



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS
TRANSPORTO VADYBOS KATEDRA

Artūras Korotkevičius

NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTO ĮTAKA TIEKIMO GRANDINĖMS
THE EFFECT OF BULLWHIP ON SUPPLY CHAINS

Baigiamasis magistro darbas

Transporto inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programa, valstybinis kodas 62403S120

Transporto logistikos specializacija

Vadybos ir verslo administravimo mokslo kryptis

Vilnius, 2008

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS
TRANSPORTO VADYBOS KATEDRA

TVIRTINU

Katedros vedėjas


(Parašas)
doc. Aidis Vasilis Vasiliauskas
(Vardas, pavardė)
2008-05-23
(Data)

Artūras Korotkevičius

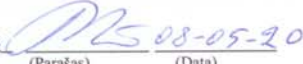
NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTO ĮTAKA TIEKIMO GRANDINĖMS
THE EFFECT OF BULLWHIP ON SUPPLY CHAINS

Baigiamasis magistro darbas

Transporto inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programa, valstybinis kodas 62403S120

Transporto logistikos specializacija

Vadybos ir verslo administravimo mokslo kryptis

Vadovas doc. dr. Mazūra Mindaugas 
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas lekt. A. Petrėtienė 
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Konsultantas _____
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė) (Parašas) (Data)

Vilnius, 2008

3

PATVIRTINIMAS APIE ATLIKTO DARBO SAVARANKIŠKUMĄ

Patvirtinu, kad įteikiamas baigiamasis darbas *Neapibrėžtumo efekto*
..... *įtaka tiekimui grandinėms*
.....

1. Autoriaus atliktas savarankiškai, jame nėra pateikta kitų autorių medžiagos kaip savos, nenurodant tikrojo šaltinio.
2. Nebuvo to pačio autoriaus pristatytas ir gintas kitoje mokymo įstaigoje Lietuvoje ar užsienyje.
3. Literatūros sąrašė yra nurodyti visi naudotos informacijos šaltiniai.

Antanas Korotkevicius

(studento vardas, pavardė)

200.*8* m. *05* mėn. *26* d.

[Signature]
(parašas)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Transporto inžinerijos fakultetas

Transporto vadybos katedra

ISBN ISSN

Egz. sk.

Data-.....-.....

Transporto inžinerinės ekonomikos ir vadybos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Neapibrėžtumo efekta įtaka tiekimo grandinėms**

Autorius **Artūras Korotkevičius**

Vadovas doc. dr. Mazūra Mindaugas

Kalba

☒ X

lietuvių

☐

užsienio

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjama viena iš pagrindinių tiekimo grandinių valdymo problemų – neapibrėžtumo efektas, didinantis įmonių veiklos sąnaudas, sandėlio lygį ir mažinantis konkurencingumą. Pagrindinis baigiamojo darbo tikslas yra pateikti galimus neapibrėžtumo efekto mažinimo būdus tiekimo grandinėse. Darbe yra analizuojama neapibrėžtumo efekto samprata, įtaka tiekimo grandinėms, identifikavimo būdai, atsiradimo priežastys ir efektą mažinančių priemonių panaudojimo efektyvumas.

Išnagrinėjus teorinius ir praktinius neapibrėžtumo efekto aspektus, pateikiamos baigiamojo darbo išvados ir siūlymai.

Darbą sudaro 5 dalys: įvadas, analitinė-metodinė, eksperimentinė-tiriamoji dalis, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 62 p., 23 iliustr., 4 lent., 34 bibliografiniai šaltiniai.

Atskirai pridedami darbo priedai.

Prasminiai žodžiai: tiekimo grandinė, neapibrėžtumo efektas, paklausos svyravimai, imitacinis modeliavimas.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of **Transport Engineering**
Department of **Trnasport management**

ISBN ISSN
Copies No.
Date-....-....

Transport Engineering Economics and Management study programme master thesis.

Title: **The effect of bullwhip on supply chains**

Author **Artūras Korotkevičius**

Academic supervisor doc. dr. Mazūra Mindaugas

Thesis language

☒ Lithuanian
☐ Foreign (English)

Annotation

The main topic of this thesis is bullwhip effect, under which influence negative factors such as increased warehouse level, demand variations, big internal expenditures and decreased competition can seriously affect efficiency of whole supply chain. The main goal of this thesis is suggest possible ways of bullwhip effect reduction in supply chain. In this is thesis author is analyzing: conceptions of bullwhip effect influence on supply chain, ways of effect identification; search for methods to decrease bullwhip effect. Main tolls of bullwhip effect reduction are: proper information sharing; reducing of shipment transportation time; using of efficient demand forecasting method; development of VMI system, and installation of up-to-date IT systems.

Structure: introduction, analytical part, experiment, conclusions and suggestions, references.

Thesis consist of: 62 p., 23 pictures, 4 tables, 34 bibliographical entries.

Appendixes included.

Keywords: supply chain, bullwhip effect, vendor managed inventory, demand variations.

TURINYS

LENTELIŲ SĄRAŠAS	9
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	10
IVADAS	11
1. NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTAS	13
2. MOKSLINĖS LITERATŪROS APŽVALGA	15
3. TIEKIMO GRANDINĖ	17
3.1 Tiekimo grandinės struktūra	17
3.2 Neapibrėžtumo efekto įtaka tiekimo grandinėms	19
3.3 Neapibrėžtumo efekto identifikavimas tiekimo grandinėje	21
4. NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTO ATSIKADIMO PRIEŽASTYS	22
4.1 Paklausos prognozavimas	23
4.2 Užsakymas partijomis	26
4.3 Kainų svyravimai	28
4.4 Aprūpinimo politika prekių stygiaus atveju	28
4.5 Žmogaus elgsenos įtaka neapibrėžtumo efektui	29
4.6 Kitos neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastys	29
5. NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTO MAŽINIMO BŪDAI	30
5.1 Grįžtamojo informacijos ryšio tarp individualių tiekimo grandinėje esančių įmonių užtikrinimas	30
5.2 Paklausos prognozavimo optimizavimas	32
5.3 Aprūpinimo politikos optimizavimas prekių stygiaus atveju	34
5.4 Užsakymų partijomis optimizavimas	35
5.5 Tiekėjo valdomo sandėlio modelio pritaikymas	36
5.6 El. verslo panaudojimo galimybės „rimbo“ efektui mažinti	37
5.7 Kiti būdai, galintys sumažinti neapibrėžtumo efektą tiekimo grandinėje	38
6. SIŪLOMŲ PANAUDOTI NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTĄ MAŽINANČIŲ PRIEMONIŲ EFEKTYVUMO TYRIMAS	40
7. PAPRASTOS TIEKIMO GRANDINĖS IMITACINIS MODELIAVIMAS	41
7.1 Paprastą tiekimo grandinę ribojančios sąlygos	41
7.2 Mažmenininką ribojančios sąlygos	42
7.3 Didmenininką ribojančios sąlygos	43

7.4 Gamintoją ribojančios sąlygos	44
7.5 Paprastos tiekimo grandinės tyrimo rezultatai	45
7.6 Paprastos tiekimo grandinės imitacinio modeliavimo metu gautų rezultatų analizė	48
8. OPTIMALIOS TIEKIMO GRANDINĖS IMITACINIS MODELIAVIMAS.....	49
8.1 Optimalios tiekimo grandinės modeliavimo tikslai	50
8.2 Optimalios tiekimo grandinės modeliavimo rezultatai	50
8.3 Optimalios tiekimo grandinės modeliavimo metu gautų rezultatų analizė.....	53
9. PAPRASTOS IR OPTIMALIOS TIEKIMO GRANDINĖS EFEKTYVUMO PALYGINIMAS	55
9.1 Paskutinę imitacinio modeliavimo dieną buvusio atsargų lygio palyginimas	55
9.2 Atsargų lygio ir paklausos svyravimų palyginimas	55
9.3 Galutinio produkcijos vartotojo vidutinio užsakymų įvykdymo laiko palyginimas	56
9.4 Tiekimo grandinės dalyvių patirtų sąnaudų palyginimas	56
9.5 Visos tiekimo grandinės sąnaudų palyginimas	57
9.6 Tyrimų metu gautų rezultatų apžvalga.....	57
IŠVADOS.....	58
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	60
PRIEDAI	63
PRANEŠIMŲ MOKSLINĖSE KONFERENCIJOSE MEDŽIAGA.....	66

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. Užklausų, pateiktų internetinei paieškos sistemai, suvestinė.....	15
2 lentelė. Pavyzdiniai paklausos prognozės duomenys	33
3 lentelė. Gauti rezultatai.....	33
4 lentelė. Imitacinių bandymų rezultatų suvestinė	47

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Neapibrėžtumo efektas	14
2 pav. Tiekimo grandinės srautai.....	18
3 pav. Paprasta tiekimo grandinė.....	18
4 pav. Neapibrėžtumo efekto įtaka tiekimo grandinei ir jos dalyviams	20
5 pav. Principinės paklausos svyravimų poveikio tiekimo grandinei schema	21
6 pav. Paklausos tipai	24
7 pav. Saugaus atsargų lygio ir paklausos prognozių plano santykis.....	25
8 pav. Produkcijos pertekliaus atsiradimas tiekimo grandinėje	26
9 pav. Informacijos grįžtamojo ryšio pasiskirstymo tiekimo grandinėje principinė schema	31
10 pav. Ryšio tarp produkcijos pirkimo ir pristatymo panaikinimas	36
11 pav. Principinė VMI schema	37
12 pav. El. verslo strategijos.....	38
13 pav. Tyrimo metu modeliuojamos paprastos tiekimo grandinės struktūra.....	42
14 pav. Atsitiktinai apibrėžtos (S,s) reikšmės	42
15 pav. Atsargų lygis paskutinę modeliavimo dieną.....	45
16 pav. Tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio suvestinė ciklo metu.....	46
17 pav. Užsakymų įvykdymo vidutinis laukimo laikas.....	46
18 pav. Vidutinės tiekimo grandinės dalyvių vienos dienos sąnaudos.....	47
19 pav. Atsargų lygis paskutinę optimalios tiekimo grandinės imitacinio modeliavimo dieną.....	50
20 pav. Tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio suvestinė viso modeliuojamo ciklo metu	51
21 pav. Užsakymų įvykdymo vidutinis laukimo laikas.....	51
22 pav. Tiekimo grandinės dalyvių vidutinės sąnaudos optimalioje tiekimo grandinėje.....	52
23 pav. Optimalios tiekimo grandinės sąnaudų pasiskirstymas ciklo metu	53

IVADAS

Lankstūs ir dinamiški veiklos modeliai, naujausių technologijų taikymas verslo sprendimuose, nuolatinis nepasitenkinimas ir tobulėjimas — tik kelios pagrindinės sėkmės prielaidos šiuolaikinėmis žinių ekonomikos sąlygomis. Neatsitiktinai šiandien kalbame apie informacinės, arba žinių visuomenės, formavimąsi. Daugelis pagrindinių verslo ir visuomenės gyvenimo veiklų vyksta elektroninėje terpėje.

Organizacijoms, norinčioms tapti pranašesnėmis, greičiau ir lanksčiau reaguoti į įvairius besikeičiančios aplinkos poreikius, gali padėti informacijos srautų, šiuolaikinių vadybos metodų bei naujų medžiagų judėjimo valdymo būdų taikymas tiek pačios įmonės viduje, tiek ir bendradarbiaujant su verslo partneriais.

Medžiagų, bei informacijos tiekimo procese dalyvauja žaliavų tiekėjai, gamintojai, paskirstytojai ir vartotojai vienoje grandinėje. Šie grandinės dalyviai sudaro sudėtingą tiekimo tinklą. Šiuo metu vis dažniau yra pabrėžiama, jog naudojant tik „klasikinę atsiskyrimo“ tiekimo strategiją, nepavyks įgyti ilgalaikio pranašumo.

Daugelis organizacijų siekia įdiegti pažangias tiekimo grandinės valdymo sistemas. Pagrindinis šių sistemų diegimo tikslas yra logistinių išlaidų mažinimas. Įmonės, efektyviai valdančios medžiagų, informacijos ir finansinio srauto judėjimą, gali tinkamai kontroliuoti ir tobulinti verslo procesus bei didinti darbo našumą.

Šiuo metu viena iš pagrindinių tiekimo grandinės valdymo problemų yra paklausos svyravimų stiprėjimas. Šis reiškinys yra pavadintas neapibrėžtumo arba „rimbo“ (angl. *bullwhip effect*) efektu ir pasireiškia tuo, kad kiekvienoje tiekimo grandinės dalyje prekės ar paslaugos paklausa svyruoja. Pastebėta, kad dažniausiai šie svyravimai stiprėja tolstant tiekimo grandine nuo galutinio vartotojo pirminės žaliavos tiekėjo link. Dėl šių svyravimų sumažėja tiekimo grandinės našumas, padidėja jos valdymo išlaidos, pablogėja vartotojų aptarnavimo lygis, įmonės nesugeba tinkamai reaguoti į paklausos pasikeitimus, materialusis srautas praranda savo vertę nepasiekęs galutinio vartotojo.

Šio magistrinio darbo pagrindinis tikslas — pateikti galimus neapibrėžtumo efekto mažinimo būdus tiekimo grandinėje ir įvertinti dažniausiai mokslinėje literatūroje aprašomų neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumą. Šiam tikslui pasiekti suformuoti šie uždaviniai:

1. išanalizuoti neapibrėžtumo efekto sampratą;
2. išanalizuoti problemos ištyrimo lygį;

3. pateikti įvairių autorių mokslinės literatūros analizę;
4. pateikti neapibrėžtumo efekto egzistavimą tiekimo grandinėse įrodančius pavyzdžius;
5. išanalizuoti neapibrėžtumo efekto įtaką tiekimo grandinėms;
6. pasiūlyti galimu neapibrėžtumo efekto mažinimo būdus;
7. atlikti tyrimą, įrodantį neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumą;
8. pateikti išvadas ir pasiūlymus.

Magistro baigiamasis darbas yra sudarytas iš devynių skyrių.

Pirmame skyriuje — aptariama neapibrėžtumo efekto samprata.

Antrame skyriuje — pateikiama mokslinės literatūros analizė.

Trečiame skyriuje — aptariama tiekimo grandinės samprata, struktūra ir neapibrėžtumo efekto įtaka tiekimo grandinėms.

Ketvirtame skyriuje — išskiriamos penkios pagrindinės neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastys.

Penktame skyriuje — pateikiami neapibrėžtumo efektą mažinantys būdai.

Šeštame skyriuje — aprašoma tyrimo, nustatančio neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumą, eiga.

Septintame skyriuje — aprašomas parastos tiekimo grandinės imitacinio modeliavimo tyrimas.

Aštuntame skyriuje — aprašomas optimalios tiekimo grandinės imitacinio modeliavimo tyrimas.

Devintame skyriuje — palyginami tyrimų metu gauti duomenys.

1. NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTAS

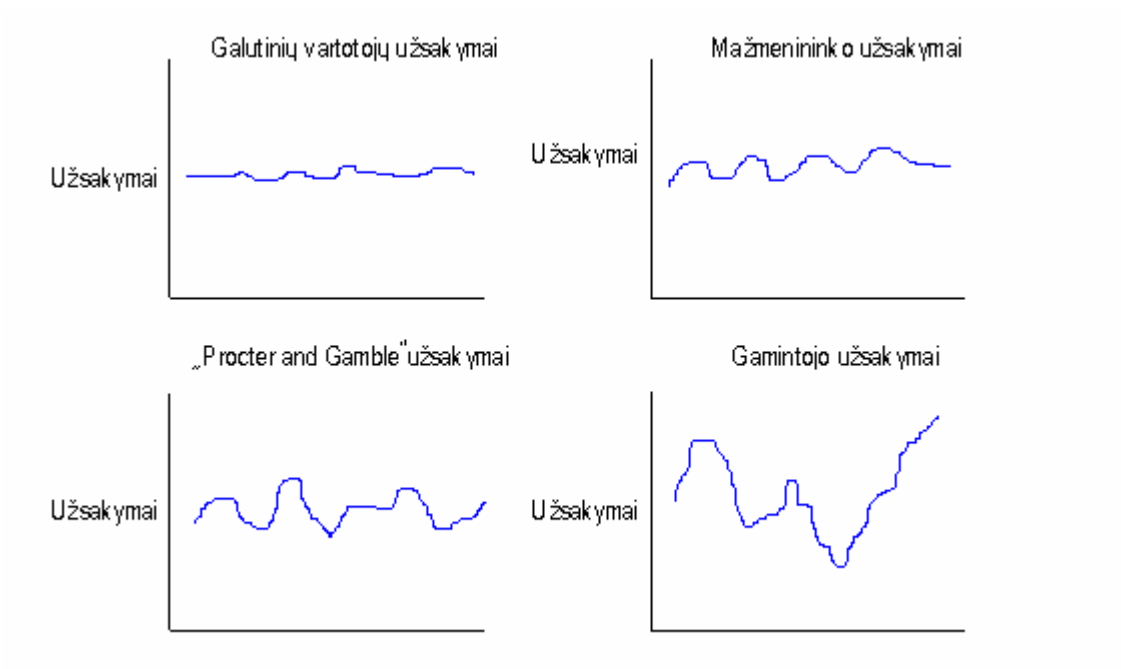
Neapibrėžtumo, arba botago, efektas (angl. *bullwhip effect*) (kai kuriose pramonės šakose šis efektas yra vadinamas „botago pliekimo efektu“ (angl. *whiplash, whipsaw*)) — viena iš pagrindinių tiekimo grandinės valdymo problemų. Šis efektas pasireiškia tuo, kad kiekviename tiekimo grandinės etape paklausos svyravimai stiprėja, tolstant tiekimo grandine nuo vartotojo pirminės žaliavos tiekėjo link.

Neapibrėžtumo efekto tyrimus būtų galima suskirstyti į šias grupes [1]:

1. pateikiančius empirinius įrodymus apie neapibrėžtumo efekto egzistavimą;
2. analitiškai įrodančius neapibrėžtumo efekto egzistavimą;
3. identifikuojančius galimas neapibrėžtumo efekto priežastis;
4. kuriančias neapibrėžtumo poveikio mažinimo strategijas.

Neapibrėžtumo efektą pirmą kartą pastebėjo žymus mokslininkas J. W. Foresteris 1961 m. [1]. Jis įrodė, kad užsakymų gamintojui svyravimai yra daug didesni už vartotojų poreikio svyravimus. J. W. Foresteris teigė, kad šis efektas stiprėja kiekviename tiekimo grandinės etape, tolstant tiekimo grandine nuo galutinės produkcijos vartotojo pirminių žaliavų tiekėjo link.

Neapibrėžtumo efekto įtaką egzistuojančiai tiekimo grandinei pirmą kartą ištyrė amerikiečių įmonės „Procter & Gamble“ vadovai. Įmonės darbuotojai ištyrė „Procter & Gamble“ produkcijos užsakymų, bei pardavimų kaitos struktūrą, jie nustatė, kad produktų užsakymų svyravimai yra mažesni mažmenininkų nei „Procter & Gamble“. Vėliau buvo nuspręsta išanalizuoti „Procter & Gamble“ tiekėjų užsakymų svyravimus ir buvo nustatyta, kad tiekėjų užsakymų svyravimai buvo dar didesni už „Procter & Gamble“ [2] (1 pav.):



1 pav. Neapibrėžtumo efektas

Efekto analizei bei galimų efekto mažinimo būdų paieškai turi būti skiriamas deramas dėmesys, nes ši tiekimo grandinės valdymo problema gali sukelti šiuos padarinius:

- sumažėja galutinių vartotojų ir kitų tiekimo grandinėje esančių įmonių pasitenkinimas;
- padidėja sandėlio lygis;
- atsiranda „neefektyvus“ transportavimo problema;
- atsiranda gamybos sutrikimų;
- sutrumpėja produktų gyvavimo ciklas;
- produkcija nuvertėja sandėliuose;
- padidėja visų tiekimo grandinėje esančių įmonių sąnaudos.

2. MOKSLINĖS LITERATŪROS APŽVALGA

Nepavyko rasti lietuvių autorių mokslinės literatūros straipsnių šia tema. Lietuvos mokslininkai kol kas nenagrinėjo šios tiekimo grandinės problemos. Publikuojamuose straipsniuose aprašoma tik pači tiekimo grandinė [3]. Magistriniame darbe pateikiama tik užsienio autorių mokslinės literatūros apžvalga.

Panaudojus internetinę paieškos sistemą [28], lietuviškuose tinklalapiuose pavyko rasti tik du užklausą atitinkančius įrašus, užsienio tinklalapiuose įrašų tūkstančiai, tyrimo duomenys pateikti 1 lentelėje.

1 lentelė. Užklausų, pateiktų internetinei paieškos sistemai, suvestinė

Raktinė frazė	Įrašų skaičius tinklalapiuose iš Lietuvos	Įrašų skaičius tinklalapiuose iš užsienio
Neapibrėžtumo efektas	2	-
Rimbo efektas	-	-
Bullwhip effect	1	44 700

Mokslininkas J. D. Sterman [4] neapibrėžtumo efektą tyrė naudodamas visame pasaulyje populiarią alaus paskirstymo žaidimą [29]. J. D. Sterman teigia, kad žmonių elgsena ir yra pagrindinė neapibrėžtumo efekto priežastis.

A. S. Caplin [5] teigia, kad pagrindinė neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastis yra užsakymų siuntimas partijomis ir partijų dydis. Savo darbe A. S. Caplin nagrinėjo mažmenininką, kuris laikėsi labai dažnai naudojamos nuolatinės peržiūros (S, s) medžiagų strategijos, tad mažmenininkui pateikiant užsakymą, užsakymo dydis, $Q = S - s$, yra fiksuotas ir žinomas. Nepastovumas atsiranda dėl laiko trukmės tarp skirtingų užsakymų dydžių svyravimų (atsargų lygio sumažėjimas nuo S iki s). Jis įrodė, kad jeigu vartotojų paklausa yra nepriklausomai ir tolygiai pasiskirsčiusi, tuomet mažmenininko sukurtų užsakymų didmenininkui svyravimas yra didesnis už jam pateiktų užsakymų svyravimą. Taip pat A. S. Caplin įrodė, kad užsakymų svyravimai tiesiogiai priklauso nuo užsakymų partijos dydžio.

(S, s) užsakymų formavimo metodą taip pat nagrinėjo A. F. Veinott, H. M. Wagner [6], R. Ehrhardt [7], D. L. Iglehart [8] ir E. Bazsa [9]

David Hakanson [10.] teigia, kad el. verslas mažina neapibrėžtumo efekto įtaką tiekimo grandinėms.

P. Kelle ir A. Milne [11] teigia, kad dažni užsakymai mažomis partijomis gali sumažinti svyravimus tiekimo grandinėje.

Mokslininkai F. Chen, Z. Drezner, J. Ryan, ir D. Simchi-Levi [12] tyrė naudojamo paklausos prognozavimo modelio pristatymo trukmės ir informacijos įtaką neapibrėžtumo efektui. Kadangi prognozavimas, ilga pristatymo trukmė ir informacijos trukumas yra pagrindinės neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastys. Jie teigia, kad pristatymo trukmės sumažinimas ir laiku atliekamas pasikeitimas informacija tarp tiekimo grandinės dalyvių, gali būti panaudoti mažinant neapibrėžtumo efektą.

K. Moinzadeh [13] pasiūlė naudoti bendrą atsargų papildymo politiką visoje tiekimo grandinėje.

H. Lee ir C. Tang [14] teigia, kad galima sumažinti tiekimo grandinės svyravimus atlikus reinžineriją. Vienas sėkmingiausių reinžinerijos pavyzdžių yra Italijos įmonės Benetton reorganizacija. [14].

G. P. Cachon [15] tyrė tiekimo grandinės paklausos svyravimus vieno tiekėjo ir N mažmenininkų tiekimo grandinėje. Jis teigia, kad sumažinus tiekėjo paklausos svyravimus, galima sumažinti visos tiekimo grandinės išlaidas.

S. Tayur, S. Gavirneni ir R. Kapuscinski [16] tyrė tiekimo grandinės modelį, kuriame nėra jokio grįžtamo informacinio srauto vieno mažmenininko ir vieno tiekėjo tiekimo grandinėje.

