TRANSPORTA UN SAKARU INSTITŪTS

Vaira Gromule

AUTOOSTAS PAKALPOJUMU KVALITĀTES MONITORINGA SISTĒMA PASAŽIERU LOĢISTISKĀ CENTRA KONCEPCIJAS REALIZĀCIJAI MULTIMODĀLĀ TRANSPORTA SISTĒMĀ

Promocijas darba kopsavilkums

izvirzīts inženierzinātņu doktora zinātniskā grāda iegūšanai

Inženierzinātņu nozares
apakšnozare "Transporta un loģistikas zinātne"

Zinātniskais vadītājs
***Dr. sc. ing.*, profesore**
Irina Jackiva

RĪGA – 2010

UDK 656

Gr 698

Transporta un sakaru institūts

Gromule V.

Gr 698 Autoostas pakalpojumu kvalitātes monitoringa sistēma pasažieru loģistiskā centra koncepcijas realizācijai multimodālā transporta sistēmā. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga: Transporta un sakaru institūts, 2010. 48 lpp.

ISBN 978-9984-818-31-3

© Gromule Vaira, 2010
© Transporta un sakaru institūts, 2010

PROMOCIJAS DARBS IESNIEGTS
TRANSPORTA UN SAKARU INSTITŪTĀ
INŽENIERZINĀTŅU DOKTORA ZINĀTNISKĀ GRĀDA IEGŪŠANAI
(Dr. sc. ing.)

OFICIĀLIE OPONENTI:

Dr.habil.sc.ing., profesors Jevgeņijs Kopitovs, Transporta un sakaru institūts, Latvija

Dr.habil.sc.ing., profesors Ramūnas Palšaitis, Viļņas Gediminas Tehniskā universitāte, Lietuva

Dr.dat., pētnieks Ivars Zarumba, Vidzemes augstskola, Latvija

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2010.gada 15. decembrī pulksten 16.00 Transporta un sakaru institūta promocijas padomē Lomonosova ielā 1, Rīga, Latvija, 4-130 aud., tālr. +371 67100594, fax: +371 67100535.

APLIECINĀJUMS

Apliecinu, ka izpildīju šo promocijas darbu, kurš iesniegts aizstāvēšanai Transporta un sakaru institūta promocijas padomē inženierzinātņu doktora grāda (Dr. sc. ing.) iegūšanai. Šis promocijas darbs agrāk netika iesniegts izskatīšanai citās promocijas padomēs.

..... V. Gromule

Promocijas darbs uzrakstīts latviešu valodā un sastāv no ievada, 6 nodaļām, noslēguma un ietver 65 zīmējumus, 42 formulas, 34 tabulas, pamatteksts 158 lappuses, 13 pielikumi. Bibliogrāfijā iekļauti 118 literatūras avoti.

ANOTĀCIJA

Vairas Gromules promocijas darba tēma „Autoostas pakalpojumu kvalitātes monitoringa sistēma pasažieru loģistiskā centra koncepcijas realizācijai multimodālā transporta sistēmā”. Zinātniskā vadītāja – inženierzinātņu doktore, profesore Irina Jackiva.

Darbā parādīti pētījuma rezultāti pasažieru termināla pārvaldības un adaptētības paaugstināšanā, balstoties uz Rīgas starptautiskās autoostas piemēra, nodrošinot sniegto pakalpojumu kvalitātes paaugstināšanu un ieviešot jaunus lēmumu pieņemšanas atbalsta instrumentus uz termināla informācijas sistēmas (IS) bāzes.

Darbā veikta faktoru sistematizācija, kuri ļauj ieviest loģistiskā centra koncepcijas piemērošanu attiecībā uz pasažieru termināla darbību. Īpaši akcentēta termināla IS funkcionalitātes paplašināšana ar mērķi tālāk attīstīt pasažieru loģistisko centru, t.i., integrējot to multimodālā pasažieru pārvadājumu tīklā, veidojot virtuālo loģistikas centru („virtuālo autoostu”) un pilnveidojot loģistikas pakalpojumu sniegšanas sistēmas.

Darbā izskatītas pieejas pasažieru pakalpojumu kvalitātes novērtēšanai un piedāvāta termināla sniegto pakalpojumu kvalitātes monitoringa sistēma, kura balstās gan uz objektīviem, gan subjektīviem datiem. Darbā piedāvāta transporta pakalpojuma drošuma analīzes metodika, kura iekļauj punktualitātes indeksa aprēķinu un analīzi autobusu kustībai.

Ir izstrādāta aptauju un izpētes metodoloģija, lai iegūtu subjektīvus datus par pakalpojumu kvalitātes novērtējumu. Darbā izstrādāts priekšrocību kritēriju noteikšanas modelis, kuri ietekmē klientu transporta veida izvēlē, multimodālā transporta sistēmā, ja ir alternatīva. Izstrādāts kvalitātes integrālais indikatora (KII) uzbūves algoritms autoostas sniegtajiem pakalpojumiem. Nodemonstrēta iespēja kā izmantot izstrādāto pieeju pakalpojumu kvalitāti būtiski ietekmējošo faktoru noteikšanai, balstoties uz Rīgas starptautiskās autoostas klientu aptaujām.

Visi izstrādātie modeļi un metodikas ir aprobēti, izmantojot Rīgas starptautiskās autoostas reālus datus. Pamatojoties uz veikto analīzi un datiem par pakalpojumu kvalitātes kritiskajiem faktoriem, izstrādāta pasažieru termināla attīstības analīzes un plānošanas metodoloģija, izmantojot imitācijas modelēšanu projektēšanas stadijā.

SATURS

1. DARBA AKTUALITĀTE 6
2. IZPĒTES MĒRĶIS UN UZDEVUMI 7
3. TĒMAS IZPĒTES PAKĀPE 8
4. PĒTNIECISKĀS METODES UN METODOLOĢIJA 10
5. DARBA ZINĀTNISKĀ NOVITĀTE 10
6. DARBA PRAKTISKĀ VĒRTĪBA UN REALIZĀCIJA 11
7. DARBA APROBĀCIJA 11
8. PUBLIKĀCIJAS 12
9. DARBA STRUKTŪRA 12
10. GALVENO IEGŪTO REZULTĀTU APRAKSTS 15
    10.1. Galvenās tēzes 15
    10.2. Pasažieru loģistikas centra koncepcijas realizācija multimodālā transporta sistēmā integrācijai Eiropas pasažieru pārvadājumu tīklā 15
    10.3. Informācijas tehnoloģijas – pasažieru loģistikas centra izveidošanas bāze 19
    10.4. Kompleksas pieejas izstrāde termināla pakalpojumu kvalitātes novērtējumam 26
    10.5. Pārvadājumu drošuma analīze izmantojot punktualitātes indeksa analīzi 27
    10.6. Modeļi pasažieru transporta līdzekļu izvēles iemeslu izpētei 29
    10.7. Kvalitātes integrālā indikatora uzbūves algoritma izveide un aprobācija, balstoties uz AS „Rīgas starptautiskā autoosta” datu bāzes 33
        10.7.1. Kvalitātes integrālā indikatora modelis 33
        10.7.2. Svaru novērtēšanas procedūra 34
        10.7.3. Skaitliskie rezultāti 38
    10.8. Lēmumu pieņemšanas atbalsta analītisko instrumentu pielietojums, izvēloties termināla attīstības scenāriju 41
11. NOSLĒGUMS 45
12. AUTORA PUBLIKĀCIJAS 47

1. DARBA AKTUALITĀTE

Ilgtspējīgas transporta attīstības pamatprincipi ietver sevī uzdevumu risinājumus, kuri saistīti ar transporta pārvadājumu vajadzības apmierināšanu un nav pretrunā ar apkārtējās vides aizsardzības prioritātēm, cilvēku veselību un nākamās paaudzes interesēm. Latvijas iekļaušanās Eiropas kopējā tirgū un politiskā integrācija ES ir izvirzījuši kvalitatīvi jaunas prasības pasažieru pārvadājumiem – augstu mobilitāti, intermodalitāti, pasažieru komforta un tiesību nodrošināšanu, kā arī jaunas prasības transporta un apkārtējās vides mijiedarbības jautājumos.

Maksimāla visu šo prasību ievērošana nav iespējama bez sistēmiskas pieejas un loģistikas instrumentu piemērošanas pasažieru pārvadājumu pakalpojumu tirgus formēšanas un vadīšanas procesā uz sabiedriskā transporta makroloģisko sistēmu sintēzes pamata valsts, reģiona un lielo pilsētu līmenī.

Konkurence starp dažādiem transporta līdzekļu veidiem, pasažieru transporta nerentabilitāte, un vienlaicīgi iedzīvotāju pieaugošo vajadzību pēc mūsdienīgiem transporta līdzekļu pakalpojumiem nepilnīga apmierināšana – tāda ir sabiedriskā transporta attīstības realitāte šodien Latvijā. Sevišķi uzskatāmi tas parādās pilsētu aglomerācijas apstākļos, kur dzelzceļa pārvadājumi un autobusu satiksme strādā vienotā cenu diapazonā, tādejādi savstarpēji konkurējot. Savukārt ar šiem transporta veidiem veiksmīgi konkurē maršruta taksometri, piedāvājot par augstāku vai arī to pašu cenu augstāku pārvadājumu kvalitāti (pirmām kārtām – ātrumu). Tradicionāla pieeja, organizējot kompleksu pasažieru transportu Latvijā neatbilst šī brīža situācijai un pasažieru pārvadājumu attīstības perspektīvām. Lai izkļūtu no šīs situācijas, viens no galvenajiem virzieniem ir – intermodālā transporta sistēma (ITS), kas rada jaunas iespējas pasažieru pārvadājumu attīstībā.

Sabiedriskā transporta sistēmas funkcionēšanas problēmu izpēte reģiona līmenī, autobusu termināla vieta un loma kopējā pārvadājumu sistēmā, un uz šī pamata loģistiskā pasažieru centra (haba) veidošana, izvirzīto pasažieru transporta pakalpojumu kvalitātes teorētisko un praktisko jautājumu izpētes aktualitāte un nozīmīgums noteica tēmas izvēli promocijas darbam un pētījuma mērķus un uzdevumus.

Termināla darba efektivitātes paaugstināšana, izmantojot sistēmisku pieeju, zināmā mērā saistīta ar saskaņotu rīcību pārvaldības sistēmas izveidē, iekļaujot stratēģiskos, taktiskos un operatīvos uzdevumus un nodrošinot informatīvi – analītisko bāzi visu pārvaldības lēmumu pieņemšanas atbalstam, kā arī izstrādājot atbilstošus instrumentus, kuri nodrošina monitoringu un organizācijas iekšējās attīstības rādītāju izvērtējumu. Bieži vien organizācijas stratēģiskās, taktiskās un operatīvās pārvaldes sistēmas balstās uz atšķirīgas informācijas un instrumentu pielietošanu, kas rada nesaskaņotu rīcību pārvaldes lēmumu pieņemšanā dažādos līmeņos. Tādēļ ir mērķtiecīgi izskatīt pārvaldības lēmumu pieņemšanas atbalsta vienotas sistēmas instrumentu izstrādi, veidojot saskaņotu organizācijas pārvaldes lēmumu pieņemšanu, izpildi un efektīvu rezultātu vērtējumu.

Piedāvātais risinājums pasažieru pārvadājumu intermodālajā sistēmā paredz termināla lomas paaugstināšanu, kā rezultātā palielinās kopējais pasažieru

pārvadājumu serviss un pieejamība. Tāpat tas palīdzēs samazināt līdz minimumam tos ierobežojumus un trūkumus, kas raksturīgi pasažieru pārvadājumu sistēmai Latvijā šodien, sevišķi pasažieru termināla darbībā:

1. Nepietiekama sabiedrisko pasažieru transporta pārvadājumu integrācija, izmantojot dažādus transporta līdzekļus, maršrutus, un pasažieru informācijas kanālus;
2. Slikts termināla tehniskais stāvoklis un funkcionālais plānojums, kas traucē ērtu pasažieru apmaiņu, kā arī liedz veidot intermodālas pārsēšanās punktus;
3. Apgrūtināta sabiedriskā transporta piebraukšana un kustība iebraucot, izbraucot no termināla, kā arī nepietiekams platformu skaits autobusu apkalpošanai un stāvēšanai reisu starplaikos.
4. Ekonomiskās krīzes apstākļos pasažieru pārvadājumu jomā galvenais kritērijs attīstības plānošanā ir īslaicīga finanšu resursu ekonomija. Nepietiekami tiek pētītas tirgus pieprasījuma izmaiņas, reaģējot uz transporta veida izvēli no pasažiera puses un pakalpojumu kvalitātes izmaiņām ilgtermiņā;
5. Sistēmas analīzes trūkums par sabiedrisko pārvadājumu attīstību valstī sarežģī gan stratēģisko plānošanu, gan pasažieru termināla darbības operatīvo plānošanu.
6. Resursu ierobežojumi nosaka nepieciešamību izmantot racionālu un efektīvu metožu pielietojumu, lai nodrošinātu un plānotu pasažieru termināla darba attīstību.

ITS pamatkomponentus veido infrastruktūra, termināli (pārsēšanās punkti), transportlīdzekļi, pārvadājumu procesu pārvaldes sistēma, papildpakalpojumu serviss. Piemērojot šādu koncepciju, termināls kļūst par svarīgu mezglu multimodālajā transporta sistēmā, t.i., pasažieru pārvadājumu loģistikas ķēdes posmu un pakalpojumu drošums terminālā un citas īpašības atstāj iespaidu uz visu ķēdi.

2. IZPĒTES MĒRĶIS UN UZDEVUMI

Pētījuma galvenais mērķis ir pasažieru termināla pārvaldības un adaptētības paaugstināšana, lai integrētu to kā pasažieru loģistikas centru multimodālā transporta sistēmā, balstoties uz informācijas sistēmas bāzes veidotu analītisko instrumentu attīstību.

Nosprausta mērķa īstenošanai autors uzstādīja sekojošus pamatuzdevumus, kas darbā tika atrisināti:

- izpētītas Latvijas pasažieru transporta reģionālās sistēmas funkcionēšanas un attīstības mūsdienu tendences un formulēti tās ilgtspējīgas attīstības principi;
- veikta to faktoru sistematizācija, kas ļauj ieviest loģistiskā centra koncepciju attiecībā uz pasažieru terminālu (autoostu);
- aprakstītas informācijas plūsmas pasažieru terminālā un aprakstīti informācijas sistēmas (IS) uzbūves principi morfoloģiskajā, funkcionālajā un informācijas līmenī uz Rīgas starptautiskās autoostas IS piemēra;
- ieteikta termināla IS funkcionalitāte, lai uz tās pamata veidotu pasažieru loģistisko centru un nodrošinātu tā integrāciju Eiropas pasažieru pārvadājumu multimodālā tīklā, attīstot virtuālo pasažieru loģistikas centru („virtuālo autoostu”).

- izskatītas metodes pasažieru pakalpojumu kvalitātes novērtēšanai un noteikti termināla sniegto pakalpojumu komponenti;
- izstrādāti un piedāvāti analītiskie instrumenti termināla pakalpojumu kvalitātes monitoringam un lēmumu pieņemšanas atbalsta instrumenti, kuri saistīti ar termināla darbības adaptāciju mainīgiem multimodālās transporta sistēmas funkcionēšanas apstākļiem:
    - izstrādāta reisu punktualitātes indeksa aprēķina un analīzes metodika autobusu kustībai ar mērķi izpētīt pakalpojuma drošumu multimodālās transporta sistēmas mezglā: pasažieru terminālā;
    - izstrādāts kritēriju noteikšanas modelis, kam klienti dod priekšroku, izvēloties pasažieru transporta veidu, ja ir alternatīva;
    - izstrādāts pakalpojumu kvalitātes integrālā indikatora uzbūves algoritms (KII) termināla pakalpojumu novērtēšanai, un tiek piedāvāta kompleksa pakalpojumu kvalitātes analīzes metodika, kas balstās uz izstrādāto KII algoritmu;
- izstrādāta klientu aptauju un apsekojumu metodoloģija, kas ļaus kompleksi veikt to pakalpojumu kvalitātes monitoringu, kurus sniedz pasažieru termināls, izmantojot ieteiktos analītiskos instrumentus;
- visi piedāvātie instrumenti un izstrādātās metodes aprobētas balstoties uz Rīgas starptautiskās autoostas datiem (RSA). Uz izstrādātas metodikas bāzes pamata noteikti tie faktori, kuri ietekmē RSA pakalpojumu KII un piedāvāti pasākumi pakalpojumu kvalitātes paaugstināšanai;
- tiek izmantota imitācijas modelēšanas iespēja, lai uzlabotu termināla attīstības vadības procesus stratēģiskā līmenī.

3. TĒMAS IZPĒTES PAKĀPE

Sabiedriskā transporta sistēmas izpētei veltīti daudzi darbi. Savukārt apakšsistēmas – starpvalstu un reģionālā autobusu transporta nozīme ir maz pētīta. Pamatā ir darbi, kas vērsti uz pārvadājumu plānošanas uzlabošanu (Gannopoulus G., Meyer M., Tanaboriboon Y. u.c.). Pie tam, autobusu transporta organizācija parasti tiek skatīta pilsētas transporta sistēmas ietvaros. Un praktiski nav darbu, kuros autobusu pārvadājumu problēma būtu skatīta reģionālā, nacionālā vai starptautiskā aspektā.

Autors savos pētījumos balstījās uz idejām un metodēm veltītām servisa kvalitātei kopumā, ko piedāvā zinātnieki Parasuraman A., Zeithaml V., Berry L., Cronin J., Taylor S., Morgan C., Murgatroyd S., Peña D. Vispārpieņemts, ka servisa kvalitāte ir funkcija, kas atspoguļo attiecību starp sniegto kvalitāti un klienta cerībām (sagaidāmo kvalitāti). Daži autori aplūko tādus modeļus, kas balstīti uz starpību starp šiem diviem kvantitatīvajiem mēriem (Parasuraman A., Zeithaml V., Cronin J., Taylor S., Teas R.). Sniegtā kvalitāte – parasti (Peña D. u.c.) ir vairāku mainīgo atribūtu funkcija, un būtiskākais šeit ir katra atribūta svara mērīšana. Dažādos laikos

zinātnieki ir pētījuši daudzas iespējas svaru vērtējumam, kuras ir balstītas uz apvienoto analīzi – (Luce D., Tukey J .) un uz regresijas analīzi (Peña D., Carroll J., Green P.). Tomēr katrs lietišķais uzdevums, kas tiek risināts šajā jomā, ir ar savām īpatnībām kā uzstādījumā, tā arī risinājuma līdzekļu izvēlē, jo jāņem ir vērā daudzus kvalitātes atribūtus, to vērtību skalu, mērījumu kvalitāti un paņēmienus un daudz ko citu.

Starp zinātniekiem, kuru darbi veltīti sabiedriskā pasažieru transporta servisam un kuri kļuvuši par izejas punktu pētījumam, jāatzīmē Seco A. un Goncalves J. darbi, kuros tiek analizēti darba ražīguma jautājumi ar mērķi novērtēt sabiedriskā transporta kvalitāti, savukārt, Vanhanen, K., Kurri J. darbi veltīti kvalitātes indikatoriem. Friman M. darbos tiek attīstīta sabiedriskā transporta servisa kvalitātes kompleksā vērtējuma ideja un norādīta nepieciešamība iekļaut tajā arī servisa punktualitātes vērtējumu, kam ir liela ietekme pasažieru vajadzību apmierināšanā un sabiedriskā transporta kvalitātes uztverē. Rodrigue J.P. un citi, pielietojot grafu teorijas terminoloģiju, aplūko sabiedriskā pasažieru transporta servisu kompleksi – serviss uz līnijām, ko piedāvā pārvadātāji konkrētajā maršrutā (transporta tīkla griezumā), kā arī transporta tīkla mezglos (tas ir serviss termināļos).

