

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Inženierekonomikas fakultāte
Starptautiskās un reģionālās ekonomikas profesora grupa

Liena Ādamsone
(doktor. apl. nr. 911180662)

AUTOMOBILŪ NEGATĪVO IETEKMJU IZMAKSU
NOVĒRTĒŠANAS METODES UN MODEĻI

Nozare: Vadībzinātne
Apakšnozare: Uzņēmējdarbības vadība

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniska vadītājā
M. Šenfelde
Dr.oec. profesore

RTU Izdevniecība
Rīga- 2005

DARBA VISPĀRĒJS RAKSTUROJUMS

Tēmas aktualitāte un tās raksturojums

Transporta loma ar katru gadu palielinās. Automobiļi praktiski ir kļuvuši par saikni starp dažādām tautsaimniecības nozarēm un patērētājiem. Bez tiem gandrīz nav iedomājama mūsu dzīve un tautsaimniecības attīstība. Pieaugot sabiedrības labklājības līmenim un tam apstāklim, ka gandrīz jebkura nodarbinātā persona Latvijā var iegādāties vieglo automobili (kaut vai uz līzīngā noteikumiem), automobiļu izmantošanas intensitāte mūsu valstī pieaug. Tomēr, neskatoties uz ļoti daudzajām automobiļu priekšrocībām un ekonomiskiem labumiem, jāatzīmē to negatīvā ietekme uz cilvēkiem un apkārtējo vidi, kā arī uz sabiedrību kopumā. Galvenās automobiļu negatīvās ietekmes ir gaisa piesārņojums, satiksmes drūzmas (SD), satiksmes sastrēgumi (SS) un ceļu satiksmes negadījumi (CSNg).

Jau 20. gadsimta vidū daudzas vides un veselības problēmas, kas saistītas ar gaisa piesārņojumu, pārsniedza atsevišķu valstu robežas. Automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku problēmu globalizāciju sāka apzināties starpdisciplināro nozaru speciālisti, zinātnieki, valstu vadītāji un ar dažām problēmām sāka nodarboties pat atsevišķas Apvienoto Nāciju Organizācijas (ANO) darba grupas. Pēc Pasaules veselības organizācijas (PVO) datiem Eiropas reģionā vidēji notiek 2 miljoni CSNg ar ievainojumiem, kuros cieš ap 2,5 miljoni cilvēku, bet 120 tūkstoši katru gadu iet bojā.

Sevišķi aktuāla automobiļu negatīvo ietekmju radīto seku problēma ir izveidojusies pēc Latvijas neatkarības atgūšanas, jo valstī ir strauji pieaudzis automobiļu skaits: no 0,3 miljoniem 1990. gadā līdz 0,53 miljoniem 2002. gadā (gandrīz divas reizes). Ja 1990. gadā uz 10 iedzīvotājiem bija viens automobīlis, tad 2002. gadā jau uz 4 cilvēkiem bija viens automobīlis un prognoze rāda, ka 2015. gadā varētu būt uz diviem cilvēkiem viens automobīlis.

Automobiļu tehnisko stāvokli stipri ietekmē tā atrašanās laiks ekspluatācijā (vecums), kas attiecīgi atstāj negatīvu ietekmi arī uz apkārtējo vidi. Jāatzīmē, ka Latvijā 2003.gadā bija salīdzinoši liels veco automobiļu skaits. Tā no 619 tūkstošiem vieglo automobiļu 539 tūkstoši vieglo automobiļu bija vecāki par 11 gadiem. Tas palielina kaitīgo izmešu daudzumu atmosfērā, palielina troksni, paaugstina CSNg iestāšanās varbūtību utt.

Straujais automobiļu pieaugums nav veicinājis ielu, ceļu, tiltu un citu ar transportu saistītu objektu būvniecību. Infrastruktūras attīstība finanšu trūkuma dēļ atpaliek no automobiļu skaita pieauguma tempiem. Autoceļu garums ar cieto segumu kopš 1990. gada nav manāmi mainījies. Uz 2003. gadu valsts autoceļu tīklā uzkrājies laikā neveikto atjaunošanas darbu apjoms

- 337 miljonu Ls apmēra. Infrastruktūras vajās attīstības sekas vērojamas arī Rīgas pilsētā, jo infrastruktūras attīstība finanšu trūkuma dēļ atpaliek no automobiļu skaita pieauguma un to pieaugošā pieprasījuma pēc kvalitatīviem ceļiem. Šāda situācija ir veicinājusi SD un SS nelietderīgi pavadītā laika palielināšanos, laika un ekspluatācijas izmaksu pieaugumu, izmešu daudzuma palielināšanos atmosfērā, veicinājusi iespējamo CSNg riska pieaugumu.

Rīgas ielu tīkla lielākie trūkumi ir izbūvēto maģistrālo ielu fragmentārais raksturs un neatrisinātie Daugavas tiltu pieslēgumi pilsētas ielu tīklam. Transporta infrastruktūras attīstību kavē arī atjaunotie privātīpašumi uz zemi projektētajās ielās. Daudzi regulējamas kustības krustojumi un vienlīmeņa dzelzceļa pārbrauktuves pilsētā ir izsmēlušas savu caurlaides spēju, un līdz ar to transporta organizāciju jau tagad ir nepieciešams plānot vairākos līmeņos.

DARBA MĒRĶIS UN UZDEVUMI

Promocijas darba mērķis ir izstrādāt Latvijas apstākļiem piemērotākos automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanas ekonomiski matemātiskos modeļus un metodes, kuras nepieciešamas satiksmes optimizācijas projektu ekonomiskās efektivitātes izvērtēšanai.

Izvirzītā mērķa sasniegšanai tika noteikti šādi uzdevumi:

- izanalizēt automobiļu skaita dinamikas un infrastruktūras attīstības tendences;
- noteikt autotransporta galvenās negatīvās ietekmes;
- noskaidrot gaisa piesārņojuma izmaksas;
- izpētīt CSNg vispārējās sakarības Latvijā un veikt to salīdzinājumu ar citām valstīm;
- noskaidrot SS veidošanās apstākļus Rīgas pilsētā;
- izpētīt un novērtēt pastāvošās gaisa piesārņojuma un CSNg izmaksu novērtēšanas metodes;
- izpētīt un izvērtēt SS novērtēšanas dažādos aspektus;
- ieteikt iespējamo pasākumu kompleksu, kā samazināt automobiļu negatīvo ietekmju radīto zaudējumu lielumu;
- izstrādāt automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanas matemātisko modeli;
- izveidot SS izmaksu novērtēšanas metodi;
- izstrādāt valsts investīciju cilvēka kapitālā atpelnīšanas laika modeli, saistībā ar iespējamajiem CSNg.

Darba tēmas izvēle

Automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku ievērojamā iedarbība uz vidi, t. sk. uz cilvēkiem un citiem resursiem, kā arī citu valstu rīcība šo negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanā un samazināšanā, kā arī daudzu starptautisku organizāciju darbība šajā jomā radīja priekšnoteikumus šīs tēmas izvēlei. Līdz šim šo negatīvo ietekmju izraisīto seku esamība un to izmaksas Latvijā tika lielā mērā ignorētas.

Pētījuma objekts - automobiļu trīs galvenās negatīvās ietekmes - gaisa piesārņojums, SD un SS, kā arī CSNg.

Pētījuma priekšmets - automobiļu negatīvo ietekmju izraisītās sekas un to izmaksas Latvijā, īpaši Rīgas pilsētas teritorijā, kurā šie blakusefekti ir radījuši visnegatīvāko ietekmi.

PIELIETOTĀS PĒTĪJUMU METODES UN DARBA IEROBEŽOJUMI

Pētījumu metodes

Promocijas darba izstrādāšanā ir izmantotas vispārpieņemtās ekonomikas zinātnes pētījumu kvalitatīvās un kvantitatīvās metodes. Pārsvārā tās ir analīzes un sintēzes metodes, lai izpētītu problēmu elementus un procesu sastāvdaļas, lai pēc tam no tām sintezētu kopsakarības vai formulētu likumsakarības. Zinātniskās indukcijas metodi pielietoju, lai no atsevišķiem faktiem veidotu vispārīgus atzinumus vai noteiktas sakarības. Pētījumā ir analizētas dažādu matemātisko metožu pielietojumu iespējas automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku un to izmaksu noteikšanā. Pētījuma un novērojumu rezultāti izmantoti Latvijas apstākļiem piemērota automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanas matemātiskā modeļa izstrādāšanai, kā arī automobiļu SD un SS izmaksu aprēķinu metodikas uzlabošanai.

Darba ierobežojumi

Šajā pētījumā tiek sīkāk apskatītas tikai trīs galvenās automobiļu negatīvās ietekmes: gaisa piesārņojums no mobilajiem avotiem (netiek apskatīts stacionārais piesārņojums), SD un SS, kā arī CSNg. Eksistē vēl arī citas automobiļu negatīvās ietekmes, kuras darbā sīkāk netiek apskatītas:

fiziskas aktivitātes trūkums, pārvietojoties sēžot pie automobiļu stūres, psihosociālie efekti, troksnis, transporta negadījumi bīstamo kravu pārvadāšanas laikā u.c. Šajā darbā netiek apskatītas arī resursu patēriņa problēmas, transporta pakalpojumu tirgus, dažādu pārvadājumu veidu, tehnisko un ekspluatācijas jautājumu problēmas u.c.

Zinātniskās publikācijas un referāti konferencēs

Autore kopumā ir sagatavojusi 11 publikācijas par dažādām automobiļu negatīvās ietekmes izraisīto seku un to izmaksu problēmām, kā arī uzstājusies 7 starptautiskās zinātniskās konferencēs Latvijā un ārvalstīs.

Publicēti 7 zinātniskie raksti vispārārstītos zinātniskajos izdevumos:

1. Ādamsone L., Šenfelde M. Atsevišķu satiksmes sastrēgumu problēmu iespējamie matemātiskie risinājumi Rīgas pilsētas apstākļos// Tautsaimniecības un izglītības attīstības problēmas mūsdienu periodā. Starptautiskās zinātniski praktiskās konferences zinātniskie raksti. 16.-24. lpp., Rīga, RTU, 2003.
2. Ādamsone L., Šenfelde M. Ceļu satiksmes negadījumu izmaksu noteikšanas iespējamās metodes// RTU zinātniskie raksti. 3.sērija. Ekonomika un uzņēmējdarbība. Tautsaimniecība: teorija un prakse. 4.sējums., 15.-22. lpp., Rīga, RTU, 2001.
3. Ādamsone L., Šenfelde M. Satiksmes sastrēgumu galvenās problēmas un ar to saistītās izmaksas// Inženierekonomikas nozīme uzņēmējdarbības attīstībā. Starptautiskās zinātniski praktiskās konferences zinātniskie raksti. 177.-184. lpp., Rīga, RTU, 2002.
4. Ādamsone L., Šenfelde M. Transporta līdzekļu ietekme uz vidi un tās novērtēšana// Baltijas reģiona valstu integrācijas problēmas ceļā uz Eiropas Savienību. Starptautiska zinātniska konference. 17.-22. lpp., Rēzekne, Rēzeknes augstskola, 2000.
5. Ādamsone L., Šenfelde M. Transportlīdzekļu sertifikācijas ieviešana Latvijā// Rūpniecības attīstība pārejas periodā. Starptautiski zinātniski praktiska konference. 124.-131. lpp., Rīga, RTU, 2000.
6. Ādamsone L., Šenfelde M. Environmental management//21 st century: Expected Realites in Business and Management. Volume 1.,D. Tsenov Academy of Economics Publishing House, p. 84-91. Bulgaria, D. Tsenov Academy, 2001.

