

**VILNIAUS UNIVERSITETAS
KAUNO HUMANITARINIS FAKULTETAS**

INFORMATIKOS KATEDRA

Verslo informacijos sistemų studijų programa

Kodas 62103S138

JUSTINA STANKUTĖ

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

**GAMYBINĖS ĮMONĖS PRODUKCIJOS SAVIKAINOS
MODELIAVIMAS IR OPTIMIZAVIMAS**

Kaunas 2010

**VILNIAUS UNIVERSITETAS
KAUNO HUMANITARINIS FAKULTETAS**

INFORMATIKOS KATEDRA

JUSTINA STANKUTĖ

MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

**GAMYBINĖS ĮMONĖS PRODUKCIJOS SAVIKAINOS
MODELIAVIMAS IR OPTIMIZAVIMAS**

Leidžiama ginti _____

Magistrantas _____
(parašas)

Darbo vadovas _____
(parašas)

dr. Saulius Masteika
(darbo vadovo mokslo laipsnis, mokslo
pedagoginis vardas, vardas ir pavardė)

Darbo įteikimo data _____

Registracijos Nr. _____

Turinys

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS	4
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	5
LENTELIŲ SĄRAŠAS	6
SANTRAUKA	7
ĮVADAS	8
1. VEIKLOS MODELIAVIMAS	10
1.1. MODELIO SAMPRATA	10
1.2. MODELIAVIMO SAMPRATA	12
1.2.1. <i>Sistemų dinamikos vystimasis</i>	15
1.2.2. <i>Imitacinio modeliavimo nauda</i>	17
1.3. MODELIAVIMO PANAUDOJIMAS.....	18
1.3.1. <i>Veiklos modeliavimo taikymas mokymo procese</i>	18
1.3.2. <i>Vandens išteklių modeliavimas</i>	19
1.3.3. <i>Lietuvos imitacinis modelis</i>	19
1.3.4. <i>Kelių eismo saugumo modeliavimas</i>	20
1.4. VEIKLOS MODELIAVIMO PROGRAMINIŲ PAKETŲ ANALIZĖ.....	21
1.4.1. <i>Stella programinis paketas</i>	21
1.4.2. <i>iThink programinis paketas</i>	22
1.4.3. <i>Simprocess programinis paketas</i>	22
1.4.4. <i>PowerSim programinis paketas</i>	23
1.4.5. <i>Veiklos modeliavimo programinės įrangos palyginimas</i>	23
2. SIŪLOMO SPRENDIMO METODIKA	27
2.1. MODELIOJAMO OBJEKTO PARINKIMAS	27
2.2. TEORINIS METODAS GAMYBINIŲ ĮMONĖS PROCESŲ MODELIAVIMUI	31
2.3. DIAMONIO FOSFATO GAMYBA	33
2.4. AB „LIFOSA“ FINANSINIAI RODIKLIAI	40
2.5. PRAKTINIS METODAS GAMYBINIŲ ĮMONĖS PROCESŲ MODELIAVIMUI	41
3. EKSPERIMENTAS	50
3.1. EKSPERIMENTINIO TYRIMO METODIKA	50
3.2. TYRIMO DUOMENŲ ANALIZĖ	50
3.3. EKSPERIMENTINIO TYRIMO ATLIKIMAS	52
3.4. SAVIKAINOS OPTIMIZAVIMAS	55
IŠVADOS IR REZULTATAI	61
LITERATŪRA	62
PRIEDAI	66

SANTRUMPŲ SĄRAŠAS

MB – megabaitai

Proc. – procentai

Bar. – barai (slėgio matavimo vienetai)

BGD – būgninis granulatorius džiovykla

DRĮ – dujų reguliavimo įrenginys

t – tonos

kwh – kilovatvalandės

m³ – kubiniai metrai

Lt – litai

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Modelių klasifikacija	12
2 pav. Modeliavimo schema	14
3 pav. 2009 m. chemijos pramonės produkcijos eksportas	27
4 pav. Trašų gamybos apimtys Lietuvoje	28
5 pav. Trašų eksportas	29
6 pav. AB „Lifosa“ produktų gamyba	30
7 pav. Sieros rūgšties paskirstymas	30
8 pav. Fosforo rūgšties paskirstymas	31
9 pav. Diamonio fosfato gamybos procesų hierarchija	34
10 pav. Diamonio fosfato gamybos schema	39
11 pav. AB „Lifosa“ pinigų srautai	40
12 pav. AB „Lifosa“ pelno suvestinė	41
13 pav. Pagrindinis modelis	46
14 pav. Papildomas sieros rūgšties gamybos modelis	47
15 pav. Papildomas fosforo rūgšties gamybos modelis	48
16 pav. Savikainos skaičiavimo langas	49
17 pav. Diamonio fosfato trašos sudėtis	50
18 pav. Vienos tonos savikainos kitimo grafikas	54
19 pav. Optimizavimo kintamieji	55
20 pav. Vartotojo sąsaja	56
21 pav. Sąnaudų įvedimo langas	57
22 pav. Optimizavimo rezultatai (1)	58
23 pav. Optimizavimo rezultatai (2)	59
24 pav. Savikainos priklausomybė nuo žaliavų kainos	60

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Modeliavimo programinių paketų palyginimas	24
2 lentelė. Pagrindinio modelio kintamieji (talpos)	42
3 lentelė. Pagrindinio modelio kintamieji (srautai)	42
4 lentelė. Pagrindinio modelio kintamieji (konstantos)	43
5 lentelė. Pagrindinio modelio kintamieji (tarpiniai)	45
6 lentelė. Sieros rūgšties gamybos modelio kintamieji	47
7 lentelė. Fosforo rūgšties gamybos modelio kintamieji	48
8 lentelė. Diamonio fosfato žaliavų rodikliai	51
9 lentelė. Tyrimo duomenys (1)	53
10 lentelė. Tyrimo duomenys (2)	54

SANTRAUKA

STANKUTĖ, Justina. (2010) *Production enterprise produce cost modeling and optimization*. MBA Graduation Paper. Kaunas: Vilnius University, Kaunas Faculty of Humanities, Department of Informatics. 58 p.

S U M M A R Y

The aim of the work is to create the production processes model and optimize produce cost evaluation by experimental analysis.

To achieve the aims the following objectives were identified:

1. To analyse business modeling benefit for enterprise business planning;
2. To perform business modeling software analysis;
3. To design production processes model;
4. To optimize production enterprise produce cost evaluation.

Work methods: scientific cognitive method that helped to understand the main aspects of process modeling, methods of analysis and synthesis, description and explanation, comparison and deductive .

Performed business modeling, modeling software and production process analysis. By using methods and tools of activity modeling, the production process model was designed and optimization algorithm was used.

The size of the work - 58 pages. 10 tables and 24 pictures have been designed.

ĮVADAS

Veiklos procesų modeliavimas ir optimizavimas padeda išvengti spėliojimo, kas būtų įgyvendinus vienokius ar kitokius veiksmus. Tiksliai sumodeliavus veiklą galima tiksliai pasakyti, kokie galimi jos rezultatai. Verslas investuoja į technologijas tada, kai supranta konkurencinį pranašumą ir naudą, kurią duoda skaitmeninės technologijos.

Temos aktualumas moksliniu požiūriu yra grindžiamas gamybinės įmonės procesų sumodeliavimu bei optimizavimu. Darbe pateikiamas atliktas produkcijos žaliavų pokyčių įtakos gamybiniam procesams tyrimas.

Veiklos modeliavimas turi užtikrinti gerą susikalbėjimą tarp organizacijos, jos klientų, galutinių vartotojų ir kūrėjų. Kiekviena šių grupių turi savų interesų, todėl svarbu, kad galutinis rezultatas – veiklos sumodeliavimas tenkintų tuos interesus.

Darbo problematika susijusi su veiklos procesų modeliavimu bei optimizavimu, taikant skaitmenines technologijas. Pasitelkiant kompiuterinį modeliavimą, siekiama padidinti veiklos efektyvumą.

Vienas pirmųjų sistemų dinamikos metodologijas (modelius) pradėjo kurti profesorius Jay W. Forrester, Masačusetso (JAV) technologijos institute 1956 metais. 1960 metais Masačusetso technologijų institute buvo sukurta sistemų dinamikos grupė (*System Dynamics Group*). Pagrindinės šios grupės tyrimų kryptys yra JAV ekonomikos modeliavimas ir sistemų dinamikos naudojimas mokymo procese. Ir šiuo metu Masačusetso technologijų institutas yra sistemų dinamikos modeliavimo tyrimų lyderis.

Autoriai nagrinėjantys veiklos procesų modeliavimą gilinasi į tokius aspektus: modeliavimo teorija (Cubitt, 2001); verslo procesų modeliavimas (Aguilar-Savén, 2004); visuminių ekonomikos procesų priklausomybė (Bagdonas, Patašienė, Patašius, Skvernys, 2007); dinaminių sistemų modeliavimas (Close, 1995; Motuzienė, Pyrantienė, 2002).

Veiklos procesų problemos gali būti sprendžiamos pasitelkiant tam tikrus veiklos imitacinius modelius: S. Norvaišos ir jo vadovaujamos grupės dėka buvo realizuotas Lietuvos imitacinis modelis (2002), kuris prognozuoja šalies vystimosi scenarijus; siekiant pagerinti hidrologinį raštingumą tarp studentų ir kitų suaugusiųjų, Arizonos universitete buvo sukurtas vandens išteklių ugdymo modelis (Williams, Lansey, Washburne, 2009).

Darbo objektas – įmonės gamybinių procesų modeliavimas.

Darbo tikslas - sukurti gamybinių procesų modelį bei optimizuoti, atliekant eksperimentinius tyrimus, produkcijos savikainos nustatymą.

Siekiant užsibrėžto tikslo, yra sprendžiami tokie uždaviniai:

- Išanalizuoti veiklos modeliavimo naudą įmonės veiklos planavimui;

- Atlikti veiklos procesų modeliavimo programinės įrangos analizę;
- Sudaryti įmonės gamybinių procesų modelį;
- Optimizuoti gamybinės įmonės produkcijos savikainos nustatymą.

Pirmoje darbo dalyje „VEIKLOS MODELIAVIMAS“ pateikiami modelio apibrėžimai, tipai, jo sudarymo etapai. Analizuojamos modeliavimo ypatybės, išskiriami modeliavimo etapai, pateikiami apibrėžimai. Taip pat šioje dalyje aprašomi modeliavimo atvejai ir pateikiama programinės įrangos, skirtos veiklos procesų modeliavimui, palyginamoji analizė.

Antroje dalyje „SIŪLOMO SPRENDIMO METODIKA“ aprašomas modeliuojamo objekto parinkimas ir numatyto modelio sudarymas. Pateikiami produkcijos (trašų) gamybos etapai ir schemos. Taip pat pateikiamas ir aprašomas sukurtas gamybinės įmonės veiklos modelis.

Trečioje dalyje „EKSPERIMENTAS“ aprašoma eksperimentinio tyrimo metodika ir eiga, pateikiami tyrime naudojami duomenys. Atliekami produkcijos savikainos skaičiavimai ir optimizavimas. Pateikiama gautų savikainos rezultatų analizė.

Buvo naudotasi rašytiniais ir kompiuteriniais dokumentais, užsienio bei Lietuvos autorių moksliniais darbais, internete rasta informacija, veiklos modeliavimo teoriniais pagrindais ir kt.

Nustatant tyrimo tikslą ir formuojant uždavinius, buvo naudojamas mokslinio pažinimo metodas, kuris padėjo suprasti ir pagrindinius veiklos procesų modeliavimo aspektus. Taip pat darbe buvo naudojami sintezės, aprašymo, aiškinimo, indukcijos ir dedukcijos, duomenų analizės (statistinio apdorojimo metodai), palyginimo ir apibendrinimo metodai.

Darbo teoriniai rezultatai. Atlikta veiklos modeliavimo analizė, išnagrinėtos modeliavimo pagrindinės savybės: etapai, gaunami rezultatai, panaudojimo galimybės. Pateikta veiklos procesų modeliavimo programinės įrangos palyginamoji analizė bei išnagrinėti produkcijos gamybiniai procesai.

Praktiniai rezultatai. Sukurtas gamybinių procesų modelis ir panaudotas optimizavimo algoritmas. Atliktas eksperimentinis produkcijos savikainos skaičiavimo ir optimizavimo tyrimas su skirtingais kintamųjų duomenimis ir optimizavimo parametrais.

Rezultatų aprobavimas. Dalyvauta tarpuniversitetinėje magistrantų ir doktorantų konferencijoje „**Informacinė visuomenė ir universitetinės studijos (IVUS)**“ (gegužės 13 d.) ir pristatytas pranešimas „Gamybinės įmonės produkcijos savikainos modeliavimas“.

Darbą sudaro įvadas, trys struktūrinės dalys, išvados. Darbe pateikiami 24 paveiksai ir 17 priedų. Sudaryta 10 lentelių. Darbo apimtis - 58 puslapiai.

1. VEIKLOS MODELIAVIMAS

Yra įvairių strateginio planavimo metodų, tačiau dauguma iš jų nesuriša daugiau nei keletu kintamųjų į priežasčių ir pasekmių grandinę, todėl jų nauda tėra epizodinė. Pasinaudojus kompiuteriais, galima atlikti strategijų modeliavimą, dar kitaip vadinama imitacinį modeliavimą. Tereikia atitinkamus faktorius aprašyti specialia modeliavimo kalba ir tokiu būdu analizuoti įvairias strateginio projekto situacijas, užduoti klausimus ir gauti atsakymus.

1.1. Modelio samprata

Modelis - tai tam tikro objekto, proceso arba reiškinio analogas, atspindintis mus dominančias originalo savybes ir charakteristikas, galintis tam tikroms sąlygoms pakeisti originalą. Be to modelis, palyginus su originalu, turi esminius privalumus ir patogumus (vaizdingumas, galimybė atlikti su juo eksperimentus, lengva operuoti ir t.t.). Kitaip sakant, modelis [9] - tai analogas (pakaitalas) realiai egzistuojančių arba įsivaizduojamų objektų, procesų, reiškinių. Modeliu gali tapti žmogaus dirbtinai sukurtas abstraktus arba materialinis objektas, kurį tiriant daugiau sužinoma apie realiai egzistuojantį (dažniausiai daug sudėtingesni) objektą, kuris vadinamas prototipu arba originalu.

Modelis – esminių realios sistemos savybių išraiška, kuri tam tikru būdu atspindi sistemos elgesį ir padeda ją tirti ar eksploatuoti. Modelis nėra tikslus ir detalus sistemos aprašymas [10].

V. Denisovas (2000) teigia, kad bendrame sisteminiame lygmenyje skiriami trys apibendrinti modelių tipai [11]:

1. Verbaliniai. Verbaliniai (žodiniai, vaizdiniai) modeliai – tai aprašomieji modeliai, leidžiantys neformalia forma išreikšti žmogaus idėją arba požiūrį. Tokie modeliai būna pradinis informacijos šaltinis tiriant žmogaus pažinimo procesus.
2. Natūriniai. Daug konkretnesni yra natūriniai (fizikiniai, materialūs, mastelio) modeliai, nes jie realiai demonstruoja tam tikras sistemos savybes (fizikines, chemines, geometrines ir pan.). Tai įvairūs maketai, akvariumai, standai, treniruokliai, žemėlapiai ir t. t. Tokių modelių kūrimas ir taikymas reikalauja natūrinio eksperimento ir modeliavimo metodikų derinimo, tad ir patys modeliai užima tarpinę vietą tarp teorinių ir eksperimentinių metodų.
3. Simboliniai (ženkliniai) modeliai. Simboliniais vadinami modeliai, išreikšti tam tikros formaliosios kalbos priemonėmis. Simboliniai modeliai – tai aukščiausias žinių apibendrinimo lygmuo, nes juose žinių pateikimo forma leidžia abstrahuotis nuo konkretaus turinio. Vienas abstraktus ženklinis aprašas apibendrina didelių galimų sistemos sudėties ir elgsenos variantų įvairovę.

Modelio tipas priklauso nuo modelio kūrimo tikslo, naudojamos informacijos ir duomenų, rezultatų pateikimo varianto.

Dinaminio modelio esmė – jo komponentės kinta laike. Modelyje galima keisti jo parametrus, stebėti reakcijas ir rezultatų pasikeitimus. Dar vienas modelio privalumas yra tai, kad jame sukonzentruoti pagrindiniai realaus objekto faktoriai. Neesminiai faktoriai arba išvis neegzistuoja modelyje, arba pavaizduoti paviršutiniškai.

Modelio sudarymo etapai [12]:

- Problemos identifikavimas ir tikslų formulavimas;
- Pagrindinių faktorių nustatymas;
- Priežastinių ryšių diagrama (kokybinis modelis);
- Srautų ir talpų diagrama (kiekybinis, arba skaičiuojamasis modelis).

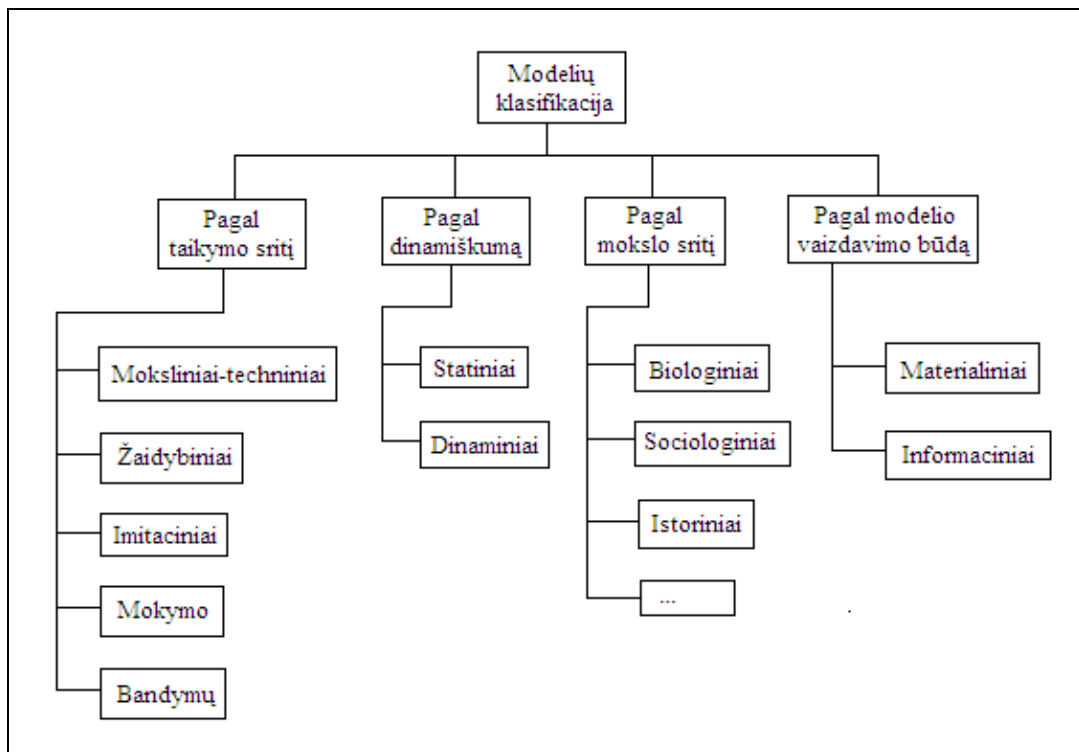
Kiekybinis modelis naudojamas prognozavimui. Tuo metu atliekama situacijos analizė ir sprendimų priėmimas.

Turint nagrinėjamos situacijos modelį, galima išbandyti įvairias strategijas, teikti pasiūlymus ir juos pagrįsti, lengvai ieškoti kompromisinių sprendimų, efektyviai priimti galutinius sprendimus. Turint modelį galima surasti geriausią strategiją.

Kadangi modelių įvairovė plati, juos galima klasifikuoti. Tai daroma pagal tam tikras modelio charakteristikas, požymius. Dažniausiai modeliai klasifikuojami [9] pagal:

- Taikymo sritis;
- Dinamiškumą;
- Mokslo sritis;
- Modelio vaizdavimo būdą.

Žemiau yra pateikta grafinė modelių klasifikacija (1 pav.).



Saltinis: sukurta autoriaus pagal BALVOČIENĖ, T.; BUTKIENĖ, A. (2001) *Kompiuterinis modeliavimas*. Metodinė medžiaga [interaktyvus].

1 pav. Modelių klasifikacija

Yra daugybė skirtingų modelių ir skirtingų sričių, kurioms jie kuriami. Taigi, modelių kūrimas plačiai paplitęs ir pasiteisinantis darbas. Modelis atspindi esminius realios sistemos bruožus ir jį galima sukurti bet kokiai realiai sistemai. Jis turi padėti suformuoti ir peržiūrėti veiklos strategiją.

1.2. Modeliavimo samprata

A. Jakutis (2002) teigia, kad empiriškai kuriamas mokslas tampa žinojimu, o šis iš karto gali virsti gana sėkminga praktika. Gamtos dėsniai, virtę žmogaus veiklos taisyklėmis, perkeliama į gamtos reiškinių valdymo sferą. Gamtos dėsniai būtinai turi būti aprašyti matematikos kalba, o duomenys patvirtinti eksperimentais.

Pasak S. Cubitt (2001), modeliavimas yra realybės ir mūsų besikeičiančių santykių su ja filosofija. Šio autoriaus teigimu, tam tikra prasme, modeliavimo teorija yra speciali istorijos filosofija, labai įtakota vėlesnės sociologijos.

Kaip mokslo teorija, modeliavimo teorija yra susijusi su žmogaus žiniomis, ypatingai su mokslininko žiniomis (Halloun, 2006).

Modeliavimas yra realaus pasaulio pažinimo metodas, kai originalus objektas yra pakeičiamas modeliu ir vietoje realaus objekto tyrimo yra tiriamos modelio savybės. Bendru atveju bet koks modeliavimas (situacijos, sistemos, proceso, projekto) prasideda nuo vienareikšmiškos problemos formulavimo [15].

Yra išskiriami tokie modeliavimo etapai:

- Dalykinės srities apibrėžimas;
- Konceptinio modelio sudarymas;
- Loginio modelio sudarymas;
- Fizinio modelio sudarymas.

Visų pirma turi būti apibrėžiama ta realybės dalis, apie kurią norime turėti informaciją – ji vadinama dalykine sritimi. Dalykinės srities informacija atrenkama ir apibendrinama. Atlikus šiuos veiksmus gaunamas konceptinis dalykinės srities modelis. Jis toliau gali būti naudojamas įvairiais tikslais: pristatyti dalykinę sritį ne specialistui, palyginti ją su kita dalykine sritimi, programuoti algoritmams ir t.t. [10].

Konceptinį modelį turi būti galima lengvai atvaizduoti į formalias matematinės ar logines struktūras, kurios nebūtinai atspindi žmogišką tikrovės suvokimą, bet yra patogios norint apdoroti duomenis automatiškai. Tokios struktūros sudaro dalykinės srities loginį modelį. Pastarasis modelis paprastai paverčiamas grynai mašininio formato duomenų struktūromis – tai fizinis modelis [10].

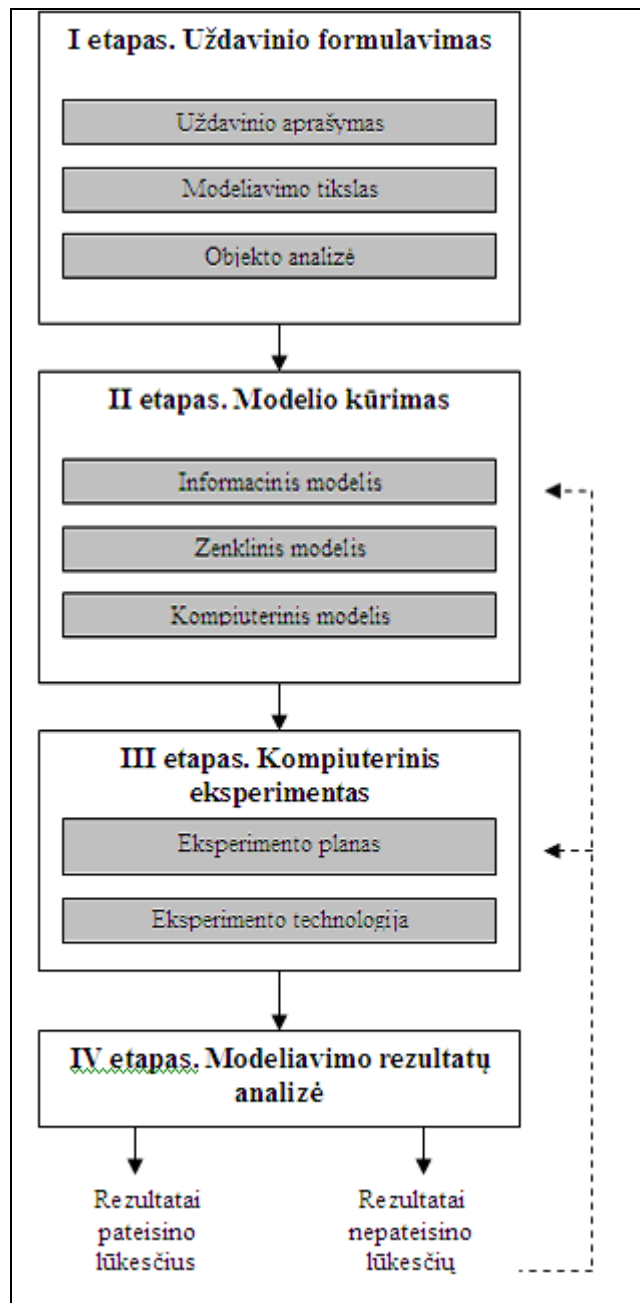
Pasak V. Denisovo (2000), didėjanti modeliavimo žinių ir įgūdžių paklausa besiformuojančioje informacinėje visuomenėje, pažinimo ir modeliavimo procesų bendrumas ir kai kurie kiti faktoriai lemia tai, kad dabartiniu metu modeliavimas tampa vienu pagrindinių mokymo metodų ir vienu populiariausių tyrimo objektų edukologijoje. Sistemų analizės principais grindžiamas kompiuterinis modeliavimas – tai eksperimentinio ir teorinio metodo privalumų dermė, kai moksleiviai orientuojami ne į atskirus dalykinių žinių fragmentus, bet į sprendžiamą problemą. Modeliuodami kompiuteriu žmonės išmoksta išskirti esminius tiriamosios sistemos bruožus, atmesti konkrečiu atveju nereikalingą informaciją, aktyviai ieško tinkamų abstrakcijų ir analogijų. Visa tai skatina vidinių mentalinių struktūrų susidarymą ir palengvina tolesnį mokymąsi.

Atlikus veiklos procesų modeliavimą ir optimizavimą pasiekiami šie rezultatai:

1. Darbuotojai sutelkiami į vieną komandą užsibrėžtų tikslų pasiekimui;
2. Geriau tenkinami kliento poreikiai;
3. Sutrumpėja darbų atlikimo laikas;
4. Nelieka darbo dubliavimo;
5. Sumažėja sutrikimų tikimybė ir informacijos praradimai.

Norint sumodeliuoti įmonės veiklą virtualiojoje aplinkoje būtina gerai perprasti veiksnius, įtakančius įmonės veiklą.

Žemiau yra pateikiama bendra modeliavimo schema (2 pav.), kuri apima keturis etapus. Kiekvienas modeliavimo etapas apibūdinamas pagrindiniais žingsniais.



Šaltinis: BALVOČIENĖ, T.; BUTKIENĖ, A. (2001) *Kompiuterinis modeliavimas*. Metodinė medžiaga [interaktyvus].

2 pav. Modeliavimo schema

Ši modeliavimo schema (2 pav.) gali keistis, priklausomai nuo modeliavimo tikslo, keliamos problemos. Taigi, tai nėra galutinė schema, kuri griežtai turi būti naudojama kuriant modelį. Tačiau ji apima svarbiausius procesus, reikalingus modeliavimui. Toliau pateikiami modeliavimo etapų aprašymai.

Pirmame modeliavimo etape aprašomas sprendžiamas uždavinys. Uždavinys - tai problema, kuri turi būti aiškiai aprašyta. Uždaviniai gali būti dviejų rūšių arba kompleksiniai (pirmos ir antros rūšies mišinys). Pirmoji uždavinių rūšis apima tokius uždavinius, kurie [9] reikalauja ištirti, kaip keičiasi objekto savybės (parametrai), būseną, tarpusavio ryšiai, kai jie yra veikiami įvairių veiksnių. Tokius uždavinius galima pavadinti „Kas bus, jeigu...?“.

Antroji uždavinių rūšis apima tokius uždavinius, kurie [9] reikalauja sprendimo, kaip veikti tam tikrą objektą, kad jo savybės atitiktų uždavinyje nurodytą sąlygą. Šiuos uždavinius galima pavadinti „Kaip padaryti, kad...?“.

Taip pat šiame etape reikia apgalvoti modeliavimo rezultata, tokiu būdu iškeliamas modeliavimo tikslas, nustatomas modeliavimo objektas ir jo savybės.

