



**Aleksandrs Kotļars**

**LĒMUMU PIENĒMŠANAS METODOLOĢIJA STRATĒGISKO  
TREŠO PUŠU LOĢISTIKAS PAKALPOJUMU SNIEDZĒJU  
IZVĒLEI**

**DECISION-MAKING METHODOLOGY FOR SELECTION OF  
STRATEGIC THIRD-PARTY LOGISTICS SERVICE PROVIDERS**

**Promocijas darba kopsavilkums**

zinātnes doktora grāda  
zinātnes doktors (Ph.D.) iegūšanai

Nozaru grupa – inženierzinātnes un tehnoloģijas  
Nozare - būvniecības un transporta inženierzinātnes  
Apakšnozare – telemātika un loģistika

**Summary of the Doctoral Thesis**

for obtaining the scientific degree “Doctor of Science (PhD)”

Scientific group - Engineering and Technology  
Scientific area - Civil Engineering and Transport  
Scientific subarea - Telematics and Logistics

**Zinātniskais vadītājs**

Dr. oec., profesors  
Valērijs Skribāns

RĪGA – 2024

**UDK 519.2:656**

**Pa 954**

Transporta un sakaru institūts  
Transport and Telecommunication Institute

Kotļars, A.

Lēmumu pieņemšanas metodoloģija stratēģisko trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei: Promocijas darba kopsavilkums. Rīga: Transporta un sakaru institūts, 2024. 69 lpp.

Decision-Making Methodology for Selection of Strategic Third-Party Logistics Service Providers: Summary of the promotion work. Rīga: Transport and Telecommunication Institute, 2024. 69 lpp

Iesniegtajā materiālā saglabāts autora stils un noformējums.  
In the submission kept the author's style and design.

© Aleksandrs Kotļars, 2024  
©Transporta un sakaru institūts, 2024

**PROMOCIJAS DARBS IESNIEGTS  
TRANSPORTA UN SAKARU INSTITŪTĀ  
ZINĀTNES DOKTORA GRĀDA (Ph.D.) IEGŪŠANAI  
INŽENIERZINĀTNĒS UN TEHNOLOĢIJĀS**

**OFICIĀLIE RECENZENTI:**

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2024. gada \_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ plkst. \_\_\_\_\_  
Transporta un sakaru institūta promocijas padomē: Lomonosova iela 1,  
130.aud., Rīga, Latvija, tālr. (+371) 7100594, fakss: (+371) 7100535.

**APSTIPRINĀJUMS**

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis (-usi) šo promocijas darbu, kas iesniegts  
Transporta un sakaru institūta zinātnes doktora grāda (Ph. D.) iegūšanai  
inženierzinātnēs un tehnoloģijās. Promocijas darbs iepriekš nav iesniegts  
nevienā citā promocijas padomē.

2024.gada \_\_\_\_\_

A .Kotļars

Promocijas darbs ir uzrakstīts angļu valodā, tajā ir ievads, 4 nodaļas,  
nobeigums, literatūras saraksts, 28 attēli, 34 tabulas un 9 pielikumi, kopā  
168 lappuses. Literatūras sarakstā ir 123 nosaukumi.

## SATURS

ANOTĀCIJA.....	5
1. PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE.....	7
2. ZINĀTNISKĀ UN PRAKTISKĀ PROBLĒMA .....	8
3. PĒTĪJUMA MĒRĶIS UN UZDEVUMI .....	8
4. PĒTĪJUMA METODOLOĢIJA UN METODES .....	9
5. DARBA ZINĀTNISKĀ NOVITĀTE .....	9
6. AIZSTĀVĒŠANAI IZVIRZĪTĀS TĒZES.....	10
7. DARBA PRAKTISKAIS PIELIETOJUMS UN APROBĀCIJA.....	10
8. DARBA NODAĻU KOPSAVILKUMS.....	11
8.1. Loģistikas pakalpojumu sniedzēju teorētisko aspektu un biznesa procesu analīze.....	11
8.2. Lēmumu pieņemšanas sistēmas izstrāde partnerībai ar loģistikas pakalpojumu sniedzējiem .....	14
8.3. Hibrīda modelis loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlasei .....	19
8.4. Lēmumu pieņemšanas modeļa praktiska pielietošana 3PL pakalpojumu sniedzēju izvēlei.....	24
NOBEIGUMS.....	31

## ANOTĀCIJA

Promocijas darbu "Lēmumu pieņemšanas metodoloģija stratēģisko trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei" izstrādājis Aleksandrs Kotļars, Dr. oec. profesora Valērija Skribāna vadībā.

Promocijas darba ietvaros tiek pārbaudīta sekojoša hipotēze - hibrīda lēmumu pieņemšanas modeļa ar veiktspējas rādītāju datu integrācijas palīdzību, lai noteiktu atlases kritēriju nozīmīguma koeficientus, pielietošana var tikt izmantota, lai formalizētu un standartizētu loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēles procesu.

Promocijas darba mērķis ir, ņemot vērā un apvienojot starptautisko uzņēmējdarbības pieredzi un akadēmiskos pētījumus, izstrādāt stratēģisko loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlases lēmumu pieņemšanas struktūru un lēmumu pieņemšanas modeli. Pētījuma objekts ir trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju biznesa procesi un darbības rezultāti. Pētījuma priekšmets ir metodoloģija stratēģiskās partnerības veidošanai starp uzņēmumiem un trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzējiem.

Lai sasniegtu izvirzīto promocijas darba mērķi, ir izpildīti vairāki uzdevumi, tostarp trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju teorētiskā aspekta un uzņēmējdarbības izpēte, veicot integrējošu literatūras apskatu; pasaules trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju tirgus izpēte un galveno pasaules trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju klientu specializācijas analīze; dažādu pieeju izpēte loģistikas iepirkumu projektu vadībā; loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlases lēmumu pieņemšanas sistēmas izstrāde; datu vākšana un analīze saistībā ar Eiropas vadošo ražotāju iepirkumu projektiem; loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlases lēmumu pieņemšanas elementu formulēšana; daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metožu analīze un salīdzināšana; loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlases lēmumu pieņemšanas modeļa izstrāde; izstrādātā lēmumu pieņemšanas modeļa praktiska pielietošana, pamatojoties uz Eiropas vadošo ražotāju apkopotajiem datiem.

Promocijas darba pirmajā nodaļā ir izskatīta pētījuma joma, aplūkojot mūsdienu tendences un tēmas trešo pušu loģistikas jomā, uzsverot resursu plānošanas, veiktspējas mērīšanas un globālā tirgus analīzes nozīmi lēmumu pieņemšanas modeļa izstrādē. Otrajā nodaļā tiek pētīti iepirkumu un partnerības aspekti loģistikā, izstrādāta lēmumu pieņemšanas struktūra trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei un aprakstīta datu vākšanas un statistiskās analīzes metodoloģija, pamatojoties uz Eiropas uzņēmumu iepirkumu dokumentāciju. Trešajā nodaļā galvenā uzmanība pievērsta teorētiska lēmumu pieņemšanas modeļa izstrādei trešo pušu loģistikas

pakalpojumu sniedzēju izvēlei, kurā ir ietverti Bayesian tīkla principi un hibrīda lēmumu pieņemšanas metodes, lai noteiktu prioritātes vērtēšanas kritērijiem. Ceturtajā nodaļā tiek pārbaudīta izstrādātā lēmumu pieņemšanas modeļa praktiskā pielietošana, izmantojot statistikas datus un iepirkumu projektu novērtējumus, salīdzinot rezultātus ar rezultātiem, kas iegūti tradicionālajā loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlases procesā, pamatojoties uz Eiropas kravu pārvadājumu uzņēmumu datiem.

Darba apjoms ir 168 lappuses, neskaitot pielikumus. Darbā ir 28 attēli (tostarp diagrammas un grafiki), 34 tabulas un 23 formulas. Kopumā ir 9 pielikumi, kas papildina disertācijas galveno saturu. Lai izstrādātu promocijas darbu, tika izmantoti 123 bibliogrāfiskie avoti un interneta resursi.

## 1. PĒTĪJUMA AKTUALITĀTE

Mūsdienās pastāv vairāki sadarbības modeļi starp klientiem un loģistikas pakalpojumu sniedzējiem (tostarp otrās, trešās, ceturtās un pat piektās puses loģistika), trešo pušu loģistikas koncepcijas nozīme starptautiskajā uzņēmējdarbībā ir būtiska. Attiecībā uz loģistikas izdevumiem trešo pušu loģistika veido ievērojamu daļu no kopējiem ārpakalpojumu izdevumiem (paturot prātā, ka otrās puses loģistiku tradicionāli nodrošina trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēji). Vēl viens arguments ir pakalpojumu daudzveidība, ko uzņēmumi iegūst, izmantojot trešo pušu loģistikas līgumus. Lai gan starptautiskie jūras kravu pārvadājumu uzņēmumi, kā arī dzelzceļa operatori pārvadā lielākus preču apjomus un līdz ar to gūst lielākus ieņēmumus, šie loģistikas pakalpojumu sniedzēji ir šauri specializējušies noteiktu pakalpojumu sniegšanā. Tāpēc pētījumi par trešo pušu loģistiku ļauj plašāk aplūkot loģistikas pakalpojumus. Visbeidzot, trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēji ir uzņēmumi, kas galvenokārt nodarbojas ar piegādes ķēdes pārvaldību saviem klientiem un integrē dažādus procesus.

Šī pētījuma aktualitāti var izskaidrot, izmantojot šādus argumentus. Mūsdienās loģistikas darbību nodošana trešajām pusēm kļūst plaši izmantota šādu iemeslu dēļ. Uzņēmumi uzskata, ka ir efektīvāk koncentrēties uz pašu resursiem (tostarp personālu, aprīkojumu, finansēm) un piešķirt tos galvenajām uzņēmējdarbības aktivitātēm - ražošanu, pārdošanu un mārketingu vai vērtības radīšanu. Tomēr vienlaikus uzņēmumi mūsdienās konkurē ne tikai ar saviem produktiem, bet arī (un dažos gadījumos pat dominējoši) ar piegādes ķēdēm. Pareiza piegādes ķēdes pārvaldības stratēģija dažos gadījumos radītu dominējošo daļu vērtības galapatērētājiem. Paturot to prātā, efektīvs pārvaldītājs (kur trešās puses loģistikas pakalpojumu sniedzējs varētu būt ideāls risinājums) ir nepieciešams, lai uzņēmumi varētu veidot un uzturēt konkurētspēju. Ņemot to vērā, daudzu uzņēmumu un trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju vajadzībām ir nepieciešama efektīva sadarbība un partnerības stratēģija. Aplūkojot mūsdienu piegādes ķēdes pārvaldību no dažādiem aspektiem, ir novērots, ka informācijas un komunikācijas tehnoloģiju integrācijas tendence pastāvīgi pieaug, un nav noliedzama pienācīgas datu pārvaldības un analīzes nozīme ilgtspējīgu piegādes ķēdes risinājumu veidošanā. Tāpēc pastāv zināma nepieciešamība ieviest mūsdienīgas lēmumu pieņemšanas metodes un modeļus arī partnerības veidošanai starp klientiem un loģistikas pakalpojumu sniedzējiem. Šīm metodēm jābalstās uz datu pārvaldību, un tām jāaizstāj vairākas tradicionālās lēmumu pieņemšanas metodes.

## 2. ZINĀTNISKĀ UN PRAKTISKĀ PROBLĒMA

Ar pētījuma tēmu saistītā problemātika ir izskaidrota šādi. Trūkst pētījumu, kas būtu veltīti konkrētām trešo pušu loģistikas darbības jomām, piemēram, pakalpojumiem, cenām un inovācijām, informācijas un komunikācijas tehnoloģijām, sniegumam un kvalitātei, kā arī trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju resursiem. Padziļinātas zināšanas par šīm trešo pušu loģistikas darbības jomām veicinātu un atbalstītu uzņēmumus partnerības veidošanā. Tradicionālās lēmumu pieņemšanas metodes (kas parasti tiek plaši apspriestas profesionālajā un akadēmiskajā vidē) ir funkcionāli ierobežotas un jāpielāgo konkrēta uzdevuma risināšanai - loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlasei un novērtēšanai. Šīm metodēm jābalstās uz mūsdienīgiem instrumentiem un informāciju. Tāpat ir nepieciešama plašāka metodoloģija partnerības veidošanai ar loģistikas pakalpojumu sniedzēju, kas neaprobežojas tikai ar atlases procesu, bet kurā jāiekļauj arī lēmumu pieņemšanas sistēma. Tāpat kā lēmumu pieņemšana, arī pakalpojumu iepirkuma process tiek apspriests mūsdienu literatūrā, tomēr ir nepieciešams uzsvērt loģistikas pakalpojumu iepirkuma specifiku un sasaistīt to ar lēmumu pieņemšanu. Visbeidzot, ir nepieciešams popularizēt šīs zināšanas, izmantojot izglītības programmas un kursus.

## 3. PĒTĪJUMA MĒRĶIS UN UZDEVUMI

Pētījuma mērķis ir, ņemot vērā un apvienojot starptautisko uzņēmējdarbības pieredzi un akadēmiskos pētījumus, izstrādāt lēmumu pieņemšanas sistēmu un lēmumu pieņemšanas modeli stratēģisko loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei. Lai sasniegtu mērķi, ir noteikti šādi pētījuma uzdevumi:

1. Izpētīt trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju teorētisko aspektu un uzņēmējdarbību, veicot integrējošu literatūras apskatu.
2. Izpētīt globālo trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju tirgu un analizēt galveno globālo trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju klientu specializāciju.
3. Izpētīt dažādas pieejas loģistikas iepirkumu projektu vadībai.
4. Izstrādāt lēmumu pieņemšanas sistēmu loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlasei.
5. vākt un analizēt datus, kas saistīti ar Eiropas vadošo ražotāju iepirkumu projektiem.



6. Formulēt lēmumu pieņemšanas elementus loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei.
7. analizēt un salīdzināt vairāku kritēriju lēmumu pieņemšanas metodes.
8. Izstrādāt lēmumu pieņemšanas modeli loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei.
9. Veikt izstrādātā lēmumu pieņemšanas modeļa praktisko pielietojumu, pamatojoties uz apkopotajiem datiem no vadošajiem Eiropas ražotājiem.

Pētījuma objekts ir trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju uzņēmējdarbības procesi un darbības rezultāti. Pētījuma priekšmets ir uzņēmumu un trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju stratēģiskās partnerības izveides metodoloģija.

#### **4. PĒTĪJUMA METODOLOĢIJA UN METODES**

Šajā pētījumā tiek izmantotas šādas metodoloģijas. Kvalitatīvās, kvantitatīvās un jauktās pētniecības metodes, tostarp: empīriskās literatūras apskats; statistikas datu vākšana, analīze un strukturēšana; faktoru analīze; sistēmdinamikas pieeja; dažādu lēmumu pieņemšanas metodoloģiju, tostarp lineārās datu apauguma analīzes (DEA) un preferenču sakārtošanas pēc līdzības ideālajam risinājumam (TOPSIS), izmantošana; Bajesa tīkla elementu izmantošana; mākslīgo neironu tīkla daudzslāņu perceptrons (MLP).

#### **5. DARBA ZINĀTNISKĀ NOVITĀTE**

Šim pētījumam ir šādi jauninājumi:

1. Mūsdienu trešo pušu loģistikas darbību pētniecības un attīstības jomu definīcija un klasifikācija, pamatojoties uz integrējošu literatūras pārskatu.
2. Pamatojoties uz ekskluzīvā iepirkuma projekta dokumentācijas analīzi, tika veikta visaptveroša tirgus izpēte, kuras rezultātā tika izstrādāta datu vākšanas un apstrādes metodoloģija.
3. Izstrādāts uz MLP neironu tīklu balstīts modelis, kas paredz piemērotākos loģistikas pakalpojumu sniedzēju vērtēšanas kritērijus atbilstoši iepirkuma procesa mērķim, gaidām attiecībā uz zaļo loģistiku un prasībām pret loģistikas pakalpojumu sniedzējiem.

4. Izstrādāta pielāgota lēmumu pieņemšanas sistēma īpašām vajadzībām trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlasē jomā.
5. Izveidotas lēmumu pieņemšanas elementu grupas trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei.
6. Izstrādāts hibrīda lēmumu pieņemšanas modelis trešās puses loģistikas pakalpojumu sniedzēja izvēlei, kā arī veikta modeļa pielietošana.
7. Izstrādāta lēmumu pieņemšanas loģistikas spēle, ko var integrēt izglītības iestāžu studentu loģistikasursos. Loģistikas spēle daļēji balstās uz lēmumu pieņemšanas sistēmu, kas ir daļa no lēmumu pieņemšanas modeļa, un ietver atklātos lēmumu pieņemšanas elementus.

## **6. AIZSTĀVĒŠANAI IZVIRZĪTĀS TĒZES**

Šī pētījuma ietvaros tiek pārbaudīta šāda hipotēze. Hibrīda lēmumu pieņemšanas modeļa ar galveno darbības rādītāju datu integrāciju, lai noteiktu atlasē kritēriju nozīmīguma koeficientus, var izmantot, lai formalizētu un standartizētu loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlasē procesu.

Aizstāvamās tēzes:

1. Lēmuma pieņemšanas elementus 3PL loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei var iegūt un sagrupēt, analizējot ekskluzīvu nozares iepirkumu projektu dokumentāciju.
2. 3PL vērtēšanas kritēriju prioritātes var noteikt atbilstoši uzņēmuma vēsturiskajiem galvenajiem darbības rādītājiem.
3. Nosakot vispiemērotākos kritērijus loģistikas pakalpojumu sniedzēja izvēlei, var izmantot modeli, kas izveidots, izmantojot MLP neironu tīklu, kurš apmācīts uz nozares datu kopas.
4. 3PL pakalpojumu sniedzēja izvēli var balstīt uz izstrādāto hibrīda lēmumu pieņemšanas modeli ar Bejasa tīkla, lineārās datu apauguma analīzes un preferenču sakārtošanas pēc līdzības ideālajam risinājumam tehnikas elementiem.

## **7. DARBA PRAKTISKAIS PIELIETOJUMS UN APROBĀCIJA**

Promocijas darbā tiek pētīta daudziem uzņēmumiem aktuāla problēma - kā izvēlēties piemērotāko loģistikas pakalpojumu sniedzēju un izveidot ilglaicīgu partnerību, kas veicinātu biznesa attīstību un palīdzētu risināt

aktuālas problēmas, kas saistītas ar piegādes ķēdes pārvaldību. Tajā sniegti arī ieteikumi trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzējiem, lai palielinātu darbības izcilību un konkurētspēju.