7. Ādamsons L., Šenfelde M. The Human Resources Management in the Field of Road Safety// Economics and management -2002. International Conference Proceeding. Vol.1., p. 13-14., Lithuania, Kaunas University of Technology, 2002.

Citas publikācijas:

1. Ādamsons L., Šenfelde M. Autotransporta izmantošanas negatīvo seku novērtējuma nepieciešamība un pielietojums// Inženierekonomika nozīme uzņēmējdarbības attīstībā. Starptautiskā zinātniski praktiskā konference, Rīga, RTU, 2000 - referāta tēzes 39. lpp.
2. Ādamsons L., Šenfelde M. Ekonometrijas pielietojums Rīgas pilsētas atsevišķu transporta problēmu risinājumos// Tautsaimniecības un izglītības attīstības problēmas mūsdienu periodā. Starptautiskā zinātniskā konference, Rīga, RTU, 2002- referāta tēzes 6. lpp.
3. Ādamsons L., Šenfelde M. Satiksmes negadījumi un to iespējamie novēršanas varianti Latvijas apstākļos// RTU 42. starptautiskā zinātniskā konference. Sekcija: Inženierekonomika un tautsaimniecības attīstība, Rīga, RTU, 2001 - referāta tēzes 8. lpp.
4. Ādamsons L., Šenfelde M. Transporta līdzekļu sertifikācija Latvijā - papildus iespējas Latvijas ražotājiem// Rūpniecības attīstība pārejas periodā. Starptautiskā zinātniski praktiskā konference, Rīga, RTU, 2001 - referāta tēzes 48. lpp.

Promocijas darba galveno rezultātu ziņojumi zinātniskajās konferencēs:

1. "Rūpniecības attīstība pārejas periodā", Rīgas Tehniskajā universitātē, 1999. gada 10. decembrī;
2. "Baltijas reģiona valstu integrācijas problēmas ceļā uz Eiropas Savienību", Rēzeknes augstskola, 2000. gada 3. martā;
3. "Inženierekonomikas nozīme uzņēmējdarbības attīstībā", Rīgas Tehniskajā universitātē, 2000. gada 24. novembrī;
4. "Ekonomika un uzņēmējdarbība", Rīgas Tehniskajā universitātē, 2001. gada 12. oktobrī;
5. "Tautsaimniecības un izglītības attīstības problēmas mūsdienu periodā", Rīgas Tehniskajā universitātē, 2002. gada 17. maijā;
6. "XX -vi век: очаквани реалности в бизнеса и менеджмента". Юбилейна международна конференция. Стопанская Академия "д.А. ценов", Свицов, Болгария, 26 октябрия 2001года;
7. "Теория и практика управлений организацией". Международнае научно практическае конференция. Киев: Киевский Технический университет. 24 мая 2001 года;

No 2003. gada autore sadarbojas ar Šveices Geberta Rufa fondu Swiss Baltic Net programmas ietvaros, ieviešot mācību procesā lietišķo spēli "Ecosys", kurā arī tiek aprobēti promocijas darbā veiktie pētījumi.

Pētījumu teorētiskais pamatojums

Līdz šim automobiļu negatīvo blakusefektu (externalities) esamība transportā Latvijā bija diezgan lielā mērā ignorēta. No vienas puses, tas varētu būt saistīts ar to, ka sabiedriskās labklājības teorija apskata sabiedrības vispārējo labklājību un novērtē sabiedrības labklājības izmaiņas. No otras puses, tie var būt saistīti ar nepieciešamību pēc jauna, Latvijas apstākļiem piemērota, automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku aprēķinu modeļa, ar kura palīdzību varētu monetārā izteiksmē aprēķināt automobiļu radītos negatīvos blakusefektus, kuri nav ietverti tirgus cenās. Pie galvenajiem automobiļu negatīvajiem blakusefektiem var pieskaitīt CSNg, apkārtējo gaisa piesārņojumu no mobilajiem izmešiem un satiksmes sastrēgumus. Izmantojot Kouza teorēmu, var aprēķināt negatīvo blakusefektu radītās izmaksas trešajām personām jeb sabiedrībai kopumā.

Bez tam pētījumā izmantoti ārvalstīs un Latvijā pazīstamāko zinātnieku V.Bisi, C.Naša, G.F. Nuela, N.Sprancmaņa u.c pētījumu rezultāti.

ZINĀTNISKĀS NOVITĀTES UN GALVENIE REZULTĀTI

Promocijas darba zinātniskās novitātes

Pirmo reizi Latvijas apstākļos ir veikts pētījums par automobiļu negatīvo ietekmju izraisītajām sekām un to izmaksām, t.sk. ir izstrādāts:

- automobiļu negatīvo blakusefektu radīto seku novērtēšanas matemātiskais modelis;
- metodika un radīta jauna formula, ar kuru vispārējā veidā var aprēķināt automobiļu SD un SS radītās izmaksas;
- lineārās regresijas vienādojumi SS radīto izmaksu aprēķināšanai;
- automobiļu SD un SS radīto izmaksu matricas;
- investīciju cilvēku kapitālā atpelnīšanas laika modelis saistībā ar iespējamajiem CSNg;
- automobiļu skaita samazināšanās prognoze Rīgas pilsētas centra zonā, sakarā ar "Park and ride" sistēmas ieviešanu;

- metodika satiksmes sastrēgumu skaita modelēšanas veikšanai;
- veikta alternatīvu automobiļu skaita samazināšanas projektu (Rīgas centrā) salīdzināšana, izmantojot izmaksu un ieguvumu analīzi.

Darba praktiskais pielietojums

Promocijas darba rezultātu praktiskais pielietojums ir šāds:

- 1) pētījumu rezultāti tiek iekļauti autores vadītajos lekcijuursos Rīgas Tehniskajā universitātē (Tirgus ekonomikas problēmas un nepilnības);
- 2) diplomprojektu, kursa darbu un zinātniski pētniecisko darbu vadīšanā Rīgas Tehniskās universitātes studentiem;
- 3) ar pētījumu rezultātiem ir iepazīstināti zinātnieki un uzņēmēji Latvijā, Lietuvā, Ukrainā un Bulgārijā, par ko liecina publicētie materiāli zinātniskos un praktiskos izdevumos;
- 4) pētījumu rezultāti ir aprobēti Latvijas investīciju un attīstības aģentūrā (skat. promocijas darba 16. pielikumu);
- 5) par pētījumu rezultātiem ir ziņots starptautiskajās konferencēs Latvijā, Ukrainā un Bulgārijā.

Darba struktūra un apjoms

Promocijas darbs sastāv no 3 nodaļām. Tā kopējais apjoms ir 173 datorsalikuma lappuses, neskaitot pielikumus. Darbā ir iekļautas 65 tabulas, 43 attēli, 49 formulas un 15 pielikumi, kas paskaidro un ilustrē pētījuma saturu.

Promocijas darbam ir šāda struktūra:

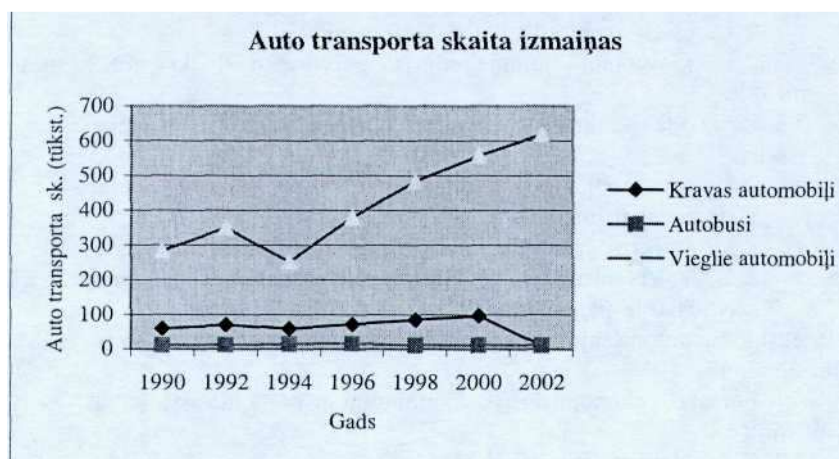
- Ievads 1. Automobiļu negatīvo blakusefektu sekas
 - 1.1. Automobiļu skaita dinamika un transporta infrastruktūras attīstība Latvijā
 - 1.2. Automobiļu negatīvās pastarpinātās iedarbības sekas
 - 1.2.1. Satiksmes drūzmu (SD) un satiksmes sastrēgumu (SS) problēmas Rīgas pilsētā
 - 1.2.2. Ceļu satiksmes negadījumu (CSNg) izvērtējums
 - 1.3. Automobiļu negatīvā tiešā ietekme
 - 1.3.1. Automobiļu radītais gaisa piesārņojums
 - 1.3.2. Automobiļu ietekme uz vidi
 - 1.3.3. Gaisa piesārņojuma ietekme uz cilvēku veselību
 - 1.3.4. Gaisa piesārņojums Rīgas pilsētā
- 2. Automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanas metodes un modeļi

- 2.1. Pasaule biežāk izmantojamo automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanas metožu analīze
 - 2.1.1. Satiksmes plūsmas dažādu parametru prognozēšanas metodes
 - 2.1.2. CSNg izmaksu noteikšanas metodes
 - 2.1.3. Gaisa piesārņojuma radīto negatīvo seku izmaksu noteikšanas metodes
- 2.2. Piedāvātās automobiļu negatīvo ietekmju novērtēšanas metodes un modeļi
 - 2.2.1. Automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanas matemātiskais modelis
 - 2.2.2. Satiksmes sastrēgumu izmaksu novērtēšanas metodes
 - 2.2.3. Valsts investīciju cilvēka kapitālā atpelnīšanas laika modelis saistībā ar iespējamajiem CSNg
- 3. Priekšlikumi automobiļu negatīvo ietekmju radīto seku novēršanā vai to samazināšanā
 - 3.1. Finanšiāli ekonomiskie pasākumi un transporta infrastruktūras attīstība
 - 3.2. Organizatoriskie un tehniskie pasākumi
 - 3.2.1. Automobiļu skaita samazināšanās prognozēšana Rīgas pilsētas centra zonā sakarā ar "Park and ride" sistēmas ieviešanu
 - 3.2.2. Satiksmes sastrēgumu skaita modelēšana
 - 3.3. Alternatīvu projektu salīdzināšana, izmantojot izmaksu un ieguvumu analīzi
 - 3.3.1. Alternatīvu projektu risinājumi
 - 3.3.2. Alternatīvu risinājumu salīdzinājums

Darbs izpildīts Rīgas Tehniskās universitātes Inženierekonomikas fakultātē, Starptautiskās un reģionālās ekonomikas profesora grupā atbilstoši likuma "Par zinātnisko darbību" prasībām, ievērojot 1999. gada 6. aprīlī izdotos Ministru kabineta noteikumus Nr. 134 un grozījumus 2004. gada 31. augustā, kā arī ņemot vērā Latvijas Zinātniskās padomes prasības un Rīgas Tehniskās universitātes Senāta lēmumus.