Vienas iš dažniausiai mokslinėje literatūroje aprašomų neapibrėžtumo efekto tyrimų raidos pavyzdžių yra įmonės „Hewlett Packard“ atvejis. Įmonė susidūrė su dideliais paklausos svyravimais parduodant spausdintuvus. „Hewlett Packard“, norėdama ištirti spausdintuvų pardavimų dinamiką, išanalizavo vieno didžiausio mažmenininko pardavimų svyravimus, vėliau buvo ištirti didmenininko paklausos svyravimai ir paaiškėjo, kad jie yra gerokai didesni už mažmenininko [17].

Veikia keletas mokomųjų internetinių žaidimų, leidžiančių geriau suprasti tiekimo grandinėje vykstančius procesus. Populiariausias iš jų yra „Alaus paskirstymo“ žaidimas [29], tačiau jis leidžia analizuoti tik linijinę tiekimo grandinę.

Kanadiečių sukurtas „Miško pramonės“ žaidimas, [30] leidžia analizuoti daugialypę tiekimo grandinę.

Prieš kelis metus organizacija „Efficient Consumer Response“ tyrė, kaip turėtų būti organizuojamos bakalėjos produktus tiekiančių įmonių paskirstymo grandinės. Atlikus tyrimus paaiškėjo, kad daugelis bakalėjos produktų pristatomi iš gamintojų iki parduotuvės lentynų daugiau nei per 100 dienų, pridėjus pirminių žaliavų tiekimo trukmę, šis laikas viršija 1 metus. „Efficient Consumer

Response“ ataskaita teigia, kad dėl blogo tiekimo grandinės valdymo bakalėjos prekybos tinklai kasmet praranda apie 30 mlrd. JAV dolerių [18].

3. TIEKIMO GRANDINĖ

Sąvoką *tiesimo grandinė* pirmą kartą paminėjo J. F. Burns ir B. D. Sivazlian 1978 metais [19].

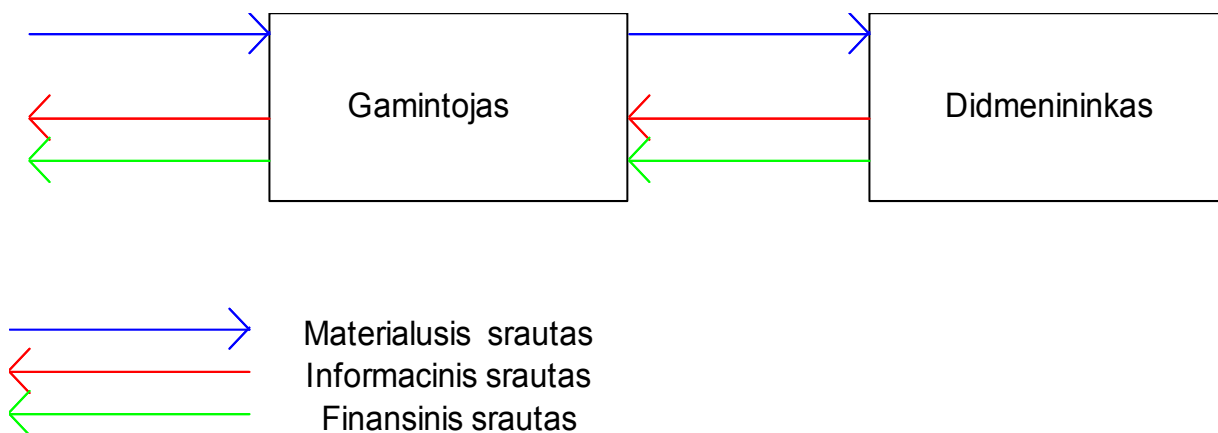
Tiesimo grandinė turi daugelį apibrėžimų. Pateikiama keletas populiariausių:

- tiesimo grandinė — tai įmonių tinklas, kurios yra tiesioginiais ir atvirkštiniais ryšiais susijusios su skirtingais procesais ir veiksmis, kurie suteikia vertę produktų ir paslaugų forma galutiniam vartotojui [20];
- tai veiksmų visuma, susijusi su medžiagų, dalių ir galutinių produktų planavimu, koordinacija ir valdymu tarp tiekėjų ir vartotojų [20];
- įmonių tinklas, kurios sąveikauja siekdamas pateikti galutiniam vartotojui produktą ar paslaugą, sujungiantis srautus nuo žaliavų tiesimo iki galutinio produkto pristatymo [20].

3.1 Tiesimo grandinės struktūra

Kiekvienos tiesimo grandinės dalyviai susiduria su 3 rūšių srautais (2 pav.):

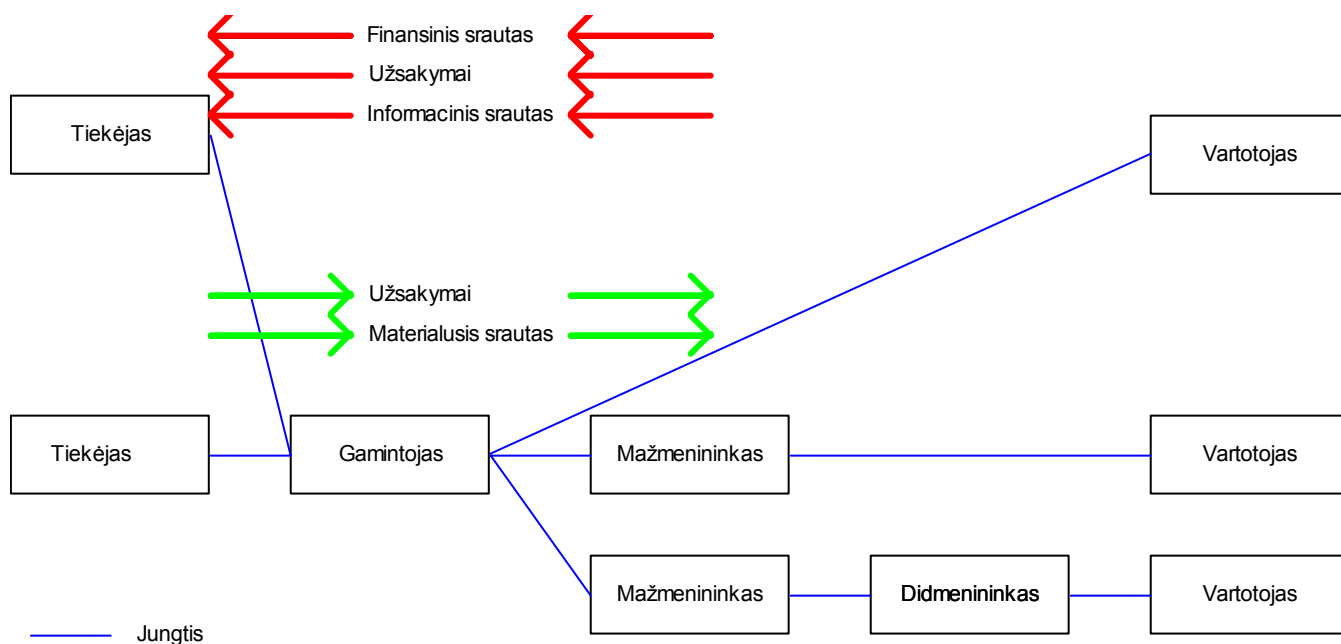
- materialiu;
- finansiniu;
- informaciniu.



2 pav. Tiekimo grandinės srautai

Paprasta tiekimo grandinė yra sudaryta iš penkių arba mažiau dalyvių (3 pav.). Pagrindiniai tiekimo grandinės dalyviai yra:

- pirminių žaliavų tiekėjas;
- gamintojas;
- didmenininkas;
- mažmenininkas
- galutinis vartotojas.



3 pav. Paprasta tiekimo grandinė

Tiekimo grandinės dalyviai atlieka skirtingas funkcijas:

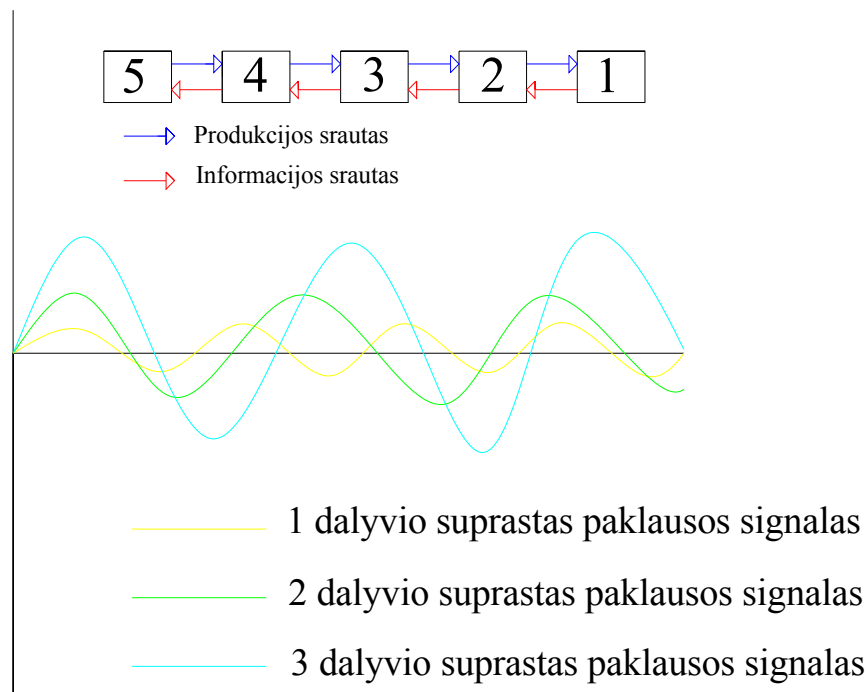
1. pirminių žaliavų tiekėjas — įmonės, gaminančios ir tiekiančios pirmines žaliavas;
2. gamintojas — tiekimo grandinės dalyvis, gaminantis galutinio vartojimo produkciją;
3. didmenininkas — įmonė, dideliais kiekiais įsigyjanti galutinio vartojimo produkciją iš gamintojų, kurią tiekia mažmenininkams;
4. mažmenininkas — įmonė, parduodanti galutinę produkciją vartotojui nedideliais kiekiais;
5. vartotojai — pavieniai žmonės ar įmonės, perkantys produktus galutiniam vartojimui.

3.2 Neapibrėžtumo efekto įtaka tiekimo grandinėms

Logistikos specialistų dažnai minimas, tačiau Lietuvoje dar mažai nagrinėtas neapibrėžtumo efektas yra viena iš pagrindinių tiekimo grandinių valdymo problemų. Vidutiniškai apie 9—20 % produkto galutinės kainos vartotojui sudaro sąnaudos, susijusios su neefektyviu tiekimo grandinės valdymu [31].

„Rimbo“ efektas geriausiai yra pastebimas tiekimo grandinėse, kuriomis yra realizuojamos didesnės paklausos, trumpo gyvavimo ciklo ar sezoninė produkcija. Taip pat tiekimo grandinėse, kuriomis yra realizuojama produkcija, kurios paklausa nėra iš anksto žinoma.

Neapibrėžtumo efekto bei paklausos svyravimų poveikis tiekimo grandinei ir jos dalyviams yra pavaizduotas 4 pav. [21].



4 pav. Neapibrėžtumo efekto įtaka tiekimo grandinei ir jos dalyviams

4 pav. matyti, kad individualūs tiekimo grandinės dalyviai supranta ir įvertina gaunamus iš greta esančių tiekimo grandinėje įmonių paklausos signalus skirtingai.

Neapibrėžtumo efekto įtaką tiekimo grandinėje pabandyčiau iliustruoti pavyzdžiu:

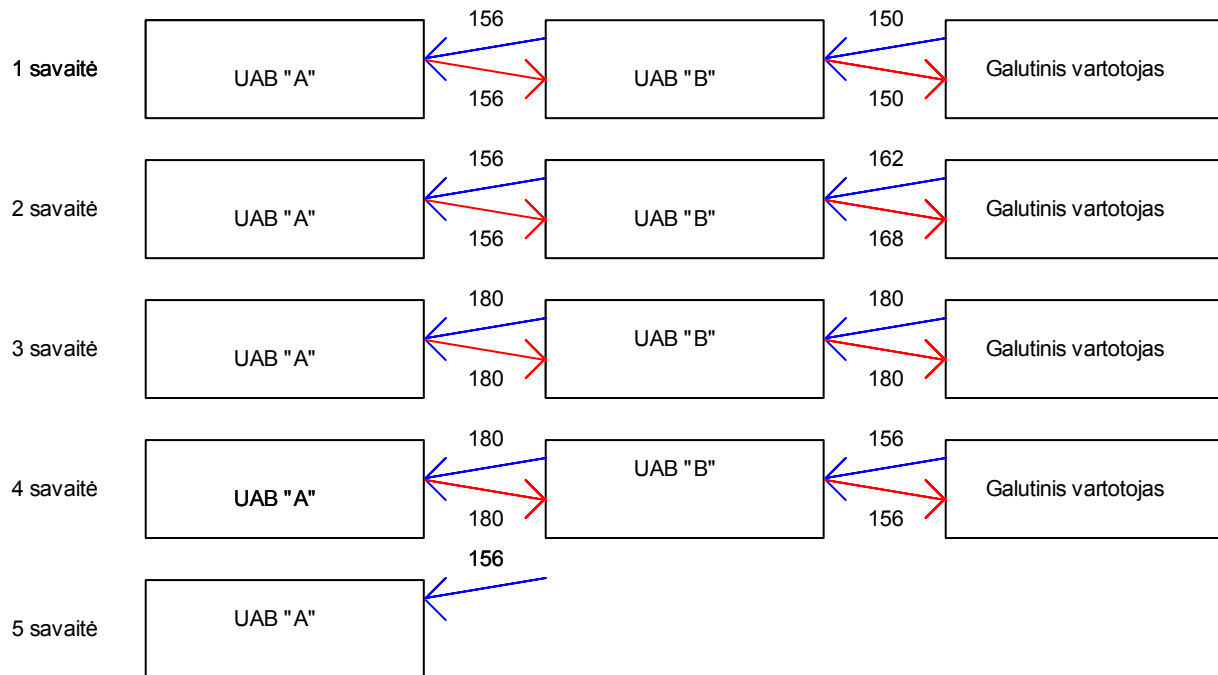
Didmeninės prekybos įmonės UAB „A“ klientas yra UAB „B“, turintis vieną kompiuterinės technikos parduotuvę, kuri dirba 6 darbo dienas per savaitę ir vidutiniškai parduoda 25 kompiuterines peles per vieną darbo dieną. UAB „B“ pateikia užsakymus tiekėjui UAB „A“ kiekvieną ketvirtadienį norėdama gauti naują siuntą šeštadienį. UAB „A“ tiekia reikiamas kompiuterines peles dėžėse, kiekvienoje dėžėje yra 12 vienetų kompiuterinių pelių.

Pirmą savaitę UAB „B“ užsakė 156 vienetus kompiuterinių pelių, per kurią buvo parduotos 150 kompiuterinių pelių. Tačiau antrą savaitę paklausa padidėjo iki 28 pelių per dieną, taigi buvo parduotos visos sandėlyje buvusios pelės ir UAB „B“ nesugebėjo patenkinti visų klientų poreikių.

UAB „B“, atsižvelgdama į didėjančią paklausą, antrą savaitę padidino užsakymų skaičių iki 180 kompiuterinių pelių. Taigi, parduotuvės pardavimai padidėjo 12 %, tačiau didmenininko pardavimai išaugo 15 %.

Trečiąją savaitę kompiuterių parduotuvės pardavimai pasiekė 30 kompiuterinių pelių per 1 darbo dieną (7 % pardavimų padidėjimas). Tačiau ketvirtą savaitę pardavimai sumažėjo iki 26 pelių per dieną (13 % sumažėjimas), taigi parduotuvės sandėlio lygis padidėjo. Ketvirtą savaitę užsakymų skaičius didmenininkui sumažėjo 19 % iki 156 vienetų.

Principinė šio pavyzdžio schema yra pavaizduota 5 pav.



5 pav. Principinės paklausos svyravimų poveikio tiekimo grandinei schema

Šis pavyzdys yra pakankamai elementarus ir svyravimai šioje tiekimo grandinės dalyje yra sąlyginai maži, nes UAB „B“ užsakinėjo produkciją periodiškai ir labai mažomis partijomis. Tačiau net ir esant mažoms apimtims, galima nustatyti šiuos neapibrėžtumo efekto padarinius:

- padidėjęs sandėlio lygis;
- nebuvo patenkinta visa buvusi paklausa;
- paklausos svyravimai.

Išanalizavę pavyzdį pastebime, kad net ir labai maži paklausos svyravimai, paremti tik vieno mažmenininko ir vieno didmenininko pavyzdžiu, sukelia nemažai problemų.

3.3 Neapibrėžtumo efekto identifikavimas tiekimo grandinėje

Identifikuojant neapibrėžtumo efektą tiekimo grandinėje dažniausiai yra naudojami Gérard P. Cachon, T. Randall ir Glen M. Schmidt [22] pasiūlyti būdai.

Pirmuoju būdu yra nustatoma produkcijos paklausa bei produkcijos pardavimų lygis tam tikroje tiekimo grandinės dalyje. Jeigu pasirinktoje tiekimo grandinės dalyje produkcijos gamybos svyravimai yra didesni už produkcijos paklausos svyravimus, neapibrėžtumo efektas egzistuoja.

Norint tai nustatyti, galima pasinaudoti formule [22], nustatančia produkcijos paklausos bei gamybos apimčių (produkcijos srauto) svyravimų santykį. Jeigu reikšmė A (neapibrėžtumo lygis) yra didesnė už 1, neapibrėžtumo efektas tiekimo grandinėje egzistuoja:

$$A = \frac{V(\text{produkcijos})}{V(\text{paklausos})}; \quad (1)$$

čia: V – svyravimų rodiklis; A – neapibrėžtumo lygis.

Nustatyti produkcijos gamybos apimčių svyravimus nėra sudėtinga, yra tiesiog palyginami turimi istoriniai duomenys. Sunkiau yra nustatyti, kokie buvo šios produkcijos faktinės paklausos svyravimai, kadangi produkto realizavimas gali būti labai ilgas procesas. Reikia nustatyti tam tikrą ataskaitinį laikotarpį ir taikyti šią formulę ne visai gaminamai (realizuojamai) produkcijai, o tik tam tikroms tarpusavyje susijusioms gaminių grupėms.

Galima situacija, kai visi gauti užsakymai negali būti įvykdyti. Tokiu atveju gamybos svyravimai bus mažiau kintami už paklausos svyravimus. Esant tokiai situacijai negalima naudoti pateiktos formulės ir daryti išvadą, kad neapibrėžtumo efektas neegzistuoja.

Tiekimo grandinėse, kuriose iš anksto žinoma būsima paklausa (naudojant „traukimo strategiją“), pardavimų ir paklausos lygiai turės panašius svyravimus, tad neapibrėžtumo efektas tokiose tiekimo grandinėse yra mažas.

Antrasis būdas identifikuojantis neapibrėžtumo efektą, — paklausos svyravimų lygio nustatymas atskirose tiekimo grandinės dalyse. Naudojant šį „rimbo“ efekto identifikavimo būdą, reikia išanalizuoti, ar mažmenininko paklausos kintamumas yra mažesnis už didmenininko paklausos kintamumą, kuris savo ruožtu yra mažesnis nei gamintojo paklausos svyravimai ir t. t. Gauti duomenys iš visų tiekimo grandinės dalyvių yra palyginami.

Šis metodas yra tikslesnis nei pirmasis, tačiau jis yra pakankamai sudėtingas, nes reikia surinkti ir apdoroti duomenis iš visų tiekimo grandinės dalyvių.

4. NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTO ATSIKIRADIMO PRIEŽASTYS

H. L. Lee ir kiti [23] išskyrė šias keturias pagrindines neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastis:

1. paklausos prognozavimas;
2. užsakymas partijomis;
3. kainų nepastovumas;
4. aprūpinimo politika prekių stygiaus atveju.

J. Nienhaus ir kiti [24], išanalizavę alaus paskirstymo žaidimą [29], išskiria dar vieną neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastį — žmonių elgseną.

4.1 Paklausos prognozavimas

Paklausos prognozės yra susijusios su laiku, pardavimų lygiu, sezoniškumu ir kitais nepastoviais veiksniais [25].

Paklausos prognozavimas padeda įmonėms geriau planuoti ir kontroliuoti pagrindines įmonės funkcines sritis:

- logistiką;
- rinkodarą;
- gamybą;
- apskaitą.

Produkcijos paklausa turi įtakos būsimam sandėlio lygiui, finansinėms reikmėms ir visai verslo struktūrai. Kiekviena funkcinė sritis turi specifinių prognozavimo problemų. Logistinis prognozavimas yra glaudžiai susijęs su paklausos prognozavimu, kadangi jos turi vienodą neapibrėžtumo ir svyravimų prigimtį [26].

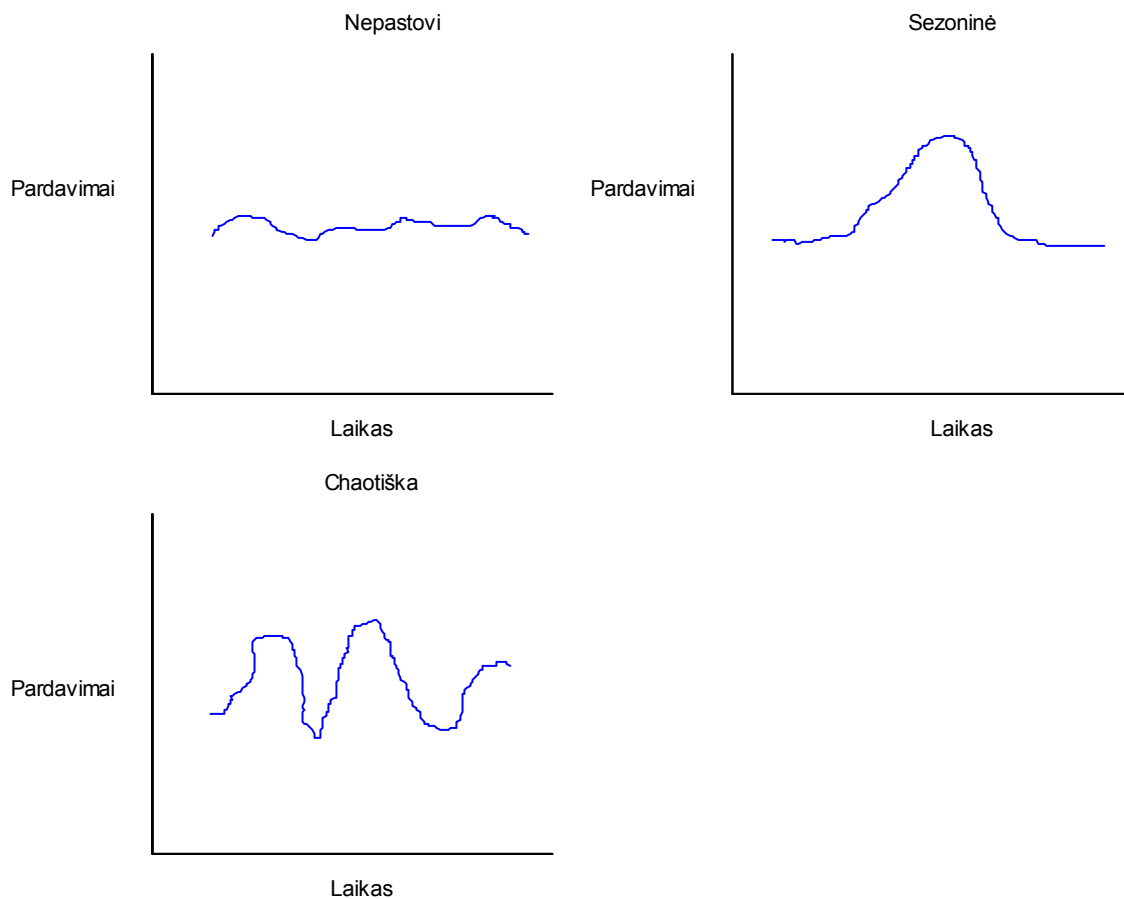
Yra naudojami įvairūs paklausos prognozavimo metodai, juos būtų galima suskirstyti į 3 pagrindines grupes:

- kokybinį;
- istorinį projekcinį;
- atsitiktinį.