Pētījuma rezultāti tika apstiprināti, un tika ņemti vērā ieteikumi:

1. Zinātniskās publikācijas, kas veltītas atsevišķām pētījuma daļām un posmiem, tostarp literatūras apskats, nozares datu vākšana un apstrāde plānotajam modelim un hibrīdmodeļa izstrāde. Rezultāti tika prezentēti un apspriesti gan vietējā, gan starptautiskā mērogā zinātniskajās konferencēs ("Zinātniskā konference par ekonomiku un uzņēmējdarbību" RTU, "Ekonomikas zinātne lauku attīstībai" LLU, "Uzņēmējdarbība un vadība" VGTU).
2. Fokusa grupas diskusija ar nozares un starptautiskās akadēmiskās vides pārstāvjiem "Apaļā galda" pasākuma ietvaros, kas tika organizēts Rīgā 2022. gada 25. maijā. Pētījuma rezultāti tika apspriesti ar nozares pārstāvjiem no vietējiem un starptautiskajiem uzņēmumiem Food Union, Mile Logistics, Hegelmann, Containerships, CMA CGM. Papildus rezultāti tika apspriesti ar akadēmiskās vides pārstāvjiem - Lodzas Universitāti Polijā un HZ Lietišķo zinātņu universitāti Nīderlandē.
3. Modeļa prezentācija un fokusgrupas diskusija ar GEFCO S.A. Industrijas vertikālā direktora vietnieku un globālo klientu vadītājiem, kas pārstāv GEFCO grupas globālās tirdzniecības departamentu.
4. Individuālo studiju rezultātu integrācija maģistra studijuursos "Globālā loģistika un transports" un "Globālais tirgus un piegādes ķēdes" Rīgas Tehniskajā universitātē.
5. Balstoties uz pētījumu, ekskluzīvā iepirkuma projekta dokumentācijas analīzi, izstrādāto lēmumu pieņemšanas sistēmu un hibrīda lēmumu pieņemšanas modeli, ir izveidota lēmumu pieņemšanas loģistikas spēle, kas tiek integrēta Rīgas Tehniskās universitātes maģistrantūras studentu loģistikasursos. Loģistikas spēles mērķis ir sniegt maģistrantūras studentiem zināšanas un praktiskās kompetences loģistikas iepirkumu un lēmumu pieņemšanas procesos.

## **8. DARBA NODAĻU KOPSAVILKUMS**

### **8.1. Loģistikas pakalpojumu sniedzēju teorētisko aspektu un biznesa procesu analīze**

Pamatojoties uz literatūras analīzi par 3PL loģistiku, darba autore ir sistematizējusi un sagrupējusi visvairāk apspriestās tēmas 10 lielākās un saturiski atšķirīgās grupās. Šīs grupas ir šādas: 3PL atlase un novērtēšana; 3PL loma piegādes ķēdēs; sadarbība un sinerģija ar 3PL; 3PL pakalpojumi un inovācijas; zaļā loģistika un vides jautājumi; informācijas un komunikāciju tehnoloģijas 3PL; cenu noteikšanas metodes un izmaksas 3PL; 3PL vadība un stratēģijas izstrāde 3PL; 3PL darbības novērtēšana un mērīšana; kvalitātes vadība 3PL. Galvenās jomas ir aplūkotas turpmāk.

3PL atlase un novērtēšana ir viens no visbiežāk apspriestajiem tematiem, kas saistīti ar 3PL darbībām. Šīs tēmas popularitāti izskaidro ciešā saikne ar vispārējo lēmumu pieņemšanas problēmu un daudzveidīgajām metodoloģijām, ko izmanto šajā pētījumu jomā. Sadarbība un sinerģija ar 3PL ir cieši saistīta ar 3PL atlasītiem un novērtēšanu, tomēr, no otras puses, tā ietver plašāku pētījumu loku, kas attiecas arī uz sadarbību pēc atlases. Inovācijas 3PL jomā kopumā ir saistītas ar plašu procesu klāstu, tostarp pakalpojumu sniegšanu, kā arī iekšējo procesu vadīšanu, kas atbalsta pakalpojumu sniegšanu. Tiek uzskatīts, ka ir neizbēgami svarīgi nenodalīt 3PL pakalpojumu pētījumus un ar inovācijām saistītos pētījumus. Zaļā loģistika un vides jautājumi turpmākajos gados būs ļoti apspriesta 3PL pētījumu joma, ko pamato arī pārmaiņas enerģētikas nozarē un vispārējās ekonomikas tendences. Ir skaidri saprotams, ka zaļā loģistika ir jāaplūko no trim dažādiem aspektiem: sociālās vajadzības, ekonomiskās vajadzības un vides vajadzības. Tiek uzskatīts, ka turpmākajos gados būtu jāveic vairāk pētījumu, kas saistīti ar šo tēmu, jo mūsdienu tendences transporta un uzglabāšanas nozarē nosaka ne tikai loģistikas pakalpojumu sniedzēji, bet arī aktīvs klientu lobisms. Informācijas un komunikāciju tehnoloģijas (IKT) ir vēl viena kritiski svarīga 3PL pētījumu joma mūsdienās. Mūsdienās ir nepieciešami daudzdisciplīnu pētījumi, kas saistīti ar 3PL pamatdarbībām un palīgdarbībām, integrējot IKT risinājumus. Ar pamatdarbību saprot pirmās un pēdējās jūdzes piegādes, starptautiskos pārvadājumus, noliktavu un citas galvenās darbības. Savukārt palīgdarbības ir pārdošana un mārketingas, iepirkumi, klientu risinājumu izstrāde un citas netieši saistītas darbības. Cenu noteikšanas jautājumā ir vajadzīgi īpaši makroekonomiskie un mikroekonomiskie modeļi, kas palīdzētu 3PL prognozēt cenu līmeni dažādiem pakalpojumu veidiem, jo īpaši mazāk nekā kravas automašīnu kravām (LTL) un pilnām kravas automašīnu kravām (FTL). Pārvadājumu cenu attīstība ir ļoti atkarīga no pārvadājumu tirgus stāvokļa reģionā. Cenas ietekmē dažādi makroekonomiskie faktori, piemēram, klientu pieprasījums, transporta vienību un autovadītāju jauda, sezonālitate, degvielas izmaksas, ceļu nodevas, tirdzniecības bilance starp valstīm un daudzi citi faktori. Tāpēc

ir vajadzīgi ar cenu noteikšanu saistīti pētījumi un modelēšana, kas būtu piemērojama 3PL, kuri darbojas Eiropas tirgū. Globālie 3PL pakalpojumu sniedzēji velta ievērojamus resursus, lai izstrādātu un vadītu kvalitātes sistēmas. Kvalitātes pārvaldības sistēmas, ko izmanto 3PL, ietver vairākus moduļus, noteikumus un rādītājus, piemēram, galveno darbības rādītāju (KPI) sistēmu; procesus un procedūras, piemēram, darbības, pārdošanas un iepirkuma; standarta darbības procedūras (SOP); kvalitātes standartu, piemēram, ISO9001, ISO14001, labas izplatīšanas prakses (GDP), drošības un kvalitātes novērtējuma ilgtspējībai (SQAS), īstenošanas vadlīnijas; pārvaldību, izmantojot kvalitāti (MTQ); dažādas problēmu risināšanas metodoloģijas, piemēram, 5why, zivs kauliņu diagramma un citas. Šajā pētījumā īpaša uzmanība tiks pievērsta KPI kā būtiskai lēmumu pieņemšanas procesa sastāvdaļai. Domājams, ka šī joma mūsdienās akadēmiskajā vidē ir mazāk skarta, atšķirībā no uzņēmējdarbības vides.

### **Trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju uzņēmējdarbības procesu un darbības rezultātu analīze.**

Mūsdienās 3PL pakalpojumu sniedzēji izmanto dažādas veiktspējas mērīšanas pieejas, lai uzraudzītu darbību un sasniegtu uzņēmējdarbības mērķus konkurences apstākļos. Ir nepieciešams pārskats par iekšējiem procesiem, lai parādītu 3PL uzņēmumu galveno resursu savstarpējās saiknes, kas ir: informācija, zināšanas, attiecību un cilvēkresursi. Lai to paveiktu, turpmāk sniegts pārskats par izstrādāto sistēmas dinamikas modeli. Tas sniedz šādas priekšrocības: visa procesa vizualizācija ar iespēju izcelt galvenos sistēmas veicinošos elementus; spēcīga uzsvara nodrošināšana uz cilvēkfaktoriem un vadības politiku; analīze, pamatojoties uz ierobežotiem ievades datiem; izpratne par izmaiņām laika gaitā un to paredzēšana.



1. attēls. Trešās puses loģistikas pakalpojumu sniedzēja biznesa attīstības procesu vispārējais modelis (autors)

Izstrādātais modelis piedāvā 4 galvenos blokus, kas ir "Market opportunities", "Acquired commercial opportunities", "Commercial pipeline" un "Market clients sales revenues". "Market opportunities" ir ārējā vide, vieta, no kuras 3PL pakalpojumu sniedzēji iegūst uzņēmējdarbības attīstības iespējas. Šeit ir potenciālie klienti, ienākošie cenu aptaujas pieprasījumi (RFQ) un projekti. Šim blokam ir divpusēja saikne ar bloku "Acquired commercial opportunities". No vienas puses, 3PL pakalpojumu sniedzēji noteiktos modeļos un apstākļos saņem uzņēmējdarbības attīstības iespējas no ārējās vides. Šīs ienākošās iespējas veido bloku ar nosaukumu "Acquired commercial opportunities". Reaģējot uz šajā blokā notiekošajiem procesiem, daļa iespēju tiek atgriezta ārējai videi, bet pārējās iespējas tiek pārvietotas uz nākamo bloku ar nosaukumu "Commercial pipeline". Jāatzīmē, ka piedāvātais modelis neņem vērā iespējas, kas atgrieztas ārējā vidē, citiem vārdiem sakot, tās netiek atkārtoti piemērotas atpakaļ sistēmā īstermiņā. Tomēr uzņēmējdarbības vidē tas ir iespējams vidējā un ilgtermiņā, bet, ņemot vērā ārējās vides ievērojami lielo apjomu un atsevišķa 3PL salīdzinoši nelielo ietekmi uz šo vidi, nav vajadzības apsvērt atkārtotu sašķirotu iespēju piemērošanu atpakaļ sistēmā. Trešais bloks ar nosaukumu "Commercial pipeline" ietver uzņēmējdarbības attīstības iespējas ar augstu veiksmes koeficienta potenciālu. Kā redzams attēlā, šis bloks ir saistīts arī ar "Market opportunities", jo arī šajā posmā pastāv iespēja zaudēt potenciālo biznesu. Beigās notiek pāreja no modeļa komerciālā bloka uz operatīvo bloku, kas nosaukts par "Market clients sales revenues". Šajā pēdējā blokā tiek veidots 3PL klientu portfelis un veiktas ikdienas darbības. Vairāku procesu ietekmē klientu portfelis pakāpeniski samazinās, kas izskaidrojams ar saistību ar bloku "Market opportunities".

## **8.2. Lēmumu pieņemšanas sistēmas izstrāde partnerībai ar loģistikas pakalpojumu sniedzējiem**

### **Lēmumu pieņemšanas sistēmas izstrāde trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei.**

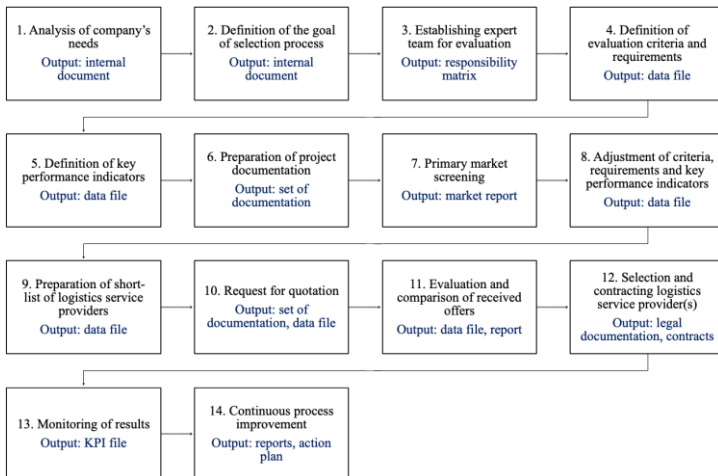
Lai precizētu izmantoto terminu nozīmi, tiks izmantoti šādi apzīmējumi:

- Lēmumu pieņemšanas sistēma. Process, kas sastāv no 14 posmiem, kuri uzņēmumiem jāveic, lai izvēlētos 3PL pakalpojumu sniedzēju.
- Lēmumu pieņemšanas procesa posms. Lēmumu pieņemšanas sistēmas daļa, kas ietver iepriekš noteiktas darbības un vadlīnijas, kuras uzņēmumiem jāievēro.

- Lēmumu pieņemšanas procesa elementi. Šajā pētījumā šis termins tiek izmantots, lai noteiktu atlases mērķus, vērtēšanas kritērijus, prasības 3PL pakalpojumu sniedzējiem un galvenos darbības rādītājus (KPI).

Lēmumu pieņemšanas sistēma tiek izmantota kā pamats vai sākumpunkts, lai izstrādātu lēmumu pieņemšanas modeli, kas balstīts uz šo procesu. Tas ir nepieciešams, lai definētu galvenos lēmumu pieņemšanas procesa elementus, kas ir īpaši saistīti ar 3PL izvēli. Tiek pieņemts, ka 3PL atlases procesam ir sava specifika, ko nosaka nozare, tāpēc ne vienmēr var izmantot vispārējo pakalpojumu sniedzēju atlases procesu. Ierosinātā lēmumu pieņemšanas sistēma ietver 14 konsekvētus posmus. Šie posmi ir atspoguļoti turpmāk attēlā. Šī procesa analīze ir nepieciešama, lai:

- Formulēt realistiskus ar 3PL izvēli saistītā lēmumu pieņemšanas procesa elementus, kas tiks integrēti tālāk izstrādātajā lēmumu pieņemšanas modelī un ir daļa no pētījuma novitātes. Šie elementi ir šādi: atlases mērķi; vērtēšanas kritēriji; prasības pret 3PL pakalpojumu sniedzējiem; galvenie darbības rādītāji (KPI) 3PL pakalpojumu sniedzēju novērtēšanai;
- Atklājiet saistību starp KPI, atlases mērķiem, prasībām pret loģistikas pakalpojumu sniedzējiem un vērtēšanas kritērijiem. Šī īpašā secība ir svarīga, kas tiks izskaidrota turpmākajās šī pētījuma nodaļās;
- Atklājiet atšķirības lēmumu pieņemšanas procesa elementos dažādās nozarēs.



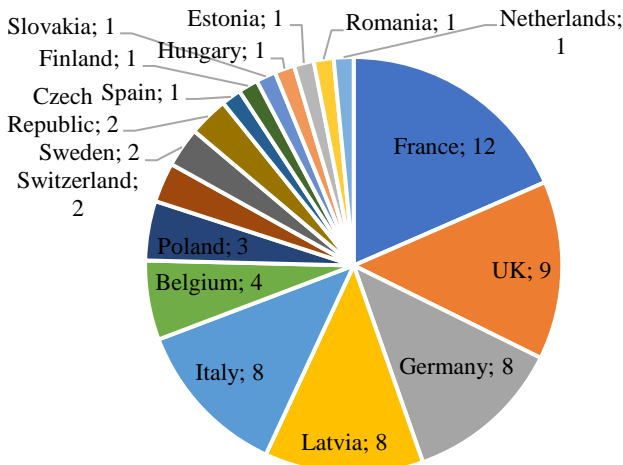
2. attēls. Trešo pušu loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēles lēmumu pieņemšanas sistēmas posmi (izstrādājis autors)

Šai lēmumu pieņemšanas sistēmai ir šādi svarīgi pieņēmumi. Pirmkārt, ierosinātā lēmumu pieņemšanas sistēma ir pieņemta transporta pakalpojumu līgumu slēgšanai. Otrkārt, šo sistēmu uzņēmumi var izmantot, lai slēgtu līgumus ar loģistikas pakalpojumu sniedzējiem gan attiecībā uz visu loģistikas darbību apjomu (ieskaitot visas pārvadājumu plūsmas un jomas), gan atsevišķām loģistikas darbību daļām, proti, pārvadājumu pakalpojumu veidu, ģeogrāfiskajām teritorijām, ražotnēm, pārvadājumu plūsmu veidiem. Katram no posmiem ir konkrēts izvades rezultāts, kas arī parādīts attēlā. Iepriekšējā posma izejas dati tiek izmantoti kā nākamā posma izejas dati.

Iepriekš minētie secinājumi par lēmumu pieņemšanas procesa elementiem ir balstīti uz literatūras pārskatīšanu. No vienas puses, tā sniedz zināmu izpratni par to, kādi galvenie KPI tiek izmantoti, lai novērtētu loģistikas pakalpojumu sniedzēju sniegumu, vai kādus kritērijus varētu izmantot, lai novērtētu dažādus pakalpojumu sniedzējus. Tomēr tiek secināts, ka literatūrā pieejamā informācija nav pietiekama, lai izveidotu efektīvu lēmumu pieņemšanas modeli loģistikas pakalpojumu sniedzēja izvēlei, jo vairākus svarīgus elementus nav iespējams atklāt zinātniskajā literatūrā. Lai aizpildītu šo trūkumu, tika nolemts veikt vairāku uzņēmumu, kas pārstāv dažādas nozares, iepirkumu projektu dokumentācijas izpēti.