Antras etapas apima informacinio, ženklinio ir kompiuterinio modelių kūrimą. Pirmiausiai renkama informacija apie objektą, nustatomos jo savybės, būsenos ir kiti esminiai parametrai. Taip gaunamas informacinis modelis. Surinkta informacija pateikiama tam tikra ženklina forma (schema, grafikas ir pan.). Ir galiausiai kuriamas kompiuterinis modelis su pasirinkta programine įranga.

Trečiame etape atliekamas modelio testavimas. Vykdomas kompiuterinis eksperimentas, kurio rezultatai lyginami su laukiamais rezultatais.

Ketvirtame etape analizuojami kompiuterinio eksperimento rezultatai.

Verslo procesų modeliavimas įgalina elementarų jų supratimą ir analizę (Aguilar-Savén, 2004). Norint tinkamai sumodeliuoti, svarbiausia yra verslo procesai. Be to, tinkamo modelio naudojimas apima analizės tikslą ir prieinamų procesų modeliavimo metodų bei įrankių žinias.

Galutinis modeliavimo tikslas – sprendimo priėmimas. Sprendimas priimamas išanalizavus eksperimento rezultatus. Net ir analizės etape gali išaiškėti klaidos, padarytos ankstesniuose modeliavimo etapuose. Suradus klaidas, reikia koreguoti modelį, kol bus pasiekti tinkami rezultatai.

1.2.1. Sistemų dinamikos vystimasis

Organizacijų veiklos analitikai konstatuoja organizacijų aplinkos dinamiškumą, chaotiškumą. Norėdamos išlikti tokioje greitai kintančioje aplinkoje, organizacijos turi adaptuotis – numatyti veiklos pokyčius, greitai ir adekvačiai reaguoti, keisti valdymo metodus. Veiklai pertvarkyti reikia efektyvių veiklos žinių valdymo mechanizmų, kurie turi būti grindžiami informacijos technologijomis (Gudas, Brundzaitė, 2005).

S. Norvaišas (1999) teigia, kad viena iš daugelio mokslo sričių, gvildenančių kitimo uždavinius, yra sistemų dinamika. Ji remiasi daugelio kitų mokslų - tiek matematikos ir gamtos, tiek ir socialinių - pasiekimais. Sistemų dinamika gimė JAV, Masačusetso technologijos institute apie 50-uosius praėjusio amžiaus metus.

Kitimas yra viena iš karščiausių šių laikų temų - tiek mokslinių, tiek ir praktinių. Visi mes kuriame planus, stengiamės numatyti priimamų sprendimų pasekmes, aptariame vykdomos politikos perspektyvumą. Ir jei tik yra kokie dėsniai - gamtoje ar visuomenėje, - kuriems paklūsta reiškinių vyksmas, tai mokslininkai turi būtinai juos surasti, o praktikai - jais pasinaudoti. Tačiau kaip „pagauti“ kitimą valdančias jėgas, sužinoti, nuo ko priklauso žmogaus, organizacijos ar net valstybės ateitis, kaip dabar pasirinkti tokį sprendimą, kuris garantuotų norimą rezultatą [18]?

Norint išvengti nemalonių pasekmių ir pasiekti norimų rezultatų galima pasikliauti dinaminio modeliavimu. Tai yra būdas rasti teisingą problemos sprendimą.

Dinaminės sistemos (pradininkas J.W. Forrester (1961)) buvo pradėtos vystyti JAV, kurių pagrindą sudarė tam tikrų teorijų vystimasis [19]:

- Informacijos grįžtamumo teorija;
- Sprendimų priėmimo proceso analizė;
- Matematinų metodų naudojimas simuliuojant sudėtingas sistemas;
- Informacinių technologijų spartus vystimasis.

Maani ir Cavana (2000) išskiria penkias pagrindines sisteminio mąstymo ir modeliavimo vystimosi fazes [19]:

- Problemos struktūrizavimo fazėje apibrėžiami pagrindiniai tikslai ir analizuojama situacija, apibrėžiamos apimtys ir ribos. Tai yra bendras pirmasis žingsnis daugelyje problemų sprendimo teorijų, kuris apima problemų srities ir svarbiausių ginčytinų klausimų identifikavimą ir pirminės informacijos rinkimą, įtraukiant statistinius rodiklius, veiklos dokumentus, ankstesnes studijas, akcininkų nuomonę.
- Priežastinių kilpų modeliavimo fazėje kuriami problemų koncepciniai modeliai, žinomi kaip priežastinių ryšių diagramos. Tai yra svarbi viso proceso dalis.
- Dinaminio modeliavimo fazė apima modelių sudarymą. Ši fazė seka po priežastinių kilpų modeliavimo fazės. Nors galima eiti į šią fazę tiesiai po problemų struktūrizavimo fazės, tačiau priežastinių kilpų formavimas padidina koncepcinį tikslumą.
- Planavimo ir modeliavimo scenarijaus fazėje pateikiamos ir patikrinamos įvairios politikos ir strategijos. Strategija šiuo atžvilgiu yra įvairių politikų kombinacija ir yra susijusi su kontroliuojamais pokyčiais, tokiais kaip kaina, kokybė ir kt.
- Įgyvendinimo ir organizacinio mokymosi fazėje analizuojami rezultatai, patikrinamas modelis, kuriama apmokymo ir plėtojimo bazė.

Pateiktos sisteminio mąstymo ir modeliavimo vystimosi fazės apima tam tikrus žingsnius, kurie yra atliekami kiekvienos fazės metu. Aišku, tai nėra griežtai numatyta tvarka, kurios privalu laikytis. Tačiau tai yra svarbu kuriant organizacijos dinaminį modelį. Kokios fazės ir kokie žingsniai bus įtraukti priklauso nuo pačios organizacijos, iškeltos problemos ar keliamų tikslų modeliui.

Sistemų dinamika yra matematinio modeliavimo kryptis, kurioje akcentuojama taikomųjų modelių sudarymo pusė. Tai reiškia, kad rezultatas turi būti sistemos modelis, maksimaliai

atitinkantis realią (dažnai sudėtingą) sistemą. Viena iš sistemų dinamikos taikymo sričių yra verslo imitavimas [20].

Dinaminis modeliavimas yra toks įrankis, kuris padeda mums užtaisyti laikinas spragas tarp sprendimų, veiksmų ir rezultatų (Costanza, Ruth, 1998). Turint dinaminį modelį, visada galima jį papildyti įtraukiant naujus faktorius, o įvedus vienokias ar kitokias prielaidas – analizuoti galimus scenarijus.

1.2.2. Imitacinio modeliavimo nauda

Integracijos ir globalizacijos procesai didina įmonių poreikį būti konkurencingesnėmis. Dirbant šiuolaikinėje organizacijoje nepakanka išmanyti siauras savo darbo operacijas, nes visos organizacijos efektyvumas bus didesnis, jei kiekvienas jos narys gerai suvoks visuminius verslo procesus ir juos įvertins priimdamas lokaliai darbo vietos vadybinius sprendimus. Tokiu būdu kiekvienoje darbo vietoje priimti racionalesni sprendimai duos sinerginį efektą visai organizacijai. Visuminių ekonominių procesų supratimui palengvinti galėtų būti pravartūs verslo imitaciniai modeliai (Bagdonas, Patašienė, Patašius ir Skvernys, 2007).

Pasak I. Patašienės (2008), imitacinis modeliavimas – tai sistemos veiklos imitavimas siekiant prognozuoti sistemos elgseną. Imitacinis modeliavimas leidžia aprėpti atsitiktinę daugelio reiškinių prigimtį, jų neapibrėžtumą ir analizuoti realaus pasaulio sudėtingą tarpusavio veiksmų sąveiką. Imitacinis modeliavimas apibūdinamas kaip analizės, prognozavimo ir sprendimų priėmimo būdas, kuris lyginant su tradiciniais ir analitiniais modeliavimo būdais yra išsamesnis, leidžiantis išsamiau įvertinti modeliuojamą sistemą ir išorinius veiksnius.

Daugeliu atveju imitacinis modeliavimas yra vienintelis būdas norint rasti teisingą problemos sprendimą. Imitacija leidžia paprastai ir sparčiai išmėginti kuriamą sistemą, ją vizualizuoti ir patikrinti jos elgesį esant įvairiausioms kintančioms aplinkybėms, – net neturint tos sistemos fizinio prototipo, taigi ir visai nerizikuojant. Modelis veikia tik taip, kaip jam leidžia įvestos matematinės ir fizikos formulės, todėl tokia modeliavimo sistema gali būti ir virtualiosios gamybos įrankiu [22].

Imitacinis modelis yra viena iš svarbiausių priemonių hipotezėms testuoti bei adaptyviems ir optimaliems scenarijams kurti. Dar dažniau tokie kompiuteriniai modeliai leidžia suprasti, kodėl vyksta visai ne tai, ko norima ar tikimasi iš tiriamojo reiškinių [7].

Modelio kompiuterinis imitavimas leidžia išbandyti pačias įvairiausias prielaidas ir sudaryti strategijų kolekciją. Geriau pirma saugioje aplinkoje išbandyti įvairias strategijas, o ne iš karto priimti neišanalizuotus ir nepagrįstus sprendimus, kurie gali pakenkti. Kompiuterinis imitavimas leidžia lengvai keisti prielaidas, greitai ir vaizdžiai (ataskaitos, grafikai, lentelės) pateikti rezultatus.

1.3. Modeliavimo panaudojimas

Yra gausybė įvairių modelių, kurių paskirtis ir tikslai skirtingi. Modelius galima skirstyti pagal panaudojimo sritį (mokymo, žaidimų, moksliniai, imitaciniai ir kt.), aprašymo būdą (žodiniai, matematiniai, loginiai ir kt.), dinamiškumą (statiniai, dinaminiai) ir pan. Modeliavimas yra plačiai taikomas ir apima daug sričių. Toliau pateikiama keletas modeliavimo panaudojimo pavyzdžių.

1.3.1. Veiklos modeliavimo taikymas mokymo procese

Ekonominių procesų imitavimo kompiuterinės priemonės yra taikomos mokymo procese. Tai studijuojantiems padeda geriau suvokti ekonominių procesų priklausomybę (Bagdonas, Patašienė, Patašius, Skvernys, 2007). E. Bagdono, I. Patašienės, M. Patašiaus ir V. Skverno straipsnyje „*Internetinis verslo procesų imitavimas*“ aprašomas internetinis verslo procesų imitavimo žaidimas „*Kietas Riešutas*“. Po šio žaidimo taikymo Kauno technologijos universiteto Jaunųjų kompiuterininkų mokykloje (2006–2007 mokslo metais) buvo nuspręsta atlikti moksleivių apklausą, kuri padėtų įvertinti sukurto produkto kokybę. Apklausoje dalyvavo 54 moksleiviai, studijuojantys smulkiojo verslo specialybę tiek tradiciniu, tiek nuotoliniu būdu. Jiems buvo pateikti 32 klausimai. Apklaustos rezultatai parodė, kad procesų imitavimo žaidimas buvo naudingas ir atitiko respondentų norus, susijusius su žaidimo sudėtingumu.

Kompiuterinis žaidimas „*Kietas riešutas*“ – tai mokymo priemonė, kuri leidžia besidomintiems bendromis įmonės valdymo problemomis, susipažinti su verslo pagrindais. Šis dalykinis žaidimas skirtas verslininkystės pradžios kurso teorinėms žinioms įtvirtinti. Pradėjus modeliuoti, tampama „*Kieto riešuto*“ įmonės filialo direktijos nariu. Reikia įvertinti pradinę savo įmonės padėtį ir jos kasmetinę raidą. Vienas žaidimo periodas atitinka kalendorinius veiklos metus. Per šiuos metus atliekami tokie darbai: analizuojama įmonės padėtis pagal pateiktus dokumentus; nustatoma bendroji įmonės plėtros strategija priklausomai nuo veiklos rodiklių ir rinkos konjunkūros; parengiami prekybiniai, gamybiniai, personalo bei finansiniai sprendimai; įrašomi savi sprendimai į S formą („*Sprendimų lapą*“). Iš čia duomenys įvedami į kompiuterio atmintį. Kompiuterinė programa „EIKTM-1“ atlieka reikiamus apskaičiavimus ir nustato įmonės padėtį rinkoje (metų pabaigoje) priklausomai nuo savo ir konkurentų sprendimų bei socialinių-ekonominių veiksmų [23].

Kompiuteriniame modeliavime, kuris taikomas mokymo procese, plačiai panaudojamas varžybų elementas. Konkurencija skatina moksleivius mąstyti apie gamybos, rinkodaros ir finansų reikšmę ir sieti juos su tais dalykais, kurių mokosi. Varžybos yra puikiausia mokymo priemonė.

Kompiuterinis modeliavimas padeda moksleiviams [23] geriau įtvirtinti teorines žinias. Vadybos ir ekonomikos modeliavimo pratybos (VEMP, „*Kepuraitės*“) supažindina moksleivius su verslo įmonės veikla konkurencinėje rinkoje. Imitacinė prekyba vertybinių popierių biržoje suteikia

moksleiviams galimybę geriau susipažinti su investavimo į vertybinius popierius nauda ir galimybėmis.

Technologijų amžius padeda tobulėti, siekti žinių naujais būdais ir priemonėmis. Modeliavimas padeda greičiau priimti sprendimus, išspręsti sudėtingus uždavinius, nagrinėti sudėtingas situacijas. Tokiu būdu taupomas laikas, žmogiški resursai. Mokymo procese modeliavimas [9] skatina moksleivių kūrybiškumą, mokymosi motyvaciją. Taikant modeliavimą per ugdymo procesą, reikia gerai apgalvoti mokymo tikslus ir priemones, parengti modeliavimo užduotis, skatinančias moksleivius analizuoti situaciją, įgyti naujų žinių, įgūdžių, lavinančių mąstymą, ugdančių savarankiškumą, laiduojančių praktinę veiklos reikšmę.

1.3.2. Vandens išteklių modeliavimas

Sistemų dinamikos modeliavimas leidžia bet kurio modelio naudotoją būti sprendimų priėmėju tiek mokymo, tiek tiriamaisiais tikslais (Williams, Lansey, Washburne, 2009). Šių autorių straipsnyje (2009) rašoma apie vandens išteklių ugdymo modelį, kuris buvo sukurtas kaip priemonė, siekiant pagerinti hidrologinį raštingumą tarp studentų ir kitų suaugusiųjų. Svarbiausias modelio tikslas yra išmokti vandens išteklių principų bei sugebėti suprasti jų reikšmę per vandenskyrą. Modelis naudojamas Arizonos universitete. Be to, šis modelis sukurtas naudojant *PowerSim* programą dėl jos intuityvumo, grafikos, patogios vartotojo sąsajos.

Visas modelis modeliuoja bendrą pusiau sausringą regioną, kuris turi įvairių vandens tiekėjų ir paklausos sektorių. Šis modelis turi vienerių metų laiko žingsnį su 25 metų modeliavimo laikotarpiu. Modelis susideda iš vienos upės, vienos užtventkos upės, vieno vandeningojo horizonto, apdorotų nuotekų ir galimybių importuoti vandenį ar pasirinkti gentinio vandens. Paklausa grindžiama pradine gyventojų populiacija su 2 procentų jos augimu, kuris yra vienas iš svarbiausių veiksnių modelyje [8]. Taigi, modeliavimas naudojamas siekiant pabrėžti vandens valdymo klausimus.

JAV valstijoje Naujojoje Meksikoje taip pat buvo sukurtas modelis skirtas vandens išteklių valdymui. Šis modelis apima trečios apygardos regioną šiauriniame Naujosios Meksikos viduryje. To imtasi, nes vandens ištekliai yra riboti, o vandens poreikis žymiai didėja. Pasak V. C. Tidwell, H. D. Passell, S. H. Conrad ir R. P. Thomas (2004), sistemų dinamika suteikia unikalią matematinę struktūrą fizinių ir socialinių procesų, svarbių vandenskyros valdyme, integravimui.

1.3.3. Lietuvos imitacinis modelis

Daug procesų vystosi tarsi savaime, valstybės vaidmuo tėra tarsi eismo reguliuotojo, nukreipiančio judėjimo srautus viena ar kita kryptimi.

Ilgalaikės strategijos irgi turi būti pagrįstos ne tik esamos situacijos analize, bet ir skaičiavimais. Imitacinio modeliavimo metodika reikalauja modelį paremti nuolatiniu grįžtamoju ryšiu, nuolatiniu situacijos koregavimu. Jei to nėra, bet koks planas tampa nevaldomu.

Naudojantis automatizuotos modeliavimo programinės įrangos *PowerSim* priemonėmis realizuotas Lietuvos imitacinis modelis. Kaip teigiama S. Norvaišos ir jo vadovaujamos grupės darbe (2002), Lietuvos imitacinis modelis buvo pradėtas nuo pasaulio modelio sisteminės analizės. Modeliuojant yra išnagrinėta keletas alternatyvių sistemos elgsenos variantų, bei pateikiamas vienas iš galimų pusiausviros pasiekimo būdų.

Modelis, aprašantis pasaulio sistemą, demonstruoja keletą alternatyvių “pasaulio elgsenos” variantų. Kuri elgsena labiausiai atspindi ateitį, priklauso nuo politikos, kurią šalis turi galimybę pasirinkti. Pasaulio modelyje daroma daug alternatyvių prielaidų, kurios priklauso nuo to, kaip reguliuojamas gyventojų skaičius, kapitalo panaudojimas, žemės ūkio produkcijos gamyba, gamtos išteklių panaudojimas ir kaip organizuojama užterštumo kontrolė [7].

Lietuvos imitacinis modelis suskirstytas į šešis sektorius:

- Gamybos;
- Namų ūkio;
- Darbo jėgos;
- Valstybės;
- Makroekonominių kintamųjų;
- Bankinį.

Kiekvienas iš šių sektorių yra nagrinėjamas atskirai, o po to įjungiamas į bendrą modelį. Modeliavimo laikotarpis pasirinktas 5 metai. Galimi skaičiavimai ilgesniam laiko tarpui, tačiau dėl įvairių priežasčių paklaida ima augti. Imitacinis modelis apima tris įsivaizduojamus Lietuvos vystymosi scenarijus: optimistinį, realistinį ir pesimistinį [7].

Nors modelio sukūrimas yra gana brangus užsiėmimas, tačiau jo atsipirkimas yra neabejotinas. Paskutiniu metu klasikiniai strateginio planavimo metodai vis labiau išstumiami, pakeičiami moderniais matematinio eksperimento metodais, o tai užtikrina aukštą strateginio planavimo lygį. Be to, Lietuva savo dydžiu yra labai palanki modeliavimo požiūriu – nei maža, nei per didelė.

1.3.4. Kelių eismo saugumo modeliavimas

Didėjant automobilių skaičiui keliuose, ypač aktuali tampa eismo saugumo problema. Tam tikslui naudojamos įvairios avaringumą mažinančios priemonės, kurių įrengimui reikia didelių lėšų, skiriamų iš valstybės biudžeto. Siekiant efektyviai panaudoti šias lėšas galima panaudoti

avaringumo valdymo sistemą. Jos pagalba eismo saugumui užtikrinti keliuose darbai organizuojami taip, kad būtų minimizuojamos visuomenės išlaidos [21].

Avaringumo valdymo sistemos esmę sudaro tai, kad remiantis automobilių eismo intensyvumu, statistiniais avaringumo duomenimis, kelių techninėmis charakteristikomis (parametrais) pagal bendrojo vidaus produkto (BVP) augimą sudaromos eismo intensyvumo ir avaringumo kitimo prognozės. Situacija modeliuojama keičiant investuojamų lėšų kiekį ir ieškant varianto, kuriam esant bus mažiausias avaringumas, arba užsiduodant „pageidaujama“ avaringumą ir ieškant priemonių kaip jį pasiekti su mažiausiomis išlaidomis [21]. Vėliau išanalizavus prognozuojamų avarių priežastis, nustatomi galimi visuomenės nuostoliai dėl avaringumo. Imituojamų procesų dalyviai kiekvienam atvejui ieško geriausio sprendimo, parinkdami tinkamiausias avaringumo mažinimo priemones arba gerindami kelio technines charakteristikas.

A. Marma, D. Eidukas, A. Valinevičius ir M. Žilys (2004) savo straipsnyje „*Intelektualiosios transporto valdymo sistemos*“ aprašo sankryžos (Kauno miesto K. Petrausko gatvės ir Vydūno alėjos sankryža) srautų tyrimą, kuris leidžia prognozuoti transporto srautus ir kitose gretimose sankryžose. Rezultatų analizė parodė, kad priklausomai nuo to, koks yra automobilių srautas, reikia parinkti ir šviesoforų darbo parametrus (kiek laiko skirti žaliajam ir raudonam signalams). Taigi, imitacinis modelis padėjo atlikti sankryžos valdymo eksperimentą. O gauti rezultatai parodė, kad naudojant kintančius šviesoforų darbo ciklo parametrus, vidutinę automobilio užlaikymo sankryžoje trukmę galima sutrumpinti net iki 35 %. Šie rezultatai pasiekiami reguliuojant šviesoforų darbo ciklo parametrus atsižvelgiant į sankryžos apkrovimą bei oro sąlygas.

1.4. Veiklos modeliavimo programinių paketų analizė

Norint įmonės veiklą nukreipti teisinga linkme, išvengti neoptimalių sprendimų ir pasiekti teigiamų veiklos rezultatų, galima naudotis specialia programine įranga, kuri leidžia kurti veiklos modelius, prognozuoti veiklos rezultatus. Yra pakankamai tiek mokamų, tiek nemokamų veiklos modeliavimo programų, kad būtų galima pasirinkti tinkamiausią.

Taigi, toliau pateikiami kelių veiklos modeliavimo programų aprašymai.

1.4.1. *Stella* programinis paketas

Stella – tai viena iš lanksčiausių grafinių programavimo kalbų, skirtų palengvinti dinaminių sistemų modeliavimą [26]. Tai *isee systems* kompanijos produktas.

Stella veikia Macintosh ir Windows aplinkose. Dinaminės sistemos modelis, sukurtas su *Stella*, susideda iš trijų gretimų sluoksnių, kurie jungia palaiptamui išsamesnę informaciją apie modelio struktūrą ir funkcionavimą. Aukšto lygio vaizdavimo ir įvesties-išvesties sluoksnis užtikrina įrankius, kurie išdėsto modelio struktūrą ir leidžia ne modeliuotojams lengvai suprasti

struktūrą, interaktyviai paleisti modelį ir peržiūrėti bei interpretuoti jo rezultatus. Modelio naudojimo lengvumas šiame lygyje leidžia asmenims intelektualiai ir emociškai būti susijusiais su modeliu (Costanza, Ruth, 1998).

Žemiausias *Stella* modeliavimo aplinkos sluoksnis apima sąrašą grafiškai ir algebriskai apibrėžtų santykių tarp sistemos komponentų kartu su pradinėmis sąlygomis ir parametrų reikšmėmis. Šios lygtys yra sprendžiamos su skaitmeninėmis technologijomis. Lygtys, pradinės sąlygos ir parametrų reikšmės taip pat gali būti eksportuojamos ir sudaromos sudėtingos statistinės analizės ir parametrų tyrimų atlikimui bei modelio paleidimui įvairiose kompiuterio platformose (Costanza, Ruth, 1998).

Taip pat, *Stella* yra puikus įrankis hipotezių ir teorijų testavimui, idėjų išaiškinimui bei modelio elgesio analizei atlikti.

1.4.2. *iThink* programinis paketas

iThink – tai *isee systems* kompanijos produktas, skirtas verslo imitavimui.

Žvelgiant iš funkcinės perspektyvos, *iThink* ir *Stella* programos, faktiškai, yra identiškos. Su *iThink*, kaip ir su *Stella*, kuriamas modelis susideda iš trijų gretimų sluoksnių, kurie jungia palaipsniui išsamesnę informaciją apie modelio struktūrą ir funkcionavimą. Abi programos skirtos palengvinti dinaminių procesų vaizdavimą, modeliavimą, imitavimą ir komunikavimą. Pagrindinis skirtumas tarp *iThink* ir *Stella* yra palaikymo dokumentacija [27].

iThink programinė įranga yra orientuota į verslo aplinkos vartotojų auditoriją. Jos dokumentacija parašyta remiantis verslo vartotojų poreikiais [27]. Pritaikymo ir modelių pavyzdžiai apima verslo procesų reinžineriją, strateginį planavimą, finansinę analizę, gamybą, procesų tyrimą, prognozavimą ir organizacinę plėtrą.

Ši programa siūlo nerizikingą būdą priimti sprendimus, kurie valdo verslo gerinimą ir kylimą. *iThink* padeda įmonei per modelių kūrimą, kurie imituoja verslo procesus ir scenarijus, atkreipti dėmesį į naujos procedūros poveikį ir siūlo galimybę taisyti nepageidaujamus rezultatus. Programos modeliai tarnauja, kaip praktikos sritys, rodančios rezultatus, kurie gali būti skausmingi, brangūs ar nepatogūs, jei bus rasti tikrovėje.

1.4.3. *Simprocess* programinis paketas

Simprocess – tai hierarchinio modeliavimo įrankis, kuris apjungia proceso kartografiją, diskrečių įvykių imitavimą ir veikla grįstą įkainojimą vienoje sąsajoje. Ši programa gali padėti pasiekti įmonės tikslus, sutaupyti pinigų arba padidinti gamybą. Ji leidžia grafiškai pateikti verslo procesus. Esamų sistemų modernizavimas gali būti rizikingas, ypač, kai technologija vystosi stulbinamu greičiu [28]. *Simprocess* padeda nustatyti, kokia technologija yra tinkamiausia tiriamam verslui.

Tai objektiškai orientuotų procesų modeliavimo ir analizės įrankis, skirtas pramonės ir paslaugų įmonių specialistams, kuriems reikia sumažinti laiką ir riziką klientų aptarnavimo, reikalavimų vykdymo ir naujų produktų vystymo srityje.

1.4.4. *PowerSim* programinis paketas

PowerSim yra dinaminių sistemų modeliavimo ir imitavimo įrankis. Ši programa gali būti naudojama daugelyje sričių studijuojant tolydinio laiko sistemas (Petrauskas, 1997). Tai verslo problemų modeliavimas.

Programa skirta imitacinių modelių kūrimui ir analizei. Grafinė modeliavimo kalba modeliavimo modelius padaro lengvai suprantamus ir paaiškinamus kitiems. Aiški ir permatoma struktūra – vienas didžiausių *PowerSim* modelių pranašumų. *PowerSim* turi dar vieną privalumą – duomenų mainai su skirtingais priedais.

Šios programinės įrangos gamintojų tikslas yra padėti sukurti verslo modelius ir pasirūpinti jų prieinamumu kiekvienam, kam tai rūpi bei kam tai reikia žinoti. O žmonių, kuriems tai yra svarbu, daug: esantys ir nauji darbuotojai, tiekėjai, produkcijos platintojai, klientai ir investuotojai [30].

PowerSim programa gali būti naudojama, kaip pagrindas kuriant valdymo simulatorius, kurie leidžia dialoginį eksperimentavimą tokiais klausimais kaip įmonės strategija, veikla, prekyba, konkurencijos analizė ir sprendimų priėmimas [30]. Ši programa apima tokias pramonės ir verslo sritis, kaip strateginis planavimas, išteklių valdymas, krizių planavimas ir valdymas bei procesų reorganizavimas.

1.4.5. Veiklos modeliavimo programinės įrangos palyginimas

Plečiantis informacinių technologijų plėtrai vis plačiau yra naudojamos įvairios veiklos procesų modeliavimo priemonės, kurios leidžia sistemingai planuoti įmonės veiklą, numatyti jos rezultatus ir taip palengvina darbą. Ne išimtis yra ir gamybos veikla. Gamybos procesas yra nemenkas uždavinys, kuriam įvykdyti reikalinga tiksli gaminio sudedamųjų dalių informacija, normatyvai. Todėl, norint numatyti reikiamą gamybos išėigą, tikslinga naudoti veiklos procesų imitavimo programinę įrangą, kuri leidžia sudaryti veiklos modelį ir atlikti prognozinis skaičiavimus.

Detalesnės programinės įrangos ypatybės pateikiamos žemiau esančioje lentelėje (1 lentelė).

