

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

PĀVELS PATĻINS

**AUTOPĀRVADĀJUMU PLĀNOŠANAS OPTIMIZĀCIJA
LOGISTIKAS SISTĒMĀ**

Promocijas darba kopsavilkums

Rīga 2011

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Inženierekonomikas un vadības fakultāte
Starptautisko ekonomisko sakaru, transporta ekonomikas un loģistikas katedra

PĀVELS PATĻINS
(dokt.apl.Nr.981RIB123)

**AUTOPĀRVADĀJUMU PLĀNOŠANAS OPTIMIZĀCIJA
LOĢISTIKAS SISTĒMĀ**

Nozare: Vadībzinātne
Apakšnozare: Uzņēmējdarbības vadība

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
N.SPRANCMANIS
Dr.habil.oec., profesors

RTU Izdevniecība
Rīga 2011

UDK 656.13.07(474.3)(043.2)

Pa 772 a

Paļins, P. Autopārvadājumu plānošanas optimizācija loģistikas sistēmā. Promocijas darba kopsavilkums.- Rīga: RTU Izdevniecība, 2011.- 37 lpp.

Iespiests saskaņā ar Inženierekonomikas un Vadības fakultātes SESMI katedras 2011.gada 19.septembrā lēmumu, protokols Nr.6.



Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai”.

ISBN

PROMOCIJAS DARBS

IZVIRZĪTS EKONOMIKAS ZINĀTŅU DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ UNIVERSITĀTĒ

Promocijas darbs izstrādāts RTU Inženierekonomikas un vadības fakultātes Starptautisko ekonomisko sakaru un muitas institūtā. Promocijas darbs ekonomikas zinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2011.gada 28. Oktobrī RTU promocijas padomē „RTU P-09”, Rīgas Tehniskās universitātes Inženierekonomikas un vadības fakultātē, Meža iela 1/7, 309.auditorijā, plkst.10.00.

Oficiālie RECENZENTI

Anatolijs Magidenko, profesors, Dr.habil.oec.
Rīgas Tehniskā universitāte (Latvija)

Andrejs Čirjevskis, profesors, Dr.oec.
Rīgas Starptautiskā ekonomikas un biznesa administrācijas augstskola (Latvija)

Ādolfas Baublys, profesors, Dr.oec.
Viļņas Gedeminas Tehniskā universitāte (Lietuva)

APSTIPRINĀJUMS

Apstiprinu, ka esmu izstrādājis doto promocijas darbu, kas iesniegts izskatīšanai Rīgas Tehniskajā universitātē ekonomikas doktora grāda iegūšanai. Promocijas darbs nav iesniegts nevienā citā universitātē zinātniskā grāda iegūšanai.

Pāvels Patļins

Promocijas darbs ir uzrakstīts latviešu valodā, satur ievadu, 3 daļas, secinājumus un priekšlikumus, bibliogrāfisko sarakstu, 8 pielikumus, 54 attēlu, 23 tabulas, 42 formulas, kopā 160 lappuses. Literatūras sarakstā ir 130 literatūras avoti.

Ar promocijas darbu un tā kopsavilkumu var iepazīties Rīgas Tehniskās universitātes Zinātniskajā bibliotēkā Ķīpsalas ielā 10.

Atsauksmes par promocijas dabu sūtīt: Promocijas padomes RTU P-09 sekretāram profesoram Anatolijam Magidenko, Rīgas Tehniskā universitāte, Meža iela 1/7, Rīga, LV-1048, Latvija

E-pasts ru@rtu.lv Fakss:+37167089490 Tālr.:+37167089324

DARBA VISPĀRĒJAIS RAKSTUROJUMS

Promocijas darba aktualitāte

Mūsdienās tirgus ekonomikas apstākļos, kā arī sakarā ar ražošanas specializāciju un ar to saistīto tirdzniecības attālumu palielināšanos, arvien palielinās loģistikas nozīme un rodas ar to saistītās problēmas. No vienas puses pastāv nepieciešamība maksimizēt pircējiem sniedzamā pakalpojuma līmeni – veikt piegādes tieši noteiktajā laikā un kvalitātē, bet no otras puses – minimizēt ar servisu saistītās izmaksas. Īpaši būtiska nozīme piegādes laika un precizitātes faktoriem ir ikdienas plaša patēriņa precēm.

Pateicoties ekonomikas globalizācijai, tiek ekonomēti ražošanas izdevumi, tiek optimizēta resursu izvietošana, attīstās preču sortiments un pieaug to kvalitāte nacionālajos tirgos. Pēdējos gados notika pāreja no reģionālās un nacionālās ekonomikas uz ekonomiku, kurai ir daudznacionāls un vispasaules raksturs. Palielinājās preču piegādes attālumi no ražošanas vietām līdz patērētājiem, kardināli mainījās informācijas organizācijas un pārraides tehnoloģijas. Lielu daļu no pasaules ražotās gatavās produkcijas izgatavo Austrumu Āzijā, taču to patērē visas pasaules valstis. Tādēļ, svarīgi analizēt un vērtēt, kādu transporta veidu kombinācijas ir lietderīgi izmantot uzņēmumam, lai nodrošinātu kvalitatīvās preču piegādes, piemēram, maršrutā no Šanhajas uz Rīgu.

Veicot maršrutu plānošanu un organizēšanu pilsētu robežās, viena no aktuālākajām problēmām ir ceļu pārslogotība. Ar šo problēmu sastopas loģistikas speciālisti visās lielākās Eiropas Savienības pilsētās ar intensīvu satiksmi. Tās ietekme uz pārvadājumu laiku un līdz ar to izmaksām var būt ļoti izteikta. Turklāt bieži vien ceļu noslogotībai ir mainīgs raksturs – satiksmes intensitāte pilsētās mainās pa diennakts stundām. Rezultātā pārvadājumu kopējais laiks un izmaksas ir atkarīgas no piegāžu diennakts stundām.

Praksē bieži nav iespējams efektīvi plānot maršrutus, izmantojot vienkāršas matemātiskas operācijas vai arī cilvēku pieredzi. Matemātiskais modelis - tā ir tikai reālā procesa abstrakta atspoguļošana ar matemātiskas simbolu palīdzību. Tradicionālo matemātisko metožu izmantošana palīdz minimizēt, piemēram, kopējo pārvadājuma distanci, bet praktiskos apstākļos nenodrošina precīzu piegādes laiku klientiem.

Tēmas aktualitāti nosaka efektīvas pārvadājumu sistēmas lielā tautsaimnieciskā nozīme, kā arī tas, ka tirgus ekonomikā paaugstinās prasības pret piegāžu precizitāti un maršrutu kopējā ilguma samazināšanu, un tas aizvien vairāk kļūst par vienu no transporta sistēmas efektīvas funkcionēšanas pamatfaktoriem.

Precīzas piegādes kā modernās loģistikas prasība ļauj saskaņot preču pieņemšanas un nodošanas procesu, kā arī ietaupīt glabāšanai paredzētās vietas saņēmēja noliktavā un novērst

neapmierināto pieprasījumu. Mūsdienas daudziem uzņēmumiem ir paaugstinātās prasības pret piegādes precizitāti, kā arī pārvadājuma ilgumu.

Efektīva pārvadājumu plānošanas sistēma ļauj kvalitatīvi apkalpot uzņēmuma klientus, laicīgi piegādājot viņiem nepieciešamo produkciju, kā arī efektīvi izmantot uzņēmuma resursus, minimizējot to uzturēšanas izmaksas arī pieprasījuma apjoma izmaiņu gadījumos. Piegādes ilguma un precizitātes plānošanas procesa pilnveidošanas problēma ir īpaši aktuāla pārvadātājiem, kas nodarbojas ar pilsētas pārvadājumu organizēšanu, vairumtirgotājiem, kas apkalpo mazumtirgotājus, pasta un kurjerpasta uzņēmumiem, uzņēmumiem, kas nodarbojas ar atkritumu savākšanu, interneta veikaliem, picērijām, kas nodrošina savas produkcijas piegādi klientam noteiktajā laika momentā un citiem uzņēmumiem, kuri savā darbībā izmanto lokveida maršrutus ar lielu apkalpojamo objektu daudzumu. Konkurences apstākļos svarīgi ne tikai izpildīt savas saistības piegādes precizitātes ziņā, bet arī nodrošināt klientam augstu servisa līmeņi, kas izpaužas kā pārvadājuma ilguma un pasūtījuma izpildes laika samazināšana.

Pārvadājumu plānošanā ievērojamu vietu aizņem vispārējās pārvadājumu optimizācijas metodes, kuras nodrošina optimizācijas risinājumus vispārējā veidā, taču nenodrošina to reālo pielietojumu atsevišķu ceļa un apstāšanās laika izmaiņu dēļ. Tāpēc, veidojot reālus maršrutus šīs metodes papildina ar metodēm, kas nodrošina lielāku precizitāti. Pārvadājumu plānošanas procesu reālos apstākļos apgrūtina ielu satiksmes ierobežojumi dažādos posmos, kas mainīgi nedēļas dienās un diennakts stundās, kā arī kraušanas laika izmaiņas atsevišķos posmos, organizējot piegādes vairākiem saņēmējiem.

Promocijas darba mērķis un uzdevumi

Promocijas darba **mērķis** ir izstrādāt kravas autopārvadājumu plānošanas optimizācijas metodoloģiju, kas kustības ātruma nevienmērīguma apstākļos maršruta posmos ievēro preču piegādes grafikus un loģistikas prasību - veikt preču precīzas piegādes.

Izvirzītā mērķa sasniegšanai tika noteikti šādi **uzdevumi**:

- 1) novērtēt piegādes izpildes perioda, kā arī piegādes precizitātes nozīmīgumu loģistikā; izdalīt piegādes izpildes laika svarīgākās sastāvdaļas;
- 2) izpētīt tradicionālo metožu pielietošanas ierobežojumus, kā arī starptautisko un vietējo pārvadājumu organizācijas īpatnības un atšķirības, prasības „tieši laikā” aspektā;
- 3) izpētīt pārvadātāja un sadales centru vietas izvēles problēmu; noteikt, kā tā ietekmē gatavās produkcijas un izejvielu piegādes nosebošanas periodu loģistikas kanālā;

- 4) izanalizēt starptautisko un vietējo maršrutu veidus, ko izmanto pārvadājumu plānošanā no loģistikas prasības „tieši laikā” viedokļa;
- 5) novērtēt lokveida un svārstveida maršrutu plānošanas metodes no prasības „tieši laikā” viedokļa;
- 6) izpētīt pārvadājumu plānošanas specifiku un problēmas intensīvas satiksmes apstākļos;
- 7) novērtēt mikroelementu metodes pielietošanas iespējas braukšanas laika plānošanā pilsētās ar intensīvo satiksmi, kā arī izanalizēt mikroelementu metodes pielietošanas iespējas izkraušanas darbu laika normēšanā autotransportā;
- 8) izstrādāt pilsētu maršrutu plānošanas uzlabošanas algoritmu, kas ļauj optimizēt kravas autopārvadājumu maršrutu plānošanu intensīvas satiksmes apstākļos;
- 9) izstrādāt priekšlikumus pārvadājumu plānošanas optimizācijai loģistikas sistēmā.

Promocijas darba pētījumu objekts un priekšmets

Promocijas darba pētījumu objekts ir kravas autopārvadājumi mūsdienu satiksmes apstākļos.

Promocijas darba pētījumu priekšmets ir kravas autopārvadājumu maršrutu izpildes plānošana un optimizācija satiksmes nevienmērīguma apstākļos.

Promocijas darba pētījuma metodes

Promocijas darba izstrādāšanā pielietotas vispārējās ekonomiskās analīzes, loģiski konstruktīvas, kvantitatīvas, sistēmu analīzes, ekspertu vērtējumu, matemātiskās, statistiskās, normēšanas un mikroelementu metodes.

Promocijas darba metodoloģiskais pamats

Par darba metodoloģisko un teorētisko pamatu kalpo:

- 1) zinātniskie darbi un speciālistu pētījumi par pārvadājumu plānošanas īpatnībām Latvijā un ārzemēs, par Latvijas tautsaimniecības un īpaši pārvadājumu nozares līdzšinējo attīstību un turpmākajām attīstības tendencēm;
- 2) Eiropas Kopienas dokumentācija, Latvijas Republikas Satiksmes Ministrijas, Latvijas Republikas Centrālās Statistikas pārvaldes, Rīgas Domes Satiksmes Departamenta publicētā informācija, kā arī citu valsts institūciju informācija;
- 3) Latvijas un ārvalstu zinātnieku un praktiķu zinātniskos rakstos, konferencēs un semināros izteiktās domas saistībā ar pārvadājumu plānošanas optimizāciju loģistikas sistēmā, vadības metodoloģiju un citiem ar pārvadājumu plānošanu

saistītiem aspektiem. Kā nozīmīgākos autorus var minēt (alfabēta secībā): J.Antesu, P.Ballou, J.Belovu, J.Beļčikovu, J.Bockertette, J.Coile, I. Gutāni, F.Hičkoku, N.Krūmiņu, V.Nešporu, J.Niedrīti, R.Poču, N.Sprancmani, A.Urbahu, B.Turtonu u.c;

- 4) interneta resursos pieejamā informācija par pārvadājumu plānošanas optimizācijas iespējām loģistikas sistēmā;
- 5) promocijas darba autora uzkrātā informācija un pieredze, kas iegūta starptautiskās zinātniskās konferencēs, semināros,ursos un kontaktos ar loģistikas nozares speciālistiem ārvalstīs un Latvijā.