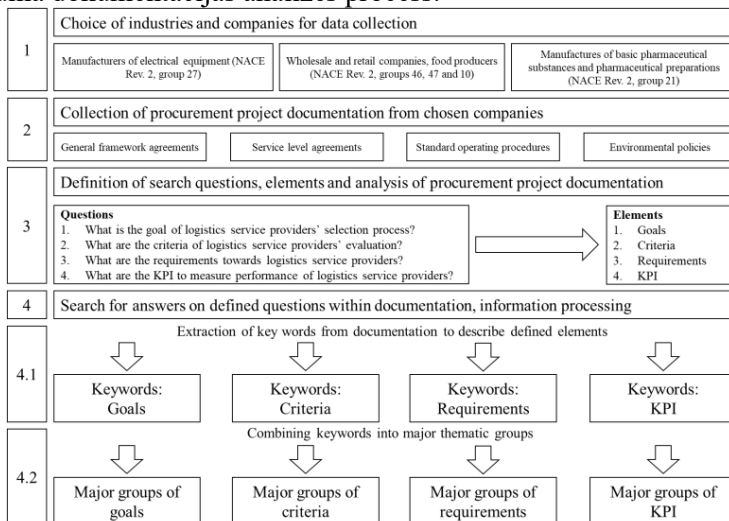
Lai veiktu analīzi, tika apkopota informācija no 65 Eiropas uzņēmumu iepirkumu projektu dokumentācijas 2018. un 2021. gadā. Uzņēmumu sadalījums pa Eiropas valstīm parādīts 3. attēlā. Jāatzīmē, ka lielākā daļa atlasīto uzņēmumu ir starptautiska līmeņa uzņēmumi ar vairākiem meitasuzņēmumiem, kas atrodas visā pasaulē. Ņemot vērā starptautisko aspektu, var pieņemt, ka atsevišķa uzņēmuma loģistikas pakalpojumu sniedzēju iepirkumus varētu organizēt dažādi meitasuzņēmumi dažādās valstīs. Atkarībā no uzņēmuma politikas varētu būt vispārīgas vadlīnijas, ko izstrādā galvenā mītne un pieņem visos meitasuzņēmumos, kas standartizētu lēmumu pieņemšanas procesu, ieviešot visur kopīgus elementus. Tomēr šāda pieeja nav praktiski lietderīga, jo uzņēmuma vajadzības var atšķirties atkarībā no meitasuzņēmuma vai ģeogrāfiskā reģiona. Tāpēc šajā analīzē uzņēmuma izcelsme ir definēta pēc lēmumu pieņēmēju (ekspertu novērtēšanas grupas) valsts, nevis pēc uzņēmuma galvenās mītnes valsts.





3. attēls. Pētāmo uzņēmumu sadalījums Eiropas valstīs, uzņēmumu skaits (izstrādāts autores, pamatojoties uz iepirkumu projektu dokumentācijas analīzi)

Lai sasniegtu iepriekš noteiktos šīs analīzes mērķus, ir izstrādāta šāda datu vākšanas metodoloģijas shēma. Turpmāk 4. attēlā aprakstīts vispārīgs iepirkuma dokumentācijas analīzes process.



4. attēls. Iepirkuma dokumentācijas analīzes vispārīgais process (izstrādājis autors)

Datu vākšanas procesā kopumā ir četri galvenie posmi, kā parādīts attēlā: nozaru un uzņēmumu izvēle datu vākšanai; iepirkumu projektu dokumentācijas vākšana no izvēlētajiem uzņēmumiem; iepirkumu projektu dokumentācijas meklēšanas jautājumu, elementu definēšana un analīze; atbilžu meklēšana uz definētajiem jautājumiem dokumentācijā, informācijas apstrāde.

Analīzes rezultātā tika formulētas 10 galvenās atlasē procesa mērķu grupas. No 65 uzņēmumiem kopumā tika atklāti 42 apgalvojumi, kas saistīti ar atlasē procesa mērķiem. Lai noteiktu katras grupas izplatību starp visiem 42 apgalvojumiem, tika aprēķināta katras galvenās grupas relatīvā daļa. Jāatzīmē, ka vairāki uzņēmumi izvēlējās definēt vairāk nekā vienu atlasē mērķi, un tajā pašā laikā daži uzņēmumi vispār nebija definējuši nevienu mērķi. Tika formulētas 16 galvenās vērtēšanas kritēriju grupas. No 65 uzņēmumiem kopumā tika atklāti 143 apgalvojumi, kas saistīti ar vērtēšanas kritērijiem. Lai noteiktu katras grupas izplatību starp visiem 143 apgalvojumiem, tika aprēķināta katras galvenās grupas relatīvā daļa. Analīzes ietvaros tika formulētas 9 galvenās prasību grupas attiecībā uz loģistikas pakalpojumu sniedzējiem. No 65 uzņēmumiem kopumā tika atklāti 110 ar prasībām saistīti apgalvojumi. Lai noteiktu katras grupas izplatību starp visiem 110 apgalvojumiem, tika aprēķināta katras galvenās grupas relatīvā daļa. Galu galā analīzes ietvaros tika formulētas 10 galvenās galveno darbības rādītāju grupas. No 65 uzņēmumiem kopumā tika atklāti 68 apgalvojumi, kas saistīti ar galvenajiem darbības rādītājiem. Lai noteiktu katras grupas izplatību starp visiem 68 apgalvojumiem, tika aprēķināta katras galvenās grupas relatīvā daļa.

Lai pabeigtu atklāto lēmumu pieņemšanas elementu analīzi, ir vērts aplūkot saikni starp šiem elementiem. Kā jau sākotnēji tika pieņemts, visi lēmumu pieņemšanas sistēmas posmi ir savstarpēji saistīti, tāpēc turpmāk tiks aplūkotas savstarpējās saiknes starp elementiem. Domājams, ka savstarpējās saiknes starp elementiem ir visnozīmīgākās, un uzņēmumiem tās ir jāņem vērā. Ja uzņēmuma noteiktais izvēles mērķis ir izmaksu samazināšana, tad cenu līmenis noteikti jāizvēlas kā viens no galvenajiem kritērijiem. Cits piemērs varētu būt plānošanas un pakalpojumu kvalitātes uzlabošana (mērķis). Šajā gadījumā prioritāte jāpiešķir tādiem kritērijiem kā komerciālā piedāvājuma uzticamība un līguma nosacījumu pieņemšana. Arī tad, ja uzņēmuma definētais atlasē mērķis ir pārvaldātāja portfeļa samazināšana, kā viens no kritērijiem jāizvēlas uzņēmuma kapacitāte. Pamatojoties uz šīs analīzes rezultātiem, tiks sīkāk paskaidrots un novērtēts,

kā varētu noteikt šīs saiknes. Tas ļautu novērtēt saikņu svarus starp elementiem lēmumu pieņemšanas modelī.

### **8.3. Hibrīda modelis loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlasei**

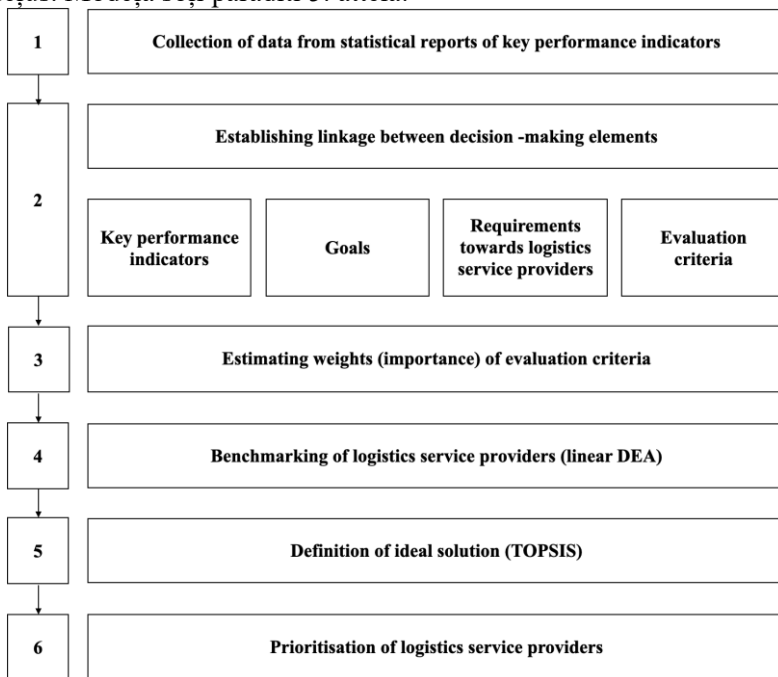
#### **Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metožu kritisks salīdzinājums.**

Lai palīdzētu uzņēmumiem izvēlēties loģistikas pakalpojumu sniedzējus, mūsdienās tiek izmantotas dažādas daudzkritēriju lēmumu analīzes metodes. Šīs metodes pēc noklusējuma izvirza lēmumu pieņēmēju procedūras centrā. Šīs metodes mēdz integrēt subjektīvu informāciju, bet tās nav automatizējamas procedūras, kas katram lēmumu pieņēmējam dod vienādu rezultātu. Lēmumu pieņēmējs piedāvā subjektīvu informāciju, ko dažkārt dēvē par preferenču informāciju, kuras rezultātā tiek rasts kompromisa risinājums. Mūsdienās MCDA metožu izmantošana pētnieku vidū ir palielinājusies galvenokārt tāpēc, ka pašlaik ir pieejama programmatūra un iepriekš sagatavotas bibliotēkas. Visbiežāk izmantotās autonomās metodes ir analītiskais hierarhijas process (AHP), kārtības noteikšanas metode pēc līdzības ideālajam risinājumam (TOPSIS), analītiskais tīkla process (ANP), datu aplokšņu analīze (DEA) un labākā un sliktākā metode (BWM). Papildus iepriekš minētajām metodēm (integrētā pieeja) parasti izmanto tādas metodes kā izplūdušā loģika, neapstrādātie skaitļi un pelēkās sistēmas. Saskaņā ar iepriekš minēto tabulu visbiežāk izmantotās metodes loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlasei ir AHP un ANP, kas ir savstarpēji cieši saistītas. Šo metožu galvenās priekšrocības ir to piemērošanas vienkāršība, intuitīvisms un iespēja veikt izmaksu un ieguvumu analīzi, pamatojoties uz AHP un ANP iegūtajiem rezultātiem. Tomēr šo metožu galvenais trūkums ir izolētība no ārējās vides (lēmumu pieņēmēji nevar tieši integrēt vēsturiskos datus un savu pieredzi sadarbībā ar konkrētu loģistikas pakalpojumu sniedzēju). BWM ir salīdzinoši jauna un vienkārši lietojama lēmumu pieņemšanas metode, kuras mērķis ir atlases kritēriju prioritāšu noteikšana. Šī metode varētu būt daļa no lēmumu pieņemšanas procesa, tomēr ierobežotās funkcionalitātes dēļ to nevar izmantot patstāvīgi. Tāpat kā AHP, ANP un BWM, arī TOPSIS ir ierobežota attiecībā uz pieredzes integrāciju ar konkrētu konkrētu loģistikas pakalpojumu sniedzēju. Tomēr TOPSIS izmanto atšķirīgu pieeju, ģenerējot ideālu pozitīvu problēmas risinājuma risinājumu, t. i., ideālu loģistikas pakalpojumu sniedzēja īpašību kopumu. Šī iezīme ir noderīga, un to vajadzētu integrēt hibrīdajā lēmumu pieņemšanas modelī, jo tā palīdz noteikt rezultātu prioritātes, salīdzinot katra atsevišķa loģistikas pakalpojumu sniedzēja īpašības ar iespējami labāko iespējamo

kopumu. Tomēr DEA ir lietderīga salīdzinošajai novērtēšanai. Jāatzīst, ka šo metodi diez vai var izmantot atsevišķi, jo tā nesniedz skaidru atbildi uz jautājumu, kurš loģistikas pakalpojumu sniedzējs ir vispiemērotākais, kas ir svarīgi uzņēmējdarbības videi. Tāpēc DEA salīdzinošās novērtēšanas funkcija būtu jāintegrē hibrīdmodelī, lai palīdzētu novērtēt atsevišķa loģistikas pakalpojumu sniedzēja piemērotību uzņēmumam.

### Lēmumu pieņemšanas modeļa izstrāde loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlei.

Atbilstoši veiktajam pētījumam un heuristiskajam literatūras apskatam, kā arī tirgus izpētei, ir nolemts piedāvāt hibrīda lēmumu pieņemšanas modeli. Šī modeļa galvenā priekšrocība ir subjektīvā novērtējuma samazināšana un stratēģisko lēmumu pieņemšanas vienkāršošana, piemērojot nozarē pastāvošos uzņēmējdarbības uzvedības modeļus. Modeļa soļi parādīti 5. attēlā.

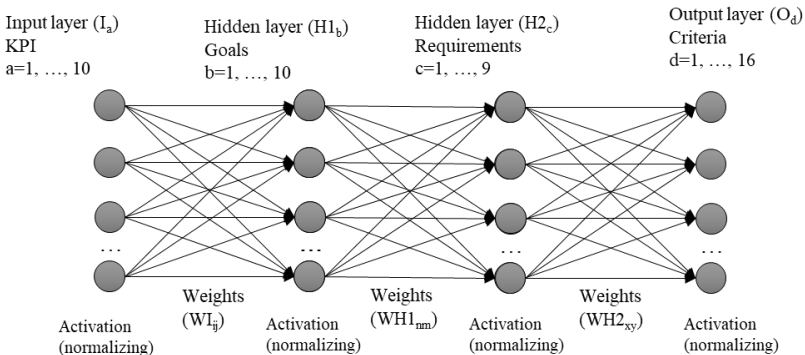


5. attēls. Vispārīgs lēmumu pieņemšanas modeļa soļu skats (izstrādājis autors)

Hibrīda lēmumu pieņemšanas modelis, kas ietver šādus soļus.

Datu vākšana no statistikas pārskatiem par galvenajiem darbības rādītājiem. Statistikas datu vākšana un sagatavošana ir balstīta uz loģistikas pakalpojumu sniedzēju vēsturiskajiem KPI. Uzņēmuma loģistikas pakalpojumu sniedzēju statistikas kumulatīvos galvenos darbības rādītājus izmanto, lai palīdzētu noteikt vērtēšanas kritēriju prioritātes. Galvenais ieguvums no statistisko galveno darbības rādītāju izmantošanas ir pamatots ar šo datu pieejamību un ticamību. Ieteicams izvēlēties pilnus viena līguma perioda datus, uzkrājot rādītājus no visiem loģistikas pakalpojumu sniedzējiem. Nav praktiskas nepieciešamības uzsvērt uzņēmuma pieredzi sadarbībā ar atsevišķiem loģistikas pakalpojumu sniedzējiem, jo jaunā atlases procesa ietvaros visi loģistikas pakalpojumu sniedzēji tiks uzskatīti par alternatīvu grupu. Pamatojoties uz turpmāk piemēroto lineārās DEA metodoloģiju, loģistikas pakalpojumu sniedzēji tiek nosaukti par lēmumu pieņemšanas vienībām (DMU).

Saiknes izveide starp lēmumu pieņemšanas elementiem. Saskaņā ar nozaru pieredzi, ko var atklāt un kvantificēt, apkopojot un strukturējot datus no iepirkuma projekta dokumentācijas, var atrast noteiktus modeļus un sakarības starp lēmumu pieņemšanas elementiem, kas raksturo uzņēmumu rīcību loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēles jomā. Šos modeļus izmanto, lai palīdzētu uzņēmumu lēmumu pieņēmējiem (parasti iepirkumu vadītājiem) veikt vērtēšanas kritēriju atlasi un prioritāšu noteikšanu (lēmumu pieņemšanas modeļa pirmā daļa). Iepriekš tika definēti lēmumu pieņemšanas elementi. Šie elementi ir integrēti hibrīdajā lēmumu pieņemšanas modelī. Šajā posmā tiek izveidotas saiknes starp lēmumu pieņemšanas elementiem, veidojot Bejasa tīklu (6. attēls), un rezultātā tiek veikta vērtēšanas kritēriju prioritizācija. Ierosinātā tīkla darbības jomā jāizmanto šāda secība. Pirmais tīkla līmenis sastāv no galveno darbības rādītāju saraksta, kurā informācija tiek iegūta no statistikas datu kopas. Tīkla pēdējais līmenis sastāv no novērtēšanas kritēriju saraksta, kuriem tīkla rezultātā jānosaka prioritātes. Tīkla vidējie līmeņi sastāv no tādiem elementiem kā mērķi un prasības pret loģistikas pakalpojumu sniedzējiem.



6. attēls. Ierosinātā lēmumu pieņemšanas modeļa tīkla vispārējais skats  
(izstrādājis autors)

Novērtēšanas kritēriju svaru (nozīmīguma) noteikšana. Pamatojoties uz iegūto kritēriju svaru kopumu (tīkla pēdējais līmenis), tiek noteikta vērtēšanas kritēriju nozīme. Hibrīda lēmumu pieņemšanas modeļa iezīme ir novērtēšanas kritēriju noteikšana, kas ir īpaši svarīgi uzņēmumam, kurš izvēlas loģistikas pakalpojumu sniedzēju. Mazāk svarīgiem kritērijiem ir jāsamazina prioritātes.

Loģistikas pakalpojumu sniedzēju salīdzinošā novērtēšana. Šajā posmā tiek izmantota lineārā DEA metodoloģija, lai izveidotu sistēmu un iegūtu lēmumu pieņemšanas vienību (loģistikas pakalpojumu sniedzēju) darbības rādītājus. Vērtēšanas kritēriji ir sadalīti divās daļās - sistēmas ieejas un izejas datos.

Ideālā risinājuma definīcija. Tiek izstrādāts ideāls pozitīvs risinājums, pamatojoties uz lineārā DEA iegūtajiem darbības rādītājiem, izmantojot TOPSIS īpašo iezīmi.

Loģistikas pakalpojumu sniedzēju prioritāšu noteikšana. Tiek veikta loģistikas pakalpojumu sniedzēju prioritāšu noteikšana, ko tālāk var izmantot uzņēmuma lēmumu pieņemēji, lai izvēlētos piemērotāko alternatīvu, ņemot vērā uzņēmuma mērķi.

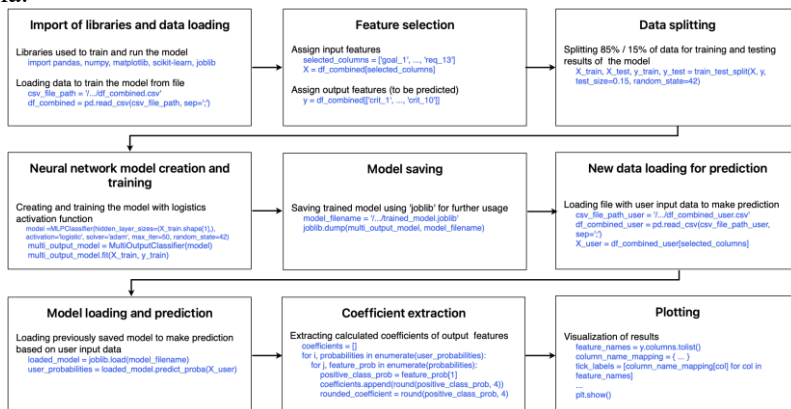
Galvenais motīvs, kāpēc tika ierosināts hibrīda lēmumu pieņemšanas modelis, ir metodoloģijas pielāgošana lēmumu pieņemšanas procesa sarežģītībai, kas tika aprakstīta šī pētījuma otrajā nodaļā. Būtisks modeļa jaunums ir piedāvātā saikne starp tādiem lēmumu pieņemšanas elementiem kā galvenie darbības rādītāji, mērķi, prasības pret loģistikas pakalpojumu sniedzējiem un vērtēšanas kritērijiem.