Pirmajā nodaļā tiek veikta automobiļu negatīvo blakusefektu problēmu analīze. Tiek analizēts automobiļu skaita pieaugums atsevišķos Latvijas reģionos, aprēķināts to sadalījums pēc kalpošanas ilguma un degvielas veida, kas ietekmē gaisa piesārņojumu. Ir noskaidrota automobiļu izplūdes gāzu atsevišķo sastāvdaļu un to daudzuma negatīvā ietekme uz vidi, tai skaitā uz cilvēku veselību, kā arī uz klimatu. Tādā veidā nosakot automobiļu negatīvo ietekmju radīto seku izmaksas, ir secināts, ka auto

transporta infrastruktūras attīstība atpaliek no automobiļu skaita pieauguma tempiem.



1.att.Auto transporta skaita dinamika.

Tas negatīvi ietekmē, sevišķi Rīgas pilsētā, automobiļu un sabiedriskā transporta (autobusu, trolejbusu un mikroautobusu) kustības ātrumu, veidojot SD un SS un palielina šo automobiļu negatīvo ietekmju izmaksas. Tiek analizētas ceļu satiksmes negadījumu problēmas un to izmaksas Rīgā. Apskatītas satiksmes drošības problēmas Latvijā, salīdzinot ar citām Eiropas valstīm.

Otrā nodaļa praktiski sastāv no divām daļām. Pirmajā daļā ir apkopotas galvenās pasaulē pazīstamu zinātnieku un transporta speciālistu izstrādātās metodes, ar kuru palīdzību var precīzāk un ērtāk noteikt gaisa piesārņojuma, SD un SS, kā arī CSNg radīto seku izmaksas. Ir veikta dažādu metožu salīdzināšana. Analizētas ir to priekšrocības un trūkumi. Otrajā daļā ir izveidots "Automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanas matemātiskais modelis". Šajā matemātiskajā modelī ekonomiskās sakarības tiek izteiktas ar mērķa funkcijas palīdzību. Lai atvieglotu modeļa pielietošanu, tiek izveidotas mērķa apakš funkcijas, kuras katru atsevišķi var aprēķināt un tad ievietot kopējā mērķa funkcijā. Tā kā Latvijā trūkst piemērota SS un SD laika izmaksu aprēķināšanas modeļa, tad tika veikts pētījums un izstrādāts SS laika izmaksu aprēķināšanas modelis. No jauna izveidoti faktori, kuri ietekmē funkciju un modeli. Uz pētījuma bāzes tiek izstrādāta vispārējā veidā izteikta SS laika izmaksu aprēķināšanas formula un izveidota kopējo SD un SS izmaksu formula. Lai vienkāršotu un radītu ērti

pielietojamu vienādojumu, tika izveidoti lineārās regresijas vienādojumi, ar kuru palīdzību var ātri iegūt rezultātus. Ir izstrādātas trīs dažādas ekonometriskas matricas atkarībā no SS ilguma. Izmantojot matricas var nekavējoši iegūt informāciju par SS laika izmaksu lielumu.

Ir izveidots cilvēku kapitāla atpelnīšanas laika modelis saistībā ar iespējamajiem CSNg. Ar šī modeļa palīdzību var aprēķināt gadu - "n", kad investīcijas cilvēka kapitālā ir atpelnītas. Modeļa ietvaros CSNg iestāšanās gadījumā, tiek apskatīti divi gadījumi: 1) ja persona ir aizgājusi bojā CSNg pirms šī gada "n", tad valsts ne tikai cieš zaudējumus, bet arī nav atpelnījusi savas investīcijas; 2) ja persona ir aizgājusi bojā CSNg pēc šī gada "n", tad valsts ieguldītās investīcijas ir atpelnījusi, bet ir atlikuši zaudējumi, kuri saistīti ar CSNg upura paredzētās, bet nesaražotās produkcijas vērtību (parasti aprēķinos izmanto darba algu).

Trešajā nodaļā iekļauti automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku samazināšanas vai novēršanas pasākumi. Piemēram, tiek prognozēts automobiļu skaita iespējamais samazinājums Rīgas centra daļā, ieviešot "Park and ride" sistēmu. Ir veikta SS skaita modelēšana Rīgas apstākļos, ņemot vērā statistisko materiālu par Kr. Barona ielu. Bez tam tiek piedāvāti konkrēti organizatoriskie, finansiāli-ekonomiskie un politiskie pasākumi automobiļu kaitīgās ietekmes samazināšanā. Lai novērtētu atsevišķu izstrādāto metožu un modeļu efektivitāti, ir veikta iegūto datu aprobācija, kā arī to izmaksu un ieguvumu analīze. Tiek novērtēti trīs dažādi alternatīvi projekti, pēc kuru ieviešanas būtu iespējams samazināt automobiļu skaitu, kā arī to kaitīgās ietekmes Rīgas centrā:

1. atsevišķu administratīvo ēku, biroju un mācību iestāžu darbinieku (skolēnu, studentu) izvietošana darba veikšanai un mācību priekšmetu apguvei ārpus Rīgas centra zonas citās jaunās vai piemēroti pārbūvētās ēkās;
2. sešu autostāvvietu izbūve ārpus Rīgas pilsētas centra zonas vai "Park and ride" sistēmas ieviešana, izbūvējot trīs autostāvvietas;
3. Ziemeļu šķērsojuma izbūve.

Pirmais projekts. Tiek izvērtēta situācija, ja administratīvā kārtā tiek samazināts strādājošo ierēdņu, skolēnu, studentu skaits Rīgas centrā, pārvietojot mācību (darba) telpas ārpus Rīgas centra - jaunās vai piemēroti pārbūvētās darba telpās. Šāda mērķa izpildei tiek piedāvāti trīs risinājumu virzieni: 1) Rīgas Domes (RD) atsevišķu departamentu darbinieku pārvietošana; 2) atsevišķu mācību iestāžu vai to apakšstruktūru mācību procesu organizēšana ārpus Rīgas centra zonas; 3) atsevišķu ministriju (vai

citu resoru) ierēdņu, kuri saistīti ar iedzīvotāju vai citu uzņēmumu, iestāžu, organizāciju apkalpošanu, izvietošana ārpus Rīgas centra zonas.

Otrais projekts. Lai samazinātu iedzīvotāju skaitu, kuri pārvietojas ielās ar vieglajiem automobiļiem un kuros parasti ir tikai viens vai divi braucēji un veicinātu viņu pārsēšanos sabiedriskajā transportā, kā rezultātā centrā samazinātos ievērojams skaits vieglo automobiļu, būtu vēlams izbūvēt ērtas un autobraucējiem ekonomiski izdevīgas autostāvvietas pirms pilsētas centra zonas, tai skaitā pirms tiltiem. Tas nepieciešams tāpēc, ka lielākā SD rīta un vakara maksimuma stundās veidojas galvenokārt uz tiltiem. Ņemot vērā energoresursu cenas, inflāciju un citu faktoru ietekmi, nevar izslēgt gadījumu, kad līdzekļi jauno autostāvvietu izbūvei nepietiek un iespējams izbūvēt tikai trīs no paredzētajām sešām autostāvvietām. Tādā gadījumā tās nepieciešams izbūvēt Rīgā ienākošo dzelzceļa līniju tuvumā (no Jūrmalas, Jelgavas, Daugavpils, Valmieras). Tādā gadījumā izveidojas divi projekta realizācijas ceļi: a) sešu autostāvvietu izbūve un b) trīs autostāvvietu izbūve.

Trešais projekts. Izbūvējot Ziemeļu šķērsojumu pāri Daugavai Spilves ielas un Bukultu ielas rajonā, tiktu būtiski samazināta automobiļu SD un SS uz Vanšu, Akmens un Salu tiltiem.

Tika veikti attiecīgi aprēķini un šo projektu salīdzināšana, izmantojot izmaksu un ieguvumu analīzi. Šie rezultāti apkopoti 1. tabulā.

1.tabula

Alternatīvu robežieguvumu un robežizmaksu salīdzināšana

Proj. Nr.	Sabiedrības ieguvums		Projektu izmaksas	
	Ieguvumi Ls/gadā	MB, Ls	Izmaksas TC, Ls/gadā	MC, Ls
0	0		0	
		5 840 012		5 800 000
1	5 840 012		5 800 000	
		2 414 688		2 545 000
2 (a)	8 254 700		8 254 000	
		5 932 744		6 254 000
2 (b)	14 187 444		14 508 000	
		-9 411 897		27 492 000
3	4 775 547		42 000 000	

Tabulas apzīmējumi:

kur: TC - kopējās izmaksas;
MC - robežizmaksas;

MB - robežieguvumi.

Saskaņā ar dažiem ekonomikas likumiem un izmaksu un ieguvuma analīzes (Cost - Benefit Analysis) pieeju, reālā pieņemamā alternatīva jāizvēlas tad, kad robežizmaksas (MC) ir vienādas (vai arī tuvas) ar robežieguvumu (MB) t.i, kad $MC=MB$. Šādam stāvoklim atbilst 1.projekts (jeb pāreja no 0. uz 1. projektu) par atsevišķo administratīvo ēku, biroju un mācību iestāžu darbinieku (skolēnu, studentu) izvietojumu darba veikšanai un mācību priekšmetu apguvei ārpus Rīgas centra zonas citās jaunās vai piemēroti pārbūvētās ēkās. Tas nozīmē, ka ieviešot šo alternatīvu, tiks sasniegts līdzsvars starp pasažieru vajadzībām un sabiedrības (valsts, pašvaldības) ieguldījumu šo prasību apmierināšanā, kas atbilst reālajam pakalpojumu kvalitātes līmenim. Sešu autostāvvietu izbūves projektā (2.b) $MC>MB$. Šī projekta ietvaros, lai atrastu jaunu līdzsvaru, ir apskatīta "Park and ride" sistēmas ieviešana ar trīs autostāvvietu izbūvi (2.a). Salīdzinot robežieguvumus ar robežizmaksām, redzams, ka $MC>MB$. Trešā alternatīva ir salīdzinoši dārgs projekts, tomēr neskatoties uz to, tas sabiedrībai ļoti nepieciešams.