Termināla pakalpojumi, galvenokārt, ir saistīti ar termināla infrastruktūras kvalitāti, tātad infrastruktūras attīstības plānošana ir termināla stratēģiskās attīstības pamatjautājums. Mūsdienās gan zinātniskos, gan praktiskos pētījumos tiek pievērsta liela uzmanība analītisko instrumentu izmantošanai lēmumu pieņemšanā par transporta sistēmas attīstības, pilnveidošanas vai tās daļējās rekonstrukcijas jautājumiem. Transporta plūsmu imitācijas modelēšana šodien tiek izmantota lēmumu pieņemšanai transporta infrastruktūras izmaiņām mikro un makro līmenī. Ir veikti vairāki pētījumi saistībā ar imitācijas modelēšanas izmantošanu lēmumu pieņemšanai attiecībā uz transporta mezglu pārplānošanu. Autors izmantoja tādu zinātnieku darbus kā Ginzberg M., Stohr E., Barselo J., Merkuryev Y., Toluyev Y., Laniado E., Teodorivic D., Collura J., Żak J. u.c.

Balstoties uz daudzu literatūras pirmavotu analīzi, autors ir izdarījis sekojošus secinājumus un izvirzīja hipotēzes, kas pamudināja veikt tālākus pētījumus promocijas darbā:

- sabiedriskā transporta integrālā kvalitāte ir kombinēts objektīvo (ceļojuma laiks, punktualitāte, cena, transporta negadījumi, u.c.) un subjektīvo faktoru (klientu novērtējuma) mijiedarbības rezultāts, kas balstās uz pasažieru iepriekšējo pieredzi un pārvietojoties uzkrātajiem iespaidiem;
- analizējot un pētot sabiedriskā transporta komplekso servisu, parasti tiek izskatīta tā pirmā daļa (uz līnijām), un praktiski netiek izskatīta otra – termināla sniegtā servisa kvalitāte, bet tieši šie pakalpojumi atstāj būtisku ietekmi uz iespēju veidot multimodālu transporta sistēmu;
- pieņemtie pasākumi, lai uzlabotu transporta pakalpojumu servisa kvalitāti uz līnijām, neizbēgami nonāk pretrunā ar daudziem ierobežojumiem; apkalpošanas ātrumu uz līnijām, dabīgiem ierobežojumiem atsevišķu

transporta veidu pielietošanā, apkārtējās vides prasību ievērošanu u.c. Savukārt servisa kvalitātes uzlabošana transporta tīkla mezglos – termināios, pilnībā atkarīga no pareizas to projektēšanas, funkcionēšanas plānošanas, kā arī stratēģiskās un operatīvās pārvaldes;

- transporta kustības plānošana ietekmē daudzus sabiedrības attīstības elementus – ekonomisko labklājību, ietekmi uz apkārtējo vidi, sabiedrisko integrāciju. Tās plānošana ir nepārtraukts process, kas regulāri jāpārskata atbilstoši sabiedrības vajadzību izmaiņām, ekonomisko nosacījumu izmaiņām un tehniskās attīstības iespējām. Tādu iespēju piedāvā lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēmas izmantošana, kas balstīta uz dažādiem modeļiem, ar kuru palīdzību var pārbaudīt iespējamos lēmumus un izanalizēt to sekas.

4. PĒTNIECISKĀS METODES UN METODOLOĢIJA

Promocijas izpēte balstās uz zinātniski-tehniskās literatūras analīzi, periodiskajiem izdevumiem, tehnisko dokumentāciju, citu speciālo literatūru saistītu ar promocijas darbā izskatāmajiem jautājumiem, valsts un Eiropas Savienības normatīvajiem aktiem sabiedriskā transporta jomā, statistikas datiem par sabiedriskā transporta attīstību Eiropā un Latvijā, kā arī statistikas atskaitēm par uzņēmuma akciju sabiedrības (AS) „Rīgas starptautiskā autoosta”(RSA) darbību.

Par darba teorētisko pamatu ņemti darbi matemātikas un lietišķās statistikas, transporta un loģistikas, informācijas tehnoloģiju un modelēšanas jomā.

Pētnieciskās metodes, kas izmantotas darbā ir – sistēmas analīzes un ekonomikas-statistikas analīzes matemātiskās metodes, konkrēti: dispersijas, korelācijas un regresijas statistiskas atkarību analīzes metodi. Bez tam, mikrolīmenī tika pielietota imitācijas modelēšanas metodoloģija. Visas piedāvātas metodes un metodoloģijas ir aprobētas piemērojot datus, kas iegūti AS „Rīgas starptautiskā autoosta”. Aprēķini tika veikti izmantojot statistikas paketes *Statistica/Win, SPSS*, elektroniskās tabulas *EXCEL*, programmu paketi *MathCad,* imitācijas modelēšana notika *VISSIM PTV Vision* vidē.

Noformulēto problēmu un uzdevumu praktiskā ticamība balstīta uz autora vairāk kā desmit gadu ilgo pieredzi uzņēmumā *„Rīgas starptautiskā autoosta”* kā šī uzņēmuma vadītājai. Tāpat autoram ir pieredze kā ekspertei piedaloties starptautiskajos projektos, kas saistīti ar sabiedrisko transportu, kā arī piedaloties praktiskajos semināros un starptautiskās konferencēs ar referātiem par saviem zinātniskajiem pētījumiem un uzstājoties Paneiropas autoostu asociācijas (PAA) sanāksmēs (2007.-2010.g.).

5. DARBA ZINĀTNISKĀ NOVITĀTE

Darbs piedāvā jaunu pieeju kvalitātes pārvaldes sistēmas izveidei pasažieru terminālā, lai paaugstinātu tā adaptāciju darbībai multimodālā transporta sistēmā, izmantojot mūsdienīgus automatizētus instrumentus lēmumu pieņemšanas atbalstam.

Pētījuma zinātniskā novitāte izpaužas:

- loģistiskā centra jēdziena formulēšanā attiecībā uz pasažieru termināla (autoostu) un tā funkcionēšanu ietekmējošo faktoru sistematizācijā;
- termināla pakalpojumu kvalitātes monitoringa analītisko instrumentu izstrādē:
  - kvalitātes integrālā indikatora (KII) uzbūves algoritma izstrāde ar turpmāku būtisku kvalitātes atsevišķu atribūtu ietekmes noteikšanu;
  - alternatīvu transporta veidu izvēles iemeslu analīzes modeļu izstrāde;
  - punktualitātes indeksa izveidošanas un analīzes metodika transporta pakalpojumiem terminālā;
- aptauju un apsekojumu metodoloģijas izstrādē, kura ļaus veikt to pakalpojumu kvalitātes monitoringu, kurus sniedz pasažieru termināls, balstoties uz ieteiktajiem analītiskajiem instrumentiem;
- lēmumu pieņemšanas metodoloģijas izstrāde termināla attīstības scenārija analīzei plānošanas stadijā, izmantojot imitācijas modelēšanas metodi.

6. DARBA PRAKTISKĀ VĒRTĪBA UN REALIZĀCIJA

Veiktie pētījumi palīdzēja informācijas sistēmas (IS) pilnveidošanā, kura pielietota Rīgas starptautiskā autoostā, īpaši biļešu realizācijas un reisu uzskaites IS *Baltic Lines*. Autora promocijas darbā izstrādāto izpētes modeli un metodes izmanto, plānojot un analizējot Rīgas autoostas darbību un stratēģisko attīstību:

1. Priekšlikumi, kas izdarīti, apkopojot pētījuma rezultātus, izmantoti izstrādājot autoostas attīstības koncepciju:
   - veidojot Rīgā jauna autobusu termināla attīstības koncepciju;
   - izstrādājot Rīgas autoostas attīstības stratēģiju līdz 2015.gadam;
   - izstrādājot starptautisko pasažieru pārvadājumu integrācijas koncepciju par vienota pasažieru informācijas centra izveidi uz autoostas informatīvās sistēmas tālākas attīstības pamata , t.i., izveidojot „virtuālo autoostu”.
2. Ir pilnveidota RSA kvalitātes vadības sistēma, izmantojot papildus kvalitātes monitoringa elementus. Pētījuma rezultātus autore izmantojusi, izstrādājot Paneiropas autoostu asociācijas dokumentus un darbam darba grupās atsevišķu problēmu izskatīšanai.
3. Pētījuma rezultāti tiek izmantoti mācību procesā Transporta un Sakaru institūtā un tie iekļauti mācību kursā „Transporta plūsmu datu vākšana un apstrāde”, augstākās profesionālās izglītības studiju programmā „Uzņēmējdarbības vadība transportā”.

7. DARBA APROBĀCIJA

Pētījuma galvenos rezultātus autore izklāstījusi publikācijās žurnālos un starptautisko konferenču izdevumos Latvijā, Lietuvā, Itālijā, Izraēlā, Baltkrievijā, Azerbaidžānā un Krievijā:

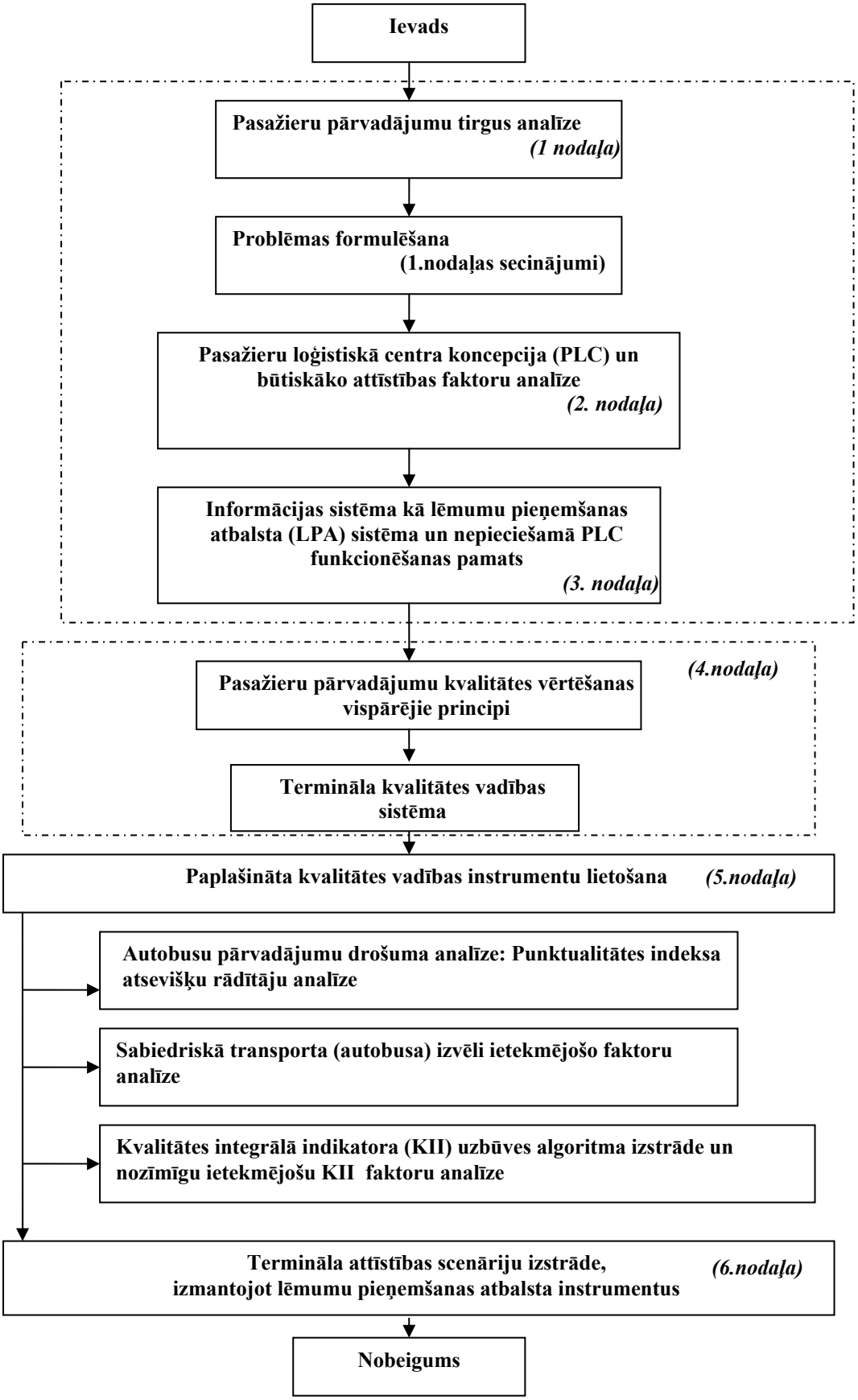
1. Starptautiska zinātniska konference „Augstskolu kvalitatīva izaugsme un tās ietekme uz tautsaimniecības un zinātnes attīstību”, Banku augstskola Rīgā, Latvija 12.-13.septembris, 2002.gads;
2. Starptautiska zinātniska konference „Ilgtspējīgas attīstītības priekšnoteikumi – jauni izaicinājumi un perspektīvas”, Banku augstskola Rīga, Latvija 11-12.septebris, 2008.gads;
3. V. Starptautiskā konference „Investīcijas Baltijas metropoļu reģionos”, Rīga, Latvija, 2006.gads, 24 – 25.augusts;
4. VI. Starptautiskā konference „Reliabity and statistics in Transportation and Communication (RealStat 06)”, Rīga, Latvija, 2006.gads;
5. VII. Starptautiskā konference „Reliability in Transpotation and Communication (RelStat 07)”, Rīga, Latvija, 2007.gads;
6. Starptautiska konference „TRANSBALTICA 2007”, Viļņa, Lietuva, 2007.gads;
7. Sestā starptautiskā konference „WSEAS „System Sciense and Simulation in Engineering (ICOSSE)”, Venēcija, Itālija, 2007.gads;
8. Starptautiska konference „sabiedrības ekonomiskā attīstība: inovācijas, informatizācija, sistematizēta pieeja”, Minska, Baltkrievija, 2008.gads;
9. Starptautiska konference „Modelling of Business, Industrial and Transport Systems”, Rīga, Latvija, 2008.gads;
10. VIII Starptautiskā konference Reliability in Transportation and Communication” (RelStat08), Rīga, Latvija, 2008.gads;
11. IX. Starptautiskā konference „Reliability and Statistics in Transportation and Communication” (RelStat09), Rīga, Latvija 2009.gads;
12. Starptautisks simpozijs „International Symposiumon Stochastic Models ia Reliability Engineering, Life Sciense and Operations Management”, Ber-Ševa, Izraēla, 2010.gads;
13. III Starptautiskā konference “Problems of Cybernetics and Informatics”, Baku, Azerbaidžāna, 2010.gads.

8. PUBLIKĀCIJAS

Pētījuma rezultāti publicēti 16 zinātniskajos darbos, tai skaitā 13 zinātniskajos rakstos un 3 zinātnisko referātu tēzēs. Tajos izskatīti optimālu pārvaldes risinājumu jautājumi veiksmīgai pasažieru termināla darbībai, informatīvās un lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu izveidošanai, īpašu uzmanību pievēršot pasažieru termināla servisa kvalitātes kompleksām novērtējuma metodēm.

9. DARBA STRUKTŪRA

Promocijas darbā ir 6 sadaļas, bibliogrāfija un 13 pielikumi. Promocijas darba pamatteksts izklāstīts uz 158 lappusēm. Pētījuma rezultāti ilustrēti ar 65 zīmējumiem, paskaidroti ar 42 formulām un 34 tabulām. Izmantotās literatūras sarakstā iekļauti 118 informatīvie izziņu avoti. Darba struktūra un loģiskā sadaļu saistība parādīta zīmējumā Nr.1



1. attēls. *Strukturāli – loģistiskā promocijas darba shēma*

Darba ***pirmajā nodaļā*** tiek analizēta Latvijas sabiedriskā transporta sistēma kopumā, autobusu transporta vieta un loma Latvijas pasažieru transporta reģionālajā sistēmā. Tiek formulētas galvenās autobusu termināla attīstības problēmas. Šīs problēmas padziļinās uz pašreizējās ekonomiskās krīzes fona. Pamatota pasažieru termināla pārvaldības un adaptācijas uzlabošanas iespēju izpētes aktualitāte, izmantojot analītiskos instrumentus, kuri palīdz pieņemt mūsdienīgus vadības lēmumus. Autors veic Rīgas starptautiskās autoostas darbības SVID analīzi, uz šī uzņēmuma piemēra tiks aprobētas visas darbā piedāvātās metodes un metodoloģijas.

Otrajā nodaļā piedāvāts piemērot attiecībā uz pasažieru terminālu pasažieru loģistiskā centra (PLC) koncepciju. Šī koncepcija tiek izstrādāta pamatojoties uz kravas loģistiskā centra jēdzienu, kā arī tiek salīdzināta ar aviohabu, kurš tiek izmantots avio pasažieru pārvadājumu organizācijā. Pasažieru loģistikas centru raksturojošo kritisko faktoru ietekmes analīze tiek veikta balstoties uz Rīgas starptautiskā autoosta piemēra.

Trešajā nodaļā ir analizēta pasažieru termināla IS un tās izmantošanas iespējas lēmumu pieņemšanas atbalstam, kā arī tās nozīme pasažieru loģistikas centra koncepcijas realizācijā. Nodaļā tiek apskatīta autoostas IS: struktūra, funkcionalitāte, arhitektūra, informācijas plūsmu organizācija un noteikta IS vieta kvalitātes vadības sistēmā. Kā piemērs tiek izmantota IS *Baltic Lines*, kura izstrādāta tieši Rīgas starptautiskā autoostas vajadzībām un šobrīd tiek ekspluatēta visās Latvijas autoostās un kā labas prakses piemērs tiek izskatīta ES valstu autoostās. Nodaļā ir formulēti priekšlikumi dotās IS attīstībai un uz tās bāzes – virtuālā pasažieru loģistikas centra izveidei.

Darba ***ceturtā nodaļā*** tiek aplūkoti pasažieru apkalpošanas pakalpojumu kvalitātes novērtējuma teorētiskie aspekti. Tiek analizēti komponenti, kuri veido pakalpojuma kvalitāti. Nodaļā apskatīta terminālā esošā kvalitātes vadības sistēma, apskatīti galvenie tās elementi un pieejas.

Darba ***piektajā nodaļā*** apskatīta sistēmas pieeja pakalpojuma kvalitātes analīzei, kas balstīta kā uz objektīviem datiem, kuri glabājas termināla informācijas sistēmā, tā arī uz subjektīviem klientu vērtējumiem. Piedāvāta punktualitātes indeksa novērtēšanas un analīzes metodika kā pakalpojuma drošuma mērs. Darbā ar statistiskas analīzes metožu palīdzību veikta kavējumu datu izlases analīze AS „Rīgas starptautiskā autoosta” 2005. – 2007.gados.

Lai analizētu faktorus, kuri ietekmē pasažieru transporta veida izvēli no pasažieru puses, ir izmantota ekonometriskā modelēšana, balstīta uz diskrētās izvēles modeļu teoriju. Modeļa izveides procesā tika analizēts kā pasažieru sociāli ekonomiskais raksturojums, tā arī dotā pakalpojuma raksturlielumi: saraksts, tīkls u.c. Atklātie būtiskie pakalpojuma raksturojumi analizēti no ietekmes viedokļa uz kopējo kvalitātes novērtējumu.

Ieteiktajā pieejā galvenais akcents ir likts uz vienota kvalitātes integrālā indikatora (KII) formulēšanu un atsevišķu kvalitātes atribūtu noteikšanu, kuri būtiski ietekmē kopējo kvalitātes novērtējumu. Darbā izstrādātās metodikas izmantošanas

rezultātā tika uzbūvēta kopējās kvalitātes atkarības funkcija no atsevišķiem rādītājiem, kas ļauj īstenot pakalpojuma kvalitātes kontroli un vadību, saskaņot konkrētos praktiskos soļus individuālo atribūtu korekcijā, ņemot vērā to iespējamo ietekmi uz servisa kvalitātes novērtējumu – KII.