## **Alternatīva pieeja loģistikas pakalpojumu sniedzēju vērtēšanas kritēriju izvēlei, pamatojoties uz MLP.**

Atsaucoties uz iepriekšējās nodaļas apgalvojumu, autors ir izstrādājis alternatīvu pieeju loģistikas pakalpojumu sniedzēju kritēriju atlasei, pamatojoties uz apmācītu MLP. Modeļa apmācībai izmantotie dati tika iegūti no dažādu Eiropas uzņēmumu izsludināto kravu autopārvadājumu pakalpojumu konkursa dokumentiem laikposmā no 2019. līdz 2023. gadam un iegūti sadarbībā ar Eiropas vadošajiem 3PL pakalpojumu sniedzējiem. Kopumā tika pētīti 294 konkursa projekti (datu kopā uzskatīti par paraugiem), kurus izsludinājuši 184 dažādi uzņēmumi. Datu vākšanas metodoloģija ir tāda pati, kāda jau tika aprakstīta šā pētījuma 2. daļā. Tomēr elementu grupēšana ir atšķirīga, jo šim modelim tika veikta atsevišķa iepirkumu projektu analīze. Analizētā datu kopa ietver desmit atsevišķas kritēriju grupas: cenas faktors, reputācija un profils, pakalpojumu kvalitāte, juridiskā atbilstība, kapacitāte, elastīgums, personāls un komunikācija, ģeogrāfiskais pārklājums, sertifikācija un ekoloģiskums. Ir astoņas atšķirīgas mērķu grupas: izmaksu samazināšana, piegādātāju portfeļa optimizācija, pakalpojumu kvalitātes uzlabošana, ilgtermiņa sadarbības attīstība, inovāciju ieviešana, jaudas palielināšana, digitalizācijas ieviešana un jaunu piegādātāju iesaistīšana. Analīzes ietvaros tika atklātas vairākas gaidas attiecībā uz zaļo loģistiku loģistikas pakalpojumu sniedzēju izvēlē: samazināt emisijas un atkritumus, izstrādāt ilgtspējības politiku, uzturēt noteikumu un politikas ievērošanu, uzlabot ilgtspējības stratēģiju, saskaņot ilgtspējības stratēģiju ar pakalpojumu sniedzēju, ieviest zaļo aprīkojumu, ieviest materiālu atkārtotu izmantošanu un ieviest pārskatu sniegšanu. Analizējot prasības pret loģistikas pakalpojumu sniedzējiem, tika noteiktas divpadsmit atsevišķas grupas: dokumentācijas apstrāde, iekārtu atbilstība, juridiskā atbilstība, izsekošana un redzamība, personāls un komunikācija, kvalitātes atbilstība, sertifikācija, digitālie risinājumi, drošības un aizsardzības pasākumi, darbības procesu atbilstība, līguma nosacījumu pieņemšana, ziņošana un kapacitāte.

Lai apmācītu modeli, īpaša uzmanība tika pievērsta datu kopas sagatavošanai un datu kvalitātei. Neironu tīkla modeļa apmācībai, lai prognozētu loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlases kritērijus, datu kopa tika sakārtota tabulas formātā, kur katra rinda ir paraugs vai gadījums, un katra sleja atbilst konkrētai iezīmei. Katra datu kopas rinda ir unikāla šo pazīmju kombinācija konkrētam paraugam. Datu kopu veido 294 paraugi, un katram paraugam ir bināras vērtības noteiktajiem kritērijiem, mērķiem, gaidām attiecībā uz zaļo loģistiku un prasībām. Šāda strukturēta datu reprezentācija atvieglo neironu tīkla modeļa apmācību, lai apgūtu modeļus

un sakarības starp ievades pazīmēm un loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlasē kritērijiem. Mērķis ir izstrādāt prognozēšanas modeli, kas var vispārināt un precīzi prognozēt jaunus gadījumus, pamatojoties uz mācīšanās datus apgūtajiem modeļiem. Izstrādātā modeļa algoritms ir attēlots turpmāk attēlā.



7. attēls. Izstrādātā modeļa algoritms (izstrādājis autors)

Ir vairākas Python bibliotēkas, ko izmanto dažādiem uzdevumiem, sākot no datu manipulēšanas līdz mašīnmācīšanai un vizualizācijai. Modeļa iestatīšanai tiek veikti šādi soļi. Vispirms datu kopa no CSV faila tiek ielādēta Pandas DataFrame (df\_combined). Pēc tam no DataFrame tiek atlasītas konkrētas kolonnas kā ieejas pazīmes "X" un izejas etiķetes "y". "Selected\_columns" ir raksturlielumi, bet "crit\_\*" slejas ir prognozējamie kritēriji. Datu kopu sadala mācību un testēšanas kopās. 85 % datu izmanto apmācībai (X\_train, y\_train), un 15 % ir rezervēti testēšanai (X\_test, y\_test). Izmantojot scikit-learn programmu MLPClassifier, tiek izveidots daudzslāņu perceptrona (MLP) neironu tīkla modelis. Tam ir viens slēptais slānis ar neironu skaitu, kas vienāds ar ieejas pazīmju skaitu. Modelis ir iefīts MultiOutputClassifier, lai apstrādātu vairākus izejas mērķus. Apmācība tiek veikta, izmantojot mācību datus. Apmācītais neironu tīkla modelis tiek saglabāts failā, izmantojot joblib. Tas ļauj modeli ielādēt vēlāk, lai veiktu prognozes jauniem datiem.

## 8.4. Lēmumu pieņemšanas modeļa praktiska pielietošana 3PL pakalpojumu sniedzēju izvēlei

### Tīkla elementi un svāri



Ierosinātā modeļa praktiskai piemērošanai nepieciešama reālistiska un uzticama datu kopa. Šī pētījuma otrajā nodaļā jau tika izmantoti nozares dati, lai atklātu lēmumu pieņemšanas sistēmas elementus, aprakstītu šo elementu savstarpējās sakarības un pēc tam sagatavotu ticamas ieejas vērtības lēmumu pieņemšanas modelim, jo īpaši Bejasa tīklam, ko izmanto loģistikas pakalpojumu sniedzēju vērtēšanas kritēriju prioritāšu noteikšanai. Šajā nodaļā modeļa piemērošana tiek veikta, izmantojot iekšējo informāciju, kas iegūta no iepirkuma projekta, kuru 2020. gadā uzsāka viens no vadošajiem Eiropas kravu pārvadājumu uzņēmumiem (GEFCO S.A.), kas darbojas kā 4PL klientam - mehānisko transportlīdzekļu ražotājam. Lai veiksmīgi īstenotu ierosinātā lēmumu pieņemšanas modeļa piemērošanu, tika apkopoti šādi dati.

Eiropas kravas ekspeditoru (kas darbojas kā 4PL mehānisko transportlīdzekļu ražotājam) konsolidētais KPI ziņojums, kas atspoguļo klientu nolīgto 3PL pakalpojumu sniedzēju darbības līmeni 2019. gadā. Lai iegūtu visdrošāko lēmumu pieņemšanas modeļa rezultātu, ieteicams izmantot jaunāko (pirms iepirkuma projekta uzsākšanas) pieejamo konsolidēto KPI ziņojumu.

4PL iepirkuma komandas pārstāvja (vadošā pircēja) apkopotie 3PL novērtējumi, kas iegūti no 4PL 2020. gadā uzsāktā iepirkuma projekta. Ar 4PL Centrāleiropas klastera pārstāvi tika apspriests, lai apkopotu datus un izvērtētu kritērijus, jo tas atspoguļotu kopīgu 4PL organizācijas pieeju, ko izmanto vairākas vietējās aģentūras.

Kā pirmais tīkla veidošanas solis ir jā sagatavo pareizi pielāgoti ievades dati. Tiek izmantots konsolidēts KPI ziņojums, kas atspoguļo klienta nolīgto 3PL pakalpojumu sniedzēju darbības līmeni 2019. gadā. Turpmākā vērtēšanas kritēriju prioritāšu noteikšana saskaņā ar teorētisko lēmumu pieņemšanas modeli ir atkarīga no vēsturiskā KPI kopuma. Tabulā Nr. 1 ir norādītas vidējās kumulatīvās koriģētās KPI un aktivizētās vērtības katram KPI.

1. tabula. KPI un aktivizētās izejas vērtības (autors)

Nr.	Galvenais darbības rādītājs	Vidējais rādītājs (koriģēts), %	Aktivizētā vērtība
1	Savlaicīga ziņojumu iesniegšana	97.00	0.725119
2	Neatbilstību gadījumu skaits	97.80	0.505500
3	Preču savlaicīga savākšana	88.00	0.706822
4	Preču piegāde laikā	81.00	0.692110
5	Piegādes laika ievērošana	94.00	0.719100

6	Preču bojājumi transportēšanas laikā	96.60	0.508499
7	Nav pieņemti pasūtījumi	89.00	0.523233
8	POD iesniegšana laikā	89.00	0.708890
9	Rēķinu sagatavošana saskaņā ar līguma nosacījumiem.	80.00	0.689974
10	Pasūtījumi pieņemti savlaicīgi	97.00	0.725119

Tā kā tīkla ieejas slānis sastāv no iepriekš attēlotajiem KPI (mezgliem) un tam nav antecedenta slāņa, šajā gadījumā izejas vērtībām jābūt vienādām ar ieejas vērtībām, jo nav svaru, ko reizināt ar. Tomēr, pirms pāriet uz tīkla pirmo slēpto slāni, ir jāveic divas svarīgas darbības. Pirmkārt, tiek ierosināts koriģēt vairākus KPI, ņemot vērā datu atspoguļojuma specifiku. Lielākajā daļā KPI lielākās vērtības atspoguļo labākus rezultātus, izņemot "Neatbilstību gadījumu skaits" un "Preču bojājumi transportēšanas laikā", kur zemākās vērtības atspoguļo labākus rezultātus. Otrkārt, ir nepieciešams aktivizēt šīs koriģētās vērtības, tādējādi aktivizētās KPI vērtības tagad var uzskatīt par tīkla ieejas slāņa izejas vērtībām. Pēc tam tiek veiktas šādas darbības, lai iegūtu ierosinātos prioritizētos kritērijus: pāreja no ieejas uz pirmo slēpto slāni; pāreja no pirmā slēptā slāņa uz otro slēpto slāni; pāreja no otrā slēptā slāņa uz izejas slāni.

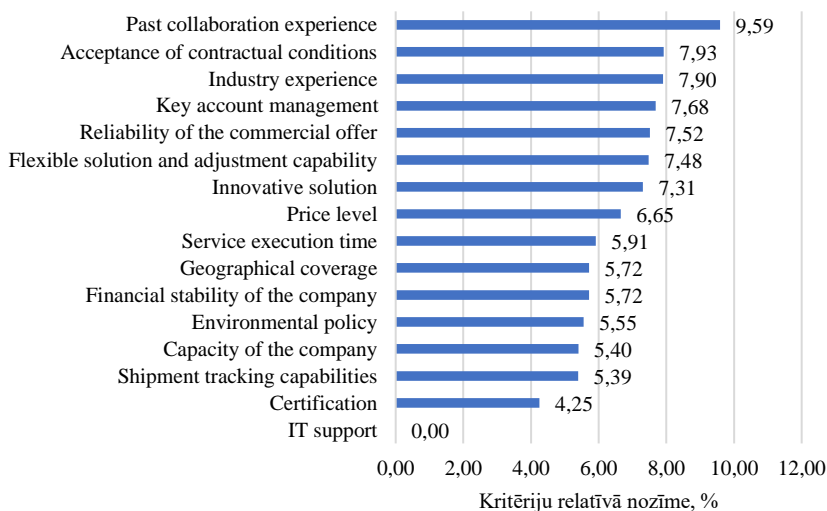
Tālāk tabulā ir parādītas katra izejas slāņa mezgla ieejas vērtības, kā arī aktivizētās izejas vērtības. Šajā slānī mezglu aktivizētās izejas vērtības svārstās no 0,659636 līdz 0,659646. Šajā tabulā parādītās izejas vērtības atspoguļo konkrētu vērtēšanas kritēriju nozīmīgumu, kas turpmāk tiks izmantoti uz DEA un TOPSIS balstītā hibrīdmodelī.

2. tabula. Izejas slāņa ievades dati un aktivizētās izejas vērtības (autors)

Kritēriji	Ieejas vērtības	Izejas (aktivizētās) vērtības	Kritēriju relatīvā nozīme, %
O <sub>1</sub>	0.661706	0.659643	7.52
O <sub>2</sub>	0.661708	0.659644	7.93
O <sub>3</sub>	0.661707	0.659644	7.68
O <sub>4</sub>	0.661702	0.659643	6.65
O <sub>5</sub>	0.661697	0.659642	5.72
O <sub>6</sub>	0.661696	0.659641	5.40
O <sub>7</sub>	0.661697	0.659641	5.55
O <sub>8</sub>	0.661698	0.659642	5.91

O <sub>9</sub>	0.661716	0.659646	9.59
O <sub>10</sub>	0.661706	0.659643	7.48
O <sub>11</sub>	0.661708	0.659644	7.90
O <sub>12</sub>	0.661696	0.659641	5.39
O <sub>13</sub>	0.661697	0.659642	5.72
O <sub>14</sub>	0.661705	0.659643	7.31
O <sub>15</sub>	0.661691	0.659640	4.25
O <sub>16</sub>	0.661671	0.659636	0.00

Nākamajā attēlā ir parādīti prioritārie vērtēšanas kritēriji un tiem atbilstošais svēruma (nozīmīgums), kas tiks izmantots turpmāk.



8. attēls. Vizualizācija, kurā attēloti prioritārie vērtēšanas kritēriji (izstrādājis autors)

Kritērija relatīvā nozīme tiek novērtēta šādi. Galvenokārt tiek noteiktas maksimālās un minimālās aktivizētās izejas vērtības starp visiem mezgliem (attiecīgi 0,659646 un 0,659636). Pēc tam tiek aprēķinātas starpības starp maksimālo vērtību un atsevišķa mezgla vērtību un minimālo vērtību un atsevišķa mezgla vērtību. Visbeidzot tiek aprēķināts relatīvais attālums starp individuālā mezgla vērtību un minimālo vērtību, ko izsaka procentos. Kā redzams iepriekšējā attēlā, visvērtīgākie vērtēšanas kritēriji, kas, domājams, pašreizējos apstākļos ir obligāti jāņem vērā lēmumu

pieņemējam loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlases procesā, ir iepriekšējā sadarbības pieredze (9,59 %), līguma nosacījumu pieņemšana (7,93 %) un pieredze nozarē (7,90 %). No otras puses, mazāk vērtīgi vērtēšanas kritēriji pašreizējos apstākļos ir IT atbalsts (0,00%, kas praktiski nozīmē, ka to var izslēgt no lēmumu pieņemšanas procesa), sertifikācija (4,25%) un sūtījumu izsekošanas iespējas (5,39%).

### **Hibrīda DEA un TOPSIS izmantošana lēmumu pieņemšanai**

Nākamais solis ir katra loģistikas pakalpojumu sniedzēja iesniegto komerc piedāvājumu izvērtēšana. Veikti 12 loģistikas pakalpojumu sniedzēju novērtējumi, kurus liner-DEA modeļa darbības jomā sauc par lēmumu pieņemšanas vienībām (DMU).

Pirms rezultātu aprēķināšanas ievades dati tika pielāgoti izvēlētās aprēķinu programmatūras vajadzībām. Aprēķinu veikšanai tika izmantota īpaša bibliotēka "deaR" no RStudio. Ņemot vērā, ka izstrādātais modelis ir orientēts uz izejas rezultātiem, tālākai TOPSIS elementu integrācijai izmantoti koeficienti, kas atbilst izejas kritērijiem (uci). Līnijveida-DEA modeļa rezultāti jāpielāgo atbilstoši tīkla izejas slāņa iegūtajiem svariem.

Saskaņā ar rezultātiem, kas iegūti no programmētā lineārā-DEA modeļa, katras DMU efektivitātes rādītājs (H) ir vienāds ar 1, kas nozīmē, ka katrs novērtēšanas procesā iekļautais loģistikas pakalpojumu sniedzējs ir vērtējams klientu skatījumā un var dot labumu uzņēmumam. Turpmāk tabulā atsevišķas DMU efektivitātes rādītājs (h) ir parādīts pēdējā slejā. Augstākais rādītājs nozīmē augstāku efektivitāti. Tomēr, tā kā loģistikas pakalpojumu sniedzēju novērtēšanas procesa mērķis ir noteikt prioritātes alternatīvām, tiek ierosināts iekļaut īpašu TOPSIS metodoloģijas elementu.

3. tabula. Koriģētie normalizētie svāri un efektivitātes rādītāji (sastādījis autors)

DMU	H	$x_{ik}$	$y_{rk}$	h
DMU <sub>1</sub>	1.0000	0.6309	0.0819	0.1298
DMU <sub>2</sub>	1.0000	0.5188	0.0714	0.1375
DMU <sub>3</sub>	1.0000	0.6219	0.0601	0.0967
DMU <sub>4</sub>	1.0000	0.6326	0.0886	0.1401
DMU <sub>5</sub>	1.0000	0.5706	0.0734	0.1286
DMU <sub>6</sub>	1.0000	0.6192	0.0724	0.1169
DMU <sub>7</sub>	1.0000	0.5777	0.0777	0.1344

DMU <sub>8</sub>	1.0000	0.5349	0.0705	0.1318
DMU <sub>9</sub>	1.0000	0.5537	0.0671	0.1212
DMU <sub>10</sub>	1.0000	0.5822	0.0755	0.1297
DMU <sub>11</sub>	1.0000	0.6635	0.0712	0.1073
DMU <sub>12</sub>	1.0000	0.5491	0.0830	0.1511

Lai noteiktu loģistikas pakalpojumu sniedzēju prioritātes atbilstoši efektivitātes rādītājiem (h), kas iegūti no lineārā-DEA modeļa, lēmumu pieņemšanas modelī ir integrēti divi TOPSIS metodoloģijas elementi: ideāls pozitīvs risinājums un ideāls negatīvs risinājums. Galvenokārt tiek noteikti augstākie un zemākie efektivitātes rādītāji katram izlaides kritērijam starp visiem 12 DMU. Tālāk tabulā ir parādīti rezultāti (prioritizētie loģistikas pakalpojumu sniedzēji).