Pirmajā un otrajā projektā izstrādātie nosacījumi rada priekšnoteikumus, kuri nodrošina autovadītājiem reālas iespējas izvēlēties sabiedrisko transportu, lai nepieciešamības gadījumā varētu nokļūt pilsētas centrā, savus automobiļus atstājot ārpus pilsētas centra zonas.

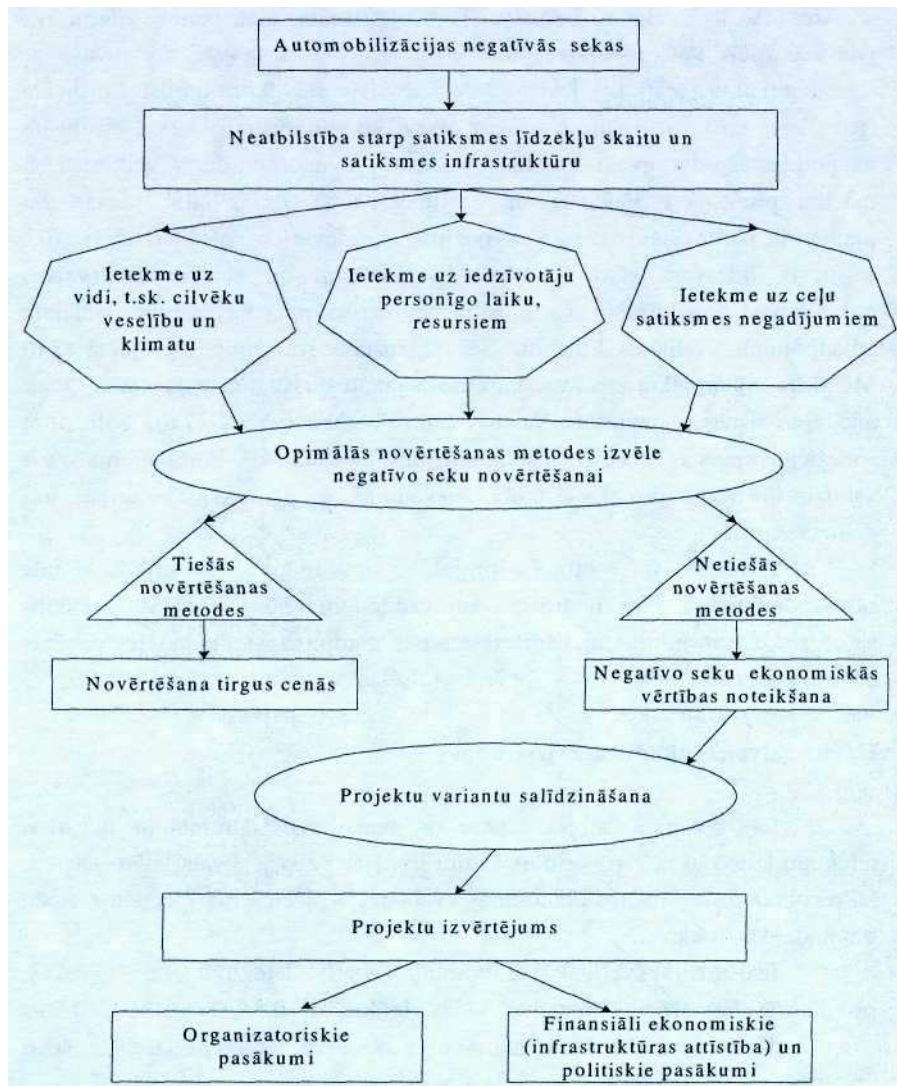
Darba galvenās zinātniskās izstrādes

Lai novērstu subjektīvismu un padziļinātu automobiļu negatīvo ietekmju izmaksu novērtēšanu un radītu iespējas veikt to kvantitatīvo analīzi, kā rezultātā paaugstinātos plānošanas kvalitāte, nepieciešama speciālu metožu un modeļu izstrāde.

Izanalizējot svarīgākās automobiļu negatīvo ietekmju izraisītās sekas, pēc autores domām, tika pieņemtas šādas vērtības: $\alpha_1=0,35$, $\alpha_2=0,15$, $\alpha_3=0,50$.

Tiek piedāvāta šāda automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanas un regulēšanas modeļa blokshēma:

**Automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku
novērtēšanas matemātiskais modeļa blokshēma**



2.att. Automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku
novērtēšanas matemātiskais modeļa blokshēma.

Autore automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanai un regulēšanai piedāvā sekojošu modeļa matemātisko risinājumu:

$$Z = \alpha_1 z_1 + \alpha_2 z_2 + \alpha_3 z_3 = \alpha_1 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{1,ij} \cdot x_{1,ij} + \alpha_2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{2,ij} \cdot x_{2,ij} + \alpha_3 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{3,ij} \cdot x_{3,ij}, \quad (1)$$

kur: Z – mērķa funkcija, kuras uzdevums minimizēt automobiļu negatīvo blakusefektu izmaksas;

z_1 – gaisa piesārņojuma nosacītās izmaksas;

z_2 – satiksmes drūzmas un sastrēgumu nosacītās izmaksas;

z_3 – CSNg nosacītās izmaksas;

$c_{1,ij}$ – automobiļu radītā gaisa piesārņojuma nosacītās izmaksas;

$x_{1,ij}$ – automobiļu skaits (vienības);

$c_{2,ij}$ – SS vai SD nosacītās izmaksas (Ls);

$x_{2,ij}$ – automobiļu skaits, kuri iekļuvuši SS vai SD (vienības);

$c_{3,ij}$ – CSNg nosacītās izmaksas (Ls);

$x_{3,ij}$ – automobiļu skaits, kuri cietuši CSNg (vienības).

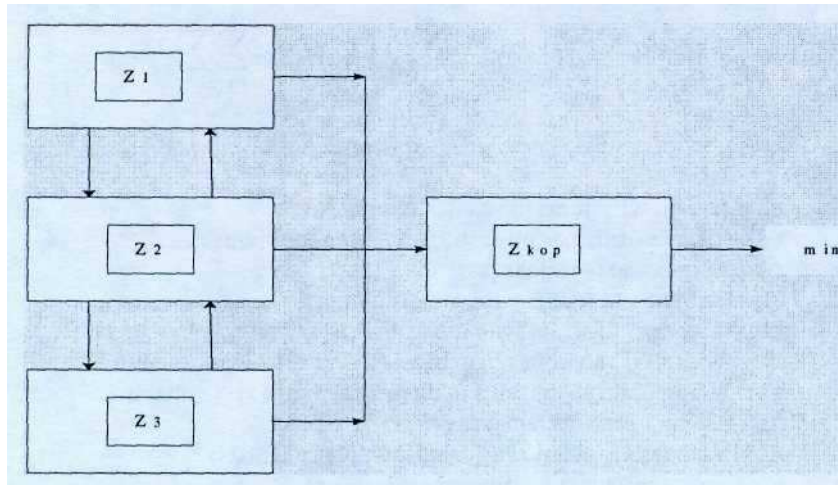
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – svarīguma koeficients.

Gaisa piesārņojums α_1 un tā ietekme uz vidi un cilvēku veselību ir ar augstāku prioritāti salīdzinājumā ar SD un SS, bet ar zemāku svarīgumu nekā CSNg. Gaisa piesārņojumu ietekmē automobiļu vecums, katalizatoru esamība automobilī, to tehniskais stāvoklis, degvielas veids un kvalitāte, autovadītāju kvalifikācija u.c.

Novērtējot CSNg svarīguma koeficientu (α_3) ir jāvērs uzmanība uz šādiem galvenajiem faktoriem: dzīvības cena, ja iznākums ir letāls, negadījuma novēršanas izdevumiem un negadījuma smaguma līmeni. Dzīvības cenu parasti ir ļoti sarežģīti noteikt un to skar arī jautājums - cik tas ir ētiski noteikt tieši tādu vai citu konkrētu vērtību. Attīstoties Ekonomikas teorijai, bija un ir iespējams un nepieciešams noteikt dzīvības cenu. Tā ir atkarīga arī no sabiedrības sociāli ekonomiskā līmeņa, tiesiskās bāzes u.c. Kā pierāda dažādu valstu vēsture, dzīvības cena var būt ļoti atšķirīga. Cilvēka dzīvības glābšanas izdevumi arī ir saistīti ar to, cik liels pēc mēroga ir glābšanas pasākums. Palielinoties glābšanas pasākuma mērogiem, pieaug arī šo pasākumu izmaksas.

SD un SS svarīguma koeficients (α_2) ir tieši saistīts ar pieprasījumu pēc ceļa platības un esošo infrastruktūras piedāvājumu. Īpatnība ir tāda, ka ieguldot investīcijas un uzlabojot infrastruktūras piedāvājumu un kvalitāti, pieaug arī pieprasījums. Jāatzīmē, ka pieprasījums nav bezgalīgs. Infrastruktūras attīstība sniedz dažādus labumus transporta sistēmas lietotājiem.

Formulas katrs tas saskaitāmais ir saistīts un atkarīgs no pārējiem. Līdz ar to mērķu apakš funkcijas z_1 , z_2 un z_3 ir savstarpēji saistītas.

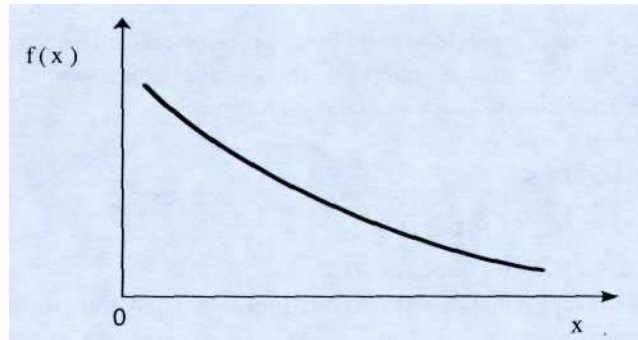


3.att. Mērķa funkcijas lomas un apakš mērķa funkciju savstarpējo sakarību attēlojums.

Šis modelis sniedz automobiļu negatīvās ietekmes vienkāršotu aprakstu. Sarežģītākās parādības - automobiļu negatīvo blakusefektu izmaksu aprēķināšanas vienkāršošana ar modeļu palīdzību ļauj analizēt procesu ar zinātniskām metodēm.