Promocijas darba zinātniskā novitāte

1. Izstrādāts starptautisko pārvadājumu organizēšanas kumulatīvais algoritms, ar kura palīdzību var ātri izvēlēties transporta veidu un ostu, caur kuru ir lietderīgi veikt kravas pārvadājumus, piemēram, no Rietumeiropas un Latvijas reģioniem.
2. Izpētīti un novērtēti satiksmes nevienmērības raksturlielumi pārvadājumu procesā, īpaši lielpilsētās apstākļos, aptverot satiksmes nevienmērību lokveida maršrutos.
3. Pamatota nepieciešamība pārvadājumu plānošanā šodienas apstākļos galveno vērtību pievērst satiksmes posmu elementu normēšanai diennakts dažādos periodos.
4. Izstrādāta metodiska pieeja automobiļa braukšanas ātruma izmaiņu fiksēšanai ielu posmos apkalpojamā teritorijā noteiktos diennakts periodos.
5. Izstrādāta metode neregulējamu krustojumu šķērsošanas laika diferencēšanai atkarībā no šķērsošanas virziena pilsētas ielu apstākļos.
6. Izstrādāta metodika, kas, koriģējot braukšanas laika izmaiņas ielu posmos dažādos diennakts periodos, kā arī laiku krustojumu šķērsošanai, ļauj precizēt faktisko brauciena ilgumu starp apkalpojamiem objektiem maršrutā, kopējo braukšanas laiku maršrutā, kā arī ierašanās laiku konkrētā objektā.
7. Ievērojot būtisko preču izkraušanas laika īpatsvaru kopējā viena objekta apkalpošanas laikā, izstrādāta mikroelementu darbietilpības normēšanas metode, kurā izkraušanas laiks sadalīts mikroelementos, tādos kā piebraukšana pie objekta, manevrēšana, preču pārvietošana, aizbraukšana un dokumentu kārtošana un šīm operācijām radīta normatīvā bāze variantos, tos grupējot atkarībā no objekta ārējām pazīmēm. Metode ļauj aprēķināt preču izkraušanas laiku pie konkrētā objekta, atkarībā no izkraujamo preču daudzuma.
8. Izstrādāta metodoloģija sarežģīta lokveida kravas pārvadājumu maršruta apstākļos, apvienojot eksistējošās maršruta veidošanas metodes ar mikroelementu normēšanas

metožu kompleksu gan braukšanas, gan kraušanas laika ilguma aprēķinu precizēšanai un piegāžu „tieši laikā” nodrošināšanai. Metodoloģija ietver pilsētu maršrutu plānošanas uzlabošanas algoritmu loģistikas sistēmā.

Promocijas darba aizstāvēšanai izvirzītas tēzes

1. Satiksmes nevienmērības apstākļos braukšanas ilguma un piegādes laika precizitāte ir ievērojami jāpaaugstina, kas mūsdienās ir būtiski gan no satiksmes dalībnieku, gan no preču saņēmēju viedokļa un to var nodrošināt, pielietojot autora piedāvātā kravu autopārvadājumu plānošanas tehnoloģija
2. Tradicionālās maršrutu veidošanas metodes neievēro objektīvās satiksmes ātruma izmaiņas diennakts periodā, kā arī faktisko laika patēriņu apstājoties pie kraušanas; tāpēc jālieto nedefinētās metodes, kas ievēro šos faktoros.
3. Aizstājot tradicionālās maršrutu veidošanas metodes ar mikroelementu darbietilpības normēšanas metodi, tiek nodrošināta mazo laika elementu izmaiņu ievērošana un papildus laika ekonomija.

Promocijas darba rezultātu praktiskais pielietojums

Svarīgākie promocijas darba rezultāti ir publicēti RTU Zinātniskajos rakstos, prezentēti Starptautiskajās zinātniskajās konferencēs Latvijā, Kiprā, Slovēnijā un Krievijā, zinātniskās diskusijās un semināros. Tie ir iekļauti autora lasītajos lekcijuursos: „Uzņēmējdarbības loģistika”, „Starptautisko pārvadājumu vadīšana”, „Transporta komercekspluatācija” u.c.

Promocijas darbā publicētos pētījumus var izmantot LR Satiksmes Ministrijas, RD Satiksmes Departamenta un citu valsts iestāžu darbā, veidojot transporta attīstības politiku, koncepcijas un plānus, augstākās izglītības mācību iestāžu darbā, kā arī uzņēmumu-pārvadātāju darbības plānošanā.

Promocijas darba galveno rezultātu publikācijas

Publicēti zinātniskie raksti vispāratzītos zinātniskajos izdevumos:

1. Patļins P. Delivery time factor for city routes // Proceedings of the 50th RTU Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship (SCEE'2009) 15-16 October 2009, Riga. - pp.464-470. ISBN 978 -9984-32-173-8 (CD).
2. Patļins P. Delivery problems solution for small-cargo physical distribution control// Proceedings of the 8-th International scientific Conference: Engineering for Rural Development, 28- 29 May 2009, Jelgava.- Jelgava: Latvia University of Agriculture, Jelgava 2009.– pp. 365.-371. ISSN 1691-5739 (CD).
3. Patļins P. Drivers working hours standardization within planning of local deliveries for cities with heavy traffic // Proceedings of the 49th RTU Scientific Conference

- on Economics and Entrepreneurship (SCEE'2008) 9-13 October 2008, Riga. – pp.271-276. ISBN 978-9984-32-567-5 (CD).
4. Patļins P. Vehicles discharging processes control optimization within planning of local deliveries // Proceedings of the 7-th International scientific Conference: Engineering for Rural Development, 29-30 May 2008,- Latvia University of Agriculture, Jelgava 2008. – pp. 165.-169.pp. ISSN 1691-3043.
 5. Patļins P. Local deliveries time optimization for cities with unstable traffic // Proceedings of the 22nd European Conference on Modelling and Simulation, 11-13 June 2008, Nicosia Cyprus.- Germany, Sbr.-Dudweiler, Digitaldruck Pirrot GmbH, 2008.- pp. 399.- 402. ISBN: 0-9553018-5-8.
 6. Sprancmanis N., Patļins P. Loģistikas kvalitātes problēmas mazumtirgotāju apkalpošanā no vairumtirdzniecības sadales centra // RTU Zinātniskie raksti, 3. sērija. Ekonomika un uzņēmējdarbība. 16. sējums.– Rīga: RTU, 2008.– 97.-105. lpp. - ISSN 1407 – 7337.
 7. Patļins P. Circular routes optimizations for cities with intensive traffic // Proceedings of the 6-th International Scientific Conference: Engineering for Rural Development, 24 -25 May 2007, Jelgava.- Jelgava: Latvia University of Agriculture, 2007. – pp.340-344. ISSN 1691 – 3043.
 8. Sprancmanis N., Patļins P. Preču fiziskās sadales organizēšana intensīvas satiksmes apstākļos // RTU Zinātniskie raksti, 3. sērija. Ekonomika un uzņēmējdarbība. 12. sējums. – Rīga: RTU, 2006. – 125.-132. lpp. ISSN 1407 -7337.
 9. Patļins P. Universal routing algorithm for cities and other built-up areas // Proceedings of the 8th International Symposium on Operational Research, 28-30 September 2005, Slovenia, Nova Gorica.- Slovenia, Ljubljana: Slovenian Society Informatika, Section for Operational Research, 2005.- pp.247 – 252. ISBN 961-6165-20-8.

Citi publicēti raksti

10. Patļins P. Piegādes laika faktors pilsētas maršrutos // RTU 50.Starptautiskās zinātniskās konferences tēžu krājums, 2009.g.15.-16. oktobrī.- Rīga: RTU, 2009.- 68.lpp.ISBN 978-9984-32-173-8.
11. Patļins P. Drivers working hours standardization within planning of local deliveries for cities with heavy traffic // Conference proceedings of the 49th RTU Scientific Conference on Economics and Entrepreneurship (SCEE'2008) 9-13 October 2008, Riga. – pp.123. ISBN 978-9984-32-567-5.
12. Patļins P. Lokveida maršrutu optimizācija intensīvas satiksmes apstākļos // Semināra materiāli: Satiksmes Departamenta zinātniski-praktiskais seminārs „Satiksmes drošības problēmas Rīgā, risināšanas ceļi, 2007.gada aprīlī.- Rīga: RDSD, 2007. – 81-86. lpp.
13. Patļins P. Latvijas vietējo kravas pārvadājumu tirgus cenu veidošanas problēmas, to pamatojums un atrisinājums // Grāmatvedība un Ekonomika: I Zinātniski-praktiskā konference, 2006.gada jūnijā.-Rīga: Grāmatvedības un finanšu koledža, 2006.- 85.-90.lpp.
14. Патлинс П., Спранцманис Н. Нормирование рабочего времени водителей при развозе грузов в условиях интенсивного сообщения // Конференция ”Актуальные вопросы соцэкономики в 21 веке.” Российский Государственный Университет Туризма и Сервиса. Публикация в сборнике материалов Конференции, 2008 февраль.-Москва: РГУТС, 2008. – 256-263 с.

Promocijas darba galveno rezultātu ziņojumi zinātniskās konferencēs

1. 50th RTU Scientific Conference of Economics and Entrepreneurship: „The Problems of Development of National Economy and Entrepreneurship”, Rīga, Latvia, October 15-16, 2009. Title of the report: „Delivery time factor for city routes”.
2. 8-th International Scientific Conference of Latvia University of Agriculture: „Engineering for Rural Development”, Jelgava, May 28-29, 2009. Title of the report: „Delivery problems solution for small-cargo physical distribution control”.
3. 49th RTU Scientific Conference of Economics and Entrepreneurship: „The Problems of Development of National Economy and Entrepreneurship”, Rīga, Latvia, October 9-13, 2008. Title of the report: „Drivers working hours standardization within planning of local deliveries for cities with heavy traffic”.
4. 22nd European Conference on Modelling and Simulation, Cyprus, Nicosia, June 11-13, 2008. Title of report: „Local deliveries time optimization for cities with unstable traffic”.
5. 7-th International Scientific Conference of Latvia University of Agriculture: „Engineering for Rural Development”, Jelgava, May 29-30, 2008. Title of the report: „Vehicles discharging processes control optimization within planning of local deliveries”.
6. Tūrisma un Servisa Krievijas universitātes Starptautiskajā zinātniskajā konferencē: „Актуальные вопросы соцэкономике в 21 веке”, Maskava, Krievija, 2008.g.16-18. februārī. Referāta tēma: „Нормирование рабочего времени водителей при развозе грузов в условиях интенсивного сообщения”.
7. 7-th International Scientific Conference of Latvia University of Agriculture: „Engineering for Rural Development”, Jelgava, May 24-25, 2007. Title of the report: „Circular routes optimizations for cities with intensive traffic”.
8. Baltic Tangent Final Conference, Rīga, 2007. g. 22-25 maijā. Loģistikas centra izveides iespējas Valkas/ Valgas reģionā.
9. Satiksmes Departamenta zinātniski-praktiskais seminārs „Satiksmes drošības problēmas Rīgā, risināšanas ceļi”, Rīga, 2007.g. 30.martā. Refeta tēma: „Lokveida maršrutu optimizācija intensīvas satiksmes apstākļos”.
10. Grāmatvedības un Finanšu koledžas I zinātniski-praktiskajā konferencē „Grāmatvedība un Ekonomika”, Rīgā, Latvijā, 2006.g. 29 martā. Referāta tēma: „Latvijas vietējo kravas pārvadājumu tirgus cenu veidošanas problēmas, to pamatojums un atrisinājums”.

Promocijas darba ierobežojumi

Pārvadājumu plānošanas efektivitātes problēmas aptver ļoti plašu jautājumu loku. Tāpēc pārvadājumu plānošanas optimizācijas specifisko īpašību un daudzpusējā rakstura dēļ pētījumam noteikti šādi ierobežojumi:

1. pārvadājumu plānošanas optimizācijas iespējas loģistikas sistēmā pētītās galvenokārt no metodoloģiskā un organizatoriskā aspekta; pārvadājumu dokumentācija, pārvadājumus regulējošās Konvencijas un citi normatīvie akti promocijas darbā netiek aplūkoti detalizēti;

2. pētījuma bāze ir transporta procesi, kravas autopārvadājumi un maršruti, kuru sākuma vai beigu punkts atrodas Latvijā (starptautiskajiem pārvadājumiem); vietējo pārvadājumu optimizācijas ieteikumi izstrādāti galvenokārt autotransportam;
3. darba autors pieņem, ka ekonomiskie, sociālie un citi procesi dažādās valstīs notiek pēc līdzīgiem principiem, tiem piemīt kopīgas īpašības, un procesiem ir līdzīgas attīstības tendences. Tādējādi darbā ieteiktie metodoloģiskie un organizatoriskie principi pielietojami pārvadājumu plānošanā arī citās valstīs

Promocijas darba struktūra un apjoms

Promocijas darbs ir patstāvīgs zinātnisks pētījums, kas ir uzrakstīts latviešu valodā un sastāv no ievada, satura izklāsta, secinājumiem un priekšlikumiem, bibliogrāfiskā saraksta un pielikumiem. Satura izklāsts sastāv no 3 daļām:

1. LAIKA FAKTORA NOZĪME PĀRVADĀJUMOS UN TĀ IZPAUSME LOĢISTIKĀ.
2. MARŠRUTU PLĀNOŠANĀ UN ORGANIZĀCIJĀ PIELIETOJAMĀS METODES UN TO NOVĒRTĒJUMS.
3. OPERATĪVĀS PLĀNOŠANAS PILNVEIDOŠANA TRANSPORTĀ, IEVĒROJOT LAIKA MOMENTUS BRAUKŠANAS UN KRAUŠANAS PROCESOS.