Modeliavimo programinių paketų palyginimas

Palyginimo kriterijai	Modeliavimo programiniai paketai			
	<i>Stella</i>	<i>iThink</i>	<i>Simprocess</i>	<i>PowerSim</i>
Kontaktai	<p>isee systems, inc. Wheelock Office Park 31 Old Etna Road, Suite 7N Lebanon, NH 03766 USA Tel. (603) 448-4990; Faks. (603) 448-4992</p> <p>El.p.: Užsakymai: orders@iseesystems.com</p> <p>Pagrindinė informacija: info@iseesystems.com</p> <p>Produkto/techninė pagalba: support@iseesystems.com</p>	<p>isee systems, inc. Wheelock Office Park 31 Old Etna Road, Suite 7N Lebanon, NH 03766 USA Tel. (603) 448-4990; Faks. (603) 448-4992</p> <p>El.p.: Užsakymai: orders@iseesystems.com</p> <p>Pagrindinė informacija: info@iseesystems.com</p> <p>Produkto/techninė pagalba: support@iseesystems.com</p>	<p>CACI Products Company 1455 Frazee Road Suite 700 San Diego, CA 92108</p> <p>Pardavimų informacija: Tel.: 619-881-5809 Fax: 619-692-1013 El.p.: mwjohanson@caci.com</p> <p>Techninė pagalba: Tel.: 703-679-3340 El.p.: simprocess@caci.com</p> <p>Konsultacijos: Tel.: 703-679-3874 Fax: 703-679-3354 El.p.: mengiles@caci.com</p>	<p>Littleåsvegen 79 N-5132 Nyborg Bergen Norway</p> <p>Tlf: +47 55 60 65 00 Fax: +47 55 60 65 01</p> <p>El.p.: powersim@powersim.no</p>
Paskirtis	<p>Ši programa skirta studentų mokymui. Ji padeda geriau suprasti mokomą dalyką (tiek ekonomiką, tiek biologiją):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peršokti spragą tarp teorijos ir realaus pasaulio; • Įgalinti studentus kūrybiškai pakeisti sistemas; • Aiškiai bendrauti sistemos įėjimo ir išėjimo kintamiesiems bei parodyti rezultatus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumažinti riziką, susijusią su politikos ar proceso kaita; • Nustatyti pagrindinius atsvaros taškus verslo efektyvumui pagerinti; • Sukurti modelius, kurie imituoja savo verslą; • Sukurti „kas-jei“ scenarijus sprendimų priėmimui; • Plėtoti bendrą supratimą tarp funkcinių grupių. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Simprocess</i> skirtas organizacijoms, kurios nori sumažinti riziką, susijusią su procesų pakeitimų įgyvendinimu; • Šis įrankis leidžia vartotojams lengvai ir greitai analizuoti įvairius „kas-jei“ scenarijus ir naudojant Java arba XML technologijas užtikrina būtiną organizacinį lankstumą. 	<p>Ši programinė įranga įgalina vartotoją sukurti sudėtingo verslo ir ekonomikos modeliavimą su galingu gebėjimu valdyti keletą „kas-jei“ scenarijų, keičiant pagrindinius parametrus ir kontroliuojant sąlygas.</p>

Pirma lentelė yra tęsiama kitame puslapyje.

1 lentelės tęsinys

Palyginimo kriterijai	Modeliavimo programiniai paketai			
	<i>Stella</i>	<i>iThink</i>	<i>Simprocess</i>	<i>PowerSim</i>
Pagrindinės savybės	<ul style="list-style-type: none"> • Intuityvi piktograma pagrįsta grafine sąsaja; • Priežastinio ciklo diagramos; • Automatiškai generuojamos modelio lygtys; • Matematinės, statistinės ir logines operacijos palengvina <i>built-in</i> funkcijos; • Jautrumo analizė parodo pagrindinius atsvaros taškus ir optimalias sąlygas; • Rezultatai pateikiami kaip grafikai, lentelės, animacija, QuickTime filmai ir failai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intuityvi piktograma pagrįsta grafine sąsaja; • Priežastinio ciklo diagramos; • Automatiškai generuojamos modelio lygtys; • Matematinės, statistinės ir logines operacijos palengvina <i>built-in</i> funkcijos; • Rezultatai pateikiami kaip grafikai, lentelės, animacija, QuickTime filmai ir failai. • Jautrumo analizė parodo pagrindinius atsvaros taškus ir optimalias sąlygas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Išteklių modeliavimas; • Žinių valdymas su pakartotinio naudojimo šablonais; • Veiklos naršyklė; • Paveikslėlių valdymas; • Įvairios vartotojo sąsajos galimybės; • Rezultatų ataskaitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funkcijų biblioteka apima finansų, matematines, statistines, grafikų kontrolės ir istorines funkcijas, kurios palengvina kompiuterinių skaičiavimų vykdymą; • Optimizavimas; • Modeliavimo rezultatai pateikiami, kaip grafikai, matuokliai, slankiklių mygtukai ir skaičių formatai.
Privalumai	<ul style="list-style-type: none"> • Lengva naudoti; • Plačios pritaikymo galimybės: nuo aplinkos mokslo iki psichologijos; • <i>On-line</i> pagalbos dokumentacija; • Nemokama bandomoji versija. 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>iThink</i> padeda nustatyti pagrindinius atsvaros taškus, kad pagerintų verslo efektyvumą nenumatytų pasekmių; • <i>On-line</i> pagalbos dokumentacija; • Nemokama bandomoji versija. 	<ul style="list-style-type: none"> • On-line klientų pagalba; • Nesunkiai valdoma vartotojo sąsaja; • Nemokama bandomoji versija. 	<ul style="list-style-type: none"> • Turi optimizavimo funkciją; • <i>On-line</i> pagalbos sistema; • Nesudėtinga vartotojo sąsaja; • Pateikiami modelių pavyzdžiai; • Nemokama bandomoji versija.
Trūkumai	<ul style="list-style-type: none"> • Nėra optimizavimo funkcijos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Nėra optimizavimo funkcijos; 	<ul style="list-style-type: none"> • Nėra optimizavimo funkcijos; 	-
Techniniai reikalavimai Windows operacinei sistemai	<ul style="list-style-type: none"> • 233 MHz Pentium; Microsoft Windows™ 2000/XP/Vista (English Version); • 128 MB RAM; • 90 MB disk space; QuickTime. 	<ul style="list-style-type: none"> • 233 MHz Pentium; Microsoft Windows™ 2000/XP/Vista (English Version); • 128 MB RAM; • 90 MB disk space; QuickTime. 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows™ 2000/XP/Vista or server 2003; • Minimum 512 MB RAM; • Recommended 1024 MB RAM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft® Windows 2000/XP/or later; • Minimum 256 MB RAM; • Minimum 50 MB free hard disk space.

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Modeliavimo programinė įranga lyginama pagal numatytus kriterijus, kurie nurodo svarbiausią informaciją.

Kaip jau buvo rašyta ankstesniame skyrelyje apie programą *iThink*, ir kaip matyti iš pateiktos modeliavimo programinės įrangos palyginimo lentelės, *Stella* ir *iThink* programiniai paketai priklauso tai pačiai kompanijai, todėl funkcinės jų savybės yra analogiškos.

Analizuojant šias programas, galima išskirti dvi esmines jų savybes: naudojant bet kurią iš minėtų programų yra kuriami ir analizuojami „kas-jei“ scenarijai sprendimų priėmimui ir sumažinama rizika dėl, pavyzdžiui, procesų pasikeitimų. Tai leidžia geriau pažinti tiriamą problemą ir priimti geriausius sprendimus.

Atlikus modeliavimo programinių paketų analizę, tolimesniam gamybinių veiklos procesų modeliavimui pasirinkta *PowerSim* programa. Ši programa yra pramonės standartas tiekiant veiklos imitavimo produktus ir konsultavimo paslaugas. *PowerSim* sprendimai naudojami daugeliui situacijų, nes jie parodo nenumatytas pasekmes, pritaiko tokius kintamuosius, kaip darbuotojų moralė ir klientų pasitenkinimą, bei nereikalauja didelių istorinių duomenų darbui. Žvelgiant iš techninės pusės, *PowerSim* programos reikalavimas kompiuterio kietojo disko talpai (mažiausiai 50 MB) yra palankesnis nei kitų programų. Taip pat, ši programa pateikia pavyzdinius modelius, kurie yra puikus pradinis susipažinimas su programa pradedantiesiems. Pavyzdiniai modeliai atskleidžia programos galimybes.

Svarbiausias rodiklis, kodėl tolimesniam darbui pasirinkta būtent *PowerSim* programa, yra optimizavimo funkcija, kurios neturi kitos aptartos veiklos modeliavimo programos. Kadangi darbe siekiama sukurti imitacinį gamybinių procesų modeliavimo modelį ir savikainos optimizavimo nustatymą, reikalingas toks darbo įrankis, kuris leistų automatiškai atlikti optimizavimo procesą tik parinkus atitinkamus optimizavimo parametrus.

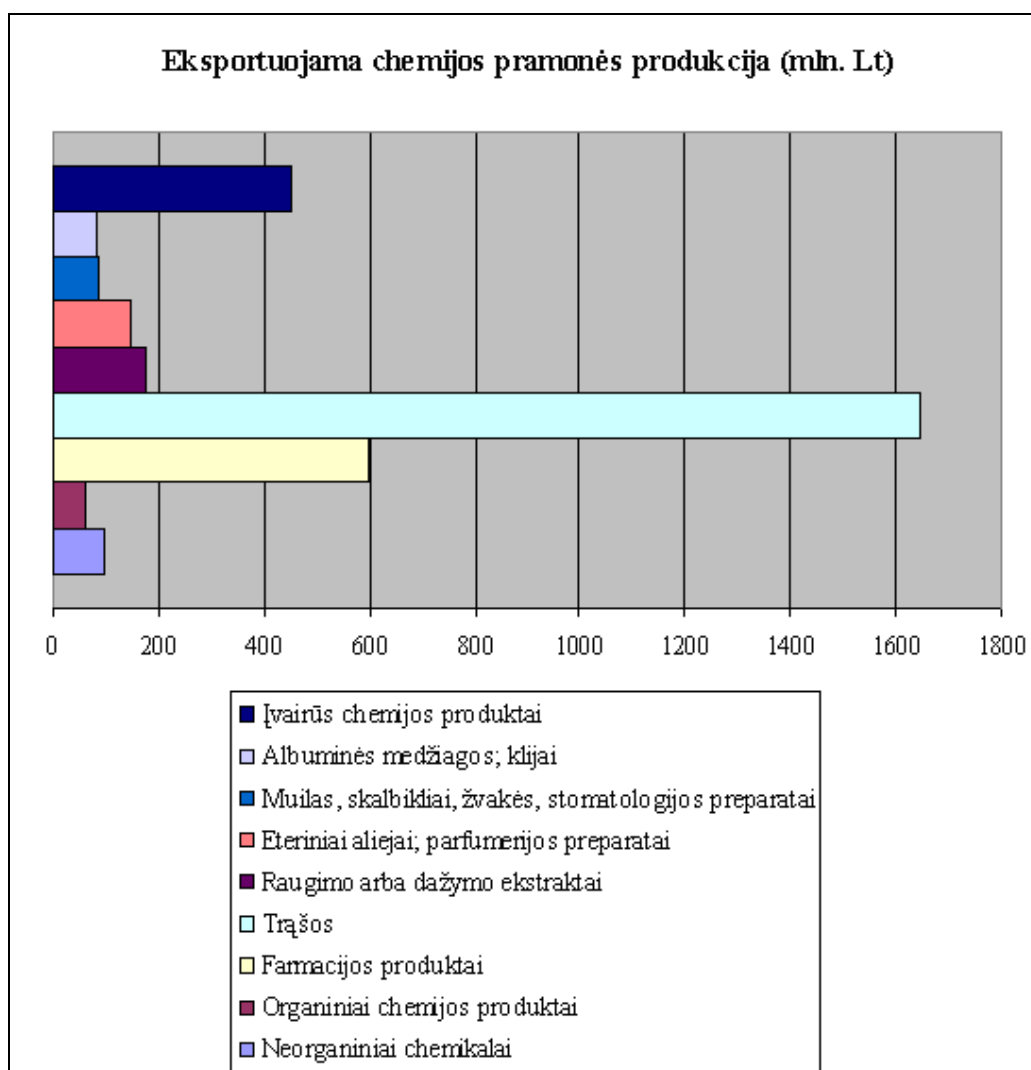
Taigi, *PowerSim* programa yra tinkamai parinktas variantas, kuris leis įvykdyti tiek darbo, tiek tyrimo uždavinius ir pasiekti darbo tikslą.

2. SIŪLOMO SPRENDIMO METODIKA

Išanalizavus veiklos modeliavimo ypatybes, galima teigti, kad modeliavimas yra svarbus įmonės veiklos rezultatams. Juo galima lengvai spręsti problemas, sudėtingas situacijas, analizuoti įvairius mokslinius reiškinius ir visuomenines problemas. Taip pat, modeliavimas gali būti panaudotas analizuojant gamybinės įmonės veiklą. Tai aktualu keičiant gamybos procesą ar pradėdant gaminti naują produktą, ar siekiant padidinti veiklos efektyvumą.

2.1. Modeliuojamo objekto parinkimas

Analizuojant Lietuvos eksporto struktūrą galima išskirti tris produkcijos grupes, kurios sudaro didžiausią eksporto dalį tarp visos eksportuojamos produkcijos. Tai yra mineraliniai produktai, mašinos ir mechaniniai bei elektros įrenginiai, ir chemijos pramonės produkcija. Chemijos pramonės produkcija sudaro 9,2 proc. viso eksporto ir yra trečioje vietoje. Ši eksporto grupė detaliau atskleista trečiame paveiksle.

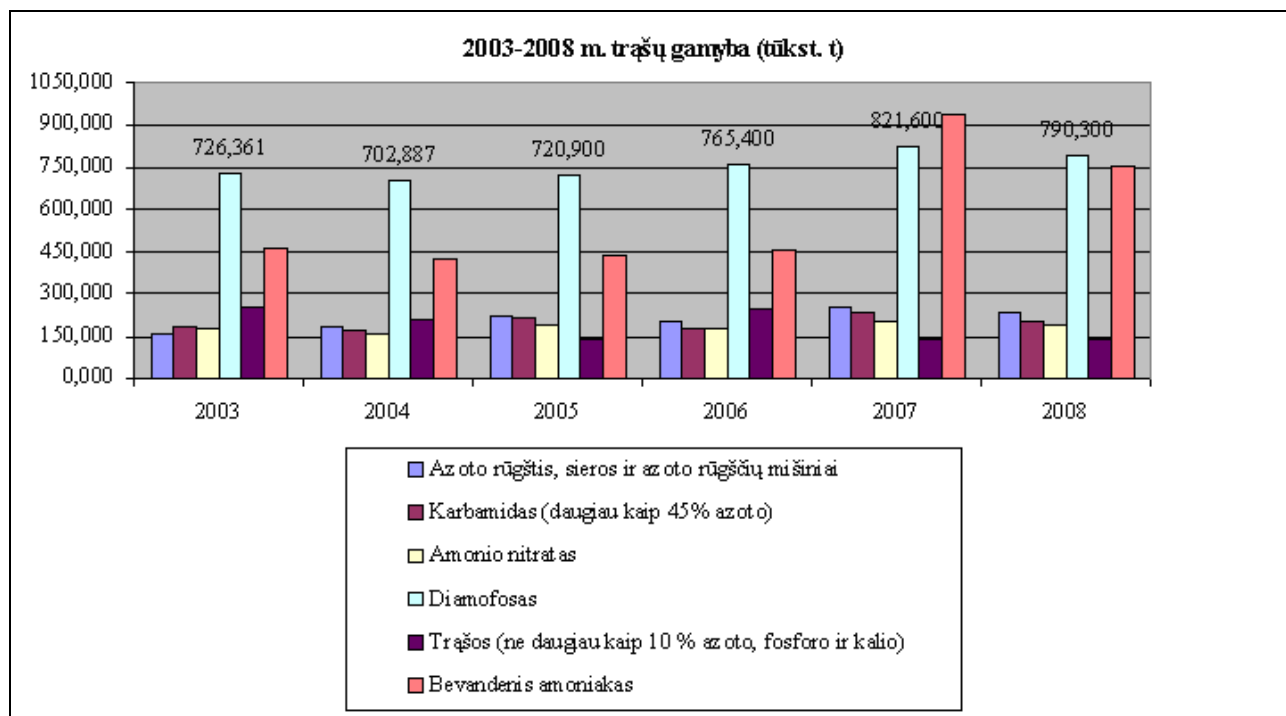


Šaltinis: sukurta autoriaus pagal statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės. Eksporto ir importo struktūra pagal KN skyrius.

3 pav. 2009 m. chemijos pramonės produkcijos eksportas

Iš pateikto paveikslo (3 pav.) matyti, kad didžiausias eksporto pajamas iš chemijos pramonės produkcijos sudaro trąšų eksportas. Taigi, galima teigti, kad trąšų paklausa užsienyje yra didelė ir jų rinka yra svarbi Lietuvos valstybei. Tikslūs trečiame paveiksle pateiktų chemijos pramonės produkcijos skaičiai pateikiami pirmame priede (1 PRIEDAS)

Kadangi trąšų eksportas yra didžiausias tarp chemijos pramonės produkcijos, tikslinga nustatyti konkrečias trąšas ir jas išskirti pagal pardavimų bei gamybos apimtis. Žemiau pateikiama trąšų gamybos diagrama (4 pav.).

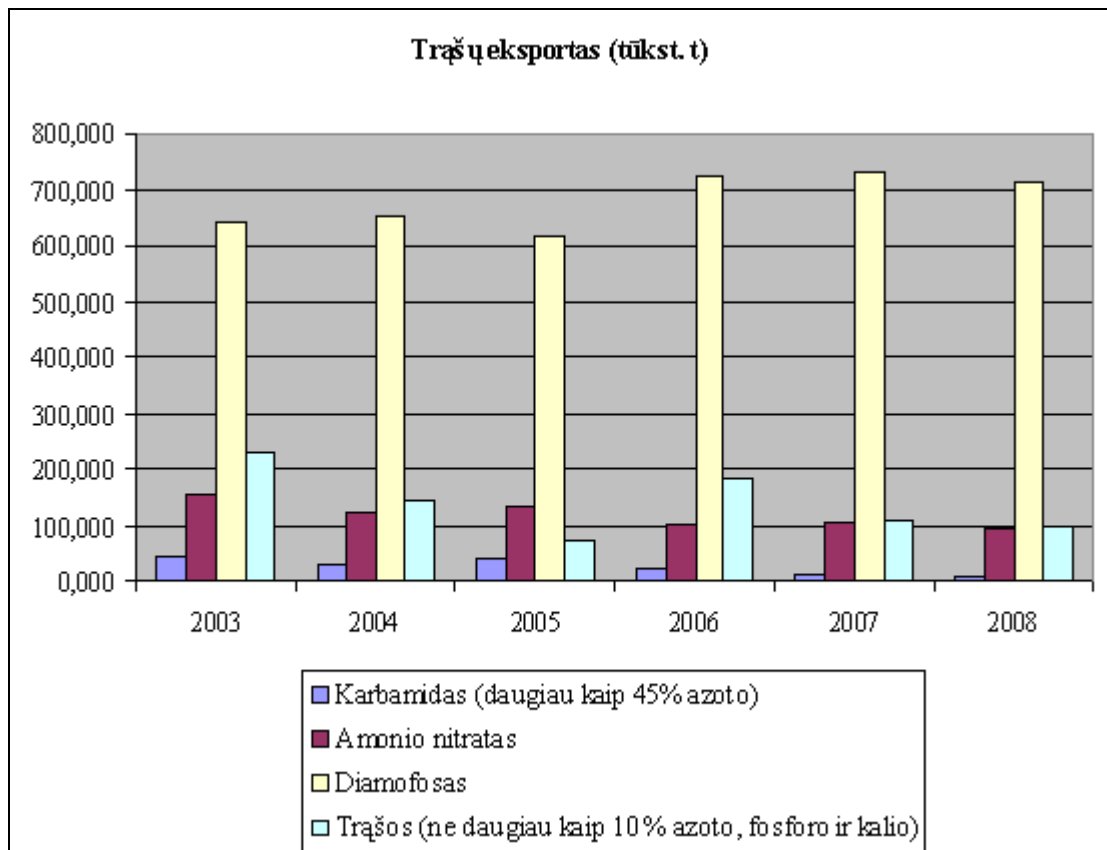


Šaltinis: sukurta autoriaus pagal Lietuvos statistikos departamento pramonės statistikos skyriaus duomenis.

4 pav. Trąšų gamybos apimtys Lietuvoje

Analizuojant kelių metų laikotarpio trąšų gamybos duomenis matyti, kad didžiausios apimtys yra diamonio fosfato (diamofosas) ir bevandenio amoniako. Jų pagaminami kiekiai žymiai didesni nei kitų trąšų. Nuo 2004 metų iki 2007 metų diamonio fosfato gamyba didėjo. Dar keliomis trąšomis papildyta gamybos lentelė pateikiama antrame priede (2 PRIEDAS).

Tačiau gamyba neatskleidžia svarbaus rodiklio eksporto, kuris prisideda prie ekonomikos vystimosi. Taigi, žemiau pateikiama trąšų eksporto diagrama (5 pav.).



Šaltinis: sukurta autoriaus pagal Lietuvos statistikos departamento pramonės statistikos skyriaus duomenis.

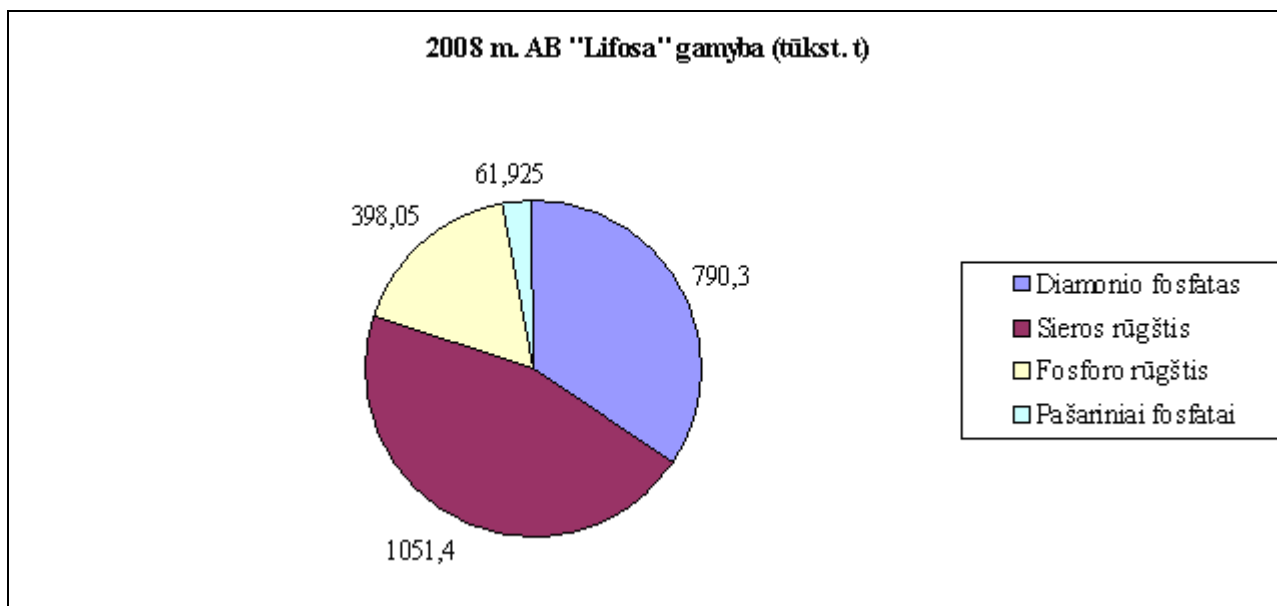
5 pav. Trąšų eksportas

Tiek gamybos apimtimis, tiek ir eksportu išsiskiria diamonio fosfatas. Taigi, matyti, kad ši trąša turi didelę paklausą užsienio rinkose. Lietuvoje diamonio fosfatą gamina AB „Lifosa“, kuri yra pasaulinės fosfatų pramonės dalis. Tai didžiausia diamonio fosfato gamybos įmonė Rytų Europoje.

Kalbant apie AB „Lifosa“ gamybą, reikia paminėti, kad ši įmonė gamina ne tik diamonio fosfatą, bet ir kitus produktus, tokius kaip:

- Aliuminio fluoridas;
- Ekstrakcinė fosforo rūgštis;
- Techninė sieros rūgštis;
- Monokalcio fosfatas.

Žemiau pateikiama AB „Lifosa“ 2008 metų produktų gamybos apimčių skritulinė diagrama (6 pav.).

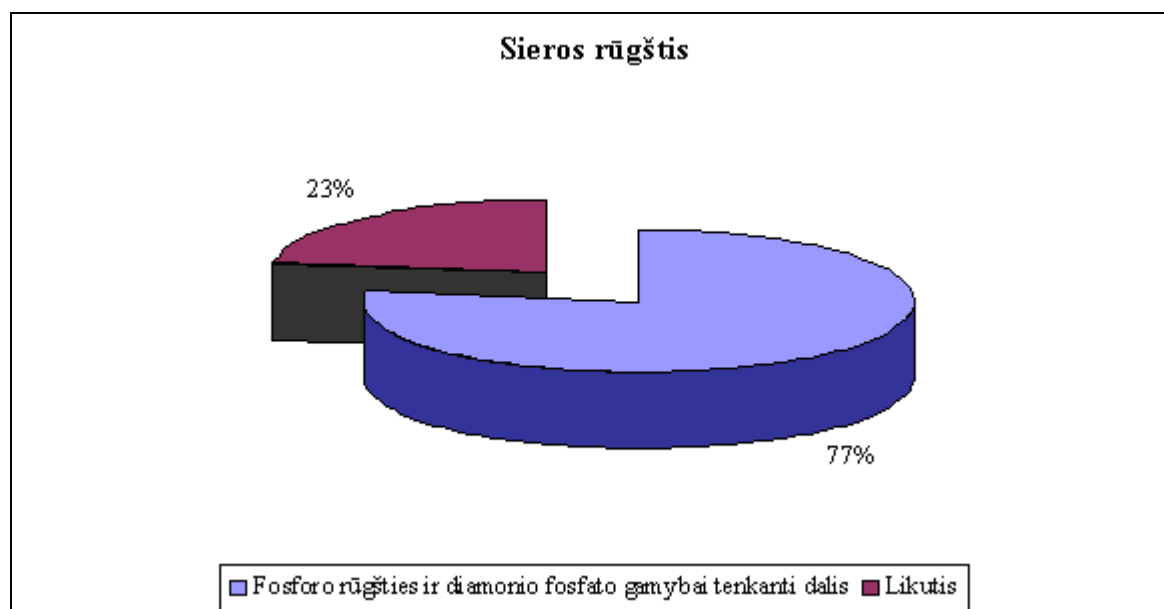


Šaltinis: sukurta autoriaus pagal AB "Lifosa". AB „Lifosa“ 2008 metų audituota finansinė atskaitomybė, p. 34.

6 pav. AB „Lifosa“ produktų gamyba

Nors įmonėje daugiausiai pagaminama sieros rūgštis, tačiau pardavimams jos lieka ne tiek daug. Taip yra dėl to, kad didžioji jos dalis sunaudojama fosforo rūgštis gamybai ir mažesnė dalis diamonio fosfato gamybai.

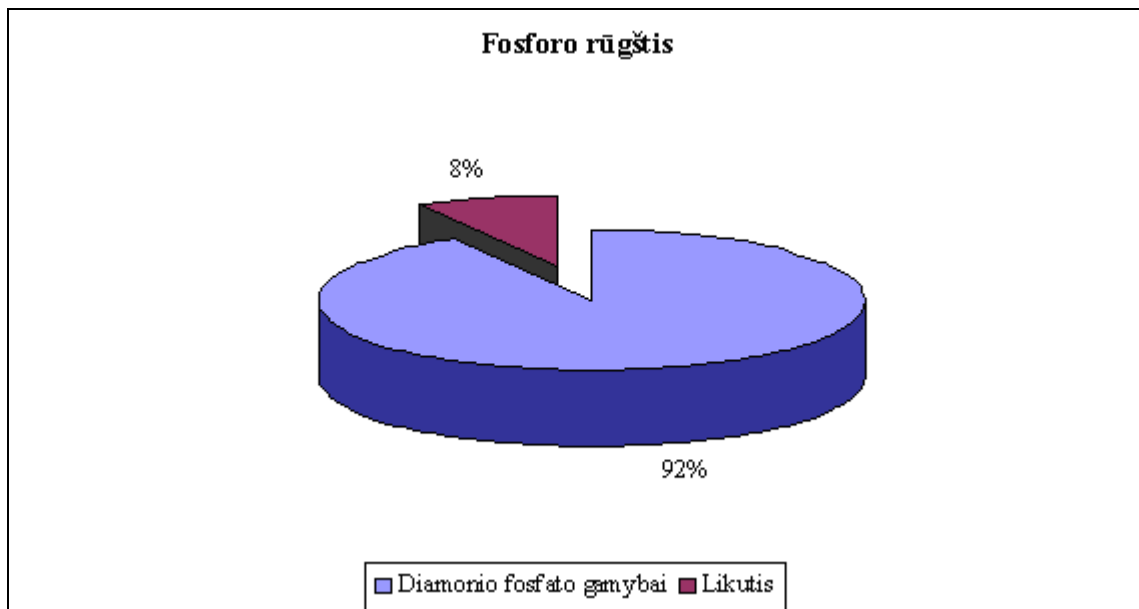
Septintame paveiksle išskirta sieros rūgštis dalis (77 proc.) sunaudota fosforo rūgščiai ir diamonio fosfatui pagaminti.



Šaltinis: sukurta autoriaus pagal AB "Lifosa". AB „Lifosa“ 2008 metų audituota finansinė atskaitomybė, p. 34.

