

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

Antons PATĻINS

**INTEGRĒTĀ SISTĒMAS RISINĀJUMA
IZSTRĀDĀŠANA SABIEDRISKĀ TRANSPORTA
ILGTSPĒJĪGAI ATTĪSTĪBAI**

Promocijas darba kopsavilkums

Rīga 2012

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Energētikas un elektrotehnikas fakultāte
Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūts

Antons PATĻINS

Doktora studiju programmas „Elektrotehnoģiju datorvadība”
doktorants

**INTEGRĒTĀ SISTĒMAS RISINĀJUMA
IZSTRĀDĀŠANA SABIEDRISKĀ TRANSPORTA
ILGTSPĒJĪGAI ATTĪSTĪBAI**

Promocijas darba kopsavilkums

Zinātniskais vadītājs
Dr. sc. ing., asoc.profesore
N.KUŅICINA

Rīga 2012

UDK 656.01(043.2)

Pa 772 i

Patļins A. Integrētā sistēmas risinājuma izstrādāšana sabiedriskā transporta ilgtspējīgai attīstībai. Promocijas darba kopsavilkums.-R.:RTU, 2012.- 28 lpp.

Iespiests saskaņā ar IEE institūta 2012.gada 12.aprīļa lēmumu, protokols Nr.63.



Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā «Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai».

This work has been supported by the European Social Fund within the project «Support for the implementation of doctoral studies at Riga Technical University».

Эта работа выполнена при содействии Европейского социального фонда в рамках проекта «Поддержка развития докторантуры РТУ».

ISBN 978-9934-10-303-2

**PROMOCIJAS DARBS
IZVIRZĪTS INŽENIERZINĀTŅU
DOKTORA GRĀDA IEGŪŠANAI RĪGAS TEHNISKAJĀ
UNIVERSITĀTĒ**

Promocijas darbs inženierzinātņu doktora grāda iegūšanai tiek publiski aizstāvēts 2012.g. 20 jūnijā Rīgas Tehniskās universitātes Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātē, Kronvalda bulvārī 1, 117 auditorijā.

OFICIĀLIE RECENZENTI

Profesors, Dr.habil.sc.ing. Raņķis Ivars
Rīgas Tehniskā universitāte

Profesors, Dr.habil.sc.comp. Jurijs Merkurjevs
Rīgas Tehniskā universitāte

Profesors, Dr.habil.sc.ing. Jerzy Mikulski
Silesian University of Technology, Polija

APSTIPRINĀJUMS

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

Antons Patļins(Paraksts)

Datums:

Promocijas darbs ir uzrakstīts angļu valodā, satur ievadu, 5 nodaļas, secinājumus, literatūras sarakstu, 73 attēlus, 33 formulas, 9 tabulas - kopā 173 lappuses. Literatūras sarakstā ir 199 nosaukumi.

IEVADS

Darba aktualitāte

Uz šo brīdi nav definēti standarti un pat kritēriji, kas viennozīmīgi nosaka sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgas attīstības prioritātes. Nav standartizēts kritēriju saraksts, kas parāda pilsētas attīstības tendences un sabiedriskā transporta sistēmas attīstības tendences. Strauja transporta sistēmas attīstība ir apsteigusi projektējamo transporta tīklu kapacitāti. Operatīva transporta tīkla vadība nodrošina efektīvāku esošo tīkla kapacitātes izmantošanu, lai to sasniegtu ir jāveido vienotu sabiedriskā transporta vadības sistēmu, kas nodrošinātu ārkārtas gadījumu seku novēršanu īsākā laikā, avāriju skaita samazināšanu un statistisko datu apkopošanu stratēģisko attīstības plānu veidošanai.

Darba mērķis

Saskaņā ar promocijas darba tēmu un apkopojot literatūras avotus, tika formulēts šāds pētījuma mērķis:

Izstrādāt sistēmas risinājumu, kas nodrošina sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgu attīstību un paaugstina drošības līmeni.

Darba uzdevumi:

Lai sasniegtu promocijas darba mērķi tika definēti šādi uzdevumi:

1. Analizēt lielo sistēmu vadības principus, un piedāvāt vadīt sabiedriskā transporta sistēmu kā liela mēroga dinamisku sistēmu, balstoties uz regulēšanas un sistēmu teoriju principiem.