Pirmajā daļā veikta vispusīga laika faktora nozīmes analīze pārvadājumos un loģistikā, tai skaitā novērtētas klientu pamatprasības attiecībā uz piegādes izpildes periodu, kā arī pārvadātāju un sadales centru vietas izvēles ietekme uz piegādes ilguma un precizitātes faktoriem. Novērtēta brauciena laika nenoteiktība mūsdienas apstākļos pilsētās un citās apdzīvotās vietās. Pamatots, kāpēc satiksmes intensitāte ir mainīgs lielums dažādos ceļa posmos, kā arī dažādos nedēļas un dienas posmos.

Otrajā daļā veikta dažādu maršrutu plānošanas analīze atkarībā no to tipiem; izpētītas starptautisko un vietējo pārvadājumu plānošanas problēmas, kā arī veikta maršrutu plānošanas tradicionālo metožu kritiskā analīze. Praksē šo metožu izmantošana palīdz samazināt spēkratu nobraukumu un izmaksas, bet neļauj minimizēt piegādes laiku, kā arī nodrošināt precīzas piegādes. Pamatota laika faktora normēšanas un kontroles nepieciešamība, plānojot maršrutus ar lielu apkalpošanas objektu skaitu.

Trešajā daļā aplūkota autora izstrādātā operatīvās plānošanas pilnveidošanas sistēma autotransportā, ievērojot dažāda ilguma laika momentus braukšanas un kraušanas procesos. Izstrādāts piegādes procesa uzlabošanas algoritms, ko var pielietot maršrutu plānošanai mūsdienās intensīvas un nestabilas satiksmes apstākļos. Kravu sadales plānošana ir komplicēts process, it īpaši pilsētās ceļu noslogotības dēļ. Sastrēgumi pilsētas ielās nav pastāvīgi, tie mainās atkarībā no diennakts stundām un nedēļas dienām. Līdz ar to plānošanas procesā ir nepieciešams izmantot speciālās metodes. Šajā daļā autors rekomendē pielietot

mikroelementu normēšanas principus kombinācijā ar tradicionālām metodēm, plānojot maršrutus intensīvas satiksmes apstākļos.

Promocijas darba kopējais apjoms ir 151 datorsalikuma lapaspuses, neskaitot pielikumus. Darbā iekļautas 23 tabulas, 54 attēli un 42 formulas, kā arī 8 pielikumi, kas paskaidro un ilustrē pētījuma saturu. Darba izstrādes procesā izmantoti 130 informācijas avoti, kas doti bibliogrāfiskajā sarakstā.

Darbs ir izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā „Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai”

DARBA GALVENĀS ZINĀTNISKĀS IZSTRĀDNES

1. LAIKA FAKTORA NOZĪME PĀRVADĀJUMOS UN TĀ IZPAUSME LOĢISTIKĀ

Daļai ir 40 lappuses, 19 attēli un 5 tabulas.

Izpētot un izanalizējot dažādu autoru darbus, kā arī pārskatus un statistikas informāciju, promocijas darba autors secina, ka starptautiskās tirdzniecības attīstības rezultātā veidojās stabili tirdzniecības ceļu maršruti, plūsmas ceļi, kas savieno savā starpā loģistikas kanāla dalībniekus. Stablie maršruti veidojas visiem transporta veidiem, jo attīstās arī pieprasījums pēc transporta pakalpojumiem.

Analizējot plūsmas un tirdzniecības ceļus redzams, ka tas nav vienmērīgas dažādos reģionos. Piemēram, Eiropas valstu ekonomikas attīstības līmenis mūsdienas atšķiras; līdz ar to katrai valstij ir savas vajadzības pēc atbilstošiem resursiem, atšķiras arī importējamā un eksportējamā produkcija.

Pateicoties transportam produkcija, kura tiek ražota pasaulē, tiek piegādāta pie patērētājiem. Šī nozare ir jāattīsta uzlabojot maršrutu plānošanas procesu, palielinot pārvadājumu kvalitāti, paaugstinot kā autoceļu, tā arī dzelzceļu, ūdens un gaisa ceļu kvalitāti, piesaistot iekšējas vai ārvalstu investīcijas attīstībai, lai nevienas valsts iedzīvotājiem netrūkstu eksistēšanai nepieciešamais.

Mūsdienās starptautiskās transportēšanas pakalpojumiem ir vietas un laika vienotība. Laika nozīmē starptautiskie transporta pakalpojumi raksturojas ar to, ka, nokavējoties piedāvājumam var zust pieprasījums. No šī viedokļa raugoties, transportēšanas sākumam jābūt precīzam. Precīzam jābūt arī transportēšanas beigu momentam. Tikai tad apmierināti būs kā preces nosūtītājs, tā arī tās saņēmējs. Jāievēro arī, ka viens no svarīgākajiem transportēšanas procesa kvalitātes rādītājiem ir transportēšanas ilgums. Tas attiecas kā uz preču, tā arī pasažieru starptautiskajiem pārvadājumiem, jo laiks ir nauda, bet transportēšanas procesā pavadītais laiks parasti nav izmantojams lietderīgi. Tāpēc transporta veidi, kas spējīgi

nodrošināt preču vai pasažieru nelielu daudzumu pārvadājumus īsā laikā ir dārgāki par relatīvi lētajiem transporta veidiem, kas spējīgi pārvietot lielas partijas.

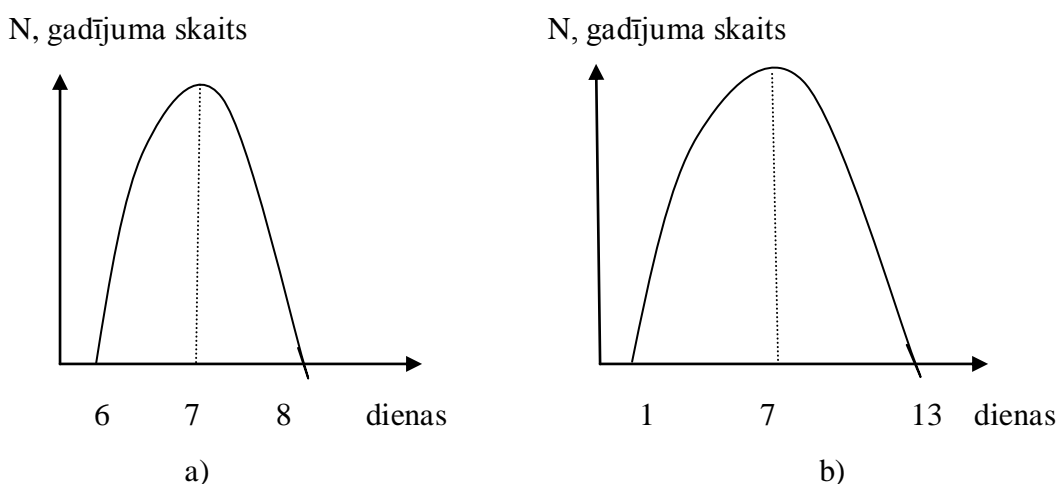
Svarīgi atzīmēt, ka loģistika rada pievienoto vērtību (PV) gan uzņēmuma klientiem un piegādātājiem, gan arī īpašniekiem un akcionāriem. Loģistikas pievienotā vērtība izpaužas kā *vieta* un *laiks*. Precēm un pakalpojumiem praktiski nav nekādas vērtības, ja tie neatrodas tanī vietā un laikā, kur tos vēlētos patērēt. Laba loģistikas vadības darba rezultātā, katrai darbībai vajadzētu sekmēt šīs pievienotās vērtības palielināšanos. Jo precīzāk saplānots konkrētais maršruts, jo īsāks ir procesa laiks bez PV. Saīsinot, piemēram, glabāšanas laiku, var palielināt PV kopumā. Lai uzlabotu procesu plānošanu, var pielietot „tieši laikā” (angliski JIT) sistēmas elementus.

Ja kāds no loģistikas procesa posmiem vai nu nerada vai arī rada ļoti nenozīmīgu pievienoto vērtību, tad ir ļoti rūpīgi jāizsver vai šis posms vispār ir nepieciešams. Jebkurā gadījumā, pievienotā vērtība rodas, ja klients par precī vai pakalpojumu ir gatavs maksāt vairāk nekā ir šīs preces vai pakalpojuma piegādes pašizmaksa.

Mūsdienu saimnieciskajos apstākļos starptautiskās tirdzniecības transporta nodrošināšanai tiek izvirzītas jaunas prasības, starp kurām var izdalīt pārvadājumu ritmiskumu, regularitāti, nepārtrauktību un drošību.

Gan ražotājiem, gan lieltirgotājiem, gan mazumtirgotājiem un citiem preču saņēmējiem svarīgi kontrolēt piegāžu laika nenoteiktību. Praktiski krājumu vadīšanā bieži vien pastāv nenoteiktība, kuru izraisa piegādes izpildes perioda svārstības.

Piegādes izpildes perioda nenoteiktība rada nepieciešamību veidot garantijas krājumus, kuru līmenis ir saistīts ar konkrētu piegādātāju darbības precizitāti kopumā un atsevišķos tās elementos. Pārāk ātras piegādes arī var radīt negatīvu efektu, tāpēc uzņēmumam nepieciešams veikt pasākumus piegādes izpildes laika izkliedes samazināšanai.



1.1.att. Kravas saņēmēja (a) un kravas piegādātāja (b) precīzo piegāžu novērtējums.

Praktiski, kravas piegādātājam (transporta firmai) un saņēmējam ir nepieciešams vienoties par to, kādām prasībām atbilst precīzā piegāde, cik liela piegādes izpildes izkliede skaitās pieļaujamā. Pētījumi rāda, ka kravas saņēmējs cenšas samazināt šī perioda izkliedi, turpretī pārvadātājam vai piegādātājam ērtāk to paplašināt.

Pēc 1.1. attēla datiem, kravas saņēmējs piedāvā slēgt kontraktu, kur par precīzu uzskata piegādi, ja tā notikusi pēc 7 dienām no pasūtījuma momenta ar izkliedi 2 dienas (no 6 līdz 8 dienām), savukārt kravas piegādātājs cenšas palielināt izkliedi līdz 6 dienām (no 1 līdz 13 dienām). Analīze rāda, ka organizējot starptautiskus pārvadājumus reālos apstākļos izkliede var būt vēl lielākā, jo pasūtījuma izpildes laiks sastāv no vairākiem elementiem, katram no kuriem arī eksistē laika izkliede. Lai samazinātu piegādes laika nenoteiktību, uzņēmumam nepieciešams arī novērtēt piegādes laika atsevišķus elementus.

Pilsētas apstākļos piegādes izpildes perioda izkliede parasti izmērāma stundās, kas arī nosaka nepieciešamību to rūpīgi plānot, lai organizētu precīzas piegādes un apmierinātu klienta pieprasījumu.

Pārvadājumu ilgumu un precizitāti, kā arī pārvadājuma izmaksas ietekmē ne tikai transporta veida vai to kombinācijas izvēle, maršruta specifika un citi faktori tieši saistīti ar spēkratiem, bet arī kravas plūsmu īpatnības, pārkraušanas punktu, pārvadātāja un sadales centru izvietošana. Svarīgi nolemt, vai uzņēmums pats organizēs transportēšanas procesu, vai izmantos transporta starpnieka pakalpojumus, lai organizētu ātras un precīzas piegādes, jo bieži vien patērētāju servisa līmenis tieši atkarīgs tikai no piegādes ilguma un piegādes precizitātes, tādējādi pārvadājumu plānošanas procesos ir jāievēro apkalpošanas objektu piegādes laika un precizitātes prasības, tāpēc šajā nodaļā analizēti faktori un teorijas, kas ietekmē sadales centru un pārvadātāju skaita un vietas izvēli sadales sistēmā.

Mūsdienu neatbilstība starp satiksmes līdzekļu skaita un satiksmes infrastruktūras pieauguma tempiem radījusi pārvietošanās ātruma nevienmērīgumu, kas izpaužas dažādos ceļa posmos un dažādo nedēļas dienu un diennakts stundu periodos. Vienlaicīgi tirdzniecības attīstība vietējā mērogā radījusi prasību piegādāt uzņēmumiem un mazumtirdzniecības objektiem pieprasītās preces stingri noteiktā laikā.

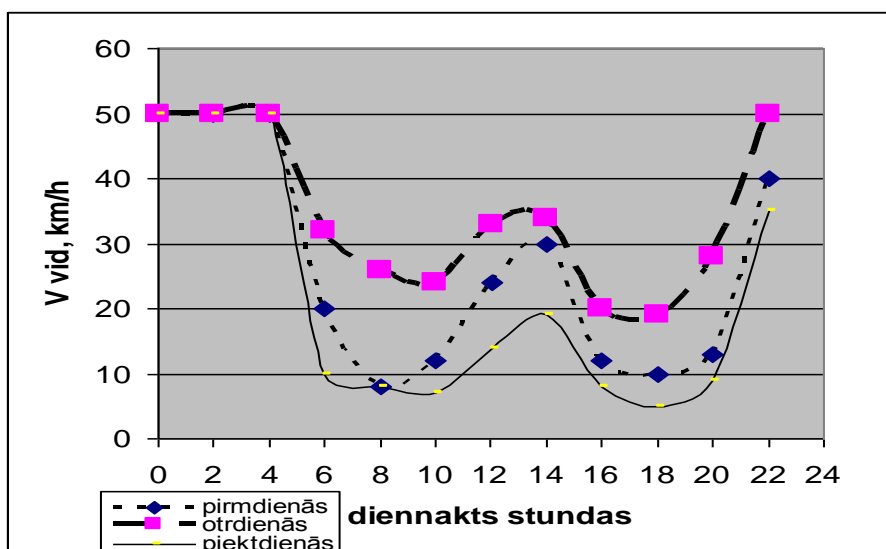
Praktiski ir nepieciešams kvalitatīvi izpildīt klientu prasības piegādes laika un precizitātes ziņā ar uzņēmuma- pārvadātāja rīcībā esošajiem spēkratiem. Lai sekmīgi atrisinātu šo uzdevumu, svarīgi detalizēti izpētīt pilsētas infrastruktūru un satiksmes īpatnības. Nepieciešams izvēlēties, kādas metodes praktiski var pielietot, plānojot maršrutu gan pilsētās, gan ārpus pilsētām.