7 pav. Sieros rūgštis paskirstymas

Daugiausiai sieros rūgštis reikia fosforo rūgštis gamybai. Pagaminta fosforo rūgštis įeina į diamonio fosfato sudėtį ir yra pagrindinė jo žaliava. Taigi, didžioji pasigamintos fosforo rūgštis dalis tenka diamonio fosfato gamybai (8 pav.).



Saltinis: sukurta autoriaus pagal AB „Lifosa“. AB „Lifosa“ 2008 metų audituota finansinė atskaitomybė, p. 34.

8 pav. Fosforo rūgšties paskirstymas

Nors įmonėje didžiausias gamybos apimtis sudaro sieros rūgštis, tačiau didžiausias pardavimų pajamas teikia diamonio fosfatas ir tai yra pagrindinė įmonės veikla.

Taigi, modeliavimui pasirinktos diamonio fosfato trąšos.

2.2. Teorinis metodas gamybinių įmonės procesų modeliavimui

Prognozavimo modelis padeda pasirinkti tinkamą veiklos strategiją, užtikrintai eiti link tikslo ir gauti laukiamus veiklos rezultatus. Tai padeda išvengti netinkamų sprendimų, taupyti laiką planuojant darbus bei ieškant geriausio veiklos rezultato.

Siekiant būti pelninga, efektyvia, pasaulio rinkoje konkurentabilia bendrove, AB „Lifosa“ turi gaminti geros kokybės, pasaulinius standartus atitinkančią, paklausią produkciją, mažinti jos gamybos savikainą. O pagrindinis bendrovės tikslas – pelno siekimas. Taigi, norint sėkmingai siekti šių tikslų, tikslinga sukurti įmonės gamybinių procesų modelį ir optimizuoti pasirinktų trąšų savikainą.

Pasak J. Mackevičiaus (2003), sumažinti produkcijos savikainą galima mechanizuojant ir automatizuojant gamybą, tobulinant technologinius procesus, gerinant darbo organizavimą, tobulinant įmonių organizacinę struktūrą, racionaliai naudojant materialinius, darbo ir finansinius išteklius ir pan.

Produkcijos savikaina yra vienas iš svarbiausių įmonės veiklos efektyvumą apibūdinančių rodiklių. Tačiau atskirai paimtas, jis negali visapusiškai apibūdinti gamybos efektyvumo.

Produkcijos savikainos terminas pradėtas vartoti 1912 m. žinomo rusų autoriaus A. Rudanovskij darbuose. Buhalterinės apskaitos ir ūkinės veiklos analizės literatūroje produkcijos savikaina dažniausiai buvo apibūdinama kaip įmonės ūkinės veiklos kokybinis rodiklis, parodantis

įmonės išlaidas, susijusias su produkcijos gamyba ir pardavimu. Politinės ekonomijos darbuose produkcijos savikaina pirmiausia buvo traktuojama kaip atitinkama vertės dalis [33].

Skiriamos šios produkcijos savikainos rūšys [33]:

- Cechinė – apima cecho išlaidas produkcijai pagaminti.
- Gamybinė – apibūdina produkcijos gamybos išlaidas įmonėje. Ją sudaro gamybos tiesioginės ir netiesioginės išlaidos.
- Pilnoji – tai savikaina, į kurią įtraukiamos visos išlaidos produkcijai pagaminti, taip pat bendrosios ir administravimo išlaidos.
- Komerčinė – ją sudaro pilnoji savikaina pridėjus pardavimo išlaidas.

Kiekviena produkcijos savikaina gali būti apskaičiuojama prieš gamybos procesą ir po jo. Tyrime bus modeliuojama gamybinė savikaina.

Modelis kuriamas naudojant *PowerSim* programinę įrangą. Jis apims savikainos, žaliavų, užsakymų, gamybos skaičiavimus bei tam tikrų sąlygų vykdymą („jei tai, tai...“). Pavyzdžiui, vykdomiems ir planuojamiems užsakymams turi būti numatytos atitinkamos sąlygos, kurios reguliuotų užsakymų vykdymą taip, kad nebūtų jų pertekliaus. Planuojami užsakymai priklauso nuo to, kiek žaliavų yra užsakyta. Atsižvelgiant į gautus užsakymus ir planuojamus, priklauso vykdomų užsakymų skaičius. Jei nėra pakankamai žaliavų gautiems užsakymams, bus atlikta, tiek, kiek planuojama. Taip pat planuojamus užsakymus įtakoja maksimalus galimo produkcijos kiekio realizavimas ir pan.

Atsižvelgiant į pasirinktos programinės įrangos aplinką, siūlomo modelio kūrimui numatomi tokie objektai:

- Talpos (savikaina, žaliavos, užsakymai);
- Srautai (gauti užsakymai, gamyba, žaliavų gavimai, žaliavų sunaudojimas ir kt.);
- Konstantos (minimalūs ir maksimalūs žaliavų užsakymai, antkainis ir kt.);
- Tarpiniai kintamieji (žaliavų užsakymai, žaliavų kiekiai ir kainos, trąšų savikaina ir kt.).

Aukščiau išvardyti objektai sudarys AB „Lifosa“ pagrindinės veiklos modeliavimo bei diamonio fosfato savikainos optimizavimo modelį.

Veiklos modelis apims vienerių ar daugiau metų veiklą. Taigi, modelio talpos sukaups vienerių metų ar ilgesnio laikotarpio dydžius. Keičiant atitinkamų modelio elementų parametrus, bus galima stebėti kaupiamų dydžių pokyčius. Parametrų pokyčiams stebėti numatytas atitinkamas modeliavimo žingsnis (pavyzdžiui, mėnuo). Tai reiškia, kad yra galimybė gauti modeliavimo rezultatus už tam tikrą laikotarpį ir atlikti tų rezultatų analizę.

Be to, modelis turės savikainos optimizavimo galimybę, kuri leis nustatyti mažiausią savikainą. Parinkus atitinkamus kintamuosius ir optimizavimo parametrus, programa automatiškai

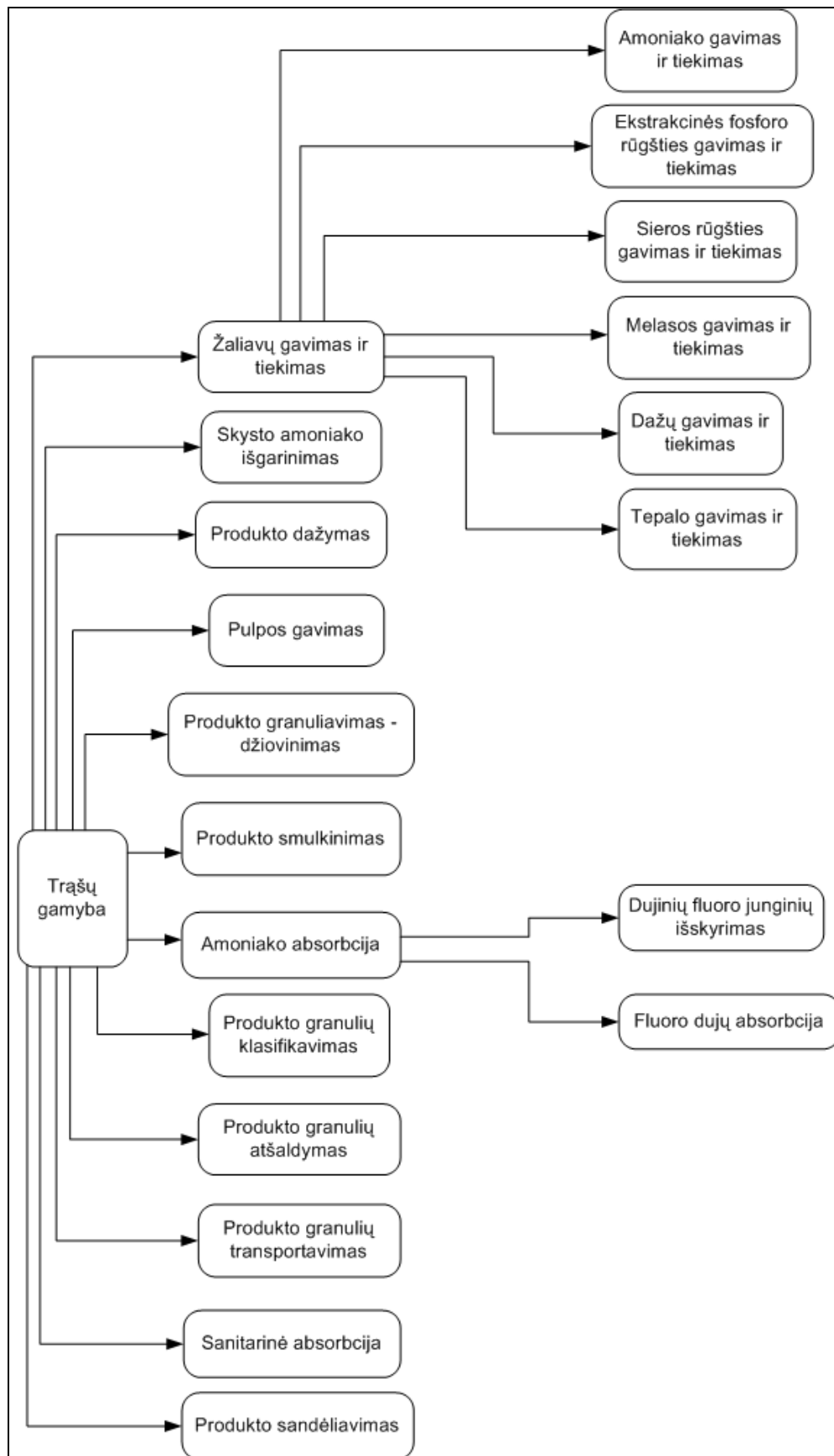
nustatys geriausią variantą, kad produkcijos savikaina būtų žemiausia. Šiam tikslui pasiekti reikalinga nurodyti galimas žaliavų normų (mažiausia, didžiausia) ribas, įvesti apribojimus (žaliavų kainos) bei parinkti optimizavimo parametrus. Taigi, būtina ieškoti palankiausių optimizavimo parametrų.

Sukūrus šį modelį būtų galima tiksliau planuoti produkcijos gamybos apimtį, žaliavas ir, svarbiausia, numatyti mažiausią savikainą.

2.3. Diamonio fosfato gamyba

Vienas pirmųjų etapų kuriant veiklos prognozavimo modelį – veiklos procesų išskyrimas ir identifikavimas. Vykstančių procesų, funkcijų ir poreikių analizė padeda geriau suprasti organizacijos veiklą.

Išanalizavus diamonio fosfato gamybos procesus ir funkcijas, sudaryta šių trąšų gamybos procesų hierarchija (9 pav.).



Šaltinis: sukurta autoriaus pagal AB „Lifosa“. Technologijos Reglamentas, 3-17 p.

9 pav. Diamonio fosfato gamybos procesų hierarchija

Pateikta gamybos procesų hierarchija atskleidžia diamonio fosfato gamybos eigą, kuri plačiau aprašoma toliau pateiktuose gamybos procesų punktuose.

Gamybos procesai [34]:

1. Žaliavų gavimas ir tiekimas į gamybą:

Diamonio fosfato žaliavos:

- Dujinis ir skystas amoniakas;
- Ekstrakcinė fosforo rūgštis;
- Sieros rūgštis;
- Tepalas;
- Melasa;
- Dažai.

Iš amoniako sandėlio į trąšų gamybą tiekiamas dujinis ir skystas amoniakas. Dujinis amoniakas iš amoniako šaldymo kompresorių, vamzdžiu tiekiamas į skysto amoniako išgarintuvus. Skystas amoniakas vamzdžiu tiekiamas į išgarintuvus ir vamzdinius reaktorius. Vamzdinis reaktorius – tai cilindro formos su atvamzdžiais įrengimas, kuris sujungtas su pulpos ištekėjimo vamzdžiu (purkštuku). Jame vyksta neutralizacijos reakcijos.

Ekstrakcinė fosforo rūgštis iš fosforo rūgšties cecho vamzdynais yra tiekama į amofoso cecho fosforo rūgšties sandėlį. Jame rūgštis saugoma dvejose talpyklose. Rūgštis iš talpyklų siurblių pagalba tiekama į ceche esančius vamzdinių reaktorių bakus.

Sieros rūgštis tiekama vamzdynu iš sieros rūgšties cecho į vamzdinių reaktorių bakus.

2. Skysto amoniako išgarinimas:

Dujinis amoniakas gaunamas šildant ir išgarinant skystą techninį amoniaką išgarintuvuose.

Skystas amoniakas, kurio slėgis 8-12 bar., temperatūra 13°C, tiekiamas į išgarintuvo apačioje esančius atvamzdžius. Slėgis išgarintuvuose palaikomas 6-11 bar. ribose. Į išgarintuvo vamzdelius tiekiamas ne mažesnės, kaip 24°C temperatūros sieros rūgšties cecho apytakinio ciklo vanduo, kuris cirkuliuodamas pašildo skystą amoniaką. Skystas amoniakas intensyviai garuoja ir susidaręs dujinis amoniakas pro ventilius patenka į išgarintuvų kolektorių. Iš kolektoriaus dujinis amoniakas vamzdžiais yra tiekiamas į reaktorius.

Amoniako temperatūra priklauso nuo slėgio, todėl amoniako slėgiui nukritus mažiau kaip 5,3 bar., gali užšalti išgarintuvo vamzdeliuose cirkuliuojantis vanduo. Pakilus slėgiui išgarintuvuose daugiau kaip 11 bar., užsidaro skysto amoniako tiekimo vožtuvai.

3. Produkto dažymas:

Produktas dažomas ruda (šokoladine) arba šviesiai ruda spalva. Produkto dažymui yra naudojama cukraus gamybos atlieka – melasa. Veikiami aukštos temperatūros melasoje esantys sacharidai skyla (anglėja) – išsiskiria laisva anglis, kuri ir suteikia produktui rudą spalvą.

Vamzdinio reaktoriaus bake melasa sumaišoma su fosforo ir sieros rūgštimis, ir tiekama į vamzdinį reaktorių. Jame vykstant egzoterminiai neutralizacijos reakcijai bei patekus į BGD, džiovavimo proceso metu veikiama temperatūros, skyla, suteikdama produktui rudą spalvą.

Produkto spalvos intensyvumas tiesiogiai priklauso nuo dozuojamų melasos kiekio ir temperatūros BGD. Siekiant suvienodinti produkto spalvą, produktas būgne papildomai apipurškiamas pigmento ir produkto granulių sukibimą mažinančios specialios tepimo medžiagos suspensija.

4. Pulpos gavimas, granuliavimas, džiovinimas:

Amonio fosfatų pulpa gaunama vamzdiniuose reaktoriuose fosforo rūgštį neutralizuojant skystu amoniaku.

Į vamzdynių reaktorių bakus tiekama fosforo rūgštis iš talpyklų, sieros rūgštis iš sieros rūgšties cecho, bei dalis absorbcijos skysčio iš pirmo laipsnio absorbcijos bakų, todėl į vamzdinius reaktorius neutralizacijos reakcijai tiekama jau dalinai amonizuota fosforo rūgštis.

Fosforo rūgšties iš talpyklų ir absorbcijos skysčio iš pirmo laipsnio absorbcijos bakų dozavimas į reaktorių bakus vykdomas automatiškai.

Dujinio amoniako naudojimas neutralizacijos reakcijai sąlygoja neutralizacijos reakcijos metu išsiskiriančios šilumos kiekio padidėjimą ir leidžia sumažinti gamtinių dujų, naudojamų produkto granulių džiovinimui, kiekį.

Neutralizacijos reakcijos metu vamzdiniuose reaktoriuose gauta pulpa vamzdžiu (purkštuku) išpurškiama į besisukančius būgninius granulatorius džiovvyklas (BGD). BGD viduje pritvirtintos mentės su išpjovomis ir sumontuotas atbulinis sraigtas. Mentės pakelia produktą į BGD viršutiniąją dalį, o sraigto dalis produkto, t.y. vidinis returas, grįžta iš BGD galinės dalies į BGD priekį.

Į BGD priekį elevatoriumi tiekama ir smulki frakcija, t.y. išorinis returas. Vidinis ir išorinis returas, patekęs į BGD priekį, mentėmis yra pakeliamas į viršų ir, krisdamas žemyn, sudaro produkto užuolaidą prieš pulpos purkštuką. Pulpa yra išpurškiama ant returo užuolaidos, smulkios returo dalelės didėja ir praeidamos BGD, įgauna sferinę formą.

Vienas iš produkto stambinimo būdų yra returo sumažinimas sistemoje. Tam yra įrengti returo nukrovimo taškai. Nukrautas iš sistemos returas išvežamas į produkcijos sandėlį ir išpilamas į tam skirtą vietą.

Returo kiekį reikia reguliuoti, palaikant stabilų išeinančio produkto granulometrinę sudėtį. Todėl sumažėjęs returo kiekis sistemoje gali būti papildytas iš produkcijos sandėlio atvežta kretiluose atskirta neatitiktine produkcija (atsijomis), nukrautu iš sistemos returu arba užsklandos pagalba dalį priekinės produkcijos iš po elevatoriaus latakų nukreipiant į grandininį trupintuvą ir grąžinant į BGD priekį.

Prie galinės BGD besisukančiosios dalies yra sumontuotas gabalų smulkintuvas, kuris smulkina didelius produkto gabalus.

Nutrūkus neutralizacijos reakcijai, vamzdiniai reaktoriai yra išgarinami, kad neužsikristalizuotų pats reaktorius ir pulpos ištekėjimo vamzdis (purkštukas).

Produkto granulės džioviamos gamtinių dujų degimo dujomis arba karštu oru, gaunamu technologinio proceso metu aušinant produktą (vasaros periodu ~ 90°C, žiemos periodu ~ 70°C temperatūros oras). Gamtinės dujos į cechą tiekiamos iš bendrovės gamtinių dujų sistemos, kurioje dujų slėgis yra 6 bar. Iš lauko dujotiekio gamtinės dujos tiekiamos į amofoso cecho spintinį dujų reguliavimo įrenginį (DRI), kur dujų slėgis sumažinamas iki 0,25 bar. Paskui dujos tiekiamos į dujų deginimo kūryklas, į kurias dar ventiliatoriais tiekiamas oras.

Didinant dujinio amoniako kiekį į vamzdivius reaktorius neutralizacijos reakcijai, išsiskiriančio reakcijos metu šilumos kiekio gali pakakti produkto granulėm išdžiovinti, todėl gamtinių dujų deginimas kūryklose gali būti nutraukiamas.

5. Dujų, išeinančių iš BGD, valymas:

Išėjusios iš BGD dujos patenka į dviejų laipsnių absorbcijos sistemą, kurioje absorbuojamas amoniakas, produkto dulkės (kietosios dalelės). Absorbcija yra toks procesas, kai dujas ir garus (absorbtyvus) sugeria skysčiai.

Pirmame laipsnyje absorbuojamas amoniakas ir produkto dulkės dujose, išeinančiose iš BGD. Absorberis laistomas silpna fosforo rūgštimi. Absorbcijos proceso metu susidaro amonio fosfato skystis. Absorberyje skystis ištaškomas į smulkius lašelius, kad turėtų didesnę kontaktavimo paviršių su dujomis, išeinančiomis iš BGD. Absorbcijos efektyvumas priklauso nuo šių faktorių:

1. Dujų greičio absorberyje;
2. Dujų temperatūros;
3. Skysčio, kuriuo laistomas absorberis, savybių: tankio, fluoro kiekio, molinio santykio;
4. Tolygaus skystos ir dujinės fazės pasiskirstymo absorberio skerspjūvyje.

Antrame absorbcijos laipsnyje absorbuojamas likęs amoniakas po pirmo laipsnio absorbcijos. Absorberis laistomas silpna fosforo rūgštimi. Absorbcijos proceso metu susidaro amonio fosfato skystis.

Absorbcijos sistemos yra sumontuotos nuosekliai viena paskui kitą.

6. Fluoro dujų absorbcija:

Absorbuojant amoniaką silpna fosforo rūgštimi, kurioje fluoro kiekis yra palyginti didelis, dalis fluoro junginių išsiskiria dujų pavidalu. Didžiausias jo kiekis išsiskiria antrame absorbcijos laipsnyje.

Išsiskyrę dujiniai fluoro junginiai absorbuojami vandenių absorbcijos sistemoje. Absorbcijos metu susidaro silicio heksafluorinė rūgštis.

7. Produkto granulių klasifikavimas, atšaldymas ir transportavimas:

Išdžiovintas produktas iš BGD byra ant juostinio transporterio, po to elevatoriumi pakeliamas į kretilus. Arba byra į elevatorių, po to juostiniu transporteriu pilamas į kretilus.

Yra sumontuota po du kretilus, kurių kiekvienas turi dviejų pakopų sietus (apatinį ir viršutinį). Sietų tinklų akutės yra skirtingų skerspjūvių, o tai leidžia klasifikuoti produktą į tris frakcijas: smulkią, stambią ir prekinę.

Stambi produkto frakcija nuo viršutinio sieto lataku byra į grandininį trupintuvą, kur yra smulkinama ir elevatoriumi gražinama į BGD priekį.

Smulki produkto frakcija, išbyrėjusi per apatinį sietą, lataku patenka į elevatorių ir gražinama į BGD priekį.

Prekinė produkto frakcija nuo apatinio sieto byra į elevatorių ir yra pakeliama į šaldytuvą granulių atšaldymui.

Iš šaldytuvų produktas išbyra ant juostinio transporterio, kuriuo transportuojamas į granulių apipurškimo būgną, po to byra ant juostinio transporterio ir dar ant kito transporterio, nuo kurio produktas byra ant sandėlyje judančio reversinio transporterio. Keičiant reversinio juostinio transporterio juostos sukimosi kryptį ir transporterio padėtį, produktas supilamas į sandėlį.

Ant juostinio transporterio yra įrengtas bandinių paimtuvas gaminamos produkcijos kokybiniams rodikliams nustatyti, iš kurio paimtą bandinį analizuoja kokybės kontrolės skyrius (KKS).

8. Produkto šaldymui naudoto oro valymas:

Granulių aušinimui šaldytuvuose naudotas oras yra užterštas produkto dulkėmis bei amoniaku, todėl, prieš išmetant jį į atmosferą, yra valomas sanitariniuose absorberiuose. Oras valomas šlapiu būdu. Užterštas oras patenka į sanitarinius absorberius, kurie yra laistomi rūgščiu vandenių.

9. Produkto apipurškimas sukibimą mažinančiomis medžiagomis, jo sandėliavimas ir pakrovimas:

Produkto granulių sukibimui sumažinti prekinė produkto frakcija yra apipurškiama specialiomis tepimo medžiagomis.

Į sandėlį tiekiamas produktas apipurškiamas būgne. Granulių sukibimą mažinanti medžiaga pumpuojama iš bako siurbliu ir purkštuku purškiama ant produkto.

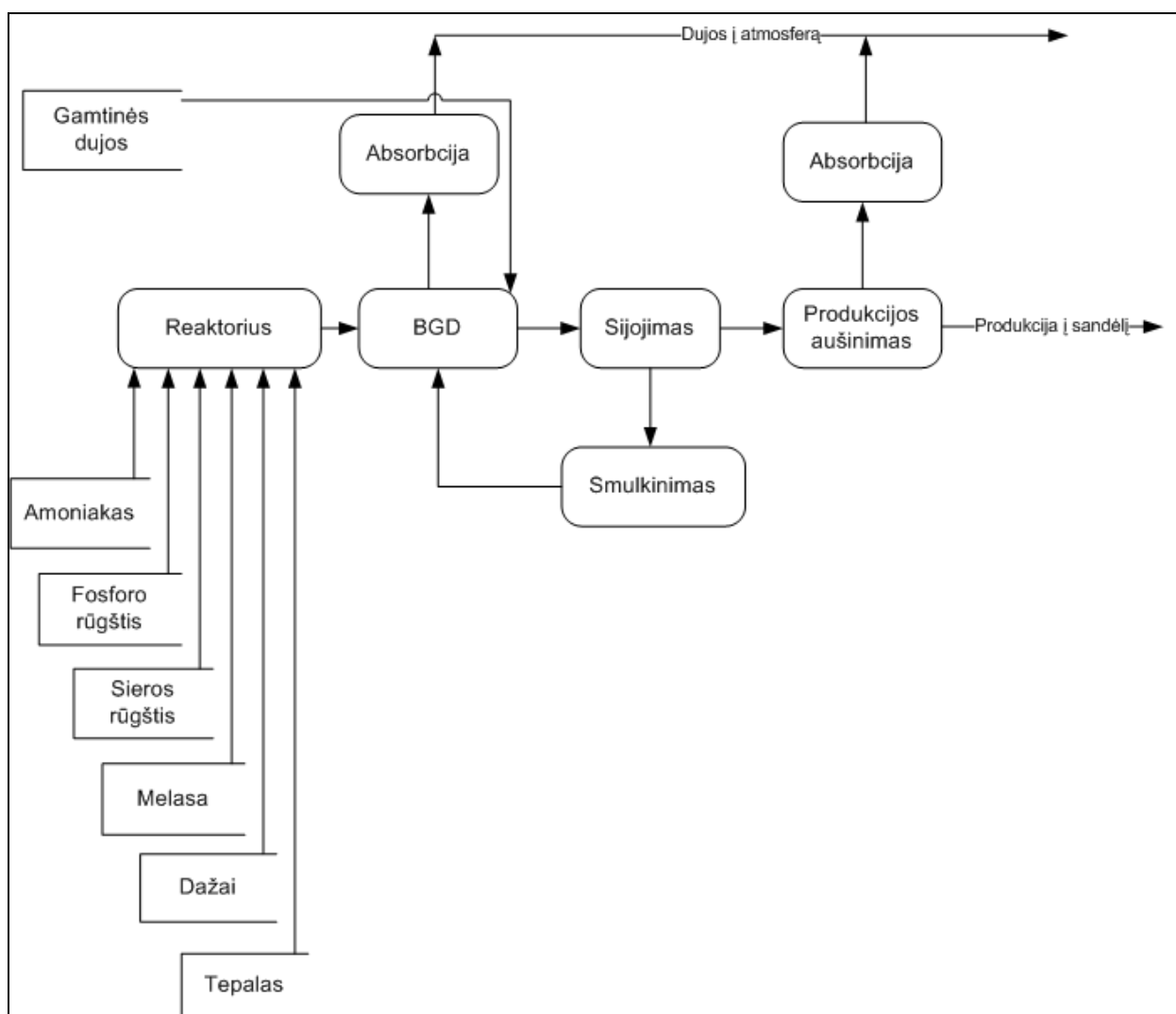
Produktas sandėliuojamas 40 000 t talpos produkcijos sandėlyje.

Ant sandėlio grindų įrengtos grotelėmis uždengtos angos, per kurias produkcija byra į dozavimo bunkerius. Atidarius dozavimo bunkerio kaušinę užsklandą, produkcija byra ant juostinio transporterio, nuo jo į elevatorių. Elevatorius pakelia produktą į kretilus, kuriuose granulės sijojamos. Prekinė frakcija byra ant transporterio ir supilama į bunkerius. Iš vieno bunkerio produkcija kraunama į automašinas, o kito – į geležinkelio vagonus ir į konteinerius ant geležinkelio platformų. Automašinos sveriamos automobilinėmis svarstyklėmis, geležinkelio vagonai – geležinkelio svarstyklėmis.

10. Neatitiktinos produkcijos (atsijų) tiekimas į gamybą perdirbimui:

Neatitiktinė produkcija atvežama automašina ir išpilama į bunkerį, iš kurio plokšteliu transporteriu pilama į elevatorių. Šio elevatoriaus latake įrengta užsklanda atsijos gali būti nukreipiamos į dozavimo bunkerį arba į elevatorių.

Iš aprašytų trąšų gamybos procesų buvo sudaryta gamybos schema, kuri pateikiama dešimtame paveiksle.