Sestajā nodaļā apskatīta termināla attīstības scenārija izstrādes procedūra, izmantojot lēmumu pieņemšanas atbalsta instrumentus un aprakstīti lēmumu pieņemšanas procesa etapi. Realizēts praktisks piemērs, izmantojot imitācijas modelēšanu sabiedriskā transporta infrastruktūras objekta projektēšanas stadijā.

10. GALVENO IEGŪTO REZULTĀTU APRAKSTS

10.1. Galvenās tēzes

Iedzīvotāju mobilitātes pieaugums globalizācijas rezultātā prasa aizvien jaunus kompleksus risinājumus, lai operatīvi organizētu sabiedriskos pasažieru pārvadājumus. Multimodālo principu ievērošana palīdz veidot vispusīgu un racionālu sabiedriskā transporta maršruta tīklu valstī un reģionos, kā arī attīstīt sabiedriskā transporta terminālus. Darbā veikto pētījumu rezultātā izstrādāta:

- pasažieru loģistikas centra koncepcija, lai to realizētu multimodālā transporta sistēmā, balstoties uz Rīgas starptautiskās autoostas piemēra;
- kompleksa pieeja autoostas pakalpojumu kvalitātes vērtēšanai, kas balstīta uz piedāvāto pakalpojumu kvalitātes integrālo analīzi;
- lēmumu pieņemšanas atbalsta sistēma pasažieru termināla attīstības scenāriju analīzei, kas balstīta uz imitācijas modelēšanu;

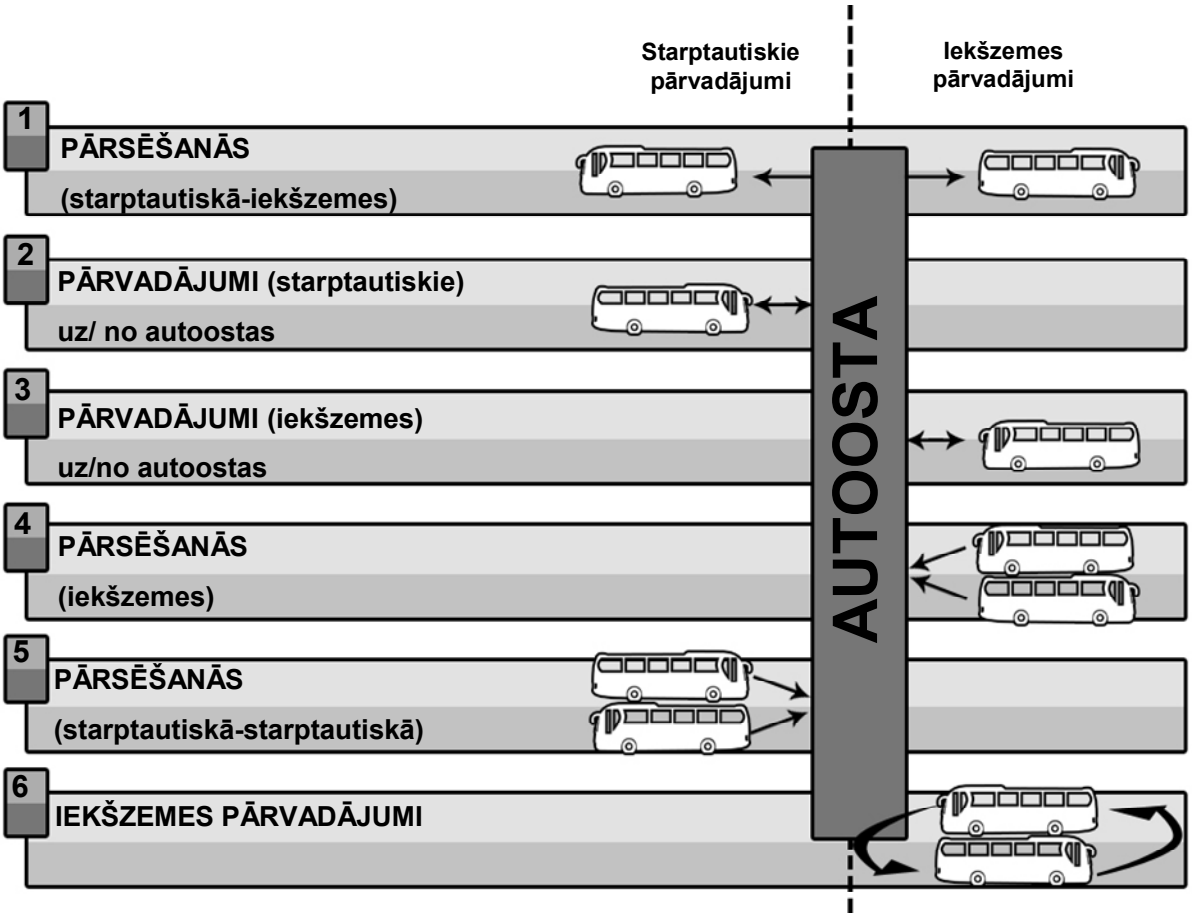
10.2. Pasažieru loģistikas centra koncepcijas realizācija multimodālā transporta sistēmā integrācijai Eiropas pasažieru pārvadājumu tīklā

ASV loģistikas menedžmenta Padome (*Council of Logistics management,* CLM) sniedz sekojošu loģistikas formulējumu: „Loģistika ir preču plūsmu, izejvielas krājumu, materiālu, nepabeigtās ražošanas, gatavas produkcijas, servisa un saistītas informācijas plūsmas plānošanas, izpildes un kontroles process no tās rašanās punkta līdz patērēšanas punktam (ieskaitot importu, eksportu, iekšējo un ārējo pārvietošanu), kas ir efektīvs no izdevumu samazināšanas viedokļa līdz patērētāju prasību pilnai apmierināšanai„ (CLM, 1985).

Īpaši jāatzīmē augstākminētajā formulējumā trīs svarīgi momenti:

- loģistiskai darbībai piemīt integrēts raksturs un tā aptver procesu no materiālo resursu un gatavas produkcijas plūsmu rašanās vietām līdz to patēriņa vietām;
- akcents uz informācijas vadības svarīgumu;
- pirmo reizi loģistikas sfērā iekļauts arī serviss – nemateriāla darbība. Tas ir principiāli no loģistikas pieeju izmantošanas viedokļa pasažieru pārvadājumu sfērā.

Šodien pasažieru pārvadājumos lidostas darbojas atbilstoši pasažieru loģistikas centra principiem (aviohabs) un kalpo kā maģistrālo pārlidojumu izlidošanas un atlidošanas punkts un kā reģionālo, tā arī starptautisko pasažieru plūsmu savākšanas punkts. No loģistikas viedokļa, lidosta – tā ir sava veida klientu sadalīšanas centrs, kurā pasažieru plūsma nonāk ar viena veida parametriem, kardināli vēlāk tos izmainot. Analizējot pasažieru terminālu – autoostu no šāda viedokļa, arī pasažieru plūsmu un autobusu pārvadājumus var sadalīt dažādos kritērijos: pēc ceļojuma rakstura, pārsēšanās vietas u.t.t., kas atspoguļots 2. attēlā.



2. attēls. *Intermodālās pasažieru pārsēšanas iespējas autoostā*

Lai pielietotu tradicionālā loģistikas centra jēdzienu pasažieru pārvadājumiem, nepieciešams noteikt loģistikas centra funkcijas. No funkcionalitātes viedokļa loģistikas centrs var tikt noteikts kā operāciju un loģistisko plūsmu koncentrācijas vieta, vai arī kā teritorija, kurā tiek koncentrēti tādi darbības veidi, kas saistīti ar transportu, loģistiku un sadali, kuru izpildi realizē dažādi operatori un uzņēmumi, un kuru darbības pamatā ir komercmērķi.

1. tabulā doti pamatprasību salīdzinošie rezultāti, kas attiecas uz loģistikas centru tā tradicionālajā nozīmē – kravu pārvadājumiem un pasažieru loģistikas centru.

1. tabula

Kravu pārvadājumu un pasažieru pārvadājumu loģistikas centru salīdzinājums

	Prasības	Kravas pārvadājumu loģistikas centrs	Pasažieru loģistikas centrs
1.	**Multimodalitāte**	Sasaiste ar dažādiem transporta veidiem kravu pārvadāšanai	Pārsēšanās iespējas no viena maršruta uz citu un arī uz citiem pasažieru transporta veidiem
2.	**Atvērtība (Pieejamība)**	Pieejams privātiem un sabiedriskiem uzņēmumiem un organizācijām pakalpojumu izmantošanai	Pieejams pasažieriem un pārvadātāju kompānijām (privātām, valsts, pašvaldību)
3.	**Multifunkcionalitāte**	Visu transportēšanas procesā iekļauto funkciju apkalpošana: pārvadātāji, aģenti, stividori, brokeri, muita u.t.t.	Visu pasažieru pārvadājumu procesā nepieciešamo funkciju nodrošināšana: izziņu sniegšana, biļešu rezervēšana un realizācija, bagāžas glabāšana un pārvietošana, dispečeru dienests, autobusu apkalpošana u.t.t.
4.	**Kravu pārvaldība**	Sadale, konteineru un citi termināli, noliktavu saimniecība	Pasažieru plūsmas organizācija un autobusu apkalpošana: pienākšanas un atiešanas platformas, autobusu stāvvietas, pasažieru uzgaidāmās teritorijas u.c.
5.	**Informācijas sistēmas pieejamība**	Pieeja telemātikas sistēmām saistītām ar transportēšanu, administrēšanu un piegādēm	Pasažieru informācijas sistēmas pieejamība pasažieriem un pārvadātājiem; Dispečeru uzskaite; Integrēta braukšanas biļešu rezervēšanas un tirdzniecības sistēma; Pakalpojumu vadības informatīvā sistēma u.t.t.
6.	**Starpsekcionalitāte**	Cieši saistīta un integrēta sadarbība ar biznesa sektoru, kurš tiek nodrošināts ar transporta un loģistikas pakalpojumiem	Cieša sadarbība ar pārvadātājiem, kuri nodrošina starptautisko un iekšzemes pasažieru pārvadājumus, tūrisma kompānijām un citiem pakalpojumu sniedzējiem
7.	**Izmaksu sadalīšana**	IT sistēma, pakalpojumu noliktavu izmaksu sadalīšana	IT sistēmas uzturēšanas, pasažieru apkalpošanas izmaksu sadalīšana
8.	**Pakalpojumi**	Pakošana, preču muitošana, uzpildes stacijas u.t.t.	Sabiedriskos pasažieru pārvadājumus papildinoši pakalpojumi: uzgaidāmā zāle, bagāžas glabāšana, pārvietošana, sanitārie (duša, WC) pakalpojumi, bērna un mātes istaba, sabiedriskā ēdināšana, tirdzniecība u.t.t.

Izskatot nosacījumus, kas nepieciešami veiksmīgai darbībai, var izcelt galvenos kritiskos pasažieru loģistikas centra attīstības faktorus (3. attēls).

Pasažieru loģistikas centrs

Stratēģiskais izvietojums	**Valsts atbalsts**	**Loģistikas infrastruktūras pakalpojumi**	**Sadarbība. Loģistikas attīstības iespējas**	**Darbinieku darba kvalitāte**	**Informācijas tehnoloģiju attīstība**
- Tirgus daļa; - Ģeogrā-fiskais izvietojums	- Uzņēmēj-darbības regulēšana; - Nodokļu likumdošana; - Valsts un pašvaldības atbalsts (dotācijas, zaudējumu atlīdzība)	- Autoostas tehniskās īpašības; - Intermodālo pārvadājumu iespējas; - Pakalpojumu līmenis; - Citi	- Sadarbība ar pārvadā-tājiem; - Sadarbība ar valsts un pašvaldības institūcijām, kuras regulē sabiedrisko pasažieru pārvadājumu jomu; - Sadarbība ar citām ieinteresētām pusēm, (Ceļojumu aģentūrām, pakalpojumu sniedzējiem u.c..)	- Personāla apmācība; - Cilvēkresursu vadība; - Augstas kvalitātes pakalpojumu nodrošinā-šana	- Informācijas sistēmu un telekomunikāciju sistēmu infrastruktūra; - Viegli realizējama saskarsme Interneta vidē - E-komercijas attīstība

3. attēls. *Pasažieru loģistikas centra funkcionēšanas kritiskie faktori*

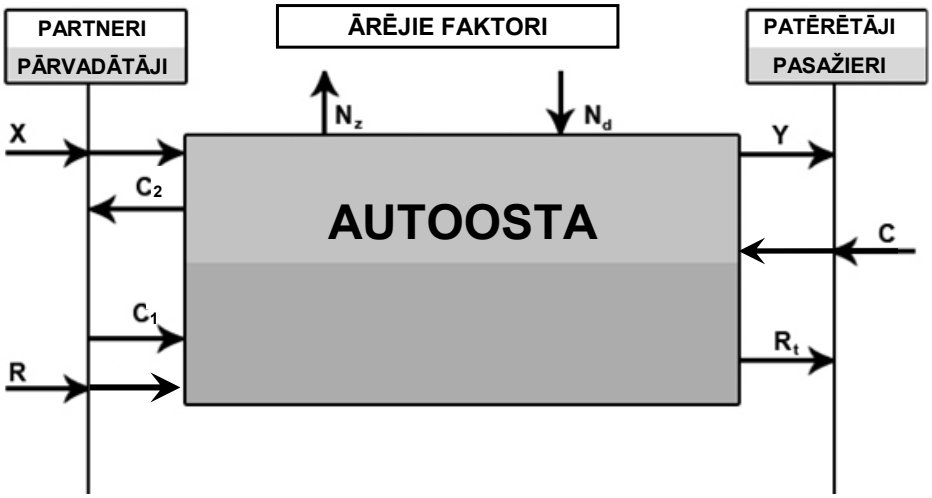
Autoosta ir līniju būve, kurā iekļautas speciālās ēkas, peroni un teritorija, kas paredzēta pasažieru un transporta apkalpošanai maršrutos.

Autoosta ir viens no posmiem sabiedriskā transporta pakalpojumu loģistikas ķēdē, kuru raksturo sekojošas pazīmes:

- ekonomiskā patstāvība un īpašumu formu daudzveidība;
- atšķirība funkcionēšanas raksturā un mērķos, jaudā, koncentrācijas līmenī un citu resursu izmantošanā;
- ārējo faktoru un citu ķēdes posmu ietekme uz tā darba rezultātiem;
- atšķirības loģistikas sadarbības mobilitātē.

Saistībā ar sabiedriskā transporta pieejamības nodrošināšanas principu, autoostu var uzskatīt par loģistikas sistēmas posmu (4. attēls), kurš pārveido ienākošo materiālo, finansu un informācijas plūsmu produktā, t.i., nepieciešamo pakalpojumu kompleksā, kas tiek piedāvāts pasažieriem.

4. attēlā attēloti ārējie faktori (N_d, N_z), pie kuriem, pirmkārt, pieskaitāma tirgus iedarbība, t.i., citu pasažieru pārvadājumu veidu attīstības ietekme uz autoostas darbību, kā arī regulējošo valsts instrumentu ietekme. Tādas struktūras izveide kā pasažieru loģistikas centrs (autoosta), kuru var vadīt, un kurš elastīgi reaģē uz ārējo faktoru iedarbību ir konkrētā darba pētījuma objekts.



4. attēls. *Autoosta kā pasažieru pārvadājumu loģistikas sistēmas posms*

Ieejošā plūsma:

X – materiāli (autobusu pakalpojumi);
R – informācija;
C – finanšu (ieņēmumi no pasažieriem);
C_1 – finanšu (ieņēmumi no pārvadātājiem);
N_d – ieņēmumus veidojošie ārējie faktori (dotācijas, laika faktors u.c.);

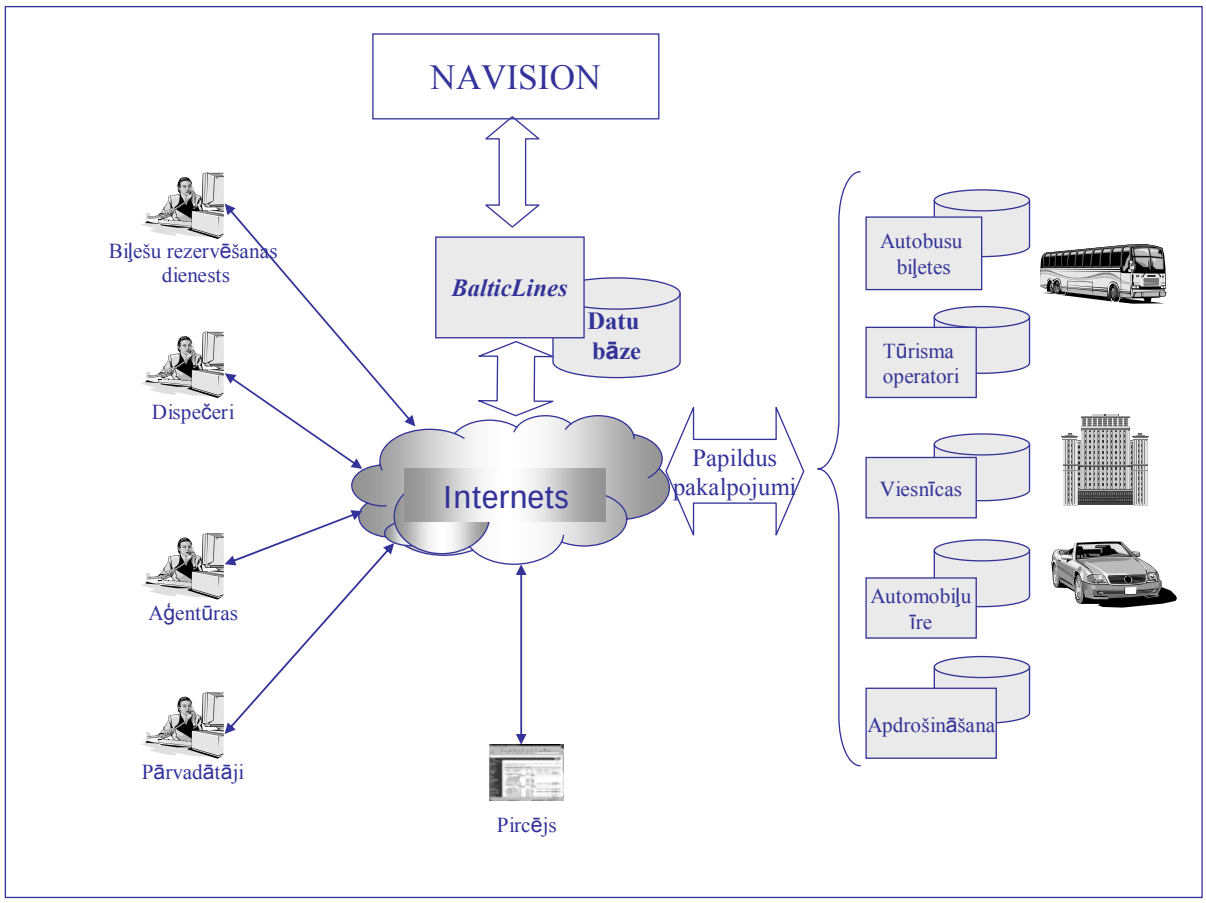
Izejošā plūsma:

Y – pakalpojumi;
R_t – informācija.
N_z – izmaksu veidojošie ārējie faktori (nodokļi, valūtas kurss, laika faktors u.c.);
C_2 – finanšu (pārvadātāju ieņēmumi no autoostā pārdotām biļetēm).

10.3. Informācijas tehnoloģijas – pasažieru loģistikas centra izveidošanas bāze

Loģistikas centra koncepcijas galvenie priekšnoteikumi balstās uz loģistiskā centra pārvaldes sistēmas izveidi un tā integrāciju globālajā tīklā, kas iespējama, balstoties uz vispusīgu informācijas tehnoloģiju izmantošanu.