Kiekvienas iš šitų paklausos prognozavimo būdų gali būti taikomas visiems produktams. Tačiau kai kurie iš jų yra tinkamesni ilgalaikiai prognozei, o kai kurie trumpalaikiai, taip pat kai kurie paklausos prognozavimo būdai reikalauja daug pradinių duomenų.

Nagrinėjant prognozavimo įtaką logistikai reikia paminėti, kad ji apima tiek laiko, tiek vietos aspektus. Dažniausiai yra išskiriamos trijų tipų paklausos (6 pav.) :

- nepastovi;
- sezoninė;
- chaotiška.



6 pav. Paklausos tipai

Didžiausias neapibrėžtumo lygis yra aptinkamas tiekimo grandinėse, kurių produkcija yra priskiriama chaotiškam ir sezoniniam paklausos tipui.

Neapibrėžtumo efektas daugelyje tiekimo grandinių atsiranda, nes paklausos prognozavimas dažnai yra paremtas tik prieš tai gautų istorinių duomenų analize ir tam tikrais matematiniais paklausos prognozavimo metodais. Analizuojami duomenys dažniausiai gauti tik iš tiesioginio produkcijos pirkėjo (t. y. greta tiekimo grandinėje esančio dalyvio).

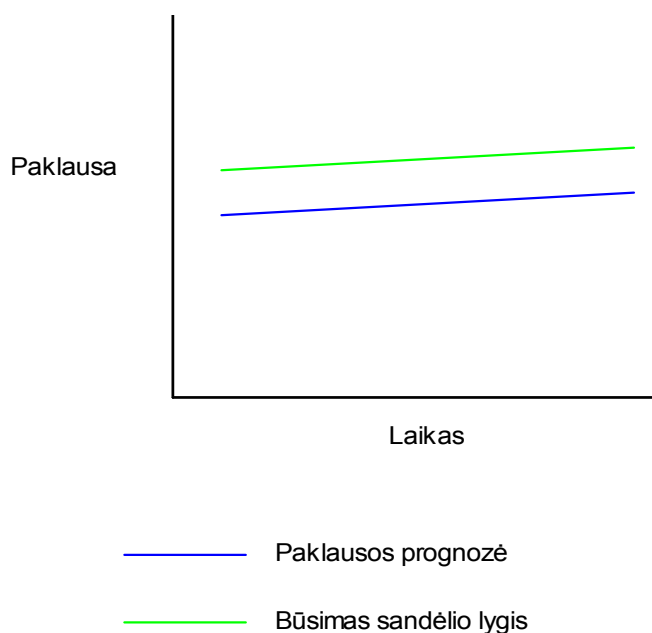
Prognozuojant dažnai yra susiduriama su problemomis, susijusioms su duomenų pateikimu nustatytu laiku. Pavyzdžiui, mažmenininkas apdoroja gautų užsakymų duomenį, kas dvi savaites. Didmenininkai tai daro 1 kartą per mėnesį, o gamintojas tai atlieka 2 kartus per mėnesį. Sakykime, ataskaitinis mėnuo yra sausis, tad paklausos svyravimų suvestinė bus baigta tik kovo mėnesį. Realizuojant trumpo gyvavimo ciklo produkciją, gauti duomenys gali būti panaudoti tik ateities prognozėms atlikti.

Tiekimo grandinės dalyviai susiduria ir su dar viena rimta paklausos prognozavimo problema. Atsiradus didesnei nei buvo planuota produkcijos paklausai, įmonė įvertindama tai

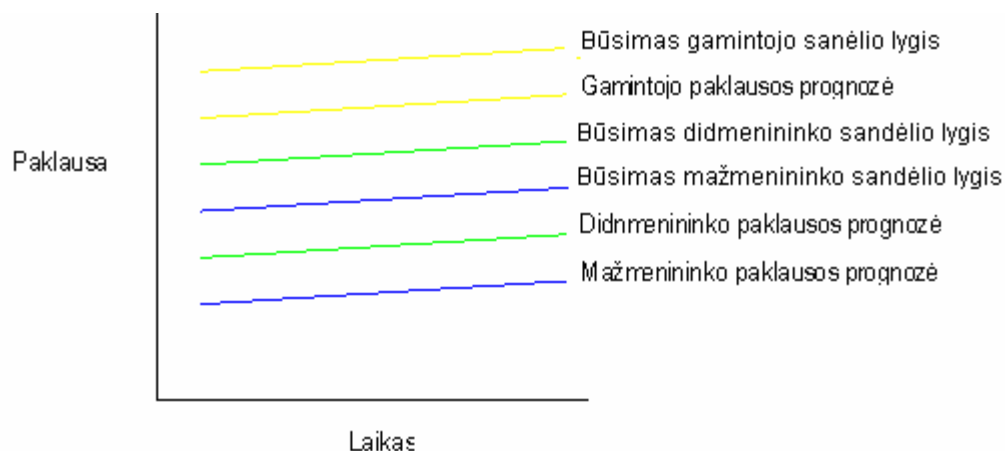
pakoreguoja savo paklausos prognozės planus. Kiekvienas paklausos pokytis turi būti fiksuojamas būsimos paklausos prognozės plane. Tačiau įmonė, pakoregavusi savo paklausos prognozę, negali būti tikra, kad kiti tiekimo grandinės dalyviai tinkamai įvertino paklausos prognozės pakitimus.

Paklausos svyravimai tiekimo grandinėje yra „grandininės“ prigimties. Kitas tiekimo grandinės dalyvis taip pat atlieka prognozavimą ir pagal gautus užsakymus planuoja užsakymus savo tiesioginiam tiekėjui. Kadangi užsakymų svyravimai yra didesni už tiesioginio pirkėjo užsakymų svyravimus, tai užsakymai tiesioginiam tiekėjui yra dar didesni.

Nors tiekimo grandinės dalyviai ir įvertina būsimos paklausos lygį, tačiau dažnai yra užsakoma daugiau produkcijos nei yra suplanuota paklausos prognozių planuose, norint užsitikrinti „saugų“ atsargų lygį (7 pav.). Tokio paklausos formavimo principo laikosi daugelis įmonių ir tai turi didelės įtakos visai tiekimo grandinei, taip sukuriama „dirbtinė“ paklausa. Jeigu skirtumą tarp būsimos sandėlio lygio ir paklausos prognozės laikysime X , tai tiekimo grandinėje iš 3 įmonių susidarys $3X$ produkcijos perteklius (8 pav.). Šis perteklius gali padidinti visos tiekimo grandinės sąnaudas, jeigu paklausos prognozė pasitvirtins ir įmonės pasirinks „saugaus“ atsargų lygio valdymo metodą. Toks atsargų valdymo principas gali turėti įtakos „rimbo“ efekto atsiradimui.



7 pav. Saugaus atsargų lygio ir paklausos prognozių plano santykis



8 pav. Produkcijos pertekliaus atsiradimas tiekimo grandinėje

„Rimbo“ efektas gali atsirasti norint patenkinti visus kliento (šalia tiekimo grandinėje esančio subjekto) poreikius tuo atveju, kai yra užsakoma visiškai nepaklausi produkcija. Nepaisant to, užsakymas yra formuojamas, norint patenkinti kliento poreikius, tačiau šie užsakymai nebuvo suplanuoti prognozės planuose ir tai turi įtakos visoms tiekimo grandinėje esančioms įmonėms, tokie nelaukti paklausos „šuoliai“ didina svyravimą visoje tiekimo grandinėje.

4.2 Užsakymas partijomis

Gauti ir įvykdyti užsakymai nuolatos mažina visų tiekimo grandinės dalyvių sandėlio lygius, kiekvienas gautas užsakymas reiškia sumažėjusias atsargas. Grandinės dalyviai, norėdami vėl sugrąžinti paklausą į reikiamą lygį, turi kurti naują užsakymą savo tiekėjui, tačiau dažniausiai iš karto naujas užsakymas nėra kuriamas.

Įmonės formuoja užsakymus partijomis arba stengiasi suformuoti pakankamai didelę siuntą, norėdama išvengti didelių transportavimo, sandėliavimo ir siuntos apdorojimo išlaidų, tenkančių vienam produkcijos vienetui. Apie 80 % visų siuntų visame pasaulyje yra formuojama kaip pilnos apimties (angl. *full-load*), o mažesnė dalis siuntų (apie 20 %) formuojamos kaip dalinės apimties (angl. *less than full-load*) [32]. Tačiau yra pastebima tendencija, jog siuntos mažėja ir vis dažniau yra gabenami daliniai kroviniai.

Įmonių tikslas — suformuoti pakankamai didelę siuntą yra viena pagrindinių neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežasčių, taip yra didinamas paklausos lygio „signalas“ bei didėja sandėlio lygio svyravimai.

Vieną iš „rimbo“ efekto atsiradimo priežasčių galima paminėti skirtingą įvairių transporto rūšių prigimtį. Naudojant tam tikrą transporto rūšį, efektyvu transportuoti tik tam tikrą kiekį produkcijos ir kartais nėra įmanomas alternatyvios transporto rūšies panaudojimas dėl gamtinių ir techninių kliūčių.

Trečia priežastis, turinti įtakos neapibrėžtumo lygiui, yra skirtingų užsakymų formavimo metodų taikymas. Yra naudojami keturi pagrindiniai užsakymų formavimo būdai:

- periodinis;
- „stumk“ (angl. *push*);
- „trauk“ (angl. *pull*);
- „stumk/trauk“.

Naudojant periodinį užsakymų formavimo būdą, gaunami paklausos maksimumai pateikiant užsakymą, ir nulinė paklausa tarp užsakymų. Todėl periodiniai užsakymai taip pat turi įtakos neapibrėžtumo efektui.

Naudojant „trauk“ užsakymų formavimo būdą, užsakymą pateikia galutinis vartotojas, vėliau užsakymas yra perduodamas visoms tiekimo grandinėje esančioms įmonėms, kurios savo ruožtu įvykdo užsakymą. Naudojant tokį užsakymų formavimo būdą, pirmiausiai galutinis vartotojas sukuria informacinį srautą, materialus srautas yra sukuriamas tik perėjus informaciniam srautui per visas tiekimo grandinėje esančias įmones. Šiuo atveju produkto gamybos ir tiekimo procesas yra inicijuojamas vartotojo. Tokioje tiekimo grandinėje dažniausiai yra parduodami unikalūs bei vienetiniai produktai.

Grynoje „trauk“ sistemoje įmonė nesandėliuoja jokių produktų, o tik gamina arba užsako jį pagal gautus užsakymus. Iš pirmo žvilgsnio tokios sistemos yra labai patrauklios, nes leidžia eliminuoti sandėlius, sumažinti neapibrėžtumo efektą, padidinti aptarnavimo lygį ir pan.

Tačiau labai sunku įdiegti tokią strategiją esant ilgiems tiekimo terminams. Šis užsakymų formavimo būdas nėra patrauklus, nes gamyba ir paskirstymas priklauso nuo vartotojų poreikių. Todėl sunku gaminti partijomis ar pristatyti „visiškai suformuotą“ siuntą.

„Stumk“ užsakymų formavimo būdas skiriasi nuo „trauk“ tuo, kad pradžioje yra sukuriamas materialusis srautas, kuris tiekimo grandine juda galutinio vartotojo link. Galutinio vartotojo poreikis bei būsima paklausa yra prognozuojama. Naudojant „stumk“ užsakymų formavimo būdą, įmonės patiria pasikartojančius paklausos antplūdžius ir yra priverstos sandėliuoti produkciją norėdamos patenkinti būsimą poreikį. Sunkiai nuspėjama būsima paklausa sudaro prielaidą neapibrėžtumo efektui atsirasti.

Kartais yra naudojama „stumk/trauk“ sistema. Pavyzdžiui, reikalingos žaliavos ir produkcija yra gaminama naudojant „stumk“ sistemą, o tolimesniuose tiekimo grandinės etapuose yra naudojamas „trauk“ užsakymų formavimo būdas. Tokios tiekimo grandinės taip pat neišvengia neapibrėžtumo efekto įtakos.

Pagrindinės priežastys, turinčios įtakos neapibrėžtumo efekto atsiradimui formuojant siuntas ir užsakymus, yra:

- naudojami skirtingi užsakymų formavimo būdai;
- siuntų transportavimo trukmė;
- konsoliduojamų siuntų dydžiai.

4.3 Kainų svyravimai

Daugelis įmonių yra priverstos pirkti produkciją anksčiau nei susiformuoja jos paklausa, pagrindinė priežastis yra geresnės prekių kainos.

Kainos nėra pastovios, jos priklauso nuo laiko kada yra perkamos prekės, situacijos rinkoje, perkamos produkcijos kiekio ir t. t. Dėl to produkcija yra perkama anksčiau ir didesniais kiekiais, vėliau įsigytos prekės yra sandėliuojamos, norint užtikrinti ateities poreikį.

Kai kaina yra maža, vartotojai yra linkę pirkti daugiau produkcijos nei jiems reikia. Kainai pakilus vartotojai nustoja pirkti ir pradeda naudoti atsargas, dėl to vėl susiduriama su efektyvaus sandėlio panaudojimo problema. Tikrieji vartotojų pirkimai neatspindi jų tikrojo vartojimo.

Išankstinis produkcijos ir paslaugų pirkimas gali būti labai brangus visoms tiekimo grandinės operacijoms ir tai ne visada yra tinkamai įvertinama. Nupirktą didelį kiekį produkcijos reikia sandėliuoti, transportuoti bei prižiūrėti.

Kainų svyravimai gali padidinti neapibrėžtumo efektą bei visos tiekimo grandinės sąnaudas.

4.4 Aprūpinimo politika prekių stygiaus atveju

Aprūpinimo politika prekių stygiaus atveju – kai atsiranda grėsmė, kad prekių paskirstymas vartotojams gali būti atliktas pagal vartotojų istorinius pirkimus, o ne pagal užsakymus, arba užsakymai iš viso bus neatlikti. Kita problema atsiranda, kai vartotojas stengiasi apsisaugoti nuo galimo prekių stygiaus.

Net ir geriausiai išvystytos tiekimo grandinės negali išvengti prekių stygiaus problemos. Prekių stygius gali sukelti labai rimtų problemų visiems tiekimo grandinės dalyviams. Nesugebėjimas įvykdyti sutartinių įsipareigojimų bei gautų užsakymų, gali sužlugdyti net ir pačią stambiausią įmonę. Ir jos klientui nebus svarbu, kad pagrindinis kaltininkas yra ne įmonė iš kurios jis perka produkciją, bet tos įmonės tiekėjas ar tiekėjo tiekėjas.

Įmonės, norėdamos išvengti tokių rūpesčių, įsigyja didelį kiekį produkcijos, norėdamos „apsidrausti“, tuo pačiu padidindamos svyravimus rinkoje.

4.5 Žmogaus elgsenos įtaka neapibrėžtumo efektui

Viena iš pagrindinių neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežasčių yra žmogaus elgsena. Pasak J. Nienhaus ir kitų [24], yra du kraštutiniai žmonių elgesio būdai:

1. Kai kurie žmonės stengiasi būti „saugiu uostu“ tiekimo grandinėje. Jie užsako daugiau, nei kad jiems reikia ir tokiu būdu yra padidinamas sandėlio lygis. Jie ne tik kad padidina savo išlaidas sandėliuodami prekes, bet priverčia ir savo tiesioginį tiekėją daugiau užsakyti. Tokia situacija turi neigiamos įtakos visai tiekimo grandinei.
2. Kita krašutinė strategija yra „panika“ – ištuštinti sandėlį prieš tai, kol vartotojo paklausa išaugs. Tai iš pradžių neturi jokios įtakos tiekimo grandinei, tačiau kai tik vartotojo užsakymas padidėja, žmogus turi užsakyti daugiau nei tas, kuris turi saugų sandėlio lygį. Tada ši strategija turi tokią pat neigiamą įtaką visai grandinei, kaip ir pirmoji strategija.

Kuo žmogaus elgesys yra artimesnis vienai iš anksčiau minėtų elgsenų, tuo neapibrėžtumo efektas tampa stipresnis.

4.6 Kitos neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastys

Neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežasčių yra labai daug ir jos gali būti būdingos tik tam tikros struktūros tiekimo grandinėms ar joje paskirstomai prekių grupei. Kai kurios jų yra lemiamos tam tikrose tiekimo grandinėse, kai kurios tampa šalutinės ir turinčios mažai įtakos efekto atsiradimui. Be jau išvardytų „rimbo“ efekto atsiradimo priežasčių, norėčiau paminėti ir šias:

- nepakankamas dalijimasis informacija tarp tiekimo grandinės dalyvių;
- reklaminės akcijos (Volvo pavyzdys);
- ilgas siuntų transportavimo laikas;

- dideli fiziniai atstumai tarp skirtingų vienoje tiekimo grandinėje esančių įmonių;
- tiekimo grandinėje esančių įmonių skaičius;
- užsakymo priėmimo ir vykdymo sutrikimai;
- sandėlio lygio kontrolės sutrikimai.

5. NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTO MAŽINIMO BŪDAI

Mokslinėje literatūroje yra siūloma mažinti neapibrėžtumo efektą šiomis priemonėmis:

- grįžtamojo informacijos ryšio tarp individualių tiekimo grandinėje esančių įmonių užtikrinimas;
- paklausos prognozavimo optimizavimas;
- aprūpinimo politikos optimizavimas prekių stygiaus atveju;
- užsakymų partijomis optimizavimas;
- kainų svyravimų efekto mažinimas;
- tiekėjo valdomo sandėlio (VMI) modelio panaudojimas;
- produkcijos papildymo trukmės sumažinimas ir tinkamos transporto rūšies parinkimas;
- bendras planavimas, prognozavimas ir papildymas (CPFR);
- elektroninio verslo panaudojimo galimybės mažinant „rimbo“ efektą.

5.1 Grįžtamojo informacijos ryšio tarp individualių tiekimo grandinėje esančių įmonių užtikrinimas

Viena iš pagrindinių neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežasčių tiekimo grandinėje yra grįžtamojo informacijos ryšio nebuvimas. Šios problemos efektyvus sprendimas padėtų optimizuoti visos tiekimo grandinės darbą ir sumažinti neapibrėžtumo efektą.

Informacijos srautas tarp individualių tiekimo grandinės dalyvių turi būti nepertraukiamas bei visiems suprantamas, kad kiekvienas tiekimo grandinės dalyvis tinkamai įvertintų gautą informaciją.

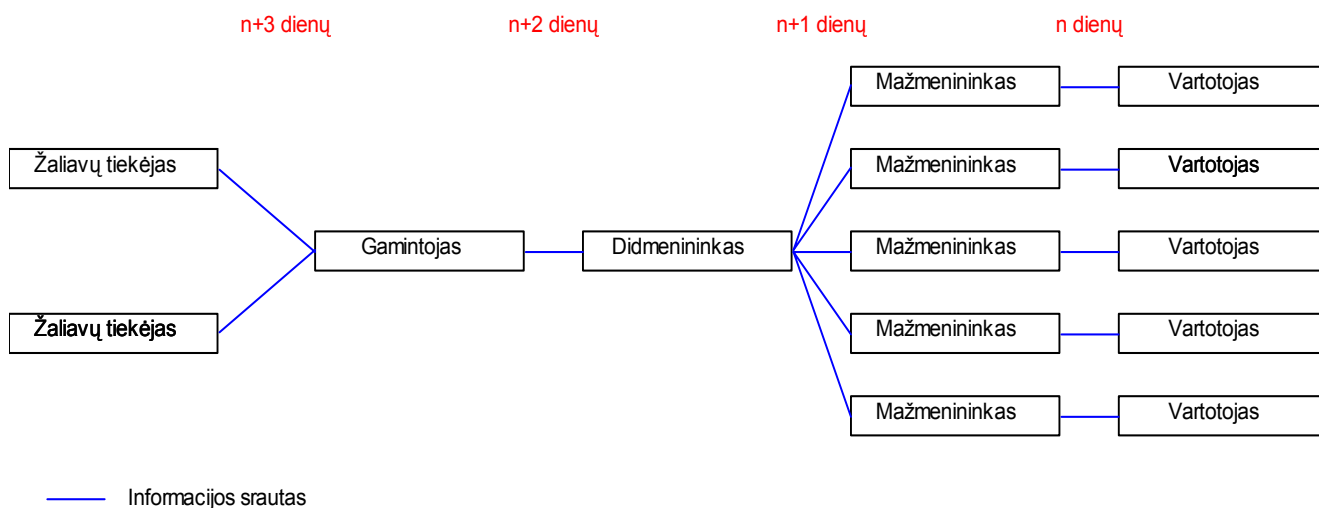
Informacija tarp įmonių, esančių vienoje tiekimo grandinėje turi būti keičiamasi periodiškai, per tam tikrą griežtai nustatytą ataskaitinį laikotarpį. Praėjusio ataskaitinio laikotarpio duomenys turi būti pateikiami šalia esančiai tiekimo grandinėje įmonei laiku, kad ji galėtų tinkamai

įvertinti juos ir pateikti ataskaitą apie paklausos svyravimus kitai tiekimo grandinėje esančiai įmonei (optimaliu atveju visoms tiekimo grandinėje esančioms įmonėms).

Tiekimo grandinės dalyviai turėtų keistis informacija apie:

- ataskaitiniu laikotarpiu buvusius paklausos svyravimus;
- sandėlio lygį;
- šiuo metu transportuojamą produkciją;
- naujas paklausos prognozes;
- užsakymo „būsenoje“ esančią produkciją.

Siūlau nustatyti pirmam tiekimo grandinės dalyviui (pagal 9 pav. pateiktą pavyzdį mažmenininkui) n dienų ataskaitinį laikotarpį, per kurį įmonė privalo pateikti apdorotus duomenis, šalia tiekimo grandinėje esančiai įmonei. Kitas tiekimo grandinės dalyvis išanalizavęs gautą informaciją, per $n + 1$ dienų laikotarpį ją turi perduoti šalia esančiam tiekimo grandinės dalyviui ir t. t., kol informacinis srautas pasieks pirminių žaliavų tiekėją.



9 pav. Informacijos grįžtamojo ryšio pasiskirstymo tiekimo grandinėje principinė schema

Gauti duomenys padės tinkamai įvertinti esamą paklausos lygį, parinkti tinkamą transportavimo būdą bei siuntų formavimo metodą užsakant prekes.

Įvertinant tai, kad įmonių sąnaudos padidės dėl padidėjusio informacijos srauto. Siūlau pasinaudoti paprastomis informacinėmis sistemomis, kurios sugebėtų priimti ir apdoroti gaunamus standartizuotus duomenis (panašią sistemą yra įdiegusi įmonė „Hewlett Packard“, ši informacinė sistema vadinama HPRISK [33]). Informacinėje sistemoje turi būti sukurtas šablonas, kurį kiekvienas tiekimo grandinės dalyvis atnaujintų per sutartą laikotarpį ir jį pateiktų šalia tiekimo grandinėje esančiai įmonei.

Grįžtamojo informacijos ryšio tarp individualių tiekimo grandinėje esančių įmonių užtikrinimas yra viena iš pagrindinių priemonių, mažinančių neapibrėžtumo efektą.

5.2 Paklausos prognozavimo optimizavimas

Pirmas siūlomas paklausos prognozavimo optimizavimo būdas yra bendro paklausos prognozavimo metodo įdiegimas visoje tiekimo grandinėje, atsisakant tik istoriniais duomenimis paremtų prognozių.

Išanalizavęs keletą paklausos prognozavimo metodų, siūlau įdiegti lengviausiai pritaikomą tiekimo grandinei paklausos prognozavimo metodą, vadinamąjį eksponentinio lygumo metodą, kuris yra dažniausiai taikomas atliekant trumpalaikį paklausos prognozavimą. Šis metodas yra paprastas ir reikalauja gana mažai duomenų. Eksponentinio lygumo metodas savaime prisitaiko prie esamų paklausos svyravimų.

Norint nustatyti būsimą produkcijos (produkcijos srauto) paklausą yra siūloma pasinaudoti šia formule:

$$A=\alpha(B)+(1-\alpha)(C); \quad (2)$$

čia: A — nauja prognozė; B — esama paklausa; C — prieš tai buvusi paklausa; α — apkrovimo faktorius, kurio reikšmė svyruoja nuo 0 iki 1.

Pavyzdys:

Norime nustatyti šio mėnesio paklausos prognozę.