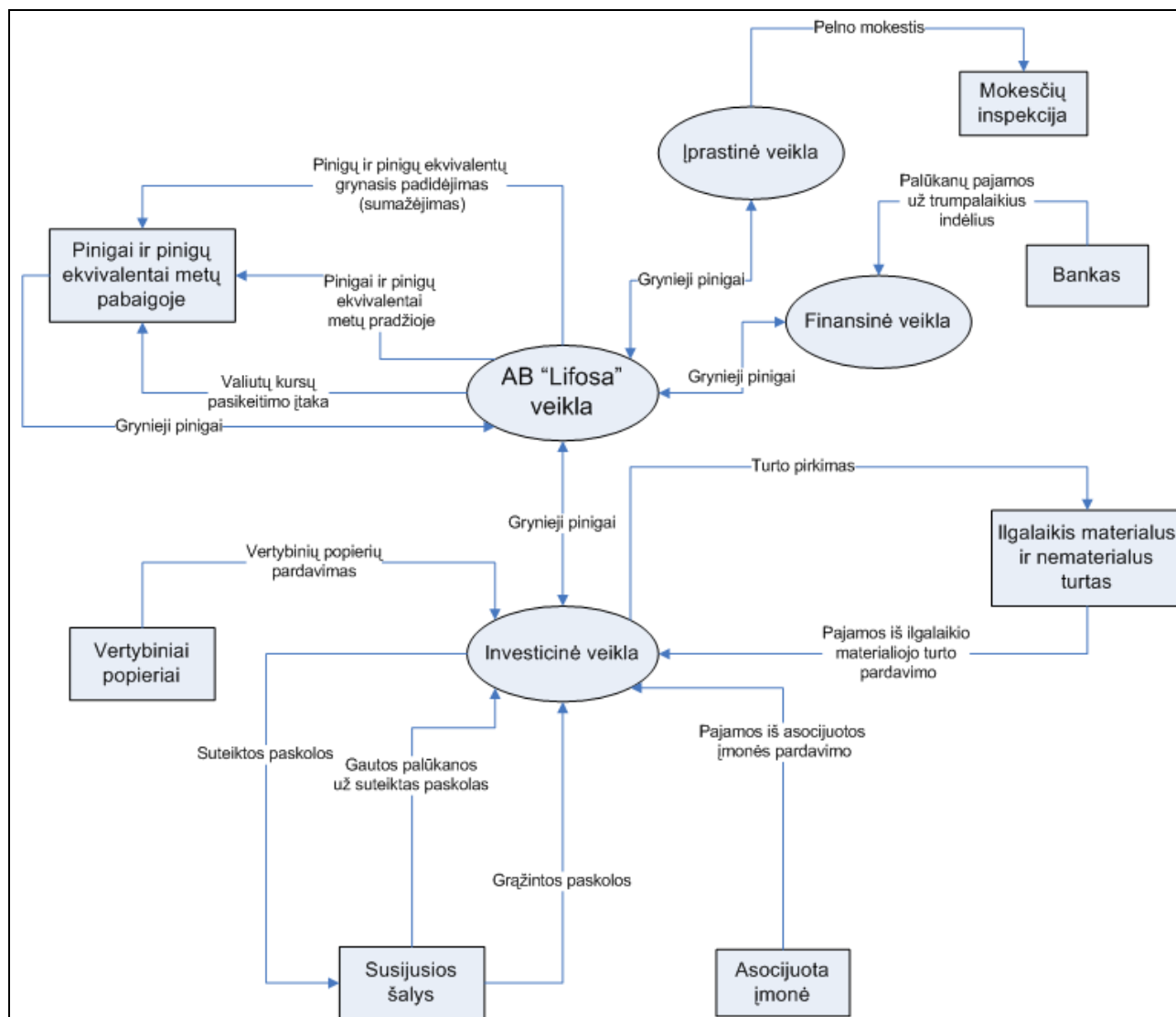
Šaltinis: sukurta autoriaus pagal AB „Lifosa“. Technologijos reglamentas, p. 29.

10 pav. Diamonio fosfato gamybos schema

Iš trąšų gamybos schemos (10 pav.) matyti, kokie yra gamybos komponentai – iš ko gaminamos trąšos bei kaip jos gaunamos. Toliau aprašomi finansiniai įmonės rodikliai.

2.4. AB „Lifosa“ finansiniai rodikliai

Kadangi planuojamas įmonės veiklos modelis apims ne tik gamybą, bet ir skaičius bei optimizuos savikainą, yra svarbu išanalizuoti finansinę įmonės pusę. To pasėkoje, sudaryta įmonės AB „Lifosa“ pinigų srautų diagrama (11 pav.).



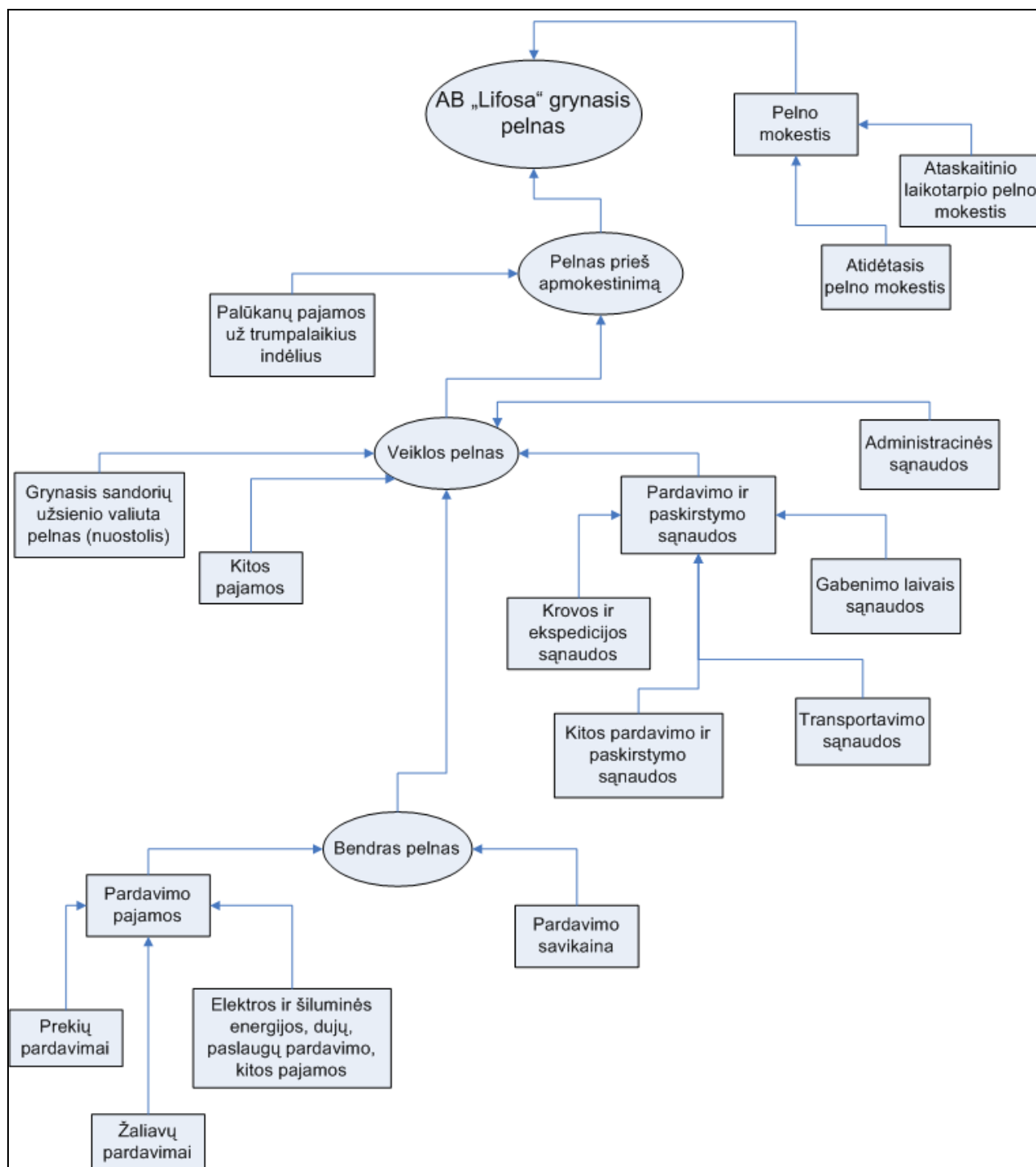
Šaltinis: sukurta autoriaus pagal AB „Lifosa“. AB „Lifosa“ 2008 metų audituota finansinė atskaitomybė, p. 8.

11 pav. AB „Lifosa“ pinigų srautai

Pinigų srautų diagrama (11 pav.) vaizduoja nagrinėjamos įmonės veiklą, kuri susideda iš įprastinės, finansinės ir investicinės veiklos. Kiekviena veikla apima atitinkamus pinigų srautus, kurie lemia įmonės klestėjimą - didesnę ar mažesnę pelną.

Iš vienuolikto paveikslėlio dalinai matyti, kokios yra įmonės išlaidos ir pajamos, kur investuojami pinigai ir su kokiomis įstaigomis įmonė bendradarbiauja.

Taip pat sudaryta ir pateikta AB „Lifosa“ pelno suvestinė (12 pav.). Joje pateikti pajamų ir išlaidų srautai, kurie įtakoja įmonės bendrąjį pelną, veiklos pelną ir pelną prieš apmokestinimą.



Šaltinis: sukurta autoriaus pagal AB „Lifosa“. AB „Lifosa“ 2008 metų audituota finansinė atskaitomybė, 5-22 p.

12 pav. AB „Lifosa“ pelno suvestinė

Pelno suvestinė (12 pav.) parodo AB „Lifosa“ gaunamų pajamų ir išlaidų pobūdį.

2.5. Praktinis metodas gamybinių įmonės procesų modeliavimui

Remiantis darbe pateiktu teoriniu gamybinių procesų modeliavimo metodu buvo sudarytas atitinkamas AB „Lifosa“ pagrindinės veiklos (diamonio fosfato gamyba) imitacinis modelis turintis

du papildomus modelius, sujungtus su pagrindiniu modeliu. Visa tai atlikta naudojant *PowerSim Studio 8* programą.

Kadangi modelis susideda iš daug kintamųjų, jie aprašomi skirtingose lentelėse pagal tipą. Antroje lentelėje pateikiami pagrindinio modelio kintamieji – talpos. Šie kintamieji kaupia nustatyto laikotarpio dydžius.

2 lentelė

Pagrindinio modelio kintamieji (talpos)

Kintamojo pavadinimas	Apibūdinimas	Matavimo vienetai
Turimas amoniakas	Kiekis esantis amoniako sandėlyje.	Tona (t)
Turima fosforo rūgštis	Kiekis esantis fosforo cecho sandėlyje.	Tona (t)
Turima sieros rūgštis	Kiekis esantis sieros rūgšties cecho sandėlyje.	Tona (t)
Turima melasa	Kiekis esantis gamyklos sandėlyje.	Tona (t)
Turimi dažai	Kiekis esantis gamyklos sandėlyje.	Tona (t)
Turimas tepalas	Kiekis esantis gamyklos sandėlyje.	Tona (t)
Užsakymai pas tiekėją1	Amoniako užsakymai esantys pas tiekėją.	Tona (t)
Užsakymai pas tiekėją2	Melastos užsakymai esantys pas tiekėją.	Tona (t)
Užsakymai pas tiekėją3	Tepalo užsakymai esantys pas tiekėją.	Tona (t)
Užsakymai pas tiekėją4	Dažų užsakymai esantys pas tiekėją.	Tona (t)
Neįvykdyti užsakymai	Nepagamintas kiekis diamonio fosfato.	Tona (t)
Pelnas	Diamonio fosfato pardavimų teikiamas pelnas.	Litai (Lt)

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Žemiau esančioje lentelėje pateikiami pagrindinio modelio talpų srautai. Srautai gali būti įeinantys ir išeinantys (3 lentelė).

3 lentelė

Pagrindinio modelio kintamieji (srautai)

Kintamojo pavadinimas	Apibūdinimas	Matavimo vienetai
<i>Įeinantys srautai</i>		
Gauti užsakymai	Diamonio fosfato užsakymai.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Tiekėjo gauti užsakymai1	Amoniako užsakymai.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Tiekėjo gauti užsakymai2	Užsakytas melastos kiekis.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Tiekėjo gauti užsakymai3	Užsakytas tepalo kiekis.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Tiekėjo gauti užsakymai4	Užsakytas dažų kiekis.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Amoniako gavimai	Gautas kiekis iš tiekėjo.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Fosforo rūgšties gavimai	Gautas kiekis iš tiekėjo.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Sieros rūgšties gavimai	Gautas kiekis iš tiekėjo.	Tonos per mėnesį (t/mo)

Trečia lentelė tęsiama kitame puslapyje.

3 lentelės tęsinys

Kintamojo pavadinimas	Apibūdinimas	Matavimo vienetai
<i>Ieinantys srautai</i>		
Dažų gavimai	Gautas kiekis iš tiekėjo.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Melastos gavimai	Gautas kiekis iš tiekėjo.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Tepalo gavimai	Gautas kiekis iš tiekėjo.	Tonos per mėnesį (t/mo)
<i>Išeinantys srautai</i>		
Pardavimų pajamos	Diamonio fosfato teikiamos pajamos.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Gamyba	Diamonio fosfato pagaminamas kiekis per mėnesį.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Amoniako tiekimai	Užsakovo teikiamas kiekis.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Melastos tiekimai	Užsakovo teikiamas kiekis.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Tepalo tiekimai	Užsakovo teikiamas kiekis.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Dažų tiekimai	Užsakovo teikiamas kiekis.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Amoniako sunaudojimas	Sunaudotas kiekis diamonio fosfato gamyboje.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Fosforo rūgšties sunaudojimas	Sunaudotas kiekis diamonio fosfato gamyboje.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Sieros rūgšties sunaudojimas	Sunaudotas kiekis diamonio fosfato gamyboje.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Melastos sunaudojimas	Sunaudotas kiekis diamonio fosfato gamyboje.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Tepalo sunaudojimas	Sunaudotas kiekis diamonio fosfato gamyboje.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Dažų sunaudojimas	Sunaudotas kiekis diamonio fosfato gamyboje.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Pardavimų savikaina	Diamonio fosfato savikaina.	Litai per mėnesį (Lt/mo)

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Ketvirtoje lentelėje pateikiami pagrindinio modelio kintamieji - konstantos. Šie kintamieji turi atitinkamus nurodytus dydžius.

4 lentelė

Pagrindinio modelio kintamieji (konstantos)

Kintamojo pavadinimas	Apibūdinimas	Matavimo vienetai
Pajėgumai1	Diamonio fosfato gamybos pajėgumai.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Pajėgumai2	Diamonio fosfato gamybos pajėgumai.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Pajėgumai3	Diamonio fosfato gamybos pajėgumai.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Kritinis amoniako kiekis	Mažiausias kiekis, kuris turi būti sandėlyje.	Tona (t)
Kritinis melastos kiekis	Mažiausias kiekis, kuris turi būti sandėlyje.	Tona (t)
Kritinis tepalo kiekis	Mažiausias kiekis, kuris turi būti sandėlyje.	Tona (t)
Kritinis dažų kiekis	Mažiausias kiekis, kuris turi būti sandėlyje.	Tona (t)
Min užsakymas1	Minimalus amoniako kiekio užsakymas.	Tona (t)
Min užsakymas2	Minimalus melastos kiekio užsakymas.	Tona (t)
Min užsakymas3	Minimalus tepalo kiekio užsakymas.	Tona (t)
Min užsakymas4	Minimalus dažų kiekio užsakymas.	Tona (t)

Ketvirta lentelė tęsiama kitame puslapyje.

4 lentelės tęsinys

Kintamojo pavadinimas	Apibūdinimas	Matavimo vienetai
Max užsakymas ²	Maksimalus melasos kiekio užsakymas.	Tona (t)
Max užsakymas ¹	Maksimalus amoniako kiekio užsakymas.	Tona (t)
Max užsakymas ³	Maksimalus tepalo kiekio užsakymas.	Tona (t)
Max užsakymas ⁴	Maksimalus dažų kiekio užsakymas.	Tona (t)
Laikas ¹	Laikas, per kurį tiekėjas pristato amoniaką.	Mėnuo (mo)
Laikas ²	Laikas, per kurį tiekėjas pristato melasą.	Mėnuo (mo)
Laikas ³	Laikas, per kurį tiekėjas pristato tepalą.	Mėnuo (mo)
Laikas ⁴	Laikas, per kurį tiekėjas pristato dažus.	Mėnuo (mo)
Antkainis	Diamonio fosfato antkainis.	Procentai (%)
Elektros energijos kiekis	Kiekis sunaudojamas per mėnesį gaminant diamonio fosfatą.	Kilovatvalandės per mėnesį(kWh/mo)
Šilumos energijos kiekis	Kiekis sunaudojamas per mėnesį gaminant diamonio fosfatą.	Kilovatvalandės per mėnesį (kWh/mo)
Dujų kiekis	Kiekis sunaudojamas per mėnesį gaminant diamonio fosfatą.	Kubiniai metrai per mėnesį (m ³ /mo)
Vandens kiekis	Kiekis sunaudojamas per mėnesį gaminant diamonio fosfatą.	Kubiniai metrai per mėnesį (m ³ /mo)
Elektros energijos kaina	Vienos kilovatvalandės kaina.	Litai (Lt)
Šilumos energijos kaina	Vienos kilovatvalandės kaina.	Litai (Lt)
Dujų kaina	Vieno kubinio metro kaina.	Litai (Lt)
Vandens kaina	Vieno kubinio metro kaina.	Litai (Lt)
Atlyginimai	Vieno mėnesio dydis.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Draudimas	Vieno mėnesio dydis.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Amoniako kiekis	Kiekis skirtas pagaminti vienai tonai diamonio fosfato.	Tona (t)
Fosforo rūgšties kiekis	Kiekis skirtas pagaminti vienai tonai diamonio fosfato.	Tona (t)
Sieros rūgšties kiekis	Kiekis skirtas pagaminti vienai tonai diamonio fosfato.	Tona (t)
Melasos kiekis	Kiekis skirtas pagaminti vienai tonai diamonio fosfato.	Tona (t)
Tepalo kiekis	Kiekis skirtas pagaminti vienai tonai diamonio fosfato.	Tona (t)
Dažų kiekis	Kiekis skirtas pagaminti vienai tonai diamonio fosfato.	Tona (t)
Amoniako kaina	Vienos tonos kaina.	Litai už toną (Lt/t)
Fosforo rūgšties kaina	Vienos tonos kaina.	Litai už toną (Lt/t)
Sieros rūgšties kaina	Vienos tonos kaina.	Litai už toną (Lt/t)
Melasos kaina	Vienos tonos kaina.	Litai už toną (Lt/t)
Tepalo kaina	Vienos tonos kaina.	Litai už toną (Lt/t)
Dažų kaina	Vienos tonos kaina.	Litai už toną (Lt/t)

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

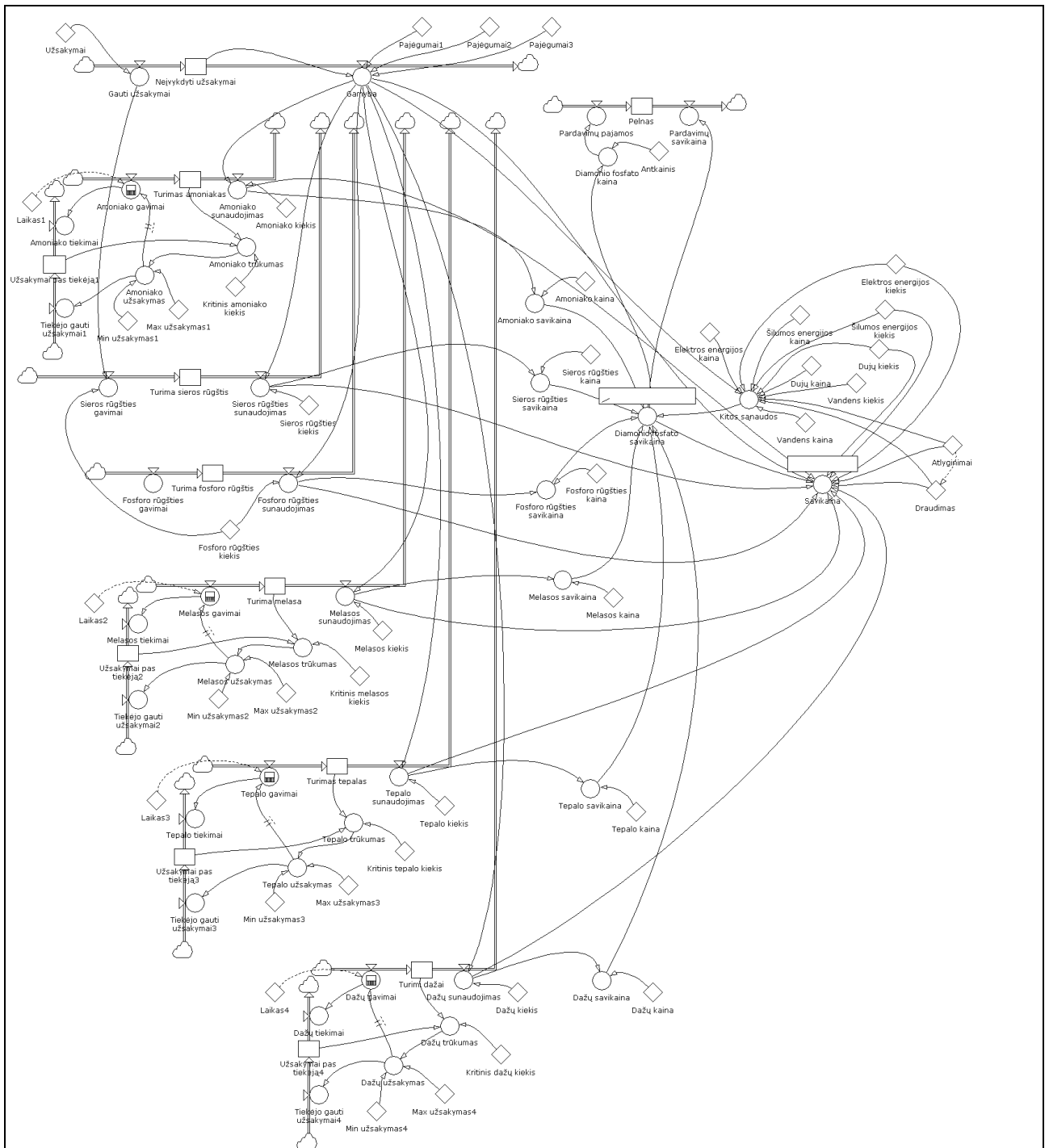
Žemiau esančioje lentelėje pateikiami pagrindinio modelio tarpiniai kintamieji, kurie padeda atlikti įvairius žaliavų, gamybos, savikainos skaičiavimus (5 lentelė).

Pagrindinio modelio kintamieji (tarpiniai)

Kintamojo pavadinimas	Apibūdinimas	Matavimo vienetai
Amoniako trūkumas	Trūkstamas kiekis iki kritinio kiekio.	Tona (t)
Melastos trūkumas	Trūkstamas kiekis iki kritinio kiekio.	Tona (t)
Tepalo trūkumas	Trūkstamas kiekis iki kritinio kiekio.	Tona (t)
Dažų trūkumas	Trūkstamas kiekis iki kritinio kiekio.	Tona (t)
Amoniako užsakymas	Užsakomas kiekis pas tiekėją.	Tona (t)
Melastos užsakymas	Užsakomas kiekis pas tiekėją.	Tona (t)
Dažų užsakymas	Užsakomas kiekis pas tiekėją.	Tona (t)
Tepalo užsakymas	Užsakomas kiekis pas tiekėją.	Tona (t)
Amoniako savikaina	Mėnesio savikaina.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Fosforo rūgšties savikaina	Mėnesio savikaina.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Sieros rūgšties savikaina	Mėnesio savikaina.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Melastos savikaina	Mėnesio savikaina.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Tepalo savikaina	Mėnesio savikaina.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Dažų savikaina	Mėnesio savikaina.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Diamonio fosfato savikaina	Mėnesio savikaina.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
1 tonos savikaina	Diamonio fosfato vienos tonos savikaina.	Litai už toną (Lt/t)
Kitos sąnaudos	Elektros ir šilumos energijos bei dujų mėnesio sąnaudos.	Litai per mėnesį (Lt/mo)
Diamonio fosfato kaina	Galutinė kaina.	Litai per mėnesį (Lt/mo)

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Žemiau pateikiamas sukurtas pagrindinis gamybinių procesų modelis, kuris apima visus aukščiau aprašytus kintamuosius (13 pav.).



Šaltinis: sukurta autoriaus.

13 pav. Pagrindinis modelis

Kaip jau buvo minėta anksčiau, pagrindinis modelis turi dar du papildomus modelius: sieros rūgšties ir fosforo rūgšties gamybos modelius. Šios dvi gamybos prijungtos prie pagrindinio modelio, nes AB „Lifosa“ pasigamina sieros ir fosforo rūgštį. Kadangi į diamonio fosfato sudėtį įeina šie komponentai, buvo sukurti jų gamybos modeliai.

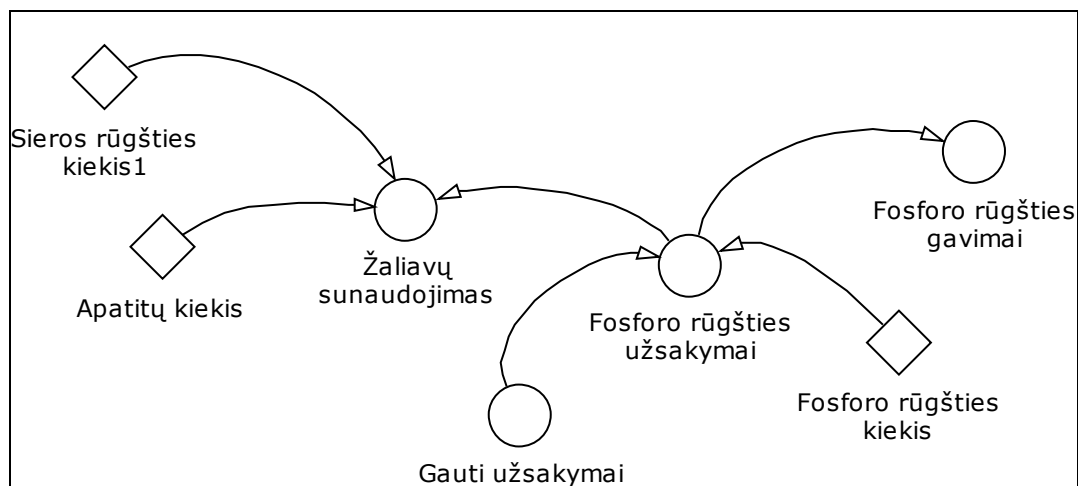
Papildomas sieros rūgšties gamybos modelis su pagrindiniu yra sujungtas per tokius pagrindinio modelio kintamuosius: *Sieros rūgšties gavimai*, *Gauti užsakymai*, *Sieros rūgšties kiekis*

Fosforo rūgšties gamybos modelio kintamieji

Kintamojo pavadinimas	Apibūdinimas	Matavimo vienetai
<i>Tarpiniai kintamieji</i>		
Sieros rūgšties kiekis1	Kiekis skirtas pagaminti vienai tonai fosforo rūgšties.	Tona (t)
Apatitų kiekis	Kiekis skirtas pagaminti vienai tonai fosforo rūgšties.	Tona (t)
Gauti užsakymai	Diamonio fosfato užsakymai.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Fosforo rūgšties kiekis	Kiekis skirtas pagaminti vienai tonai diamonio fosfato.	Tona (t)
Fosforo rūgšties užsakymai	Fosforo rūgšties kiekis reikalingas diamonio fosfato gamybai.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Žaliavų sunaudojimas	Sieros rūgšties ir apatitų kiekis sunaudojamas fosforo rūgšties gamyboje.	Tonos per mėnesį (t/mo)
Fosforo rūgšties gavimai	Kiekis tenkantis diamonio fosfato gamybai.	Tonos per mėnesį (t/mo)

Šaltinis: sudaryta autoriaus.

Žemiau pateikiamas sukurtas papildomas fosforo rūgšties gamybos modelis, kuris apima septintoje lentelėje aprašytus kintamuosius (15 pav.).



Šaltinis: sukurta autoriaus.

15 pav. Papildomas fosforo rūgšties gamybos modelis

Tiek sieros rūgšties, tiek fosforo rūgšties gamybos modelis apskaičiuoja reikalingą žaliavų kiekį diamonio fosfato gautiems užsakymams įvykdyti.

Žemiau pateikiamas sukurtas produkcijos žaliavų bei gautų užsakymų duomenų įvedimo langas (16 pav.). Iš šio lango yra nuoroda į kitų produkcijos sąnaudų (darbuotojų atlyginimai, energetinės sąnaudos) įvedimo langą bei modeliavimo rezultatų langą.

Žaliavų kainos	
Fosforo rūgštis	0,00 Lt/t
Sieros rūgštis	0,00 Lt/t
Amoniakas	0,00 Lt/t
Melasa	0,00 Lt/t
Tepalas	0,00 Lt/t
Dažai	0,00 Lt/t

Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	0,00 t
Sieros rūgštis	0,00 t
Amoniakas	0,00 t
Melasa	0,00 t
Tepalas	0,00 t
Dažai	0,00 t

Kitų sąnaudų langas

Diagramų langas

Gauti užsakymai

0,00 t/mo

Šaltinis: sukurta autoriaus.

16 pav. Savikainos skaičiavimo langas

Kaip matyti iš šešiolikto paveikslo yra veiksmų atlikimo mygtukai, kuriais valdomas modelio veikimas, rezultatų pateikimas. Yra tokie mygtukai: modeliavimo paleidimas (*Play*), modeliavimo žingsnio paleidimas (*Step forward*) ir atkūrimas (*Reset*). Suvedus reikiamus duomenis, apskaičiuojama produkcijos savikaina.

3. EKSPERIMENTAS

Sukurtas gamybinių procesų modelis reikalauja jo veikimo patikrinimo, kad būtų pagrįstas jo praktinis pritaikomumas. Tuo tikslu atliekamas eksperimentinis tyrimas taikant konkrečius veiklos duomenis. Gautų rezultatų analizė parodo modelio galimybes ir tai, ar jis yra pakankamas, ar reikalingas jo praplėtimas, ar susiaurinimas.