2. Izpētīt ilgtspējīgas attīstības definīcijas un definēt transporta ilgtspējīgas attīstības principus. Izveidot indikatoru sarakstu, kas ļauj novērtēt transporta ietekmi uz apkārtējo vidi. Ka arī piedāvāt algoritmu šo indikatoru aprārdei un metodes saliktu vides ietekmes indikatoru novērtēšanai.

3. Izstrādāt un piedāvāt sistēmas risinājumu sabiedriskā transporta līdzekļa ārkārtas bremsēšanai, balstoties uz attāluma novērtēšanu līdz objektam.

4. Izstrādāt un piedāvāt video novērošanas integrēšanas risinājumu sabiedriskā transporta sistēmas drošības paaugstināšanai, ka arī algoritmu un bloku shēmu trauksmju signalizācijas sistēmas risinājumam ārkārtas gadījumiem transporta sistēmā.

5. Izstrādāt un piedāvāt formālu sabiedriskā transporta vadības sistēmas risinājumu, kas nodrošinātu transporta sistēmas vadību kā vienotu lielo sistēmu.

Problēmas nostādne

Pasaulē eksistē vairāki transporta plūsmu uzskaites risinājumi, piemēram LG CNS, Thinkware, Traficon, Flux un citi. Bet visas šīs sistēmas strādā atsevišķi un nav integrētās kopējā sistēmā līdz ar to parādās problēma, ka pilsētu sabiedriskā transporta attīstība tiek plānota nepilnu datu esamības situācijā, tātad nepastāv vadības sistēmas, kas var nodrošināt statistikas

uzskaiti, reālā laika monitoringu, visu apakšsistēmu saskaņoto darbību un veicināt sabiedriskā transporta ilgtspējīgo attīstību.

Zinātniskais jauninājums

Promocijas darba zinātniskais jauninājums ir saistīts ar:

Integrētā transporta vadības sistēmas risinājuma izstrādā, ņemot vērā esošās lielās sistēmas monitoringa iespējas un statistikas datu apkopošanu, ilgtspējīgās attīstības kritērijus, sistēmas ģeogrāfiski sadalīto struktūru un sistēmas dinamiku, ņemot vērā ārkārtas situācijas un avārijas.

Tiek piedāvāts vienots trīs līmeņu sabiedriskā transporta vadības sistēmas risinājums.

Lielās sistēmas neatkarīgās darbības nodrošināšanai tiek piedāvāts trauksmju signalizācijas sistēmas risinājums, kas nodrošina paziņošanu par ārkārtas gadījumiem sistēmā.

Sistēmas drošības rādītāju uzlabošanai ir izstrādātas ārkārtas bremsēšanas shēmas risinājums, kā arī video novērošanas integrēšanas risinājums.

Metodoloģiskā bāze

Pētījuma metodoloģiskais pamats ir lielu, dinamisku sistēmu ar sadalītiem parametriem regulēšana.

Pētījuma laikā tika izmantoti zinātniskie pētījumi un metodoloģiskā bāze dažādās jomās: vides, transporta, sistēmu teorijas, kustības vadības, drošības, regulēšanas utt.

Pētījuma gaitā tika izmantotas šādas zinātniskās metodes un paņēmieni: problēmas analīze, zinātniska jauninājuma definēšana, risinājumu hipotēzes izvirzīšana, analīze un sintēze, salīdzinājumi, aprēķinu veikšana, eksperimenti un citi.

Aprobācija un praktiskā nozīme

Autora pētījumu rezultāti ir publicēti 22 starptautiskajos zinātnisko rakstu krājumos un žurnālos (Autora raksti indeksējas tādas datu bāzēs kā: IEEE-EXPLORE, SCOPUS u.c.).

Pētījuma rezultātu aprobācija notika 22 starptautiskās zinātniskās konferencēs.

Pēdējo divu gadu laikā pētījumi ir novērtēti Rīgas Domes satiksmes departamenta rīkotajā atklātā starptautiskā pētniecisko darbu konkursā. Autors ar saviem pētījumiem divus gadus pēc kārtas iekļuva laureātu skaitā un saņēma balvas un pateicības diplomus.

Pētījuma rezultāti tika pielietoti 3 starptautiskajos zinātniskajos projektos COST:

COST 356 - Towards the definition of a measurable environmentally sustainable transport (EST).