Praeito mėnesio kompiuterinių pelių paklausos prognozė buvo 1000 vienetų. Tikroji paklausa sudarė 950 vienetų. Apkrovimo faktorius yra $=0,3$. Tai:

$$\text{Nauja paklausa} = 0,3(950) + 0,7(1000) = 985$$

Norint susisteminti skaičiavimus galima šiek tiek patobulinti formulę:

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_t, \quad (3)$$

čia: t — dabartinis periodas; α — apkrovimo faktorius; A_t — paklausa t periode; F_t — prognozė t periode; F_{t+1} — būsima paklausa.

2 lentelė. Pavyzdiniai paklausos prognozės duomenys

	Pirmas ketvirtis	Antras ketvirtis	Trečias ketvirtis	Ketvirtas ketvirtis
Praeiti metai	1200	700	900	1100
Šie metai	1400	1000	$F_3=?$	

Norime atlikti trečiojo ketvirčio paklausos (F_3) prognozę. Darome prielaidą, kad $\alpha=0,2$ ir prieš tai buvusio periodo prognozė yra praėjusių metų vidurkis, kuris lygus 950 kompiuterinių pelių. Pradedame skaičiavimus nuo pirmo šių metų ketvirčio:

$$F_1 = 0,2(1100) + (1 - 0,2)(975) = 1000;$$

$$F_2 = 0,2(1400) + (1 - 0,2)(1000) = 1080;$$

$$F_3 = 0,2(1000) + (1 - 0,2)(1080) = 1064;$$

Gauti duomenys pateikti 3 lentelėje.

3 lentelė. Gauti rezultatai

Praeiti metai	1200	700	900	1100
Šie metai	1400	1000		
Prognozė	1000	1080	1064	

EkspONENTINIS lygumo metodas pakankamai netiksliai nustatė šių metų pirmo ketvirčio prognozę. Tam galėjo turėti įtakos tam tikri faktoriai, kurių nebuvo galima numatyti (produkcijos kaina, chaotiška paklausa, situacija rinkoje), arba α reikšmė galėjo būti parinkta netiksliai.

Norint surasti tinkamą α reikia tam tikros praktikos ir nuovokos. Patariama naudoti α reikšmė nuo 0,01 iki 0,3, taip pat didesnės reikšmės gali būti naudojamos norint nustatyti labai trumpo periodo paklausą. Tad įmonės produktų vadybininkai turėdami nemažai istorinių duomenų galėtų surasti pačią tinkamiausią tam produktui α reikšmę konkrečiam produktui.

Antrasis siūlomas metodas — bendrasis prognozavimas. Šis metodas gali būti derinamas vienu metu su jau minėtu eksponentinio lygumo paklausos prognozavimo metodu. Metodo esmė yra, kai individualios tiekimo grandinėje esančios įmonės taiko vieną paklausos prognozavimo metodą (pvz., eksponentinio lygumo), atsiradus pakitimams nors vienoje tiekimo grandinės dalyje įmonė privalo informuoti visus likusius tiekimo grandinės dalyvius, kad jie pakoreguotų bendrąją bei savo individualią paklausos prognozę. Ne visi tiekimo grandinės dalyviai gali sutikti su šiuo pasiūlymu. Dažnai tiekimo grandinėse esančios įmonės yra didelės tarptautinės įmonės, kurios nebus linkusios

keisti savo veiklos principų. Tačiau kiti tiekimo grandinės dalyviai norintys optimizuoti procesus vykstančius tiekimo grandinėje, gali tiesiog pradėti naudoti jų taikomų paklausos prognozavimo metodus. Taip būtų sukurtas bendra paklausos prognozavimo sistema, kuri padėtų išvengti didelių paklausos prognozių svyravimų ir neapibrėžtumo efekto įtakos tiekimo grandinei.

Norint išvengti neapibrėžtumo efekto tiekimo grandinėje, siūloma naudoti nuolatinę paklausos prognozių korekciją. Atsiradus menkiausiam paklausos pakitimui, nesutampančiam su bendrojo paklausos prognozių planu, turi būti atliekamos korekcijos.

Norint nustatyti, ar reikalinga paklausos planų korekcija, siūloma naudoti šią formulę:

$$A=B-C+D \quad (4)$$

čia: A — paklausos prognozių korekcija; B — užsakymų skaičius per n dienų; C — n dienų pardavimų planas; D — esamas sandėlio lygis (taikomas tik tada, kai yra naudojama „sandėlio ištuštinimo strategija“, naudojant „saugaus sandėlio lygio“ strategiją D reikšmė tampa konstanta ir į formulę nėra įtraukiama).

Jeigu reikšmė A yra lygi 0 arba reikšmė tesudaro 1—2 % bendro pardavimo plano, nauja paklausos prognozių korekcija bei sandėlio lygio analizė yra nereikalinga. Jeigu A reikšmė yra teigiama arba neigiama, reikia koreguoti paklausos prognozių planą. Ši formulė gali būti taikoma tik tada, kai rinkoje neatsiranda tam tikrų papildomų veiksnių, galinčių lemti paklausos svyravimus. Egzistuojant tokiems (sezoniškumas, kainų svyravimai) veiksniams, jie turi būti įvertinti, koreguojant bendrąjį paklausos planą

5.3 Aprūpinimo politikos optimizavimas prekių stygiaus atveju

Nors prekių stygius yra pakankamai retai pasitaikanti problema, tačiau dėl nenumatytų aplinkybių, ar nepastovios situacijos rinkoje kartais tiekėjai nesugeba įvykdyti visų užsakymų.

Vienas iš siūlomų būdų išvengti prekių stygiaus bei chaotiškos paklausos pasekmių yra priversti tiekėjus dalytis atnaujinama sandėlio lygio informacija. Tokios informacijos pasidalijimo sąlygos gali būti aptartos sutartiniuose išipareigojimuose.

Tiekimo grandinės dalyviai turi dalytis informacija apie savo esamą sandėlio lygį bei užsakymo vykdymo stadijoje esančią produkciją. Produkcijos pirkėjai turi prisijungti prie įmonės duomenų bazės, norėdami gauti šią informaciją „realiu“ laiku.

Antrasis siūlomas būdas išvengti užsakymų iškraipymo ir prekių stygiaus, yra pirkimų lankstumo sutartinis apribojimas.

Taikydami šį metodą užsakovai galės tinkamai sudaryti paklausos prognozės planą, sumažinti prekių stygiaus problemos atsiradimo galimybę bei apsisaugos nuo baudų nepardavus reikiamo produkcijos kiekio.

5.4 Užsakymų partijomis optimizavimas

Viena iš svarbiausių neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežasčių yra užsakymų cikliškumas, kaip ir minėta prieš tai buvusiam skyriuje, naujas užsakymas tiekėjui nėra kuriamas iš karto, norint sumažinti siuntų transportavimo ir sandėliavimo sąnaudas.

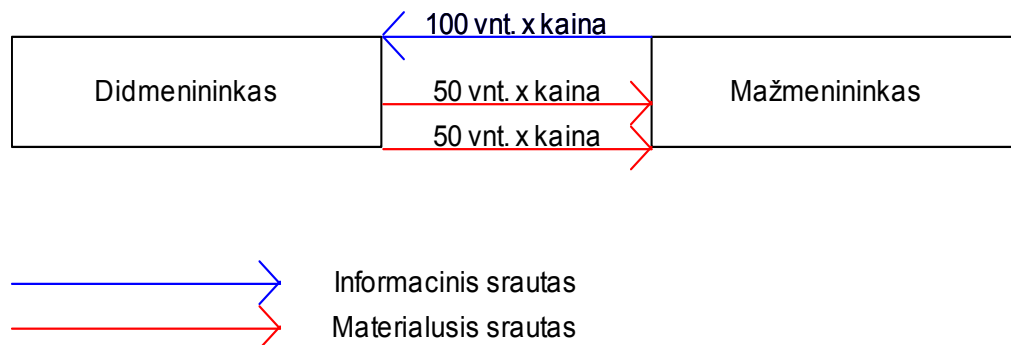
Tinkamiausias užsakymų partijomis formavimo būdas, išvengiant „rimbo“ efekto, yra mažų siuntų formavimas.

Tiekėjai ir gamintojai yra linkę parduoti kuo daugiau vienos rūšies produkcijos, taikydamos vadinamos mastų ekonomikos (angl. *economy of scale*) nuolaidos. Norėdamas išsaugoti nuolaidas, užsakovas gali sutartimi įpareigoti tiekėją parduoti produkciją už apibrėžtą kainą, užtikrindamas, kad numatytas produkcijos kiekis bus išsigytas periodiškai (Lietuvoje šį siuntų formavimo būdą dažnai naudoja didieji prekybos centrai). Taip būtų išvengta didelių „dirbtinių“ paklausos svyravimų bei tinkamai sureguliuotas reikiamas sandėlio lygis.

Užsakymų partijomis priežastis — fiksuotos gamybos ir pirkimo išlaidos. Čia neapibrėžtumo efektas gali būti sumažintas mažinant fiksuotas užsakymo išlaidas panaudojant automatinio papildymo sistemas.

Kainos svyravimai rinkoje yra labai brangus visai tiekimo grandinei ir sudaro prielaidą paklausos svyravimams atsirasti. Norinti išvengti kainų svyravimo efekto, siūloma naudoti vadinamąją „kiekvienos dienos mažiausios kainos strategiją“. Šios strategijos esmė yra pateikti pastovią kainodarą, t. y. keisti parduodamos produkcijos kainas tik atsiradus poreikiui, išaugus vidinėms sąnaudoms ir t. t.

Norint optimizuoti užsakymų valdymą siūloma panaikinti ryšį tarp konkretaus užsakymo ir jo pristatymo. Didelis užsakymas su nuolaida gali būti pristatytas pirkėjui per kelis kartus, o ne per vieną kartą. Taip turėtų padidėti bendras produkcijos srauto lygis, tuo pačiu klientas būtų patenkintas produkcijos kaina bei periodais paskirstytas užsakymo įvykdymas turėtų sumažinti sandėlio lygį visose tiekimo grandinės dalyse (10 pav.).



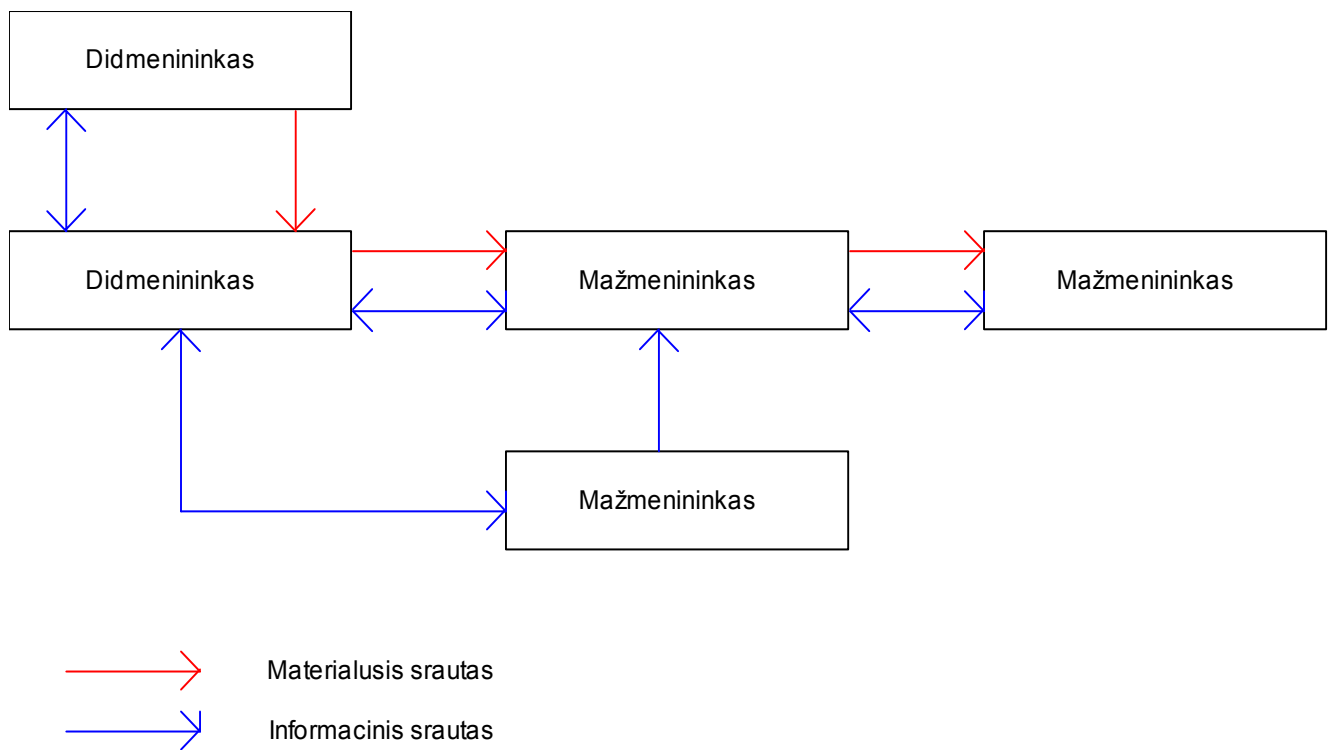
10 pav. Ryšio tarp produkcijos pirkimo ir pristatymo panaikinimas

Toks pakeitimas optimizuotų ne tik užsakymų paskirstymą, bet tuo pačiu turėtų pakoreguoti užsakymų formavimo ir jų tiekėjams metodą. Neigiamos šio metodo bruožas padidėjusios transportavimo išlaidos.

5.5 Tiekėjo valdomo sandėlio modelio pritaikymas

Vienas iš siūlomų būdų mažinti „rimbo“ efektą tiekimo grandinėje yra tiekėjo valdomo sandėlio (angl. *vendor managed inventory*) modelio taikymas. Šis modelis tapo labai populiarus daugelyje tiekimo grandinių visame pasaulyje, ypač tose, kuriomis yra tiekiamos didesnės paklausos, didelių matmenų ir brangi produkcija.

Didmenininkui yra siūloma atlikti paskirstytojo vaidmenį tiekimo grandinėje, nuo gamintojo judant tiekimo grandine galutinio vartotojo link. Teikdamas šias paslaugas didmenininkas valdytų mažmenininkų užsakymus bei jų išgytą produkciją sandėliuotų savo sandėlyje ir paskirstytų produkciją iki galutinio vartojimo vietos. Vidutiniškai mažmenininkai sutaupo apie 30 % bendrų savo tiekimo grandinės sąnaudų, pasinaudojant didmenininko (arba gamintojo) teikiamomis tiekėjo valdomo sandėlio paslaugomis (11 pav.).



11 pav. Principinė VMI schema

5.6 El. verslo panaudojimo galimybės „rimbo“ efektui mažinti

Informacinės technologijos verčia keisti prieš tai taikytus verslo modelius. Pagrindinis šių pasikeitimų tikslas — visos tiekimo grandinės procesų modernizavimas, o ne tik pavienių tiekimo grandinės dalyvių operacijų tobulinimas.

Visos prieš tai minėtos efekto mažinimo priemonės negali būti naudojamos be informacinių technologijų. Tinkamas informacinių technologijų panaudojimas gali padaryti visą tiekimo grandinę efektyvesnę ir greičiau reaguojančią į galutinio vartotojo poreikius. Dėl jų tiekimo grandinės vietoj tradicinės „stūmimo“ (angl. *push*) strategijos vis dažniau taiko „stumk/trauk“ (angl. *push/pull*) strategiją.

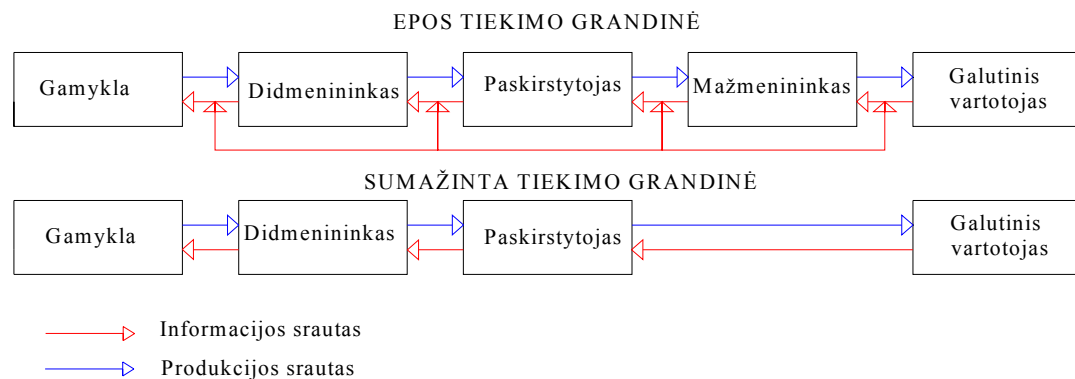
Galima išskirti šias tris el. verslo strategijas, mažinančias „rimbo“ efektą įtaką tiekimo grandinėms:

1. el. parduotuvė (mažinamas tarpininkų skaičius tiekimo grandinėje, jų funkciją atlieka informacinės technologijos);
2. sumažinta;
3. elektroninė prekybos vieta (angl. *EPOS – electronic point of sales*).

Sumažinta tiekimo grandinė — grandinė su mažesniu dalyviu skaičiumi, tai sumažina visos tiekimo grandinės valdymo sąnaudas bei optimizuoja procesų, vykstančių tiekimo grandinėje, kontrolę. Mažas tiekimo grandinėje esančių įmonių skaičius leidžia sumažinti paklausos svyravimus bei neapibrėžtumą.

Naudojant elektroninės prekybos vietos (EPOS) strategiją, galutinių vartotojų pateikiamų užsakymų dinamika yra matoma visiems tiekimo grandinės dalyviams. Toks metodas yra paplitęs tiekimo grandinėse, tiekiančiose bakalėjos produkciją. Šiose grandinėse EPOS duomenys yra pasiekiami visiems dalyviams, bendroje duomenų bazėje. Naudojant šią strategiją, galutinio vartotojo užsakymų dinamika gali būti naudojama kiekvieno tiekimo dalyvio paklausos prognozėms įvertinti.

Skirtingos el. verslo strategijos yra vienas iš siūlomų būdų mažinti neapibrėžtumo efektą (12 pav.).



12 pav. El. verslo strategijos

5.7 Kiti būdai, galintys sumažinti neapibrėžtumo efektą tiekimo grandinėje

Kiti siūlomi būdai norint išvengti neapibrėžtumo efekto tiekimo grandinėje:

- spartus užsakymų priėmimas ir apdorojimas;
- tiekimo grandinėje esančių įmonių skaičiaus mažinimas;
- duomenų kokybės gerinimas visoje tiekimo grandinėje;
- sandėlio lygio reguliavimas;

- formuojant strateginius tarpusavio ryšius ir aljansus. Partnerystė gali sumažinti neapibrėžtumo efektą pakeičiant informacijos apsisiekimo ir sprendimų priėmimo būdus;
- transportavimo, sandėlio planavimo ir nuosavybės koordinavimas tarp visų tiekimo grandinės dalyvių. Operacinis efektyvumas apima priemones, pagerinančias tiekimo grandinės veiklą. H. Lee ir kiti taip pat pabrėžė, kad informacijos perdavimas EDA (angl. *EDI – Electronic Data Interchange*) sistemomis yra didelis žingsnis mažinant užsakymų sukūrimo ir sandėlio papildymo išlaidas ir tokiu būdu mažinant užsakymo partijų dydį;
- K. Moynzadeh pasiūlė atsargų papildymo politiką tiekėjui daugialypėje medžiagų grandinės sistemoje ir parodė, kad informacijos paskleidimas yra naudingiausias išvengiant neapibrėžtumo efekto;
- kai kuriais ypatingais atvejais produktai gali būti sukuriama tiekimo grandinėje, sudarytoje iš daugelio pakopų, kurioje produktai įgauna tam tikrų savybių kiekvienoje pakopoje;
- H. Lee [27] ir C. Tang teigė, kad yra keletas būdų, kai kintamumas gali būti sumažintas po gamybos procesų reinžinerijos, sudarančias sąlygas geriau atlikti operacijas: mažesnis medžiagų kiekis, geresnis vartotojų aptarnavimas, mažesnės operacinės išlaidos. Vienas iš tokių reinžinerijos būdų yra dviejų nuoseklių etapų sekos perstatymas gamybos procese ar tiekimo grandinėje;
- vengti neplanuotų reklaminių akcijų prieš tai nepakoregavus paklausos prognozių bei nesuformavus reikiamo produkcijos kiekio būsimai paklausai patenkinti.

6. SIŪLOMŲ PANAUDOTI NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTĄ MAŽINANČIŲ PRIEMONIŲ EFEKTYVUMO TYRIMAS

Magistrinio darbo pagrindinis tikslas — įvertinti įvairių autorių siūlomų neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių tiekimo grandinėse efektyvumą. Mokslinėje literatūroje yra siūloma daug įvairių neapibrėžtumo efektą mažinančių būdų. Ištirti visų siūlomų neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumą praktiškai neįmanoma, tad magistriniame darbe bus išanalizuotas kelių dažniausiai siūlomų priemonių efektyvumas.

Neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumo tyrimas sudarytas iš keturių dalių:

- paprastos tiekimo grandinės modeliavimas ir jo metu gautų rezultatų įvertinimas;
- optimalios tiekimo grandinės modeliavimas ir jo metu gautų rezultatų įvertinimas;
- tyrimo metu gautų duomenų palyginimas;
- tyrimo metu gautų rezultatų įvertinimas.

Neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių tyrimas buvo atliktas viena iš dažniausiai naudojamų imitacinio modeliavimo programa „AnyLogic Advance“ [34]. Šia programine įranga naudojasi didžiausios tarptautinės įmonės, universitetai, tyrimų centrai ir įvairios tarptautinės organizacijos. Programa „AnyLogic Advance“ yra modeliuojamos įvairaus dydžio ir sudėtingumo tiekimo grandinės bei organizacijų valdymo procesai. „AnyLogic Advance“ leidžia modeliuoti įvairių dydžių ir parametrų modelius.

Tyrimo metu bus palygintos dažniausiai naudojamo paklausos prognozavimo modelio valdomos tiekimo grandinės efektyvumas bei optimalios tiekimo grandinės efektyvumas. Abi tiriamos tiekimo grandinės bus apribotos identiškomis ribojančiomis sąlygomis, išskyrus paklausos prognozavimo metodus ir dalinimąsi informacija nustatytu laiku.

7. PAPRASTOS TIEKIMO GRANDINĖS IMITACINIS MODELIAVIMAS

Tiekimo grandinės sąnaudos atsiranda dėl:

- produkcijos sandėliavimo;
- produkcijos transportavimo;
- klientų aptarnavimo;
- neįvykdytų užsakymo;
- garantinės priežiūros ir t. t.

Tiekimo grandinės sąnaudos – šių veiksmų sąnaudų suma [Internetas. Averill M. Law www.averill-law.com].

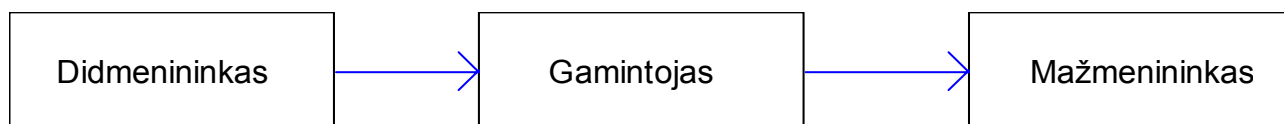
Paprasta tiekimo grandinė bus tirama 365 dienų laikotarpiu, norint tinkamai įvertinti jos veiklos sąnaudas bei efektyvumą. Paprastos tiekimo grandinės imitacinio modeliavimo tikslas yra:

- nustatyti kiekvieno atskiro tiekimo grandinės dalyvio vienos dienos sąnaudas;
- nustatyti visos tiekimo grandinės vienos dienos sąnaudas;
- ištirti vidutinę užsakymų įvykdymo trukmę;
- nustatyti tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio dinamiką viso modeliuojamo ciklo metu;
- ištirti tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygį, paskutinę imitacinio modeliavimo ciklo dieną;
- atlikti ne mažiau kaip dešimt tokių pat pirminiais duomenimis paremtų bandymų, norint užtikrinti duomenų tikslumą.

7.1 Paprastą tiekimo grandinę ribojančios sąlygos

Pirmojo tyrimo metu yra modeliuojama paprastoji tiekimo grandinė (13 pav.) sudaryta iš 3 dalyvių:

- didmenininko;
- mažmenininko;
- gamintojo.