4. tabula. Relatīvais tuvums ideālajam pozitīvajam risinājumam un modeļa rezultāti (sastādījis autors)

DMU	S <sub>p</sub>	S <sub>n</sub>	R <sub>sp</sub>
1	0.178772	0.108668	<b>0.161249</b>
2	0.173584	0.058329	<b>0.164017</b>
3	0.190984	0.076483	<b>0.177414</b>
4	0.169843	0.124151	<b>0.151085</b>
5	0.174806	0.058019	<b>0.165220</b>
6	0.177339	0.077474	<b>0.164588</b>
7	0.184274	0.076982	<b>0.171102</b>
8	0.184873	0.071293	<b>0.172570</b>
9	0.189057	0.080006	<b>0.175052</b>
10	0.179830	0.051477	<b>0.171026</b>
11	0.186566	0.080790	<b>0.172620</b>
12	0.162561	0.077994	<b>0.150800</b>

Atsevišķa loģistikas pakalpojumu sniedzēja relatīvais tuvums ideālajam risinājumam ir parādīts tabulas ceturtajā slejā (R<sub>sp</sub>). R<sub>sp</sub> vērtības svārstās no 0,150800 (kas ir vismazāk pievilcīgā alternatīva) līdz 0,177414 (kas ir vispievilcīgākā alternatīva). Lai datus attēlotu tabulā, vērtības ir

noapaļotas līdz 6 cipariem aiz komata. Nav līdzīgu vērtību, pamatojoties uz metodiku, kas ļauj skaidri noteikt prioritātes. Alternatīvas ir prioritizējamas šādi: 3; 9; 11; 8; 7; 10; 5; 6; 2; 1; 4; 12. Lēmuma pieņemšanas modelis, kas aprakstīts šā pētījuma trešajā daļā, ir pārbaudīts saskaņā ar Eiropas 4PL pakalpojumu sniedzēju savāktajiem uzņēmējdarbības datiem.

### **Hibrīda modeļa salīdzinājums ar tradicionālo lēmumu pieņemšanas procesu.**

Tā kā izstrādātais un pārbaudītais lēmumu pieņemšanas modelis atšķiras no tradicionāli izmantotajām lēmumu pieņemšanas pieejām, ko izmanto 3PL pakalpojumu sniedzēju atlasē, ir nepieciešams salīdzināt abas pieejas un pārbaudīt, vai piedāvātā hibrīda matemātiskā lēmumu pieņemšanas metode ar galveno darbības rādītāju (KPI) datu integrāciju palielina loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlases uzticamību. Šim nolūkam tiek veikti šādi pasākumi:

- Kritēriju prioritizācijas rezultātu aprakstošs salīdzinājums;
- Uzņēmuma vēsturisko KPI saskaņošana ar iepirkuma dokumentācijā definētajiem sagaidāmajiem rezultātiem;
- Galveno KPI un gaidāmo rezultātu pāru noteikšana saskaņā ar zemākajiem KPI vēsturiskajiem rezultātiem. Šis solis tiek veikts, konsultējoties ar 4PL Centrāleiropas klastera iepirkumu nodaļas vadītāju;
- Atslēgu pāru saskaņošana ar atbilstošiem kritērijiem. Šis solis tiek veikts, konsultējoties ar 4PL Centrāleiropas klastera iepirkumu nodaļas vadītāju;
- Svarīgāko kritēriju noteikšana, pamatojoties uz saskaņošanas procesu;
- Kritēriju prioritizācijas rezultātu matemātiskais salīdzinājums.

Saskaņā ar veiktajiem pasākumiem, kas izstrādāti kopā ar 4PL Central European iepirkumu nodaļas vadītāju, ir noteikti 8 vērtēšanas kritēriji, kas obligāti jāņem vērā iepirkuma projekta ietvaros. Šie kritēriji ir uzskaitīti turpmāk tabulā. Uz KPI balstītas prioritātes noteikšanas un uz AHP balstītas prioritātes noteikšanas galīgais vērtējums tiek aprēķināts kā šiem kritērijiem piešķirto pozīciju summa saskaņā ar abām pieejām. Pieeja ar zemāko galīgo punktu skaitu ir uzskatāma par vispiemērotāko konkrētajai problēmai, t. i., tiek piedāvāta KPI balstīta prioritāšu noteikšana.

5. tabula. Kritēriju prioritizācijas rezultātu matemātiskais salīdzinājums (autors)

Vērtēšanas kritēriji		Uz KPI balstīta prioritāšu noteikšana	Tradicionālā uz AHP balstīta prioritāšu noteikšana
Līguma nosacījumu pieņemšana	C2	2	5
Pakalpojuma izpildes laiks	C8	9	3
Iepriekšējā sadarbības pieredze	C9	1	9
Elastīgs risinājums un pielāgošanas iespējas	C10	6	8
Pieredze nozarē	C11	3	10
Ģeogrāfiskais pārklājums	C13	11	12
Inovatīvs risinājums	C14	7	16
IT atbalsts	C16	16	13
<b>Galīgais rezultāts</b>		<b>55</b>	<b>76</b>

Lai noslēgtu pētījumu, ir jānorāda konkrēts nosacījums, kas saistīts ar modeļa efektīvu piemērošanu. Ierosinātajam lēmumu pieņemšanas modelim ir nepieciešami kvalitatīvi ievades dati, kas rezultātus padarīs precīzus. Būtiska nozīme modelī ir KPI datiem, kas ir jāvērtē uzņēmuma iepirkumu komandai. Loģistikas pakalpojumu sniedzēju salīdzinājums jāveic līdzvērtīgos apstākļos, pašreizējā iepirkuma konkursa ietvaros un pieņemot, ka loģistikas pakalpojumu sniedzēji piedāvā līdzīgu pakalpojumu veidu un apjomus.

## NOBEIGUMS

### Ir izdarīti šādi galvenie secinājumi:

Saskaņā ar integratīvo literatūras izpēti ir atklātas šādas galvenās mūsdienu darbības jomas, kas saistītas ar trešo pušu loģistiku (3PL): 3PL izvēle un novērtēšana; sadarbība un sinerģija ar 3PL; 3PL pakalpojumi un inovācijas; zaļā loģistika un vides jautājumi; 3PL darbības novērtēšana un mērīšana; 3PL vadība un stratēģijas izstrāde; informācijas un komunikāciju tehnoloģijas 3PL; 3PL kvalitātes vadība; 3PL cenu noteikšanas metodes un izmaksas 3PL jomā.

Pamatojoties uz globālo 3PL tirgus pētījumu, ir skaidra nozares specializācijas pakāpe, ko pamato 3PL klientu portfelis vai klientu attiecību skaits, kas atsevišķam 3PL ir konkrētā klientu nozarē.

Lēmumu pieņemšanas sistēmā ir 14 secīgi posmi, kas apraksta 3PL pakalpojumu sniedzēju atlases procesu. Šīs sistēmas darbības jomā ir jāidentificē šādi elementi: atlases mērķi, vērtēšanas kritēriji, prasības 3PL pakalpojumu sniedzējiem un galvenie darbības rādītāji.

Pamatojoties uz iepirkuma dokumentācijā iekļauto lēmumu pieņemšanas elementu analīzi, ir konstatēts: 10 unikālas 3PL izvēles mērķu grupas; 16 unikālas 3PL vērtēšanas kritēriju grupas; 9 unikālas prasību grupas attiecībā uz 3PL; 10 unikālas galveno darbības rādītāju (KPI) grupas.

Vairāku kritēriju lēmumu pieņemšanas analīze ir dominējošā metodoloģija, ko izmanto 3PL pakalpojumu sniedzēju atlasē. Saskaņā ar teorētisko pētījumu visbiežāk izplatītās metodes ir analītiskais hierarhijas process, analītiskais tīkla process, pasūtījumu izvēles metode pēc līdzības ideālajam risinājumam, datu apkopšanu analīze un labākā un sliktākā metode.

3PL pakalpojumu sniedzēju izvēles lēmuma pieņemšanas modeļi jāiekļauj 6 galvenie soļi, kas ir: datu apkopošana no statistikas pārskatiem par galvenajiem darbības rādītājiem; saiknes noteikšana starp lēmuma pieņemšanas elementiem; vērtēšanas kritēriju svaru (nozīmīguma) noteikšana; loģistikas pakalpojumu sniedzēju salīdzinošā novērtēšana; ideālā risinājuma noteikšana; loģistikas pakalpojumu sniedzēju prioritāšu noteikšana. 3PL prioritāšu noteikšana, izmantojot izstrādāto hibrīda lēmumu pieņemšanas modeli, ir skaidri definēta un atšķirīga. Uz KPI balstīta prioritāšu noteikšana ļauj atkārtot procesu, piedaloties dažādiem lēmumu pieņēmējiem, un iegūt salīdzināmus rezultātus.

Pētījuma ietvaros izstrādātā 3PL izvēles lēmuma pieņemšanas modeļa praktiskā pielietošana izrādījās uzticama, pamatojoties uz Eiropas ceturtais puses loģistikas (4PL) iepirkuma projekta scenāriju.

Izstrādāto hibrīda lēmumu pieņemšanas modeli var piemērot gan pilna, gan daļēja apjoma transporta pakalpojumu iepirkumiem. Modelim nepieciešami kvalitatīvi ievades dati, kas ļaus iegūt precīzus rezultātus, un loģistikas pakalpojumu sniedzēju salīdzinājums jāveic līdzvērtīgos apstākļos, pieņemot līdzīgu pakalpojumu veidu un apjomus.

Lai paplašinātu izstrādāto hibrīda lēmumu pieņemšanas modeli, lai to varētu piemērot dažādu loģistikas pakalpojumu, piemēram, noliktavas pakalpojumu, iepirkumiem, ir nepieciešama modeļa pielāgošana.

Pamatojoties uz iepriekš aprakstīto, tiek apstiprināta šāda hipotēze: hibrīda lēmumu pieņemšanas modeļa ar galveno darbības rādītāju datu integrāciju, lai noteiktu atlases kritēriju nozīmīguma koeficientus, var izmantot, lai formalizētu un standartizētu loģistikas pakalpojumu sniedzēju atlases procesu.

Balstoties uz šī promocijas darba izstrādes laikā iegūtajiem pētījuma rezultātiem, tiek izteikti šādi **priekšlikumi**:

**Uzņēmumiem, kas izmanto ārpalpojumus loģistikas un transporta pakalpojumu jomā:**



Lai izveidotu stratēģisku partnerību ar 3PL pakalpojumu sniedzēju, autore iesaka izmantot attiecību, ilgtermiņa partnerībā balstītu sadarbības pieeju, kas veicina sinerģiju veidošanu starp klientiem un 3PL pakalpojumu sniedzējiem.

Uzņēmumiem, kas izmanto uz attiecībām vai ilgtermiņa partnerattiecībām balstītu pieeju sadarbībai ar 3PL pakalpojumu sniedzējiem, tiek ieteikts atkārtoti uzsākt 3PL pakalpojumu sniedzēju atlases procesu, lai katru gadu izmantotu ārpalpojumu transporta pakalpojumu sniegšanai Eiropā.

Autors iesaka pieņemt visus izstrādātās lēmumu pieņemšanas sistēmas posmus un izstrādāt iepirkuma projekta plānu, tostarp definēt šādus obligātos elementus: mērķi, vērtēšanas kritērijus, prasības 3PL un galvenos darbības rādītājus. Šīs sistēmas pieņemšana veicina veiksmīgu 3PL pakalpojumu sniedzēja izvēli transporta pakalpojumu sniegšanai.

Uzņēmumiem ir ieteicams pieņemt lēmumu pieņemšanas sistēmas elementus atbilstoši nozares praksei, ko uzņēmums pārstāv.

Autors iesaka uzņēmumiem izstrādāt visaptverošu galveno darbības rādītāju sistēmu, lai izsekotu 3PL pakalpojumu sniedzēju produktivitāti. Kad sistēma ir ieviesta, uzņēmumiem ir jāizveido novērojumos iegūto datu vākšanas un apstrādes process. Šie dati jāizmanto turpmākajos 3PL pakalpojumu sniedzēju atlases procesos.

Autors iesaka uzņēmumiem izmantot uz KPI balstītu pieeju 3PL pakalpojumu sniedzēju novērtēšanas kritēriju prioritāšu noteikšanai, kas palīdz ņemt vērā uzņēmuma objektīvās vajadzības un apsvērt tās sadarbības jomas ar 3PL, kurās nākotnē ir nepieciešami uzlabojumi.

Uzņēmumiem tiek ieteikts piemērot daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas pieeju, kas balstīta uz izstrādāto hibrīda lēmumu pieņemšanas modeli, lai izvēlētos 3PL pakalpojumu sniedzējus.

### **3PL pakalpojumu sniedzējiem:**

Autors iesaka globālajiem 3PL pakalpojumu sniedzējiem veikt iekšējos pētījumus un pētījumus, kas saistīti ar 3PL ikdienas operatīvo un komerciālo uzdevumu risināšanai izmantojamo rīku un metožu izstrādi, kā arī ar kvalitātes vadību saistītus pētījumus sadarbībā ar vadošajiem akadēmiskajiem pētniekiem.

Eiropas 3PL pakalpojumu sniedzējiem tiek ieteikts sadarbībā ar akadēmiskajiem pētniekiem veikt ar cenu noteikšanu saistītus pētījumus, prognozēšanu un modelēšanu, ņemot vērā transporta un uzglabāšanas nozares lielo atkarību no ekonomikas ražošanas nozares.

### **Universitātēm:**

Autors iesaka iekļaut sistēmdinamikas pieeju kā nozīmīgu loģistikas kursu sastāvdaļu Rīgas Tehniskās universitātes un citu augstskolu maģistrantūras studentiem. Gan loģistikas, gan vadības studijām būtu lietderīgi izmantot šo intuitīvo pieeju, modelējot loģistikas plūsmas un vadības uzdevumus.

Autors iesaka iekļaut lēmumu pieņemšanas procesu un metodes kā svarīgu loģistikas kursu sastāvdaļu Rīgas Tehniskās universitātes un citu augstskolu maģistrantūras studentiem. Ņemot vērā uzņēmējdarbības vides sarežģīto raksturu, gaidāmajiem loģistikas speciālistiem un vadītājiem būtu noderīgas praktiskas zināšanas par daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metodēm.

Balstoties uz izstrādāto lēmumu pieņemšanas sistēmu, autore iesaka izstrādāt kursu loģistikas maģistrantūras studentiem, kas stiprinātu topošo loģistikas ekspertu un vadītāju zināšanas iepirkumu procesu vadīšanā un partnerības veidošanā ar loģistikas pakalpojumu sniedzējiem.

**THE PROMOTION WORK PRESENTED TO THE TRANSPORT  
AND TELECOMMUNICATION INSTITUTE TO OBTAIN THE  
SCIENTIFIC DEGREE – DOCTOR OF SCIENCE IN  
ENGINEERING AND TECHNOLOGY (PhD)**

OFFICIAL REVIEWERS:

The defence of the thesis will be held on the \_\_\_\_\_ at \_\_\_\_\_ o'clock at the Promotion Council of Transport and Telecommunication Institute on award of a PhD degree to the address: 1, Lomonosova Street, conference hall 130, Riga, Latvia, tel. +371 67100594, fax: +371 67100535.

CONFIRMATION

I confirm that I developed the promotion work that is presented to the promotion council of Transport and Telecommunication Institute to obtain the scientific degree of Doctor of Science in Engineering and Technology (PhD). The promotion work has not ever been presented to any other promotional council to the scientific degree.

A. Kotlars

The Doctoral Thesis has been written in English. It consists of an Introduction; 4 Chapters; Conclusion; 28 figures; 34 tables; 9 appendices; the total number of pages is 168. The Bibliography contains 123 titles.

# CONTENT

- ABSTRACT ..... 37
- 1. ACTUALITY OF THE PROBLEM..... 39
- 2. STATEMENT OF THE RESEARCH PROBLEM..... 40
- 3. GOAL AND TASKS OF THE RESEARCH ..... 40
- 4. METHODOLOGY AND METHODS OF RESEARCH..... 41
- 5. SCIENTIFIC NOVELTY OF THE WORK..... 41
- 6. THESES SUBMITTED FOR DEFENSE..... 42
- 7. PRACTICAL APPLICATION OF THE WORK AND APPROBATION..... 42
- 8. SUMMARY OF THESIS CHAPTERS ..... 43
  - 8.1. Analysis of theoretical aspects and business processes of logistics service providers ..... 43
  - 8.2. Development of decision-making framework for partnership with logistics service providers..... 46
  - 8.3. Development of hybrid model for selection of logistics service providers ..... 51
  - 8.4. Practical application of decision-making model for selection of 3PL providers..... 57
- CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS ..... 64

## ABSTRACT

The Thesis “Decision-Making Methodology for Selection of Strategic Third-Party Logistics Service Providers” is written by Aleksandrs Kotlars under the supervision of Dr. oec. professor Valerijs Skribans.

In scope of the Thesis following hypothesis is tested - the application of hybrid decision-making model with integration of key performance indicator data to determine the coefficients of significance of the selection criteria, can be used to formalize and standardize process of logistics service providers selection.

The goal of the Thesis is considering and combining international business experience and academic studies, to develop a decision-making framework and decision-making model for selection of strategic logistics service providers. The object of the research is business processes and performance of third-party logistics service providers. The subject of the research is methodology for establishing strategic partnership between businesses and third-party logistics service providers.

With the purpose to achieve defined goal of the Thesis, there are multiple tasks accomplished, including exploration of theoretical aspect and business activities of third-party logistics service providers by conducting integrative literature review; exploration of global third-party logistics service providers market, and analyse customer specialization of main global third-party logistics service providers; investigation of different approaches of managing logistics procurement projects; development of decision-making framework for selection of logistics service providers; collection and analysis of data related to procurement projects from leading European manufacturers; formulation of decision-making elements for selection of logistics service providers; analysis and comparison of multiple-criteria decision-making methods; development of decision-making model for selection of logistics service providers; performing practical application of developed decision-making model based on collected data from leading European manufacturers.

The first chapter of the Thesis outlines the scope of the research by discussing contemporary trends and themes in third-party logistics, emphasizing the importance of resource planning, performance measurement, and global market analysis for the development of a decision-making model. The second chapter explores procurement and partnership aspects in logistics, develops a decision-making framework for selecting third-party logistics providers, and describes the methodology of data collection and statistical analysis based on procurement documentation from

European companies. The third chapter focuses on developing a theoretical decision-making model for selecting third-party logistics service providers, which incorporates Bayesian network principles and hybrid decision-making methods to prioritize evaluation criteria. The fourth chapter tests the practical application of the developed decision-making model using statistical data and procurement project evaluations, comparing the results with those obtained from the traditional process of logistics service provider selection based on data from European freight forwarders.

The volume of thesis is 168 pages, not including appendices. The thesis contains 28 figures (including diagrams and graphics), 34 tables and 23 formulas. There are in total 9 appendices that support main content of the thesis. With the purpose to develop the thesis, there were 123 bibliographic sources and internet resources used.