CSNg un gaisa piesārņojuma izraisīto seku izmaksas Latvijā tiek rēķinātas un šīs mērķa apakš funkcijas ir iespējams noteikt. Toties SD un SS izmaksas līdz šim netika rēķinātas. Lai novērtētu mērķa apakš funkcijas z_2 rādītāju - SD un SS izmaksas, bija nepieciešams izstrādāt jaunu, Rīgas pilsētas apstākļiem pielāgotu, metodiku.

Pētījumu veica uz Kr Barona ielas un Blaumaņa ielas krustojuma Rīgā. Tika reģistrēti automobiļu un tramvaju piebraukšanas un krustojuma šķērsošanas laiki. Šie empīriskie dati tika iegūti, veicot uz ielas mērījumus divās dažādās dienās - rīta un vakara maksimuma stundās. Empīriskie dati tika sagrupēti 10 klasēs. Apstrādājot datus, sastādot histogrammu, un, izlīdzinot empīriskos datus ar līkni, tika izvirzīta hipotēze par gadījuma lieluma atbilstību eksponenciālajam sadalījumam.



4.att. Teorētiska eksponencialā sadalījuma līkne.

Lai pārliecinātos par empīriskā sadalījuma atbilstību teorētiskajam, viens no veidiem ir grafiskā salīdzināšana t.i. ģeometriski aplūko abu sadalījumu līkņu līdzību. Abu līkņu sakrišanas pakāpe raksturo sadalījumu atbilstību.

Precīzākai empīriskā un teorētiskā sadalījuma atbilstības raksturošanai tika izmantots Pirsona χ^2 - kvadrāta hipotēžu pārbaudes χ^2 kritērijs.

Tika izvirzītas divas hipotēzes:

- 1) empīriskais sadalījums atbilst teorētiskajam sadalījumam ($H_0: n_i = \bar{n}_i$);
- 2) empīriskais sadalījums **neatbilst** teorētiskajam sadalījumam ($H_0: n_i \neq \bar{n}_i$)

kur n_i - empīriskā sadalījuma i-tā intervāla biežums ;

\bar{n}_j - teorētiskā sadalījuma i-tā intervāla biežums [3,93].

Lai varētu salīdzināt χ^2 faktisko ar teorētisko, ir jāaprēķina χ^2 fakt. pēc formulas:

$$\chi^2_{\text{fakt.}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - \bar{n}_j)^2}{\bar{n}_j}, \quad (2)$$

empīriskā sadalījuma i-tā intervāla biežums n_i ir reģistrēts, bet teorētiskā sadalījuma i-tā intervāla biežums \bar{n}_j ir nezināms. To var aprēķināt izmantojot formulu:

$$\bar{n}_j = P_i \cdot N, \quad (3)$$

kur: P_i - varbūtība, ka eksponenciāli sadalīta gadījuma lieluma t vērtība atrodas intervālā $[t_1; t_2]$ jeb $P(t_1 < t < t_2) = F(t_2) - F(t_1)$ [13,456].

$F(t_i)$ - varbūtību sadalījuma funkcija;

N - kopējais novērojumu skaits.

Lai varētu aprēķināt varbūtību, ka eksponenciali sadalīta gadījuma lieluma t vērtība atrodas intervālā $[t_1; t_2]$, tika izmantota eksponenciālā sadalījuma varbūtību sadalījuma funkcijas formula:

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{jā } x < 0; \\ 1 - \lambda e^{-\lambda x}, & \text{jā } x \geq 0 \end{cases} \quad (4)$$

un sakarība, ka $P(t_1 < t < t_2) = F(t_2) - F(t_1)$

Varbūtība tiek aprēķināta ar MS Excell funkcijas palīdzību (sk. 2. tabulas 1. kolonnu).

2.tabula

1. kolonna	2. kolonna	3. kolonna	4. kolonna	5. kolonna
Varbūtība $P(t_1 < t < t_2)$	$f(x) \cdot 10 \text{ sek.}$	Teorētiskais biežums (reizes)	Empīriskais biežums (reizes)	Kļūda e^2
0.1905	0.1902	14.85	14	0.74
0.1542	0.1539	12.02	12	0
0.1248	0.1246	9.74	10	0.07
0.1011	0.1009	7.88	11	9.72
0.0818	0.0816	6.38	12	31.58
0.0662	0.0661	5.17	8	8.04
0.0536	0.0535	4.18	6	3.31
0.0434	0.0433	3.39	3	0.15
0.0351	0.0351	2.73	1	3.03
0.0284	0.0284	2.21	1	1.48
			kopā:	59.11

Eksponenciālo sadalījumu nosaka varbūtību blīvuma funkcija [13,472]:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & \text{jā } x < 0; \\ \lambda e^{-\lambda x}, & \text{jā } x \geq 0, \text{ kur } \lambda > 0 \end{cases} \quad (5)$$

2. kolonna attēlo laukumu S , kas palīdz noteikt aptuvenu varbūtību, ka t atrodas laukumā $f(x) \cdot 10 \text{ sek.}$ Tā kā 1. kolonnā ir jau aprēķināta varbūtība $P(t_1 < t < t_2) = F(t_2) - F(t_1)$, tad 2. kolonnā tiek atzīmētas aptuvenās varbūtības vērtības. Pēc 1. un 2. kolonnas var secināt, ka izmantojot varbūtību blīvumu funkciju un aprēķinot laukumu, kā arī nosakot varbūtību, kā varbūtību sadalījuma funkcijas pieaugumu (starpību), šo kolonnu rādītāji ir ļoti tuvi vai vienādi.

Tā kā $P(t_1 < t < t_2)$ summai jābūt vienādei ar 1, bet mūsu gadījumā tā ir 0.9, tad tika aprēķināta kļūda. Izmantojot Solver programmu, mēģinot minimizēt kļūdu un atrast optimālo λ tika atrasta vismazākā kļūda = 59.11 un optimālais $\lambda = 1.2680$.

Teorētisko biežumu vērtības ir atrastas un var aprēķināt Pirsona hi kritēriju.

3. tabula

Pirsona hi kritērija vērtības

$\frac{(n_i - \bar{n}_j)^2}{\bar{n}_j}$	0.0	0	0.0	1.2	4.9	1.5	0.7	0.0	1.1	0.6
	5		1	3	5	6	9	4	0	7

$$\chi^2_{\text{fakt}} = \sum_{i=1}^k \frac{(n_i - \bar{n}_j)^2}{\bar{n}_j} = 10.40,$$

Izmantojot MS Excell iespējas tika aprēķināts χ^2_{krit} pie būtiskuma līmeņa 0.05 un brīvības pakāpju skaita 8 ($v=10$ klases-2 ierobežojumi=8).

$$\chi^2_{\text{krit}} = 15.507.$$

- Ja $\chi^2_{\text{fakt}} = 0$, tad $n_i = \bar{n}_j$ un sadalījumu līknes sakrīt;
- Ja $\chi^2_{\text{fakt}} > \chi^2_{\text{krit}}$, tad starpība starp sadalījumiem ir būtiska ar varbūtību $P=1-\alpha$;
- Ja $\chi^2_{\text{fakt}} < \chi^2_{\text{krit}}$, tad ar varbūtību $P=1-\alpha$ nevaram noraidīt, ka starpība starp sadalījumiem ir nejauša [3,93].

Tā kā $\chi^2_{\text{fakt}} < \chi^2_{\text{krit}}$ ($10.40 < 15.51$) tad ar varbūtību 95 % nevaram noraidīt nulles hipotēzi, ka empīriskais sadalījums atbilst eksponenciālajam sadalījumam.

Šīs analīzes viens no uzdevumiem ir noteikt arī šī sadalījuma parametrus. Šo sadalījumu nosaka galvenais rādītājs λ .

Saskaņā ar varbūtību eksponenciālā sadalījuma teoriju, matemātiskā cerība ir vienāda ar $1/\lambda$ [13,472]

$$\begin{aligned} M(x) &= 1/\lambda & (6) \\ M(x) &= 1/1.268 = 0.79 \end{aligned}$$

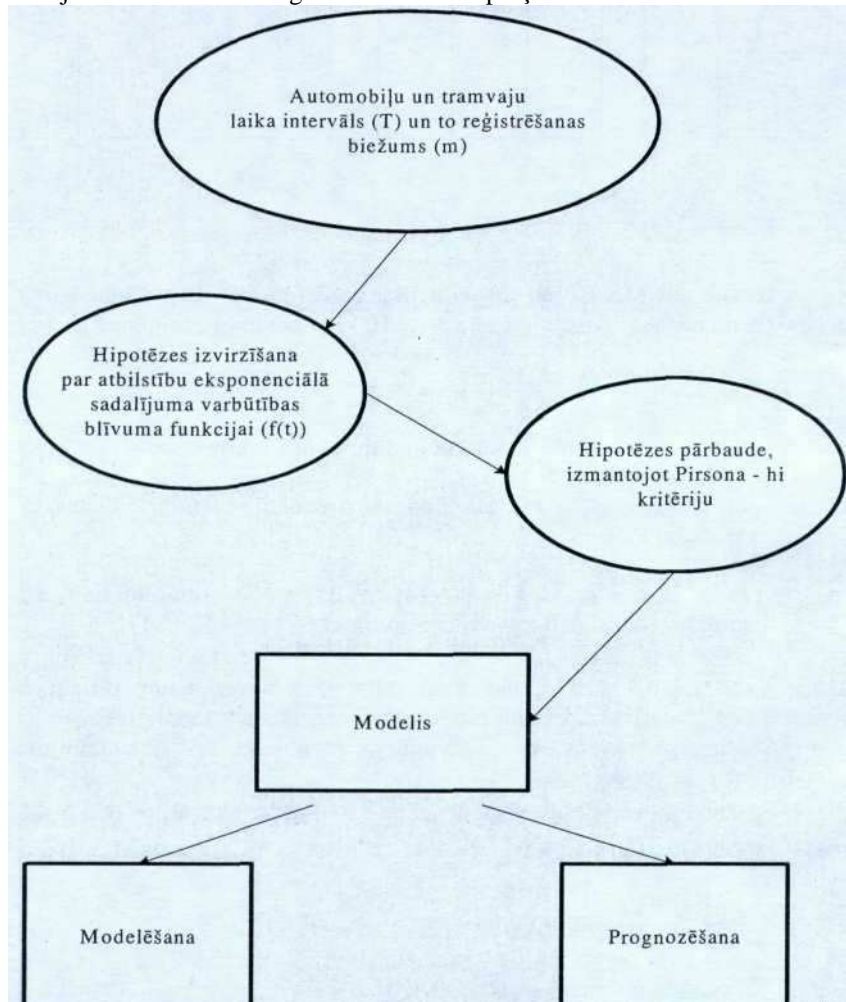
$$\text{Standartnovirze } \sigma = 1/\lambda \text{ [13,473].} \quad (7)$$

Tātad eksponenciālajā sadalījumā matemātiskā cerība $M(x)$ ir vienāda ar standartnovirzi $M(x) = \sigma = 1/\lambda = 1/1.268 = 0.79$

$$D(x) = 1/\lambda^2 [473, 12 \text{ lpp.}] \quad (8)$$
$$D(x) = 0.62$$

Nosakot gadījuma lieluma sadalījumu likumu un šī sadalījuma parametrus var aprēķināt, mainoties faktoru ietekmei, ticamības intervālus, kā arī ir iespējams apskatīt radītās izmaiņas.