Pašlaik gan vietējo, gan starptautisko kravu plūsma Latvijā centrējas uz Rīgu, un tas nozīmē, ka tā ir izdevīga tādas uzņēmējdarbības izvietojšanai, kur vitāli svarīga ir starptautisko tirgu un vietējo reģionu aizsniēdamība.

Arī konkrētās Rīgas ielās bieži vien satiksmes intensitāte mainās. Kopumā Rīgā ir 100 tilti, satiksmes pārvadi un gājēju tuneli, no kuriem labā stāvoklī - 36 objekti, apmierinošā stāvoklī - 46, neapmierinošā stāvoklī - 17 (tuvāko 5 gadu laikā nepieciešams veikt remonta darbus). Objektiem, kas ir neapmierinošā stāvoklī, 90% gadījumos bojāta hidroizolācija, ūdens vadu sistēma un deformācijas šuves, kā rezultātā virsmas ūdeņi nokļūst uz nesošo konstrukciju virsmas, izraisot betona un stieģrojuma koroziju.

Plānojot transporta pārvietošanos pa pilsētu, jāņem vērā noslogotākās stundas, kad transporta līdzekļu skaits ir tik liels, ka veidojas sastrēģumi. Parasti šie sastrēģumi ir saistīti ar iedzīvotāju darba dienas sākumu un darba dienas beigām. Visnoslogotākās dienas transportam skaitās tieši darba dienas. Piemēram, Rīgas centrā sastrēģuma stundas skaitās no plkst. 17.00 līdz plkst. 19:00. Līdzīga situācija veidojas arī pilsētā no rītiem, kad centrā ir vislielākais transporta, sevišķi privātā, pieplūdums.

Ņemot vērā Rīgas satiksmes īpatnības, var atzīmēt, ka piegādes laika plānošanas procesā nav efektīvi pielietot parastās metodes, lai reāli saplānotu automašīnās braukšanas laiku maršrutā Rīgas pilsētas ietvaros. Gan jau izstrādātās datoru programmas, gan matemātiskas, gan citas metodes nenodrošinās optimālo rezultātu tādēļ, ka satiksmes intensitāte Rīgas ielās mainās atkarībā no diennakts stundām, proti, braukšanas ātrums nav pastāvīģs ne rajona robežās, nedz diennakts stundās (skat.1.2.att).



1.2. att. Vidēja braukšanas ātruma iespēģamas izmaiņas atsevišķās Rīģas ielās atkarība no diennakts stundām otrdienās, pirmdienās un piektdienās.

Kā redzams no 1.2. attēla, vidējais braukšanas ātrums lielākais ir līdz pulksten pieciem no rīta, no plkst.12 līdz 14 un pēc 22, bet mazākais no plkst. 6 līdz 8 un no 16 līdz 20. Spriežot pēc attēla informācijas, Rīgā, visvairāk automašīnu ir pirmdienās un piektdienās (kad atsevišķās diennakts stundās vidējais ātrums V_{vid} nepārsniedz 5 km/st), bet otrdienās satiksme nav tik intensīva. Līdzīga situācija nav uz visām pilsētas ielām; bet Rīgā pastāv atsevišķie „karstie posmi“ – vietas, kur sastrēgumu intensitāte mainās ļoti dinamiski, atkarībā no diennakts stundām. Starp problemātiskiem posmiem vai minēt iebraukšanas/izbraukšanas no pilsētas ceļus, tiltus, galvenās ielas pilsētas centrā u.c.

Pārzinot visus faktoros, kas ietekmē autopārvadājumu grafiku sastādīšanu var būtiski atvieglot to izstrādāšanu.

Piegādes nosebošanas periodu ietekmē arī iekraušanas un izkraušanas procesa ilgums pie apkalpojamajiem objektiem. Šis rādītājs var mainīties ne tikai atkarība no konkrētā objekta lieluma un piegādājamā kravas daudzuma, bet arī no piegādātāju skaita pie dotā objekta (rindas un gaidīšanas laika esamība) un objekta apkalpošanas diennakts stundām.

Neprecīzas piegādes izraisa klientu neapmierinātību, kā arī nodrošina ražotņu un citu transporta veidu dīkstāvi (ja piegāde notiek pārāk vēlu) un izmaksu pieaugumu. Pārāk ātras piegādes arī saistītas ar negatīvu efektu, piemēram, ja uzņēmums pilnīgi vai daļēji izmanto JIT principu, tas pieprasa biežās piegādes nelielās porcijās, bet ja produkciju piegādā pārāk ātri, to nebūs kur likt.

Novērtējot modernās loģistikas prasības pret pārvadājumiem, var secināt, ka piegādes plānošana gan ārpus pilsētām, gan pilsētās un citās apdzīvotās vietās ir komplicēts process, kas prasa savākt un apkopot esošo informāciju par ceļu noslogotību un automašīnu vidējo ātrumu atsevišķās pilsētās ielās atkarībā no nedēļas dienām un diennakts stundām, lai izdalītu apkalpojamās teritorijas „karstos posmus” – vietas, kur satiksmes intensitāte mainās ļoti dinamiski, tāpēc šajā nodaļā aplūkota informācija par brauciena laika nevienmērīgumu mūsdienas apstākļos.

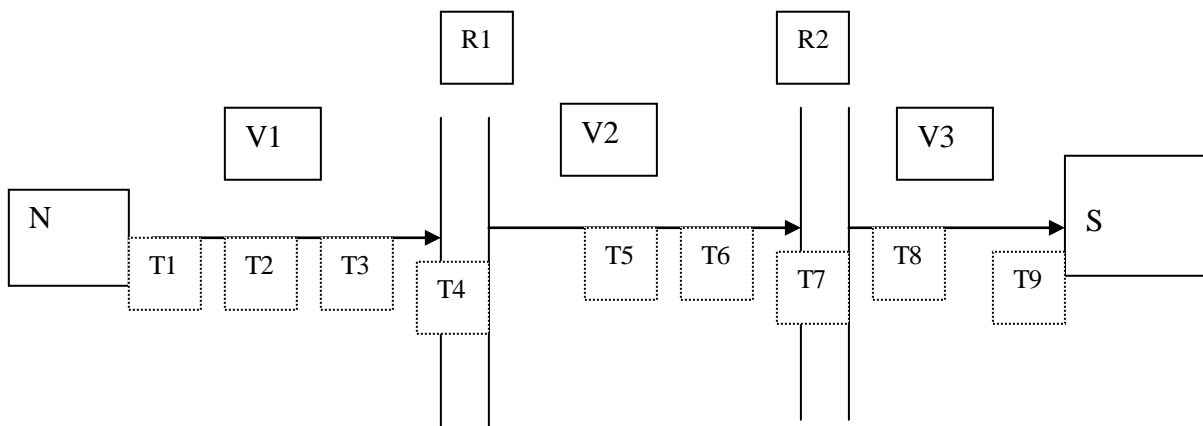
Pārvadājumu efektivitātes kāpināšana ekonomiskās globalizācijas apstākļos ir galvenais loģistikas attīstības virziens. Tā realizējama, samazinot preču iesaldēšanas ilgumu pārvadāšanas procesā, kā arī veicot piegādes tieši laikā (Just-in-Time delivery). Brauciena ilguma samazināšanu, kā arī piegāžu precizitātes nodrošināšanu autopārvadājumos objektīvi ierobežo satiksmes intensitātes pieaugums, satiksmes ceļu caurlaides atpalcība attiecībā pret satiksmes līdzekļu skaita pieaugumu. Rezultātā satiksmes intensitāte ir mainīgs lielums dažādos ceļa posmos, kā arī dažādos nedēļas un dienas posmos.

2. MARŠRUTU PLĀNOŠANĀ UN ORGANIZĀCIJĀ PIELIETOJAMĀS METODES

Daļai ir 48 lappuses, 16 attēli un 6 tabulas.

Autora skatījumā plānojot pārvadājumus, liela nozīme ir transportēšanas analīzei. Analīzes mērķis ir izmantojamā transporta efektivitātes paaugstināšana, plānojot maršrutu, veidojot pārvadājumu grafiku, organizējot autotransporta vadītāju darbu klientu prasību apmierināšanai. Plānojot pārvadājumus, tiek pieņemti lēmumi, strādājot pēc kuriem tiek īstenotas ieceres. Transportēšanā lēmumi var būt kā stratēģiskas, tā arī operatīvas nozīmes lēmumi. Stratēģiskie mērķi tiek izvirzīti mērķu sasniegšanai ilgākā laika posmā, parasti laika periods ir mēnešos vai gados. Savukārt, operatīvie lēmumi nosaka resursu sadali īsākā laika periodā - pa dienām vai nedēļām. Transportēšanas analīzes uzdevums ir atrast autotransporta līdzekļu zemākos izdevumus transportēšanai, minimālāko laiku un attālumu.

Organizējot starptautiskos pārvadājumus, ir nepieciešams izvēlēties optimālo transporta veidu, salīdzinot vairākus faktoros (skat.2.1.att.).



kur:

N – kravas nosūtītāja noliktava,

S – kravas saņēmēja noliktava,

T1 – kravas iekraušanas laiks,

T2, T5, T8 - braukšanas laiks,

T3, T6 – gaidīšanas laiks pie robežas,

T4, T7 – robežas šķērsošanas laiks,

T9 – izkraušanas laiks pie klienta,

R1, R2 – robežas,

V1, V2, V3 – valstis.

2.1.att. Starptautiskā autopārvadājuma iespējamā shēma.

Kā rāda 2.1. attēls, pārvadājuma laiks sastāv no 9 laika elementiem. Šo elementu var būt arī vairāk. Daži no šiem elementiem ir viegli prognozējami (T2, T5, T8); citus prognozēt ir samērā sarežģīti, jo tie ir atkarīgi no vairākiem faktoriem (T3, T6, T4, T7).

Svarīgi atzīmēt, ka organizējot kravas piegādi no ražotāja gala patērētājam, bieži vien izmanto vietējos pārvadājumus (ja ražotājs un patērētājs atrodas vienā valstī) vai starptautiskā un vietējā pārvadājuma kombināciju (piemēram, pēc „rumbas un spieķu principa”), ja ražotājs un patērētājs atrodas dažādās valstīs. Parasti tie ir lokveida maršruti.

Vietējo pārvadājumu īpatnība ir saistīta arī ar to, ka nelielu partiju kraušanas un pārvadājumu organizācija ļoti atšķiras no masveida kravas pārvadājumiem. Vietējos maršrutus bieži plāno pēc lokveida principa. Lokveida pārvadājumi apvieno vairāk nekā 2 punktus vienā maršrutā, proti, nelielu partiju kravas pārvadājumiem nepieciešams pieņemt kravu no viena nosūtītāja, to nogādāt vairākiem saņēmējiem, katram atstājot noteiktu kravas daudzumu (izvadāšanas maršruts). Citos gadījumos noteikts kravas daudzums jāsaņem no vairākiem nosūtītājiem un jānogādā vienam saņēmējam (savākšanas maršruts). Iespējami arī kombinētie savākšanas un izvadāšanas maršruti.

Praktiski, lai efektīvi plānotu lokveida maršrutus, ir nepieciešams novērtēt divus svarīgākos optimizācijas kritērijus – īsāko ceļu un īsāko maršrutā pavadīto laiku. Lai pilnveidotu laika plānošanas procesu, var pielietot dažādas plānošanas metodes un paņēmienus.

Sastādot maršrutus autopārvadājumiem par galveno uzdevumu tika izvirzīts automašīnas kopējā laika minimizēšana un nobraukuma plānveida maksimizēšana. Pirmkārt, braucienu saskaņošana, plānojot masveida kravu pārvadājumus, otrkārt, kustības organizēšana pie izvadāšanas, savākšanas un izvadāšanas – savākšanas maršrutiem.

Matemātiskās metodes ekonomikas teorijā un saimnieciskajā praksē var tikt izmantotas gan kā izziņas instruments, gan kā tehnoloģisks aparāts kvantitatīvās analīzes veikšanai. Analīzes veikšana novērš subjektīvismu secinājumos un ražošanas attīstības prognozēs, paaugstina projektēšanas un plānošanas kvalitāti, piemēram, kad nav tie nodrošināti ar nepieciešamajiem resursiem.

Izmantojot datoru programmas un matemātiskās metodes, var operatīvi iegūt lēmumu pieņemšanai un vadībai nepieciešamo informāciju.

No matemātiskajām metodēm praksē visplašāk tiek izmantotas optimizācijas metodes (operāciju pētīšanas metodes), it īpaši lineārās programmēšanas metodes.

Lineārā programmēšana ir matemātiskās ekonomikas nozare, kas aplūko vairāku mainīgu lielumu lineāras funkcijas (mērķa funkcijas) maksimizācijas (minimizācijas)

metodes, ja mainīgajiem lielumiem jāapmierina nosacījumu sistēma, ko veido lineāras vienādības un nevienādības.