## 1. ACTUALITY OF THE PROBLEM

There are several collaboration models between customers and logistics service providers that exist nowadays (including second, third, fourth, and even fifth-party logistics), importance of third-party logistics concept in international business is significant. In terms of logistics spending, third party logistics generates significant part of total outsources spendings (keeping in mind that second party logistics is traditionally subcontracted by third party logistics service providers). Another argument is variety of services business obtain through third party logistics contracts. Even though international sea freight shipping companies, as well as railway operators would transport higher volumes of goods, and, consequently, generate higher revenues, such these logistics providers are narrow specialized in certain service. That is why, studies of third-party logistics allow having wider look at logistics services. And finally, third-party logistics service providers are the companies primarily dealing with supply chain management for their customers and integrating various processes.

The topicality of this study can be explained using following arguments. Nowadays approach of outsourcing logistics operations to third parties is becoming widely used because of following reasons. Businesses find it more efficient to concentrate on and allocate own resources (including personnel, equipment, finances) to core business activities, should it be production, sales and marketing, or value creation. However, at the same time, companies nowadays compete not only by their products, but also (and in some cases even dominantly) by their supply chains. Proper supply chain management strategy in some cases would create dominant part of value to end customers. Keeping that in mind, effective governor (where third-party logistics service provider might be a perfect option) is needed for business to build and sustain competitiveness. Taking this into consideration, need for effective collaboration and partnership strategy is becoming vital for many businesses and third-party logistics service providers. By looking at contemporary supply chain management from different angle, it is being observed, that trend of integration of information and communication technologies has been constantly increasing, and importance of proper data management and analysis for building sustainable supply chain solutions is undisputable. That is why, there is a certain need to implement modern decision-making techniques and models also for building partnership between customers and logistics service providers. These techniques must be based on data management and should substitute several traditional decision-making methods.

## **2. STATEMENT OF THE RESEARCH PROBLEM**

The problematic related to the theme of study is explained as follows. There is lack of studies dedicated to specific areas of third-party logistics activities, such as services, pricing and innovation, information and communication technologies, performance and quality, and resources of third party logistics providers. In-depth knowledge of these areas of third-party logistics activities would contribute and support businesses in establishing partnership. Traditional decision-making techniques (that are generally widely discussed in professional and academic environments) are functionally limited and must be adjusted to solving specific task – selection and evaluation of logistics service providers. These techniques must be based on contemporary tools and information. Also, there is a need for wider methodology of building partnership with logistics service provider, that is not only limited by selection process, but also must contain a framework for decision-making. Like decision-making, service procurement process is also being discussed in contemporary literature, however, there is a need to emphasize specifics of procurement of logistics services and link it to decision-making. Eventually, there is necessity to promote this knowledge through educational programs and courses.

## **3. GOAL AND TASKS OF THE RESEARCH**

The goal of the research is considering and combining international business experience and academic studies, to develop a decision-making framework and decision-making model for selection of strategic logistics service providers. With the purpose to achieve the goal, following tasks of the research are defined:

10. Explore theoretical aspect and business activities of third-party logistics service providers by conducting integrative literature review.
11. Explore global third-party logistics service providers market, and analyse customer specialization of main global third-party logistics service providers.
12. Investigate different approaches of managing logistics procurement projects.
13. Develop decision-making framework for selection of logistics service providers.



14. Collect and analyse data related to procurement projects from leading European manufacturers.
15. Formulate decision-making elements for selection of logistics service providers.
16. Analyse and compare multiple-criteria decision-making methods.
17. Develop a decision-making model for selection of logistics service providers.
18. Perform practical application of developed decision-making model based on collected data from leading European manufacturers.

The object of the research is business processes and performance of third-party logistics service providers. The subject of the research is methodology for establishing strategic partnership between businesses and third-party logistics service providers.

#### **4. METHODOLOGY AND METHODS OF RESEARCH**

Within present research following methodologies are used. Qualitative, quantitative, and mixed research methods; including: empirical literature review; collection, analysis and structuring statistical data; factor analysis; system dynamics approach; application of various decision-making methodologies, including Linear Data Envelopment Analysis (DEA) and Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS); utilization of Bayesian network elements; artificial neural network multilayer perceptron (MLP).

#### **5. SCIENTIFIC NOVELTY OF THE WORK**

This research has following novelties:

8. Definition and classification of research and development areas of contemporary third-party logistics activities based on integrative literature review.
9. Comprehensive market study performed based on analysis of exclusive procurement project documentation, and as the result methodology of data collection and processing was developed.
10. Developed model based on MLP neural network that predicts most suitable logistics service provider evaluation criteria according to the goal of procurement process, expectations concerning green logistics, and requirements towards logistics service providers.

11. Developed adapted decision-making framework for specific needs of selection of third-party logistics service providers.
12. Formulated groups of decision-making elements for selection of third-party logistics service providers.
13. Developed hybrid decision-making model for selection of third-party logistics service provider, as well as application of the model done.
14. Developed a decision-making logistics game, which can be integrated in logistics courses of students in education institutions. Logistics game is partially based on decision-making framework, that is part of decision-making model, and includes discovered decision-making elements.

## **6. THESES SUBMITTED FOR DEFENSE**

In scope of present research following hypothesis is tested. The application of hybrid decision-making model with integration of key performance indicator data to determine the coefficients of significance of the selection criteria, can be used to formalize and standardize process of logistics service providers selection.

The following theses to be defended:

5. Decision-making elements for selection of 3PL logistics service providers can be obtained and grouped from analysis of exclusive industry procurement project documentation.
6. Prioritization of 3PL evaluation criteria can be performed according to historical key performance indicators of a company.
7. Determining the most appropriate criteria for selecting a logistics service provider can be based on a model build using MLP neural network trained on industry dataset.
8. Selection of 3PL service provider can be based on developed hybrid decision-making model with elements of Bayesian network, Linear Data Envelopment Analysis and Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution.

## **7. PRACTICAL APPLICATION OF THE WORK AND APPROBATION**

This doctoral thesis studies a problem actual for many businesses – how to choose most suitable logistics service provider and establish long-lasting partnership, that would contribute business development and help in

solving topical problems related to supply chain management. It also provides suggestions to third party logistics service providers to increase operational excellence and competitiveness.

Results of the research were approbated in the following ways and recommendations were taken into consideration:

6. Scientific publications devoted to particular parts and stages of the study, including literature review, collection and processing industry data for the planned model and development of the hybrid model. Results were presented and discussed locally and internationally in scope of scientific conferences ("Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship" RTU, "Economic Science for Rural Development" LLU, "Business and Management" VGTU).
7. Focus group discussion with representatives from industry and international academic environment in scope of "Round table" event organized in Riga on 25th of May 2022. Results of the research were discussed with industry representatives from local and international companies Food Union, Mile Logistics, Hegelmann, Containerships, CMA CGM. Additionally, results were discussed with representatives from academic environment – University of Lodz, Poland, and HZ University of Applied Sciences, Netherlands.
8. Presentation of the model and focus group discussion with GEFCO S.A. Industry Vertical Deputy Director and Global Account Managers, who represent global Commerce department of GEFCO group.
9. Integration of individual study results in Master courses "Global logistics and transportation" and "Global market and supply chains" in Riga Technical university.
10. Based on the study, analysis of exclusive procurement project documentation, developed decision-making framework and hybrid decision-making model, a decision-making logistics game has been created, that is integrated in logistics courses of Master students in Riga Technical university. The purpose of logistics game is to provide Master students with knowledge and practical competences in logistics procurement and decision-making processes.

## **8. SUMMARY OF THESIS CHAPTERS**

### **8.1. Analysis of theoretical aspects and business processes of logistics service providers**

Based on the analysis of the literature on 3PL logistics, the author of the thesis has systematised and grouped the most discussed topics into 10 larger and different content groups. These groups are selection and evaluation of 3PL; role of 3PL in supply chains; cooperation and synergies with 3PL; 3PL services and innovations; green logistics and environmental issues; information and communications technology in 3PL; pricing methods and costs in 3PL; management and strategy development in 3PL; performance evaluation and measurement in 3PL; quality management in 3PL. Key areas are discussed below.

Selection and evaluation of 3PL is one of mostly discussed topics related to 3PL activities. Popularity of this theme is explained by close connection with general decision-making problem and variety methodologies applied in this area of studies. Cooperation and synergies with 3PL are closely related to selection and evaluation of 3PL, however, on the other hand, it includes wider scope of studies, also related to post-selection cooperation. Innovations in 3PL, in general, are related to wide range of processes, including provision of services, as well as running internal processes that support provision of services. It is considered that it is inevitably important not to separate studies of 3PL services and innovation related studies. Green logistics and environmental issues shall be highly discussed area of 3PL studies in upcoming years, that is also justified by changes in energy sector, and general economic trends. It is clearly understood that green logistics must be considered from three different perspectives: social needs, economic needs, and environmental needs. It is believed there should be more studies in upcoming years related to this theme, because contemporary trends in transportation and storage industry are defined not only by logistics service providers, but also by active lobbying by customers. Information and communications technology (ICT) is another critically important area of 3PL studies nowadays. Multi-disciplinary studies are needed nowadays, related to core and supportive activities of 3PL, with integration of ICT solutions. By core activities it is understood first and last mile deliveries, international transportation, warehousing, and other main activities. Supportive activities, however, are sales and marketing, procurement, customer solution design and other indirectly related activities. Pricing issue requires specific macro and micro economical models that would aid 3PL in forecasting price level for different types of services, especially less than truckload (LTL) and full truckload (FTL) shipments. Evolution of transportation prices is highly dependent on state of transportation market within region. Prices are affected by various macroeconomic factors, such as customer demand, capacity of transportation

units and drivers, seasonality, fuel costs, road tolls, trade balance between countries and multiple other factors. Hence, there is need for pricing-related studies and modelling that would be applicable to 3PL acting in European market. Global 3PL service providers dedicate significant number of resources to develop and run quality systems. Quality management systems run by 3PL include multiple modules, rules and indicators, such as: key performance indicator (KPI) system; processes and procedures, such as operational, sales and procurement; standard operating procedures (SOP); guidelines for implementation of quality standards, such as ISO9001, ISO14001, good distribution practice (GDP), safety and quality assessment for sustainability (SQAS); management through quality (MTQ); different problem solving methodologies, like 5why, fishbone diagram and others. In scope of this study specific attention will be paid to KPI, as an essential element of decision-making process. Allegedly, this area nowadays is less touched in academic environment, unlike in business environment.

**Analysis of business processes and performance of third-party logistics service providers.**

Nowadays different performance measurement approaches have been used by 3PL service providers to monitor activities and achieve business goals in a competitive environment. An overview of internal processes is needed to demonstrate interrelationships between 3PL companies’ key resources, which are: information; knowledge; relational and human resources. To accomplish this, an overview of developed system dynamics model for is given below. It provides following benefits: visualization of the entire process with possibility to highlight main contributing elements of the system; provision of strong focus on human factors and managerial policies; analysis based on limited input data; understanding and anticipation of changes over time.



Figure 1. General model of business development processes in third-party logistics service provider (made by author)

Developed model suggests 4 major blocks, that are “Market opportunities”, “Acquired commercial opportunities”, “Commercial pipeline”, and “Market clients sales revenue”. “Market opportunities” represents external environment, a place where 3PL service providers obtain business development opportunities from. There are potential customers, incoming requests for quotations (RFQ), and projects. This block has two-side connection with block named “Acquired commercial opportunities”. On one side, 3PL service providers under certain patterns and circumstances receive business development opportunities from external environment. These incoming opportunities form a block named “Acquired commercial opportunities”. In response to the processes within this block, partially opportunities are returned to external environment, and remaining opportunities are moved further to next block named “Commercial pipeline”. It is worth mentioning that suggested model does not consider opportunities returned to external environment, in other words, they are not re-applied back to the system in short term. In business environment, however, it is possible in mid and long terms, but considering significantly large size of external environment and relatively low impact of an individual 3PL on this environment, there is no need to consider re-application of sorted opportunities back to the system. Third block named “Commercial pipeline” consists of business development opportunities with high success ratio potential. As it is seen in the picture, this block is also connected to “Market opportunities”, because even in this stage there is a chance of losing potential business. In the end, there is transition from commercial block of the model to operational block, that is named “Market clients sales revenue”. In this final block customers’ portfolio of 3PL is being formed and daily operations performed. Under the influence of multiple processes, customers’ portfolio is gradually reduced, that is explained by connection with block “Market opportunities”.

## **8.2. Development of decision-making framework for partnership with logistics service providers**

### **Decision-making framework development for selection of third-party logistics service providers.**

With the purpose to clarify the meanings of the terms used, there will be following designations used:

- Decision-making framework. A process that consists of 14 stages companies must follow with the purpose to select 3PL service provider.
- Stage of decision-making process. A part of decision-making framework that contains pre-defined activities and guidelines companies must follow.
- Elements of decision-making process. In scope of this study, this term is used to identify selection goals, evaluation criteria, requirements towards 3PL providers, and key performance indicators (KPI).

Decision-making framework is used as a basis or starting point to develop decision-making model, that is based on this process. It is needed to define key elements of decision-making process that are specifically related to selection of 3PL. It is assumed that 3PL selection process has own specifics defined by industry, hence general providers' selection process cannot always be utilized. Suggested decision-making framework contains 14 consistent stages. These stages are reflected in figure below. Analysis of this process is needed to:

- Formulate realistic elements of decision-making process related to 3PL selection, which will be integrated into further developed decision-making model and are part of the research novelty. These elements are following: selection goals; evaluation criteria; requirements towards 3PL providers; key performance indicators (KPI) for evaluation of 3PL providers;
- Discover relationships between KPIs, selection goals, requirements towards logistics service providers and evaluation criteria. This specific order is important, which will be explained in next chapters of this study;
- Discover any differences in elements of decision-making process between different industries.

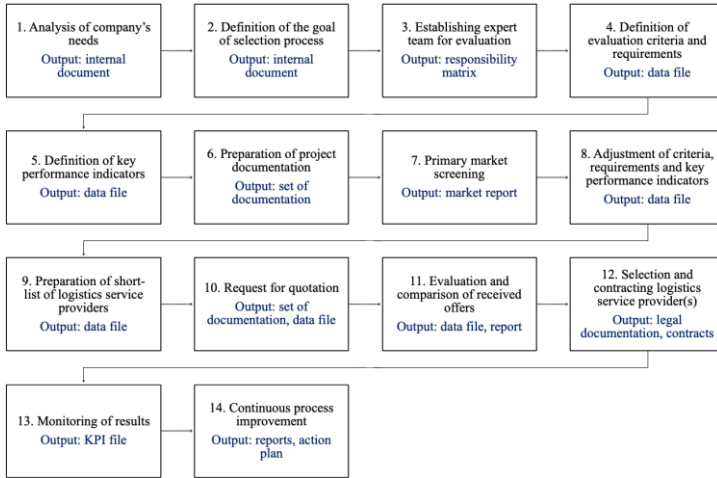


Figure 2. Stages of decision-making framework for selection of third-party logistics service providers (developed by author)

There are following important assumptions relating to this decision-making framework. First, suggested decision-making framework is adopted for contracting transportation services. Second, this framework can be used by companies to contract logistics service providers for both, the entire scope of logistics operations (including all transportations flows and areas), as well as individual parts of logistics operations, meaning type of transportation service, geographical areas, production plants, type of transportation flows. Each of the stages has a specific output result, which is also shown in the picture. The data at the output of the previous stage is used as input in the subsequent stage.

Above mentioned findings related to elements of decision-making process are based on revision of the literature. On one hand, it provides certain level of understanding what main KPI are used to measure performance of logistics service providers or what criteria could be used to evaluate different providers. However, it is concluded that information available in the literature is not sufficient to build efficient decision-making model for selection of logistics service provider, as several important elements cannot be discovered in scientific literature. To fill the gap, it was decided to conduct research of the procurement project documentation of multiple companies representing different industries.

With the purpose to conduct analysis, information was collected from procurement project documentation of 65 European companies within 2018 and 2021. Figure 3 shows distribution of companies among European



countries. It is worth mentioning that majority of selected companies are international level enterprises with multiple subsidiaries located around the world. Considering international aspect, it may be assumed, that procurement of logistics service providers by an individual company could be organized by different subsidiaries in different countries. Depending on the policy of the company, there could be general guidelines developed by headquarter and adopted to every subsidiary, which would standardize decision-making process by implementing common elements everywhere. However, this is not practically useful approach, because company's needs might differ depending on subsidiary or geographical region. That is why, in scope of this analysis origin of the company is defined by country of decision-makers (expert evaluation team) and not country of companies' headquarters.

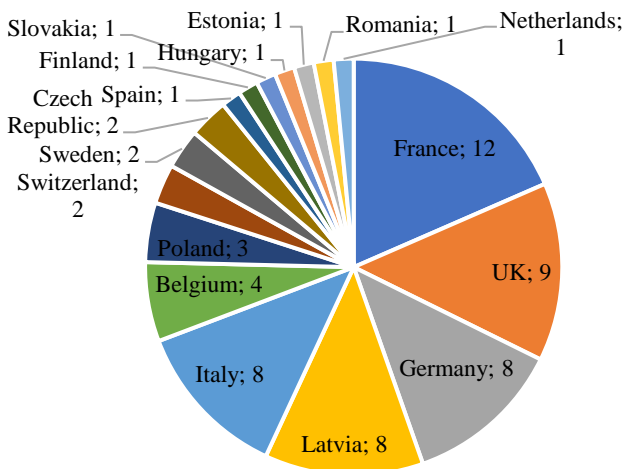


Figure 3. Distribution of studied companies among European countries, number of companies (developed by author, based on analysis of procurement project documentation)

With the purpose to pursue previously identified aims of this analysis, following scheme of methodology of data collection is elaborated. Figure 4 below describes a general process of procurement documentation analysis.

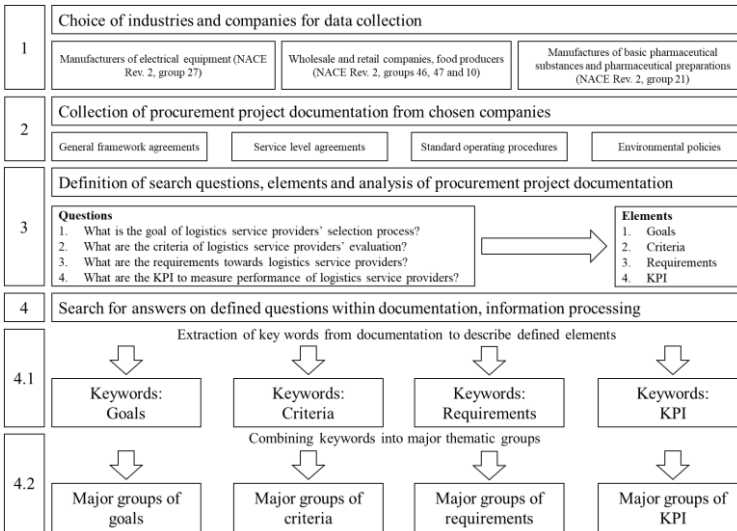


Figure 4. General process of procurement documentation analysis (developed by author)

There are in total four major steps of data collection process, as shown in figure above: choice of industries and companies for data collection; collection of procurement project documentation from chosen companies; definition of search questions, elements, and analysis of procurement project documentation; search for answers on defined questions within documentation, information processing.