COST IC0806: Intelligent Monitoring, Control and Security of Critical Infrastructure Systems.

COST IC0902 “Cognitive Radio and Networking for Cooperative Coexistence of Heterogeneous Wireless Network”.

Un IZM- RTU zinātniskās pētniecības projektos:

IZM/RTU Nr. ZP-2007/10 „Ekspertu sistēmu pielietojuma apgabalu izpēte regulējamās elektriskās piedziņas sistēmas”, projekta vadītāja vad.pētn. J. Čaiko.

IZM/RTU pētniecības projekts Nr.ZP-2009/10 “Elektromagnētiskās savietojamības novērtējums dzelzceļa transporta sistēmu ilgtspējīgai attīstībai”. vadītāja vad.pētn. N.Kuņicina.

IZM/RTU pētniecības projekts Nr.ZP-2009/29 “Industriālo datortīklu konfigurāciju efektivitātes izpēte ražošanas procesa vadībai”. projekta vadītāja vad.pētn. J. Čaiko.

LZP fundamentālo un lietišķo pētījumu projektā:

Nr. 06.1964 „Loģistikas lēmumu ar daudzveidīgiem kritērijiem analīze enerģētikas sistēmām”, vadītāja vad.pētn. N.Kuņicina.

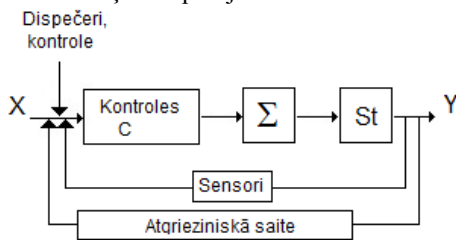
Autora publicēto rakstu saraksts laika posmā no 2008. līdz 2012. gadiem:

1. Patlins A., Kunicina N., Ribickis L. Worlds Innovative Concepts in the Field of Public Transportation Usage for Riga City Public Transport System Sustainability // Mechanics, Transport, Communications. - Iss.3, Part 2. (2011) V-58.-V-64. pages.
2. Patlins A., Kunicina N., Agafonovs J. Riga City Public Transport Safety System Development Using IP - Based Camcorders // Proceedings of the 52nd International Scientific Conference. RTU, 2011. 6 pages.
3. Patlins A., Kunicina N., Ribickis L. Increasing Capacity of Infrastructure for Public Transport Co-Modality and Sustainability in Cities // Archives of Transport System Telematics. - Vol.4, Iss.4. (2011) pp 49-57.
4. Chaiko J., Kunicina N., Patlins A., Galkina A. Analysis and Simulation of Hybrid Network for Industrial Automation // Proceedings of the 6th IEEE International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS'2011). Vol.1, Čehija, Prague, 15.-17. septembris, 2011. – pp 248.-252.
5. Patlins A., Kuņicina N., Ribickis L. Passengers Patterns Behavioural Issues Analysis in Decision Making of Sustainable Public Transport System Development // MCDM: The 21st International Conference on Multiple Criteria Decision Making, Finland, Jyväskylä, 13.-17. June, 2011. - pp 62-62.
6. Patlins A., Galkina A., Kuņicina N., Čaiko J. Design Alarm Processing Techniques and Tools for On-Line Monitoring of Mechatronic Systems // MSM 2011: 7th International Conference Mechatronic Systems and Materials, Lithuania, Kaunas, 7.-9. July, 2011. - pp 32-33
7. A.Patlins, N.Kunicina, A.Galkina, L.Ribickis. “Development passengers transfer procedure for city transport in Riga”. 17 ITS World Congress Busan 2010. October 25-29, 2010 BEXCO, Korea, Busan.
8. A.Patlins, N.Kunicina. “Integrated Control Tools Development for Sustainable City Transport System”. 10th International Conference October 20-23, 2010, Katowice-Ustroń, Poland.
9. Jelena Chaiko, Nadezhda Kunicina, Antons Patlins Alina Galkina. “Building of mathematical models of data transferring through the interface RS-485 in industrial networks” // Proceedings of the 51nd International Scientific Conference. RTU, 2010. 14-15 october.
10. Patlins A., Kunicina N., Galkina A., Chaiko Y., Ribickis L. Control tool development for energy consumption of privat and industrial consumption on district level. // SIBIRCON-2010 (VOLUME II) – Irkutsk, Listvyanka, Russia, 2010. – pp 476.-481. ISBN:978-1-4244-7623-7.