Funkcionāli transporta procesu optimizācijā pielietojamās metodes var sadalīt šādi:

- *Transporta uzdevumi:*
 - Klasiskais transporta uzdevums;
 - Transporta uzdevumu atvērtais modelis;
 - Transportveida uzdevums;
 - Kravas apstrādes un piegādes uzdevums.
- *Optimizācija transporta tīklos:*
 - Visīsākā ceļa uzdevums;
 - Maksimālās plūsmas uzdevums.

Pastāv daudz speciālo metožu un algoritmu, lai optimizētu lokveida maršrutu plānošanu, samazinātu piegādes izmaksas, nobraukumu un laiku. Bieži vien šīs metodes nevar nodrošināt vēlamo rezultātu, jo to izmantošana saskatā ar sekojošiem svarīgākiem trūkumiem:

- metodes pielietošanas darbietilpīgums;
- neiespējamība nodrošināt precīzu rezultātu;
- nav iespējams ievērot klientu individuālās vajadzības;
- nav iespējams ievērot satiksmes intensitātes izmaiņas pēc nedēļas dienām (vidējais ātrums visā maršrutā) un diennakts stundām.

Autors secina, ka vairāku ierobežojumu dēļ risinājumi, pielietojot jau izstrādātās datorprogrammas, praksē grūti piemērojami, tāpēc to pielietojums ir vairāk teorētisks. No otras puses, tā kā ikdienas situācija var mainīties, jo mainās pircēji un to pieprasījums, tad, neizmantojot datortehniku, operatīvs risinājums ikdienas preču sadales vajadzībām bez tās būs tikai intuitīvs, aptuvens. Tāpēc praksē jāizmanto heuristiski risinājumi kombinācijā ar datorprogrammām. Informācijas trūkuma dēļ, plānojot loka maršrutus praksē par optimizējamiem kritērijiem visbiežāk izvēlas nobraukumu un transportēšanas izmaksas, nevis piegādes laika faktoru.

Autors ir apkojis vairāku pētnieku informāciju par *nelineāru transporta problēmu*, kas tiek formulēta kā nelineārās programmēšanas optimizācijas problēma. Transporta problēma ir labi zināmā tīkla optimizēšanas problēma, kura pirmatnēji tika ieviesta 1941. gadā un to ieviesa F.Hitčkoks. Mērķis bija noteikt minimālās izmaksas izplatīšanas plānā piegādēm no vienas patēriņa preces, reizinot to skaitu ar skaitu piegādes vietās, ar mērķi uzzināt ietilpību katram kanālam, avotam katrā piegādes vietā.

Kad transportēšanas izmaksas dotajā maršrutā ir nelineāri atkarīgas no to vienības transportēšanas skaita, šī problēma kļūst par nelineārās transportēšanas problēmu. Nosakot optimālo risinājumu šai problēmai (NTP), tiek veikta intensīva izpēte loģistikas menedžmentā. Vairākas heuristiskas metodes un precīzas matemātiskās programmu metodes ir ierosinātas, lai risinātu NTP problēmas.

Vairāki autori un pētnieki izstrādājuši dažādas metodes un algoritmus NTP risināšanai. Piemēram, var minēt šādas metodes un algoritmus: Ģenētiskais algoritms(GA) no Hollandes 1975. gadā, „tabu search”(TS), kuru izstrādā Glover 1977.gadā un „atsevišķu grupu optimizācija” (particle swarm optimization (PSO)), kuru izstrādāja Kenedijs un Eberharts 1995. Gadā. Visas šīs metodes var uzskatīt par NTP problēmas risināšanas pamatu.

Dažādi autori piedāvā risināt NTP problēmas ar lineārās programmēšanas metožu palīdzību (Cao 1992. gadā, Dangelchev 1996. gadā, Bell 1999. gadā, Kuno un Utsunomiya 2000. gadā, Dangelchev 2000. gadā un Nagai un Kuno 2005. gadā). Nelineārās programmēšanas (NLP) tehnoloģijas šobrīd ir viens no labākajiem risinājumiem NTP problēmai. Michalewicz (1991.) ir pielietojis reducētās novirzes metodi, lai noskaidrotu optimālo risinājumu NTP problēmai.

Lai optimizētu spēkratu izmantošanu un samazinātu piegādes izmaksas, vairāki autori piedāvā izmantot VRP sistēmu (Maršrutu grupēšana, „Kekaru” veidošanas problēma, Vehicle Routing problem (VRP)), grupējot konkrētas teritorijas objektus pēc attālumiem starp tiem, izvietojuma un adresēm, apkalpojot klientus reģionā ar vienu automobili. Šo paņēmieni izmanto, ja apkalpojamo objektu daudzums nav sevišķi liels, visbiežāk speciālisti izmanto grafisko un heuristisko metožu kombinācijas, lai novērstu maršrutu šķērsošanos „ķekara” iekšienē un citas problēmas un ierobežojumus optimizācijai.

Ielu maršrutizācijas paņēmieni (Street routing problem) (SRP) izmanto, ja apkalpojamo punktu skaits ir ļoti liels. Pielietojot šo principu, izmanto dažādu metožu kombinācijas, par pamatu ņemot imitācijas modelēšanas principus un datoru programmas, kombinējot tās ar empīriskām metodēm. Ja programmas risinājums nav optimāls, to koriģē empīriski. Liela nozīme ir katra optimizācijas posma vizualizācijai, lai novērtētu tā rezultātu. Ielu maršrutizācijas paņēmieni izmanto arī, ja ceļu tīkls ir sazarots un satiksme ir intensīva.

Vērtējot tradicionālo metožu izmantošanas iespējas, var secināt, ka matemātisko metožu izmantošana dod iespēju minimizēt transporta līdzekļu nobraukumu vai transporta izmaksas, taču nenodrošina optimālo rezultātu, plānojot piegādes ilgumu reālos apstākļos. Vispārīgās metodes ļauj atvieglot pārvadājumu plānošanas procesu, tomēr metodes nevar

nodrošināt precīzu maršruta ilguma plānošanu autopārvadājumiem it īpaši intensīvas un mainīgas satiksmes apstākļos.

Lai darbu padarītu efektīvāku, vajadzīga zinātniski pamatota strādājošo darba organizēšana. No vienas puses, darba organizēšana paredz maksimālu darba ražīgumu – iespējami liela apjoma produkcijas ražošana ar esošajiem resursiem, no otras puses, maksimālu darbaspēka noslodzi uz tā fizisko un garīgo spēku robežas. Svarīgi noteikt laika ilgumu, kas nepieciešams kādas operācijas izpildei, vai produkcijas daudzuma noteikšana, kas jāizgatavo zināmā laika vienībā.

Mūsdienu darba normēšanas metodes, kā arī pētījumi darba fizioloģijas, psiholoģijas un organizācijas jomā noveduši pie tā, ka uzņēmumu administrācijai ir iespējams jau iepriekš, pirms tehnoloģiskā procesa ieviešanas noteikt to minimālo laika izlietojumu, kas nepieciešams konkrētā darba izpildei un kas nodrošina augsta darba tempa saglabāšanu pietiekami ilgu laiku. Turklāt pilnīgi vai daļēji tiek ignorētas tās tālākās kaitīgās sekas, kuras uz cilvēka organismu atstāj ļoti augstais darba temps.

Analizējot normēšanas principus, var secināt, ka normēšana ir noteikta darba apjoma izpildei nepieciešama laika noteikšana. Ja pieņemam, ka noteikta kravas apjoma piegāde noteiktam patērētājam noteiktajā laikā ir normēšanas uzdevums, tad tas sakrīt ar optimālo pārvadājumu plānošanas uzdevumu, kur optimizācijas kritēriji var būt maršruta pavadītais laiks, braukšanā pavadītais laiks, nobraukums, izmaksas, kraušanā pavadītais laiks un darbietilpība. Visi šie kritēriji ir minimizējami ar normēšanas metošu palīdzību. Normēšana var palīdzēt samazināt nenoteiktību, plānojot autopārvadājumu ilgumu.

Satiksmes intensitātes nenoteiktība neļauj izmantot tradicionālās maršrutu plānošanas optimizācijas metodes, kuras balstās uz ceļa vai izmaksu minimizāciju, pieņemot brauciena ātrumu nemainīgu. Tāpēc, optimizējot brauciena laika faktoru papildus nepieciešams izmantot arī darba normēšanas metodes, sasaistot veikto darbu ar tā izpildes laiku.

3. OPERATĪVĀS PLĀNOŠANAS PILNVEIDOŠANA AUTOTRANSPORTĀ, IEVĒROJOT LAIKA MOMENTUS BRAUKŠANAS UN KRAUŠANAS PROCESOS

Daļai ir 38 lappuses, 21 attēls un 12 tabulas.

Pēc autora pētījumiem, reālos apstākļos tradicionālo maršrutu plānošanas metožu izmantošana pati pa sevi nevar nodrošināt optimālo rezultātu, plānojot piegādes izpildes

periodu izvadāšanas maršrutā, ir nepieciešams pielietot citas metodes vai metožu kombinācijas.

Pilsētas apstākļos bieži ir jārisina šāds *uzdevums*: nepieciešams izvadāt transporta līdzeklī kravas daudzumu Q pa iepriekš noteiktu maršrutu ar n ceļa posmiem, izkraujot norādītos objektos m noteiktu dažādu kravas daudzumu q_j . Visai kravai jābūt izvadātai.

$$\sum_{j=1}^m q_j = Q \quad (3.1.)$$

Modeļa ierobežojumi:

1. Ceļa posmu garums izvēlētajā maršrutā ir zināms, taču braukšanas ātrums katrā posmā i var būt mainīgs atkarībā no diennakts perioda un nedēļas dienas, kurā veicams maršruts;
2. Objektos m izkraujamās kravas daudzums q_i ir mainīgs; mainīga ir arī kraušanas darbietilpība dažādu atšķirīgu kraušanas objektīvo apstākļu rezultātā.
3. Izkraušanas darbus veic autotransporta vadītājs bez palīgmehānismiem.
4. Dotā apkalpošanas reģionā ikdienas operatīvais maršruts var mainīties.

Jānosaka kravas piegādes moments katrā maršruta punktā j , kā arī kopējais maršruta pavadāmais laiks T_m .

$$T_m = \sum_{i=1}^n T_i + \sum_{j=1}^m T_j \quad (3.2.)$$

kur: n – maršrutā ietilpstošo ceļa posmu skaits;

T_i – i -ā posma izbraukšanas laiks;

m – kraušanas punktu skaits maršrutā;

T_j – kraušanas operāciju ilgums j -ajā punktā.

Sekojoši dotajā diennakts periodā:

$$T_m = \sum_{i=1}^n \frac{l_i}{V_i} + \sum_{j=1}^m T_j \quad (3.3.)$$

kur:

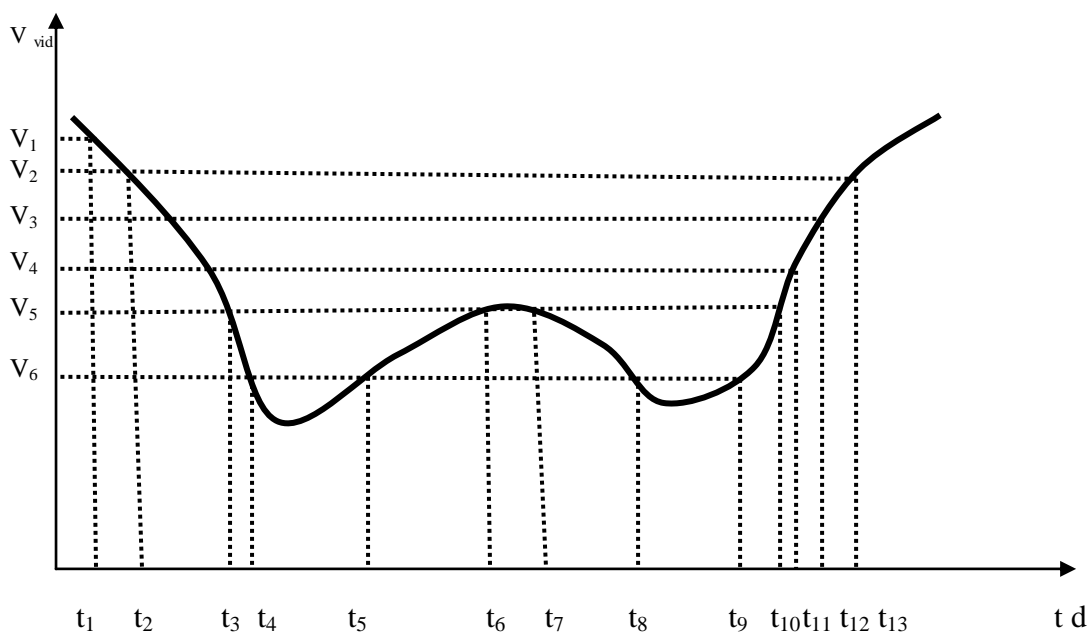
l_i – noteiktā ceļa posma garums;

V_i – braukšanas ātrums.

Lielumi l_i iegūstami no apkalpojamā reģiona ceļa kartes, bet lielumi V_i – no reģionā veiktās braukšanas ātruma izmaiņu datu bāzes dažādos diennakts periodos un dažādās nedēļas dienās atbilstoši maršrutam.

Mikroelementu normēšanas koncepcija braukšanas laika plānošanā

Atkarībā no brauciena izpildes astronomiskā laika to sadala vidējos ātrumos $V_1, V_2, V_3, \dots, V_i \dots V_n$ (skat.3.1. att) ar pieņēmumu, ka atkarībā no maršruta posma vidējais ātrums nemainās.