13 pav. Tyrimo metu modeliuojamos paprastos tiekimo grandinės struktūra

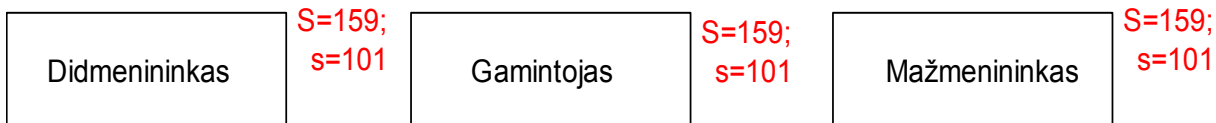
Modeliuojama tiekimo grandinė atitinka šias sąlygas:

1. tiekimo ir gamybos procesas nenutrūksta 24 valandas per parą visoje tiekimo grandinėje;
2. tiekimo grandinė tiriama 365 dienas;
3. produktų paklausa yra apribota sveikaisiais skaitmenimis: 1, 2, 3, 4, 5, atitinkančių šias tikimybes: 0,2, 0,4, 0,2, ir 0,1;
4. Tiekimo grandinės užsakymų vykdymo, gamybos ir sandėliavimo sąnaudos yra lygios vienam sutartiniam piniginiam vienetui.

Atliekant tyrimą bus analizuojamas dažniausiai naudojamas (S, s) [5] paklausos prognozavimo ir atsargų valdymo būdas.

Buvo atsitiktinai parinktos šios (S, s) reikšmės (14 pav.):

Čia: S (Sandėlio lygis)=159; S (užsakymo dydis)=101.



14 pav. Atsitiktinai apibrėžtos (S,s) reikšmės

7.2 Mažmenininką ribojančios sąlygos

Mažmenininką ribojančios sąlygos yra šios:

1. produkcijos paklausa yra patenkinama, jeigu mažmenininkų atsargų lygis, esantis sandėlyje, yra didesnis už esamą paklausą;
2. jeigu galutinio vartotojo paklausa yra didesnė už esamą atsargų lygį, vartotojo užsakymai bus įvykdyti esamomis sandėlyje atsargomis, o likusi paklausa bus patenkinta vėliau, kai mažmenininkas papildys savo atsargas produkcija, gauta iš didmenininko;
3. kiekvienos naujos dienos pradžioje mažmenininkas įvertina savo atsargų lygį ir nusprendžia, kokio dydžio užsakymą pateikti didmenininkui;
4. mažmenininkas naudoja populiarųjį (S, s) [5] užsakymų formavimo metodą. Mažmenininkas formuodamas užsakymą didmenininkui naudoja šią formulę:

$$IEB=I + B \quad (5)$$

čia: IEB — užsakymo dydis; I — esama sandėlio lygis; B — užsakyta, bet dar nepristatyta produkcija.

Jeigu $S-IEB < s$, mažmenininkas pateikia užsakymą didmenininkui.

Jeigu $IEB > s$, mažmenininkas nepateikia užsakymo didmenininkui.

5. galutinio vartotojo užsakymo pateikimo mažmenininkui tikimybė yra vidutiniškai lygi 0,1 dienos;
6. kiekvieno produkcijos vieneto sandėliavimo sąnaudos yra lygios 1 sutartam piniginiam vienetui;
7. kiekvieno produkcijos vieneto užsakymo įvykdymo sąnaudos yra lygios 1 sutartam piniginiam vienetui.

7.3 Didmenininką ribojančios sąlygos

Didmenininką ribojančios sąlygos:

1. kiekvienos dienos pradžioje didmenininkas patikrina, ar nėra gautas joks naujas užsakymas iš mažmenininko. Jeigu mažmenininkas pateikia naują užsakymą, didmenininkas iš karto suformuoja naują siuntą. Užsakymas yra atliekamas FIFO principu. Užsakymas yra suformuojamas, jeigu didmenininkas sandėlyje turi sukaupęs pakankamai atsargų (I);
2. siuntų pristatymas mažmenininkui yra apribotas šiomis reikšmėmis $[0,25;0,5]$, dienos;
3. pristatęs užsakymą mažmenininkui, didmenininkas įvertina savo atsargų lygį, esant poreikiui jis teikia užsakymą produkcijos gamintojui;
4. didmenininkas, įvertindamas būsimo užsakymo dydį gamintojui, naudojami (S,s) principu:

$$IEB=I + B \quad (6)$$

čia: IEB — užsakymo dydis; I — esama sandėlio lygis; B — užsakyta, bet dar nepristatyta produkcija;

Jeigu $S-IEB < s$, mažmenininkas pateikia užsakymą didmenininkui.

Jeigu $IEB > s$, mažmenininkas nepateikia užsakymo didmenininkui.

5. kiekvieno produkcijos vieneto sandėliavimo sąnaudos yra lygios 1 sutartam piniginiam vienetui;

6. kiekvieno produkcijos vieneto užsakymo įvykdymo sąnaudos yra lygios 1 sutartam piniginiam vienetui.

7.4 Gamintoją ribojančios sąlygos

Gamintoją ribojančios sąlygos:

1. kiekvienos dienos pradžioje gamintojas patikrina, ar nėra gavęs užsakymų iš didmenininko tam tikram produkcijos kiekiui pristatyti. Jeigu užsakymas buvo gautas, naudodamas FIFO principą, gamintojas suformuoja užsakymą didmenininkui reikiamam produkcijos kiekiui. Užsakymas yra įvykdomas tik tada, kai gamintojas turi pagaminęs reikiamą produkcijos kiekį;
2. siuntų pristatymo mažmenininkui intervalas per vieną dieną apribotas šiomis reikšmėmis $[0,5;1]$;
3. pristatęs užsakytą produkcijos kiekį didmenininkui, gamintojas įvertina savo atsargų lygį ir nusprendžia, kiek papildomos produkcijos reikia pagaminti;
4. gamintojui gamybai reikiamos žaliavos yra visada pasiekiamos;
5. laiką, reikalingą pagaminti N kiekiui produkcijos, galima įvertinti šia formule:

$$A=1 + 0,01 * M \quad (7)$$

čia: A — laikas, reikalingas N kiekiui produkcijos pagaminti; 1 — laikas, reikalingas paruošti gamybos liniją gamybai, matuojamas valandomis; $0,1$ — laikas, reikalingas pagaminti vienam produkcijos vienetui, matuojamas valandomis ; M — laikas/h.

6. pagaminta produkcija iš karto yra apskaitoma kaip atsargos;
7. gamintojas, įvertindamas būsimą gaminamos produkcijos kiekį, naudojami (S, s) strategija.

$$IEB=I + B \quad (8)$$

čia: IEB — užsakymo dydis; I — esama sandėlio lygis; B — užsakyta, bet dar nepristatyta produkcija.

Jeigu $S-IEB < s$ mažmenininkas pateikia užsakymą didmenininkui.

Jeigu $IEB > s$; mažmenininkas nepateikia užsakymo didmenininkui.

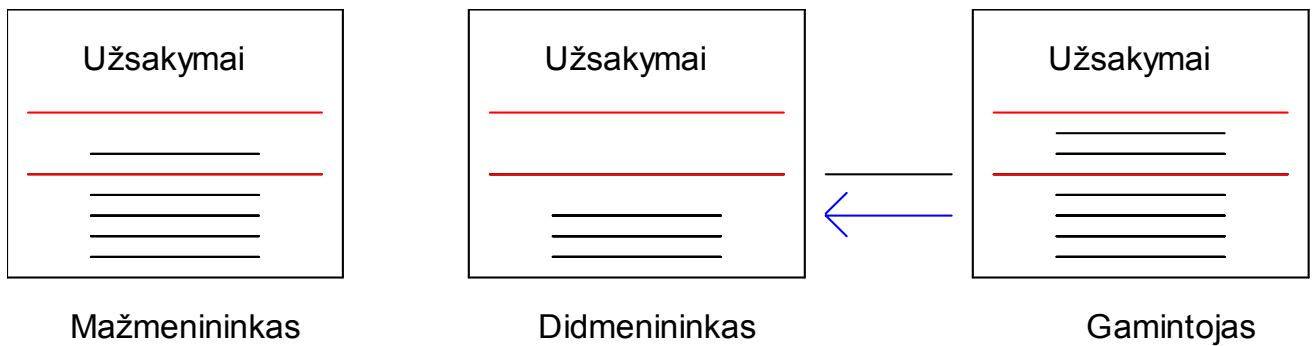
8. kiekvieno atskiro produkcijos vieneto sandėliavimo sąnaudos yra lygios 1 sutartiniam piniginiam vienetui;

9. kiekvienos produkcijos vieneto užsakymo vykdymo/gamybos sąnaudos yra lygios 1 sutartiniam piniginiam vienetui.

7. 5. Paprastos tiekimo grandinės tyrimo rezultatai

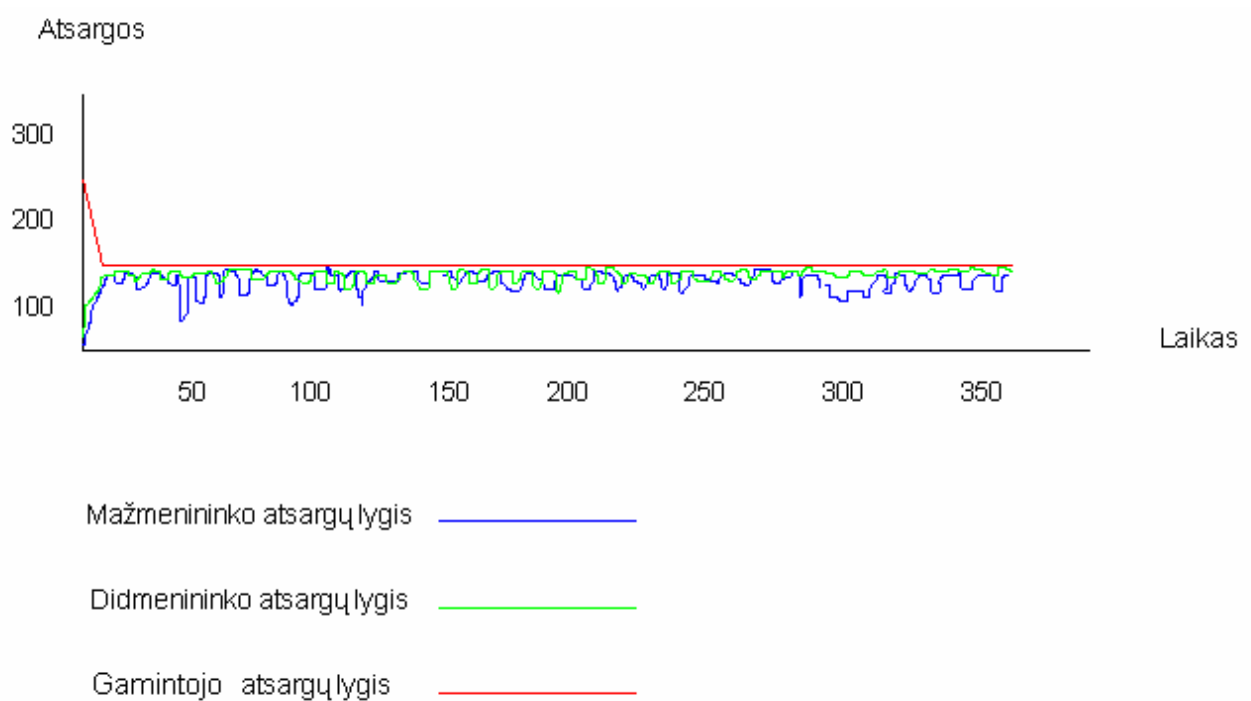
Naudojant „Anylogic Advance“ [34] programinę įrangą, buvo sukurtas imitacinis tiekimo grandinės modelis.

Tyrimo metu buvo gautas kiekvieno atskiro tiekimo grandinės dalyvio produkcijos atsargų lygis paskutinę 365 dieną (15 pav.).



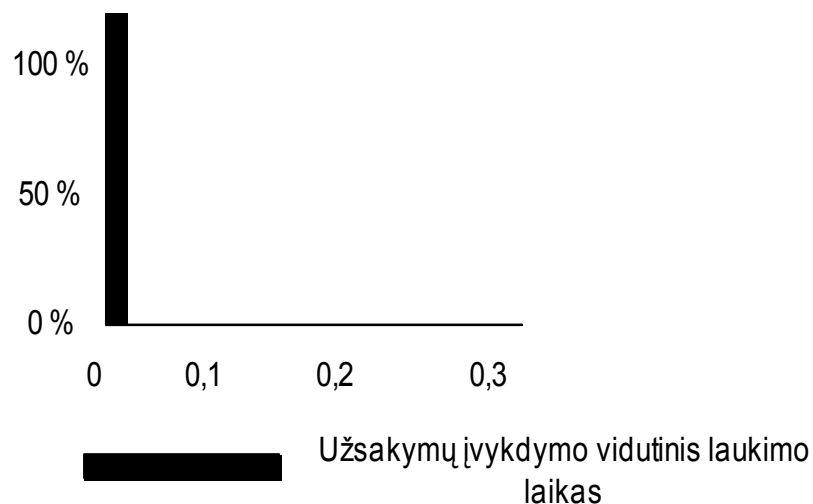
15 pav. Atsargų lygis paskutinę modeliavimo dieną

Imitacinio modeliavimo metu buvo gauta visų tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio dinamika ciklo metu (16 pav.).



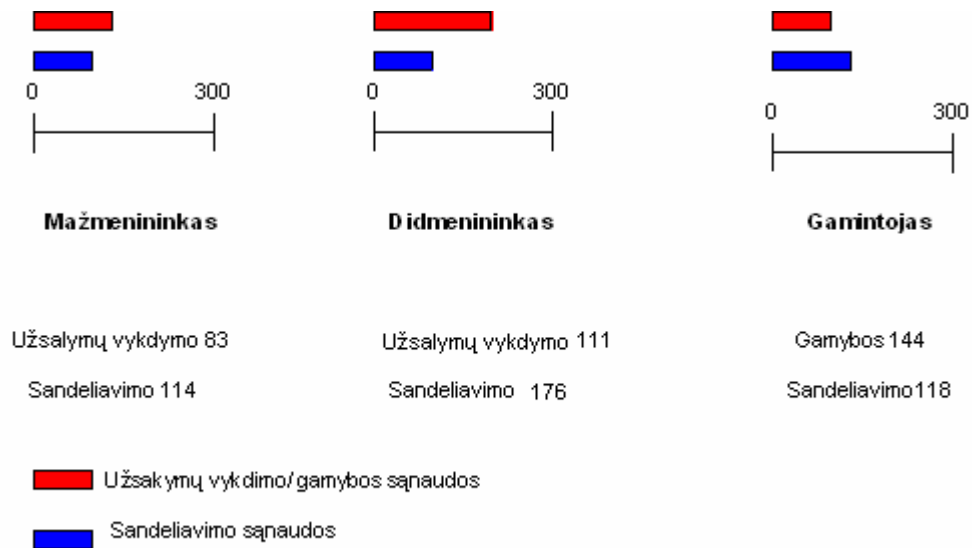
16 pav. Tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio suvestinė ciklo metu

Tyrimo metu buvo nustatytas galutinio produkcijos vartotojo vidutinis užsakymų įvykdymo laikas. Vidutinė užsakymų įvykdymo trukmė yra lygi 0,029 dienos (17 pav.).



17 pav. Užsakymų įvykdymo vidutinis laukimo laikas

Imitacinio modeliavimo metu buvo nustatytos, visų tiekimo grandinės dalyvių vidutinės dienos sąnaudos (18 pav.).



18 pav. Vidutinės tiekimo grandinės dalyvių vienos dienos sąnaudos

Buvo atlikta dešimt identiškų imitacinio modeliavimo bandymų. Jų metu gauti rezultatai beveik nesiskyrė (4 lentelė). Remiantis gautais duomenimis galima teigti, jog kiekviena iš atliktų bandymų yra teisingas ir nuokryptai yra labai maži.

4 lentelė. Imitacinių bandymų rezultatų suvestinė

Nr.	Mažmenininkas (S, s)	Didmenininkas (S, s)	Gamintojas (S, s)	Kliento užsakymo vykdymo laikas (dienomis)	Tiekimo grandinės vidutinės dienos valdymo sąnaudos
1	101; 159	101; 159	101; 159	0	760
2	101; 159	101; 159	101; 159	1,35E-02	748
3	101; 159	101; 159	101; 159	2,18E-01	758
4	101; 159	101; 159	101; 159	3,25E-01	750
5	101; 159	101; 159	101; 159	0	754
6	101; 159	101; 159	101; 159	2,03E-01	756
7	101; 159	101; 159	101; 159	0	758
8	101; 159	101; 159	101; 159	0	751
9	101; 159	101; 159	101; 159	6,50E-03	756
10	101; 159	101; 159	101; 159	0	755

7.6 Paprastos tiekimo grandinės imitacinio modeliavimo metu gautų rezultatų analizė

Šiame poskyryje yra pateikiama imitacinio modeliavimo metu gautų duomenų analizė.

Paskutinę imitacinio modeliavimo ciklo dieną buvo gauti šie duomenys:

1. optimalų atsargų kiekį valdė produkcijos gamintojas;
2. didmenininkas susidūrė su produkcijos trūkumu;
3. mažmenininko atsargų lygis patenkino buvusią paklausą, tačiau nebuvo optimalus;
4. didmenininkas buvo užsisakęs papildomą kiekį produkcijos, kuri paskutinę ciklo dieną buvo transportuojama.

Ištyrus visų tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio dinamiką, buvo gauti šie duomenys:

1. modeliuojamo ciklo metu gamintojas nesusidūrė su atsargų lygio svyravimais;
2. mažmenininko atsargų lygio svyravimai buvo patys didžiausi;
3. didmenininko atsargų lygis ciklo metu svyravo, tačiau svyravimai buvo mažesni nei mažmenininko.

Ištyrus galutinio vartotojo vidutinę užsakymo įvykdymo trukmę, buvo gauti šie duomenys:

1. vidutinė užsakymų įvykdymo trukmė buvo $3,254 \cdot 10^{-4}$;
2. penkių iš dešimties bandymų užsakymo įvykdymo trukmė buvo lygi 0.

Ištyrus mažmenininko tiekimo grandinės valdymo sąnaudų struktūrą, buvo gauti šie duomenys:

1. vidutinės užsakymų įvykdymo/administravimo sąnaudos sudarė 83 sutartinius piniginius vienetų, arba 42,3 % visų mažmenininko tiekimo grandinės valdymo sąnaudų;
2. vidutinės sandėliavimo sąnaudos sudarė 114 sutartinių piniginių vienetų, arba 57,7 % visų mažmenininko tiekimo grandinės valdymo sąnaudų;
3. Mažmenininko vidutinės tiekimo grandinės valdymo sąnaudos buvo pačios mažiausios.

Ištyrus didmenininko tiekimo grandinės valdymo sąnaudų struktūrą, buvo gauti šie duomenys:

1. vidutinės užsakymų įvykdymo/administravimo sąnaudos sudarė 111 sutartinių piniginių vienetų, arba 40,5 % visų didmenininko tiekimo grandinės valdymo sąnaudų;
2. vidutinės sandėliavimo sąnaudos sudarė 176 sutartinius piniginius vienetus, arba 60,5 % visų didmenininko tiekimo grandinės valdymo sąnaudų;
3. didmenininko vidutinės tiekimo grandinės valdymo sąnaudos buvo pačios didžiausios.

Ištyrus gamintojo tiekimo grandinės valdymo sąnaudų struktūrą, buvo gauti šie duomenys:

1. vidutinės gamybos sąnaudos sudarė 144 sutartinius piniginius vienetus, arba 54 % visų tiekimo grandinės valdymo sąnaudų;
2. sandėliavimo sąnaudos sudarė 118 sutartinių piniginių vienetų, arba 46 % visų tiekimo grandinės valdymo sąnaudų.

Nustačius visos tiekimo grandinės valdymo sąnaudas, buvo gauti šie duomenys:

1. bendros vidutinės tiekimo grandinės sąnaudos vienai dienai sudarė 755 sutartinius piniginius vienetus;
2. geriausios vienos dienos visos tiekimo grandinės sąnaudos buvo lygios 652 sutartiniams piniginiams vienetais.

8. OPTIMALIOS TIEKIMO GRANDINĖS IMITACINIS MODELIAVIMAS

Imitacinio modeliavimo programa „AnyLogic Advance“ [34] sukurtas optimalios tiekimo grandinės modelis. Optimalios tiekimo grandinės modeliavimo metu naudotos ribojančios sąlygos išliko tokios pat, kaip ir prieš tai modeliuojant paprastoje tiekimo grandinėje su tam tikrais pakitimais:

1. tyrimų metu nebus naudojamas paklausos prognozavimo būdas, paremtas tik istoriniais pardavimų duomenimis;
2. informacinis srautas tarp tiekimo grandinės dalyvių yra nepertraukiamas.

Šie pakitimai yra taikomi norint tinkamai įvertinti mokslinėje literatūroje siūlomų neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumą.

8.1. Optimalios tiekimo grandinės modeliavimo tikslai

Optimalios tiekimo grandinės modeliavimo tikslai:

- nustatyti optimalų atsargų valdymo metodą;
- nustatyti visos tiekimo grandinės dalyvių vienos dienos mažiausias optimalias sąnaudas;
- nustatyti visų tiekimo grandinės dalyvių optimalias vidutines sąnaudas;
- ištirti užsakymų įvykdymo trukmę;
- nustatyti tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio kaitos dinamiką viso modeliuojamo ciklo metu.

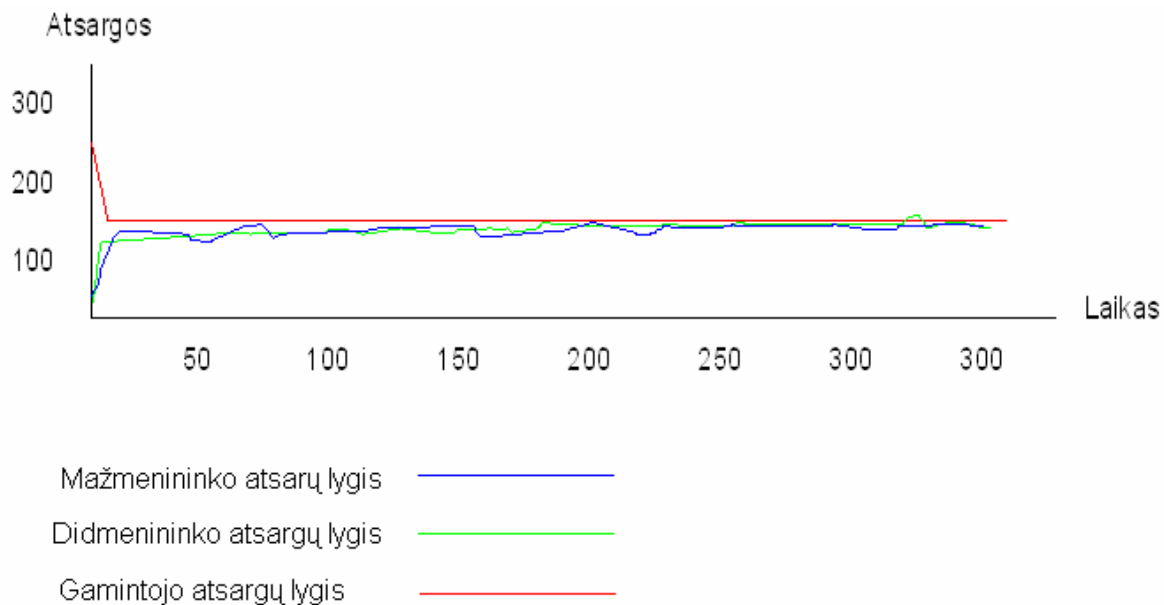
8.2 Optimalios tiekimo grandinės modeliavimo rezultatai

Optimalios tiekimo grandinės imitacinio modeliavimo metu buvo gauti kiekvieno atskiros tiekimo grandinės dalyvio produkcijos atsargų lygiai paskutinę 365 dieną (19 pav.).