3.1. Eksperimentinio tyrimo metodika

Tyrimo tikslas – remiantis sukurtu imitaciniu veiklos modeliu atlikti eksperimentinius diamonio fosfato savikainos skaičiavimus ir optimizuoti savikainos nustatymą.

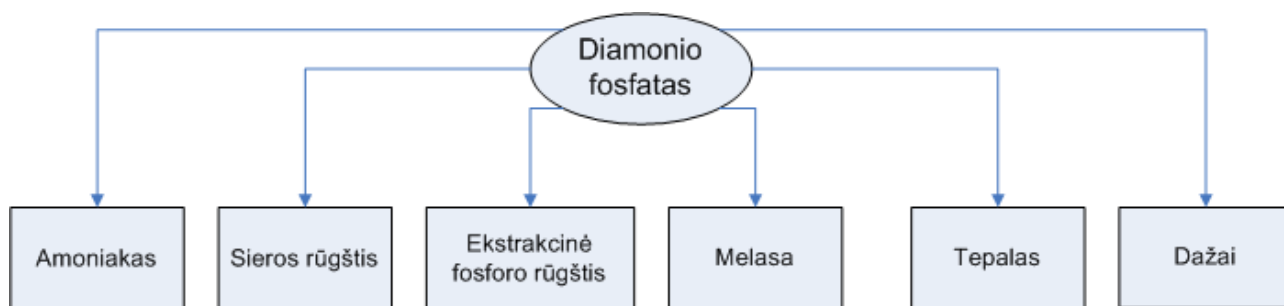
Tyrimo uždaviniai:

- Surinkti duomenis reikalingus eksperimentiniams tyrimams atlikti;
- Taikant skirtingus žaliavų kiekių ir kainų variantus nustatyti diamonio fosfato savikainos reikšmes;
- Optimizuoti produkcijos savikainos nustatymą;
- Apdoroti ir įvertinti gautus rezultatus.

Tyrimas bus atliekamas panaudojant sukurtą veiklos modelį. Tam reikalinga sužinoti diamonio fosfato žaliavų normas, žaliavų kainas, gamybos pajėgumą (kiek įmonė gali pagaminti trašų per metus ir vieną mėnesį). Dar svarbu išsiaiškinti gamybos metu išsekvojamos elektros ir šilumos energijos, dujų kiekį.

3.2. Tyrimo duomenų analizė

Norint apskaičiuoti produkcijos savikainą, svarbu žinoti, iš kokių žaliavų jis gaminamas, kokios tų žaliavų normos ir kainos. Žemiau pateikiama diamonio fosfato sudėtis (17 pav.).



Šaltinis: sukurta autoriaus.

17 pav. Diamonio fosfato trašos sudėtis

Aštuntoje lentelėje pateikiamos produkcijos komponentų normos, reikalingos vienos tonos diamonio fosfato gamybai (8 lentelė). Taip pat pateikiamos ir žaliavų kainos.

Diamonio fosfato žaliavų rodikliai

Kriterijai	Žaliavos					
	Amoniakas	Fosforo rūgštis	Sieros rūgštis	Melasa	Tepalas	Dažai
1 t kaina (Lt)	429,6 – 1850,4	250 - 1800	52,57 - 72,4	270 - 400	2100 - 3000	7500 - 9000
Minimali norma 1 tonai diamonio fosfato (t)	0,219	0,460	0,049	0,0049	0,0008	0,0028
Maksimali norma 1 tonai diamonio fosfato (t)	0,221	0,461	0,052	0,0052	0,001	0,0031

Šaltinis: sudaryta autoriaus pagal Freight Investor Servines. *Fertilizer week thursday markets report*; AB „Lifosa“ duomenis.

Fosforo ir sieros rūgštis bei amoniako kainos paimitos iš *Fertilizer week Thursday market report* ataskaitos (2010 m. sausio 1-14 d. laikotarpio). Kitų žaliavų kainos nustatytos remiantis įmonės duomenimis.

Diamonio fosfato gamybos pajėgumai priklauso nuo gamybos linijų skaičiaus, kurių yra trys (duomenys gauti iš AB „Lifosa“ administracijos darbuotojų):

- Kai veikia viena gamybos linija, pagaminama apie 7 000 t trąšos per savaitę;
- Kai veikia dvi gamybos linijos, pagaminama apie 14 000 t trąšos per savaitę;
- Kai veikia trys gamybos linijos, pagaminama apie 21 000 t trąšos per savaitę.

Atitinkamai per 24 valandas veikiant trimis gamybos linijoms, pagaminama apie 3 000 t diamonio fosfato, o sieros rūgštis - apie 3 030 t.

Per mėnesį pagaminama apie 38 000 t fosforo rūgštis, kurios gamybai per parą sunaudojama apie 3 200 t apatitų ir apie 2 520 t sieros rūgštis. Iš šių duomenų buvo apskaičiuotas apytikris apatitų ir sieros rūgštis kiekis vienai tonai fosforo rūgštis gamybai.

Kitos 1 mėnesio diamonio fosfato gamybos sąnaudos:

- Šilumos energija – 2 814 608 kWh;
- Elektros energija – 2 568 772 kWh;
- Dujos – 18 800 m³;
- Vanduo – 5 500 m³.

Taip pat į modelį įtraukiamos ir produkcijos gamyboje dirbančių darbuotojų atlyginimo bei socialinio draudimo įmokos.

3.3. Eksperimentinio tyrimo atlikimas

Eksperimentinis tyrimas atliekamas keičiant diamonio fosfato žaliavų kiekius ir kainas. Kadangi, sukurtas modelis pateikia vienerių metų mėnesinius dydžius, kainos kiekvienam mėnesiui nurodomos tos pačios, o žaliavų kiekiai skirtingi. Nors realiai kainos kinta, tačiau atliekant tyrimą svarbiausia nustatyti žaliavų kiekių pakeitimų įtaką diamonio fosfato vienos tonos savikainai. Taip gauti rezultatai lyginami tarpusavyje.

Tyrimas susideda iš dviejų etapų, kai pradžiai trąšų savikaina nustatoma esant vienoms žaliavų kainoms, o paskui tyrimas kartojamas su kitomis žaliavų kainomis. Tokiu būdu siekiama gautus rezultatus palyginti ir nustatyti, kaip žaliavų kaina įtakoja savikainą.

Pirmo etapo žaliavų kainos (Lt):

- Amoniakas – 429,6 ;
- Fosforo rūgštis - 250;
- Sieros rūgštis – 52,57;
- Melasas -320;
- Dažai – 8 500;
- Tepalas – 2 600.

Antrojo etapo žaliavų kainos (Lt):

- Amoniakas – 624 ;
- Fosforo rūgštis – 1 032;
- Sieros rūgštis – 72,4;
- Melasas - 400;
- Dažai – 9 000;
- Tepalas - 3 000.

Produkto dažymui naudojami dažai ir melasa, todėl pradžiai pasirinktos būtent šių žaliavų normų keitimas. Kadangi dažų kaina yra labai didelė, tikslinga dažų kiekį sumažinti, tuo pačiu – padidinti melasos kiekį. Nors dažų kiekis diamonio fosfato gamyboje nėra didelis, tačiau reikalinga patikrinti šį keitimų variantą ir sužinoti, kaip tai įtakoja savikainą.

Parinkus atitinkamus žaliavų kiekių variantus buvo gauti tokie savikainos rezultatai:

Tyrimo duomenys (1)

Žaliavų kiekiai (t)						1 tonos savikaina (Lt)
<i>Fosforo rūgštis</i>	<i>Amoniakas</i>	<i>Sieros rūgštis</i>	<i>Tepalas</i>	<i>Melasa</i>	<i>Dažai</i>	
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00492	0,00308	282,67
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00495	0,00305	282,39
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00496	0,00304	282,29
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,005	0,003	281,91
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00502	0,00298	281,72
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00508	0,00292	281,15
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,0051	0,0029	280,96
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00512	0,00288	280,77
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00514	0,00286	280,58
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00516	0,00284	280,39
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00518	0,00282	280,2

Šaltinis: sukurta autoriaus.

Didinant melasos normą ir tuo pačiu mažinant dažų normą, matyti, kad savikainos dydis kinta nuo 282,67 iki 280,2 (lentelė 9). Pokytis – apie 2,5 (2,47). Kadangi diamonio fosfato pardavimai dideli, toks pokytis yra labai ženklus ir reikšmingas ūmonei. Taigi, savikaina iš tiesų keičiasi ir kaip tikėtasi, ji mažėja.

Toliau buvo pasirinkta mažinti amoniako ir didinti sieros rūgšties normą. Tokį pasirinkimą sąlygojo aukštesnė amoniako kaina nei sieros rūgšties. Gauti rezultatai pateikiami dešimtoje lentelėje.

Tyrimo duomenys (2)

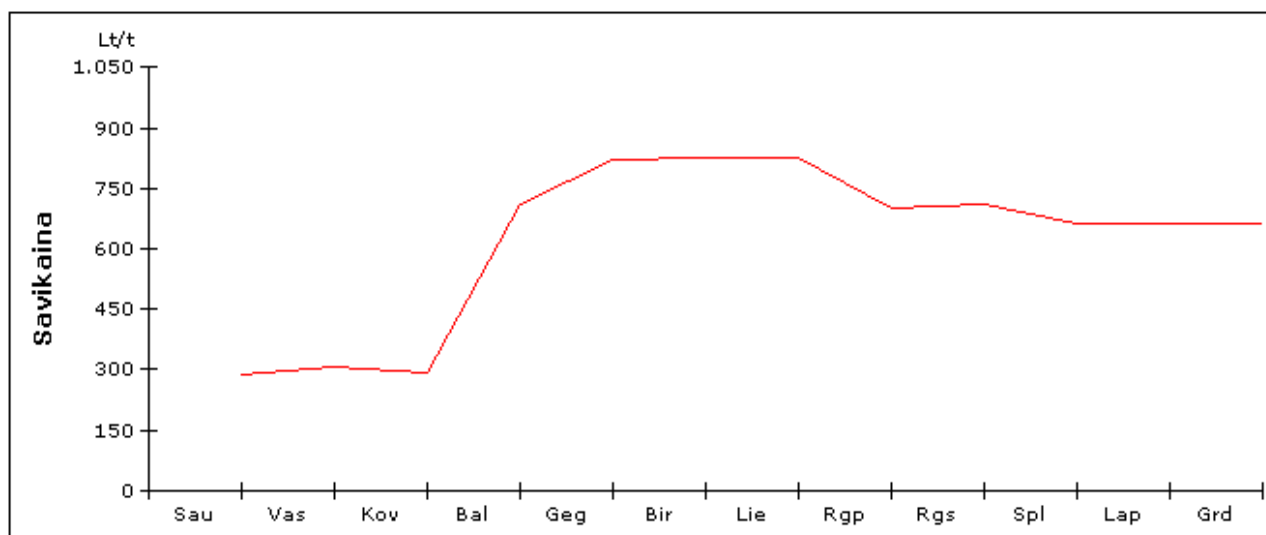
Žaliavų kiekiai (t)						1 tonos savikaina (Lt)
Fosforo rūgštis	Amoniakas	Sieros rūgštis	Tepalas	Melasa	Dažai	
0,461	0,221	0,049	0,0009	0,005	0,003	282,35
0,461	0,2208	0,0492	0,0009	0,005	0,003	282,26
0,461	0,2206	0,0494	0,0009	0,005	0,003	282,17
0,461	0,2204	0,0496	0,0009	0,005	0,003	282,09
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,005	0,003	281,91
0,461	0,2198	0,0502	0,0009	0,005	0,003	281,82
0,461	0,2196	0,0504	0,0009	0,005	0,003	281,74
0,461	0,2194	0,0506	0,0009	0,005	0,003	281,65
0,461	0,2192	0,0508	0,0009	0,005	0,003	281,56
0,461	0,2191	0,0509	0,0009	0,005	0,003	281,52
0,461	0,219	0,051	0,0009	0,005	0,003	281,47

Šaltinis: sukurta autoriaus.

Gauti rezultatai rodo, kad savikaina keičiasi - mažėja. Nuo didžiausios savikainos reikšmės (282,35) iki mažiausios reikšmės (281,47) susidaro 0,88 pokytis. Tai pakankamas savikainos skirtumas ieškoti mažiausio varianto, kadangi įmonės pardavimai skaičiuojami dešimtimis ar šimtais tūkstančių.

Kiti tyrimo duomenys pateikiami prieduose (3 PRIEDAS – 8 PRIEDAS).

Atlikus antrojo etapo tyrimą, iš gautų rezultatų apskaičiuotas toks didžiausias savikainos pokytis - 2,6. Žaliavų kiekių keitimas iš tiesų įtakoja trąšų savikainą. Taigi, yra būtina atlikti diamonio fosfato savikainos optimizavimą. Žemiau pateikiamas vienos tonos produkcijos savikainos kitimo grafikas (18 pav.).



Šaltinis: sukurta autoriaus.

18 pav. Vienos tonos savikainos kitimo grafikas

Aukščiau pateiktas savikainos grafikas gautas keičiant kainų bei kiekių duomenis pažingsniui, kas mėnesį. Tokie rezultatai išvedami *PowerSim* programoje.

Šis tyrimas aprašomas straipsnyje *Gamybinės įmonės produkcijos savikainos modeliavimas* (Stankutė, 2010).

3.4. Savikainos optimizavimas

Atliekant produkcijos savikainos optimizavimą, yra būtina įvesti tam tikras sąlygas (tyrimo kintamuosius): apribojimus, sprendimus ir tikslus. Šiame tyrime tikslas yra minimali produkcijos savikaina, kuri gaunama keičiantis žaliavų normoms. Sprendimai yra produkcijos žaliavų minimalios ir maksimalios normos. Nurodomi žaliavų kainų apribojimai (optimizavimo metu kainos nekinta).

Žemiau pateikiami tyrimo kintamieji reikalingi įvykdyti produkcijos savikainos optimizavimą (19 pav.).

Name	Value	Type	Apply Time	Deviation	Weight	Divisor
Assumptions						
Tepalo kaina		Fixed Value	Start	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fixed Value	3,000,00 Lt per t					
Sieros rūgšties kaina		Fixed Value	Start	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fixed Value	70,00 Lt per t					
Melasos kaina		Fixed Value	Start	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fixed Value	400,00 Lt per t					
Fosforo rūgšties kaina		Fixed Value	Start	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fixed Value	250,00 Lt per t					
Dažų kaina		Fixed Value	Start	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fixed Value	8,700,00 Lt per t					
Amoniakio kaina		Fixed Value	Start	<input checked="" type="checkbox"/>		
Fixed Value	670,00 Lt per t					
Decisions						
Tepalo kiekis	8,00e-4 t		Start			
Minimum Value	8,00e-4 t					
Maximum Value	1,00e-3 t					
Sieros rūgšties kiekis	0,05 t		Start			
Minimum Value	0,05 t					
Maximum Value	0,05 t					
Melasos kiekis	5,00e-3 t		Start			
Minimum Value	4,90e-3 t					
Maximum Value	5,20e-3 t					
Fosforo rūgšties kiekis	0,46 t		Start			
Minimum Value	0,46 t					
Maximum Value	0,46 t					
Dažų kiekis	2,80e-3 t		Start			
Minimum Value	2,80e-3 t					
Maximum Value	3,10e-3 t					
Amoniakio kiekis	0,22 t		Start			
Minimum Value	0,22 t					
Maximum Value	0,22 t					
Objectives						
Savikaina	397,49 Lt per t	Min	Stop	<input type="checkbox"/>	1,00	1,00 Lt per t

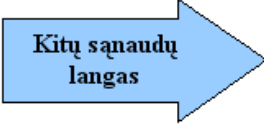
Šaltinis: sukurta autoriaus.

19pav. Optimizavimo kintamieji

Taigi, turint žaliavų kiekio kitimo ribas, kainų apribojimus ir numatytą tikslą (minimali savikaina), galima atlikti produkcijos savikainos optimizavimą. Kadangi jis atliekamas keičiant žaliavų kainas, yra būtina kainų įvedimo forma. Žemiau pateikiama vartotojo sąsaja (20 pav.).

Žaliavų kainos	
Fosforo rūgštis	0,00 Lt/t
Sieros rūgštis	0,00 Lt/t
Amoniakas	0,00 Lt/t
Melasa	0,00 Lt/t
Tepalas	0,00 Lt/t
Dažai	0,00 Lt/t

Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	0,461 t
Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	0,219 t
Melasa	0,00497 t
Tepalas	0,0008 t
Dažai	0,0028 t



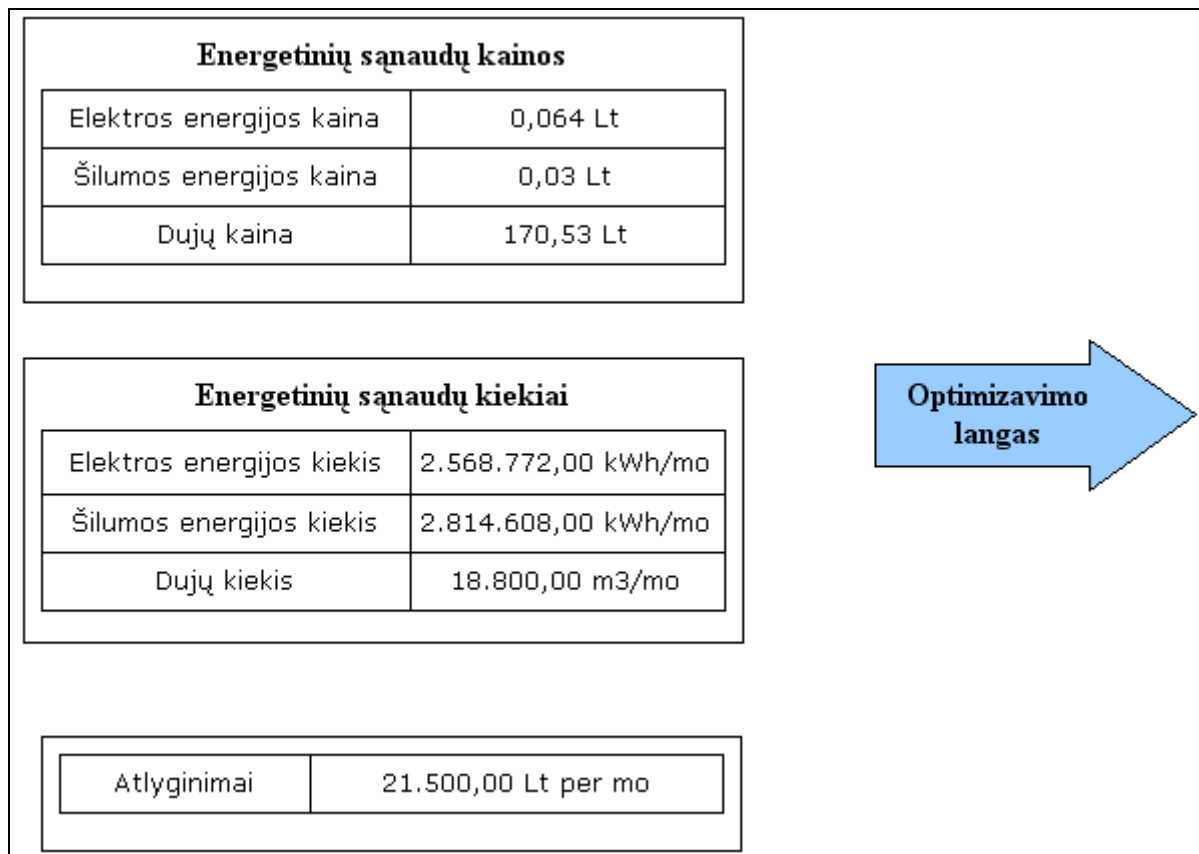
Savikaina
? Lt/t

Optimizuoti	Atkurti
-------------	---------

Šaltinis: sukurta autoriaus.

20 pav. Vartotojo sąsaja

Kaip matyti iš aukščiau pateikto dvidešimto paveikslo, vartotojo sąsaja turi ne tik kainų įvedimo laukus, bet taip pat ir žaliavų kiekių bei savikainos laukus, kuriuose fiksuojamos po optimizavimo gautos jų reikšmės. Be to, yra galimybė nurodyti produkcijos energetinių sąnaudų bei darbuotojų atlyginimų duomenis (21 pav.).



Šaltinis: sukurta autoriaus.

21 pav. Sąnaudų įvedimo langas

Taigi, norint atlikti produkcijos savikainos optimizavimą, reikia parinkti optimizavimo parametrus: *Maximum generations* (iteracijų skaičius), *Parents* (sprendimų rinkiniai, kurie duoda geriausius rezultatus tikslo siekimo procese), *Offsprings* (kita iteracija, kurios sprendimo rinkiniai generuojami iš geriausių *Parents* sprendimo rinkinių), *Minimum convergence* (duomenų panašumas), *Seed* (skirtingų skaičių generatorius). Šių parametrų parinkimas lemia optimizavimo algoritmą ir įtakoja gautą rezultatą. Todėl savikainos optimizavimas atliekamas keičiant išvardintus parametrus ir ieškant geriausio varianto, kuomet produkcijos savikaina gaunama žemiausia.

Žemiau pateikiami optimizavimo rezultatai.

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	250,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,4607 t
Sieros rūgštis	52,57 Lt/t	Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	429,60 Lt/t	Amoniakas	0,219 t
Melasa	320,00 Lt/t	Melasa	0,00515 t
Tepalas	2.600,00 Lt/t	Tepalas	0,0008 t
Dažai	8.500,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t

Savikaina
279,04 Lt/t

Saltinis: sukurta autoriaus.

22pav. Optimizavimo rezultatai (1)

Parinkus bene žemiausias kainų reikšmes, gaunama produkcijos savikaina lygi 279,04 (Lt/t). Tai mažesnė reikšmė lyginant ją su anksčiau gauta reikšme (280,2 Lt/t, 9 lentelė). Lyginant šių dviejų atvejų žaliavų kiekius matyti, kad optimizuojant buvo sumažinti visų žaliavų kiekiai išskyrus tik sieros rūgštį, kurios kiekis buvo padidintas dviem kilogramais. Be to, neatlikus optimizavimo, ir taikant tas pačias žaliavų kainas ir imant vidutinius žaliavų kiekius, apskaičiuota savikaina lygi 281,91 (Lt/t). Susidaro skirtumas – 2,87.

Toliau naudojant tas pačias žaliavų kainas, tik pakeitus parametro *Maximum generations* dydį iš 500 į 750, sumažėja melasos kiekis iki 0,00501 ir padidėja fosforo rūgšties kiekis iki 0,461, o savikaina (279,02) sumažėja 0,02. Nors pokytis nėra didelis, tačiau pokytis rodo, kad optimizavimo parametru keitimas įtakoja rezultatą. Todėl yra priežastis atlikti dar skaičiavimų ir ieškoti geriausio varianto.

Žemiau pateikiami kiti optimizavimo rezultatai, kuomet buvo taikomos bene aukščiausios žaliavų kainos ir kiti optimizavimo parametrai (23 pav.).

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	1.608,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,46 t
Sieros rūgštis	109,00 Lt/t	Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	1.850,40 Lt/t	Amoniakas	0,219 t
Melasa	378,00 Lt/t	Melasa	0,00519 t
Tepalas	2.960,00 Lt/t	Tepalas	0,0008 t
Dažai	8.745,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t
Savikaina			
1.374,67 Lt/t			

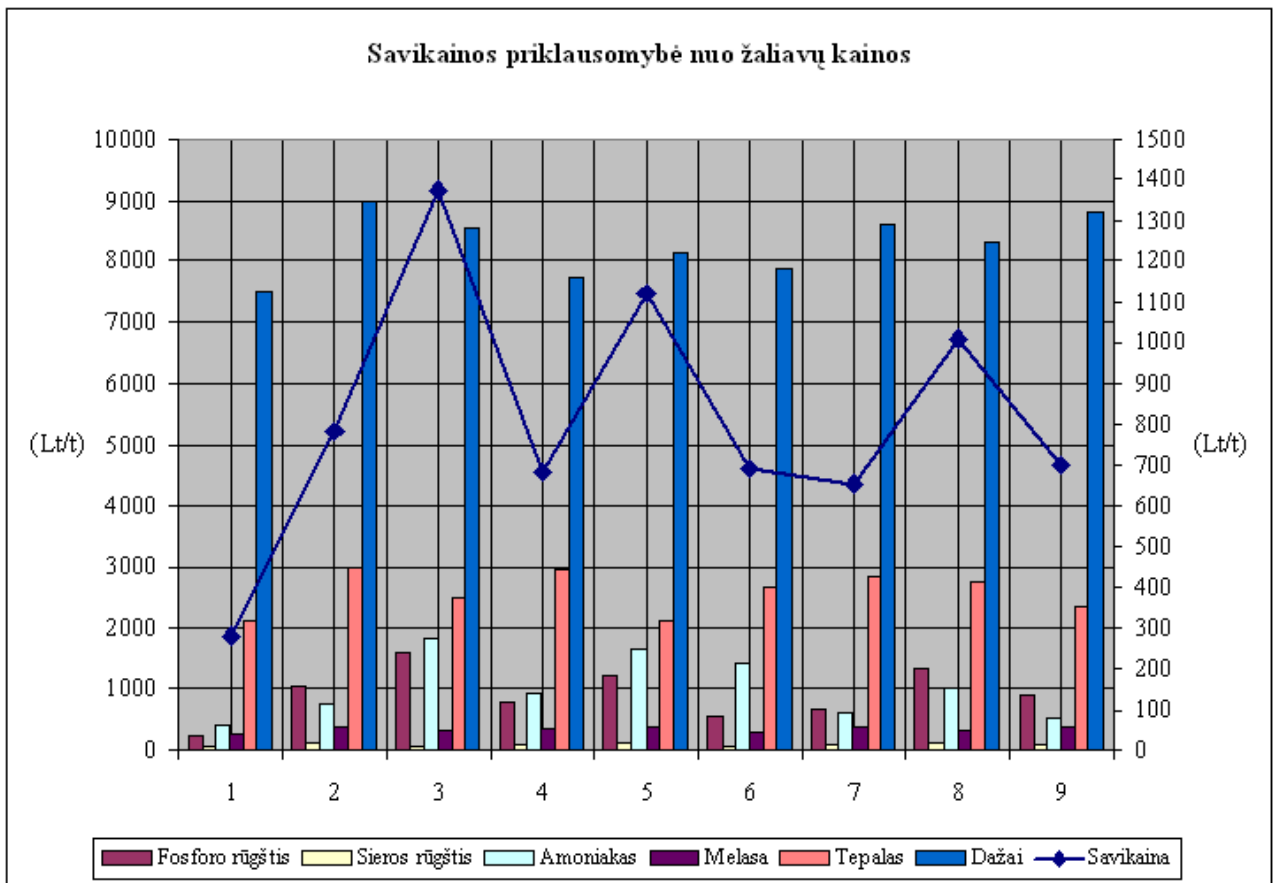
Šaltinis: sukurta autoriaus.

23 pav. Optimizavimo rezultatai (2)

Skaičiuojant produkcijos savikainą su aukštesnėmis kainomis, matyti, kad savikaina gerokai padidėjo (23 pav.). Optimizavime buvo pasirinkta 1000 iteracijų, 5 sprendimų rinkiniai (*Parents*), *Seed* lygus 150. Šiai gautai savikainai palyginti buvo apskaičiuota savikaina netaikant optimizavimo funkcijos, imant tas pačias kainas ir vidutinius žaliavų kiekius. Tokiu būdu buvo gauta tokia savikaina: 1380,56 (Lt/t). Savikainų skirtumas – 5,89. Skirtumas žymiai didesnis nei pirmu atveju. Kiti optimizavimo rezultatai pateikiami prieduose (10 PRIEDAS – 17 PRIEDAS).

Lyginant optimizavimo rezultatus su įprastai apskaičiuota savikaina, matyti, kad yra žymus skirtumas. Taigi, produkcijos savikainos optimizavimas pasiteisino. Naudojant šią funkciją nesunkiai randama žemiausia savikaina.

Žemiau pateikiamas savikainos priklausomybės grafikas, nubraižytas su optimizavimo rezultatais (24 pav.). Jame aiškiau matyti, kaip kinta savikaina keičiantis žaliavų kainoms.



Šaltinis: sukurta autoriaus.

24 pav. Savikainos priklausomybė nuo žaliavų kainos

Savikainos priklausomybės grafikas parodo, kad savikaina kinta, kai yra keičiamos produkcijos žaliavų kainos. Iš grafiko matyti žaliavų kainų skirtumai.

Analizuojant gautų savikainų žaliavų kiekius, nustatyta, kad jų nedidelis kiekis turi didelę įtaką savikainai. Tai įrodo, kad optimizavimo rezultatai, gauti keičiant optimizavimo parametrus, kinta. Taigi, optimizuojant, savikaina priklauso ne tik nuo žaliavų kainų ar kiekių kitimo, bet ir nuo optimizavimo parametrų pakeitimų.