As a result of analysis, there were 10 major groups of selection process goals formulated. Among 65 companies there were in total 42 statements related to selection process goals discovered. A relative share per each major group was estimated to determine the prevalence of each group among all 42 statements. In is worth mentioning that several companies preferred to define more than one selection goal, and at the same time, some companies did not define any goal at all. There were 16 major groups of evaluation criteria formulated. Among 65 companies there were in total 143 statements related to evaluation criteria discovered. A relative share per each major group was estimated to determine the prevalence of each group among all 143 statements. In scope of analysis, there were 9 major groups of requirements towards logistics service providers formulated. Among 65 companies there were in total 110 statements related to requirements discovered. A relative share per each major group was estimated to determine the prevalence of each group among all 110 statements. Eventually, in scope of analysis, there

were 10 major groups of key performance indicators formulated. Among 65 companies there were in total 68 statements related to KPIs discovered. A relative share per each major group was estimated to determine the prevalence of each group among all 68 statements.

To finalize analysis of discovered decision-making elements, it is worth looking at linkage between those elements. As it was initially assumed, all steps of decision-making framework are interrelated, hence, interrelations between elements shall be subsequent. Supposedly, interrelations between elements it is mostly significant and must be considered by companies. If selection goal defined by the company is cost reduction, then price level must certainly be chosen as one of main criteria. Another example might be improving the quality of planning and services (goal). In this case, such criteria as reliability of the commercial offer and acceptance of contractual terms must be prioritized. Also, if selection goal defined by the company is reduction of carrier's portfolio, then capacity of the company must be chosen as one of main criteria. The approach how these linkages could be defined will be further explained and estimated based on results of this analysis. This would allow to estimate weights of connections between elements decision-making model.

### **8.3. Development of hybrid model for selection of logistics service providers**

#### **Critical comparison of multiple-criteria decision-making methods.**

With the purpose to assist the businesses in choosing logistics service providers, various multi-criteria decision analysis techniques are being applied nowadays. By default, these techniques put the decision-maker in the center of the procedure. Techniques are tended to integrate subjective information but are not automatable procedures that produce the same result for every decision maker. The decision-maker offers subjective information, sometimes referred to as preference information, which results in the compromise solution. Nowadays usage of MCDA techniques has increased among researchers primarily because of software and pre-defined libraries that are currently available. Commonly used standalone methods are Analytical hierarchy process (AHP), Technique for order performance by similarity to ideal solution (TOPSIS), Analytical network process (ANP), Data envelope analysis (DEA) and Best-worst method (BWM). Such techniques as fuzzy logic, rough numbers and grey systems commonly used in addition to previously mentioned methods (integrated approach).

According to table above, most often used methods for selection of logistics service providers are AHP and ANP, which are closely connected to each other. Main advantages of these methods are simplicity of application, intuitiveness and possibility to perform cost and benefit analysis based on results obtained from AHP and ANP. Main drawback of these methods, however, is insularity from external environment (decision-makers cannot directly integrate historical data and their experience in collaboration with particular logistics service provider). BWM is a relatively new and simple-to-use method of decision-making that is aimed to prioritization of selection criteria. This method could be part of decision-making process, however, because of limited functionality, it cannot be used standalone. Like AHP, ANP and BWM, TOPSIS is also limited in integration of experience with certain particular logistics service provider. However, TOPSIS utilizes different approach by generating ideal positive solution of solving a problem, that is ideal set of characteristics of logistics service provider. This feature is useful and should be integrated in hybrid decision-making model, because it supports in prioritizing of results, comparing characteristics of each individual logistics service provider to arguably best possible set. DEA, however, is found to be useful for benchmarking. It must be admitted that this method is hardly to be used standalone, because it does not provide clear answer on question which logistics service provider is a best fit, that is important for business environment. That is why, benchmarking feature of DEA should be integrated in hybrid model, supporting in evaluation of relevance of an individual logistics service provider for the company.

### **Decision-making model development for selection of logistics service providers.**

According to conducted research and heuristic literature review, as well as market study, it is decided to suggest a hybrid decision-making model. The main benefit of this model is minimization of subjective assessment and simplification of strategic decision-making by applying business behaviour patterns in the industry. Figure 5 demonstrates steps of the model.

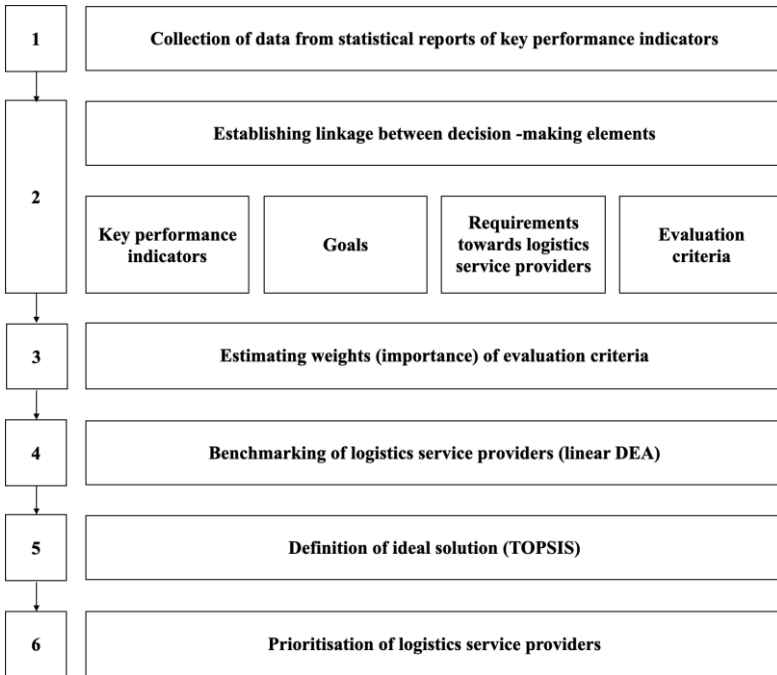


Figure 5. General view of decision-making model steps (developed by author)

The hybrid decision-making model that contains following steps.

Collection of data from statistical reports of key performance indicators. Collection and preparation of statistical data is based on historical KPI of logistics service providers. Statistical cumulative key performance indicators of company's logistics service providers shall be used to assist in prioritization of evaluation criteria. Main benefit of using statistical key performance indicators is justified by availability and credibility of this data. It is advised to choose full single contractual period data, accumulating indicators from all logistics service providers. There is no practical need to emphasize company's experience in cooperating with individual logistics service providers, since in scope of new selection process all logistics service providers will be treated as a group of alternatives. Based on further applied Linear DEA methodology, logistics service providers are named decision-making units (DMU).

Establishing linkage between decision-making elements. According to experience of industries, that can be discovered and quantified by collecting and structuring data from procurement project documentation, certain

patterns and connections between decision-making elements can be found, that characterize behaviour of the businesses in scope of selection of logistics service providers. These patterns shall be used to assist decision-makers (usually procurement managers) of the companies to perform selection and prioritization of evaluation criteria (first part of decision-making model). Previously, decision-making elements were defined. These elements are integrated in hybrid decision-making model. In this step linkages between decision-making elements are established by building Bayesian network (figure 6) and, as the result, prioritization of evaluation criteria is done. In scope of suggested network following sequence must be used. First level of the network consists of the list of key performance indicators, where information is obtained from statistical data set. Last level of the network consists of the list of evaluation criteria, that must be prioritized as the result of the network. Middle levels of the network consist of such elements as goals and requirements towards logistics service providers.

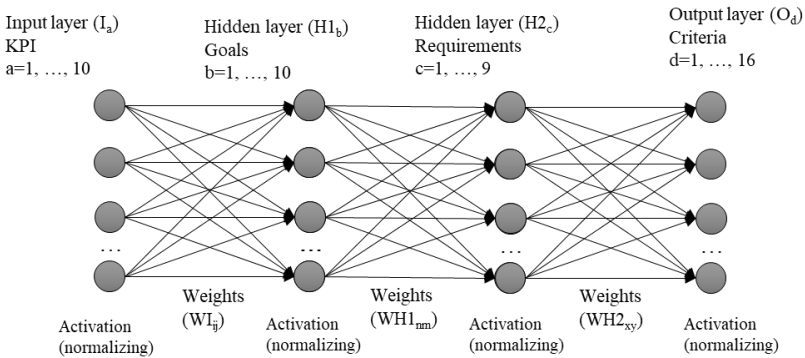


Figure 6. General view of proposed network for decision-making model (developed by author)

Estimating weights (importance) of evaluation criteria. Based on set of criteria weights obtained (last level of the network), importance of evaluation criteria is defined. Feature of hybrid decision-making model is identification of evaluation criteria that are particularly important for company that selects logistics service provider. Less important criteria must be deprioritized.

Benchmarking of logistics service providers. At this step Linear DEA methodology is applied to create system and obtain performance indexes of decision-making units (logistics service providers). Evaluation criteria are split into two parts – inputs and outputs of the system.

Definition of ideal solution. Ideal positive solution, based on obtained performance indexes from Linear DEA, is developed, using specific feature of TOPSIS.

Prioritization of logistics service providers. Prioritization of logistics service providers is done that can be further used by company's decision-makers to choose most suitable alternative, considering company's goal.

The main motive to suggest hybrid decision-making model is adjusting methodology to complexity of the decision-making process, that was described in second chapter of this research. An essential novelty of the model is suggested linkage between such elements of decision-making, as key performance indicators, goals, requirements towards logistics service providers and evaluation criteria.

### **Alternative approach for selection of logistics service provider evaluation criteria based on MLP.**

Referring to the statement from previous chapter, an alternative approach for logistics service provider criteria selection has been elaborated by the author based on trained MLP. The data used for training the model was collected from road freight service tender documents issued by various companies in Europe between 2019 and 2023 and obtained in cooperation with leading European 3PL service provider. There were in total 294 tender projects (considered to be samples in dataset) studied launched by 184 different companies. Methodology of data collection is like what was already described in part 2 of this study. Grouping of elements, however, is different, because for this model separate analysis of procurement projects was conducted. The analyzed dataset encompasses ten distinct groups of criteria: price factor, reputation and profile, service quality, legal compliance, capacity, flexibility, personnel and communication, geographical coverage, certification, and eco-friendliness. There are eight distinct groups of goals: cost reduction, supplier portfolio optimization, service quality improvement, long-term cooperation development, implementation of innovations, increase of capacity, implementation of digitalization, and involvement of new suppliers. In scope of the analysis, there were discovered several expectations concerning green logistics in the selection of logistics service providers: reduce emissions and waste, develop sustainability policies, sustain adherence to rules and policies, improve sustainability strategy, align sustainability strategy with the provider, introduce green equipment, implement material reuse, and implement reporting. In the analysis of requirements towards logistics service providers there were twelve distinct groups identified: documentation handling, equipment compliance, legal

compliance, tracking and visibility, personnel and communication, quality compliance, certification, digital solutions, safety and security measures, operational process compliance, acceptance of contract conditions, reporting, and capacity.

With the purpose to train the model, a specific attention was paid to preparation of the dataset and quality of the data. In the dataset for training a neural network model to predict the criteria for the selection of logistics service providers, the data was organized in a tabular format where each row represents a sample or instance, and each column corresponds to a specific feature. Each row in the dataset represents a unique combination of these features for a specific sample. The dataset consists of 294 samples, with each sample having binary values for the specified criteria, goals, expectations concerning green logistics, and requirements. This structured representation of the data facilitates the training of a neural network model to learn patterns and relationships between the input features and the criteria for selecting logistics service providers. The goal is to develop a predictive model that can generalize and make accurate predictions for new instances based on the learned patterns from the training data. The algorithm of developed model is represented in figure below.

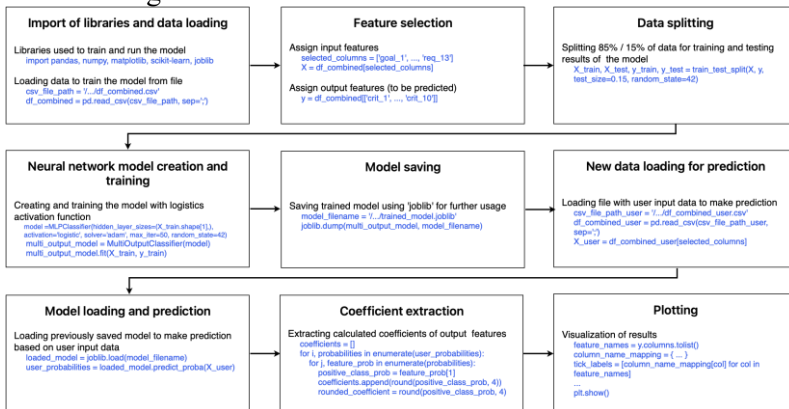


Figure 7. Algorithm of developed model (developed by author)

There are several Python libraries utilized for various tasks, ranging from data manipulation to machine learning and visualization. There are following steps taken to setup the model. It begins with loading a dataset from a CSV file into a Pandas DataFrame (df\_combined). Afterwards, selection of specific columns from the DataFrame as input features 'X' and output labels 'y' is done. 'Selected\_columns' represent the features, while 'crit\_\*' columns represent the criteria to be predicted. The dataset is split into



training and testing sets. 85% of the data is used for training ( $X_{train}$ ,  $y_{train}$ ), and 15% is reserved for testing ( $X_{test}$ ,  $y_{test}$ ). A multi-layer perceptron (MLP) neural network model is created using the MLPClassifier from scikit-learn. It has one hidden layer with a number of neurons equal to the number of input features. The model is wrapped in a MultiOutputClassifier to handle multiple output targets. The training is done on the training data. The trained neural network model is saved to a file using joblib. This allows the model to be loaded later for making predictions on new data.

#### **8.4. Practical application of decision-making model for selection of 3PL providers**

##### **Estimation of network elements and weights**

Practical application of suggested model requires realistic and reliable data set. In second chapter of this study industry's data was already used with the purpose to discover elements of decision-making framework, describe interrelations between these elements, and afterwards prepare reliable input values for the decision-making model, particularly, Bayesian network used for prioritization of logistics service provider evaluation criteria. In this chapter application of the model is done using internal information collected from procurement project launched in 2020 by one of leading European freight forwarder (GEFCO S.A), who acts as 4PL for the customer – manufacturer of motor vehicles. With the purpose to successfully implement application of suggested decision-making model, following data was collected.

European freight forwarders' (acting as 4PL for manufacturer of motor vehicles) consolidated KPI report, representing performance level of customer's contracted 3PL service providers in 2019. With the purpose to obtain most reliable outcome of decision-making model, it is suggested using most recent (prior to launching procurement project) available consolidated KPI report.

Summarized evaluations of 3PL by 4PL's procurement team's representative (lead buyer) obtained from procurement project launched by 4PL in 2020. A representative of 4PL's Central Europe cluster was consulted with the purpose to collect data and evaluation of criteria, as this would represent common 4PL organization's approach utilized by multiple local agencies.

As a first step of building the network, a properly adjusted input data must be prepared. Consolidated KPI report is used representing performance

level of customer’s contracted 3PL service providers in 2019. Further prioritization of evaluation criteria, as per theoretical decision-making model, is dependent on historical set of KPI. Table 1 shows average cumulative adjusted KPI and activated values per KPI.

Table 1. KPI and activated output values (made by author)

Nr.	Key performance indicator	Average indicator (adjusted), %	Activated value
1	Submission of reports on-time	97.00	0.725119
2	Number of cases with non-compliances	97.80	0.505500
3	Collection of goods on-time	88.00	0.706822
4	Delivery of goods on-time	81.00	0.692110
5	Compliance with delivery time	94.00	0.719100
6	Damage of goods during transportation	96.60	0.508499
7	Not accepted orders	89.00	0.523233
8	Submission of POD on-time	89.00	0.708890
9	Preparation of invoices according to contractual conditions	80.00	0.689974
10	Orders accepted on-time	97.00	0.725119

Since input layer of the network consists of above shown KPI (nods), and it does not have antecedent layer, in this case output values must be equal to input, since there are no weights to be multiplied by. However, before proceeding to first hidden layer of the network, there are two important actions to be taken. First, it is suggested adjustment of several KPI due to specific of data reflection. In majority of KPI highest values represent better results, except “Number of cases with non-compliances” and “Damage of goods during transportation”, where lowest values represent better results. These two KPI to be transformed by subtracting their values from 1. Second, there is a need to activate these adjusted values, thus, activated KPI values now can be considered as output values of an input layer of the network. Afterwards, following actions are done to obtain suggested prioritized criteria: transition from input to first hidden layer; transition from first hidden layer to second hidden layer; transition from second hidden layer to output layer.

Table below demonstrates input values of every nod in output layer, as well as activated output values. In this layer activated output values of nods vary from 0.659636 to 0.659646. Output values shown in this table represent

significance of specific evaluation criteria that will be further used in hybrid DEA and TOPSIS based model.

Table 2. Output layer input data and activated output values (made by author)

Criteria	Input values	Output (activated) values	Relative importance of criteria, %
O <sub>1</sub>	0.661706	0.659643	7.52
O <sub>2</sub>	0.661708	0.659644	7.93
O <sub>3</sub>	0.661707	0.659644	7.68
O <sub>4</sub>	0.661702	0.659643	6.65
O <sub>5</sub>	0.661697	0.659642	5.72
O <sub>6</sub>	0.661696	0.659641	5.40
O <sub>7</sub>	0.661697	0.659641	5.55
O <sub>8</sub>	0.661698	0.659642	5.91
O <sub>9</sub>	0.661716	0.659646	9.59
O <sub>10</sub>	0.661706	0.659643	7.48
O <sub>11</sub>	0.661708	0.659644	7.90
O <sub>12</sub>	0.661696	0.659641	5.39
O <sub>13</sub>	0.661697	0.659642	5.72
O <sub>14</sub>	0.661705	0.659643	7.31
O <sub>15</sub>	0.661691	0.659640	4.25
O <sub>16</sub>	0.661671	0.659636	0.00

Figure below shows prioritized evaluation criteria and corresponding weight (significance) that will be further used.

