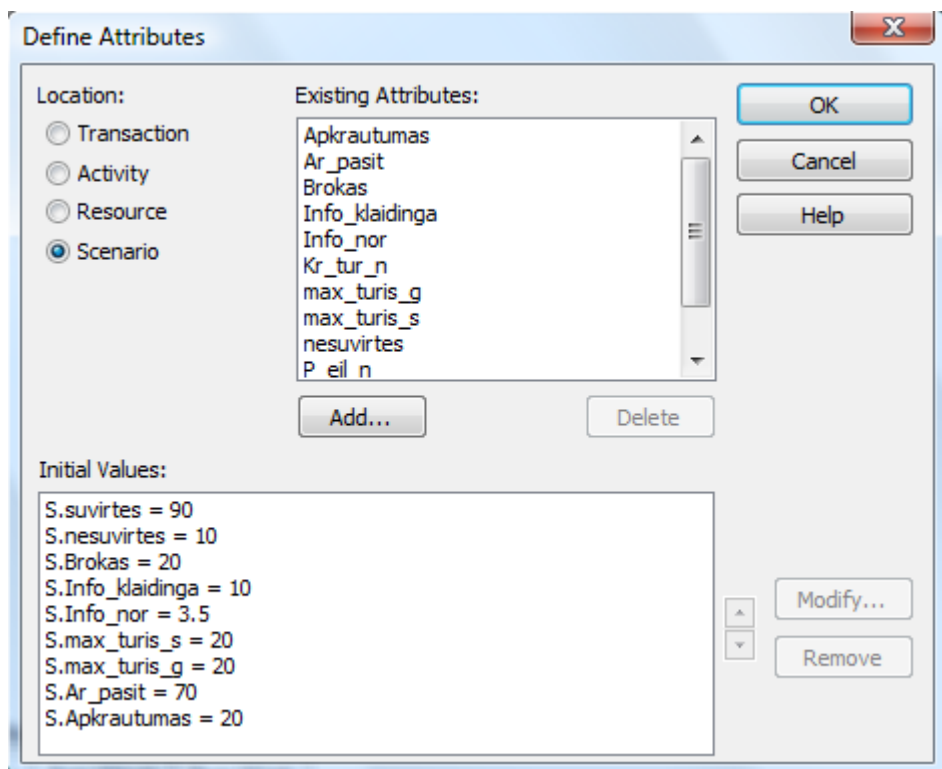
13. Išteklių parametų formos langas iškviečiamas spragtelėjus mygtuką .



45 pav. Išteklių parametų aprašymo forma

Šioje formoje administruojami išteklių parametrai: kiekis, kaina, našumas, darbo grafikas, organizacinės struktūros padalinys, kuriam priklauso išteklius ir kt.

14. Imitavimo eigos kintamųjų reikšmių priskyrimo formos langas iškviečiamas spragtelėjus mygtuką .



46 pav. Imitacinio modelio kintamųjų administravimo forma

Šioje formoje administruojama imitacinio modelio kintamieji (pvz.: procentinę laisvų sandėliavimo vietų dalį apibrėžiantis kintamasis „Apkrautumas“).