IŠVADOS IR REZULTATAI

- Veiklos modeliavimas yra naudingas ir reikšmingas įmonės veiklos vystimuisi. Imitacinis modeliavimas suteikia galimybę analizuoti veiklos rezultatus ir tuo pačiu išmėginti įvairius veiklos variantus. Tokiu būdu apžvelgiamos kelios galimos veiklos situacijos ir pasirenkama geriausia bei tinkamiausia realiam jos pritaikymui.

- Atlikta veiklos modeliavimo programinių paketų (*Simprocess, Stella, iThink, PowerSim*) analizė. Eksperimentiniam tyrimui atlikti pasirinkta *PowerSim* programa, atsižvelgus į optimizavimo galimybę.

- Sukurtas gamybinių procesų modeliavimo įrankis, kuriame panaudotas optimizavimo algoritmas gamybos procesų efektyvumui didinti.

- Sukurtas imitacinis gamybinių procesų modelis apima produkcijos savikainos, žaliavų užsakymų, žaliavų sunaudojamo kiekio ir jų trūkumo bei žaliavų likučio skaičiavimus. Taip pat modelyje atsispindi gamybos pajėgumai, suskaičiuojamas nepagamintas užsakytos produkcijos kiekis.

- Atliktas eksperimentinis tyrimas su skirtingais optimizavimo parametrais ir įėjimo kintamaisiais. Geriausi (mažiausi) savikainos rezultatai gaunami parinkus tokius optimizavimo parametrus: 750 iteracijų ir 5 sprendimų rinkinius (*Parents*).

- Žemiausia savikaina (279,02) gaunama atlikus optimizavimą, esant 5,01 kilogramo melasos normai, kai jos vienos tonos kaina yra 320 litų; esant 461 kilogramo fosforo rūgšties normai, kai jos viena tona kainuoja 250 litų; sieros rūgšties 0,052 kilogramo normai, kai kaina yra 52,57 litai; esant 219 kilogramų amoniako, kai jo kaina yra 429,6 litų; 800 gramų tepalo, kai jo kaina yra 2 600 litų ir esant 2,8 kilogramo dažų normai, kai jų kaina yra 8 500 litų.

- Lyginant optimizavimo rezultatus su įprastai apskaičiuota savikaina, gaunamas žymus teigiamas savikainos skirtumas (5,89). Taigi, produkcijos savikainos optimizavimas pasiteisino.

- Savikainos optimizavimas leidžia lengviau ir žymiai greičiau nustatyti žemiausią produkcijos savikainą. Esant atitinkamoms žaliavų kainoms, optimizavimo funkcija parenka tas žaliavų normas, kurios apsprendžia minimalią savikainą.

- Trašų pardavimų rezultatyvumą labiausiai lemia pirkėjų rinkai pasiūlyta palankiausia kaina. Produkcijos kaina svyruoja, todėl gamintojams yra svarbus žemiausios savikainos nustatymas.

LITERATŪRA

1. ŠARKIŪNAITĖ, Ingrida; KRIKŠČIŪNIENĖ, Dalia; SIMUTIS, Rimvydas. (2007) Magistro baigiamojo darbo rengimo tvarka: Metodiniai nurodymai// VU KHF informatikos katedros verslo informatikos (62109P101) ir verslo informacijos sistemų (62103S138) studijų programų studentams. Kaunas: Vilniaus universiteto leidykla. 42 p.
2. CUBITT, Sean. (2001) *Simulation and social theory*. London: Sage Publications, 2001. 172 p. ISBN 0-7619-6110-0.
3. AGUILAR-SAVÉN, Ruth. S. (2004) Business process modelling: Review and framework. *International Journal of Production Economics*, July, vol. 90, no. 2, p. 129-149.
4. BAGDONAS, Eugenijus; PATAŠIENĖ, Irena; PATAŠIUS, Martynas; SKVERNYS, Vytautas. (2007) Internetinis verslo procesų imitavimas. *Informacijos mokslai*. p. 149-154. ISSN 1392-0561.
5. CLOSE, Clares, M. (1995) *Modeling and analysis of dynamic systems*. New York [et.al.]: Wiley. 681 p. ISBN 0-471-12517-2.
6. MOTUZIENĖ, Stasė; PYRANTIENĖ, Daiva. (2002) *Dinaminių sistemų modeliavimas (programa POWERSIM): metodiniai patarimai*. Akademija: Lietuvos žemės ūkio universiteto Leidybos centras, 38 p.
7. NORVAIŠAS, Saulius. (2002) *Lietuvos imitacinis modelis. Struktūra ir analizė [interaktyvus]*. Vilnius, [žiūrėta 2008 m. lapkričio 4 d]. Prieiga per internetą: <http://politika.osf.lt/Kiti/scenarijai/santraukos/Norvaiso_santrauka.htm>.
8. WILLIAMS, Alison; LANSEY, Kevin; WASHBURNE, James. (2009) A dynamic simulation based water resources education tool. Iš *Journal of Environmental Management* [interaktyvus]; vol. 90, no. 1 [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.], p. 471-482. Prieiga per internetą: <<http://www.sciencedirect.com>>.
9. BALVOČIENĖ, T.; BUTKIENĖ, A. (2001) *Kompiuterinis modeliavimas*. Metodinė medžiaga [interaktyvus]. Švietimo informacinių technologijų centras, [žiūrėta 2009 m. birželio 2 d.]. Prieiga per internetą: <[http://mokslas.ipc.lt:8000/Sviesa/Md.nsf/0/bbbeb15f51b0aad842256b210024129d/\\$FILE/m0ob7cob4d5n0c290chgmoqbj_.doc](http://mokslas.ipc.lt:8000/Sviesa/Md.nsf/0/bbbeb15f51b0aad842256b210024129d/$FILE/m0ob7cob4d5n0c290chgmoqbj_.doc)>.
10. BECONYTĖ, Giedrė. *Logikos pagrindai ir informacijos modeliavimas*. Paskaitų medžiaga [interaktyvus]. Vilnius: VU kartografijos centras, [žiūrėta 2009 m. birželio 2 d.]. Prieiga per internetą: <www.kc.gf.vu.lt/Paskaitos/MK/1-LogikaInfoMod.ppt>.
11. DENISOVAS, Vitalijus. (2000) Modeliavimas dalykų dėstyje. Iš *Informatika* [interaktyvus]; vol. 36, no. 2 [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.], p. 5-35. Prieiga per internetą: <<http://aldona.mii.lt/pms/informatika/numeriai/numeris2/infdd.html>>.

12. NORVAIŠAS, Saulius. (2004) *IKT panaudojimas analizuojant problemas ir priimant sprendimus* [interaktyvus]. Vilnius: Lietuvos viešojo administravimo institutas, [žiūrėta 2009 m. gegužės 3 d.]. Prieiga per internetą: http://www.culture.lt/livadis/Skaidres_III.ppt#9.
13. JAKUTIS, Algirdas. (2001) *Ekonomikos nuostatų modeliavimas*: Monografija. Kaunas: „Smaltijos“ leidykla, 2001. 224 p. ISBN 9986-965-64-0.
14. HALLOUN, Ibrahim A. (2006) *Modeling Theory in Science Education* [interaktyvus]. Springer Netherlands. [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.]. Prieiga per internetą: http://books.google.lt/books?id=Rn48Xb7CuD0C&dq=Modeling+Theory+in+Science+Education&printsec=frontcover&source=bn&hl=lt&ei=phVASqvoJNGi_AapwNmaAQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=4.
15. JURGELĖNAS, A.; NORVAIŠAS, S. (2004) Sveikatos plėtros imitacinis modelis [interaktyvus]. Biomedicininės inžinerijos konferencija, lapkričio 4. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 13-17 p. [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.]. Prieiga per internetą: http://www.bmi.ktu.lt/images/konferencijos_3/2/2%20Jurgelenas.pdf.
16. GUDAS, Saulius; BRUNDZAITĖ, Rasa. (2005) Veiklos žinių modeliavimas pagal modifikuotą vertės grandinę. *Informacijos mokslai*. p. 179-192. ISSN 1392-0561.
17. NORVAIŠAS, Saulius. (1999) Į ateitį su sistemų dinamika. [interaktyvus]. [žiūrėta 2008 m. lapkričio 4 d.]. Prieiga per internetą: <http://ausis.gf.vu.lt/mg/nr/99/5/5sisdin.html>.
18. DRAGŪNIENĖ, Neringa. (2007) Sistemų dinamikos vystymasis ir modeliavimo metodologijos pagrindai organizacijos valdyje [interaktyvus]. Mokslinė techninė konferencija, sausio 31 d. – vasario 1 d. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 356-359 p. [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.]. Prieiga per internetą: http://www.ktu.lt/lt/apie_renginius/konferencijos/2007/k7_01/IT-2007/it%202007-X.pdf.
19. NORVAIŠAS, Saulius. *Sistemų dinamika*. Paskaitų kursas verslo ir vadybos magistrams [interaktyvus]. Vilnius: Matematikos ir informatikos institutas, [žiūrėta 2009 m. birželio 3 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.culture.lt/science/SD/SDkursas.htm>.
20. COSTANZA, Robert; RUTH, Matthias. (1998) Using Dynamic Modeling to Scope Environmental Problems and Build Consensus. Iš *Environmental Management* [interaktyvus]; vol. 22, no. 2 [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.], p. 183-195. Prieiga per internetą: <http://www.springerlink.com/content/j9llnckd7jbnvkm5/fulltext.pdf?page=1>.
21. PATAŠIENĖ, Irena. (2008) *Įmonės ekonominių veiksmų imitacinis modeliavimas ir taikymas mokymo procesui*. Daktaro disertacija [interaktyvus]. Vilnius, [žiūrėta 2009 m. gegužės 3 d.]. Prieiga per internetą: www.mii.lt/files/mii_dis_08_patasiene.pdf.

22. DANIŪNAS, Valentas. (2004) AnyLogic – imitacinio modeliavimo programinė įranga mokslui, gamybai bei verslui. Iš *Kompiuterija* [interaktyvus]. Kovas [žiūrėta 2009 m. gegužės 3 d.], p. 36-37. Prieiga per internetą:
<http://www.ibn.lt/lit/anylogic/AnyLogic_imitacinis_modeliavimas_straipnis.htm>.
23. SKRODENTYTĖ, Rima. (2002) Kompiuterinis modeliavimas ekonomikos pamokose ir popamokinėje veikloje [interaktyvus]. Informacinės technologijos mokykloje, lapkričio 28 d. Vilnius: Pedagogų profesinės raidos centras, [žiūrėta 2009 m. gegužės 3 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.emokykla.lt/admin/file.php?id=173>>.
24. TIDWELL, Vincent C.; PASSELL, Howard D.; CONRAD, Stephen H.; THOMAS, Richard P. (2004) System dynamics modeling for community-based water planning: Application to the Middle Rio Grande. Iš *Aquatic Sciences* [interaktyvus]; vol. 66, no. 2 [žiūrėta: 2009 m. sausio 12 d.], p. 357-372. Prieiga per internetą:
<<http://www.springerlink.com/content/1re8y7g207gbd65t/fulltext.pdf>>.
25. MARMA, A.; EIDUKAS, D.; VALINEVIČIUS, A.; ŽILYS, M. (2004) Intelektualiosios transporto valdymo sistemos. Iš *Elektronika ir elektrotechnika* [interaktyvus]; vol. 56, no. 7 [žiūrėta: 2009 m. gegužės 3 d.], p. 49-54. Prieiga per internetą:
<<http://www.ee.ktu.lt/journal/2004/7/Marma.pdf>>.
26. Isee Systems, inc. (2009) Stella. *Systems Thinking for Education and Research*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.iseesystems.com/software/education/StellaSoftware.aspx>>.
27. Isee Systems, inc. (2009) iThink. *Systems Thinking for Business*. [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.]. Prieiga per internetą:
<<http://www.iseesystems.com/software/business/ithinkSoftware.aspx>>.
28. Caci Products Company. (2008) Simprocess. [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.simprocess.com/products/products.html>>.
29. PETRAUSKAS, Vygantas. (1997) *PowerSim modeliavimo programa*. Kaunas-Akademija: LŽŪU Leidybos centras. 42 p.
30. Powersim Solutions. (2008) PowerSim Studio. [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. sausio 12 d.]. Prieiga per internetą: <<http://www.powersimsolutions.com/Studio.aspx>>.
31. Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės. (2010) *Eksperto ir importo struktūra pagal KN skyrius*. Statistika (teminės lentelės): užsienio prekyba. [interaktyvus]. [žiūrėta 2010 m. sausio 16 d.]. Prieiga per internetą:
<<https://www.stat.gov.lt/lt/pages/view/?id=2640>>.

32. AB „Lifosa“. AB „Lifosa“ 2008 metų audituota finansinė atskaitomybė, p. 60. [interaktyvus]. [žiūrėta 2009 m. rugsėjo 3 d.]. Prieiga per internetą: <http://www.nasdaqomxbaltic.com/upload/reports/lfo/2008_ar_lt_ltl_solo_ias.pdf>.
33. MACKEVIČIUS, Jonas. (2003) *Valdymo apskaita: koncepcija, metodika, politika*. Vilnius: TEV. 410 p. ISBN 9955-491-47-7.
34. AB „Lifosa“. Technologijos reglamentas. 36 p.
35. Freight Investor Servines. (2010) *Fertilizer week thursday markets report*. Trašų kainų ataskaita [interaktyvus]. [žiūrėta 2010 m. sausio 15 d.].
36. STANKUTĖ, Justina. (2010) Gamybinės įmonės produkcijos savikainos modeliavimas. IVUS 2010 konferencija, gegužės 13 d. Kaunas: Vytauto Didžiojo universitetas.

PRIEDAI

CHEMIJOS PRAMONĖS PRODUKCIJOS EKSPORTO STRUKTŪRA (2009 M.)	67
2003-2008 M. TRAŠŲ GAMYBOS APIMTYS LIETUVOJE (TŪKST. T).....	68
PIRMO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (3).....	69
PIRMO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (4).....	70
ANTRO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (1).....	71
ANTRO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (2).....	72
ANTRO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (3).....	73
ANTRO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (4).....	74
STRAIPSNIS	75
OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (3).....	81
OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (4).....	82
OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (5).....	83
OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (6).....	84
OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (7).....	85
OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (8).....	86
OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (9).....	87
OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (10).....	88

CHEMIJOS PRAMONĖS PRODUKCIJOS EKSPORTO STRUKTŪRA (2009 M.)

Produkcija	Eksportas (Lt)	Eksportas (%)
Neorganiniai chemikalai	98,1	0,3
Organiniai chemijos produktai	60	0,2
Farmacijos produktai	596,1	1,6
Trašos	1645,9	4,5
Raugimo arba dažymo ekstraktai	178,4	0,5
Eteriniai aliejai; parfumerijos preparatai	146,3	0,4
Muilas, skalbikliai, žvakės, stomatologijos preparatai	85,5	0,2
Albuminės medžiagos; klijai	81,5	0,2
Sprogmėnys	0,6	0,0
Fotografijos ir kinematografijos prekės	15,5	0,0
Įvairūs chemijos produktai	452,8	1,2
Iš viso:	3360,7	9,2

Šaltinis: sukurta autoriaus pagal statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės. Eksporto ir importo struktūra pagal KN skyrius.

2003-2008 M. TRĄŠŲ GAMYBOS APIMTYS LIETUVOJE (TŪKST. T)

Trąšos	Metai					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Azoto rūgštis, sieros ir azoto rūgščių mišiniai	163,058	178,523	221,711	203,396	251,120	233,110
Vandeninis amoniako tirpalas	0,504	0,237	0,221	0,244	0,271	0,217
Karbamidas (daugiau kaip 45% azoto)	179,187	169,864	214,602	175,379	231,779	199,908
Amonio nitratas	174,764	158,576	185,085	176,209	198,741	184,941
Kitos trąšos	1,500	2,042	1,626	1,286	6,538	0,369
Diamofosas	726,361	702,887	720,900	765,400	821,600	790,300
Trąšos (ne daugiau kaip 10 % azoto, fosforo ir kalio)	255,587	204,169	138,406	247,935	141,256	139,705
Trąšos (daugiau kaip 10% fosforo, kalio ir azoto)	50,157	120,606	143,421	65,481	179,123	137,719
Amonio nitrato mišiniai (ne daugiau kaip 28 % azoto)	17,784	61,867	87,505	84,954	110,389	107,212
Bevandenis amoniakas	461,849	424,036	431,665	453,285	935,895	758,956

Šaltinis: sukurta autoriaus pagal Lietuvos statistikos departamento pramonės statistikos skyriaus duomenis.

PIRMO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (3)

Žaliavų kiekiai (t)						1 tonos savikaina (Lt)
<i>Fosforo rūgštis</i>	<i>Amo- niakas</i>	<i>Sieros rūgštis</i>	<i>Tepalas</i>	<i>Melasa</i>	<i>Dažai</i>	
0,461	0,22	0,0499	0,001	0,005	0,003	282,21
0,461	0,22	0,04992	0,00098	0,005	0,003	282,15
0,461	0,22	0,04994	0,00096	0,005	0,003	282,09
0,461	0,22	0,04996	0,00094	0,005	0,003	282,03
0,461	0,22	0,04998	0,00092	0,005	0,003	281,97
0,461	0,22	0,05002	0,00088	0,005	0,003	281,85
0,461	0,22	0,05003	0,00087	0,005	0,003	281,82
0,461	0,22	0,05007	0,00083	0,005	0,003	281,7
0,461	0,22	0,05008	0,00082	0,005	0,003	281,67
0,461	0,22	0,05009	0,00081	0,005	0,003	281,64
0,461	0,22	0,0501	0,0008	0,005	0,003	281,61

Šaltinis: sukurta autoriaus.

PIRMO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (4)

Žaliavų kiekiai (t)						1 tonos savikaina (Lt)
<i>Fosforo rūgštis</i>	<i>Amoniakas</i>	<i>Sieros rūgštis</i>	<i>Tepalas</i>	<i>Melasa</i>	<i>Dažai</i>	
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,005	0,003	281,91
0,4608	0,22	0,0502	0,0009	0,005	0,003	281,87
0,4606	0,22	0,0504	0,0009	0,005	0,003	281,82
0,4604	0,22	0,0506	0,0009	0,005	0,003	281,77
0,4602	0,22	0,0508	0,0009	0,005	0,003	281,73
0,4601	0,22	0,0509	0,0009	0,005	0,003	281,7
0,46	0,22	0,051	0,0009	0,005	0,003	281,68

Šaltinis: sukurta autoriaus.

ANTRO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (1)

Žaliavų kiekiai (t)						1 tonos savikaina (Lt)
<i>Fosforo rūgštis</i>	<i>Amoniakas</i>	<i>Sieros rūgštis</i>	<i>Tepalas</i>	<i>Melasa</i>	<i>Dažai</i>	
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,005	0,003	755,64
0,4608	0,22	0,0502	0,0009	0,005	0,003	755,42
0,4606	0,22	0,0504	0,0009	0,005	0,003	755,19
0,4604	0,22	0,0506	0,0009	0,005	0,003	754,97
0,4602	0,22	0,0508	0,0009	0,005	0,003	754,75
0,4601	0,22	0,0509	0,0009	0,005	0,003	754,63
0,46	0,22	0,051	0,0009	0,005	0,003	754,52

Šaltinis: sukurta autoriaus.

ANTRO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (2)

Žaliavų kiekiai (t)						1 tonos savikaina (Lt)
<i>Fosforo rūgštis</i>	<i>Amo- niakas</i>	<i>Sieros rūgštis</i>	<i>Tepalas</i>	<i>Melasa</i>	<i>Dažai</i>	
0,461	0,22	0,0499	0,001	0,005	0,003	755,98
0,461	0,22	0,04992	0,00098	0,005	0,003	755,91
0,461	0,22	0,04994	0,00096	0,005	0,003	755,85
0,461	0,22	0,04996	0,00094	0,005	0,003	755,78
0,461	0,22	0,04998	0,00092	0,005	0,003	755,71
0,461	0,22	0,05002	0,00088	0,005	0,003	755,57
0,461	0,22	0,05003	0,00087	0,005	0,003	755,54
0,461	0,22	0,05007	0,00083	0,005	0,003	755,4
0,461	0,22	0,05008	0,00082	0,005	0,003	755,37
0,461	0,22	0,05009	0,00081	0,005	0,003	755,33
0,461	0,22	0,0501	0,0008	0,005	0,003	755,3

Šaltinis: sukurta autoriaus.

ANTRO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (3)

Žaliavų kiekiai (t)						1 tonos savikaina (Lt)
<i>Fosforo rūgštis</i>	<i>Amoniakas</i>	<i>Sieros rūgštis</i>	<i>Tepalas</i>	<i>Melasa</i>	<i>Dažai</i>	
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00492	0,00308	756,44
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00495	0,00305	756,14
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00496	0,00304	756,04
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,005	0,003	755,64
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00502	0,00298	755,44
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00508	0,00292	754,84
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,0051	0,0029	754,64
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00512	0,00288	754,44
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00514	0,00286	754,24
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00516	0,00284	754,04
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00518	0,00282	753,84

Šaltinis: sukurta autoriaus.

ANTRO ETAPO TYRIMO DUOMENYS (4)

Žaliavų kiekiai (t)						1 tonos savikaina (Lt)
<i>Fosforo rūgštis</i>	<i>Amoniakas</i>	<i>Sieros rūgštis</i>	<i>Tepalas</i>	<i>Melasa</i>	<i>Dažai</i>	
0,461	0,221	0,049	0,0009	0,005	0,003	756,28
0,461	0,2208	0,0492	0,0009	0,005	0,003	756,16
0,461	0,2206	0,0494	0,0009	0,005	0,003	756,03
0,461	0,2204	0,0496	0,0009	0,005	0,003	755,9
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,005	0,003	755,64
0,461	0,2198	0,0502	0,0009	0,005	0,003	755,51
0,461	0,2196	0,0504	0,0009	0,005	0,003	755,38
0,461	0,2194	0,0506	0,0009	0,005	0,003	755,26
0,461	0,2192	0,0508	0,0009	0,005	0,003	755,13
0,461	0,2191	0,0509	0,0009	0,005	0,003	755,06
0,461	0,219	0,051	0,0009	0,005	0,003	755,0

Šaltinis: sukurta autoriaus.

STRAIPSNIS

Gamybinės įmonės produkcijos savikainos modeliavimas

Justina Stankutė

Vilniaus universiteto Kauno humanitarinis fakultetas

Kaunas, Lietuva

El. paštas: justina.kid@gmail.com

Santrauka—Imitacinis modeliavimas gali būti apibūdintas kaip analizės, prognozavimo ir sprendimų priėmimo būdas, kuris yra išsamesnis nei tradiciniai modeliavimo būdai. Straipsnyje apžvelgiamos veiklos modeliavimo ir produkcijos savikainos ypatybės, aprašomas trąšų savikainos modeliavimas ir pateikiamas trąšų gamybos modelis. Remiantis sukurtu veiklos modeliu, atliekami trąšų savikainos skaičiavimai ir pateikiami gauti rezultatai. Trąšų gamintojams yra svarbu gauti kuo mažesnę savikainą, todėl yra aktualu modeliuoti ir ieškoti geriausio savikainos sprendimo.

Raktiniai žodžiai—modeliavimas; produkcijos savikaina; trąšų gamyba; savikainos skaičiavimas; Powersim.

ĮVADAS

Modeliavimas turi užtikrinti gerą susikalbėjimą tarp organizacijos, jos klientų, galutinių vartotojų ir kūrėjų. Veiklos procesų modeliavimas išaiškina, kaip galima atvaizduoti įmonės veiklą apibrėžiant procesus ir jų sąsajas. Tiksliai sumodeliavus veiklą galima tiksliai pasakyti, kokie galimi rezultatai. Ir tuomet parenkamas geriausias sprendimas, t.y., atliekamas sistemos optimizavimas.

Priimant sprendimus didelį vaidmenį vaidina modeliavimas. Norint sėkmingai valdyti sistemą, būtina numatyti jos elgesį ateityje. Tai galima padaryti, analizuojant dominančias savybes modelyje.

Veiklos procesų problemos gali būti sprendžiamos pasitelkiant tam tikrus veiklos imitacinius modelius: S. Norvaišos ir jo vadovaujamos grupės dėka buvo realizuotas Lietuvos imitacinis modelis [1], kuris prognozuoja šalies vystimosi scenarijus; siekiant pagerinti hidrologinį raštingumą tarp studentų ir kitų suaugusiųjų, Arizonos universitete buvo sukurtas vandens išteklių ugdymo modelis [2]. Yra daugybė kitų procesų modeliavimo pritaikymo pavyzdžių. Tačiau šiame darbe yra aprašomas būtent gamybinės įmonės produkcijos savikainos modeliavimo tyrimas.

Darbo tikslas – sudaryti trąšų gamybos modelį, kuris leistų atlikti trąšų savikainos skaičiavimus, skirtus savikainos dydžio kitimo radimui. Siekiant užsibrėžto tikslo keliami tokie darbo uždaviniai:

- Apžvelgti veiklos modeliavimo ir produkcijos savikainos ypatybes.
- Atlikti veiklos procesų modeliavimo programinės įrangos analizę.

- Sudaryti gamybinės įmonės veiklos modelį.
- Taikant skirtingus žaliavų ir kainų variantus nustatyti produkcijos savikainos reikšmes.

Šis darbas susideda iš keturių dalių. Antra dalis atskleidžia veiklos modeliavimo ypatybes, jo naudą ir produkcijos savikainos reikšmę. Trečioje darbo dalyje aprašoma diamonio fosfato trąšų gamyba, pateikiamas pagrindinis modelis, kuriuo remiantis buvo atlikti trąšų savikainos skaičiavimai. Išvados pateikiamos ketvirtoje darbo dalyje.

II. VEIKLOS MODELIAVIMAS IR PRODUKCIJOS SAVIKAINA

Turint nagrinėjamos situacijos modelį, galima išbandyti įvairias strategijas, teikti pasiūlymus ir juos pagrįsti, lengvai ieškoti kompromisinių sprendimų, efektyviai priimti galutinius sprendimus. Turint modelį galima surasti geriausią strategiją.

Veiklos modeliavimas yra naudingas ir reikšmingas įmonės veiklos vystimuisi. Imitacinis modeliavimas suteikia galimybę analizuoti veiklos rezultatus ir tuo pačiu išmėginti įvairius veiklos variantus. Tokiu būdu apžvelgiamos kelios galimos veiklos situacijos ir pasirenkama geriausia bei tinkamiausia realiam jos pritaikymui.

Modeliavimas yra realaus pasaulio pažinimo metodas, kai originalus objektas yra pakeičiamas modeliu ir vietoje realaus objekto tyrimo yra tiriamos modelio savybės. Bendru atveju bet koks modeliavimas (situacijos, sistemos, proceso, projekto) prasideda nuo vienareikšmiškos problemos formulavimo [3].

S. Ruth Aguilar-SavéN (2004) [4] teigia, kad verslo procesų modeliavimas įgalina elementarų jų supratimą ir analizę. Norint tinkamai sumodeliuoti, svarbiausia yra verslo procesai.

Pasak I. Patašienės (2008) [5], imitacinis modeliavimas – tai sistemos veiklos imitavimas siekiant prognozuoti sistemos elgseną. Imitacinis modeliavimas leidžia aprėpti atsitiktinę daugelio reiškinų prigimtį, jų neapibrėžtumą ir analizuoti realaus pasaulio sudėtingą tarpusavio veiksmų sąveiką. Imitacinis modeliavimas apibūdinamas kaip analizės, prognozavimo ir sprendimų priėmimo būdas, kuris lyginant su tradiciniais ir analitiniais modeliavimo būdais yra išsamesnis, leidžiantis išsamiau įvertinti modeliuojamą sistemą ir išorinius veiksmus.

Galutinis modeliavimo tikslas – sprendimo priėmimas. Sprendimas priimamas išanalizavus eksperimento rezultatus.

Norint padidinti įmonės pelną, galima bandyti mažinti produkcijos savikainą. Pasak J. Mackevičiaus (2003) [6], sumažinti produkcijos savikainą galima mechanizuojant ir automatizuojant gamybą, tobulinant technologinius procesus, gerinant darbo organizavimą, tobulinant įmonių organizacinę struktūrą, racionaliai naudojant materialinius, darbo ir finansinius išteklius ir pan.

Produkcijos savikaina yra vienas iš svarbiausių įmonės veiklos efektyvumą apibūdinančių rodiklių. Tačiau atskirai paimtas, jis negali visapusiškai apibūdinti gamybos efektyvumo.

Produkcijos savikainos terminas pradėtas vartoti 1912 m. žinomo rusų autoriaus A. Rudanovskij darbuose. Buhalterinės apskaitos ir ūkinės veiklos analizės literatūroje produkcijos savikaina dažniausiai buvo apibūdinama kaip įmonės ūkinės veiklos kokybinis rodiklis, parodantis įmonės išlaidas, susijusias su produkcijos gamyba ir pardavimu. Politinės ekonomijos darbuose produkcijos savikaina pirmiausia buvo traktuojama kaip atitinkama vertės dalis [6].