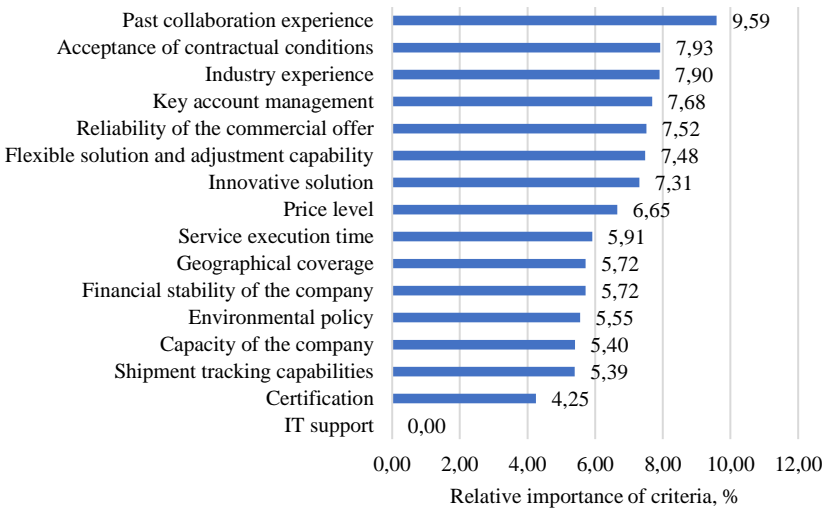


Figure 8. Visualization of prioritized evaluation criteria (developed by author)

Relative importance of criterion is estimated as follows. Primarily maximal and minimal activated output values among all nodes are defined (0.659646 and 0.659636 respectively). Afterwards differences between maximal value and individual node's value, and minimal value and individual node's value are calculated. And finally relative distance of individual node's value from minimal value is estimated that is expressed in percent. As it is shown in figure above, mostly valuable evaluation criteria that, supposedly, to be compulsory considered by decision-maker in logistics service providers selection process, in current circumstances, are past collaboration experience (9.59%), acceptance of contractual conditions (7.93%) and industry experience (7.90%). On the other side, less valuable evaluation criteria in current circumstances are IT support (0.00%, which practically means, it could be excluded from decision-making process), certification (4.25%) and shipment tracking capabilities (5.39%).

### Application of hybrid DEA and TOPSIS for decision-making

As a next step, evaluations of every logistics service provider's submitted commercial offers are conducted. There are evaluations of 12 logistics service providers performed that in scope of liner-DEA model are named decision-making units (DMU).

Before proceeding to calculation of results, input data was adjusted for the needs of chosen computation software. A specific library “deaR” from RStudio was used to perform calculations. Considering that developed model is output result oriented, for further integration of TOPSIS elements, coefficients corresponding to output criteria (uci) are used. Results of liner-DEA model must be adjusted according to weights obtained from output layer of the network.

According to results obtained from programmed linear-DEA model, every DMU’s efficiency indicator (H) is equal to 1, which means that every logistics service provider included in evaluation process is worth to be considered by customer and may bring benefit to the company. In table below efficiency score (h) of an individual DMU is shown in last column. Highest score represents higher efficiency. However, since the goal of logistics service providers evaluation process is to prioritize alternatives, it is suggested including specific element of TOPSIS methodology.

Table 3. Adjusted normalized weights and efficiency scores (made by author)

DMU	H	$x_{ik}$	$y_{rk}$	h
DMU <sub>1</sub>	1.0000	0.6309	0.0819	0.1298
DMU <sub>2</sub>	1.0000	0.5188	0.0714	0.1375
DMU <sub>3</sub>	1.0000	0.6219	0.0601	0.0967
DMU <sub>4</sub>	1.0000	0.6326	0.0886	0.1401
DMU <sub>5</sub>	1.0000	0.5706	0.0734	0.1286
DMU <sub>6</sub>	1.0000	0.6192	0.0724	0.1169
DMU <sub>7</sub>	1.0000	0.5777	0.0777	0.1344
DMU <sub>8</sub>	1.0000	0.5349	0.0705	0.1318
DMU <sub>9</sub>	1.0000	0.5537	0.0671	0.1212
DMU <sub>10</sub>	1.0000	0.5822	0.0755	0.1297
DMU <sub>11</sub>	1.0000	0.6635	0.0712	0.1073
DMU <sub>12</sub>	1.0000	0.5491	0.0830	0.1511

With the purpose to prioritize logistics service providers according to efficiency scores (h) obtained from linear-DEA model, two elements of TOPSIS methodology are integrated into decision-making model: ideal positive solution and ideal negative solution. Primarily, highest and lowest

efficiency scores per output criterion among all 12 DMU are defined. In table below results (prioritized logistics service providers) are shown.

Table 4. Relative proximity to ideal positive solution and results of the model (made by author)

DMU	$S_p$	$S_n$	$R_{sp}$
1	0.178772	0.108668	<b>0.161249</b>
2	0.173584	0.058329	<b>0.164017</b>
3	0.190984	0.076483	<b>0.177414</b>
4	0.169843	0.124151	<b>0.151085</b>
5	0.174806	0.058019	<b>0.165220</b>
6	0.177339	0.077474	<b>0.164588</b>
7	0.184274	0.076982	<b>0.171102</b>
8	0.184873	0.071293	<b>0.172570</b>
9	0.189057	0.080006	<b>0.175052</b>
10	0.179830	0.051477	<b>0.171026</b>
11	0.186566	0.080790	<b>0.172620</b>
12	0.162561	0.077994	<b>0.150800</b>

Relative proximity of individual logistics service provider to ideal solution is shown in fourth column ( $R_{sp}$ ) of the table above.  $R_{sp}$  values vary from 0.150800 (that represents least attractive alternative) to 0.177414 (that represents most attractive alternative). With the purpose to represent data in table, values are rounded to 6 decimal digits. There are not similar values, based on methodology, which that allows clear prioritization. Alternatives must be prioritized is a following way: 3; 9; 11; 8; 7; 10; 5; 6; 2; 1; 4; 12. Decision-making model that was described in third part of this study has been tested according to field business data collected from European 4PL service provider.

**Comparison of hybrid model with traditional decision-making process.**

Because decision-making model developed and tested differs from traditionally used decision-making approaches applied for selection of 3PL service providers, there is a need to compare both approaches and test, if suggested hybrid mathematical decision-making method with integration of

key performance indicator (KPI) data increases reliability of selecting logistics service providers. With the purpose to do so, following steps are taken:

- Descriptive comparison of criteria prioritization results;
- Matching historical KPI of company with expected outcomes defined in procurement documentation;
- Defining key pairs of KPI and expected outcomes according to lowest KPI historical results. This step is done by consulting with Head of Procurement of 4PL Central European cluster;
- Matching key pairs with corresponding criteria. This step is done by consulting with Head of Procurement of 4PL Central European cluster;
- Defining most important criteria based on matching process;
- Mathematical comparison of criteria prioritization results.

According conducted steps elaborated jointly with Head of Procurement of 4PL Central European, there are 8 evaluation criteria defined, that should be compulsory considered in scope of procurement project. Those criteria are listed in table below. Final score of KPI-based prioritization and AHP-based prioritization is calculated as sum of positions given to those criteria, according to both approaches. An approach with lowest final score must be considered most suitable for the particular problem, that is suggested KPI-based prioritization.

Table 5. Mathematical comparison of criteria prioritization results (made by author)

Evaluation criteria		KPI-based prioritization	Traditional AHP-based prioritization
Acceptance of contractual conditions	C2	2	5
Service execution time	C8	9	3
Past collaboration experience	C9	1	9
Flexible solution and adjustment capability	C10	6	8
Industry experience	C11	3	10
Geographical coverage	C13	11	12
Innovative solution	C14	7	16
IT support	C16	16	13
<b>Final score</b>		<b>55</b>	<b>76</b>

With the purpose to conclude the study, it is needed mention a specific condition related to efficient application of the model. Suggested decision-

making model requires qualitative input data that will make results accurate. Critical role in the model has KPI data, that must be collected by procurement team of the company. Comparison of logistics service providers must be done in equivalent conditions, in scope of ongoing procurement tender and assuming similar service type and volumes proposed by logistics service providers.

## CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

Following **main conclusions** are made:

According to integrative literature research, there are following discovered main areas of contemporary activities related to third-party logistics (3PL): selection and evaluation of 3PL; cooperation and synergies with 3PL; 3PL services and innovations; green logistics and environmental issues; performance evaluation and measurement in 3PL; management and strategy development in 3PL; information and communications technology in 3PL; quality management in 3PL; pricing methods and costs in 3PL.

Based on global 3PL market study, there is an explicit degree of industry specialization, that is justified by 3PL customer portfolio or number of customer relationships an individual 3PL has in specific customer sector.

There are 14 consecutive stages of decision-making framework describing a process of selection of 3PL service providers. In scope on this framework, there are following elements needed to be identified: selection goals, evaluation criteria, requirements towards 3PL providers, and key performance indicators.

Based on analysis of decision-making elements within procurement documentation, there are identified: 10 unique groups of goals for selection of 3PL; 16 unique groups of 3PL evaluation criteria; 9 unique groups of requirements towards 3PL; 10 unique groups of key performance indicators (KPI).

Multiple-criteria decision-making analysis is a dominant methodology applied to selection of 3PL service providers. Mostly prevalent techniques, according to theoretical study are analytical hierarchy process, analytical network process, technique for order preference by similarity to ideal solution, data envelopment analysis, and best-worst method.

Decision-making model for selection of 3PL service providers should include 6 main steps, which are: collection of data from statistical reports of key performance indicators; establishing linkage between decision-making elements; estimating weights (importance) of evaluation criteria; benchmarking of logistics service providers; definition of ideal solution;



prioritization of logistics service providers. Prioritization of 3PL using developed hybrid decision-making model is clearly defined and divergent. KPI-based prioritization allows repeating the process with the participation of different decision-makers and obtaining comparable results.

Practical application of decision-making model for selection of 3PL developed within the study proved to be reliable, based on scenario of European fourth-party logistics (4PL) procurement project.

Developed hybrid decision-making model can be applied to both, procurement of full and partial scope of transportation services. Model requires qualitative input data that will make results accurate, and comparison of logistics service providers must be done in equivalent conditions, assuming similar service type and volumes.

With the purpose to extend developed hybrid decision-making model to procurement of different logistics services, such as warehousing, adaptation of the model is required.

Based on above described, following hypothesis is confirmed: the application of hybrid decision-making model with integration of key performance indicator data to determine the coefficients of significance of the selection criteria, can be used to formalize and standardize process of logistics service providers selection.

Based on results of the study obtained during development present doctoral thesis, following **suggestions** are made:

**For businesses** who outsource logistics and transportation services:

With the purpose to establish strategic partnership with 3PL service provider, author recommends adopting relational, long-term partnership-based approach of cooperation, that contributes building synergies between customers and 3PL service providers.

Businesses who adopt relational or long-term partnership-based approach of cooperation with 3PL service providers are recommended to re-launch 3PL service provider selection process to outsource transportation services in Europe on annual basis.

Author suggests adopting all stages of developed decision-making framework and elaborate procurement project plan, including definition of following compulsory elements: goal, evaluation criteria, requirements towards 3PL and key performance indicators. Adopting the framework contributes successful selection of 3PL service provider for transportation services.

Businesses are recommended to adopt elements of decision-making framework according to the industry practices a company represents.

Author suggests businesses to develop a comprehensive system of key performance indicators to track productivity of 3PL service providers. When system is implemented, businesses must establish a process of collecting and processing data obtained from observations. This data to be used for future 3PL service providers selection processes.

Author recommends businesses utilize KPI-based approach of 3PL service provider evaluation criteria prioritization, that helps to consider objective needs of the company and considers areas of cooperation with 3PL, where improvements are needed in the future.

Businesses are recommended to apply multi-criteria decision-making approach based on developed hybrid decision-making model to select 3PL service providers.

**For 3PL service providers:**

Author recommends global 3PL service providers to carry internal studies and research related to development of tools and methods applied to solve daily operational and commercial tasks of 3PL, as well as quality management related studies in cooperation with leading academic researchers.

European 3PL service providers are recommended to carry pricing-related studies, forecasting and modelling in cooperation with academic researchers, considering high dependence of transportation and storage sector on manufacturing sector of economy.

**For universities:**

Author recommends including system dynamics approach as an important component of logistics courses for Master students in Riga Technical University and other universities. Both logistics and management studies would benefit from utilizing this intuitive approach while modelling logistics flows and management tasks.

Author recommends including decision-making process and techniques as an important component of logistics courses for Master students in Riga Technical University and other universities. Considering complicated nature of business environment, pending logistics experts and managers would benefit from practical knowledge of multiple-criteria decision-making methods.

Based on developed decision-making framework, author recommends elaborating course for logistics Master students that would strengthen knowledge of pending logistics experts and managers in field of leading procurement processes and building partnership with logistics service providers.

## AUTORA PUBLIKĀCIJU BIBLIOGRĀFISKAIS SARAKSTS PUBLICATIONS WITH AUTHOR'S PARTICIPATION

1. Kotļars, A., Skribans, V., Jurgelāne-Kaldava, I. Customer Portfolio Planning in Third Party Logistics Using System Dynamic Approach. In: 23rd International Scientific Conference "Economic Science for Rural Development 2022": Proceedings, Latvia, Jelgava, 12 May, 2022. Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies, 2022, pp. 116-124, e-ISBN 978-9984-48-397-9. e-ISSN 2255-9930. Available from: doi:10.22616/ESRD.2022.56.012
2. Kotļars, A., Skribans, V., Jurgelāne-Kaldava, I. Contemporary Approach for Development of Third-Party Logistics Service Procurement. In: 23rd International Scientific Conference "Economic Science for Rural Development 2022": Proceedings, Latvia, Jelgava, 12 May, 2022. Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies, 2022, pp. 125-134,, e-ISBN 978-9984-48-397-9. e-ISSN 2255-9930. Available from: doi:10.22616/ESRD.2022.56.012
3. Kotļars, A., Skribans, V., Jurgelāne-Kaldava, I. Selection of Logistics Service Providers: Critical Analysis of Methods. In: 22nd International Scientific Conference "Economic Science for Rural Development 2021": Proceedings, Latvia, Jelgava, 11-14 May, 2021. Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies, 2021, pp.470-478. e-ISBN 978-9984-48-382-5. e-ISSN 2255-9930. Available from: doi:10.22616/ESRD.2021.55.048
4. Kotļars, A., Skribans, V., Jurgelāne-Kaldava, I. Factors Affecting Long-Term Cooperation with Logistics Service Providers. In: 22nd International Scientific Conference "Economic Science for Rural Development 2021": Proceedings, Latvia, Jelgava, 11-14 May, 2021. Jelgava: Latvia University of Life Sciences and Technologies, 2021, pp.479-486. e-ISBN 978-9984-48-382-5. e-ISSN 2255-9930. Available from: doi:10.22616/ESRD.2021.55.049
5. Solovjovs, D., Kotļars, A. Contemporary Third Party Logistics and Supply Chain: Scientific Literature Overview. In: Riga Technical University 60th International Scientific Conference "Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship" (SCEE'2019), Latvia, Rīga, 11-12 October, 2019. Rīga: RTU Press, 2019, pp.122-132.
6. Solovjovs, D., Kotļars, A. Economic Value of Peoples' Skills for Effective Management of the Enterprise. In: Law, Economy and Management: Genesis, Current State and Prospects for Development: International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 20th

Anniversary of Faculty of Economics and Law Odessa National University named after I.I.Mechnikov, Ukraine, Odessa, 14-15 September, 2018. Odessa: 2018, pp.367-372. ISBN 978-966-928-299-6.

7. Kotłars, A. Resource and Internal Process Management in Third Party Logistics. *Economics and Business*, 2018, 32, pp.228-246. ISSN 2256-0394. Available from: doi:10.2478/eb-2018-0018
8. Solovjovs, D., Kotłars, A., Skribans, V., Liptak, K. The Economic Significance of People Skills for Effective Enterprise Management. *Eastern European Business and Economics Journal*, 2017, Vol.3, Iss.4, pp.360-375. ISSN 2256-0521. e-ISSN 2256-0904.
9. Kotłars, A., Solovjovs, D., Skribans, V. Contemporary Tendencies in Third Party Logistics. No: 5th International Scientific Conference "Contemporary Issues in Business, Management and Education", Lietuva, Vilnius, 10-11 May, 2017. Vilnius: VGTU Press, 2017, 1.-10.lpp. e-ISBN 978-609-476-012-9. e-ISSN 2029-7963. Pieejams: doi:10.3846/cbme.2017.023
10. Kotłars, A. Knowledge-Based Services and Transportation Industry Development in Latvia. In: 58th International Riga Technical University "Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship SCEE '2017": Proceedings, Latvia, Riga, 13-14 October, 2017. Riga: Riga Technical University, 2017, pp.165-166. ISBN 978-9934-22-000-5. ISSN 2256-0866.
11. Solovjovs, D., Kotłars, A. The Importance of Effective Governance within Economic Recession and Labour Force Shortage Environment. In: Riga Technical University 57th International Conference: Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship (SCEE'2016), Latvia, Riga, 29-30 September, 2016. Riga: 2016, pp.164-165. ISBN 978-9934-10-860-0. ISSN2256-0866.
12. Kotłars, A., Skribans, V. Third Party Logistics Companies' Activities and Selection Methods. In: Business and Management 2016: 9th International Scientific Conference, Lithuania, Vilnius, 12-13 May, 2016. Vilnius: VGTU Press, 2016, pp.1-8. e-ISBN 978-609-457-921-9. e-ISSN 2029-929X. Available from: doi:10.3846/bm.2016.09.
13. Kotłars, A., Skribans, V. Development and Practical Application of Hybrid Decision-Making Model for Selection of Third-Party Logistics Service Providers. *Transport and Telecommunication Journal*, 2023, Vol. 24, No. 4, pp.443-458. e-ISSN 1407-6179. Available from: doi:10.2478/ttj-2023-0035.

14. Kotlars, A. Development and Practical Application of Hybrid Decision-Making Model for Selection of Third-Party Logistics Service Providers. In: The 23rd International Multi-Conference “Reliability and Statistics in Transportation and Communication” (RelStat’23): Abstracts, Latvia, Riga, 19-21 October, 2023. Riga: Transport and Telecommunication Institute, 2023, pp.45-46. ISBN 978-9934-622-05-2.
15. Kotlars, A., Solovjovs, D., Skribans, V. Road Freight Service Tender Documents Monitoring in Europe between 2019 and 2023. Riga, : 2023. 1 p. Available from: doi:10.17632/5h5y5fyx38.1.
16. Kotlars , A., Skribans, V. Decision making model: determination of logistics service providers selection criteria . Journal of Infrastructure, Policy and Development . Print ISSN: 2572 7923 | Online ISSN: 2572 7931 (pieņemts publicēšanai)