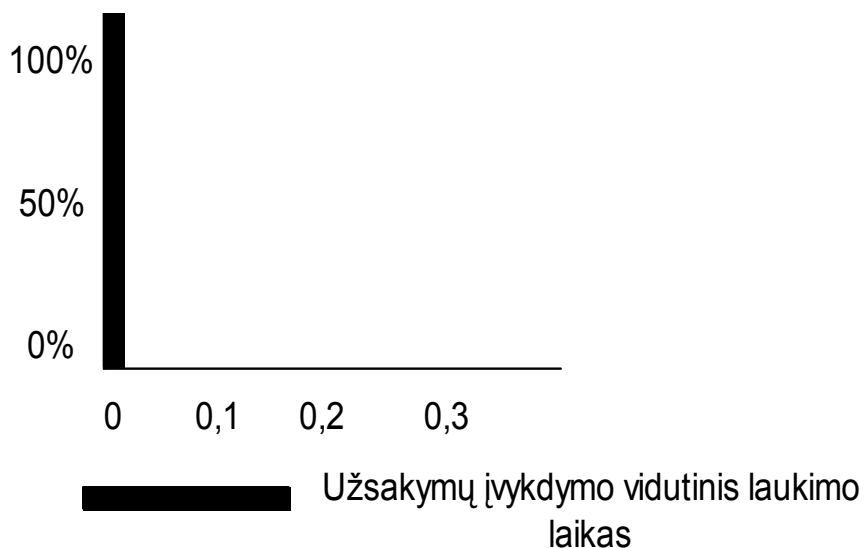
19 pav. Atsargų lygis paskutinę optimalios tiekimo grandinės imitacinio modeliavimo dieną

Optimalios tiekimo grandinės tyrimo metu buvo gautas viso 365 dienų ciklo atsargų lygio kaitos dinamikos suvestinė (20 pav.).



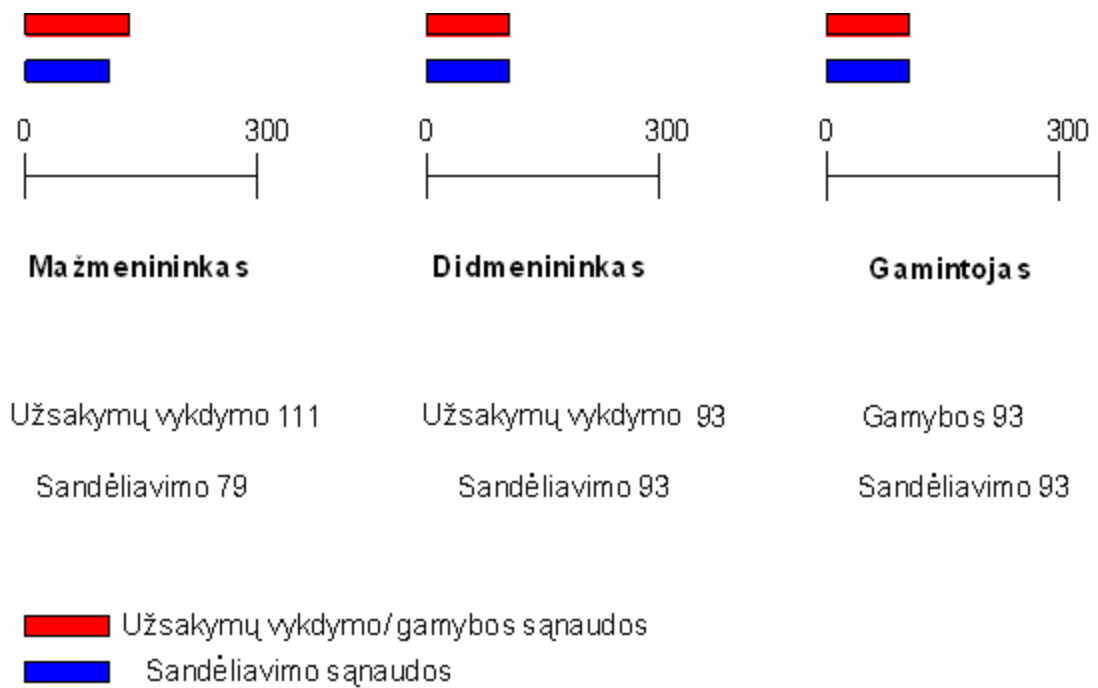
20 pav. Tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio suvestinė viso modeliavimo ciklo metu

Optimalios tiekimo grandinės tyrimo metu buvo nustatytas galutinio produkcijos vartotojo vidutinis užsakymų įvykdymo laikas. Pagal tyrimo metu gautus rezultatus nustatyta, kad modeliuotos optimalios tiekimo grandinės vidutinė užsakymų įvykdymo trukmė yra lygi 0,019 dienos (21 pav.).



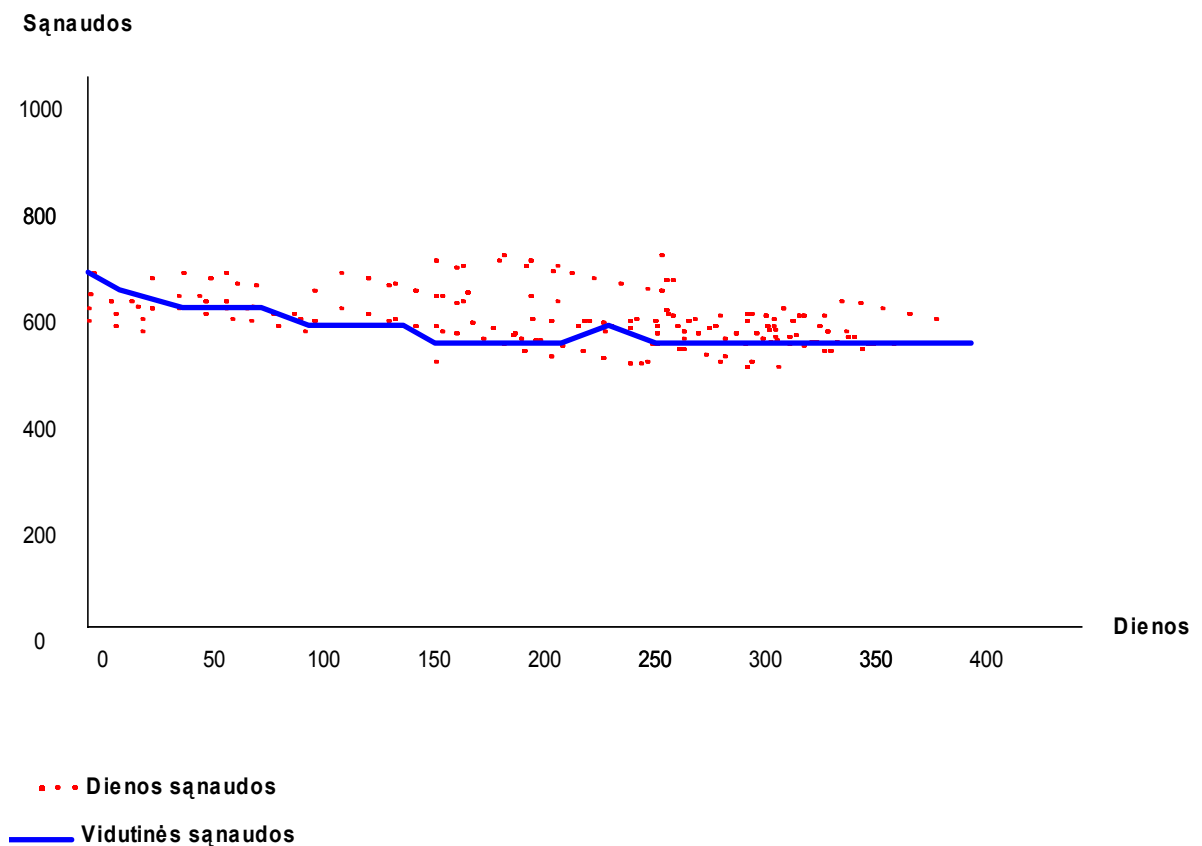
21 pav. Užsakymų įvykdymo vidutinis laukimo laikas

Imitacinio modeliavimo metu buvo nustatytos vidutinės vienos dienos tiekimo grandinės dalyvių valdymo sąnaudos (22 pav.).



22 pav. Tiekimo grandinės dalyvių vidutinės sąnaudos optimalioje tiekimo grandinėje

Tyrimo metu buvo nustatytos tiekimo grandinės vidutinės vienos dienos valdymo sąnaudos (23 pav.).



23 pav. Optimalios tiekimo grandinės sąnaudų pasiskirstymas ciklo metu

8.3. Optimalios tiekimo grandinės modeliavimo metu gautų rezultatų analizė

Šiame poskyryje yra pateikiama imitacinio modeliavimo metu gautų rezultatų analizė.

Paskutinę imitacinio modeliavimo dieną tirtų tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygiai:

- gamintojo atsargų lygis buvo optimalus;
- didmenininkas susidūrė su nežymiu produkcijos trūkumu;
- mažmenininko atsargų lygis buvo optimalus;
- tiekimo grandinės dalyviai tinkamai įvertino buvusią paklausą.

Ištyrus visų tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio dinamiką viso modeliuojamo ciklo metu buvo gauti šie duomenys:

- tirtu laikotarpiu metu produkcijos gamintojas nesusidūrė su atsargų lygio ir paklausos svyravimais;
- mažmenininko atsargų lygio svyravimai buvo patys didžiausi visoje tiekimo grandinėje;
- mažmenininko paklausos lygio svyravimai buvo patys didžiausi visoje tiekimo grandinėje;
- didmenininko atsargų lygis ir galutinės produkcijos paklausos svyravimai buvo mažesni nei mažmenininko.

Ištyrus galutinio vartotojo vidutinę užsakymų įvykdymo trukmę, buvo gauti šie duomenys:

- vidutinė užsakymų įvykdymo trukmė buvo lygi 0,019 dienos;
- šešių iš dešimties atliktų bandymų užsakymų įvykdymo trukmė buvo lygi 0 dienos.

Optimalūs mažmenininko atsargų lygio ir būsimo užsakymo didmenininkui dydžiai:

- optimalus atsargų lygis sandėlyje dydis yra 111;
- optimalus būsimo užsakymo didmenininkui dydis yra 79.

Optimalūs didmenininko atsargų lygio ir būsimu užsakymo gamintojui dydžiai:

- optimalus atsargų lygis sandėlyje yra lygus 93;
- optimalus užsakymo formavimo dydis yra 93.

Galutinės produkcijos gamintojo optimalaus atsargų lygio ir užsakymų formavimo dydžiai:

- optimalus atsargų lygis sandėlyje yra lygus 93;
- optimalus užsakymo/gamybos dydis yra 93.

Ištirus mažmenininko tiekimo grandinės valdymo sąnaudų struktūrą, buvo gautos šios reikšmės:

- vidutinės užsakymų įvykdymo/administravimo sąnaudos sudarė 111 sutartinių piniginių vienetų arba 56,6 % visų tiekimo grandinės valdymo sąnaudų;
- vidutinės sandėliavimo sąnaudos sudarė 79 sutartinius piniginius vienetus arba 43,4 % visų tiekimo grandinės valdymo sąnaudų;
- mažmenininko tiekimo grandinės valdymo sąnaudos buvo pačios didžiausios.

Ištirus didmenininko tiekimo grandinės valdymo sąnaudų struktūrą, buvo gauti šie dydžiai:

- vidutinės užsakymų įvykdymo/administravimo sąnaudos sudarė 93 sutartinius piniginius vienetus arba 50 % visų tiekimo grandinės valdymo sąnaudų;
- vidutinės sandėliavimo sąnaudos sudarė 93 sutartinius piniginius vienetus arba 50 % visų tiekimo grandinės valdymo sąnaudų.

Ištirus gamintojo tiekimo grandinės valdymo sąnaudų struktūrą, buvo gauti šie duomenys:

- vidutinės gamybos sąnaudos sudarė 93 sutartinius piniginius vienetus arba 50 % visų tiekimo grandinės valdymo sąnaudų;
- vidutinės sandėliavimo sąnaudos sudarė 93 sutartinius piniginius vienetus arba 50 % visų tiekimo grandinės valdymo sąnaudų.

Visos tiekimo grandinės valdymo sąnaudos optimalioje tiekimo grandinėje:

- vidutinės vienos dienos tiekimo grandinės valdymo sąnaudos sudarė 562 sutartinius piniginius vienetus;
- tyrimo ciklo metu gautos mažiausios tiekimo grandinės sąnaudos buvo lygios 487 sutartiniams piniginiams vienetais.

9. PAPRASTOS IR OPTIMALIOS TIEKIMO GRANDINĖS EFEKTYVUMO PALYGINIMAS

Šiame skyriuje palyginami dviejų atskirų imitacinio modeliavimo tyrimo metu gauti duomenys. Norinti patvirtinti ar paneigti mokslinėje literatūroje pateiktą neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumą.

Jeigu optimalios tiekimo grandinės imitacinio modeliavimo metu buvo gautos geresnės reikšmės, tai galima teigti, kad siūlomos efekto mažinimo priemonės gali būti naudojamos tiekimo grandinės efektyvumui gerinti.

9.1 Paskutinę imitacinio modeliavimo dieną buvusio atsargų lygio palyginimas

Tyrimo metu buvo ištirti atsargų lygiai paskutinę 365 ciklo dieną. Palyginus tyrimo metu gautus duomenys galima teigti, kad:

- optimalios tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygiai buvo optimalesni;
- optimalios tiekimo grandinės dalyviai tinkamai įvertino buvusią paklausą;
- paprastos tiekimo grandinės dalyviai negalėjo tinkamai patenkinti buvusios paklausos.

Tinkamas ir efektyvus atsargų valdymas padeda sumažinti neapibrėžtumo efekto įtaką bei visos tiekimo grandinės valdymo sąnaudas.

9.2 Atsargų lygio ir paklausos svyravimų palyginimas

Tyrimo metu buvo ištirti optimalios ir paprastos tiekimo grandinių atsargų lygio ir paklausos svyravimai. Palyginus gautus rezultatus galima daryti šias išvadas:

- galutinės produkcijos gamintojo atsargų lygiai nekito abiejų tyrimų metu (tai susiję su tyrimo pradžioje pateiktomis ribojančiomis sąlygomis). Analizuojant sudėtingesnės

struktūros tiekimo grandinės, gamintojas susidurtų su atsargų lygio ir paklausos svyravimais. Šie svyravimai turėtų neigiamos įtakos visos tiekimo grandinės efektyviam darbui;

- mažmenininko paklausos ir atsargų lygio svyravimai buvo patys didžiausi abiejų tyrimų metu. Optimalioje tiekimo grandinėje svyravimai buvo mažesni, lyginant su paprasta tiekimo grandine;
- didmenininko atsargų lygio ir paklausos svyravimai buvo mažesni, taikant optimalios tiekimo grandinės modelį.

Palyginus abiejų tyrimų metu gautus duomenis, galima teigti, kad optimali tiekimo grandinė veikė efektyviau ir susidūrė su mažesniais svyravimais. Sumažėja sandėlio lygio ir atsargų svyravimai atskirose tiekimo grandinės dalyse, turi dideles įtakos neapibrėžtumo efekto mažėjimui.

9.3. Galutinio produkcijos vartotojo vidutinio užsakymų įvykdymo laiko palyginimas

Imitacinio modeliavimo metu buvo nustatytas abiejų lyginamų tiekimo grandinių vidutinis galutinio vartotojo užsakymų įvykdymo laikas. Buvo gauti šie duomenys:

- optimalios tiekimo grandinės užsakymų įvykdymo laikas buvo nežymiai trumpesnis;
- beveik identiškas užsakymų įvykdymo laikas atsirado dėl tiekimo grandinės ribojančių sąlygų;
- abiejų tiriamų tiekimo grandinių galutinių vartotojų užsakymai buvo įvykdomi operatyviai.

Užsakymų įvykdymo laiko nežymus sumažėjimas tirtose tiekimo grandinėse didelės įtakos neapibrėžtumo efekto sumažėjimui neturėjo. Analizuojant sudėtingos struktūros tiekimo grandines bei tiekimo grandines, kurių dalyviai yra fiziškai nutolę vieni nuo kitų, efektyvus ir greitas klientų užsakymų įvykdymas yra viena iš pagrindinių prielaidų, užtikrinančių efektyvų tiekimo grandinės darbą.

9.4 Tiekimo grandinės dalyvių patirtų sąnaudų palyginimas

Vienas svarbiausių tyrimo tikslų — nustatyti atskirų tiekimo grandinės dalyvių valdymo sąnaudas. Lyginant tiekimo grandinės dalyvių sąnaudas galima nustatyti tiekimo grandinių valdymo efektyvumą. Atlikus gautų duomenų palyginimą, nustatyta, kad:

- optimalios tiekimo grandinės mažmenininko sąnaudos yra 4,5 % mažesnės, lyginant jas su mažmenininko sąnaudomis paprastoje tiekimo grandinėje;
- didmenininko sąnaudos optimalioje tiekimo grandinėje buvo 35,2 % mažesnės, lyginant jas su didmenininko sąnaudomis paprastoje tiekimo grandinėje;
- galutinės produkcijos gamintojo sąnaudos optimalioje tiekimo grandinėje buvo 4,5 % mažesnės, lyginant su gamintojo sąnaudomis paprastoje tiekimo grandinėje.

Palyginus gautus duomenys, galima teigti, kad optimalios tiekimo grandinės dalyvių sąnaudos buvo mažesnės. Optimalios grandinės dalyvių veikla buvo gerokai efektyvesnė ir panaudotos priemonės turėjo įtakos neapibrėžtumo efekto sumažėjimui. Nors ribojančios sąlygos abiejų tyrimų metu buvo identiškos.

9.5 Visos tiekimo grandinės sąnaudų palyginimas

Ištyrus optimalios ir paprastos tiekimo grandinių sąnaudas paaiškėjo, kad:

- vidutinės optimalios tiekimo grandinės valdymo sąnaudos buvo 22,9 % mažesnės, palyginus jas su paprastos tiekimo grandinės sąnaudomis;
- geriausios gautos minimalios optimalios tiekimo grandinės sąnaudos buvo 25,3 % mažesnės palyginus su paprastos tiekimo grandinės minimaliomis sąnaudomis.

Darbo tikslas buvo įvertinti panaudotų neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumą. Vienas iš labiausiai tinkamų būdų tai pagrįsti yra įvertinti visos tiekimo grandinės valdymo sąnaudas. Optimalios tiekimo grandinės sąnaudos buvo apie 20 % mažesnės.

9.6 Tyrimų metu gautų rezultatų apžvalga

Tirtos tiekimo grandinės buvo lyginamos pagal penkis kriterijais. Keturių iš penkių kriterijų optimalios tiekimo grandinės rezultatai buvo geresni, o vienam iš lyginamų kriterijų jie buvo beveik identiški. Išanalizavus tyrimo rezultatus, galima teigti, kad siūlomos mokslinėje literatūroje neapibrėžtumo efektą mažinančios priemonės yra efektyvios.

IŠVADOS

Išnagrinėjus neapibrėžtumo efekto sampratą, atsiradimo priežastis ir galimus sprendimo būdus, galima padaryti tokias išvadas ir pateikti šiuos pasiūlymus:

1. Neapibrėžtumo efekto įtaką tiekimo grandinėms yra sunku įvertinti kiekybiniais rodikliais, dažniausiai yra naudojamos empirinės reikšmės. Egzistuoja nemažai mokslinių straipsnių, tiriančių neapibrėžtumo efektą, tačiau tik dabar pradedama ne tik pateikti šio efekto egzistavimo įrodymus, bet pateikiami ir „rimbo“ efekto mažinimo būdai. Be to, daugėja efekto modeliavimo pavyzdžių, parodančių tam tikrų priemonių taikymo efektyvumą konkrečioje sumodeliuotoje tiekimo grandinėje ar situacijoje.
2. Yra išskiriamos penkios pagrindinės neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastys: paklausos prognozavimas, užsakymas partijomis, kainų svyravimas, įmonių aprūpinimo politika prekių stygiaus atveju ir žmonių elgesys.
3. Nėra vieno tikslaus metodo, galinčio išspręsti visas tiekimo grandinės valdymo problemas ir tuo pačiu sumažinti neapibrėžtumo efektą. Reikalinga kompleksinių priemonių paieška.
4. Neįmanoma visiškai eliminuoti neapibrėžtumo efekto tiekimo grandinėje. Įvairios neapibrėžtumą mažinančios priemonės leis tik iš dalies sumažinti efekto įtaką iki tam tikro neapibrėžto lygio. Neapibrėžtumo efekto galimų sprendimų paieškai turi būti sutelktas visų tiekimo grandinėje esančių įmonių dėmesys. Priemonių paieška ir jų panaudojimas tiekimo grandinėje nėra tik logistikos specialistų prerogatyva, į šį procesą turi įsitraukti marketingo, finansų, vadybos ir kitų sričių įmonėse dirbantys specialistai.
5. El. verslas ir su juo susijusios informacinės technologijos (IT) bei sistemos (IS) leidžia sumažinti neapibrėžtumo efektą tiekimo grandinėse. Visų pirma su el. verslu yra susijęs įvairių užsakymo, resursų planavimo, prognozavimo ir kitų sistemų panaudojimas. Šios sistemos leidžia efektyviai panaudoti darbe analizuotas ir kitas neapibrėžtumo efekto mažinimo priemones. Kai kurios priemonės iš viso negali būti įdiegtos be IT panaudojimo. Antra, el. verslas leidžia sutrumpinti pačią tiekimo grandinę (panaikinant kai kuriuos tarpinius prekių paskirstymo dalyvius) ir tokiu būdu sumažina neapibrėžtumo efektą.
6. Įmonės, dirbančios vienoje tiekimo grandinėje, privalo dalytis tarpusavyje informacija, susijusia su realizuojamu produktu, sandėlio lygiu, paklausos prognozėmis ir

transportuojama produkcija. Informacijos srautas turi būti standartizuotas, visiems suprantamas ir nepertraukiamas.

7. Darbe yra pateikiamas neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumo tyrimas. Tyrimo metu buvo nustatyta, kad mokslinėje literatūroje aprašomos neapibrėžtumo efektą mažinančios priemonės yra veiksmingos.
8. Darbe pateikti pasiūlymai, mažinantys neapibrėžtumo efektą, yra pirminio pobūdžio. Tęsiant neapibrėžtumo efekto tiekimo grandinėse analizę, autorius siūlo išanalizuoti kitų parametrų įtaką neapibrėžtumo efektui ir jų mažinimo priemonių efektyvumą. Siūloma analizuoti kitas neapibrėžtumo efekto mažinimo priemones bei jų efektyvumą sudėtingesnės struktūros tiekimo grandinėse.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Chen F., Drezner Z., Ryan J., Simchi — Levi D. The Impact of Exponential Smoothing Forecasts on the Bullwhip Effect. *Naval Research Logistics*, Vol. 47, 2000, p. 269-286
2. Forrester J. W. Industrial Dynamics: a major breakthrough for decision makers. *Harvard Business Review*, Vol. 36, Issue 4, 1958, p.37-66.
3. Kaminskas A. Optimalios tiekimo grandinės vaidmuo bendrame logistikos procese. *Organizacijų vadyba: sisteminiai tyrimai*, 1999, nr. 9, p. 15-24.
4. Stermann J. D. Modeling managerial behaviour: misperceptions of feedback in a dynamic decision making experiment. Working paper, Sloan School of Management, Massachusetts Institute of Technology, 1987.
5. Caplin A. S. The variability of aggregate demand with (S, s) inventory policies. *Econometrica*, 53, 6, 1985, p. 1395-1407.
6. Veinott A. F., Wagner H. M. Computing optimal (s, S) inventory policies. *Management Science*, 11, 1965, p. 525-552.
7. Ehrhardh R. The power approximation for computing (s, S) inventory policies. *Management Science*, 25, 8, 1979, p. 777-786.
8. Iglehart D. L. Optimality of (s, S) policies in infinite horizon dynamic inventory problem. *Management Science*, Vol. 9, Issue 2, 1963, p. 259-267.
9. Enoke Bazsa Optimal Continuous Order Quantity (s, S) policies, Tinbergen institute Discussion Paper, 2001, p. 2-25.
10. David Hakanson. Using Collaboration to Improve Supply Chain Profitability,. Abstract University of Missouri 2002, p. 7.
11. Wadhwa S., John J., Gandhi A. Managing Innovation in e-Business Based Supply Chain Structures: Role of Demo Models. *Studies in Informatics and Control*, Vol. 11, No. 3, 2002, p. 217-231.
12. Chen F., Drezner Z., Ryan J., Simchi-Levi D. Quantifying the Bullwhip Effect in a Simple Supply Chain: The Impact of Forecasting, Lead times and Information. *Management Science*, Vol. 46, 2000, p. 436-443.
13. Moynzadeh K. A multi-echelon inventory system with information Exchange. Working Paper, School of Business, University of Washington. Seattle, 1999
14. Lee H., Tang C. Variability reduction through operations reversal. *Management Science*, 44, 2, 1998, p. 162-172.