11. Patlins A., Kunicina N., Zhiravecka A., Shukajeva S. LIDAR Sensing Technology Using in Transport Systems for Tram Motion Control. // ELEKTRONIKA IR ELEKTROTECHNIKA. - No. 5(101). Technologija, Kaunas 2010, Lithuania pp 13.-16. ISSN 1392-1215.
12. Patlins A., Kunicina N., Galkina A., Ribickis L. Development railway and city transport control procedure for co-modal transportation of passengers. // Revitalisation of Economy - New Challenge for European Railways, EURO - Zel 2010., Slovākija, Žilina, 2010. – pp 207.-217. ISBN:978-80-554-0197-3.
13. A.Patlins, N.Kunicina, Y.Chaiko. „Reliability of signal transmission for compatibility of two interlocking railway systems”, 17th Telecommunications Forum TELFOR 2009, 24th, 25th, and 26th November 2009, in the Sava Center, Belgrade, Serbia. 4 pages.
14. A.Patlins, N.Kunicina, “Transport network development project evaluation, using decision making”. “19th International Scientific Conference TRANSPORT 2009”, BULGARIA, Sofia, November, 2009. // Mechanics Transport Communications, Transport 2009, Todor Kableschkov Higher School of Transport, Sofia, Bulgaria, ISSN 1312-3823. from (I-1) to (I-6) pages.
15. A.Patlins, N.Kunicina, “Development of impact aggregation procedure for sustainable transport system”, Proceedings of the 50 International Scientific Conference. RTU, 2009. 6 pages.
16. A. Patlins, N.Kunicina, L. Ribickis, “Dynamic power supply control procedure development for industrial equipment”, 13th IFAC Symposium on Information Control Problems in Manufacturing, June 2009, Moscow, Russia. V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of the Russian Academy of Sciences (ICS RAS). pp 349.-354.
17. A.Patlins, N.Kunicina, A.Galkina, Y.Chaiko, A.Zhiravecka, L.Ribickis. „Expert system for the selection of adjustable electric drive for production line”, 6th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering", Tallinn University of Technology, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Thermal Engineering, Kuressaare, Estonia, January 12-17, 2009. // Doctoral School of Energy and Geotechnology, January 2009, Kuressaare, Estonia, Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, pp 104.-107. ISBN978-9985-9089-1-4.
18. A.Patlins, N.Kunicina, “Разработка процедуры контроля движения городского транспорта, для оптимизации потребления электроэнергии”. “18th International Scientific Conference TRANSPORT 2008”, Bulgarija, Sofija, 7.-8. novembris, 2008. // Mechanics Transport Communications, Transport 2008, Todor Kableschkov Higher School of Transport, Sofia, Bulgaria, - pp 17-21. ISSN 1312-3823 .
19. A.Patlins, N.Kunicina, Y.Chaiko, L.Ribickis. “Ekspertu sistēmas izstrāde efektīvu elektrisko rezerves barošanas iekārtu izvēlei mazo kuģu elektroapgādei”, “Enerģētika un elektrotehnika”, Rīgas Tehniskā Universitāte 49.starptautiskā zinātniskā konference, 2008.gada oktobris, Rīga, Latvija, RTU zinātniskie raksti, 4. sērija, 23. sējums, (2008), pp 225.-233. ISSN 1407-7345.
20. N.Kunicina, A.Patlins, Y.Chaiko, L.Ribickis. “Development of Decision-Making Procedure of Choice of the Equipment for Railway Crossing at the Stations”, “TRANSPORT MEANS 2008”, LIETUVA, Kaunas, 23.-24. oktobris, 2008. Kaunas University of Technology, Kaunas, Lithuania, - pp 151-154. ISSN 1822-296X.
21. A.Patlins, N.Kunicina, “Modeling of decision making procedures for reducing electric energy consumption in transportation of railway passengers”. 16th International Railway Symposium EURNEX-ZEL-2008 "Towards Sustainable and Competitive Rail System"; 2008 Year. Žilina, Slovak Republic// EURNEX - Žel 2008, Slovākija, Žilina, 4.-5. jūnijs, 2008. – pp 69-76.
22. A.Patlins, N.Kunicina, “Decision making procedure for evaluation of new transport projects, according to sustainability of transportation” 16th International Railway Symposium EURNEX-ZEL-2008 "Towards Sustainable and Competitive Rail System"; 2008 Year. Žilina, Slovak Republic. // EURNEX - Žel 2008, Slovākija, Žilina, 4.-5. jūnijs, 2008. – pp 166-173.