Informācijas sistēmas *Baltic Lines* izmantošana autoostā ļāva izveidot integrētu biļešu pārdošanas, rezervēšanas un reisu uzskaites sistēmu (5. attēls), kura nodrošina jaunu pasažieru un pārvadātāju kompāniju apkalpošanas kvalitātes līmeni.



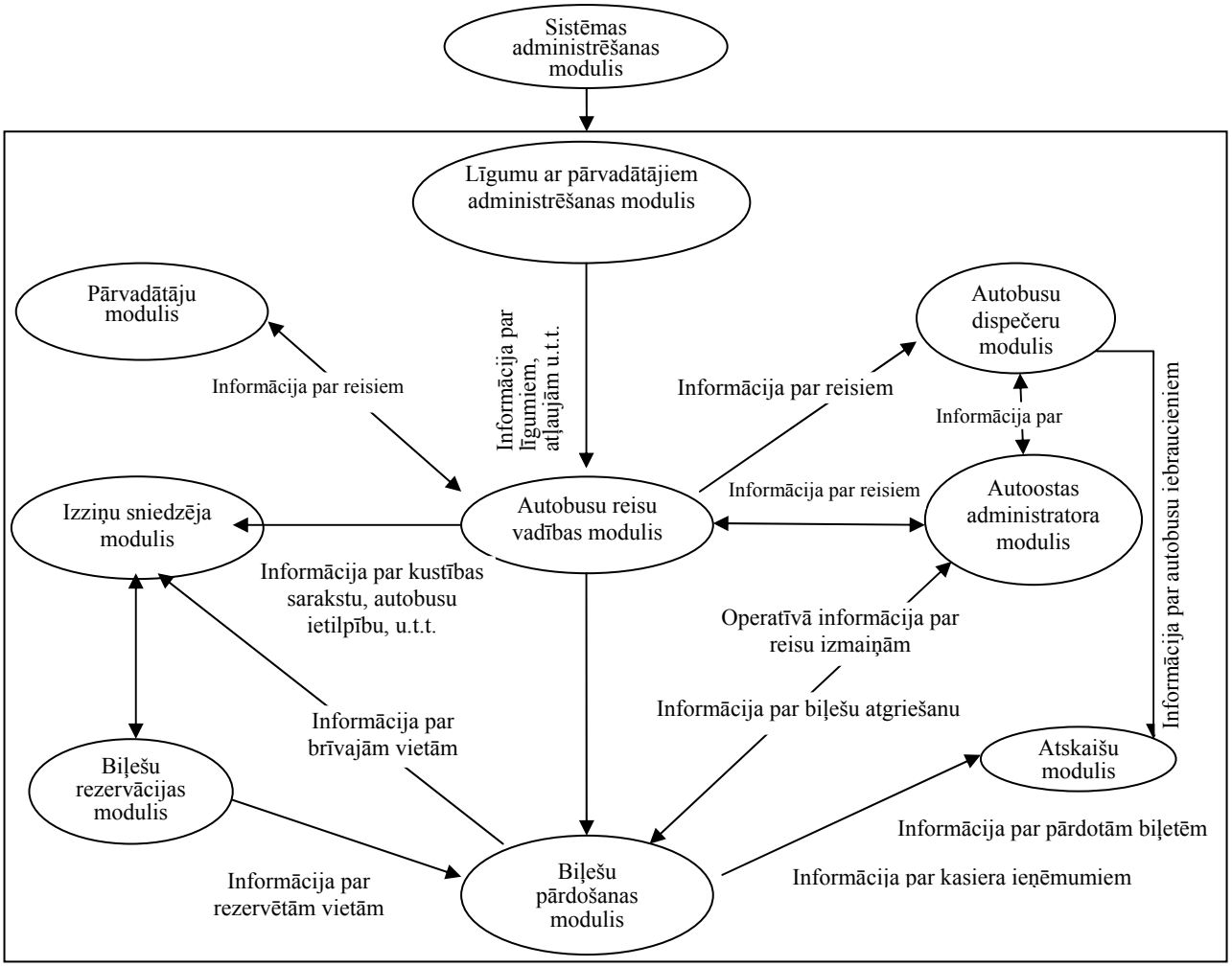
5. attēls. *Biļešu pārdošanas un reisu uzskaites programmas Baltic Lines darbības shēma*

IS *Baltic Lines* struktūru veido desmit moduļi, starp kuriem ir nodrošināta nepārtraukta informācijas plūsmu apmaiņa, kā tas redzams 6. attēlā. Iekšējo un ārējo informācijas plūsmu organizācija IS nodrošina nepieciešamo integrāciju ar citām informācijas sistēmām. Piemēram, informācija par biļešu tirdzniecības procesu un tās rezultātu eksports grāmatvedības IS *Navision Attain*, biļešu pārdošana uz/no www.bezrindas.lv u.c.

Informatīvās sistēmas funkcionālā struktūra paredz dažādus sistēmas lietotājus:

Autoostā: sistēmas administrators; loģistikas speciālisti; administrācija; dispečeri; kasieri; uzziņu sniedzēji;

Citi sistēmas lietotāji: tūrisma aģentūras, pārvadātāji; VSIA „Autotransporta direkcija" darbinieki; klienti (pasažieri).



6. attēls. *Informācijas sistēmas Baltic Lines iekšējās informācijas plūsmu apmaiņa*

Lietotāju tiesības ir detalizētas, atbilstoši lietotāju funkcijām, veicamajām operācijām un noteiktajiem atbildības līmeņiem.

IS *Baltic Lines* nodrošina:

- **Pasažieriem:**
  - jaunu servisa līmeni – iespēju rezervēt vai nopirkt sabiedriskā transporta biļetes uz visiem iekšzemes reisiem Latvijā (neatkarīgi no pasažiera atrašanās vietas);
  - iespēju iegādāties biļeti izmantojot internetu sev vēlamā veidā (to izdrukājot, pārsūtot uz e-pastu, mobilo telefonu);

- **Pārvadātājiem un autoostām:**
  - jaunas iespējas pasažieru piesaistē, palielinot klientu skaitu;
  - samazinās biļešu realizācijas izmaksas;
  - darba efektivitātes pieaugums, jo biļešu pārdošanas process ir universāls un ātrāks;

- operatīvās statistikas analīzes iespējas.

- **VSIA „Autotransporta direkcijai”:**
  - operatīva statistikas pieejamība;
  - pārvadājuma apjoma un kvalitātes kontroles iespējas;
  - finanšu informācijas saņemšana.

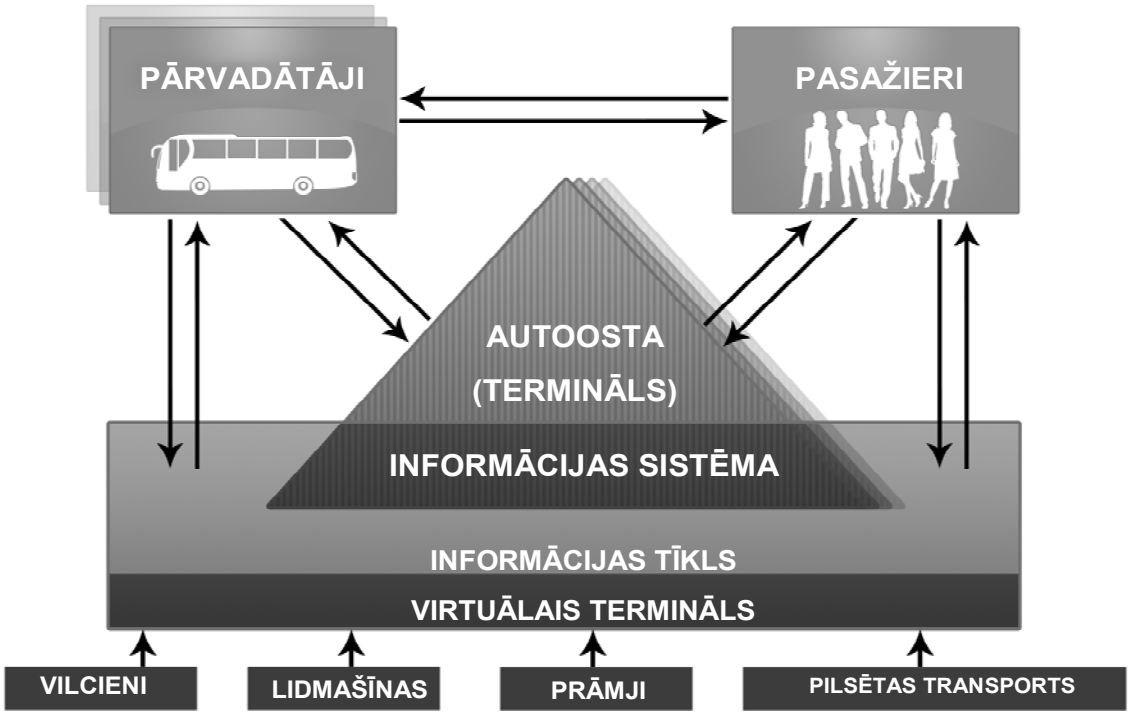
IS *Baltic Lines*, ņemot vērā ļoti apjomīgo informāciju, kura tiek atjaunota pastāvīgi un reālā laikā, tiek izmantota gan stratēģiskās plānošanas, vadības kontroles un taktiskās plānošanas, arī operatīvās plānošanas lēmumu pieņemšanā. Lai nodrošinātu un atbalstītu sabiedriskā transporta sistēmas lēmumu pieņemšanu visos posmos, sniedzot attiecīgus pakalpojumus atbilstoši katram nepieciešamajam vadības līmenim, tiek nodrošināts attiecīgs informācijas apjoms. Nosakot informācijas apjomu, jāņem vērā, kādas darbības un procesi tiek kontrolēti un kāds ir to iedarbības līmenis uz visu sistēmu kopumā.

Stratēģiskās plānošanas lēmumu atbalstam informācijas sistēmā *Baltic Lines* esošais informācijas apjoms jaunizveidotajā informācijas sistēmā *VBTS* tiek papildināts ar administratīva rakstura informāciju, lai pilnveidotu valsts pasūtījuma veidošanas procesu autobusu pasažieru pārvadājumos, kā arī tā izpildes kontroli un attiecīgi valsts dotāciju piešķiršanas pamatotību.

Taktiskās plānošanas un kontroles iespējas ļauj autoostas augstākā un vidējā līmeņa vadībai, kā arī pārvadātāju un VSIA „Autotransporta direkcija” darbiniekiem nodrošināt pasažieru pārvadājumu un autoostu pakalpojumu nepārtrauktu procesu atbilstoši mainīgajam pieprasījumam.

Operatīvā plānošana nodrošina ikdienas procesus, ātru reaģēšanu uz izmaiņām, ārkārtas situācijām, vienlaicīgi, nodrošinot pasažieru un autobusu apkalpošanu vajadzīgajā apjomā un labā kvalitatīvā līmenī.

Lai pasažieru pārvadājumus ar autobusiem padarītu pievilcīgākus pasažieriem, ir jāpaplašina pārvadājumu tīkls, iekļaujot vairāk ceļojuma mērķu un jāpaaugstina šo pakalpojumu pieejamība, kas tādejādi ļautu palielināt pasažieru skaitu. Autoostu servisa loma šajā situācijā nav mazsvarīga. Pārvadājumu apjomu un maršrutus nosaka pašvaldību un valsts politika. Apgūstot labāko pieredzi aviopārvadājumu pasažieru apkalpošanā, autoostām ir lietderīgi, sadarbojoties ar pārvadātājiem, apvienot sadrumstaloto pārvadājumu tīklu un izveidot vienotu pasažieru informācijas un biļešu realizācijas tīklu vairākām valstīm un Eiropā kopā. Balstoties uz mūsdienīgu informācijas tehnoloģiju un kopīgu tehnisko standartu bāzes, iespējams izveidot kopīgu IS pasažieriem un pasažieru loģistikas centru, t.i., „virtuālo terminālu”, kurš palielinātu autobusu pārvadājumu pakalpojumu pieejamību plašā reģionā.



*7. **attēls.** „Virtuālā" termināla kopējā shēma*

Šajā sakarā autoostas loma pasažieru pārvadājumu infrastruktūrā pieaug:

- veidojot „virtuālās" autoostas, kas var apkalpot lielāku pasažieru skaitu – salīdzinājumā ar terminālu kā tikai līnijbūvi;
- paplašināsies pārvadātāju, pasažieru un citu termināla pakalpojumu lietotāju informācijas apmaiņas nodrošinājums.

Realizējot šādu pasažieru terminālu attīstību, labumu gūtu liels skaits tiešo un netiešo termināla pakalpojumu lietotāju, kā tas redzams 2. tabulā.

Darbā, salīdzinot kravu un pasažieru pārvadājumu loģistikas centra darbību, nosakot nepieciešanās funkcijas un to raksturojumu, tiek izdarīts secinājums, ka pasažieru termināls atbilst trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzējam (third-party logistics provider – 3PL), kurš piedāvā loģistikas un menedžmenta pakalpojumus klientiem – pārvadātājiem, pasažieriem, tūrisma aģentūrām u.c., izmantojot specializētas informācijas sistēmas.

Tādejādi šāda tipa loģistikas pakalpojumu sniedzējs nodrošina apkalpošanas operāciju optimizāciju, izmaksu samazinājumu, konkurētspējas paaugstināšanu, vienlaicīgi nodrošinot kvalitatīvus pakalpojumus. 3. tabulā dots loģistikas pakalpojumu sistēmu raksturojums kravu un pasažieru pārvadājumos.

2. tabula

Ieguvumi no vienotas informācijas sistēmas darbības

Labumu guvēju grupas	Ieguvumi
ES sabiedrība kopumā	- iedzīvotāju mobilitātes pieaugums; - zināšanu „*know-how*" izplatība; - kultūras apmaiņa; - ekonomisko atšķirību samazināšanās; - valstu ātrāka integrēšanās ES; - atbalsts maziem un vidējiem uzņēmumiem – pārvadātājiem un autoostām;
Pasažieru transporta uzņēmumiem (pārvadātāji)	- biļešu piedāvājums un marketinga iespējas; - tirgus paplašināšanās; - biznesa attīstības perspektīvas; - resursu efektīvākā izmantošana; - peļņas pieaugums; - lielāka klienta apmierinātība;
Pasažieriem	- pakalpojumu pieejamības uzlabošanās; - informācijas pieejamība par ceļošanas iespējām ar autobusu – maršruti, saraksti, laiks, pārsēšanās iespējas u.t.t.; - vienkāršāka ceļošana; - biļešu rezervēšana un iegāde izmantojot dažādus IT kanālus; - standartizētās pakalpojuma procedūras; - drošība; - robežas šķērsošanas kavējumu mazināšana;
Autoostām	- pasažieru apgrozījuma pieaugums; - autoostu attīstība kā pasažieru loģistikas centrs; - intermodalitātes paaugstināšanās; - darbības plānošanas ieviešana; - autoostas pakalpojuma harmonizēšana; - pārvadātāju un autoostu sadarbības uzlabošana;
Pilsētām, kuras iekļautas pasažieru pārvadājuma tīklā	- tūrisma un ceļotāja pieaugums; - iespēja pieslēgt vienotai informācijas sistēmai lokālās pasažieru pārvadājumu sistēmas un viesmīlības pakalpojumi IS.

3. tabula

Loģistikas pakalpojumu sniegšanas sistēmu raksturojums

Loģistikas pakalpojumu sniegšanas sistēma	Kravu pārvadājumos	Pasažieru pārvadājumos	Piemēri
3PL	· Kravu apkalpošana; · apstrāde; · pārkraušana; · papildu pakalpojumi t.sk. informācijas sistēmas pakalpojumi	· autobusu apkalpošana, · pasažieru apkalpošana, · pasažieru pārsēšanās punkta pakalpojumi, · bagāžas apkalpošana, · informācijas sistēmas pakalpojumi pārvadātājiem un pasažieriem	AS „Rīgas starptautiskā autoosta”, izmantojot IS *Baltic Lines*
4PL	+ Visu loģistikas procedūru plānošana, vadība un kontrole, (ieskaitot informācijas, materiālu un kapitāla), ko sniedz viens pakalpojumu sniedzējs ilgtermiņā	+ informācijas sistēmas pakalpojumi pašvaldību un valsts institūcijām, kuras regulē un pasūta pasažieru pārvadājumu pakalpojuma apjomu	Daļēji AS „Rīgas starptautiskā autoosta”, izmantojot IS *Baltic Lines* integrācijā ar IS *VBTS*
5PL	+ Internet-loģistika, visu loģistikas komponentu vadība ar informācijas sistēmas palīdzību kravu pārvadājumu apstrādes organizēšanā	+ Internet-loģistika, visu loģistikas komponentu vadība ar informācijas sistēmas palīdzību pasažieru pārvadājumu apstrādes organizēšanā	„Virtuālā autoosta” – vienots pasažieru informāciju centrs, padarot pieejamus pārvadātāju un autoostu IS datus plašam klientu lokam.

Četru pušu (4PL) loģistikas pakalpojumu sistēma piedāvā pakalpojumu sniedzēju (autoostas, pārvadātāju) funkciju integrāciju, ieskaitot plānošanu, pārvaldību un kontroli pār visu kopējo pārvadājumu pakalpojumu, lai sasniegtu ilgtermiņa stratēģiskos mērķus un biznesa attīstību.

Konkrētais mērķis var tikt sasniegts, pielietojot praksē tiešu IS mijiedarbību, ko izmanto pasažieru termināli un IS, kuras izmanto pārvadātāji, tās institūcijas, kas regulē nozari, un iestādes, kas nodrošina valsts pasūtījumu.

Autors darbā apraksta IS *Baltic Lines* integrācijas piemēru vienotā biļešu realizācijas sistēmā *VBTS*.

Atsevišķu ģeogrāfiski un administratīvi attālinātu terminālu vienota pasažieru pārvadājumu informatīvā centra izveide uz pasažieru termināla IS bāzes („virtuālā

autoosta"), izmantojot loģistikas pakalpojumu sistēmu, balstītu uz Interneta resursiem, atbilst piecu pušu pakalpojumu sistēmai (5PL), kuras lietotāju skaits ievērojami palielinātos.

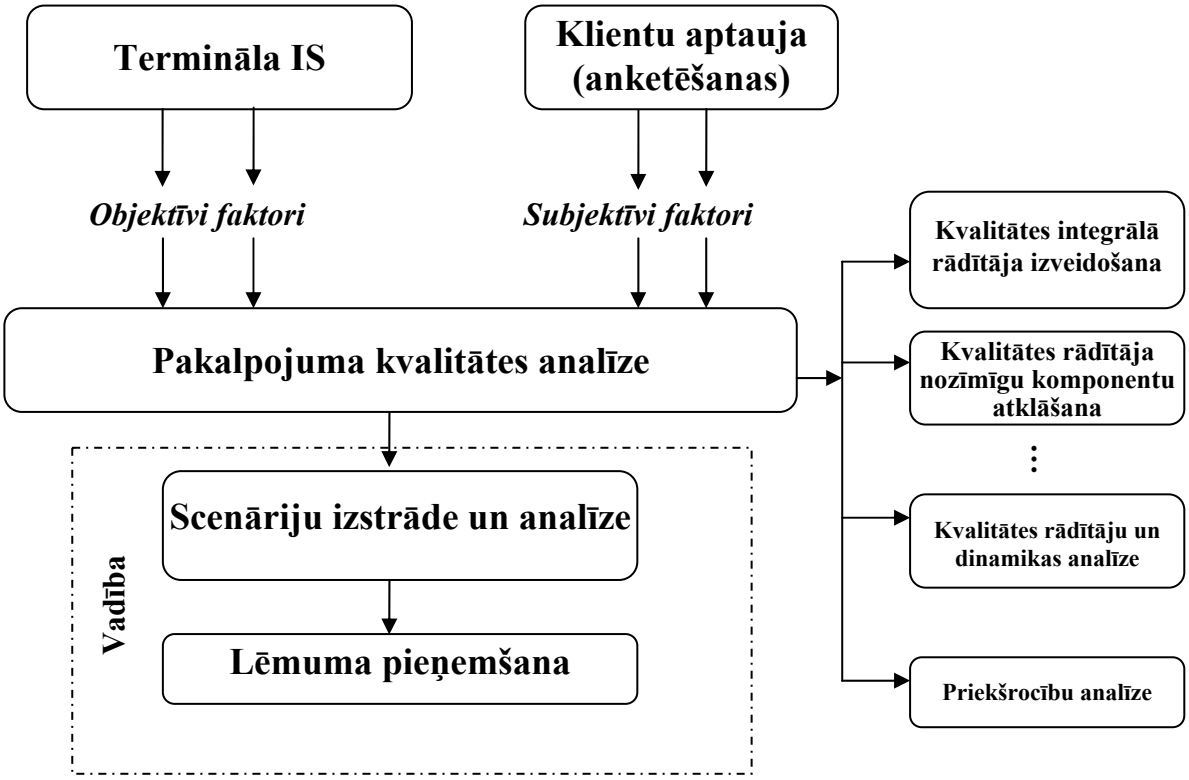
10.4. Kompleksas pieejas izstrāde termināla pakalpojumu kvalitātes novērtējumam

Autobusu termināls (autoosta) ir multimodālas transporta sistēmas transporta mezgls vai citiem vārdiem pasažieru pārvadājumu kopējās loģistiskās sistēmas posms un drošums, drošība, pārvadājumu punktualitāte un citi pakalpojumu kvalitātes rādītāji raksturo ne tikai termināla, bet arī kopējo pasažieru pārvadājuma kvalitātes līmeni. Kompleksa pieeja pakalpojumu kvalitātei un tās pastāvīgs monitorings ir sabiedriskā transporta ilgtspējīgas attīstības nosacījums, īpaši, esošajā ekonomiskā situācijā, ko raksturo ierobežoti resursi, samazinoties valsts atbalstam dotāciju veidā.