Pētījuma rezultātā tika iegūts SS izmaksu aprēķināšanas modelis:



5.att. Satiksmes sastrēgumu izmaksu aprēķināšanas modeļa izstrādāšana.

Modeli var izmantot, lai veiktu prognozēšanu vai modelēšanu, ja izmainās kāds no rādītājiem (piemēram, λ). To var arī izmantot, lai aprēķinātu SS radītās laika izmaksas. Modeļa pielietošanā var izmantot tādas MS programmas kā Stella, Witness u.c. Modeli var izmantot arī, lai modelētu, kā mainās eksponenciālā sadalījuma varbūtību blīvuma funkcija, ja to ietekmē kāds no ārējiem faktoriem.

Autore konstatē, ka eksponenciālā sadalījuma varbūtību blīvuma funkciju $f(t)$ ietekmē sekojoši faktori:

$$f(t) = f(F_i, F_v, I_{nf}, \text{u.c.}), \quad (9)$$

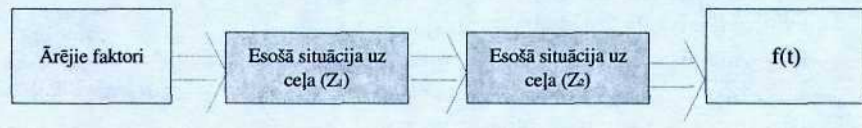
kur: $f(t)$ – eksponenciālā sadalījuma varbūtību blīvuma funkcija;

F_i – a/m plūsmas intensitātes faktors (gab.);

F_v – a/m plūsmas veida faktors;

I_{nf} – informācijas faktors.

To reģistrēšanas biežumi ir atkarīgi no vairākiem faktoriem. Līdz ar to var secināt, ka eksponenciālā sadalījuma varbūtību blīvuma funkcija $f(t)$ ir vienāda ar funkciju no augstāk minētajiem faktoriem.



6. att. Faktoru ietekme uz modeli.

SD un SS laika izmaksu formulas izveidošana. Tā kā SS rada sabiedriskās izmaksas, tad ir nepieciešams noteikt zaudējumu lielumu, kāds rodas sabiedrībai.

Ja ir zināms laika intervāls (T_i minūtēs), tad to reizinot ar 1 minūtes laika vērtību (C_i) un šī intervāla reģistrēšanas biežumu un vidējo cilvēku skaitu transporta līdzeklī (k_i), var izveidot jaunu vispārinātu SS laika izmaksu aprēķina formulu:

$$\sum_{i=1}^n T_i \cdot c_i \cdot m_i \cdot k_i = C,$$

(10)

SD un SS kopējo izmaksu formulas izveidošana Tā kā satiksmes sastrēgumu izmaksas (C) sastāv no laika izmaksām un ekspluatācijas izmaksām, tātad satiksmes sastrēgumu kopējo izmaksu formulu autore izveido sekojoši:

$$C = \sum_{i=1}^n T_{l_i} \cdot c_i \cdot m_i \cdot k_{l_i} + \sum_{i=1}^n T_{2_i} \cdot c_i \cdot m_i \cdot k_{2_i} + \dots + \sum_{i=1}^n T_{x_i} \cdot c_i \cdot m_i \cdot k_{x_i} + C_{eksp}, \quad (11)$$

kur: T_{l_i} — laika intervāls (no automobiļa piebraukšanas momenta klāt pie rindas un līdz momentam, kad automobilis ir šķērsojis krustojumu), min;

T_{2_i} - laika intervāls (no tramvaja piebraukšanas momenta klāt pie rindas un līdz momentam, kad automobilis ir šķērsojis krustojumu), min;

T_{x_i} - laika intervāls (no cita transporta veida piebraukšanas momenta klāt pie rindas un līdz momentam, kad automobilis ir šķērsojis krustojumu), min;

c_i - laika vērtība, Ls/min;

m_i - laika intervāla reģistrēšanas biežums, reizes;

k_{l_i} - vidējais cilvēku skaits vieglajā automobiļī;

k_{2_i} - vidējais cilvēku skaits tramvajā;

k_{x_i} - vidējais cilvēku skaits cita veida transportlīdzeklī;

Kopējās ekspluatācijas izmaksas (C_{eksp}) var iegūt summējot atsevišķu transporta veidu ekspluatācijas izmaksas.

C_{eksp} - kopējās ekspluatācijas izmaksas, Ls;

$$C_{eksp} = C_{1eksp} + C_{2eksp} + \dots + C_{xeksp}, \quad (12)$$

kur: C_{1eksp} - vieglo automobiļu ekspluatācijas izmaksas;

C_{2eksp} - sabiedriskā transporta ekspluatācijas izmaksas;

C_{xeksp} - citu transporta veidu (n) ekspluatācijas izmaksas.

Vispārējā veidā ekspluatācijas izmaksas aprēķina pēc vienādojuma:

$$C_{eksp} = n \cdot c_{eksp}, \quad (13)$$

kur: n - attiecīgā veida transportlīdzekļu skaits;

c_{eksp} - viena transportlīdzekļa ekspluatācijas izmaksas.

Jāatzīmē, ka, vadoties pēc zinātnieku Ramjerdi un Larsena 1991. gada pētījumiem, automobiļu ekspluatācijas izmaksu pieaugums sastrēgumos sastāda no 2 līdz 8,3% no sastrēgumu laika izmaksām. Tā kā laika izmaksas

sastāda vislielāko satiksmes sastrēgumu izmaksu daļu, tad ar to var izskaidrot pievēršanos šīs izmaksu daļas aprēķināšanai.

Lineārās regresijas vienādojumu un ekonometrisko matricu izveidošana. Steidzamu lēmumu pieņemšanas gadījumā, kad precīzam SS laika izmaksu aprēķinam nav pietiekoši laika, tad visērtāk ir izmantot lineārās regresijas vienādojumus, kur ar y ir apzīmētas SS laika izmaksas un ar x_1 - tramvaju skaits, vai ar x_2 - automobiļu skaits, vai matricas, kurās ir attēlotas SS laika izmaksas.

Lai atrastu SS laika izmaksas lineārās regresijas vienādojumu formā, kuras rodas aizkavējot dažāda daudzuma tramvajas vai sabiedriskā transporta līdzekļus, izmanto vispārējā veidā izteikto SS laika izmaksu aprēķināšanas vienādojumu:

$$C2 = k2_i \cdot n2_i \cdot c_i \cdot t_i, \quad (14)$$

kur: $C2$ - sastrēguma laika izmaksas, aizkavējot tramvajas un to pasažierus, Ls;

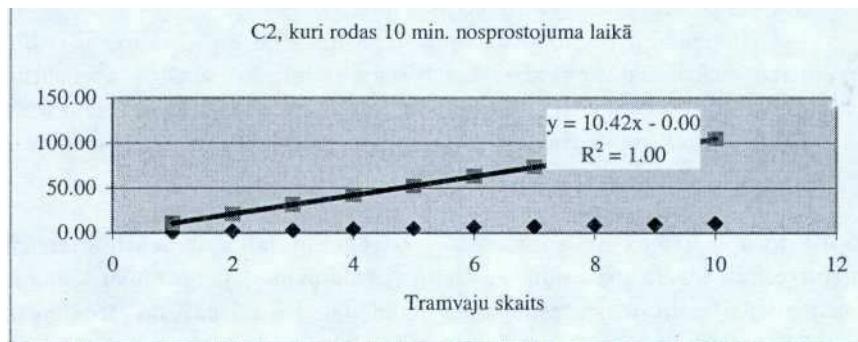
$K2_i$ - kopējais cilvēku skaits tramvajos, kuri atrodas sastrēgumā, personas;

$n2_i$ - tramvaju skaits sastrēgumā;

c_i - minūtes laika vērtība, Ls/min;

t_i - nosprostošanas laiks.

Izmantojot MS Excell iespējas tiek konstruēta taisne un iegūts lineārās regresijas vienādojums, kā arī determinācijas koeficients R^2 .



7.att. SS laika izmaksas 10 minūtes atkarība no tramvaju skaita, kuri atrodas sastrēgumā.

Tika iegūti dažādi lineāras regresijas vienādojumi, atkarībā no automobiļu atrašanās laika sastrēgumā:

4.tabula

Lineārās regresijas vienādojumi, ja automobiļi atrodas sastrēgumā 10, 20 un 30 minūtes

10 minūšu sastrēgums	20 minūšu sastrēgums	30 minūšu sastrēgums
$y = 0,0902 \cdot x_1$	$y = 0,1603 \cdot x_1$	$y = 0,24 \cdot x_1$

Iegūtie vienādojumi palīdz noteikt SS laika izmaksas pie jebkura aizkavēto automobiļu skaita (x_i). ($R^2=1$; $r^2=1$; $R^2=r^2$)

5. tabula

Lineārās regresijas vienādojumi, ja tramvaji atrodas sastrēgumā 10, 20 un 30 minūtes

10 minūšu sastrēgums	20 minūšu sastrēgums	30 minūšu sastrēgums
$y = 10,42 \cdot x_2$	$y = 20,84 \cdot x_2$	$y = 31,26 \cdot x_2$

Ari šie vienādojumi palīdz noteikt SS laika izmaksas, bet pie jebkura aizkavēto tramvaju skaita (x_1). Analoģiskus vienādojumus var izveidot, lai aprēķinātu SS laika izmaksas, bet pie jebkura cita sabiedriskā transporta veida aizkavēšanas.

Šo vienādojumu galvenā priekšrocība ir to ērtā izmantošana un ātras, kvalitatīvas informācijas iegūšana. Līdz ar to tos var izmantot ikdienas plānošanas darbā, sapulcēs, darba grupās transporta un pašvaldību speciālisti. Šos vienādojumus var koriģēt atkarībā no mainīgā lieluma - darba algas lieluma, kas dažādu profesiju pārstāvjiem ir dažāds.

Automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku un to izmaksu radīto problēmu risināšanai ir nepieciešama starpdisciplināro zinātņu speciālistu sadarbība un koordinācija. Operatīvu lēmumu pieņemšanai satiksmes sastrēgumu problēmu risināšanā, var izmantot izstrādātās ekonometriskās matricas, atkarībā no sastrēgumu ilguma.