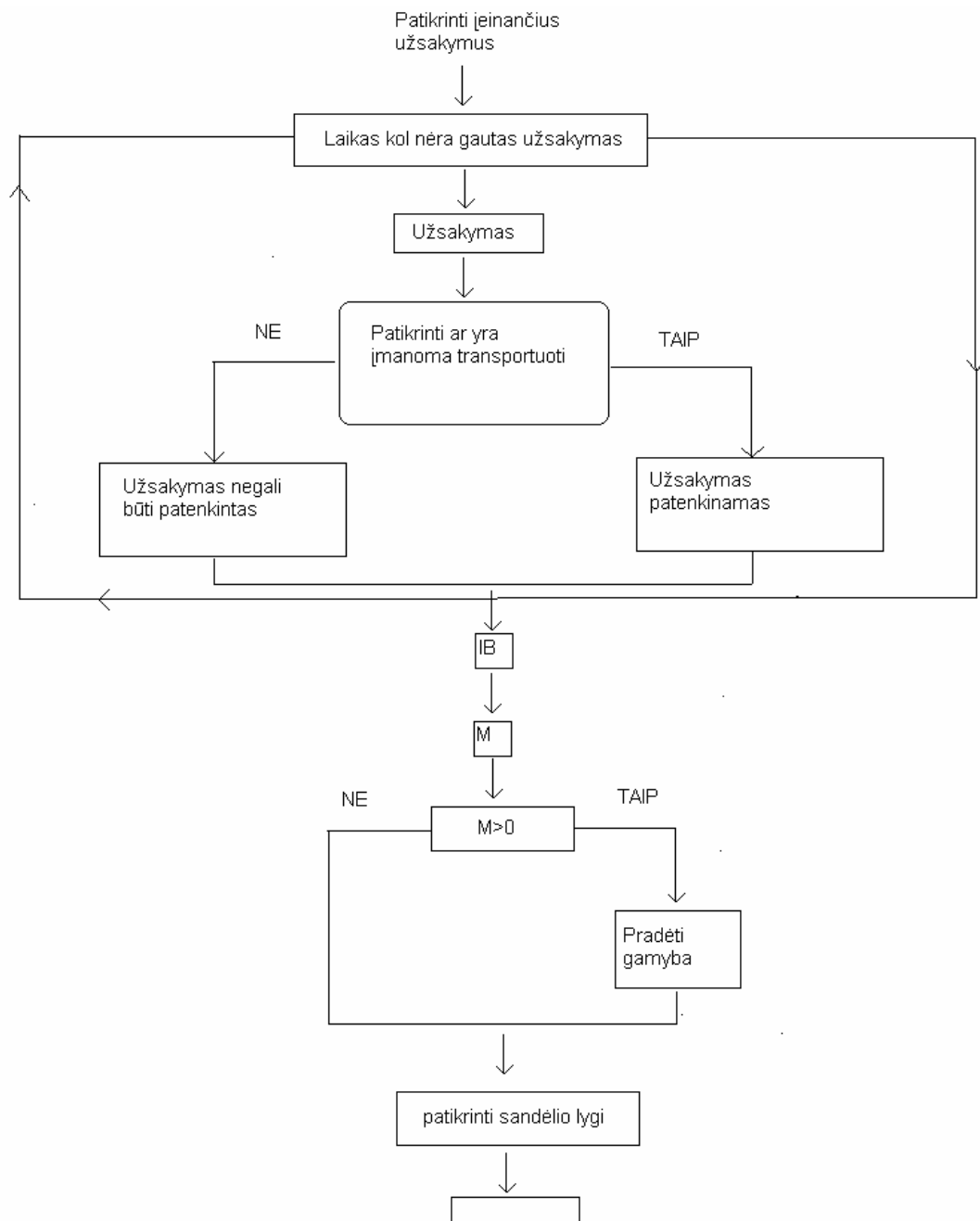
15. Cachon G. P., Fisher M. Supply Chain Inventory Management and the value of Shared Information. *Management Science*, Vol. 46, 2000, p. 1032-1048.
16. Gavirneni S., Kapuscinski R., Tayur S. Value of Information in Capacitated Supply Chains. *Management Science*, Vol. 45, 1999, p. 16-24.
17. Hau L. Lee., V. Padmanabhan., Seungjin Whang The Bullhip Effect in Supply Chains, *Slaona Management Review/Spring*, 1997, p. 93-102.
18. Hau L. Lee., V. Padmanabhan., Seungjin Whang The Bullhip Effect in Supply Chains, *Slaona Management Review/Spring*, 1997, p. 93-102..
19. Moyaux. T. Design, simulation and analysis of collaborative strategies in multi-agent systems: the case of supply chain management. Ph.D thesis, University Laval, 2004.
20. Vorst J. van der. Effective Food Supply Chains: Generating, Modelling and Evaluating Supply Chain Scenarios. PhD thesis, Wageningen University, 2000
21. Keskinocak P., Tayur S. Quantitative Analysis for Internet-Enabled Supply Chains. *Interfaces*, Vol. 31, No. 2, 2001, p. 70-89.
22. Marko Jakšic (corresponding author), Borut Rusjan. Analysis of the Bullwhip Effect in Supply Chains Using the Transfer Function Method, Ljublin, 2000
23. Lee H., Billington C. Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities. *Sloan Management Review*, Vol. 33, No. 3, 1992, p. 65-73.
24. Nienhaus J., Ziegenbein A., Duijts C. How Human Behaviour amplifies the Bullwhip Effect– A Study based on the Beer Distribution Game online. In *Proceedings of the 7th International Workshop of the IFIP WG 5.7 on Experimental Interactive Learning in Industrial Management*, Aalborg (Denmark), 2003.03.22–24.
25. Ronald H. Ballou. *Business Logistics/Supply Chain Management*. New Jersey: Pearson Education, 2000, p. 287
26. J. M. Smith. *Logistics and the Out-bound Supply chain*. Londonas: Pentot Press an imprint of Kogan Page Ltd, 2002. 99 p.].
27. Lee H., Billington C. Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities. *Sloan Management Review*, Vol. 33, No. 3, 1992, p. 65-73.
28. Internetas. <http://www.google.lt>.
29. Internetas. <http://www.beergame.lim.ethz.ch>.
30. Internetas. <http://www.forac.ulaval.ca/woodsupplygambe/aidejeubois/EN/indexEN.htm>
31. Internetas. www.economist.com
32. Internetas. <http://www.bts.gov/>

33. Internetas. www.hp.com
34. Internetas. www.anylogic.com

PRIEDAI

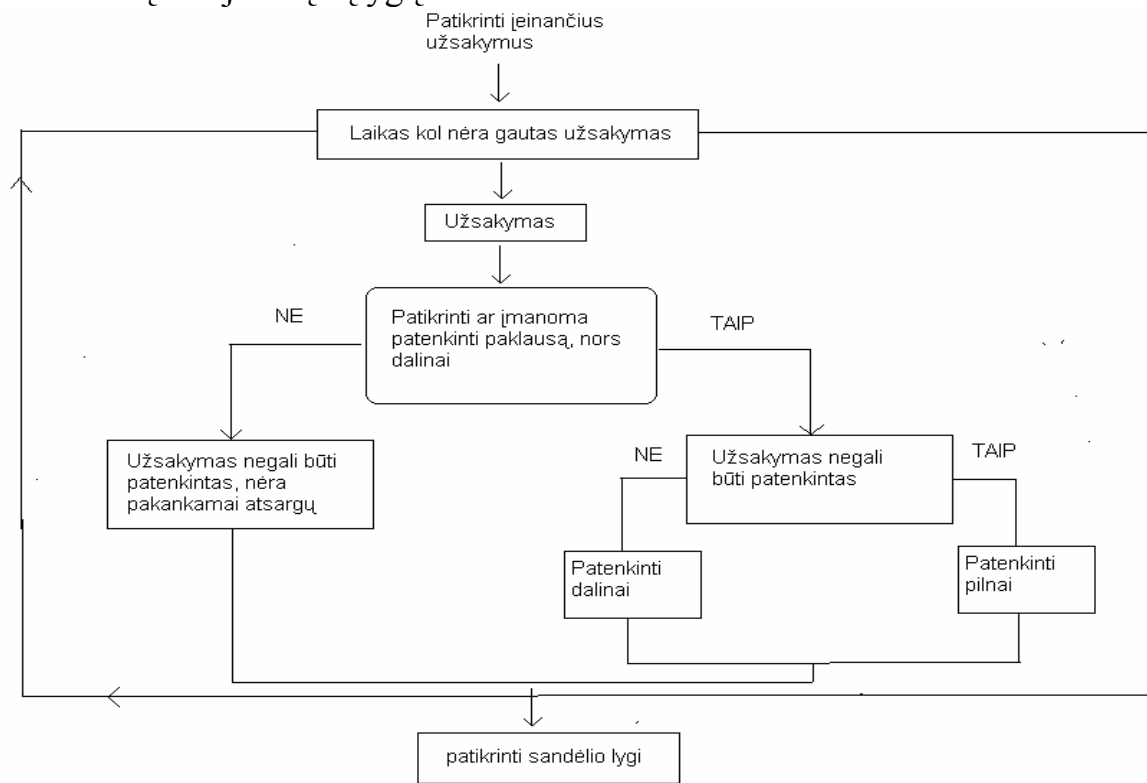
1. Priedas

Gamintojo ribojančių sąlygų struktūrinė schema

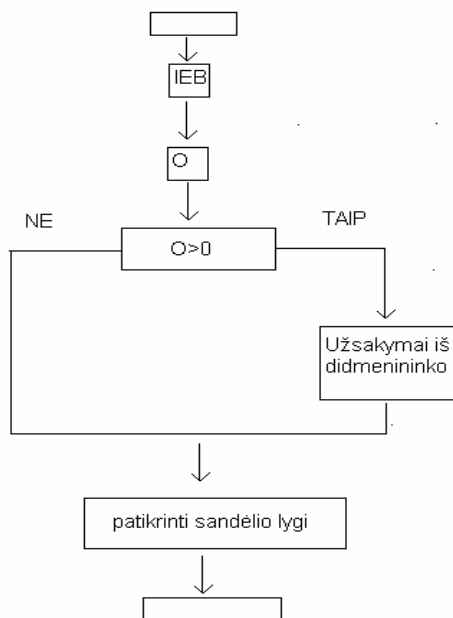


2. Priedas

Mažmenininką ribojančių sąlygų struktūrinė schema

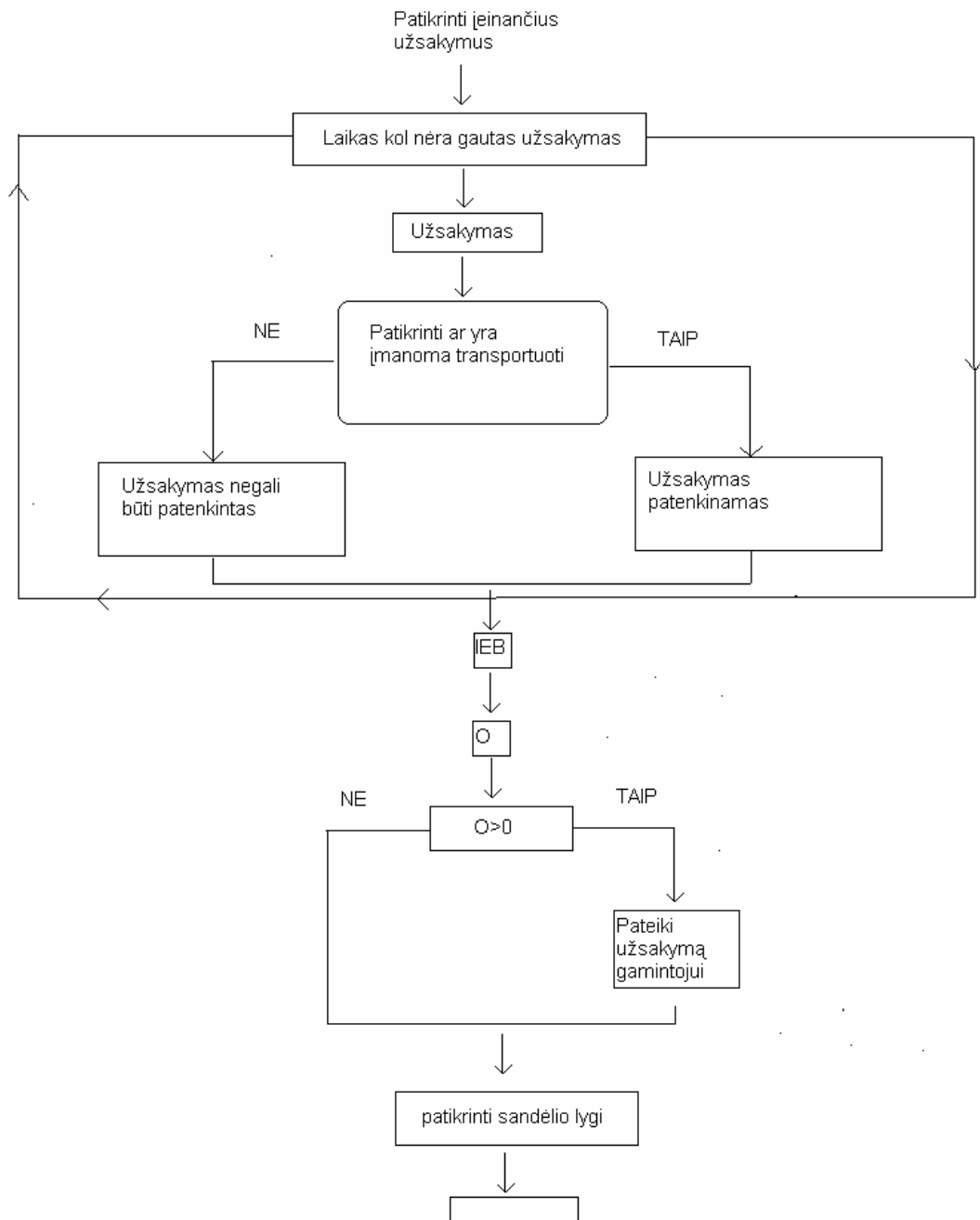


Didmenininkui pateiktų užsakymų struktūrinė schema



3. Priedas

Didmenininką ribojančių sąlygų struktūrinė schema



PRANEŠIMŲ MOKSLINĖSE KONFERENCIJOSE MEDŽIAGA

Aštuntoji Lietuvos jaunųjų mokslininkų konferencija
Lietuva be mokslo – Lietuva be ateities. TRANSPORTAS

2. Synek M. Výpočty v ekonomice a řízení průmyslového podniku SNTL/ALFA., Praha 1984.
3. Rábová Z., a kol. Modelování a simulace, VUT Brno 1992.
4. Walter J., Lauber J. Simulační modely ekonomických procesů, SNTL-Alfa, Praha-Bratislava 1975.
5. Unčovský L. Operační analýza v řízení podniků, Alfa, Bratislava, 1985.

KOKYBĖS SAMPRATA VISUOMENINIAME TRANSPORTE

Artūras KOROTKEVIČIUS

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto inžinerijos fakulteto Transporto vadybos katedros bakalaurantas

1. Įvadas

Prieš pradėdant analizuoti visuomeninio transporto kokybės sampratą, reikia išsiaiškinti kas t.y. viešojo transporto paslauga ir kokie faktoriai gali įtakoti paslaugos kokybę. Viešasis transportas yra daugiau nei reguliariai važiuojantis troleibusas (autobusas) gatvėje. T.y. yra įvairių paslaugų sistema, siekianti užtikrinti viešojo transporto paslaugos pirkėjų (keleivių) pasitenkinimą.

Keleivis tikisi kad viešojo transporto paslaugos tiekėjas suteiks visą reikiamą informaciją apie paslaugas ir maršrutus, transporto priemonę bus ergonomiška, greita, švari, saugi, ir užtikrinanti tinkama kokybės/kainos santykį.

2. Viešojo transporto tikslai

Viešasis transportas, norėdamas pritraukti kuo daugiau pirkėjų (keleivių), neturi likti priemonė, kuri tik perveža iš vieno taško į kitą. Transportas turėtų pademonstruoti sugebėjimą teikti išskirtines paslaugas, kurių pagrindiniai požymiai būtų kokybė ir novatoriškumas. Šiuo metu tai įprasmina naujų technologijų pažanga ir šiuolaikinės vadybos metodai.

Žinoma, viešasis transportas išaugotų tai, ką jau turi – greitį, saugumą, ir konkurencingą kainą. Be viso to, viešojo transporto tikslas yra teikti tokias paslaugas, kurios visiškai atitiktų kokybės lygį (švarą, keleivių aptarnavimą ir pan.).

Naujovių diegimo tikslas yra užtikrinti keleivių komfortą (pvz.: oro kondicionavimas, žemos autobusų grindinys pagerinantis žmonių įlipimo/išlipimo problemą). Naujovės padėta įprasminti plėtrą, naudojant naujus energijos šaltinius (vandenilis, dujos ir pan.) ar naujas technologijas ("hibrido" technologija ir pan.). Naujos IT ir ryšio technologijos taip pat turėtų prisidėti prie viešojo transporto vystymosi. Keleiviai pageidauja išsamesnės ir informacijos apie laukimo laiką, kėlionės trukmę ir pan.

316

Conference: *Lithuania without Science – Lithuania without Future. TRANSPORT*
Section 2: *Transport Management*

2-oji sekcija: *Transporto vadyba*
VG+U Transporto inžinerijos fakultetas, 2005-05-12

3. Kokybės samprata viešajame transporte

Prieš pradėdant analizuoti vartotojų poreikius, svarbu nevienareikšmiškai apibrėžti kokybę. Įvairiuose literatūros šaltiniuose kokybės sąvoka yra apibrėžiama įvairiai. Pavyzdžiui:

- santykis tarp, ką vartotojas gauna ir to, ko jis tikėjosi;
- kai vartotojų lūkesčiai patenkinami minimalia produkto kaina;
- net jei kokybės negalima apibrėžti, mes žinome kas tai yra.

4. Viešojo transporto kokybės kaina

Vartotojų poreikių tenkinimas viešojo transporto įmonėms ir patiems vartotojams kainuoja. Paslaugos kokybė yra viena. Kitas klausimas yra paslaugų kaina. Yra ryšys tarp paslaugų kokybės ir produktyvumo. Kokybiškas paslaugos kainuoja. Bet ne tik paslaugos kainą atspindi jos kokybę. Svarbu yra transporto įmonės darbo organizavimas, kontrolė ir pan. Paslaugos kaina nėra paslaugos kokybės/charakteristikos.

Aukštos kokybės ir aukštos kainos viešojo transporto paslauga vartotojo gali nesudominti. Dėl to neįmanoma įvertinti kokybės, neįtraukus paslaugos kainos. Jau praėjo tie laikai, kai vartotojai rinkosi tik pagal kainą. Jie lygina visų siūlomų paslaugų paketą ir konkurentų pasiūlymus. Tai ir sąlygoja keleivių suvokimą apie kokybę. Taip pat apima patį produktą ir jo kokybės kriterijus; iki pirkimo teikiama parama, pavyzdžiui užsakymų patogumą; tiksliai ir laiku įvykdytą paslaugą. Prasta paslaugų kokybė sukelia vartotojų nepasitenkinimą. Tyrimai parodė, kad vartotojai penkis kartus labiau linkę pereiti prie kitų produktų dėl aptarnavimo problemų, negu dėl kainos ar produktų kokybės. Be to, reikia daugiau išlaidų pritraukti naujų vartotojų, nei išlaikyti senus.

5. Viešojo transporto paslaugų kokybės ypatumai

Yra išskiriamos viešojo transporto paslaugų keturios pagrindinės charakteristikos:

- viešojo transporto paslaugų neapibrežiama charakteristika;
- trumpalaikė viešojo transporto paslaugų prigimtis;
- produkcijos ir sunaudojimas;
- heterogeniškumas.

Конференция: *Литва без науки – Литва без будущего. TRANSPORT*
Секция 2: *Организация перевозок и управление на транспорте*

317

6. Vartotojas – viešojo transporto dalis

Viešojo transporto įmonių aplinka yra įtakojama įvairių tendencijų ir pasikeitimų. Vartotojai dažnai pageidauja išreikšti savo požiūrį priimant sprendimus, kadangi tai teisiogiai įtakoja busimą paslaugą. Pasirinkdami transporto priemonę vartotojai įvertins ne tik faktorius, įtakojančius kokybę, bet atsižvelgs ir į pašalinius faktorius.

Tačiau toli gražu ne visi vartotojai vienodai suvokia kokybės lygmenį ir kokybės trūkumą. Todėl gan lengvai galima segmentuoti vartotojus. Viešojo transporto įmonės, turinčios komercinių tikslų, turi teikti paslaugas, optimaliai patenkinančias vartotojų grupių poreikius.

7. Pašaliniai faktoriai įtakojantys viešojo transporto paslaugų kokybę

Reikėtų nepamiršti ir pašalinių faktorių įtakojančių viešojo transporto kokybės rodiklius. Niekada nesumenkės žmogiškojo faktoriaus reikšmė teikiant paslaugas – informacijos suteikimas, priėmimas ir pan.

Vienas didžiausių konkurentų visuomeniniam transportui yra privatus transportas. Viešasis transportas sukelia problemų:

- ilgėja kelionės laikas ir privačiam, ir viešajam transportui;
- teršiamas oras;
- pablogėja eismo saugumas.

Intensyvus automobilių eismas sumažina viešojo transporto kokybę, ko pasekoje sumažėja jų greitis, ekonomiškumas ir patikimumas, o šie rodikliai yra svarbus klientams.

Platinant gatves ir didinant jų pralaidumą problema lieka išspręsta tik iš dalies. Jei, vietoje to, eismo problemas pradėtume spręsti atsigręždami į viešąjį transportą, šios paslaugos taptų geresnės.

8. Keleivių reikalavimų klasifikavimas

Tyrimas buvo atliktas Japonijoje. Apklausus keleivius išaiškėjo pagrindiniai keleivių reikalavimai:

- sėdimos vietos ir jų erdvumas;
- mažas susigrūdimas;
- oro kokybė ir temperatūra;
- patogiai pradedama važiuoti, sustojama;
- triukšmas, vibracija;
- gerai, patogiai vairuojama transporto priemonė;
- švara;

- apsauga nuo oro sąlygų.

Čia pateikiami tyrimo rezultatai, kurie buvo atlikti ES šalyse. Šio tyrimo tikslas buvo išsiaiškinti pačius svarbiausius ir mažiausius svarbius keleivių reikalavimus.

1.1 lentelė. Svarbiausi keleivių reikalavimai viešajam transportui

	Olandija	Prancūzija	Vokietija	Portugalija	Ispanija
Svarbiausi	Kaina	Keliavimo greitis	Kaina	Saugumas	Saugumas
Svarbus	Apsauga	Reguliarumas	Susisiekimas	Punktualumas	Apsauga
Maziausiai svarbus	Punktualumas	Punktualumas	Punktualumas	Dažnumas	Punktualumas

1.2 lentelė. Mažiausiai svarbus keleivių reikalavimai viešajam transportui

	Olandija	Prancūzija	Vokietija	Portugalija	Ispanija
Svarbiausi	Supažindinimas su paslaugomis	Biletų pardavimas	Info. kelionės metu	Pasiekiamumas	Info. prieš kelionę
Svarbus	Info. prieš kelionę	Info. kelionės metu	Susisiekimas	Punktualumas	Komfortas
Maziausiai svarbus	Biletų pardavimas	Info. prieš kelionę	Punktualumas	Info. prieš kelionę	Pasiekiamumas

9. Nusiskundimų valdymas

Nepaisant visų pastangų tenkinant vartotoją, pasitaiko nepatenkintų klientų. Nusiskundimai gali neigiamai paveikti įmonės veiklą, jei nebus efektyviai išspręsti. Tyrimais nustatyta, kad:

- įmonės neišgirsta 96 procentų savo nepatenkintų klientų nusiskundimų;
- pusė iš turėjusių nusiskundimų klientų vėl naudosis kompanijos paslaugomis, jei jų nusiskundimai buvo išspręsti (vakarų Europos duomenys).