Pašlaik pasažieru termināla informācijas sistēma tiek izmantota statistiskas datu apkopošanai. Tās attīstība ļauj izstrādāt daudz efektīvākus vadības lēmumus. Kā piemēru apskatot IS *Baltic Lines*, var izdalīt divus tās attīstības etapus:

(1) pirmatnējo statistisko datu par tehnoloģiskiem procesiem savākšana;
(2) lēmumu pieņemšanas atbalsta nodrošināšana ar nepieciešamiem instrumentiem, t.i., analītiskās daļas attīstība, tai skaitā efektivitātes un kvalitātes rādītāja statistisko datu analīze un prognozēšana.

Darbā tiek piedāvāti instrumenti, metodes un algoritmi, kuri ļauj attīstīt termināla IS analītisko daļu. 8. attēlā parādīta termināla pakalpojumu kvalitātes kompleksās analīzes sistēma, kura iekļauj daudzus kvalitātes analīzes uzdevumus, izmantojot objektīvas un subjektīvas informācijas bāzi.



8. attēls. *Termināla pakalpojumu kvalitātes kompleksās analīzes sistēma*

Uzdevumi ir sekojoši:

1.*Pakalpojuma kvalitātes kvantitatīvo kritēriju aprēķināšana.* Papildus jau esošajiem kvalitātes vadības sistēmā aprēķināmajiem kritērijiem, kuri raksturo dispečeru darbu reisu apkalpošanā, pārdoto biļešu daudzumu, pieļauto kļūdu daudzumu u.c., autors piedāvā uz IS objektīvās informācijas bāzes aprēķināt papildus kvalitāti raksturojošus kritērijus:

- punktualitātes indeksu;
- pārvadājumu tīkla pārklājuma koeficientu;
- autobusu piepildījumu u.c.

Šie kritēriji galvenokārt raksturo pārvadātāju sniegto pakalpojumu kvalitāti un termināla darbība maz tos ietekmē. Ņemot vērā, ka no klienta viedokļa, pasažieru pakalpojums tiek novērtēts kopumā, tāpēc arī no termināla pārvaldības viedokļa šo rādītāju monitorings ir svarīgs.

Minēto kvalitātes kritēriju aprēķinam ne vienmēr pietiek ar informāciju, kura tiek apkopota esošajā termināla IS. Kā piemērs pakalpojumu kvalitātes novērtēšanas iespēju palielināšanai darbā ir izstrādāts punktualitātes indeksa aprēķina algoritms un analīze, kā arī veikta aprobācijas procedūra, balstoties uz esošās IS *Baltic Lines* datiem.

Klientu anketēšana ir kvalitātes vadības sistēmas neatņemama sastāvdaļa. Darbā ir izstrādāta anketēšanas sistēma, kura paredzēta vairāku uzdevumu risinājumam:

- priekšrocību analīze (kritēriju noteikšana, pēc kādiem klients izvēlas transporta veidu);
- mobilitātes analīze;
- kopējo pakalpojumu kvalitāti ietekmējošo atsevišķo atribūtu noteikšana un svarīgāko ietekmējošo rādītāju analīze;

Darbā apskatīti anketēšanas veidi, kuri ir praksē piemēroti Rīgas starptautiskajā autoostā pēdējo trīs gadu laikā un tiek piedāvātas metodes un algoritmi, kuri var tikt izmatoti kompleksai pakalpojumu kvalitātes analīzei pasažieru terminālā.

10.5. Pārvadājumu drošuma analīze izmantojot punktualitātes indeksa analīzi

Punktualitāte atspoguļo transporta uzņēmuma pakalpojumu drošumu un pasažieri to ņem vērā izvēloties pārvadātāju un transporta veidu. Ja salīdzina dzelzceļa pārvadājumus un autobusu pārvadājumus, dzelzceļš ir drošāks pasažieru pārvadāšanas veids, jo uz to ietekmi neatstāj sastrēgumi un mazāk ietekmē klimatiskie apstākļi. No otras puses, šis transporta veids zaudē autobusu pārvadājumiem pieejamības ziņā, jo dzelzceļa tīkls ne visur ir izveidots. Šinī sacensībā komforta un servisa kopums var spēlēt izšķirošu lomu transporta veida izvēlē no pasažieru puses. Ja pie tam pārvietošanās ilgums ar šiem abiem transporta veidiem atšķiras nenozīmīgi, saraksta precīza ievērošana autobusu transportam kļūst par svarīgu nosacījumu, īpaši, ja ņem vērā arī intermodālitātes principu realizāciju pasažieru pārvadājumos.

Darbā piedāvāta punktualitātes indeksa aprēķināšanas metodika un analīze kā autobusu pārvadājumu drošuma mērs.

Indeksu *i*-tajam reisam maršrutam ar *k* pieturām aprēķina kā laika intervāla lielumu starp faktisko transporta līdzekļa pienākšanas laiku *i-tā* reisa *j*-tajā pieturā t_{ij}^{f} un plānoto saraksta pienākšanas laiku t_{ij}^{r}:

$$h_i = \sum_{j=1}^{k} \left(t_{ij}^{f} - t_{ij}^{r} \right) * w_j , \qquad (1.)$$

kur, w_j – svērtais koeficients

$$w_j = \begin{cases} 0 , \text{ja } t_{ij}^{f} < t_{ij}^{r} \\ 1 , \text{ja } t_{ij}^{f} > t_{ij}^{r} \end{cases} .$$

Metodika ietver:

- punktualitātes indeksa aprēķinu par interesējošā laika periodā izvēlētiem analizējamiem reisiem balstoties termināla IS datu bāzi;
- reisu kavēšanās raksturlielumu aprēķinu, izmantojot dispersijas analīzi dažādu faktoru ietekmes pārbaudei uz punktualitātes indeksa: (1) laika apstākļi; (2) nedēļas diena; (3) diennakts laiks; (4) iebraukšanas virziens pilsētā u.c.

Metodikas aprobācija, ko veica autors balstoties uz Rīgas starptautiskās autoostas datiem, tika veikta tikai attiecībā uz gala pieturu, jo pagaidām informācija par autobusu pienākšanas un atiešanas laiku starppieturās maršrutā IS nav pieejama. Rezultāti par šādas pieejas izmantošanu publicēti autora darbos [8, 9, 10].

Balstoties uz punktualitātes indeksa analīzi, izmantojot Rīgas starptautiskās autoostas datus par 2005.-2007.gadiem, un nosakot būtiskus faktorus, kuri ietekmē indeksu, tika izdarīti, piemēram, sekojoši secinājumi:

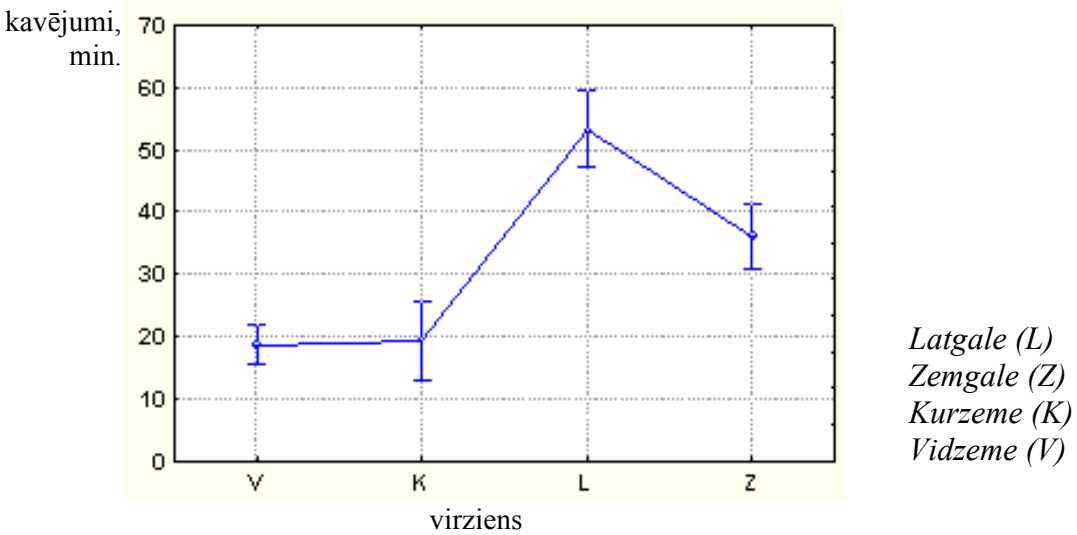
1) Ievērojama ietekme uz kavēšanos ir nedēļas dienai – paši lielākie kavējumi fiksēti brīvdienās (sk. 4. tabulu). 2007.gada datiem F kritērijs vienāds 19.847 (p-vērtība = 4.00E-22). Rezultātu analīze parāda, ka iemesls ir vadības kontroles trūkums brīvdienās, kas pazemina pakalpojumu izpildes kontroli.

4. tabula

F kritērija aprēķinu rezultāti hipotēzes pārbaudei par nedēļas dienas ietekmi uz kavēšanu (2005., 2006. un 2007.gada jūlijs)

Gads	SSB kvadrātu summa, nosacīta ar modeli	df brīvības pakāpju skaits	SSW, atlikumu kvadrātu summa	df, brīvības pakāpju skaits	F-kritērijs	p-vērtība
2005	88095.83	6	3332266	1071	4.719	0.000094
2006	20426.35	6	1358477	1432	3.589	0.001553
2007	187406.2	6	1765744	1122	19.847	4.00E-22

2) par reisa iebraukšanas virziena ietekmi – būtiskākā kavēšanās ir reisiem, kuri Rīgā iebrauc no Latgales virziena (sk. 9. attēlu). 2007.gada datiem F kritērijs vienāds 38.45 (kritiskā nozīme $F(3,1125)=2.61$). Rezultātā tiek piedāvāti alternatīvi maršruti iebraukšanai pilsētā, lai apbrauktu sastrēgumus dotajā virzienā.



9. attēls. *95% kavēšanas ticamības intervāli atkarībā no 4 kustības virzieniem (2007.gada jūlijs)*

Izmantojot metodiku termināla IS datiem, dod iespēju veikt ietekmes analīzi uz drošumu gan no kontrolējamiem, gan nekontrolējamiem faktoriem, tādiem kā:

- vadības procesu stratēģijas (no apkalpojošā personāla puses), kuras var izmantot reaģējot uz drošuma problēmām tās minimizējot.
- transporta līdzekļu stāvokļu tehniskais stāvoklis un to apkalpošanas kvalitāte;
- transporta līdzekļu un personāla (autovadītāji, dispečeri u.c.) nodrošinājums, lai realizētu pārvadājumus saskaņā ar sarakstu dotajā laikā;
- autobusu kustības prioritātes nodrošināšana, regulējot satiksmi, piemēram, īpaša braukšanas josla sabiedriskam transportam, īpaši gaismas signāli luksoforā u.c.;
- reisu maršrutu izveide, lai nelielas kavēšanās maršrutā būtu iespējams izlīdzināt un galapunktā nonākt pēc saraksta;
- atšķirības autobusu vadītāju iemaņās, maršruta pārzināšanā un disciplīnas ievērošanā;
- maršruta garumu un starppieturu daudzums, kuras palielina autobusu kavēšanās iespējamību maršrutā;
- situācija uz ceļa, ieskaitot sastrēgumus, manevrus parkojoties, dažādi incidenti un negadījumi, ceļu remonts un celtniecība u.c.

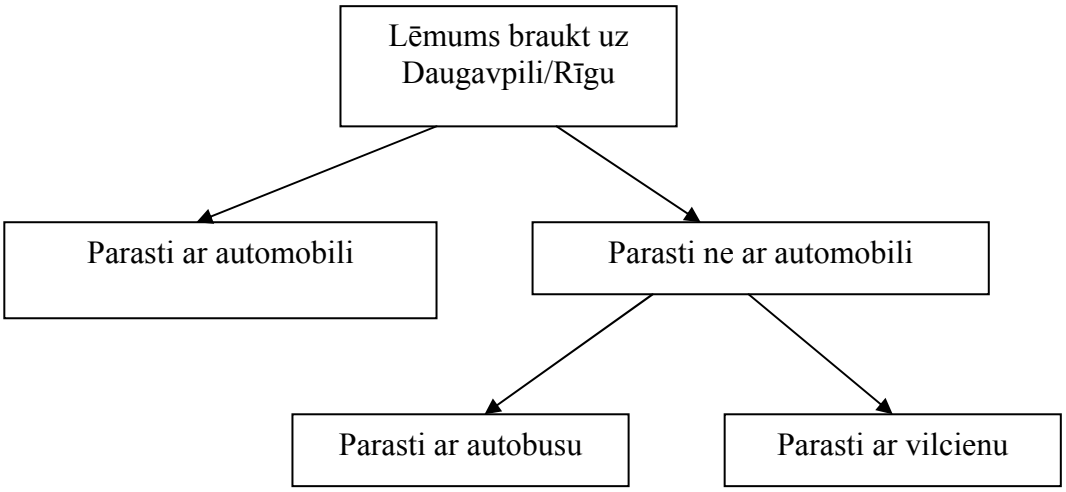
10.6. Modeļi pasažieru transporta līdzekļu izvēles iemeslu izpētei

Analizējot multimodālas transporta sistēmas funkcionēšanu, ieviešot jaunus maršrutus, viens no svarīgākajiem uzdevumiem – noteikt pieprasījumu katram

alternatīvam transporta veidam un noskaidrot, kādi faktori to ietekmē. Tam var izmantot diskrētās izvēles teorijas modeļus, kurus šodien attīsta vairāki zinātnieki: Ben-Akiva, Lerman u.c. Disagregētos diskrētās izvēles modeļos tiek ņemti vērā vairāki faktori, kas ietekmē brauciena ģenerēšanu: sociālais statuss, dzīves stils un citi indivīda raksturotāji. Bez tam indivīda uzvedību ietekmē arī transporta veida raksturotāji, tādi kā, piemēram, biļetes cena, pārvietošanās laiks, precizitāte, komforts, transporta infrastruktūras piemērotība un kvalitāte. Lai uzskatītu daudzu faktoru ietekmi uz pasažieru plūsmas apjomu un ņemtu vērā katra atsevišķa ceļotāja transporta vajadzības ir nepieciešams, lai eksistētu labi attīstīta transporta izpētes sistēma.

Darba autors, lai izveidotu transporta līdzekļa veida izvēles modeli maršrutā Rīga – Daugavpils, veica pasažieru anketēšanu autoostā, laika periodā no 01.07.2008. līdz 10.07.2008. Kopējais aizpildīto anketu skaits, intervējot pēc metodes „face-to face" (tiešā intervēšana) sastādīja 180, tomēr ne visas no šīm anketām tika aizpildītas korekti: bija neaizpildītas vietas, kā arī atbilžu nesaskaņotība pēc jēgas saistītiem jautājumiem u.t.t. Aptaujai tika izmantota tikai pasažieru izlase, kuri tika anketēti autoostā, tāpēc, kā atkarīgo mainīgo tika nolemts izmantot atbildi uz jautājumu „Ja dotais brauciens uz Daugavpili/uz Rīgu nav vienīgais, tad kādu transporta veidu Jūs parasti izmantojat? (automobili, autobusu, vilcienu)", t.i. diskrētā izvēle var būt formulēta kā „parastā transporta izvēle autobusa pasažieriem".

Tika izveidoti divi diskrētās izvēles modeļi transporta līdzekļa veida izvēlei braucienam uz Rīgu/Daugavpili. Kā transporta veida alternatīvas tika izmantoti: automašīna, vilciens, autobuss. Tika izskatīts secīgās diskrētās izvēles modelis (10. attēls). Alternatīva „parasti izmanto automašīnu" bija pieņemta kā nesavienojama ar sabiedriskā transporta izvēli (starp vilcienu un autobusu). Darbā izpētīta plaša faktoru spektra ietekme uz pasažieru izvēli, novērtēti to parciālie efekti. Visiem nozīmīgiem koeficientiem modelī ir paskaidrojamās zīmes (t.i., korekti ietekmes virzieni). Abiem modeļiem ir pareizi klasificēto gadījumu augsts procents (attiecīgi 92.06% un 86.27%).



10. attēls. *Divlīmeņa risinājuma shēma*

Pirmais modelis izskatīja izvēli starp automašīnu un sabiedrisko transportu (pirmais etaps shēmā 10. att.).

Rezultējošā formula, kura ietver nozīmīgus parametrus un varbūtības novērtējumu automobiļa kā transporta veida izvēlei ir sekojoša:

$$P(vid_auto) = Logistic(x) = \frac{e^x}{e^x + 1}$$

ar

$$x = 1.872 - 1.654\,why_comfort + 2.400\,income500 + 2.025\,age40_60 -$$
$$-1.630\,time_6_12 - 0.468\,time1530 - 1.537\,destn_final - 3.399\,lang_lat + \varepsilon,$$

kur *why_comfort* – mainīgais «persona norādīja komfortu kā izvēles iemeslu»;

income500 – mainīgais «ģimenes ienākumi 500 - 1000 lati»;

age40_60 – mainīgais «persona vecumā no 40 līdz 60 gadiem»;

time_6_12 – mainīgais «pienākšanas laiks no plkst. 06:00 līdz 12:00»;

time1530 – mainīgais «persona ierodas stacijā 15-30 minūtes līdz reisa atiešanai»;

destn_final – mainīgais «mērķa punkts – gala punkts»;

lang_lat – mainīgais «dod priekšroku atbildēm latviešu valodā».

Otrs modelis tika izveidots izvēlei starp autobusa un vilciena izmantošanu (otrais etaps shēmā 10. att.) 5. tabulā apkopoti otrā modeļa rezultāti alternatīvai autobuss/vilciens.