Satiksmes drūzmas un satiksmes sastrēgumu laika izmaksu matricu uzbūve. Lai iegūtu materiālu, kas būtu izmantojams ļoti operatīvu lēmumu pieņemšanai satiksmes sastrēgumu problēmu risināšanā, no iegūtajiem vienādojumiem un aprēķiniem tiek izveidota ekonometriskā matrica, kurā uz horizontālās ass ir atlikts tramvaju skaits, bet uz vertikālās ass automobiļu skaits.

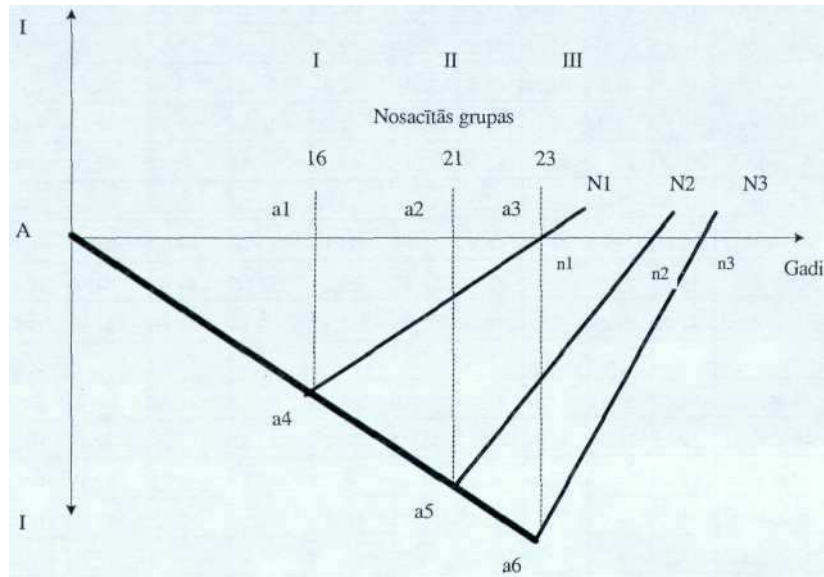
SD un SS laika izmaksu matrica (atkarībā no automobiļu un tramvaju skaita 10 minūšu sastrēgumā)

	1 tr.	2 tr.	3 tr.	4 tr.	5 tr.	6 tr.	7 tr.	8 tr.	9 tr.	10 tr.
1 autom.	10,50	20,92	31,34	41,76	52,18	62,60	73,02	83,44	93,86	104,28
2 autom.	10,58	21,00	31,42	41,84	52,26	62,68	73,10	83,52	93,94	104,36
3 autom.	10,66	21,08	31,50	41,92	52,34	62,76	73,18	83,60	94,02	104,44
4 autom.	10,74	21,16	31,58	42,00	52,42	62,84	73,26	83,68	94,10	104,52
5 autom.	10,82	21,24	31,66	42,08	52,50	62,92	73,34	83,76	94,18	104,60
6 autom.	10,90	21,32	31,74	42,16	52,58	63,00	73,42	83,84	94,26	104,68
7 autom.	10,98	21,40	31,82	42,24	52,66	63,08	73,50	83,92	94,34	104,76
8 autom.	11,06	21,48	31,90	42,32	52,74	63,16	73,58	84,00	94,42	104,84
9 autom.	11,14	21,56	31,98	42,40	52,82	63,24	73,66	84,08	94,50	104,92
10 autom.	11,22	21,64	32,06	42,48	52,90	63,32	73,74	84,16	94,58	105,00
...
45 autom.	14,03	24,45	34,87	45,29	55,71	66,13	76,55	86,97	97,39	107,81
46 autom.	14,11	24,53	34,95	45,37	55,79	66,21	76,63	87,05	97,47	107,89
47 autom.	14,19	24,61	35,03	45,45	55,87	66,29	76,71	87,13	97,55	107,97
48 autom.	14,27	24,69	35,11	45,53	55,95	66,37	76,79	87,21	97,63	108,05
49 autom.	14,35	24,77	35,19	45,61	56,03	66,45	76,87	87,29	97,71	108,13
50 autom.	14,43	24,85	35,27	45,69	56,11	66,53	76,95	87,37	97,79	108,21

Atkarībā no sastrēgumu ilguma: 10, 20 vai 30 minūtēm, tiek izveidotas trīs matricas. Matrica izveidota, lai informāciju par SS laika izmaksu lielumu, varētu iegūt no matricas bez papildu rēķināšanas. No šīs matricas var iegūt informāciju par SS laika izmaksām sākot no sastrēgumā iekļuvušo transportlīdzekļu skaita (no viena automobiļa un viena tramvaja līdz 10 tramvajiem un 50 automobiļiem. Šajā transportlīdzekļu skaita intervālā ir iespējams noteikt SS laika izmaksas pie dažādām šo transportlīdzekļu skaita attiecībām sastrēgumā.

Valsts investīciju cilvēka kapitālā atpelnīšanas laika modelis saistībā ar iespējamajiem CSNg

Jebkuras valsts ekonomika cieš zaudējumus sakarā ar cilvēku bojāeju CSNg. Cilvēku resursi ir viens no svarīgākajiem ražošanas faktoriem. Turklāt šī faktora atražošanā tiek veiktas arī valsts investīcijas. Līdz ar to kļūst aktuāls jautājums par šo investīciju atpelnīšanu. Tādēļ darbā tiek piedāvāts modelis šīs problēmas risināšanā.



8.att. Valsts ieguldīto investīciju cilvēka kapitālā atpelnīšanas laika modelis.

Valsts veic pastāvīgas investīcijas savu iedzīvotāju zināma dzīves līmeņa un labklājības nodrošināšanai. Attēlā ir pieņemti sekojoši apzīmējumi:
I I - valsts investīcijas lielumu raksturojoša ass;

a_1a_4 - ieguldītās valsts investīcijas cilvēka kapitālā līdz 16 gadiem;

a_2a_5 - ieguldītās valsts investīcijas cilvēka kapitālā līdz 21 gadiem;

a_3a_6 - ieguldītās valsts investīcijas cilvēka kapitālā līdz 23 gadiem;

n_1 - darba gadu skaits, kuros persona ir atpelnījusi līdz pirmajiem 16 dzīves gadiem valsts ieguldītās investīcijas;

n_2 - darba gadu skaits, kuros persona ir atpelnījusi līdz pirmajiem 21 dzīves gadiem valsts ieguldītās investīcijas;

n_3 - darba gadu skaits, kuros persona ir atpelnījusi līdz pirmajiem 23 dzīves gadiem valsts ieguldītās investīcijas;

a_4N_1 - taisne, kura raksturo valsts investīciju atpelnīšanas intensitāti cilvēku kapitālajā ieguldījumā noticis līdz 16 gadiem;

a_5N_2 - taisne, kura raksturo valsts investīciju atpelnīšanas intensitāti cilvēku kapitālajā ieguldījumā noticis līdz 21 gadiem;

a_6N_3 - taisne, kura raksturo valsts investīciju atpelnīšanas intensitāti cilvēku kapitālā, ja ieguldījums noticis līdz 23 gadiem;

I. - pirmā nosacītā cilvēku grupa, kuras ieguldīto investīciju atpelnīšanas intensitāti raksturojošais leņķis (α_1) ir vismazākais;

II. - otrā nosacītā cilvēku grupa, kuras ieguldīto investīciju atpelnīšanas intensitāti raksturojošais leņķis (α_2) ir lielāks, salīdzinājumā ar I. grupas leņķi;

III. - otrā nosacītā cilvēku grupa, kuras ieguldīto investīciju atpelnīšanas intensitāti raksturojošais leņķis (α_3) ir vislielākais un investīciju atpelnīšanas laiks visīsākais, kas izskaidrojams ar to, ka persona ar augstāko izglītību varētu pelnīt lielāku darba algu;

No tā izriet sakarība: $a_1n_1 > a_2n_2 > a_3n_3$

Matemātiskā izteiksmē valsts ieguldītās investīcijas cilvēku kapitālā (I) un to atpelnīšanas laiku " n_p " var izteikt sekojoši.

$$I_0 = \sum_{i=1}^n \frac{FVi}{(1+r)^i}, \quad (15)$$

kur: I_0 - valsts ieguldītās investīcijas cilvēku kapitālā;

$\sum_{i=1}^n \frac{FVi}{(1+r)^i}$ - personas paredzētās, bet nesaražotās produkcijas tagadnes

vērtība (darba alga)[7,12].

Grafiskais modelis uzskatāmi attēlo nosacīto trīs cilvēku grupu valsts investīciju atpelnīšanas variantus, atkarībā no izglītības veida (pamata izglītība, vidējā speciālā un augstākā izglītība) un mācību ilguma. Svarīgs ir gads " n ", kad cilvēks ir atpelnījis valsts investīcijas cilvēka kapitālā. Zinot šādu informāciju, var aplūkot modeli CSNg iestāšanās gadījumā. Ja persona ir aizgājusi bojā CSNg pirms šī gada " n " (kad cilvēks vēl nav atpelnījis valsts investīcijas cilvēka kapitālā) valsts ne tikai cieš zaudējumus, bet arī nav atpelnījusi savas investīcijas. Ja persona ir aizgājusi bojā CSNg pēc šī gada " n ", tad valsts investīcijas ir atpelnījusi. Valstij ir zaudējumi, kas saistīti ar CSNg upura paredzētās, bet nesaražotās produkcijas vērtību (parasti aprēķinos izmanto darba algu).

Galvenie priekšlikumi un pasākumi automobiļu negatīvo ietekmju un to izmaksu samazināšanā

Satiksmes intensitātes pieauguma neatbilstība infrastruktūras attīstībai ir radījusi virkni problēmu. Pēc autores domām, ir divas galvenās iespējas, kā samazināt SS un SD pilsētas ielās:

1. Samazināt automobiļu skaitu pilsētas centrā, veicot:
 - 1.1.attiecīgus finansiāli-ekonomiskus pasākumus,
 - 1.2.organizatoriskus un politiskus pasākumus.
2. Attīstīt infrastruktūru -ielu, pazemes tuneļu, tiltu, kustības pārvadu, papildu ceļa joslu izbūvi.

Šajā uzskaitījumā tiek iekļautas arī dažas valstiska mēroga problēmas, kuru risināšanai ir nepieciešami ievērojami līdzekļi vai arī to risinājums ietekmē lielu cilvēku skaitu, kā arī izvirza kādus citus svarīgus nosacījumus.

Tiek piedāvāti konkrēti ekonomiskie pasākumi, tai skaitā satiksmes menedžments, likumdošanas uzlabošanas pasākumi, ekonomisku stimulēšanas sistēmu ieviešana, pilotprojektu izstrādāšana un zinātnisko pētījumu veikšana modernu energoresursu taupošu tehnoloģiju jomā. Paredzēti perspektīvie un vietējas nozīmes infrastruktūras attīstības pasākumi.