Lietuvoje daugiausiai nusiskundimų gauta dėl nemalonaus vairotojų ir kontrolierių elgesio. Ši problema atsirado dėl nepakankamai gero įmonės vidaus valdymo ir sovietinio palikimo. Įmonės personalas nėra informuojamas kaip jie turėtų elgtis su klientais. Taip pat viešojo transporto įmonės darbuotojai nėra tinkamai ir išsamiai supažindinti su įmonės vidaus taisyklėmis, ir jų darbą reglamentuojančiais teisės aktais.

10. Išvados

Šio darbo tikslas buvo išanalizuoti kokybiško viešojo transporto sampratą ir vartotojų (keleivių) lūkesčius.

Visuomeninio transporto sistemos būklė netiesiogiai atspindi šalies ekonominę padėtį ir kultūros išsivystimo lygį. Gera ir patogi viešojo transporto sistema yra labai brangu finansškai, bet paslaugų kokybę įtakoja ne tik šis veiksnys. Tad Lietuvos viešojo transporto įmonės stokodamos resursų privalo žingsnis po žingsnio tobulėti ir vystytis.

Visuomeninio transporto įmonių viena aktualiausių problemų yra transporto priemonių parkas. Taip pat naujų naujų informacinių sistemo diegimas ir kas mano nuomone yra pagrindinė problema t.y. nepakankamas naujausių vadybinių modelių ir sprendimų taikymas visuomeninio transporto darbe.

Literatūra

1. "Sustainable Transport" The World Bank 1996.
2. "Viešasis Transportas". Jurkauskas A. Technologija: Kaunas, 2004.
3. „Keleivių vežimai“ monografija. Butkevičius J. Technika: Vilnius, 2002.
4. „Managing quality : the strategic and competitive edge“ David A. Garvin. 1988.
5. „Supply chain management : strategy, planning, and operation“ Sunil Chopra, Pete. 2001.
6. „Business economics : strategy and applications“ Mark Cook, Corri Farquharson. 1988.

CONCEPT OF QUALITY OF PUBLIC TRANSPORT

Artūras KOROTKEVIČIUS

Student, Department of Transport Management, Faculty of Transport Engineering, Vilnius Gediminas Technical University

Main purpose of this article is to determine notion of quality in public transport and define general ideas of it. Firstly discussion is going on definition of quality public transport and main idea of public transport services. Article includes comments about complains of service users, negative factors of public transports and opinion of public transport users (clients) minds about general understanding of quality in public transport.

GREITŲJŲ TRAUKINIŲ EISMO PROBLEMOS IR PLĖTRA

Jonas JONAITIS

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto inžinerijos fakulteto
Transporto vadybos katedros doktorantas

1. Įvadas

XXI a. transporto komunikacijos turi būti mažo energetinio imlumo, ekologiškos, komfortiškos, patikimos, demografiškai adekvačios. Tai, suprantama, liečia ir Lietuvos geležinkelius. Realizuojant greitųjų traukinių eismą pasaulyje išryškėjo dvi tendencijos: greitųjų traukinių eismas (141-200 km/h) ir supergreitųjų keleivinių traukinių eismas (>200 km/h). Paprastai greitųjų keleivinių traukinių eismas derinamas su krovinių traukinių eismu. Toks mišinys traukinių važiavimo grafikas įmanomas, rekonstruavus esamas (senas) geležinkelio linijas. Rekonstrukcija gali būti atliekama planinių kelių remontų metu, taip sutaupant dalį investicijų, skirtų greitiesiems traukiniams.

Supergreitųjų traukinių eismas realizuojamas rekonstruotose geležinkelio linijose, naudojant riedmenis su vertikaliai pasvyrančiais vagonais ir kitas priemones, taip pat naujai pastatytose magistralėse. Šiuo atveju reikia didelių investicijų, tačiau daugelis rodiklių būna geresni.

2. Užsienio šalių transporto politika

Dabartinis Lietuvos, kaip ir kitų Rytų bei Centrinės Europos valstybių, geležinkelių transporto sektorius techniniu, ekonominiu, technologiniu bei organizaciniu požiūriu tebėra gerokai atsilikęs nuo šiuolaikinių modernių tarpusavyje susijusių Vakarų ir Šiaurės Europos geležinkelių sistemų. Plėtojant ir reformuojant Lietuvos geležinkelių sistemą, tenkinant nacionalinius poreikius ir siekiant infrastruktūros ir riedmenų techninį lygį priartinti prie ES šalių standartų, jau vadovaujamosi bendraisiais Europos transporto plėtros tikslais ir gairėmis.

Pagrindinė greitųjų traukinių linijų paskirtis – sujungti atskirus regionus. Jos būna tarpregioninio ir tarptautinio susisiekimo. Greitųjų traukinių eismas užtikrina miestų hierarchiją. Susisiekimo tvarka taip pat įvairi: ritmiški rytiniai ir vakariniai reisai tarp didžiųjų ir vidutinio dydžio miestų, specialūs neplanuoti reisai darbo dienomis, reisai su visais sustojimais ir t.t.

Ne tik Europoje, bet ir visame pasaulyje pasiektas dabartinis ekonomikos plėtros lygis daugiausia susijęs su labai sparčių autotransporto paslaugų augimu. Sėkmingai plėtojamos ir kai kurios kitos transporto šakos.

Krovinius ir keleivius vežant dideliais atstumais, ypač tarpkontinentiniais maršrutais, pirmąją oro transportas. O aplinką mažiausiai teršiantys geležinkeliai

Neapibrėžtumo efekto mažinimo būdai tiekimo grandinėje

Artūras Korotkevičius

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto inžinerijos fakulteto Transporto vadybos katedros magistrantas

1. Įvadas

Šiuo metu, viena iš pagrindinių tiekimo grandinės valdymo problemų yra paklausos svyravimų stiprėjimas. Šis reiškinys yra pavadintas neapibrėžtumo arba „rimbo“ (angl. *bullwhip effect*) efektu ir pasireiškia tuo, kad kiekvienoje tiekimo grandinės dalyje prekės ar paslaugos paklausa svyruoja. Pastebėta, kad dažniausiai šie svyravimai stiprėja tolstant grandine, nuo galutinio vartotojo. Taip tiekimo grandinės našumas mažėja: padidėja tiekimo grandinės valdymo išlaidos, pablogėja vartotojų aptarnavimo lygis, įmonės nesugeba tinkamai reaguoti į paklausos pasikeitimus, produkcijos srautas praranda savo vertę nepasiekęs galutinio vartotojo.

2. Neapibrėžtumo efektas

Neapibrėžtumo efektas (angl. *bullwhip effect*) – viena iš pagrindinių tiekimo grandinės valdymo problemų. Šis efektas pasireiškia tuo, kad kiekviename tiekimo grandinės etape paklausos svyravimai stiprėja, tolstant tiekimo grandine nuo vartotojo link pirminės žaliavos tiekėjo.

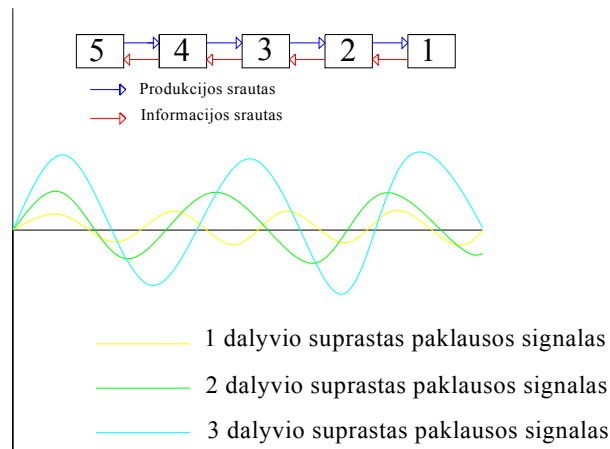
Neapibrėžtumo efekto tyrimus būtų galima suskirstyti į šias grupes:

1. pateikiančius empirinius įrodymus apie neapibrėžtumo efekto egzistavimą;
2. analitiškai įrodančius neapibrėžtumo efekto egzistavimą;
3. identifikuojančius galimas neapibrėžtumo efekto priežastis;

4. kuriančias neapibrėžtumo poveikio mažinimo strategijas.

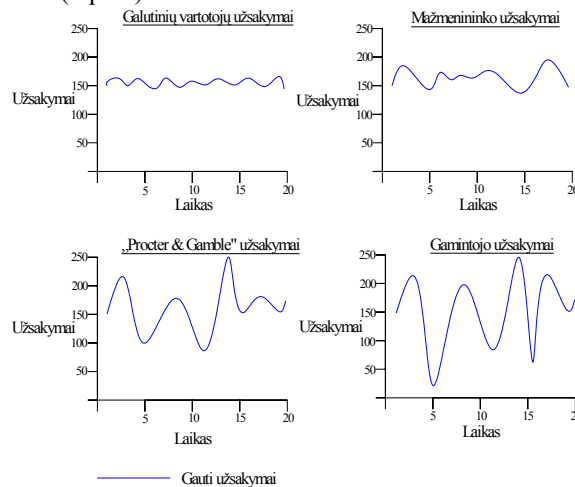
Neapibrėžtumo efektas pirmą kartą buvo pastebėtas žymaus mokslininko J. W. Foresterio. Jis įrodė, kad užsakymų gamintojui svyravimai yra daug didesni, už vartotojų poreikio svyravimus.

Neapibrėžtumo efekto bei paklausos svyravimų poveikis tiekimo grandinei ir jos dalyviams yra pavaizduotas 1 pav..



1 pav. Neapibrėžtumo efekto įtaka tiekimo grandinei ir jos dalyviams

Neapibrėžtumo efekto įtaką realioje tiekimo grandinėje pirmą kartą ištyrė amerikiečių įmonės „Procter & Gamble“ vadovai. Įmonės darbuotojai ištyrė „Procter & Gamble“ produkcijos užsakymų bei pardavimų kaitos struktūrą, jie nustatė, kad produktų užsakymų svyravimai yra mažesni mažmenininkų nei pas „Procter & Gamble“. Vėliau buvo nuspręsta išanalizuoti „Procter & Gamble“ tiekėjų užsakymų svyravimus ir buvo nustatyta, kad tiekėjų užsakymų svyravimai buvo dar didesni už „Procter & Gamble“ (2 pav.).



2 pav. Neapibrėžtumo efektas

3. Neapibrėžtumo efekto tiekimo grandinėje identifikavimas

Dažniausiai yra naudojami Gérard P. Cachon, T. Randall ir Glen M. Schmidt pasiūlyti du neapibrėžtumo efekto identifikavimo būdai.

Pirmuoju būdu yra nustatoma produkcijos paklausa bei produkcijos pardavimų lygis tam tikroje tiekimo grandinės dalyje. Jeigu pasirinktoje tiekimo grandinės dalyje produkcijos gamybos svyravimai yra didesni už produkcijos paklausos svyravimus, neapibrėžtumo efektas egzistuoja.

Norint tai nustatyti, galima pasinaudoti formule, nustatančia produkcijos paklausos bei gamybos apimčių (produkcijos srauto) svyravimų santykį. Jeigu reikšmė A (neapibrėžtumo lygis) yra didesnė už 1, neapibrėžtumo efektas tiekimo grandinėje egzistuoja:

$$A = \frac{V(\text{produkcijos})}{V(\text{paklausos})};$$

čia V – svyravimų rodiklis; A – neapibrėžtumo lygis.

Galima situacija, kai visi gauti užsakymai negali būti įvykdyti, tokiu atveju pardavimų svyravimai bus mažiau kintami už paklausos svyravimus. Esant tokiai situacijai negalima naudoti pateiktos formulės ir daryti išvadą, kad neapibrėžtumo efektas neegzistuoja, o paklausos svyravimai tokioje tiekimo grandinėje yra labai dideli.

Antrasis būdas identifikuojantis neapibrėžtumo efektą – paklausos svyravimų lygio nustatymas atskirose tiekimo grandinės dalyse. Naudojant šį „rimbo“ efekto identifikavimo būdą reikia išanalizuoti, ar mažmeninio paklausos kintamumas yra mažesnis už didmeninio paklausos kintamumą, kuris savo ruožtu yra mažesnis nei gamintojo paklausos svyravimai ir t. t., gauti duomenys iš visų tiekimo grandinės dalyvių yra palyginami.

4. Neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastys

H. L. Lee ir kiti išskyrė šias keturias pagrindines neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastis:

1. paklausos prognozavimas;
2. užsakymas partijomis;
3. kainų nepastovumas;
4. aprūpinimo politika prekių stygiaus atveju.

J. Nienhaus ir kiti, išanalizavę alaus paskirstymo žaidimą, išskiria dar vieną neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastį – žmonių elgseną.

5. Neapibrėžtumo efekto mažinimo būdai

Mokslinėje literatūroje dažniausiai yra siūloma mažinti neapibrėžtumo efektą šiomis priemonėmis:

- grįžtamojo informacijos ryšio tarp individualių tiekimo grandinėje esančių įmonių užtikrinimas;
- paklausos prognozavimo optimizavimas;
- aprūpinimo politikos optimizavimas prekių stygiaus atveju;
- užsakymų partijomis optimizavimas norint išvengti neapibrėžtumo efekto;
- kainų svyravimų efekto mažinimas;
- tiekėjo valdomo sandėlio modelio panaudojimas;
- produkcijos papildymo trukmės sumažinimas ir tinkamos transporto rūšies parinkimas;
- bendras planavimas, prognozavimas ir papildymas (CPFR);
- El. verslo panaudojimas.

6. Išvados

9. Neapibrėžtumo efekto įtaką tiekimo grandinėms yra sunku įvertinti kiekybiniais rodikliais, dažniausiai yra naudojamos empirinės reikšmės.
10. Yra išskiriamos penkios pagrindinės neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastys: paklausos prognozavimas, užsakymas partijomis, kainų svyravimas, įmonių aprūpinimo politika prekių stygiaus atveju ir žmonių elgesys.
11. Nėra vieno tikslaus metodo galinčio išspręsti visas tiekimo grandinės valdymo problemas, ir tuo pačiu sumažinti neapibrėžtumo efektą. Reikalinga kompleksinių priemonių paieška.
12. Neįmanoma visiškai eliminuoti neapibrėžtumo efekto tiekimo grandinėje.
13. Įmonės, dirbančios vienoje tiekimo grandinėje, privalo dalytis tarpusavyje informacija, susijusia su realizuojamu produktu, sandėlio lygiu, paklausos prognozėmis ir transportuojama produkcija. Informacijos srautas turi būti standartizuotas, visiems suprantamas ir nepertraukiamas.

7. Literatūros sąrašas

1. Chen F., Drezner Z., Ryan J., Simchi-Levi D. The Impact of Exponential Smoothing Forecasts on the Bullwhip Effect. Naval Research Logistics, Vol. 47, 2000, p. 269-286.
2. Keskinocak P., Tayur S. Quantitative Analysis for Internet-Enabled Supply Chains. Interfaces, Vol. 31, No. 2, 2001, p. 70-89
3. Forrester J. W. Industrial Dynamics: a major breakthrough for decision makers. Harvard Business Review, Vol. 36, Issue 4, 1958, p.37-66
4. Marko Jakšić (corresponding author), Borut Rusjan. Analysis of the Bullwhip Effect in Supply Chains Using the Transfer Function Method, Ljublin, 2000

5. Lee H., Billington C. Managing supply chain inventory: pitfalls and opportunities. Sloan Management Review, Vol. 33, No. 3, 1992, p. 65-73
6. Žaidimas. <http://www.beergame.lim.ethz.ch>

Ways of bullwhip effect reduction in supply chains

Artūras Koroktevičius

Masters' Student, Department of Transport Management. Faculty of transport Engineering, Vilnius Gediminas Technical University

The main topic of this abstract is one the main supply chain managing problems bullwhip effect, under which influence negative factors such as increased warehouse level, demand variations, big internal expenditures and decreased competition can seriously affect efficiency of whole supply chain. Primary idea of this work is provide possible ways of bullwhip effect reduction in supply chain. In this is abstract author is analyzing: conceptions of bullwhip effect influence on supply chain, ways of effect identification; search for methods to decrease bullwhip effect.

PowerPoint prezentacija



**VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS FAKULTETAS
TRANSPORTO VADYBOS KATEDRA**

NEAPIBRĖŽTUMO EFEKTO ĮTAKA TIEKIMO GRANDINĖMS

Parengė: Artūras Korotkevičius



Darbo tikslai ir uždaviniai



Darbo pagrindinis tikslas - įvertinti įvairių autorių siūlomų neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumą.

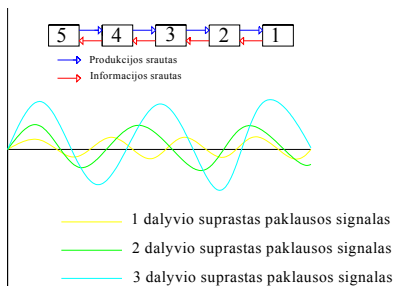
Šiam tikslui pasiekti suformuluoti šie uždaviniai:

- išanalizuoti neapibrėžtumo efekto sampratą;
- išanalizuoti efekto atsiradimo priežastys;
- pateikti galimus neapibrėžtumo efekto mažinimo būdus tiekimo grandinėje;
- atlikti įvairių autorių siūlomų neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumo tyrimą.

Neapibrėžtumo efektas



“Neapibrėžtumo efektas (angl. bullwhip effect) - viena iš pagrindinių tiekimo grandinės valdymo problemų. Šis efektas pasireiškia tuo, kad kiekviename tiekimo grandinės etape paklausos svyravimai stiprėja tolstant tiekimo grandine nuo vartotojo, link pirminės žaliavos tiekėjo.” [1]



[1] http://highered.mcgraw-hill.com/sites/0072506369/student_view0/chapter9/glossary.html

Neapibrėžtumo efekto atsiradimo priežastys



- netinkamas paklausos prognozavimas;
- užsakymas partijomis;
- kainų svyravimai;
- žmogaus elgsenos ypatybės;
- kitos priežastys.

Neapibrėžtumo efekto mažinimo būdai



- grįžtamojo informacijos ryšio tarp tiekimo grandinės dalyvių užtikrinimas;
- paklausos prognozavimo optimizavimas;
- užsakymų partijomis optimizavimas;
- kainų svyravimų efekto mažinimas;
- tiekėjo valdomo sandėlio (VMI) modelio panaudojimas;
- produkcijos papildymo trukmės sumažinimas;
- El. verslo panaudojimas;
- kiti būdai.

Siūlomų panaudoti neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių tyrimas



Neapibrėžtumo efektą mažinančių priemonių efektyvumo tyrimas sudarytas iš keturių dalių:

- paprastos tiekimo grandinės modeliavimas;
- optimalios tiekimo grandinės modeliavimas;
- tyrimo metu gautų duomenų palyginimas;
- tyrimo metu gautų rezultatų įvertinimas.

Paprastos ir optimalios tiekimo grandinės imitacinis modeliavimas



Modeliavimo tikslai yra:

- [nustatyti vidutinės tiekimo grandinės dalyvių vienos dienos sąnaudas;](#)
- nustatyti vidutinės visos tiekimo grandinės vienos dienos sąnaudas;
- [ištirti vidutinę užsakymų įvykdymo trukmę;](#)
- [nustatyti tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygio kaitos dinamiką;](#)
- [ištirti tiekimo grandinės dalyvių atsargų lygį, paskutinę imitacinio modeliavimo ciklo dieną;](#)

Tyrimo metu gautų rezultatų apžvalga



- optimalios tiekimo grandinės dalyviai geriau įvertino buvusią paklausą;
- optimalioje tiekimo grandinėje svyravimai buvo mažesni;
- optimalios tiekimo grandinės užsakymų įvykdymo laikas buvo nežymiai trumpesnis;
- vidutinės optimalios tiekimo grandinės valdymo sąnaudos buvo 22,9 % mažesnės;
- geriausios gautos minimalios optimalios tiekimo grandinės sąnaudos buvo 25,3 % mažesnės.

Išvados ir pasiūlymai



- neapibrėžtumo efekto įtaką tiekimo grandinėms yra sunku įvertinti kiekybiniais rodikliais;
- nėra vieno tikslaus metodo, galinčio išspręsti visas tiekimo grandinės valdymo problemas;
- įmonės, dirbančios vienoje tiekimo grandinėje, privalo dalytis tarpusavyje informacija;
- tyrimo metu buvo nustatyta, kad mokslinėje literatūroje aprašomos neapibrėžtumo efektą mažinančios priemonės yra veiksmingos;
- neįmanoma visiškai eliminuoti neapibrėžtumo efekto tiekimo grandinėje;
- siūloma analizuoti kitas neapibrėžtumo efekto mažinimo priemones bei jų efektyvumą sudėtingesnės struktūros tiekimo grandinėse.

Ačiū už dėmesį

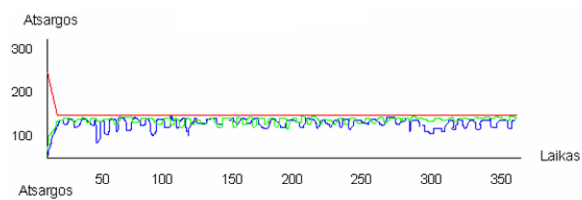


Tiekimo grandinės dalyvių atsargų
lygio kaitos dinamika

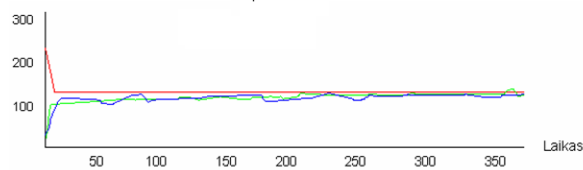


[Atgal](#)

Paprasta



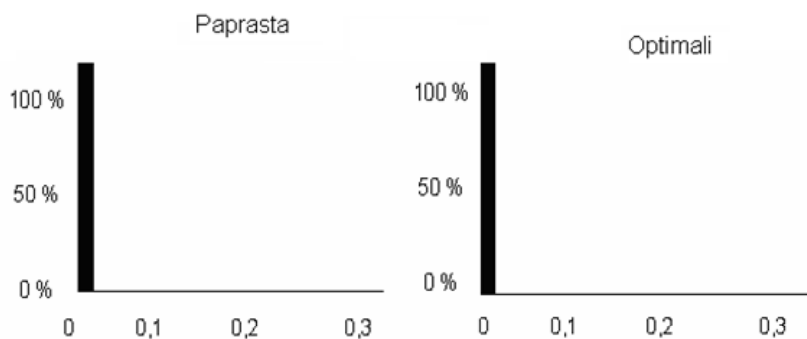
Optimali



Vidutinė užsakymų įvykdymo trukmė



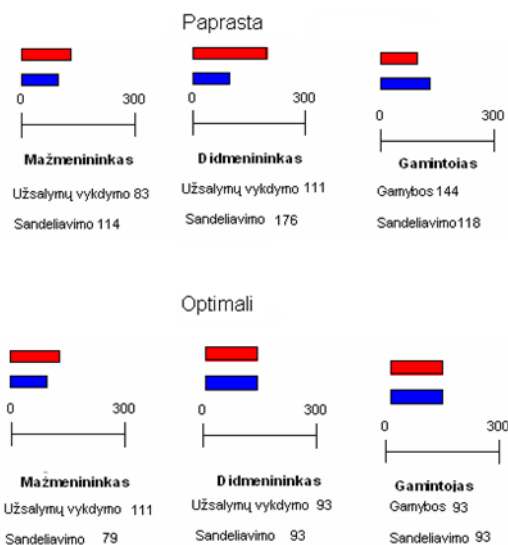
[Atgal](#)



Vidutinės tiekimo grandinės dalyvių vienos dienos sąnaudas



[Atgal](#)

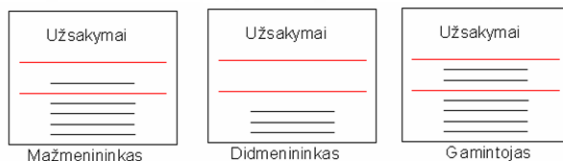


Atsargų lygis paskutinę imitacinio modeliavimo ciklo dieną



[Atgal](#)

Paprasta



Optimali