I DAĻA

Promocijas darba pirmā daļa apskata transporta sistēmu no lielo sistēmu un automātiskās kontroles viedokļa. Vispārējā veidā to var attēlot šādi:



Att.1. Transporta sistēmas kontroles kopskāts.

Aprakstot vadības sistēmas kontroles posmus un sistēmas procesus piedāvāts izmantot diferenciālvienādojumus, lai savienotu ieejas un izejas signālus. Aplūkojot ievades signāla $x(t)$ un izejas signāla $y(t)$, diferenciālo vienādojumu kopumā skats var būt:

$$b_m \left(\frac{dx}{dt} \right)^m + b_{m-1} \left(\frac{dx}{dt} \right)^{m-1} + \dots + b_1 \frac{dx}{dt} + b_0 x = a_n \left(\frac{dy}{dt} \right)^n + a_{n-1} \left(\frac{dy}{dt} \right)^{n-1} + \dots + a_1 \left(\frac{dy}{dt} \right) + a_0 y \quad (1)$$

Laplasa operators: $s = \frac{d}{dt}$ ļauj aizstāt diferenciālvienādojumu ar operatora S vidē strādājošo algebrisko vienādojumu:

$$b_m x s^m + b_{m-1} x s^{m-1} + \dots + b_1 x s + b_0 x = a_n y s^n + a_{n-1} y s^{n-1} + \dots + a_1 y s + a_0 y \quad (2)$$

Dalot izejas $y(s)$ ar ieejas $x(s)$ vērtībām, iegūstam algebrisko transfera funkciju sistēmas kontrolei:

$$C(s) = \frac{y(s)}{x(s)} = \frac{b_m s^m + b_{m-1} s^{m-1} + \dots + b_1 s + b_0}{a_n s^n + a_{n-1} s^{n-1} + \dots + a_1 s + a_0} \quad (3)$$

Pasaules praksē nepastāv nelineāro sistēmu vispārējs analītisks atrisinājums, bet promocijas darbā ir piedāvāts izmantot intervālu metodi meklējot atrisinājumus.

Promocijas darbā ir apkopotas ilgspējīgas attīstības definīcijas un doti sabiedriskā transporta sistēmas attīstības principi. Tas ļauj formalizēt sabiedriskā transporta sistēmas ilgspējīgu attīstību:

$$STSIA = \langle V, S, E, R \rangle (AT) \quad (4)$$

Kur:

STSIA - sabiedriskā transporta sistēmas ilgspējīga attīstība;

V – Vides ilgspējīga attīstība;

S – Servisa līmenis pasažieriem, ieskaitot drošību un komforta līmeni.

E – Transportēšanas ekonomiskie aspekti;

R – Valdības un regulējošo normu

(ΔT) – laika periods.

Ka jau bija minēts iepriekš, pasaules praksē nepastāv nelineāro sistēmu vispārējs analītisks atrisinājums, bet promocijas darbā ir piedāvāts izmantot intervālu metodi meklējot atrisinājumus, ka mērvienību katram parametram izmantojot subjektīvu novērtējumu – līmeni.

Piemēram, vērtēšanas skala var būt definētā kā 5 līmeņu skala. Katram kritērijam var aprakstīt šādu līmeņu sistēmu:

1-labākais stāvoklis

2-labs stāvoklis;

3-normalas stāvoklis;

4-slikts, bet joprojām pieņemams stāvoklis, situācija ir jāuzlabo;

5-ekstrēmali slikts stāvoklis, kas apdraud sistēmas ilgtspējīgo attīstību; situācija ir jālabo nekavējoties.