Pie organizatoriski tehniskiem pasākumiem var pieskaitīt perspektīvu satiksmes plānošanu divos vai pat trīs līmeņos, centra zonas atslogošanu no vieglajiem automobiļiem, pārvietojot dažādas iestādes un organizācijas ārpus centra.

Lai samazinātu vai daļēji novērstu automobiļu negatīvo ietekmju (kaitīgo izmešu daudzumu atmosfērā, CSNg skaita un to smaguma pakāpes, SD un SS laika zudumu) daudzumu, samazinot iebraucošo vieglo automobiļu skaitu Rīgas pilsētas centra zonā, ieteicams veikt:

- 1.Galvenos finansiāli ekonomiskus pasākumus un likumdošanas uzlabošanu:

- pilnveidot transporta līdzekļu sertifikāciju un modernu tehnoloģiju pielietojuma stimulēšanu;
- CO₂ nodokļa (ja tas pārsniedz robežlielumu) vai citu stimulu ieviešana, kas veicinātu videi labvēlīgāku degvielu (bioetanols) vai citu tehnoloģiju izmantošanu;
- satiksmes menedžmenta izmantošana, nosakot maksu par atsevišķu ceļu izmantošanu maksimuma stundās, ierobežojot lietoto automobiļu (vecāku par 10 gadiem) iepirkšanu un ieviešanu valstī ar importa tarifu paaugstināšanu, palielinot automobiļu stāvēšanas laika maksu stāvvietās pilsētas centrā u.c;

2. Būtiskākos organizatoriski - tehniskos pasākumus:

- atsevišķu ministriju (resoru) pārvietošana no pilsētas centra uz citām vietām;
- dažu vidējo (augstāko) mācību iestāžu pilnīga vai daļēja pārvietošana ārpus pilsētas centra;
- "Park and ride" sistēmas ieviešana t. sk. izbūvējot autostāvvietas esošo dzelzceļa staciju tuvumā;
- veikt pasākumus, kuri saistīti ar tranzīta plūsmas un kravas auto transporta novirzīšanu no pilsētas centra;
- Daugavas šķērsojumu skaita palielināšana, izbūvējot tiltus vai tuneļus;
- transporta kustības organizācijas un ceļu satiksmes drošības uzlabošana;
- autovadītāju subjektīvā faktora palielināšana, pilnveidojot autovadītāju, sevišķi iesācēju praktiskas braukšanas iemaņu apguvi un apmācību, īpaši pirms ziemas sezonas sākuma;

3. Transporta infrastruktūras attīstības pasākumi:

- sakārtot ātrgaitas ielu tīklu, kas uzņemtu tranzīta plūsmas, t. sk. Rīgas ostas kravas un tranzītu, apbraucot Rīgas centru;
- veicot rekonstrukcijas darbus, izbūvējot kustības pārvadus tai skaitā sekojošiem ielu krustojumiem:
 - K.Ulmaņa gatve un Lielirbes iela;
 - Slāvu rotācijas aplis;
 - Juglas iela un Brīvības gatve;
 - Tvaika iela un Viestura prospekts, kā arī citās vietās;
- iespējami drīzā laikā savienot Ģertrūdes un Daugavpils ielas zem dzelzceļa ar tuneli, kas ļautu atstāt Lāčplēša ielu vismaz par 20%;

- izpētīt papildu nobrauktuves no Vanšu tilta celtniecības iespējas;
- krustojumos ar ātrgaitas ielām, kā arī noslogotākajos ielu posmos, sākt transporta kustības organizācijas plānošanu vismaz divos līmeņos;
- tramvaju un trolejbusu tīkla attīstīšana un jaunu auto transportlīdzekļu iegādes veicināšana.

SECINĀJUMI

Promocijas darba izstrādes rezultātā ir iegūti šādi secinājumi.

1. Automobiļu skaita straujais pieaugums Latvijā nav nodrošinājis attiecīgu infrastruktūras attīstību. Tā rezultātā ir palielinājies autobraucēju kopējais ceļā pavadītais laiks, pieaudzis SD, SS ilgums un skaits un palielinājusies arī CSNg iestāšanās varbūtība. Jāatzīmē, ka kaitīgo izmešu daudzums atmosfērā Rīgas pilsētā, salīdzinot ar 1990. gada sākumu, pat nedaudz ir samazinājies, jo daļa rūpnīcu, mazās katlu mājas u.c. ir pārtraukušas savu darbību. Arī procentuāli ir pieaudzis ar katalizatoriem aprīkoto automobiļu skaits, kas ir ievērojami samazinājis kaitīgo izmešu daudzumu atmosfērā;
2. Automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku ietekme uz vidi, tai skaitā uz cilvēku veselību Latvijā, salīdzinot ar citām valstīm, ir pētīta nepietiekoši. Tas var būt daļēji saistīts ar ilglaicīgu epidemioloģisku pētījumu trūkumu Latvijā. Līdz ar to ir sarežģīti noteikt gaisa piesārņojuma faktoru ietekmi uz cilvēku veselību un grūti izskaidrot augstos cilvēku mirstības rādītājus Latvijā, salīdzinot ar citām Eiropas valstīm. Fragmentāri ir pētījumi par automobiļu negatīvo ietekmi uz vides izmaksām (augšņi, ražu lauksaimniecībā, ūdens baseiniem, mežiem, dzīvo dabu utt.);
3. Autore izveidotais automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku regulēšanas matemātiskais modelis kalpo par pamatu galveno automobiļu negatīvo blakusefektu izmaksu noteikšanai. Atsevišķu automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku novērtēšanas un regulēšanas modeļu izstrāde ļauj tos piemērot jau konkrētos gadījumos. Dažu modeļu precizitāte pieļauj tos praktiski izmantot

stratēģiju izstrāde satiksmes optimizācijas projektos un jau citu ekonomisku un pārvaldniecisku lēmumu pieņemšanā;

4. Veiktie pētījumi ļauj labāk izprast automobiļu kaitīgās ietekmes sekas, to struktūru, ekonomisko nozīmi un lomu tautsaimniecības attīstībā;
5. Promocijas darba izstrādes gaitā Rīgas konkrētas ielas apstākļos veiktajos pētījumos noskaidrota un papildināta SS problēmu risināšana, tai skaitā:
 - 5.1.veiktā SS un ar to saistīto laika izmaksu modelēšana ļauj zinātniski plānot automobiļu skaita samazināšanas iespējas Rīgas centra zonā un ar to saistītās sekas;
 - 5.2.pētījumā izveidotos lineārās regresijas vienādojumus ieteicams izmantot (ielu, ceļu, tiltu u.c.) projektētājiem, izstrādājot un novērtējot projektus, jo tie sniedz precīzāku un operatīvāku informāciju;
 - 5.3.pētījumā izstrādātās automobiļu SD un SS radīto laika izmaksu matricas ieteicams pielietot transporta speciālistiem, kā arī pašvaldību attiecīgajiem darbiniekiem ātru lēmumu pieņemšanai. Šīs matricas sniedz operatīvu informāciju par konkrētā satiksmes sastrēguma laika izmaksām;
 - 5.4.darbā iegūto vispārināto SS laika izmaksu formulu ieteicams izmantot precīzas informācijas nepieciešamības gadījumos nopietnu investīciju projektu izstrādēs;
5. Izstrādātos modeļus un metodes var pielietot satiksmes optimizācijas projektu ekonomiskās efektivitātes izvērtēšanai, kā arī kaitīgo seku novēršanas efektivitātes paaugstināšanai. Bez tam šie modeļi un metodes būtu izmantojami transporta attīstības plānošanai, radot metodoloģisku pamatu, rīcībā esošo resursu intensīvākai un racionālākai izmantošanai (energoresursu taupīšanai);
6. Ar izstrādāto valsts investīciju cilvēka kapitālā laika atpelnīšanas modeli iespējams pamatoti veikt valsts investīciju cilvēka kapitālā

aprēķināšanu, to salīdzināšanu ar diskontēto nākotne nopelnīto darba algu summu. Modelējot aprēķina valsts investīciju atpelnīšanas laiku un zaudējumus no notikušajiem CSNg;

7. Promocijas darba izstrādes gaitā veiktā ārvalstu un Latvijas speciālistu atziņu analīze un pašas autores pieredze apstiprina pieņēmumu, ka, lai uzlabotu situāciju Latvijā, ir nepieciešams veikt lielu pasākumu kompleksu, tai skaitā jaunu ielu, ceļu, tiltu, tuneļu u.c. būvniecību un uzlabošanu. Ar satiksmes menedžmenta palīdzību veiksmīgi pielietojot tā ekonomiskos instrumentus, var panākt automobiļu negatīvo blakusefektu problēmu daļēju risinājumu. Ir jāturpina pilnveidot transporta sertificēšanu, ieviest dažādas ekonomiskās stimulēšanas sistēmas. Būtu jāpilnveido un jānodrošina satiksmes drošības garantējošie faktori. Ir nepieciešams radīt priekšnoteikumus ekonomisku, tiesisku un citu pasākumu veikšanai, kuru ieviešana samazinātu automobiļu negatīvo ietekmi uz apkārtējo vidi un cilvēku veselību;
8. Pamatojoties uz Promocijas darbā izstrādāto modeļu un metožu rezultātiem, kā arī no iegūto datu aprobācijas, izmantojot izmaksu un ieguvumu analīzi, var secināt, ka šie pētījumi ir Latvijas apstākļiem ļoti aktuāli. Izmantojot izstrādātos modeļus un metodes var aprēķināt ieguvumus monetārā izteiksmē. Tas palīdz pieņemt pareizus lēmumus par efektīvāko un optimālāko projektu realizēšanu automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku samazināšanā vai to likvidācijā. Bez tam attiecīgajiem pašvaldību, kā arī citiem speciālistiem, izmantojot promocijas darbā iegūtos rezultātus, kļūst iespējams pieņemt operatīvus, konkrētus lēmumus satiksmes problēmu risināšanā. Līdz šim laikam ārvalstīs pielietotās automobiļu negatīvo ietekmju izraisīto seku ekonomiskās novērtēšanas metodes mūsu valstī pa lielākajai daļai nebija plaši pazīstamas. Lielai daļai šo metožu, lai tās praktiski pielietotu, nepieciešami darbinieki ar speciālu izglītību, vai arī tie jāsaģatavo, jo šo metožu izmantošana prasa speciālas matemātikas un citu starpdisciplināro zinātņu zināšanas. Darbā ir veikta šo metožu salīdzinoša analīze un ieteiktas Latvijas apstākļiem piemērotākās;
10. Pētījumu rezultāti var tikt izmantoti uzņēmējdarbībā, stratēģiskajā plānošanā, pašvaldību un valsts attiecīgo institūciju praktiskajā darbā.