3.1. att. Vidējais ātrums pilsētās ielās atsevišķos laika momentos.

Apzīmējumi:

t_d – diennakts laika momenti;

V_{vid} – vidējais ātrums.

No 3.1. attēla izriet, ka reālos apstākļos vietējais ātrums pilsētas ielās mainās pēc atsevišķiem laika momentiem. Tā kā šajā situācijā sarežģīti precīzi izplānot piegādes izpildes laiku maršrutā tikai ar tradicionālo metožu palīdzību, jāveic šādas operācijas, pielietojot mikroelementu normēšanas paņēmieni:

- 1) sadalīt satiksmi posmos $V_1 - V_n$ – atkarībā no satiksmes intensitātes izmaiņas specifikas (3.1. att.);
- 2) izveidot „maršruta pasi” visam apkalpojamam reģionam. „Maršruta pasē” iekļauj sākuma punktu (tā var būt uzņēmuma noliktava) un sadales punktus jeb klientus. Viss ceļš, kurš savieno klientus tiek sadalīts pa atsevišķiem posmiem, izmantojot dažādus dalīšanas principus, piemēram, no krustojuma līdz objektam, no objekta līdz objektam u.c.;

- 3) braukšanas laika korekcija atkarībā no braukšanas laika dienā, pieņemot, ka atkarībā no ceļa īpatnībām $V_i = \text{const}$ (skat.3.4. formulu).

$$V_i/l_i = t_i \quad (3.4.)$$

kur:

l_i – ceļa posma distance (tiek ņemta no kartes);

V_i – vidējais ātrums pēc sadalījuma diennaktī.

- 4) izmantojot koriģētos $t_i = V_i/l_i$ datus, pielietot maršrutizācijas tradicionālās metodes maršruta optimizācijai pēc laika, kas pavadīts braucot pa pilsētas ielām. Normēšanas rezultāts: maza darbietilpība, bet uzlabota precizitāte laika plānošanā.

Autors secina, ka pilsētas maršrutu plānošanas procesā svarīgi izpētīt ne tikai ceļa posmus no krustojuma līdz krustojumam bet arī jāapskata laika posmi, kas nepieciešami krustojuma izbraukšanai. Autors izstrādājis neregulējamo krustojumu šķērsošanas laika plānošanas modeli.

a) Taisni pa galveno ielu $\Delta t_{v1}=0$	e) Pagrieziens pa labi no galvenās ielas $\Delta t_{v1}=\dots$	i) Pagrieziens pa kreisi no galvenās ielas $\Delta t_{v1}=\dots$
b) Taisni, šķērsojot galveno ielu $\Delta t_{v2}=\dots$	f) Pagrieziens pa labi izbraucot uz galveno ielu $\Delta t_{v2}=\dots$	j) Pagrieziens pa kreisi izbraucot uz galveno ielu $\Delta t_{v2}=\dots$
c) Taisni, šķērsojot vienādas nozīmes ielu $\Delta t_{v3}=\dots$	g) Pagrieziens pa labi uz vienādas nozīmes ielu $\Delta t_{v3}=\dots$	k) Pagrieziens pa kreisi uz vienādas nozīmes ielu $\Delta t_{v3}=\dots$
d) Taisni, šķērsojot regulējamo krustojumu $\Delta t_{v4}=\dots$	h) Pagrieziens pa labi šķērsojot regulējamo krustojumu $\Delta t_{v4}=\dots$	l) Pagrieziens pa kreisi šķērsojot regulējamo krustojumu $\Delta t_{v4}=\dots$

Apzīmējumi:

Galvenais ceļš;
 Sekundārais ceļš;
 Braukšanas virziens;

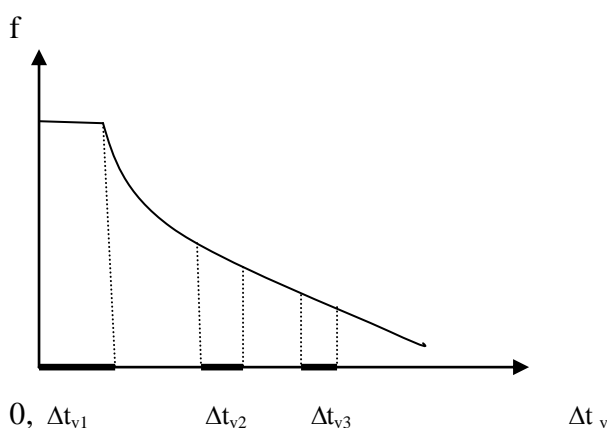
Δt_v – krustojumu šķērsošanas laika izkliede no...līdz...sek.

3.2.att. Regulējamo un neregulējamo krustojumu šķērsošanas laika sadalījums.

No 3.2. att. izriet, ka krustojuma šķērsošanas ilgums ir atkarīgs arī no krustojuma tipa un virziena, uz kuriem brauc automašīna. Arī mainīgas satiksmes intensitāte ietekmē krustojumu izbraidīšanas laiku.

Autors konstatē, ka neregulējama krustojuma pārbraukšanas laiks sastāv no laika, kas nepieciešams situācijas novērtēšanai (pēc zīmēm nosaka krustojuma pārbraukšanas veidu), gaidīšanai līdz momentam, kad var veikt krustojuma pārbraukšanu (citu automobiļu palaišana, kā arī gājēju un riteņbraucēju palaišana) un gaidīšanas automobiļu rindā.

Pēc Δt_v statistikas krustojumu šķērsošanai iegūstām tā sadalījumu vidējā maršrutā (skat.3.3.att)



3.3.att. Krustojumu šķērsošanas laika sadalījums un to grupēšana

kur: Δt_v – krustojumu šķērsošanas laika izkliede no...līdz...sek;

Δt_{v1} – izkliede no...līdz... sek; Δt_{v2} - izkliede no...līdz...sek ; Δt_{v3} - izkliede no...līdz... sek.

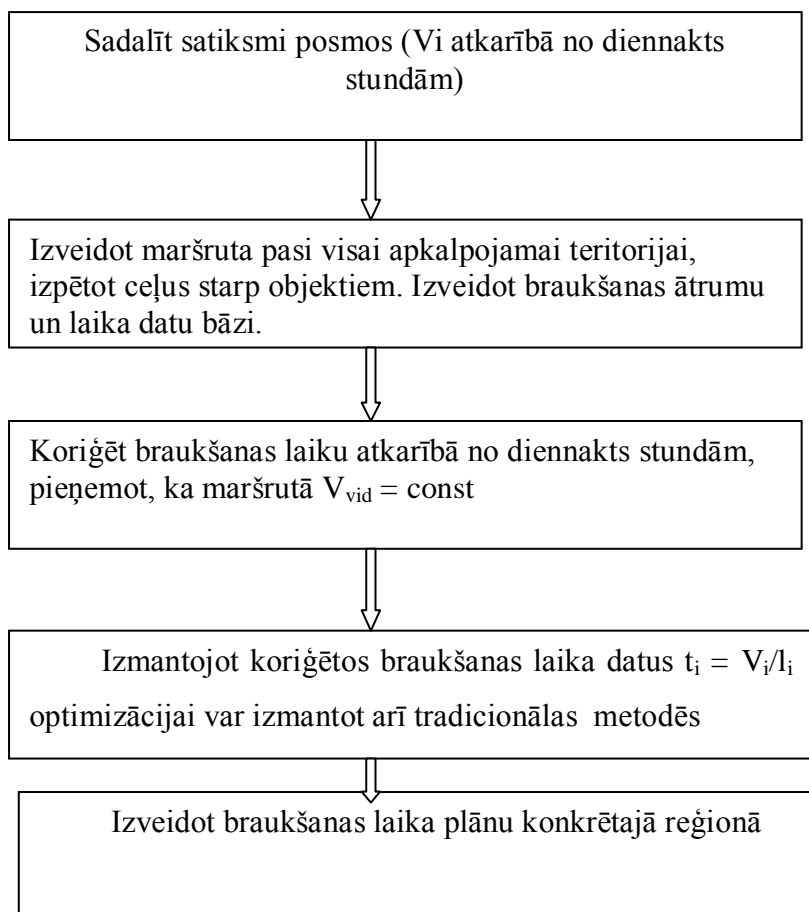
No 3.3.attēla redzams, ka grupu Δt_{v2} un Δt_{v3} izkliede ietver fiziski nepieciešamo laiku vadītājam lai veiktu manevrus (ātrumu pārslēgšana, bremzēšana, stūres pagriešana), vadoties no MTM-2, kā arī varbūtēju gaidīšanas laiku, palaižot gājējus un transporta līdzekļus, kā arī varbūtējo aizturi regulējamā krustojumā (šis jautājums promocijas darbā netiek risināts). Pieņemts, ka virzoties pa galveno ielu taisni braukšanas ātrums nemainās ($\Delta t_{v1} = 0$).

Līdz ar to kopējais braucienā pavadītais laiks starp diviem kraušanas punktiem var būt vienāds ar (3.5. formula):

$$t = \sum L_i/V_i + \sum \Delta t_{vi} \quad (3.5.)$$

Zinot katra ceļa posma distanci, lietderīgi sastādīt arī datu bāzi, kas nosaka braukšanas laiku konkrētajā posmā atkarībā no diennakts stundām.

3.4. attēlā shēmas veidā apkopota informācija par braukšanas laika plānošanu pilsētas apstākļos, pielietojot mikroelementu normēšanas metodi. Šajā shēmā, kā arī promocijas darbā nav detalizēti apskatīts krustojumu šķērsošanas plānošanas jautājums, tikai braukšanas laiks starp krustojumiem, luksoforiem un apkalpošanas objektiem.



3.4.att. Braukšanas laika plānošanas shēma, izmantojot mikroelementu normēšanas paņēmieni.

Izmantojot speciālās datu bāzes var noteikt laiku, kas nepieciešams tā paša maršruta veikšanai citās diennakts stundās, kā arī jebkura cita maršruta (izmantojot noteiktās datu bāzes ceļa pasi) laikus dažādās diennakts stundās.

Autors secina, ka plānojot maršrutus pilsētas apstākļos lietderīgi izmantot mikroelementu paņēmieni, lai samazinātu braukšanas ilguma noteikšanas nenoteiktību. Lai to sasniegtu, apkalpojamās teritorijas ceļus lietderīgi sadalīt vairākos posmos. Posmiem, kur braukšanas ātrums mainās atkarīgā no diennakts stundām un nedēļas dienām var sastādīt gan ātrumu izmaiņu matricu, gan braukšanas ilguma matricu. Ar šo matricu palīdzību var samazināt braukšanas ilguma nenoteiktību, precīzāk plānojot piegādes nosebošanas periodu.

Autora skatījumā pilsētās un citās apdzīvotās vietās lokveida maršrutu plānošanā liela nozīme ir arī iekraušanas un izkraušanas darbiem. Pēc autora novērtējuma, pilsētas lokveida pārvadājumos kraušanas darbu laika īpatsvars bieži aizņem vairāk nekā pusi no kopēja maršruta laika. Stāvēšanas laikā pie veikala vai cita analoga objekta produkcijas izkraušanai vai taras iekraušanai normēšana ar mikroelementu palīdzību, no vienas puses, vienkāršo un unificē normēšanas procesu, bet no otras - tā ir aktuāla, jo tā ir praktiski vienīgā pieejamā normēšanas metode (tiešās hronometrāžas metode ir pārāk darbietilpīga, bet normēšana, izmantojot vidēji - statistiskos normatīvus, ir neprecīza).

Kraušanas laika plānošanas koncepcija ar mikroelementu normēšanas palīdzību

Pēc autora pārlicības, iekraušanas un izkraušanas darbu laika normatīvu nepietiekamā precizitāte sevišķi ietekmē piegādes procesu pārvadājumiem mazās partijās. Jo vairāk optimizē maršrutus, jo vairāk palielinās to punktu skaits, ko var apkalpot maršrutā. Rezultātā vispārzināmo maršrutu matemātisko optimizāciju metožu pielietošana praktiski zaudē jēgu, jo tās nespēj novērtēt vairāk kā 50% no laika, ko automobilis pavada maršrutā.

Izkraušanas laiks pie nelieliem objektiem sastāv no tiešā izkraušanas (iekraušanas) laika, kas atkarīgs no izkraujamās (iekraujamās) kravas daudzuma, attāluma par kādu ar rokām jāpārvieta krava un kravas vienības izkraušanai (iekraušanai) nepieciešamais laiks, pārvietojot pa noteikto attāluma vienību, un citu procesa elementu veikšanas laika, kas nepieciešams, lai veiktu citas darbības, un tas nav tieši atkarīgs no izkraujamās (iekraujamās) produkcijas daudzuma. Šis laiks sastāv no manevra izpildīšanas laika, piebraucot vai aizbraucot, kustības laika manevrējot un laika, kas nepieciešams papildoperāciju izpildei (kravas kastes malas nolaišana, pacelšana).

Vispārīgā veidā automobiļa stāvēšanas laiks pie objekta var tikt aprakstīts sekojošā veidā:

$$T_{izkr} = T' + n_{izkr} * T_{izkr}'' \quad (3.6.)$$

kur:

T_{izkr} - stāvēšanas laiks pie kravas iekraušanas objektā;

T' - mikroelementu summa, kas atkarīga no piebraukšanas apstākļiem pie objektiem – automobiļu kustības laiks, piebraucot konkrētam objektam;

$n_{izkr} * T_{izkr}''$ - izkraušanas, roku darba patēriņš, atkarīgs no kravas daudzuma un viena mikroelementa (attāluma uz kuru jāpārvieta krava no automobiļa līdz pieņemšanas vietai).