5. tabula

Modeļa II novērtēšanas rezultāti

Izlase	Izlases ar atbildēm „izmanto vilcienu” un „izmanto autobusu”
Izlases apjoms	102
Atkarīgais mainīgais	“izmanto vilcienu”
Atkarīgā mainīgā vērtības	1, ceļotājs parasti izmanto vilcienu (18 gadījumi, 17.65%) 0, ceļotājs parasti izmanto autobusu (84 gadījumi, 82.35%)
Logaritma ticamības funkcijas vērtības	– 31.69122
Ticamības attiecības piemeklēšanas testa pārbaude, χ^2_{obs}	31.68
Ticamības attiecības piemeklēšanas testa pārbaude, p-vērtība	0.0002
Ticamības attiecības indeksa vērtība	0.3333

5. tabulas turpinājums

Mainīgais	*Apraksts*	*Koeficients*	*p-vērtība*	*Parciālais efekts*
1	Atiešanas laiks no 12:00 līdz 18:00	-1.785	0.116	-0.084
2	Ceļo no Rīgas	1.976	0.051	0.106
3	Persona, kas norādīja kā autobusa izvēli pieradumu (a habit)	-2.079	0.088	-0.892
4	Persona, kas norādīja cenu kā autobusa izvēles iemeslu	2.657	0.005	0.399
5	Persona vecumā no 40 līdz 60	-1.988	0.029	-0.115
6	Viena virziena ceļojums (pretstatā atgriezeniskajam)	-1.867	0.023	-0.193
7	Persona ceļo dotajā virzienā vienreiz gadā vai retāk	1.014	0.183	0.084
8	Mērķa punkts – gala punkts	1.178	0.131	0.069
9	Persona domā, ka vilciens ir lētāk nekā autobuss	1.167	0.150	0.100
Konstante		-2.919	0.049	

Pamatojoties uz izveidotajiem modeļiem tika secināts:

- Pasažiera vecums ir nozīmīgs faktors modelī un ņemot vērā mainīgā koeficienta negatīvu zīmi, ir secināts, ka pasažieri no 40 līdz 60 gadiem tāliem braucieniem automašīnu izmanto retāk;
- Tā kā pasažieru ienākumu ietekme modelī tika apskatīta atsevišķi, var pieņemt, ka pasažieri vidējā vecuma grupā dod priekšroku mierīgam braucienam ar autobusu nekā salīdzinoši intensīvai automašīnas vadīšanai;
- Pasažieri, kuri ceļo no rīta (no plkst. 6:00 līdz 12:00) parasti neizmanto automašīnu. Šis fakts var tikt izmantots, lai pārvadātāji attīstītu sabiedriskā transporta pārvadājumus, īpaši ņemot vērā, ka šai periodā pieaug konkurence starp autobusu reisiem un vilcienu;
- Atbilstoši modelim, vairākums pasažieru, kuri parasti dod priekšroku pilsētas sabiedriskam transportam, ierodas autoostā 15–30 minūtes pirms transporta atiešanas laika. Šis laika intervāls var tikt izmantots autoostas papildpakalpojumu izmantošanai.

Pamatojoties uz veikto ekonomisko modelēšanu ar diskrētās izvēles teorijas palīdzību var izdarīt sekojošus secinājumus:

- izskatot iespējas šāda veida pastāvīgai analīzei pasažieru termināla kvalitātes vadības sistēmā var sadalīt mainīgos divās grupās – novērojamie un nenovērojamie. Novērojamo mainīgo vērtības (piemēram, vecums vai mērķa galapunkts) var būt iegūtas bez tieša kontaktā ar cilvēku, bet nenovērojamo mainīgo vērtības (piemēram, viedoklis par apkalpošanu) var tikt iegūts tikai

aptaujas rezultātā. Līdz ar to tāda veida modeļu izmantošana praksē lēmumu pieņemšanas atbalstam prasa rūpīgu un vispusīgu transporta izpētes plānošanu;

- atklātie būtiskie faktori un to ietekmes virzieni var tikt izmantoti pakalpojumu kvalitātes monitoringā un sabiedriskā transporta pārvadājumu un autoostas pakalpojumu kvalitātes uzlabošanā.

10.7. Kvalitātes integrālā indikatora uzbūves algoritma izveide un aprobācija, balstoties uz AS „Rīgas starptautiskā autoosta" datu bāzes

10.7.1. Kvalitātes integrālā indikatora modelis

Pakalpojumu kvalitātei ir komplekss raksturs un tā atkarīga no daudziem rādītājiem ar nepastāvīgu raksturu. Tāpēc ir nepieciešams mehānisms, kurš raksturo kāda ietekme uz kopējo integrālo kvalitātes rādītāju ir atsevišķām kvalitātes rādītāju kategorijām. Darbā ir piedāvāts algoritms funkcijai, lai izveidotu integrālo (kompozīta) kvalitātes rādītāju, kurš ļauj salīdzināt termināla sniegto dažādu pakalpojumu kvalitāti un noteikt nozīmīgas kvalitātes kategorijas, kuras būtiski ietekmē kopējo kvalitātes rādītāju.

Pieņemsim, ka ir lietotāju kopums un *i*-tais lietotājs no dotā kopuma ir novērtējis dotā pakalpojuma kvalitāti ar rādītāju Q_i. Kopējo pakalpojuma kvalitātes novērtējumu noteiks funkcija ar vairākiem atribūtiem $X_1, \ldots, X_k$. Apzīmēsim ar $X_{i1}, \ldots, X_{ik}$ to atribūtu novērtējumus, ko veicis *i*-tais lietotājs. Tad kopējais kvalitātes novērtējums, ko veicis šis lietotājs, līdzināsies

$$Q_i = f(X_{i1}, \ldots, X_{ik}). \qquad (2.)$$

Kvalitātes lineārais indikators paredz, ka funkcija (2) var būt pārstāvēta šādā veidā,

$$Q_i = \sum_{j=1}^{k} \beta_{ij} X_{ij}, \qquad (3.)$$

kur svars β_{ij} mēra atribūta X_j relatīvo nozīmīgumu attiecībā pret pakalpojuma kvalitāti *i*-tajam pasūtītājam.

Pieņemsim, ka visi pasūtītāja novērtējumi X_{ij} un Q_i izdarīti pēc vienas un tās pašās skalas, piemēram (0 ... 5), un attiecībā pret svaru β_{ij} ir izpildīti šādi nosacījumi:

$$\beta_{ij} \geq 0 \text{ un } \sum_{j=1}^{k} \beta_{ij} = 1. \qquad (4.)$$

Pieņemsim, ka svars β_{ij}, ko izmanto *i*-tais pasūtītājs *j*-tajam atribūtam, ir neatkarīgs no novērtējuma, ko izdarījis dotais pasūtītājs dotajam atribūtam X_{ij}.

Pakalpojuma kvalitāte var tikt panākta, izmantojot mainīgo β_{ij} un X_{ij} neatkarības īpašību:

$$Q = E[Q_i] = \sum_{j=1}^{k} E[\beta_{ij}]E[X_{ij}] = \sum_{j=1}^{k} \beta_j m_j \,, \qquad (5.)$$

kur m_j – atribūta j vidējais novērtējums dotajā kopumā, bet β_j – šī atribūta vidējais svars (nozīmīgums) kopumā.

Modeļa tipa (5) piemeklēšana paredz katra atribūta vidējā svara novērtēšanu kopumā. Darbā piedāvāts algoritms svaru aprēķinam, pamatojoties uz regresijas analīzi.

Pieņemsim, ka n izmēra gadījuma izlase no lietotāju kopuma deva servisa globālās kvalitātes novērtējumus – Y_{ij} ($i=1, \ldots n$) un atribūtu novērtējumus (parciālos kvalitātes rādītājus), kuri nosaka servisa kvalitāti – X_{ij} k konkrētiem atribūtiem x_j ($i = 1, \ldots n; j = 1, \ldots k$). Pieņemsim, ka šie novērtējumi veikti skalā 0–5.

Servisa kvalitāte i-tajam lietotājam, tas ir nezināmais mainīgais, kuru mēra novērtējuma formā lietotājs $Y_{i.}$ (Tas nozīmē, ka novērtējums y_i saistīts ar servisa Q_i kvalitāti):

$$Y_i = \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{x}_i + Z_i \,, \qquad (6.)$$

kur $\mathbf{x}_i = (X_{i1}, \ldots, X_{ik})$ – *i-tā* lietotāja veiktie atribūtu novērtējumi;

$\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, \ldots, \beta_k)^{\mathrm{T}}$ – svaru vektors ar nosakāmajām īpašībām (4);

Z_i – ir mērījumu kļūda, kurai, pieņemsim, ir spēkā normālais sadalījuma likums $Z_i \sim N(0, \sigma_z^2)$.

Modeļa pieņēmumi ir klasiskās regresijas analīzes pieņēmumi. Kvalitātes parciālā atribūta novērtējuma palielināšanai, pēc loģikas, ir jāveicina kvalitātes kopējā atribūta novērtējuma palielināšanu. Šajā gadījumā atkarībai starp kvalitātes kopējo novērtējumu un parciāliem atribūtiem ir jābūt ar pozitīvu zīmi. Otrais ierobežojums ir parasts svariem – uz vērtību. Tādejādi, svaru ierobežojumi – dotā modeļa nezināmi parametri un var tikt parādīti sekojoši:

$$\beta_j \geq 0 \text{ , ja j=1,..., } k \text{ un } \sum_{j=1}^{k} \beta_j = 1 . \qquad (7.)$$

Sekojoši ir uzdevums funkcijas (6) nezināmo parametru novērtējumam ar ierobežojumiem (7).

10.7.2. Svaru novērtēšanas procedūra

Darbā tika aprobētas vairākas svaru noteikšanas metodes:

A. Klasiskais regresijas modelis pēc vismazāko kvadrātu metodes.

Klasiskā regresijas modeļa standartforma:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}, \qquad (8.)$$

kur **X** – neatkarīgo mainīgo vērtību matrica, dimensijas $(n \times k)$,

n – novērojumu skaits,

$\mathbf{Y}$ – atkarīgā mainīgā vērtību vektors, dimensijas ($n\times1$),

$\mathbf{Z}$ – ($n\times1$) dimensijas vektors, kura komponenti Z_1, Z_2, ... , Z_n ir neatkarīgi, vienādi sadalīti gadījuma lielumi ar vidējo vienādu ar nulli, dispersiju σ^2 un kovariāciju matricu $Cov(\mathbf{Z}) = \sigma^2\mathbf{I}_n$,

$\boldsymbol{\beta}$ – regresijas modeļa parametru vektors, dimensijas ($k\times1$), kuru ir nepieciešams novērtēt.

Novērtējums (LSE), kas iegūts pēc vismazāko kvadrātu metodes $\boldsymbol{\beta}$, tiek aprēķināts pēc formulas:

$$\widehat{\boldsymbol{\beta}} = \left(\mathbf{X}^T\mathbf{X}\right)^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{Y} \tag{9.}$$

un dod vismazāko funkcijas vērtību

$$f(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \sum_{i=1}^{k}\widehat{\beta}_i X_{ij}\right)^2 = \sum_{i=1}^{n}\left(Y_i - \widehat{\boldsymbol{\beta}}^T\mathbf{x}_i\right)^2, \tag{10.}$$

kur $\mathbf{x}_i = (X_{i1}, ...X_{ik})$ ir vektors-kolona izmēra (dimensijas) $k\times1$.

Sakarā ar to, ka neatkarīgie mainīgie (kvalitātes parciālie atribūti) var korelēt savā starpā, tiks pielietota regresijas modeļa soļpiemeklēšanas procedūra (Forward Stepwise vai Backward Stepwise).

B. Regresijas modelis ar ierobežojumiem uz koeficienta zīmi (a Restricted Least Squares Problem)

Piemērosim pirmo ierobežojumu modeļa parametriem (atsevišķu radītāju svaru) (6):

$$\beta_{ij} \geq 0.$$

Modeļa pirmā ierobežojuma parametru novērtēšanā izmantosim pieeju, ko pirmoreiz izmantoja M.S.Waterman. Algoritms realizē vismazāko kvadrātu metodi ar ierobežojumiem un iekļauj sevī vairākus posmus.

1.solis. Ar klasisko vismazāko kvadrātu metodi pēc formulas (5.19.) tiek novērtēts vektors-kolona ar nezināmiem parametriem $\widehat{\boldsymbol{\beta}} = \left(\mathbf{X}^T\mathbf{X}\right)^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{Y}$. Ja iegūtajam vektoram ir negatīvi elementi, tad pāreja pie 2.soļa, ja nē – tad pāreja pie 3.soļa.

2.solis. s negatīvu elementu esamības gadījumā parametru vektorā $\boldsymbol{\beta}$ ($\beta_i<0$) tiek veikta sekojošā izejas matricas X modifikācija: rindiņas, kuras attiecas uz negatīviem novērtējumiem, tiek izslēgtas no apskatīšanas. Pārveidotā matrica X dimensijas $(k-s)\times n$ tiek sūtīta uz atkārtoto parametru novērtēšanu, t.i., notiek pāreja uz 1.soli.

3.solis. Parametru vektora $\boldsymbol{\beta}$ pozitīvu komponentu gadījumā notiek mērķa(standarta) funkcijas $f(\boldsymbol{\beta})$ aprēķināšana ar vismazāko kvadrātu metodi pēc formulas (11.).

4.solis (mērķa funkcijas optimālās vērtības meklēšana). Pieņemsim, ka kopumā atlikušo pozitīvo parametru skaits ir *l*. Pēc kārtas pielīdzinot nullei (visas iespējamās kombinācijas pa vienam, pa diviem, pa trīs un tā tālāk pa *l* atlikušiem pozitīviem parametriem) un pārlasot visas iespējamās mērķa funkcijas vērtības, iegūtās pie dotajām parametru kombinācijām, tiek noteikts tāds parametru komplekts, pie kura mērķa funkcija $f(\boldsymbol{\beta})$ ir minimālā. Atbilstošais mērķa funkcijas $f(\boldsymbol{\beta})$ minimālai vērtībai vektors $\boldsymbol{\beta}$, kas nesatur negatīvus elementus, arī ir uzdevuma risinājums.

Algoritma darbības rezultāts ir vektors-kolonna $\boldsymbol{\beta}$ (izmēra $l+1$), kas satur regresijas modeļa nezināmu parametru novērtējumu tikai ar pozitīvām zīmēm un to parametru (svaru) summa ir vienāda ar viens.

C. Regresijas modelis ar ierobežojumiem uz koeficientu vērtībām

Darbā apskatīts algoritms, kurā kvalitātes parciālo atribūtu nezināmie svari tiek novērtēti ņemot vērā sekojošos vērtību ierobežojumus:

$$\sum_{i=1}^{k} \beta_i = 1.$$

Ir nepieciešams atrast koeficientus $\boldsymbol{\beta} = (\beta_1, ..., \beta_k)^T$, kas minimizē funkciju (10.) pie nosacījuma

$$g(\boldsymbol{\beta}) = \sum_{i=1}^{k} \beta_i - 1 = \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{e} - 1 = 0, \qquad (11.)$$

kur

e – vektors-kolona, atbilstošai dimensijai, no vieniniekiem.

Lagranža funkcija mūsu uzdevumam būs sekojoša

$$L(\boldsymbol{\beta}, \lambda) = f(\boldsymbol{\beta}) + \lambda g(\boldsymbol{\beta}), \qquad (12.)$$

kur $\lambda \geq 0$ – Lagranža reizinātājs.

Šo funkciju ir nepieciešams minimizēt pēc mainīgajiem $\boldsymbol{\beta}$ un λ. Tas noved pie sekojošās vienādojumu sistēmas:

$$\begin{aligned} &\frac{\partial}{\partial \boldsymbol{\beta}} L(\boldsymbol{\beta}, \lambda) = \frac{\partial}{\partial \boldsymbol{\beta}} f(\boldsymbol{\beta}) + \lambda \frac{\partial}{\partial \boldsymbol{\beta}} g(\boldsymbol{\beta}) = 0, \\ &\frac{\partial}{\partial \boldsymbol{\beta}} L(\boldsymbol{\beta}, \lambda) = g(\boldsymbol{\beta}) = 0. \end{aligned} \qquad (13.)$$

Pirmajam no šiem vienādojumiem ir veids

$$\frac{\partial}{\partial \boldsymbol{\beta}} L(\boldsymbol{\beta}, \lambda) = -2 \sum_{i=1}^{n} \left(Y_i - \boldsymbol{\beta}^T \mathbf{x}_i \right) \mathbf{x}_i + \lambda \mathbf{e} = 0.$$

Pierakstīsim vienādojumu matricu formā

$$-2\mathbf{X}^T\mathbf{Y} + 2\mathbf{X}^T\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \lambda\mathbf{e} = 0.$$

No šejienes pierakstīsim izteiksmi priekš β:

$$\boldsymbol{\beta} = (\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{Y} - \tfrac{1}{2}\lambda(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{e}. \qquad (14.)$$

Lagranža reizinātājs tiek atrasts no otrā sistēmas (13) vienādojuma

$$1 = \mathbf{e}^T\boldsymbol{\beta} = \mathbf{e}^T(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{Y} - \tfrac{1}{2}\lambda\mathbf{e}^T(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{e}.$$

No šejienes atrodam

$$\lambda = 2(\mathbf{e}^T(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T\mathbf{Y} - 1)(\mathbf{e}^T(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{e})^{-1}. \qquad (15.)$$

D. Regresijas modelis ar ierobežojumiem uz parametru vērtībām un zīmi

Pētījumā piedāvāts algoritms, kas ir algoritmu kombinācija, aplūkotu B un C punktos. Galvenās izmaiņas tiek veiktas algoritma 1.solī, respektīvi, risinājums tiek meklēts ne ar klasisko mazāko kvadrātu metodi, bet izmantojot formulas (14.) un (15.). Pēc tam tiek pielietota procedūra, lai izslēgtu vektora B komponenti ar negatīvu zīmi. Tādā gadījumā tiek izpildīti abi ierobežojumi: kā uz vērtību, tā arī uz zīmi.

1.solis. Vektora-kolonas ar nezināmiem parametriem $\boldsymbol{\beta}$ novērtējums tiek meklēts ar formulām (14.) un (15.), pie kura funkcijas (10.) vērtība ir minimāla un nosacījums (11.) ir izpildīts. Ja iegūtajam vektoram ir negatīvi elementi, tad pāreja pie 2.soļa, ja nē – tad pāreja pie 3.soļa.

2.solis. s negatīvu elementu esamības gadījumā parametru vektorā $\boldsymbol{\beta}$ ($\beta_i<0$) tiek veikta sekojošā izejas matricas $\mathbf{X}$ modifikācija: rindiņas, kas attiecas uz negatīviem novērtējumiem, tiek izslēgtas no apskatīšanas. Pārveidotā matrica $\mathbf{X}$ dimensijas $(k-s)\times n$ tiek sūtīta uz atkārtoto parametru novērtēšanu, t.i., notiek pāreja uz 1.soli.

3.solis. Parametru vektora $\boldsymbol{\beta}$ pozitīvu komponenšu gadījumā notiek funkcijas $f(\boldsymbol{\beta})$, izskaitļošana pēc formulas (10.).

4.solis. *(mērķa funkcijas optimālās vērtības meklēšana).* Pieņemsim, ka kopumā atlikušo pozitīvo parametru skaits ir l. Pēc kārtas pielīdzinot nullei (visas iespējamās kombinācijas pa vienam, pa diviem, pa trīs un tā tālāk pa l atlikušiem pozitīviem parametriem) un pārlasot visas iespējamās mērķa funkcijas vērtības iegūtās pie dotajām parametru kombinācijām tiek noteikts tāds parametru komplekts, pie kura mērķa funkcija $f(\boldsymbol{\beta})$ ir minimālā. Atbilstošais mērķa funkcijas $f(\boldsymbol{\beta})$ minimālai vērtībai vektors $\boldsymbol{\beta}$, kas nesatur negatīvus elementus, arī ir uzdevuma risinājums.

Algoritma darbības rezultāts ir vektors-kolona $\boldsymbol{\beta}$ (izmēra $l\times 1$), kas satur regresijas modeļa nezināmu parametru novērtējumus tikai ar pozitīvām zīmēm un šo parametru (svaru) summa ir vienāda ar viens.