Skiriamos šios produkcijos savikainos rūšys [6]:

- Cechinė – apima cecho išlaidas produkcijai pagaminti.
- Gamybinė – apibūdina produkcijos gamybos išlaidas įmonėje. Ją sudaro gamybos tiesioginės ir netiesioginės išlaidos.
- Pilnoji – tai savikaina, į kurią įtraukiamos visos išlaidos produkcijai pagaminti, taip pat bendrosios ir administravimo išlaidos.
- Komercinė – ją sudaro pilnoji savikaina pridėjus pardavimo išlaidas.

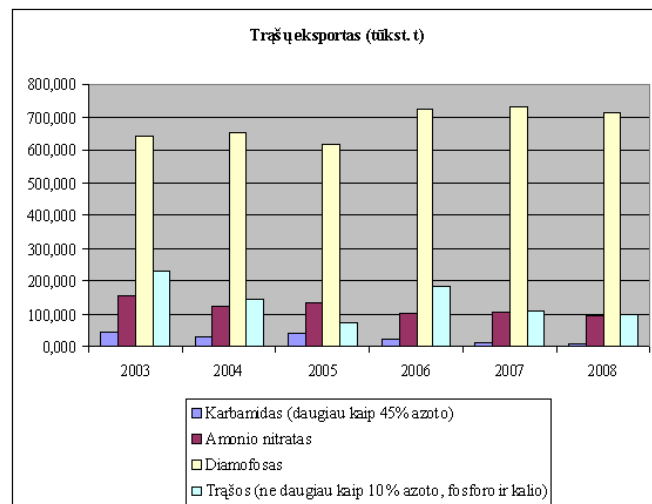
Kiekviena produkcijos savikaina gali būti apskaičiuojama prieš gamybos procesą ir po jo.

Kitame skyriuje aprašomas pasirinktos įmonės produkcijos savikainos modeliavimas, pateikiama veiklos modeliavimo programinės įrangos palyginamoji analizė, aptariami gauti rezultatai.

III. Produkcijos Savikainos Modeliavimas

Analizuojant Lietuvos eksporto struktūrą [7] galima išskirti tris produkcijos grupes, kurios sudaro didžiausią eksporto dalį tarp visos eksportuojamos produkcijos. Tai yra mineraliniai produktai, mašinos ir mechaniniai bei elektros įrenginiai, ir chemijos pramonės produkcija. Chemijos pramonės produkcija sudaro 9,2 proc. viso eksporto ir yra trečioje vietoje. Didžiausias eksporto pajamas iš chemijos pramonės produkcijos sudaro trąšų eksportas. Taigi, galima teigti, kad trąšų paklausa užsienyje yra didelė ir jų rinka yra svarbi Lietuvos valstybei.

Žemiau pateikiama trąšų eksporto diagrama (1 pav.).



Šaltinis: sudaryta autorės pagal Lietuvos statistikos departamento pramonės statistikos skyriaus duomenis.

Paveikslas 1. Trąšų eksportas

Iš pateikto paveikslo (1 pav.) matyti, kad daugiausiai eksportuojama diamonio fosfato (Diamofosas). Šių trąšų gamybą Lietuvoje vykdo AB „Lifosa“. Tai didžiausia diamonio fosfato gamybos įmonė Rytų Europoje.

Taigi, savikainos modeliavimui atlikti pasirinkta diamonio fosfato trąšos.

A. Tyrimo aplinkos analizė

Trąšų pardavimų rezultatyvumą labiausiai lemia pirkejų rinkai pasiūlyta palankiausia kaina, kuriai didžiausią įtaką daro žemės ūkio padėtis. Taip pat įtakos turi ir naftos kaina, kuriai didėjant, auga žaliavų transportavimo išlaidos. Prastos gamtinės sąlygos gali sutrikdyti žaliavų tiekimą, o tai gali sumažinti gamybos pajėgumus. Taigi, trąšų kaina svyruoja. Todėl gamintojams yra svarbus žemiausios savikainos nustatymas.

Kadangi trąšų kaina yra kintanti, tikslinga išsiaiškinti trąšų savikainos variantus keičiant žaliavų normas. Atsižvelgiant į reglamentuotas žaliavų normų ribas ir esamas žaliavų kainas, galima rasti geriausią variantą, tenkinantį gamintoją, t.y., rasti mažiausią savikainą.

Tyrimo tikslas – sukurti imitacinį veiklos modelį ir juo remiantis atlikti eksperimentinius diamonio fosfato savikainos skaičiavimus bei pateikti svarų argumentą automatiniams savikainos optimizavimui.

Šiam tyrimui atlikti reikalinga modeliavimo programinė įranga, todėl buvo atlikta kelių modeliavimo įrankių analizė:

- Stella [8].
- Powersim [9].
- iThink [10].
- Simprocess [11].

Šių modeliavimo įrankių palyginimas pateikiamas pirmoje lentelėje.

LENTELĖ I. MODELIAVIMO PROGRAMINIŲ PAKETŲ PALYGINIMAS

Palyginimo kriterijai	Modeliavimo programiniai paketai			
	Stella	iThink	Simprocess	Powersim
Paskirtis	<ul style="list-style-type: none"> • Ši programa skirta studentų mokymui. Ji padeda geriau suprasti mokomą dalyką (tiek ekonomiką, tiek biologiją): Peršokti spragą tarp teorijos ir realaus pasaulio; • Įgalinti studentus kūrybiškai pakeisti sistemas; • Aiškiai bendrauti sistemos įėjimo ir išėjimo kintamiesiems bei parodyti rezultatus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumažinti riziką, susijusią su politikos ar proceso kaita; • Nustatyti pagrindinius atsvaros taškus verslo efektyvumui pagerinti; • Sukurti modelius, kurie imituoja savo verslą; • Sukurti „kas-jei“ scenarijus sprendimų priėmimui; • Plėtoti bendrą supratimą tarp funkcinių grupių. 	<ul style="list-style-type: none"> • Skirta organizacijoms, kurios nori sumažinti riziką, susijusią su procesų pakeitimų įgyvendinimu; • Šis įrankis leidžia vartotojams lengvai ir greitai analizuoti įvairius „kas-jei“ scenarijus ir naudojant Java arba XML technologijas užtikrina būtiną organizacinę lankstumą. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ši programinė įranga įgalina vartotoją sukurti sudėtingo verslo ir ekonomikos modeliavimą su galingu gebėjimu valdyti keletą „kas-jei“ scenarijų, keičiant pagrindinius parametrus ir kontroliuojant sąlygas.
Pagrindinės savybės	<ul style="list-style-type: none"> • Intuityvi piktograma pagrįsta grafine sąsaja; • Priežastinio ciklo diagramos; • Automatiškai generuojamos modelio lygtys; • Matematinės, statistinės ir logines operacijas palengvina <i>built-in</i> funkcijos; • Jautrumo analizė parodo pagrindinius atsvaros taškus ir optimalias sąlygas; • Rezultatai pateikiami kaip grafikai, lentelės, animacija, QuickTime filmai ir failai. 	<ul style="list-style-type: none"> • Intuityvi piktograma pagrįsta grafine sąsaja; • Priežastinio ciklo diagramos; • Automatiškai generuojamos modelio lygtys; • Matematinės, statistinės ir logines operacijas palengvina <i>built-in</i> funkcijos; • Rezultatai pateikiami kaip grafikai, lentelės, animacija, QuickTime filmai ir failai. • Jautrumo analizė parodo pagrindinius atsvaros taškus ir optimalias sąlygas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Išteklių modeliavimas; • Žinių valdymas su pakartotinio naudojimo šablonais; • Veiklos naršyklė; • Paveikslėlių valdymas; • Įvairios vartotojo sąsajos galimybės; • Rezultatų ataskaitos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Funkcijų biblioteka apima finansų, matematinės, statistinės, grafikų kontrolės ir istorines funkcijas, kurios palengvina kompiuterinių skaičiavimų vykdymą; • Optimizavimas; • Modeliavimo rezultatai pateikiami, kaip grafikai, matuokliai, slankiklių mygtukai ir skaičių formatai.
Techniniai reikalavimai Windows operacinei sistemai	<ul style="list-style-type: none"> • 233 MHz Pentium; • Microsoft Windows 2000/XP/Vista (English Version); • 128 MB RAM; • 90 MB kietojo disko laisvos vietos; • QuickTime. 	<ul style="list-style-type: none"> • 233 MHz Pentium; • Microsoft Windows 2000/XP/Vista (angliška versija); • 128 MB RAM; • 90 MB kietojo disko laisvos vietos; • QuickTime. 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Window 2000/XP/Vista ar serveris 2003; • Minimaliai 512 MB RAM; • Rekomenduojama 1024 MB RAM. 	<ul style="list-style-type: none"> • Microsoft Windows 2000/XP/ ar vėlesni; • Minimaliai 256 MB RAM; • Minimaliai 50 MB kietojo disko laisvos vietos.

Šaltinis: sudaryta autorės.

Atlikus modeliavimo programinių paketų analizę, tyrimui pasirinkta *Powersim* programa. Tokį apsisprendimą lėmė svarbiausia priežastis – optimizavimo funkcija, kadangi numatomas galutinis šio tyrimo tikslas yra atlikti gamybinės įmonės produkcijos savikainos optimizavimą.

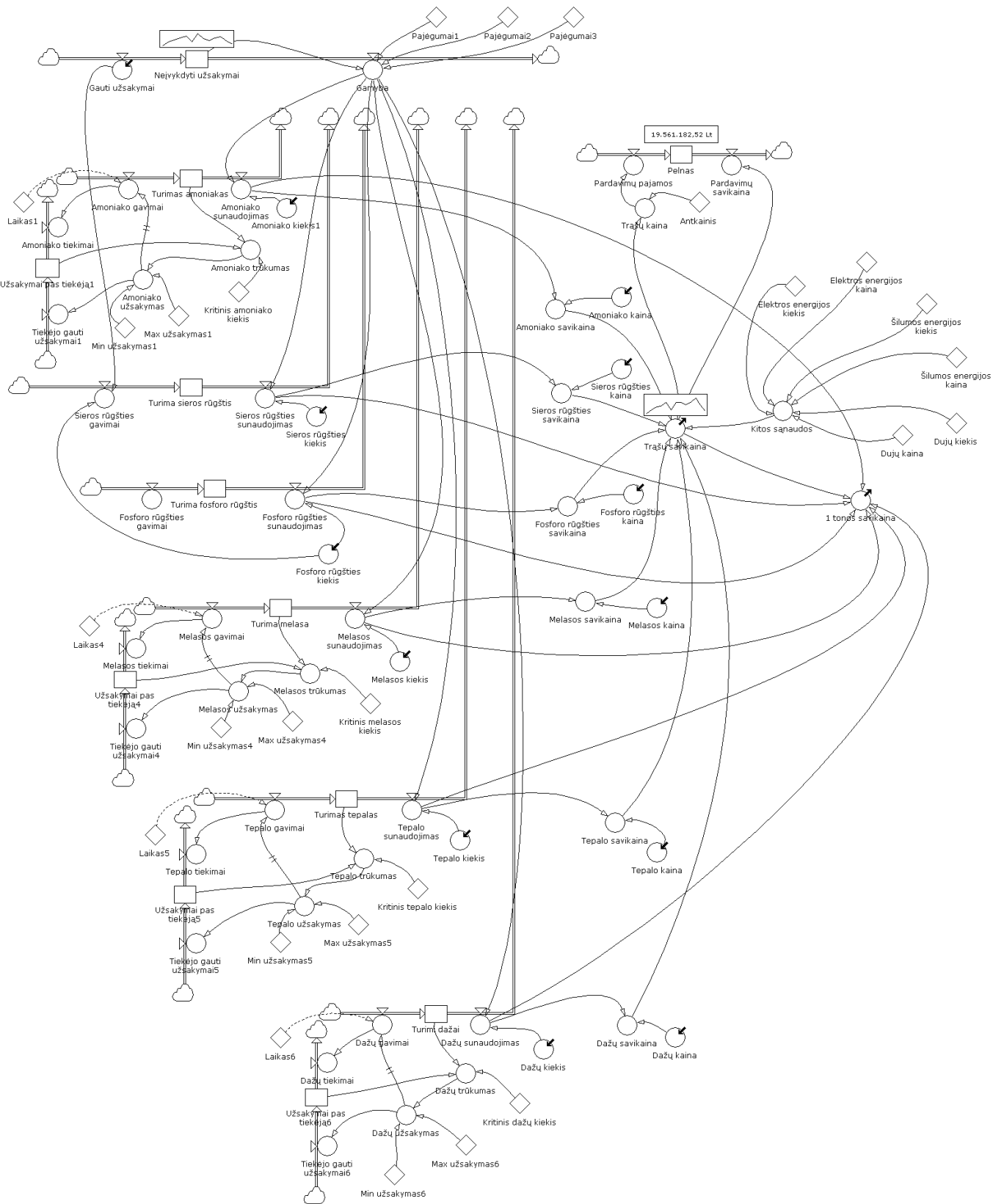
Toliau buvo gilinamasi į trąšų gamybą. Tokiu būdu išsiaiškinta, kad bendrovės pagrindinė veikla – diamonio fosfato gamyba. Taip pat įmonė gamina ir kitus produktus, tokius kaip:

- Aliuminio fluoridą.
- Ekstrakcinę fosforo rūgštį.
- Techninę sieros rūgštį.
- Monokalcio fosfatą.

Sieros ir fosforo rūgštys įeina į diamonio fosfato sudėtį. Nors įmonėje daugiausiai pagaminama sieros rūgštis, tačiau

pardavimams jos lieka ne tiek daug. Didžioji jos dalis sunaudojama fosforo rūgšties gamybai ir mažesnė dalis diamonio fosfato gamybai. Didžioji pasigamintos fosforo rūgšties dalis tenka diamonio fosfato gamybai. Be to, tai pagrindinė šių trąšų sudedamoji dalis. Taip pat į trąšų sudėtį įeina dujinis ir skystas amoniakas, dažai, tepalas ir melasa (cukraus gamybos atlieka). Dažų ir tepalo kiekiai vienai trąšų tonai tenka labai nedideli, tačiau jų kainos yra aukščiausios.

Išanalizavus diamonio fosfato gamybos procesus ir funkcijas, buvo sudarytas pagrindinės veiklos modelis (2 pav.). Pastarąjį sudaro apie 100 kintamųjų, kuriuos galima suskirstyti į talpos, srauto, konstantos ir tarpinio tipo kintamųjų grupes. Sudaryti ir du papildomi modeliai sujungti su pagrindiniu. Tai sieros rūgšties ir fosforo rūgšties gamybos modeliai. Tiek sieros rūgšties, tiek fosforo rūgšties gamybos modelis apskaičiuoja reikalingą žaliavų kiekį diamonio fosfato gautiems užsakymams įvykdyti.



Šaltinis: sudaryta autorės.

Paveikslas 2. Pagrindinis modelis

Pagrindinis modelis (2 pav.) apima savikainos, neįvykdytų užsakymų, turimų žaliavų ir jų trūkstamo kiekio bei žaliavų užsakymų skaičiavimus ir tam tikrų sąlygų vykdymą. Modelis apima vienerių metų laikotarpį su vieno mėnesio modeliavimo žingsniu. Modelyje atsispindi trys gamybos pajėgumai:

- Kai veikia viena gamybos linija, pagaminama apie 7000 tonų trąšų per savaitę.
- Kai veikia dvi gamybos linijos, pagaminama apie 14000 tonų trąšų per savaitę.
- Kai veikia trys gamybos linijos, pagaminama apie 21000 tonų trąšų per savaitę.

Per mėnesį pagaminama apie 38000 tonų fosforo rūgšties, kurios gamybai per parą sunaudojama apie 3200 tonų apatitų ir apie 2520 tonų sieros rūgšties. Iš šių duomenų buvo apskaičiuotas apytikris apatitų ir sieros rūgšties kiekis vienai tonai fosforo rūgšties gamybai.

Kaip matyti iš pateikto modelio (2 pav.), kai kurie kintamieji turi paryškintas įeinančias ir išeinančias rodykles. Tai reiškia, kad tų kintamųjų duomenys yra importuojami (įeinanti rodyklė) iš atskiro failo arba eksportuojami (išeinanti rodyklė) į failą. Sukurtam modeliui reikiami duomenys importuojami iš dviejų failų: *kiekiai.xls* ir *kainos.xls*. O eksportuojami į failą *kiekiai.xls*.

Sukurtas pagrindinės veiklos modelis reikalauja jo veikimo patikrinimo, kad būtų pagrįstas jo praktinis pritaikomumas. Tuo tikslu buvo atliktas eksperimentinis tyrimas taikant realius veiklos duomenis.

B. Savikainos skaičiavimas

Eksperimentinis tyrimas atliekamas keičiant diamonio fosfato žaliavų kiekius ir kainas. Parenkamos tokios žaliavų kainos [12] (litais): amoniakas – 429,6 ir 624; fosforo rūgštis – 250 ir 1032; sieros rūgštis – 52,57 ir 72,4; melasa – 320 ir 400; dažai – 8500 ir 9000; tepalas – 2600 ir 3000.

Produkto dažymui naudojami dažai (1 tonos trąšų norma [13]: 2,8 – 3,1 kilogramo) ir melasa (1 tonos trąšų norma [13]: 4,8 – 5,2 kilogramo), todėl pradžia sudaromi šių žaliavų normų galimi variantai, kurie neturi įtakos trąšų kokybei. Kadangi dažų kaina yra labai didelė, tikslinga dažų kiekį sumažinti, tuo pačiu – padidinti melasos kiekį. Nors dažų kiekis diamonio fosfato gamyboje nėra didelis, tačiau reikalinga patikrinti sudarytus variantus ir sužinoti, kaip tai įtakoja savikainą. Nustatytos žaliavų normos ir gauti savikainos rezultatai pateikiami antroje lentelėje.

Reikia paminėti, kad į savikainą neįtrauktos kitos su gamyba susijusios sąnaudos, tokios kaip:

- Šilumos energija.
- Elektros energija.
- Dujos.
- Vanduo.

Todėl gauti rezultatai nėra labai tikslūs. Apskaičiuota savikaina nepilnai atitinka trąšų gamybinę savikainą.

Žaliavų kiekiai (t)						1 tonos savikaina (Lt)
Fosforo rūgštis	Amoniakas	Sieros rūgštis	Tepalas	Melasa	Dažai	
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00492	0,00308	327,7266
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00495	0,00305	327,3949
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00496	0,00304	327,2844
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,005	0,003	326,8421
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00502	0,00298	326,6210
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00508	0,00292	325,9577
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,0051	0,0029	325,7366
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00512	0,00288	325,5155
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00514	0,00286	325,2944
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00516	0,00284	325,0733
0,461	0,22	0,05	0,0009	0,00518	0,00282	324,8521

Šaltinis: sudaryta autorės.

Didinant melasos normą ir tuo pačiu mažinant dažų normą, matyti, kad savikainos dydis kinta nuo 327,7266 iki 324,8521 (lentelė 2). Pokytis – apie 3 (2,8744). Kadangi diamonio fosfato pardavimai dideli, toks pokytis yra labai ženklus ir reikšmingas įmonei. Taigi, savikaina ištiesų keičiasi ir kaip tikėtasi, ji mažėja.

Taip pat buvo pasirinkta mažinti amoniako (1 tonos trąšų norma [13]: 219 – 221 kilogramas) ir didinti sieros rūgšties (1 tonos trąšų norma [13]: 49 – 52 kilogramai) normą. Tokį pasirinkimą sąlygojo aukštesnė amoniako kaina nei sieros rūgšties. Kai amoniako norma yra 220,8 kilogramai, o sieros rūgšties – 49,2 kilogramai, tai savikainos reikšmė lygi 327,2498. Kai amoniako norma yra 219,7 kilogramai, o sieros rūgšties – 50,3 kilogramai, tai savikainos reikšmė lygi 326,6893. Susidaro 0,5605 pokytis. Gauti rezultatai rodo, kad savikaina taip pat kinta, nors ir ne taip ženkliai.

Toliau didinant melasos normą ir mažinant dažų normą ir apdorojus gautus rezultatus, apskaičiuotas toks savikainos pokytis - 3,022. Iš sudarytų žaliavų kiekių variacijų mažiausia savikaina (874,1776) gaunama esant 5,18 kilogramo melasos normai ir 2,82 kilogramo dažų normai. Mažinant amoniako normą ir didinant sieros rūgšties normą, gautas toks pokytis - 0,8201. Mažiausia savikaina (876,0461) gaunama esant 219,7 kilogramo amoniako normai ir 50,3 kilogramo sieros rūgšties normai. Gauti pokyčiai yra pakankamas savikainos skirtumas ieškoti mažiausio varianto, kadangi įmonės pardavimai skaičiuojami dešimtimis ar šimtais tūkstančių. Žaliavų kiekių keitimas esant vienoms, ar kitoms kainoms iš tiesų įtakoja trąšų savikainos dydį.

Taigi, numatoma toliau tęsti pradėtą tyrimą ir remiantis sukurtu pagrindinės veiklos modeliu, atlikti trąšų savikainos optimizavimą, kuris leistų įmonei geriau planuoti diamonio fosfato gamybą.

IV. IŠVADOS

Egzistuoja daugybė skirtingų modelių ir skirtingų sričių, kurioms jie kuriami. Modelių kūrimas plačiai paplitęs ir pasiteisinantis darbas. Modelis atspindi esminius realios sistemos bruožus ir jį galima sukurti bet kokiai realiai sistemai.

Buvo sukurtas gamybinės įmonės pagrindinės veiklos imitacinis modelis, kuriame nustatoma produkcijos savikaina, žaliavų likučiai, neįvykdyta gamyba.

Žemiausia savikaina (324,8521) gaunama esant 5,18 kilogramo melasos normai ir 2,82 kilogramo dažų normai. O didžiausias savikainos pokytis (3,022) gaunamas didinant melasos normą ir mažinant dažų normą esant aukštesnėms žaliavų kainoms.

Dėl pastebimų savikainos pokyčių yra būtinas diamonio fosfato savikainos optimizavimas. Jis leistų lengviau ir žymiai greičiau nustatyti žemiausią savikainos dydį. Esant atitinkamoms žaliavų kainoms, optimizavimo funkcija parinktų tas žaliavų normas, kurios apsprėtų tinkamiausią savikainos dydį.

LITERATŪRA

- [1] S. Norvaišas, "Lietuvos imitacinis modelis. Struktūra ir analizė," [interaktyvus]. Vilnius, 2004. Prieiga per internetą: <http://politika.osf.lt/Kiti/scenarijai/santraukos/Norvaiso_santrauka.htm>.
- [2] A. Williams, K. Lansley, J. Washburne, "A dynamic simulation based water resources education tool," *Journal of Environmental Management* [interaktyvus], vol. 90, no. 1, p. 471-482, 2009. Prieiga per internetą: <<http://www.sciencedirect.com>>.
- [3] A. Jurgelėnas, S. Norvaišas, "Sveikatos plėtros imitacinis modelis," [interaktyvus]. Biomedicininės inžinerijos konferencija, lapkričio 4. Kaunas: Kauno technologijos universitetas, 2004, p. 13-17. Prieiga per internetą: <http://www.bmii.ktu.lt/images/konferencijos_3/2/2%20Jurgelenas.pdf>.
- [4] S. Ruth Aguilar-SavéN, "Business process modelling: Review and framework," *International Journal of Production Economics*, vol. 90, no. 2, p. 129-149, July 2004.
- [5] I. Patašienė, "Įmonės ekonominių veiksmų imitacinis modeliavimas ir taikymas mokymo procesui," daktaro disertacija [interaktyvus]. Vilnius, 2008. Prieiga per internetą: <www.mii.lt/files/mii_dis_08_patasiene.pdf>.
- [6] J. Mackevičius, Valdymo apskaita: koncepcija, metodika, politika. Vilnius: TEV, 2003.
- [7] Statistikos departamentas prie Lietuvos Respublikos Vyriausybės, "Eksporto ir importo struktūra pagal KN skyrius," *Statistika (teminės lentelės): užsienio prekyba* [interaktyvus], 2010. Prieiga per internetą: <<https://www.stat.gov.lt/lt/pages/view/?id=2640>>.
- [8] Isee Systems, inc, "Systems Thinking for Education and Research," Stella [interaktyvus], 2009. Prieiga per internetą: <<http://www.iseesystems.com/software/Education/StellaSoftware.aspx>>.
- [9] Powersim Solutions, "PowerSim Studio," [interaktyvus], 2008. Prieiga per internetą: <<http://www.powersimsolutions.com/Studio.aspx>>.
- [10] Isee Systems, inc, "Systems Thinking for Business," iThink [interaktyvus], 2009. Prieiga per internetą: <<http://www.iseesystems.com/Softwares/Business/ithinkSoftware.aspx>>.
- [11] Caci Products Company, "Simprocess," [interaktyvus], 2008. Prieiga per internetą: <<http://www.simprocess.com/products/products.html>>.

[12] Freight Investor Services, "Fertilizer week thursday markets report," *Trąšų kainų ataskaita* [interaktyvus], January 2010.

[13] AB „Lifosa“, "Technologijos reglamentas," 2009.

PRODUCTION ENTERPRISE PRODUCE COST MODELING

Justina Stankutė

Summary

Simulation can be described as analytical, forecasting and decision-making method, which is more detailed than traditional modeling methods. The article reviews the business modeling and produce cost features, describes the fertilizer cost modeling and gives the fertilizer production model. In accordance with established business model the fertilizer cost estimates were made and the results were given. Fertilizer producers are important to obtain the lowest possible cost, therefore it is important for modeling and finding the best cost solution

OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (3)

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	1.032,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,46 t
Sieros rūgštis	120,00 Lt/t	Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	732,00 Lt/t	Amoniakas	0,221 t
Melasa	400,00 Lt/t	Melasa	0,0051 t
Tepalas	3.000,00 Lt/t	Tepalas	0,00081 t
Dažai	9.000,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t

Savikaina
782,02 Lt/t

Šaltinis: sukurta autoriaus.

OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (4)

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	1.032,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,46 t
Sieros rūgštis	120,00 Lt/t	Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	732,00 Lt/t	Amoniakas	0,2208 t
Melasa	400,00 Lt/t	Melasa	0,0052 t
Tepalas	3.000,00 Lt/t	Tepalas	0,0008 t
Dažai	9.000,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t
Savikaina			
781,96 Lt/t			

Šaltinis: sukurta autoriaus.

OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (5)

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	764,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,4603 t
Sieros rūgštis	98,00 Lt/t	Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	924,00 Lt/t	Amoniakas	0,219 t
Melasa	350,00 Lt/t	Melasa	0,00514 t
Tepalas	2.980,00 Lt/t	Tepalas	0,0008 t
Dažai	7.740,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t
Savikaina			
681,67 Lt/t			

Šaltinis: sukurta autoriaus.

OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (6)

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	1.230,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,46 t
Sieros rūgštis	115,60 Lt/t	Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	1.670,00 Lt/t	Amoniakas	0,219 t
Melasa	390,00 Lt/t	Melasa	0,00513 t
Tepalas	2.120,00 Lt/t	Tepalas	0,00082 t
Dažai	8.130,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t
Savikaina			
1.123,72 Lt/t			

Šaltinis: sukurta autoriaus.

OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (7)

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekliai	
Fosforo rūgštis	550,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,461 t
Sieros rūgštis	67,00 Lt/t	Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	1.415,00 Lt/t	Amoniakas	0,219 t
Melasa	294,00 Lt/t	Melasa	0,0052 t
Tepalas	2.670,00 Lt/t	Tepalas	0,0008 t
Dažai	7.905,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t
Savikaina			
690,09 Lt/t			

Šaltinis: sukurta autoriaus.

OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (8)

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	674,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,4602 t
Sieros rūgštis	84,50 Lt/t	Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	637,40 Lt/t	Amoniakas	0,219 t
Melasa	380,00 Lt/t	Melasa	0,00511 t
Tepalas	2.840,00 Lt/t	Tepalas	0,0008 t
Dažai	8.610,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t
Savikaina			
562,34 Lt/t			

Šaltinis: sukurta autoriaus.

OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (9)

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	1.326,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,46 t
Sieros rūgštis	119,20 Lt/t	Sieros rūgštis	0,052 t
Amoniakas	1.023,00 Lt/t	Amoniakas	0,2197 t
Melasa	335,00 Lt/t	Melasa	0,0052 t
Tepalas	2.770,00 Lt/t	Tepalas	0,0008 t
Dažai	8.308,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t
Savikaina			
1.011,05 Lt/t			

Šaltinis: sukurta autoriaus.

OPTIMIZAVIMO REZULTATAI (10)

Žaliavų kainos		Žaliavų kiekiai	
Fosforo rūgštis	892,00 Lt/t	Fosforo rūgštis	0,46 t
Sieros rūgštis	897,00 Lt/t	Sieros rūgštis	0,049 t
Amoniakas	522,60 Lt/t	Amoniakas	0,221 t
Melasa	376,00 Lt/t	Melasa	0,00514 t
Tepalas	2.330,00 Lt/t	Tepalas	0,0008 t
Dažai	8.820,00 Lt/t	Dažai	0,0028 t
Savikaina			
698,21 Lt/t			

Šaltinis: sukurta autoriaus.