Pēc autora pārlicības, tas, ka neeksistē maršrutā pavadītā laika pamatota normēšana, rāda vadītāju neieinteresētību šī laika saīsināšanā, jo nav iespējams veikt materiālo stimulēšanu, neesot precīziem normatīviem.

Lai uzlabotu izkraušanas laika plānošanas procesu ar mikroelementu normēšanas sistēmas palīdzību noteiktā reģionā, ir jāveic sekojošas praktiskas darbības:

1. Iekraušanas – izkraušanas process ir jāsadala kompleksa pamatelementos un to variantos, ņemot vērā pārvadājuma procesa un iekraušanas – izkraušanas procesa īpatnības.
2. Pamatelementu variantu laika novērtēšana, jeb hronometrāža. Lai vienkāršotu šo procesu, variantus sadala darba paņēmienos un tad katram nosaka nepieciešamo laiku tā izpildei.
3. Reālo objektu apsekošana, lai varētu noskaidrot to ārējās pazīmes, pēc kurām arī varēs veikt komplekso pamatelementu un to variantu uzskaiti.
4. Izejot no iegūtās informācijas un pētījumiem, tiek aprēķināts tiešais iekraušanai – izkraušanai nepieciešamais laiks, kā arī laiks, kas nepieciešams citu darbību veikšanai (nav atkarīgs no produkcijas daudzuma).
5. Aprēķina iekraušanai – izkraušanai nepieciešamo laiku, izejot no objektā esošās iekraujamās – izkraujamās kravas daudzuma.

Ievērojot nepieciešamību uzlabot laika normēšanu pie izkraušanas, iekraušanas darbiem pārvadājumu maršrutos, autors izstrādāja metodiku, kas pamatojas uz mikroelementu normatīviem. Viena no izkraušanas procesa specifiskajām pazīmēm pie nelieliem objektiem ir roku darba liels īpatsvars, kas apgrūtina piegādes nosebošanas perioda precīzu plānošanu.

Iekraušanas – izkraušanas procesu raksturo manevrēšanas iespējas objektā, dokumentu noformēšana, un tiešie kravas iekraušanas – izkraušanas apstākļi. Kravas raksturojas ar tās iekraušanas īpatnībām, nepieciešamību to pārskaitīt vai pārsvērt. Tādēļ, izmantojot mikroelementu metodi, plānojot izkraušanas, iekraušanas procesus, var aprēķināt diezgan precīzi kopējo laiku, kas nepieciešams šiem procesiem un, tādējādi, visa pārvadājuma kopējo laiku.

Svarīgi precīzi saplānot kopējo kraušanas darbu ilgumu konkrētajā objektā. Dotajā kraušanas punktā j kopējais kraušanas operāciju ilgums ir vienāds:

$$T_j = \sum_{1}^k T_{brj} + \sum_{1}^k T_r * q_i \quad (3.7.)$$

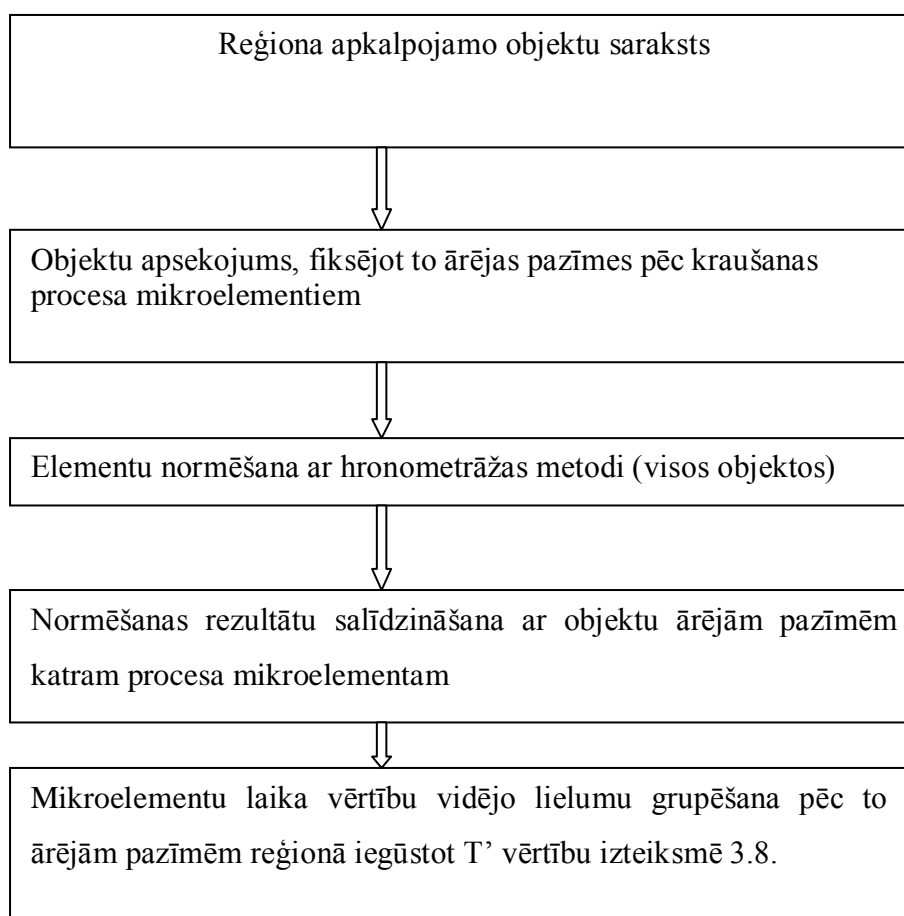
kur:

k – kraušanas procesa sadalījums operācijās;

T_{br} – automobiļa manevrēšanas laiks;

T_r – ar rokām veicamais darba laiks, nogādājot kravu no automobiļa līdz noliktavai.

3.7. formula rāda, ka kopējais kraušanas darbu ilgums dotajā maršrutā pilsētas apstākļos lielā mērā atkarīgs no objektu izvietojuma satiksmes plūsmā, manevrēšanas iespējām un iespējai maksimāli pietuvoties ar automobili kraušanas rampai, tādējādi samazinot ar rokām veicamo pārvietošanas attālumu. Tas nozīmē, ka, atbilstoši mikroelementu normēšanas principiem, kraušanas operācijas punktā jāsadala normatīvās grupās pēc darbietilpības, kas veicama, manevrējot un piebraucot pie kraušanas rampas un darbietilpības, kas veicama ar rokām, sastādot atbilstošu datu bāzi.



3.5.att. Datu bāzes sastādīšanas kārtība apkalpojamā reģiona objektiem.

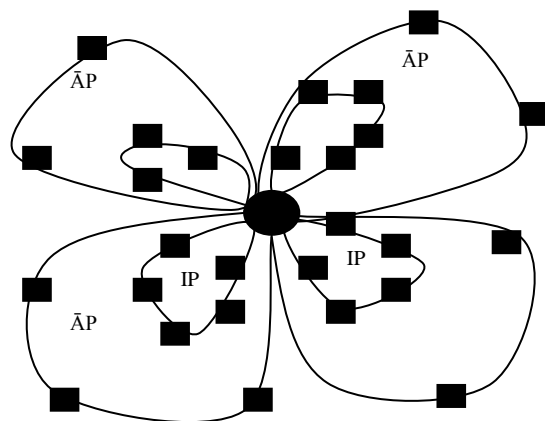
3.5. attēls rāda mikroelementu normēšanas pielietošanas iespējas kraušanas laika plānošanā, regulāri apkalpojot nelielus objektus, piemēram, mazumtirgotājus. Datu bāzes lietošanā nosaka objektu ārējās pazīmes, kā arī elementu skaitu kraušanas procesā; pielietojot mikroelementu normēšanas metodi, nosaka roku darba procesu mikroelementu veikšanas laiku, kā arī objekta apkalpošanas kopējo laiku.

Autors secina, ka, plānojot izkraušanas procesa ilgumu, praktiski mikroelementu normatīvā bāzē maršrutu optimizācija jāpapildina ar laika normēšanu. Normēšanas metodes nodrošina noteikta uzdevuma veikšanu noteiktā laikā – tārad darbietilpības optimizāciju.

Mikroelementu normēšanas metodi lietderīgi izmantot, plānojot kravas izkraušanas ilgumu apkalpojamā reģiona objektiem. Tas ļauj uzlabot maršrutu plānošanas procesu, precīzāk izplānojot piegādes nosebošanas periodu.

Autors konstatē, ka mūsdienās Latvijā pastāv daudz uzņēmējdarbības veidu, kad uzņēmuma (kurš atrodas Rīgā) pamatklienti ir koncentrēti Rīgā (jeb blakus Latvijas galvaspilsētai). Šajā situācijā ir vērts pielietot pašu transporta un komerctransporta kombināciju pēc sekojošā principa (3.6.att.).

Tā, kā pamatklientu lielākā koncentrācija ir tuvu uzņēmumam, bet tālāk klienti tiek izvietoti pa visu Latvijas teritoriju un to koncentrācija nav tik liela (3.6. attēlā var redzēt, ka jo lielāks ir attālums no uzņēmuma, jo mazākā ir klientu koncentrācija), var rīkoties šādi: izveidot „divpilu” maršrutu sistēmu; aprēķināt pašu transporta darbības optimālo rādiusu no bāzes (ražotnes, noliktavas), proti, to robežu, aiz kuras atradošos klientus uzņēmums neapkalpos ar pašu transportu; „iekšējās pīles” klientus (faktiski, klientus, kuri atrodas Rīgā) uzņēmums apkalpos ar pašu transportu, bet „ārējās pīles” klientus apkalpos komerctransporta. Kopumā modelis var izskatīties šādi.



3.6.att. Vairumtirgotāja maršrutu organizēšanas shēma lielpilsētās.

Apzīmējumi:

● vairumtirgotājs lielpilsētā;

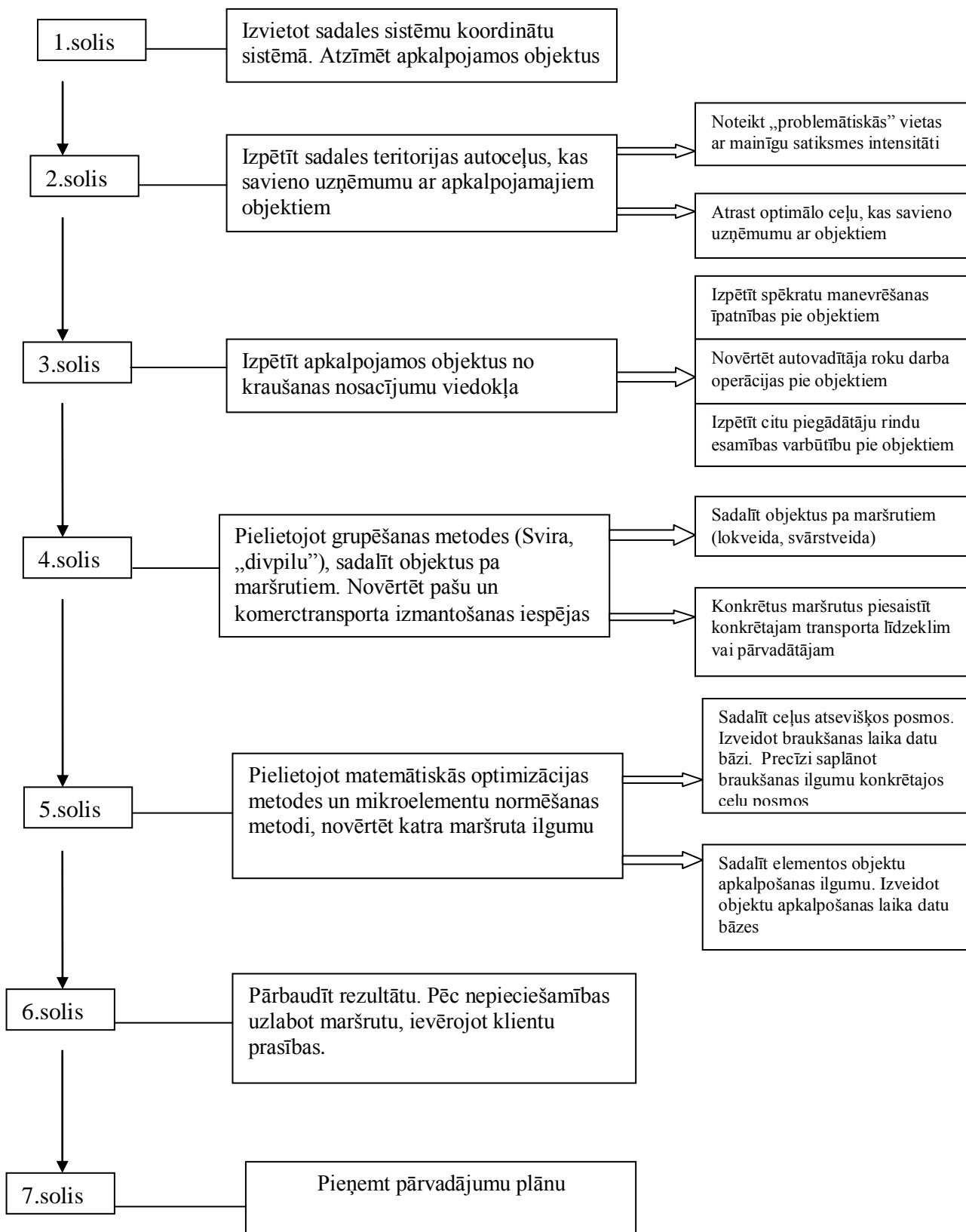
■ klienti (objekti)

IP – “iekšējā” pīle

ĀP – “ārējā” pīle

No 3.6. attēla izriet, ka vairumtirdzniecības uzņēmums var izmantot „divpīļu” sistēmu, plānojot lokveida izvadāšanas maršrūtus, kurus izveido pēc „iekšējās” un „ārējās” pīļu principa. Šim principam ir daudz priekšrocību salīdzinājumā ar situāciju, kad uzņēmums apkalpo klientus tikai ar pašu transportu.