10.7.3. Skaitliskie rezultāti

Piedāvātā pieeja kvalitātes integrālā indikatora izveidei tika aprobēta uz 44 transporta ekspertu aptaujas rezultātu bāzes 2009.gada pavasarī. Anketā tika iekļauti 7 grupās sagrupēti 22 jautājumi, kuri parādīti 6. tabulā. Tāpat tika novērtēta arī servisa kopējā kvalitāte. Visu atribūtu vērtējuma skala – (0-5).

6. tabula

Anketēšanā iekļautie kvalitātes atribūti

Anketas sadaļas nosaukums	Kods	Atribūta apraksts	Kods
1. Pieejamība	W_1	Pieejamība ārējās satiksmes dalībniekiem	X_1
		Pieejamība pasažieriem autoostā	X_2
		Biļešu realizācija	X_3
2. Informācija	W_2	Vispārīgā informācija autoostā	X_4
		Ceļojumu informācija pozitīvā aspektā	X_5
		Ceļojumu informācija negatīvā aspektā	X_6
3. Laiks	W_3	Ceļojuma ilgums	X_7
		Precizitāte	X_8
		Drošums /ticamība	X_9
		Autobusu saraksts	X_{10}
4. Klientu apkalpošana	W_4	Klientu uzticība autoostas darbiniekiem	X_{11}
		Saskarsme ar klientu	X_{12}
		Prasības darbiniekiem	X_{13}
		Fiziskās palīdzības sniegšana	X_{14}
		Biļešu pārdošanas process	X_{15}
		Pakalpojumi, ko sniedz autobusu ekipāžas pie iekāpšanas/ izkāpšanas	X_{16}
5. Komforts	W_5	Tīrība un komforts autoostas ēkā un laukumā	X_{17}
		Citu iespēju/ pakalpojumu nodrošināšana autoostā	X_{18}
6. Drošība /aizsardzība	W_6	Aizsardzība pret noziedzību	X_{19}
		Aizsardzība pret negadījumiem	X_{20}
7. Apkārtējā vide	W_7	Piesārņojums, tā novēršana	X_{21}
		Infrastruktūra	X_{22}
		Kopējais vērtējums	X_{23}

Anketā pārstāvētie jautājumi demonstrēja augstu iekšējās saskaņotības līmeni (Alfa Cronbach koeficients). Tātad, anketēšanas rezultātā iegūto Alfa Cronbach

koeficienta rādītājs 0.933 un standarta rādītājs 0.93, kas atļauj izdarīt secinājumu par rezultātu drošumu.

Analizējot parciālo kvalitātes rādītāju aprakstošo raksturlielumu vērtības redzam, ka viszemāko vērtējumu ir ieguvuši atribūti, kuri saistīti ar infrastruktūru un apkārtējo vidi: vidējais lielums X_{22} ir vienāds ar 3.035 un X_{21} – 3.182. Tas atbilst esošai situācijai, jo Rīgas autoosta ir tehniski sliktā stāvoklī un meklē jaunas attīstības iespējas, veidojot jaunu autoostu un rekonstruējot esošo. Nākamie zemu novērtētie kvalitātes atribūti ir „tīrība un komforts autoostas ēkā un laukumā" (vidējais lielums - 3.419), „aizsardzība pret noziedzību" (3.500) un „fiziskās palīdzības sniegšana„ (3.550). Šie atribūti arī ir tieši saistīti ar autoostas infrastruktūras stāvokli. Vislabāk ar visaugstāko novērtējumu bija kvalitātes atribūti „autobusu saraksts" (vidēji – 4.409) un „biļešu realizācija" (vidēji – 4.527). Biļešu pieejamības iespējas (iegādes iespējas gan autoostas kasē, gan internetā, arī izmantojot mobilo telefonu) ir autoostas vadības prioritāte, tāpēc arī panākumi šajā jomā acīmredzami.

Tālāk aprakstīts cits pavadošo mainīgo formēšanas paņēmiens, proti, veidosim 7 mainīgos atbilstoši 7 atribūta grupām (jautājumu kategorijām) (6. tab., kreisais stabiņš). Katram jaunajam mainīgajam (jautājumu kategorijai) nozīmes (lielumi) iegūti, aprēķinot to mainīgo vidējo aritmētisko, kuri ietilpst dotās kategorijas grupas sastāvā. Tā saucamo „grupēto" mainīgo ieviešanas iemesli ir, pirmkārt, lielais skaits mainīgo pie neliela skaita novērojumu un, otrkārt, kategorijas mainīgās X_i (i=1, ..., 22) aizvietošana ar intervāla mainīgo w_l (l=1, ..., 7).

7. tabulā parādīti visu izveidoto modeļu novērtējuma rezultāti. Modeļu *A1, B1, C1, D1* izveidošanai tika izmantoti 22 sākotnējie atribūti un novērtēšanas algoritmi, kuri aprakstīti 10.7.2. punktā ar attiecīgiem apzīmējumiem (burtiem), bet *A2, B2, C2, D2* izmantoti „grupētie" 7 atribūti kā pavadošie mainīgie.

7. tabula

Svaru novērtēšanas rezultāti apskatītiem modeļiem

Atribūts	Modelis A1	Modelis B1	Modelis C1	Modelis D1	Sadaļa anketā	Modelis A2	Modelis B2	Modelis C2	Modelis D2
X_1	-	0.126	0.069	0.144	**1. Pieejamība**	-	0.175	0.167	0.17
X_2	-	_	0.134	-					
X_3	0.218	0.035	0.166	-					
X_4	-	0.102	0.174	0.082	**2. Informācija**	-	0.084	0.082	0.075
X_5	-	-	-0.162	-					
X_6	-	-	0.056	-					
X_7	-	0.147	0.175	0.171	**3. Laiks**	0.337	0.255	0.232	0.235
X_8	0.189	0.068	0.334	0.05					
X_9	-	-	-0.217	-					
X_{10}	-	-	-0.181	-					

7. tabulas turpinājums

Atribūts	Modelis A1	Modelis B1	Modelis C1	Modelis D1	Sadaļa anketā	Modelis A2	Modelis B2	Modelis C2	Modelis D2
X_{11}	0.260	0.131	0.088	0.133	**4. Klientu apkalpošana**	0.620	0.406	0.346	0.338
X_{12}	-	0.148	0.195	0.141					
X_{13}	0.180	0.067	0.149	0.058					
X_{14}	-	-	-0.011	-					
X_{15}	-	-	-0.046	-					
X_{16}	-	-	-0.147	-					
X_{17}	-	-	-0.142	-	**5. Komforts**	–	0.031	0.074	0.056
X_{18}	-	-	-0.011	-					
X_{19}	-	0.107	0.317	0.128	**6. Drošība /aizsardzība**	–	–	-0.031	–
X_{20}	-	-	-0.194	-					
X_{21}	-	-	0.029	-	**7. Apkārtējā vide**	–	–	0.13	0.125
X_{22}	0.103	0.137	0.225	0.093					
f($\boldsymbol{\beta}$)	5.221	4.133	2.274	4.355	f($\boldsymbol{\beta}$)	6.509	5.992	6.609	6.618
SEE	0.366	0.349	0.322	0.353	SEE	0.394	0.392	0.423	0.417
F	1024.400	564.953	304.867	625.669	F	2208	891.416	567.579	678.624

Kā galīgu modeļa formulu nesagrupētiem datiem pie visiem svaru ierobežojumiem ir iespējams apskatīt modeli *D1*:

$$y_i^* = 0.144\, x_{1i} + 0.082\, x_{4i} + 0.171\, x_{7i} + 0.050\, x_{8i} + 0.133\, x_{11i} + 0.141\, x_{12i} + \\ + 0.058\, x_{13i} + 0.128\, x_{19i} + 0.093\, x_{22i}$$

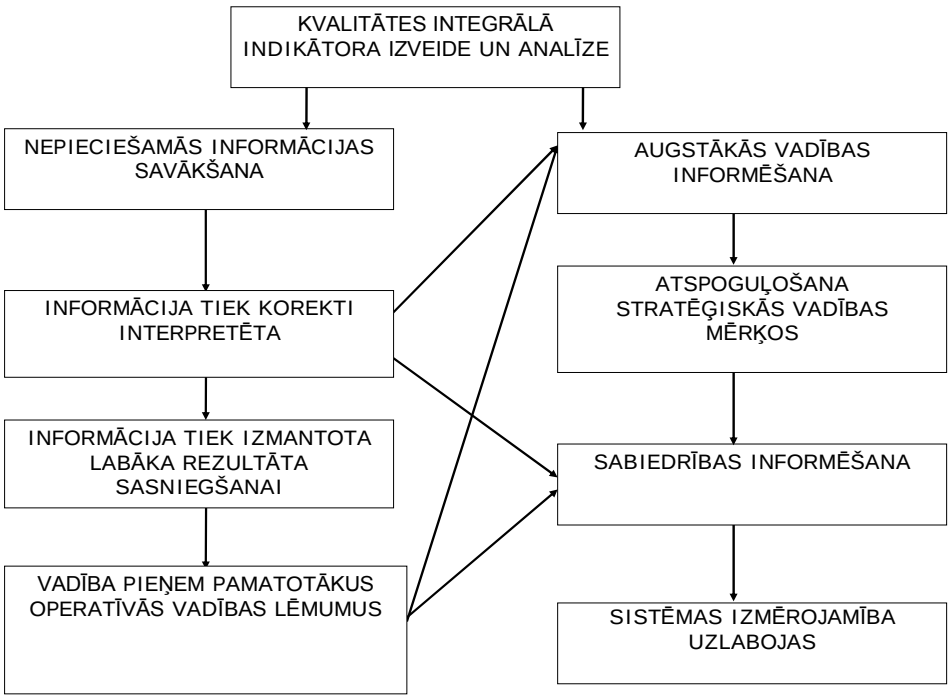
un sagrupētiem datiem – modeli *D2*:

$$y_i^* = 0.170 w_{1i} + 0.075 w_{2i} + 0.235 w_{3i} + 0.338 w_{4i} + 0.056 w_{5i} + 0.125 w_{7i}\,.$$

Modelim *D1* regresijas standartkļūda (Standard Error of Estimate (SEE)) sastāda apmēram 9% attiecībā pret kopējā novērtējuma vidējo vērtību, modelim *D2* – mazliet mazāk nekā 11%. Abi regresijas modeļi ir nozīmīgi pēc Fišera kritērija.

Doto modeļu praktiskais rezultāts ir atsevišķu kvalitātes atribūtu nozīmīguma atklāšana un to ietekmes uz pakalpojumu, ko nodrošina autoosta, kopējo kvalitāti. Tas ļaus autoostas vadībai veikt pamatotākus pasākumus servisa kvalitātes uzlabošanai. Piemēram, atklājot faktora W_4, kurš attiecas uz klientu apkalpošanas kvalitāti, vislielāko nozīmīgumu kopējā kvalitātes vērtējumā vēl reizi uzsverams personāla vadības nozīmīgums autoostas darbā. Otrā vietā modelī *D1* attiecīgi nozīmīgumā ir rādītājam X_1 – pieejamība ārējās satiksmes dalībniekiem, kas apliecina autoostas vadības stratēģiskā mērķa pareizību – padarīt autoostu par mūsdienīgu pasažieru loģistisko centru ar augstu intermodalitāres līmeni. Apstiprinās arī autoostas rekonstrukcijas nepieciešamība.

11. attēlā ir parādīta kvalitātes indikatora iespējamās izmantošanas shēma lēmumu pieņemšanā.



11. attēls. *Kvalitātes integrālā indikatora izmantošanas iespējas*

10.8. Lēmumu pieņemšanas atbalsta analītisko instrumentu pielietojums, izvēloties termināla attīstības scenāriju

Darbā izstrādātie analītiskie instrumenti veido autoostas pakalpojumu kvalitātes monitoringa sistēmu, kuras galvenais mērķis ir termināla pārvaldības uzlabošana. Pārvaldības uzdevumu risināšana sarežģītās sistēmās ir korporatīvo informācijas sistēmu projektēšanas pamatā, un kuru neatņemama sastāvdaļa ir atbalsta sistēmas lēmumu pieņemšana. Galvenā uzmanība pie tam, tiek pievērsta tieši procesam, nevis risinājuma rezultātam vai problēmas būtībai.

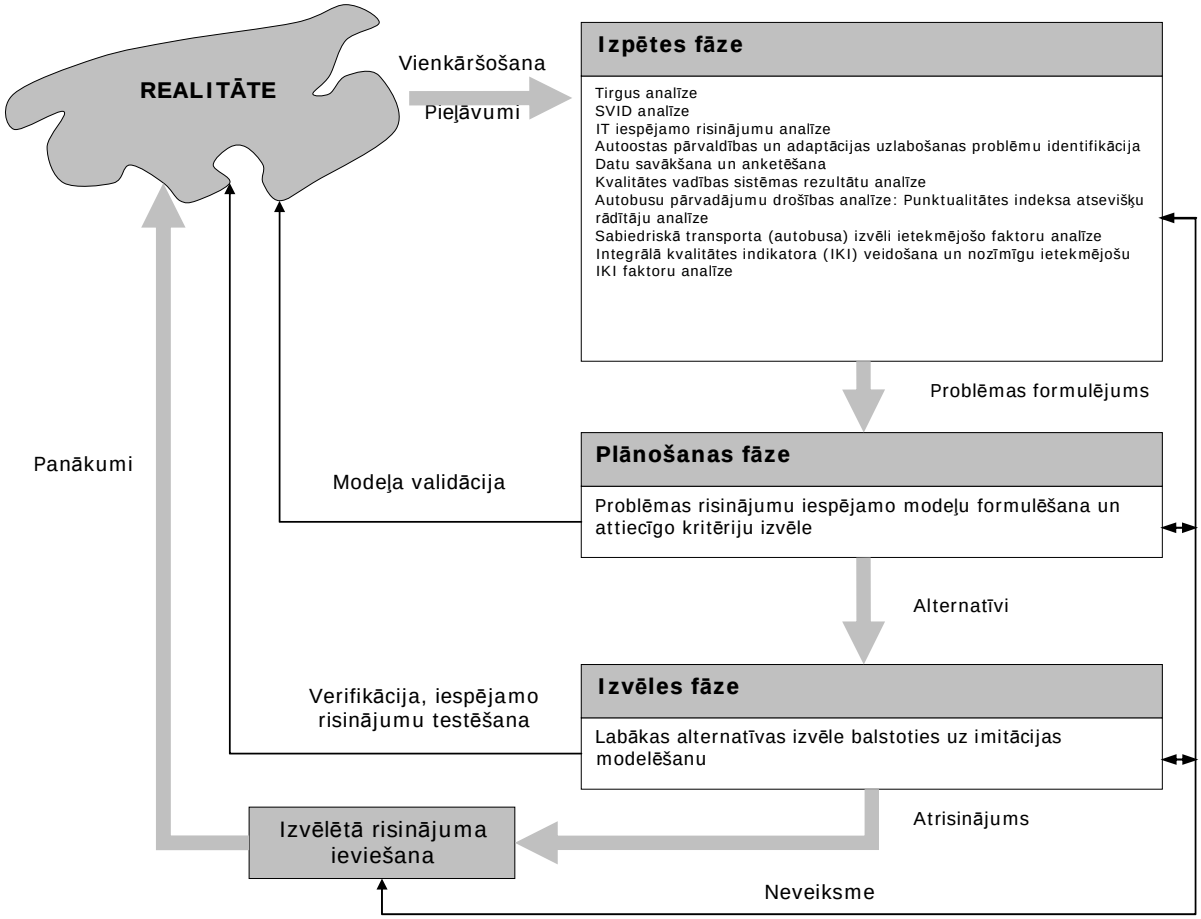
Lēmumu pieņemšana, t.i., apzināta līdzekļu izvēle no esošajiem variantiem vai alternatīviem darbības virzieniem, kas samazina atšķirību starp reālo un vēlamo objekta pārvaldes stāvokli. Tādā veidā dotais process iekļauj sevī daudz dažādu elementu, bet neiztrūkstoši šajā procesā ir tādi elementi kā problēmas, mērķi, alternatīvas un risinājumi kā alternatīvas izvēle. Darbā sīki aprakstītas šī procesa sastāvdaļas, parādīta lēmumu pieņemšanas realizācija konkrētai autoostai, izmantojot reāla termināla datus.

12. attēlā attēloti lēmumu pieņemšanas atbalsta procesa etapi konkrētam pasažieru terminālam, izmantojot reālus datus.

Izpētes fāzes stadijā tika veikta sabiedriskā transporta tirgus analīze Latvijā un esošā termināla SVID analīze. Noskaidroti būtiski faktori termināla kā loģistikas centra attīstībai, un kā uz tā bāzes izveidot „virtuālo” autoostu. Izskatītas esošās IS iespējas un piedāvāti papildus instrumenti, lai realizētu jaunu, sistēmisku pieeju

pakalpojumu kvalitātes monitoringam (8. attēls). Dotā sistēma ļauj laicīgi identificēt autoostas pārvaldes problēmas un nospraust uzdevumus lēmumu veidošanai termināla adaptācijai mainīgos darbības apstākļos.

Izmantojot 5.daļā izstrādātos analītiskos instrumentus Rīgas starptautiskajā autoostā, tika atklāti kritiskie faktori, kuri ietekmē kopējo piedāvāto pakalpojumu kvalitāti. Pats būtiskākais ir pakalpojumu kvalitātes un infrastruktūras atbilstība tirgus prasībām. Lēmums par transporta infrastruktūras rekonstrukciju (plānošanu), ir viens no galvenajiem lēmumiem, kam nepieciešama iepriekšēja, rūpīga sagatavošana. Pieņemot projekta lēmumus, neizbēgami nākas saskarties ar nepilnīgu un neprecīzu tehniski – ekonomisko informāciju. Tātad cilvēkam, kurš pieņem lēmumu, nāksies saskarties ar zināmu risku un nenoteiktību. Šajā sakarā lēmumu pieņemšanas atbalsta problēma, izvēloties projekta risinājumu un rekonstruējot esošos transporta infrastruktūras objektus, iegūst īpašu aktualitāti un prasa pilnveidot lēmumu pieņemšanas metodoloģiju.



12. attēls. *Lēmuma pieņemšanas procesa etapi*

Darbā sniegts imitācijas modelēšanas pielietojuma kā lēmumu pieņemšanas atbalsta analītiskā instrumenta piemērs Rīgas starptautiskās autoostas pasažieru termināla plānošanas stadijā. Projektējot un plānojot termināla izveidi, svarīga ir plānotās autoostas ietilpība (apkalpoto reisu skaits, pasažieru apgrozījums), kopējais

un segmentētais tirgus- starptautiskie, starppilsētu, reģionālie reisi. Tāpat ļoti būtiski ir nodrošināt pasažieru pārsēšanās iespējas multimodālā pasažieru pārvadājumu sistēmā. Tādēļ izvēloties konkrētā lēmuma kritērijus jaunajai autoostai, svarīgi bija – maksimālā pieprasījuma pēc pārvadājumiem apmierināšana sastrēguma stundās.

Lai izveidotu šādu modeli, tika izmantoti dati no IS *Baltic Lines*:

- autobusu reisu saraksts dienas garumā;
- izmantoto autobusu raksturojums;
- autobusu piepildījuma un pasažieru apgrozības statistika u.t.t.;
- dati, kas raksturo risinājuma alternatīvu – jaunā termināla projekts ar platformu izvietojumu, autobusu iebraukšanas- izbraukšanas shēmām, teritorijas raksturojumu u.t.t.

Modelis tika veidots uz imitācijas modelēšanas *VISSIM 4.0 PTV Vision* bāzes paketes pamata un tas ļauj modelēt transporta plūsmas mikrolīmenī. Modeļa izveidošanas konkrētie etapi parādīti 13. attēlā.