Lai pilnveidotu preču piegāžu maršruta laika plānošanu mūsdienu lielpilsētas apstākļos, lietderīgi izmantot mikroelementu normēšanu kombinācijā ar citām metodēm un paņēmieniem. Vienu no iespējam kombinācijām atspoguļo autora izstrādē- pilsētu maršrutu plānošanas algoritms (skat.3.7. att.).



3.7.att. Pilsētu maršrutu plānošanas uzlabošanas algoritms.

Algoritmā tiek apvienotās braukšanas laika plānošanas, kā arī kraušanas laika plānošanas shēmas. Kā izriet no 3.7. attēla, izmantojot autora pilsētas maršrutu plānošanas algoritmu, ir nepieciešams izpildīt 7 soļus.

Vispirms nepieciešams izpētīt infrastruktūru un apkalpošanas objektus; izanalizēt katra klienta izvietošanas vietu un atrast minimālus attālumus katram klientu pārim, kā arī starp katru klientu un ražotni (noliktavu), ņemot vērā apkalpojamās teritorijas infrastruktūras īpatnības un vispārējo ceļu konfigurāciju. Tad vajag izveidot ceļu pasi un klientu datu bāzi no izkraušanas nosacījumu viedokļa. Pēc tam sagrupēt visus klientus pa mašīnām, kad ir zināms katra klienta pieprasījums un uzņēmuma automašīnu celtspēja un kravnesība.

Optimizējot autopārvadājumu maršrutu plānošanas procesu, matemātiskās metodes var izmantot kombinācijā ar grupēšanas un citām metodēm; mikroelementu metodes pielietošana ļauj sasniegt optimālo rezultātu maršrutu plānošanā reālos apstākļos.

Atšķirībā no tradicionālajām metodēm, laika plānošanas pamatā ņem nevis automašīnas vidējo ātrumu, bet, sadalot infrastruktūru un darba laiku pa posmiem, var izdalīt laika intervālus, kad satiksmes ceļi ir vairāk vai mazāk noslogoti un precīzi novērtēt spēkratu braukšanas laiku konkrētā posma apkalpošanai. Universālā pilsētu maršrutu plānošanas algoritma izmantošana ļauj atvieglot preču piegāžu maršruta laika plānošanu lielpilsētas apstākļos un sasniegt precīzāko rezultātu piegāžu procesā, kā arī kombinēt pašu un komerctransporta izmantošanu. Šo metodoloģiju var izmantot arī maršrutu plānošanas datoru programmas veidošanai, izstrādājot maršrutu optimizācijas IT risinājumus. Produkcijas sadales procesā pilsētās pašu autotransports parasti aizņem centrālo vietu tāda veida pārvadājumos, jo tas ir vienīgais transporta veids, kurš spējīgs nodrošināt klientam piegādi „no durvīm līdz durvīm”.

Autors secina, ka tradicionālās maršrutu plānošanas metodes sniedz atbildes (risinājumus), pieņemot, ka braukšanas ātrums maršrutā ir pastāvīgs, bet nesniedz risinājumu pa atsevišķiem ceļu posmiem. Tāpat nav risinājuma par laika svārstībām kraušanas darbos. Šīs mikroproblēmas risina cita ekonomikas nozare – normēšana. Līdz ar to, ievērojot modernās uzņēmējdarbības prasības un ierobežojumus, loģistikā pielietojamā maršrutu organizācijas metodoloģijā esošās matemātiskās metodes jāapvieno ar racionālām normēšanas metodēm. Piemērotākā normēšanas metode mazu un atšķirīgu laika elementu summēšanai ar pieņemamu precizitāti un pielietošanas darbietilpību ir mikroelementu metode.

Promocijas darbā izstrādāta mikroelementu normēšanas metode satiksmes procesos, pēc autora pārliecības ļaus būtiski pilnveidot plānošanas metodoloģiju, to apvienojot ar tradicionālajām metodēm.

SECINĀJUMI UN PRIEKŠLIKUMI

Promocijas darba izstrādāšanas gaitā ir izdarīti šādi **secinājumi**:

- 1) Transporta attīstība ir radījusi objektīvas satiksmes problēmas pilsētās, un to rašanās iemesls ir straujais transporta līdzekļu skaita pieaugums. Ceļu pārslogotība ir visaktuālākā problēma plānojot brauciena laiku, jo tā ietekmē kopējo pārvadājuma laiku un līdz ar to izmaksas.
- 2) Pārvadājumu efektivitātes kāpināšana ekonomikas globalizācijas apstākļos ir viens no galvenajiem loģistikas attīstības virzieniem. Tā realizējama samazinot kapitāla iesaldēšanas ilgumu preču pārvadāšanas procesā, kā arī veicot piegādes precīzā laika momentā (Just-in-Time delivery). Brauciena ilguma samazināšanu, kā arī piegāžu precizitātes nodrošināšanu autopārvadājumos objektīvi ierobežo satiksmes intensitātes pieaugums, satiksmes ceļu caurlaides atpalcība attiecībā pret satiksmes līdzekļu skaita pieaugumu. Rezultātā satiksmes intensitāte ir mainīgs lielums dažādos ceļa posmos, kā arī dažādos nedēļas un dienas posmos.
- 3) Plānojot starptautiskās piegādes, nepieciešams izvēlēties optimālo transporta veidu vai transporta veidu kombināciju atkarībā no loģistikas sistēmas prioritātēm un optimizācijas kritērijiem konkrētā pārvadājuma ietvaros. Izvēloties optimālo transporta veidu kombināciju loģistikas sistēmā, lietderīgi pielietot kumulatīvu algoritmu, kas ļauj noteikt optimālo maršrutu un labāko transporta veidu kombināciju starptautisko piegāžu organizācijā, samazinot pārvadājuma ilgumu un izmaksas.
- 4) Vietējo piegāžu plānošanas procesā bieži vien konstruē lokveida maršrutus, apvienojot vairākus punktus vienā maršrutā; arī starptautiskos pārvadājumos, veidojot svārstveida maršrutus, svarīgi ir precīzi saplānot kopējo pārvadājumu laiku, kas sastāv no atsevišķiem elementiem, kuri rada mainīgas laika aiztures gan braucot, gan izkraujot preci.
- 5) Analizējot tradicionālās maršrutu plānošanas organizācijas metodes, secināts, ka pastāvot esošai satiksmes nevienmērībai tās nenodrošina piegādes izpildes termiņu kā brauciena ilgumā tā arī kraušanas darbos, normatīvas bāzes trūkumu dēļ. Tāpēc tradicionālās maršrutu plānošanas metodes jāpapildina ar atbilstošām normēšanas metodēm kā brauciena laika, tā arī kraušanas laika izpildes aprēķinos.

- 6) Promocijas darbā izstrādāta metodika, kas koriģējot braukšanas laika izmaiņas ielu posmos dažādos diennakts periodos, kā arī laiku krustojumu šķērsošanai ļauj precizēt faktisko brauciena ilgumu starp apkalpojamiem objektiem maršrutā, kopējo braukšanas laiku maršrutā, kā arī ierašanās laiku konkrētā objektā. Šo metodiku var izmantot arī maršrutu plānošanas datoru programmas veidošanai, izstrādājot maršrutu optimizācijas IT risinājumus
- 7) Mikroelementu metodes pamatā ir analizējamā procesa dalīšana elementos. Maršruta plānošanā transportēšanas process tiek sadalīts tipveida elementos, jo mikroelementu normēšanas metode paredz aprēķināt laiku katrai procesa elementārajai darba kustībai, tādejādi izslēdzot visas liekās kustības.
- 8) Mikroelementu MTM-1 un MTM-2 normatīvu sistēma, sastāv no tabulu krājuma, kas satur elementāru darba kustību izpildes laika normatīvus, lai varētu dotu informāciju viegli un ērti lietot aprēķinos. Mikroelementu normēšanas metodes MTM-1 un MTM-2, pielieto jomās, kur darbietilpības aprēķinos nav iespējams izmantot parastos tehniskās normēšanas paņēmienus un kur darba rezultātos pietiekami liels īpatnējais svars piemīt cilvēka faktoram.
- 9) No analizētajām normēšanas metodēm par prototipu autopārvadājumu normēšanai izvēlēta mikroelementu metodoloģija – pamatā ņemot metodi MTM-3, kas tika izstrādāta rūpnīcas iekšējā transporta vajadzībām, ir racionāla uzbūvē un precīza mērījumos attiecībā pret rūpnīcas transporta prasībām.
- 10) Darbā izveidotā grafika sastādīšanas metodoloģija autopārvadājumu maršrutos ietver:
 - tradicionālo maršrutu aprēķinu, vadoties no apkalpojamo objektu pieprasījuma apjoma un objektu izvietojuma, pielietojot, piemēram, minimālā pieauguma metodi;
 - brauciena ilguma aprēķinu pa ielu posmiem starp apkalpojamiem objektiem, ievērojot vidējā braukšanas ātruma izmaiņas diennakts periodos;
 - kravas izkraušanas laika izmaiņas katrā objektā, atkarībā izkraušanas apstākļiem katrā i-jā objektā un izkraujamās kravas apjoma;
 - maršruta grafika izstrādi.
- 11) Piegādes procesā kopumā iekraušanas – izkraušanas process ir neatņemama un nozīmīga pārvadājumu procesu daļa, līdz ar to iekraušanas un izkraušanas darbu laika aprēķinam nepietiekamā precizitāte sevišķi ietekmē piegādes procesu pārvadājumiem mazās partijās, jo veicot maršrutu optimizēšanu palielinās to punktu skaits, ko var apkalpot maršrutā. Tāpēc uzņēmumam, kas organizē pārvadājumus,

nepieciešams izveidot potenciāli apkalpojamo reģiona objektu izkraušanas procesa normatīvo bāzi.

- 12) Izkraušanas procesu pie nelieliem objektiem iedala sekojošos pamatelementos: kustība manevra laikā; sagatavošanās iekraušanai – izkraušanai un kustībai; vienas kravas tilpuma vienības iekraušana, izkraušana; pārvietošanās apstākļi; kravas dokumentu kārtošana, lai katram pamatelementam atsevišķi varētu aprēķināt laiku un palielinātu normēšanas precizitāti;
- 13) Tiek izdalīti pieci manevru veidi, jo ir iespējama dažāda izkraušanas darba vietas organizācija, dažāda objekta atrašanās vieta attiecībā pret ielu vai ceļu, kā arī dažādi iebraukšanas un izkraušanas apstākļi, un tādēļ tiek lietoti dažādi transporta līdzekļa manevrēšanas veidi;
- 14) Promocijas darbā izstrādāta metodoloģija sarežģīta lokveida maršruta apstākļos, apvienojot eksistējošās maršruta veidošanas metodes ar mikroelementu normēšanas metožu kompleksu gan braukšanas, gan kraušanas laika ilguma aprēķinu precizēšanai un piegāžu „tieši laikā” nodrošināšanai.

Promocijas darba izstrādāšanas gaitā izvirzīti šādi nozīmīgākie **priekšlikumi**:

- 1) Lai kompensētu objektīvu satiksmes nevienmērības ietekmi uz pārvadājumu kvalitāti, Satiksmes Ministrijai jāparedz ne tikai kapitālieguldījumi ceļu kvalitātē, bet arī progresīvu maršrutu aprēķinu metožu pielietošana;
- 2) Lai apmierinātu preču saņēmēju prasības par preču piegāžu laika precizēšanu un izmaksu samazināšanu, preču piegādātājiem jāizmanto pamatotas maršrutu aprēķina metodes, uzlabojot attieksmi pret laika faktora ievērošanu pārvadājumos;
- 3) Palielinot prasības pret pārvadājumu kvalitatīvu izpildi maršrutu veidošanā satiksmes nevienmērības apstākļos, normējot piegādes jāizmanto mikroelementu normēšana, sadalot laika mainīgos elementus atbilstoši izstrādātājam mikroelementu normatīvajai bāzei.
- 4) Normējot lokveida maršrutu lietotājiem, (pārvadātājiem) jāizveido pārvadājuma procesa modelis, tas jāsadala tipveida operācijas un šīm tipveida operācijām jāveido normatīvā bāze.
- 5) Normētajam nepieciešams izvēlēties racionālāko normēšanas metodi braukšanas un kraušanas laika noteikšanai katrā maršruta posmā. Salīdzinot ar vidējām statistiskām un hronometrāžas metodēm, vislietderīgākais ir rūpniecībā

pielietojamais mikroelementu princips. Iekšējos pilsētas pārvadājumos, veidojot loka maršrutus, jāņem vērā ne tikai braukšanas laika izmaiņas ceļu posmos, bet arī izkraušanas laiks pie dažādiem objektiem.

- 6) Pilnveidojot pārvadājumu plānošanas procesu, normētājam jāveic noteiktas darbības: jāastāda ceļa pase, ir jānosaka ar kādu iespējamo vidējo ātrumu var braukt pa iepriekš noteiktajiem posmiem noteiktās diennakts stundās. Lai varētu normēt maršrutu ar mikroelementu metodes palīdzību, ir jāagrupē ceļa posmus atkarībā no noteiktā vidējā pārvietošanās ātruma pa diennakts stundām.