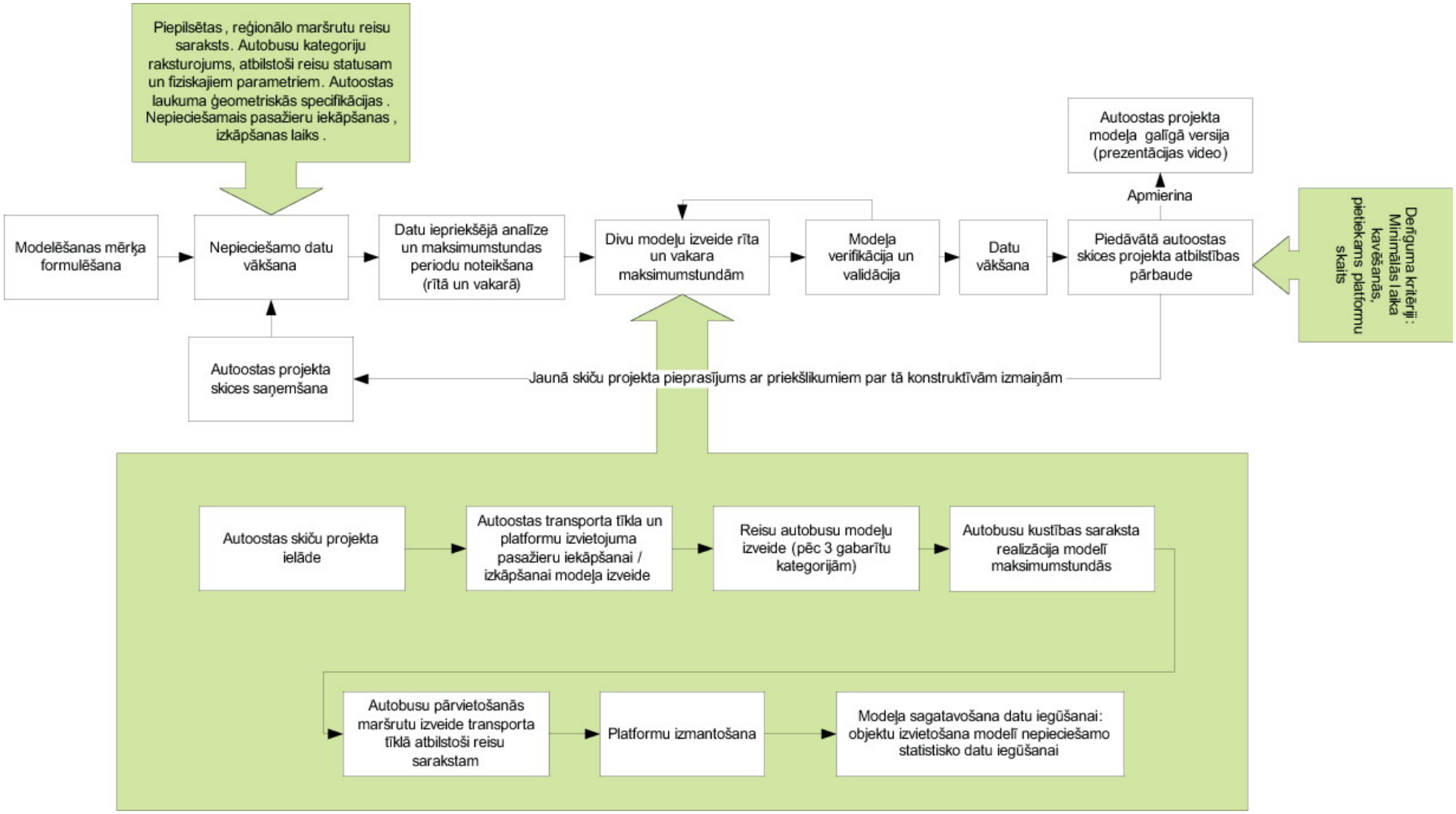
Modelēšanas procesā parādījās projekta „šaurās vietas". To analīze un novēršana tika veikta projektēšanas stadijā, sagatavojot gala lēmumu par jaunā termināla projektēšanu. Tā piemēram, piedāvātā jaunā termināla projektā nebija paredzēti pietiekami resursi, lai nodrošinātu autobusu apkalpošanu pēc esoša saraksta, kā arī maksimālajās noslodzes stundās (plkst.17:00–19:00), trūka platformu un piebraukšanas ceļu. 14. attēlā uzskatāmi redzama projekta „šaurā vieta" – vienīgā izbrauktuve krustojas ar autobusu piebraukšanu pie platformām, kā rezultātā veidojas autobusu rindas. Diagrammā 15. attēlā parādīts rindu garuma skaitliskais raksturojums. Tā liecina par iespējamu klientu neapmierinātību un neatbilstību vispārējas drošības līmenim organizējot kustību, ja realizē šādu termināla projektu.

Izpētes procesā tika analizēti trīs alternatīvie jaunie projekta risinājumi un izvēlēts optimālais no lietotāju prasību apmierinātības viedokļa.

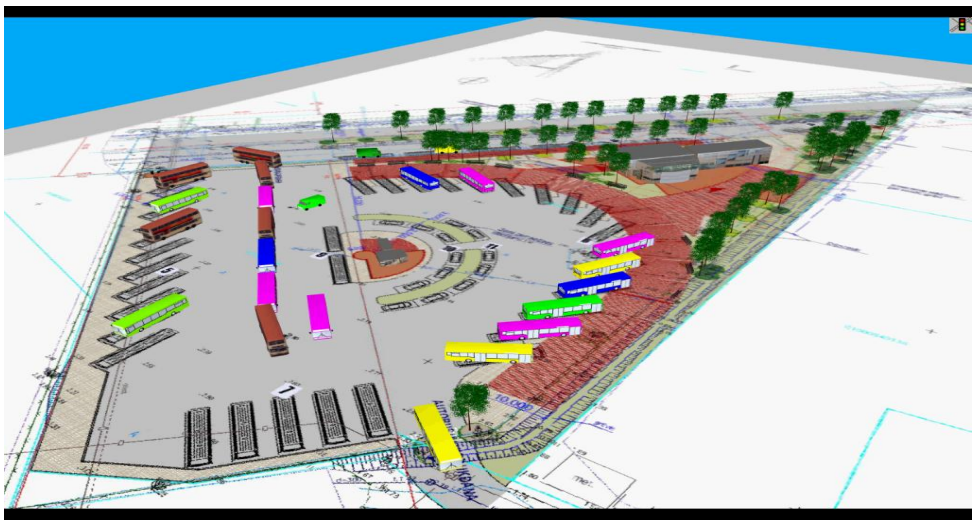
Pētījumā parādīts kā imitācijas modelis alternatīvu izstrādes stadijā ļauj:

- atklāt priekšrocības un trūkumus plānojamajā lēmumā;
- analizēt iespējamos autobusu kustības un pasažieru plūsmas variantus termināla teritorijā;
- analizēt resursu pietiekamību (piemēram, platformas), lai izpildītu autobusu kustības sarakstu un to izvietojuma ērtību;
- novērtēt pasažieru apkalpošanas kvalitātes parciālos rādītājus, u.c.

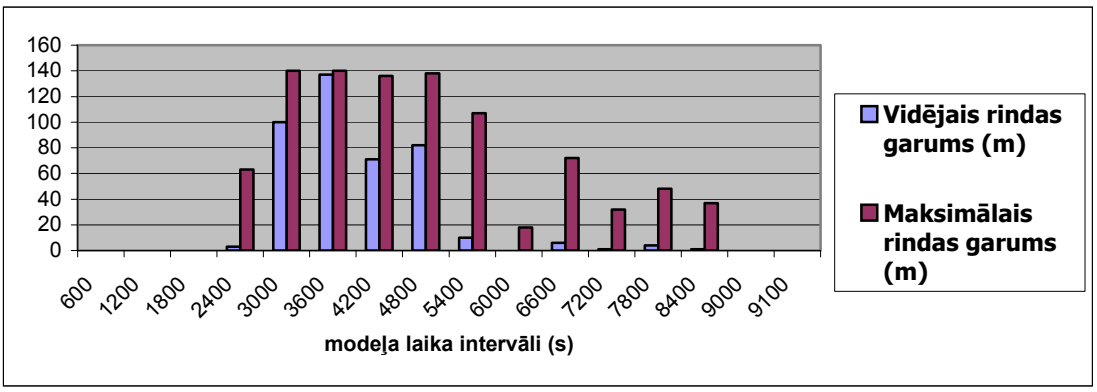
Darbā redzams, kā izmantojot termināla IS datus un izstrādātos analītiskos instrumentus, ir iespējams skaidrāk identificēt problēmas, nospraust mērķus, iespējamās alternatīvas un pieņemt lēmumus termināla funkcionēšanai un attīstībai tā projektēšanas, rekonstrukcijas un darbības laikā, operatīvi reaģējot uz nepieciešamajām izmaiņām.



***13. attēls**. Autoostas termināla darbības simulācijas modeļa izstrādes shēma*



14. attēls. *Termināla modeļa darbības situācijas piemērs vakara laika intervālā, kad ir izveidojusies autobusu maksimālā rinda pie iekāpšanas platformām*



15. attēls. *Vidējā un maksimālā rindas garuma sadalījuma diagramma*

11. NOSLĒGUMS

Pasažieru transporta termināla darbības analīze rāda, ka pasažieru transporta pakalpojumu ķēdē termināls ir svarīgs loģistikas sistēmas posms, kas nodrošina plašas pārsēšanās iespējas un multimodālo pārvadājumu principu ieviešanu pasažieru pārvadājumu tīklā.

Ņemot par pamatu kravu loģistikas centra un aviācijas haba koncepciju, autors piedāvā jaunu pasažieru loģistikas centra koncepciju pasažieru termināliem.

Pētījumā sistematizēti kritiskie faktori, kuri ir būtiski, realizējot loģistikas centra koncepciju sabiedriskā transporta pasažieru termināliem, balstoties uz autoostas darbības piemēra, kura apkalpo kā reģionālos, tā arī starptautiskos reisus multimodālā transporta sistēmā.

Darbā izanalizēta pasažieru termināla pakalpojumu atbilstība 3PL darbības operatora principiem, kurš piedāvā loģistikas un pārvaldes pakalpojumus klientiem – pārvadātājiem, pasažieriem, tūrisma aģentūrām, u.t.t., pielietojot specializētu informācijas sistēmu. Šāda veida loģistikas pakalpojumu piegādātājs nodrošina

operāciju apkalpošanas optimizāciju, izmaksu samazinājumu, konkurētspējas paaugstināšanos, vienlaicīgi piedāvājot kvalitatīvus pakalpojumus.

Autors izstrādājusi piedāvājumus tālākai pasažieru termināla informācijas sistēmas attīstībai, lai sniegtu klientiem loģistikas pakalpojumus daudz augstākā līmenī un plašākā spektrā, tādā kā operators 4PL un 5PL.

Ņemot vērā, ka pasažieru termināla pakalpojumi integrēti kopējā pasažieru pārvadājumu pakalpojumu ķēdē, un no patērētāju puses subjektīvi tiek pieņemti kā vienots pakalpojums, aktuāls kļūst jautājums par kompleksu pieeju pasažieru termināla pakalpojumu kvalitātes analīzei. Pasažierim ir svarīgi vairāki ceļojuma aspekti – maršruts, reisu saraksts (to biežums), ceļojuma laiks, pakalpojuma uzticamība, drošums u.t.t. Daļa no uzskaitītajiem raksturojumiem tiek objektīvi novērtēta un datu veidā uzglabāta termināla IS, daļa ir subjektīvs vērtējums un to iegūšanai nepieciešama pastāvīga klientu aptauju organizēšana. Pētījumā izstrādāta aptauju un apsekojumu sistēma pasažieru termināla pakalpojumu kvalitātes monitoringam. Uz Rīgas starptautiskās autoostas piemēra parādīts, kā šie dati var kļūt par kvalitātes vadības sistēmas sastāvdaļu, izmantojot tos arī kā lēmumu pieņemšanas atbalsta instrumentu termināla pārvaldīšanai dažādos vadības līmeņos.

Autors izstrādājis analītiskos instrumentus lēmumu pieņemšanas atbalstam, kuri var tikt izmantoti jebkurā pasažieru terminālā:

- drošuma novērtēšanas analīze, aprēķinot autobusu kustības punktualitātes indeksu un faktoru noskaidrošana, kas iespaido to;
- diskrētās izvēles modeļi, lai atklātu tos faktorus, kas nosaka autobusu pārvadājumu izvēli, pastāvot alternatīvu transporta veidu pakalpojumu piedāvājumam;
- kvalitātes integrālā indikatora uzbūves algoritma izveide, balstoties uz atsevišķu kvalitātes rādītāju analīzi, kas ļauj novērtēt katra rādītāja ietekmi uz kopējo pakalpojumu kvalitātes vērtējumu.

Šo analītisko instrumentu pastāvīgs pielietojums ļaus uzlabot termināla adaptāciju mainīgos darbības apstākļos, celt ne tikai pasažieru termināla konkurētspēju, bet arī sabiedrisko pasažieru pārvadājumu konkurētspēju, kurus terminālā apkalpo.

Darbā tiek dots šo instrumentu pielietošanas piemērs Rīgas starptautiskā autoostā, izmantojot reālus termināla darbības datus, un izstrādāts termināla attīstības scenārijs, kas balstās uz imitācijas modelēšanas piemērošanu.

Promocijas pētījumu rezultātā saņemtie dati pēc sava rakstura ir universāli un tos var izmantot jebkurā pasažieru terminālā, kas darbojas multimodālā transporta sistēmā un piedāvā loģistikas pakalpojumus, bāzētus uz attīstītām informāciju tehnoloģijām.

Darbā piedāvātie sabiedriskā transporta termināla (autoosta) praktiskie pārvaldības uzlabošanas risinājumi palielina ilgtspējīgas termināla attīstības iespējas iekļaujoties reģionālajā multimodālā sabiedriskā transporta sistēmā.

12. AUTORA PUBLIKĀCIJAS

Raksti un tēzes

1. Gromule, V. Pasažieru informatīvas sistēmas nozīme sabiedriskā transporta attīstībā. In: *Proceedings of the International Scientific Conference Qualitative Growth of Institutions of Higher Education and its Impact on the development of Science and Economy.* Rīga: Banku augstskola, 2002, lpp. 102–107.
2. Gromule, V. Starptautisko pasažieru pārvadājumu attīstības iespējas, Latvijai iekļaujoties Eiropas pārvadājumu tīklā. In: *Proceedings of the International Scientific Conference Conditions of Sustainable Development: new Challenges and Prospects.* Rīga: Banku augstskola, 2003, lpp. 108–110.
3. Gromule, V., Yurshevich, E., Yatskiv, I. Application of simulation modelling at the stage of transport node planning (by the example of a bus station in Pardaugava. In: *Proceeding of the 6th International Conference Reliability and Statistics in transportation and communication (RelStat'06).* Riga: Transport and Telecommunication Institute, 2006, pp. 178–186. (angļu valodā)
4. Gromule, V. Development of information system for coach terminal. In: *Proceeding of the 7th International Conference Reliability and Statistics in transportation and communication (RelStat'07).* Riga: Transport and Telecommunication Institute, 2007, pp. 44–52. (angļu valodā)
5. Gromule, V. New perspectives of Coach Terminal as Important Element of Transport Infrastructure. In: *Transport and Telecommunication.* Riga: Transport and Telecommunication institute, 2007, Volume 8, No. 2, pp. 47–59. (angļu valodā)
6. Gromule, V., Yatskiv, I. Coach Terminal as Important Element of Transport Infrastructure. In: Transport, *Lithuanian Academy of Sciences.* Vilnius: Vilnius Gediminas Technical University, 2007, Vol. XXII, No 3, pp. 200–206. (angļu valodā)
7. Gromule, V., Yatskiv, I. Information System Development for Riga Coach Terminal. In: *Proceedings of 6th WSEAS Int. Conference on System science and Simulation in Engineering (ICOSSSE'07).* Venice, Italy, 2007, pp. 173–178. (angļu valodā)
8. Gromule, V., Yatskiv, I., Medvedevs, A. Development of quality indicators system as analytical part of information system for Riga coach terminal. In: *International Conference Modelling of business, industrial and transport systems.* Riga, Latvia: Transport and Telecommunication Institute, 2008, pp. 278–283. (angļu valodā)
9. Gromule, V. Analysis of the quality of service of the Riga coach terminal from the viewpoint of travellers. In: *Proceeding of the 8th International Conference Reliability and statistics in transportation and communication (RelStat'08).* Riga: Transport and Telecommunication Institute, 2008, pp. 87–95. (angļu valodā)
10. Gromule, V., Yatskiv, I., Medvedevs, A. Investigation of bus and coach service quality on the basis of information system for Riga coach terminal. In: *Transport and Telecommunication.* Riga: Transport and Telecommunication Institute, 2008, Volume 9, No. 2, pp. 39–45. (angļu valodā)

11. Gromule, V. Influence of Information Technologies on the Development of Bus Terminal Services. International scientific-practical conference Economical development of Society*: innovation, informatization, system approach.* Minsk: Belorussian State University of Informatics and Radio electronics. 2008, pp. 272–274. (angļu valodā)
12. Gromule, V., Yurshevich, E., Yatskiv, I. Application of Simulation Modelling on the Stage of Transport Mode Planning. In: *Proceeding materials of the XV international (eighteen's held in Yekaterinburg) scientific and practical conference Social and Economic Problems of Town Transport Systems and Areas of their Influence Development.* Yekaterinburg: Ural State University of Economics, 2009, pp. 126–131. (krievu valodā)
13. Gromule, V., Yatskiv, I., Kolmakova, N., Pticina, I. Development of the Indicator of Quality of Service for Riga Coach Terminal. In: *Proceeding of the International Conference* "Reliability and Statistics in Transportation and Communication" (RelStat`09), Riga, Latvia, 2009. CD, pp. 124–133. (angļu valodā)
14. Gromule, V., Yatskiv, I., Kolmakova, N. Estimation of Weights for the Indicators of Quality of Service. In: *International Symposium on Stochastic Models in Reliability Engineering, Life Science and Operations Management*, Ber-Sheeva, Israel, 2010. pp. 1180–1187. (angļu valodā)
15. Gromule, V., Yatskiv, I., Kolmakova N., Public Transport Service Quality Estimation on the Basis Statistical Analysis. In: *The Third International Conference "Problems of Cybernetics and Informatics"*, Baku, Azerbaijan, 2010, pp. 232-235. (angļu valodā)
16. Gromule V., Pavlyuk D., Discrete Choice Model for a Preferred Transportation Mode, In: *Proceedings of the 10th International Conference "Reliability and Statistics in Transportation and Communication" (RelStat'10*), Riga, Latvia, 2010. CD, p. 143-151. (angļu valodā)

Uzstāšanās zinātniski – praktiskajos semināros

1. Gromule, V. Autoosta kā daļa no pilsētas infrastruktūras pasažieru pārvadājumu nodrošināšanai, *RĪGA FORUM*, *International Conference Modern Port City in New Europe,* August 20, 2004, Rīga, lpp.49-58. (latviešu valodā)
2. Gromule, V. Autoostas loma pasažieru informācijas nodrošināšanā, *5th INTERNATIONAL CONFERENCE, RĪGA FORUM „Investment in the Baltic Metropolitan Regions"*, August 24.-25., 2006. (latviešu valodā)
3. Gromule, V. Simulācijas modeļu izmantošana autoostu plānošanas stadijā, *Rīgā, Peneiropas autoostu asociācijas biedru sapulce,* 2007. gada 2.februāris. (angļu valodā)
4. Gromule, V. Autoosta – pasažieru loģistikas centrs, *Seminārs: „Pasažieru pārvadājumu ar autobusiem infrastruktūra – problēmas un risinājumi"*, Rīga, 2008.gada 18.janvāris. (angļu valodā)
5. Gromule, V. Rīgas starptautiskās autoostas pakalpojumu kvalitātes analīze no ceļotāju viedokļa, *APC prezīdija sēde Daugavpils*, 2008.g. 9.oktobris. (krievu valodā)
6. Autoosta kā pasažieru loģistikas centrs, *Starptautisks seminārs „Biļešu tirdzniecības sistēmu integrācija"* Rīgā, 2009.g. 24.oktobrī. (angļu valodā)