Katram no stāvokļiem ir iespējams pievienot krāsu labākai vizuālai sistēmas uzraudzībai, piemēram, šāda secībā: (1 = balta, 2 = zila, 3 = zaļa, 4 = dzeltena, 5 = sarkana). Izmantojot šāda veida uzskaiti ir iespējams kontrolēt sistēmu arī vizuāli:

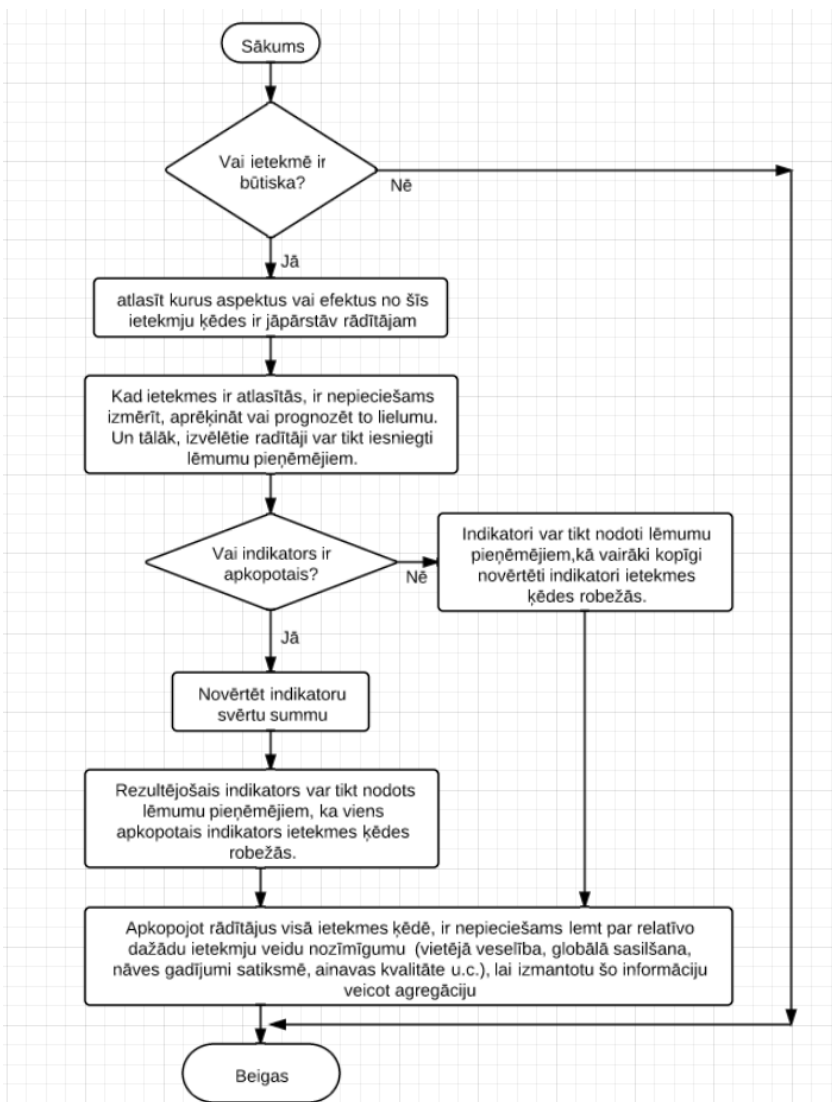
V				PO ₁₀	CO ₂		
S				Time			Schedule
E			Price				
R						Restrictions	

Fig.2. STSIA vizuāla monitoringa piemērs

Promocijas darbā detalizēti tiek analizēti vides faktori un to iespējama analīze, jo klasiskie kritēriji cena, ātrums un klientu apkalpošanas kvalitāte ir plaši analizēti citos darbos. Promocijas darbā ir izveidots vides indikatoru jomu saraksts, kas ļauj novērtēt transporta ietekmi uz apkārtējo vidi.

II DAĻA

Promocijas darba otrā daļā dod priekšstatu par saliktu vides indikātoru apstrādi. Kopīgi novērtējot indikatorus, parasti parādās vairāki uzdevumi kas ir jāatrisina šī procesā laikā, tāpēc šajā pētījumā ir piedāvāts algoritms indikatoru kopīgas novērtēšanas veikšanai. Algoritma bloku shēmu var attēlot šādi:



Att.3. Indikatoru kopīgas novērtēšanas algoritma bloku shēma

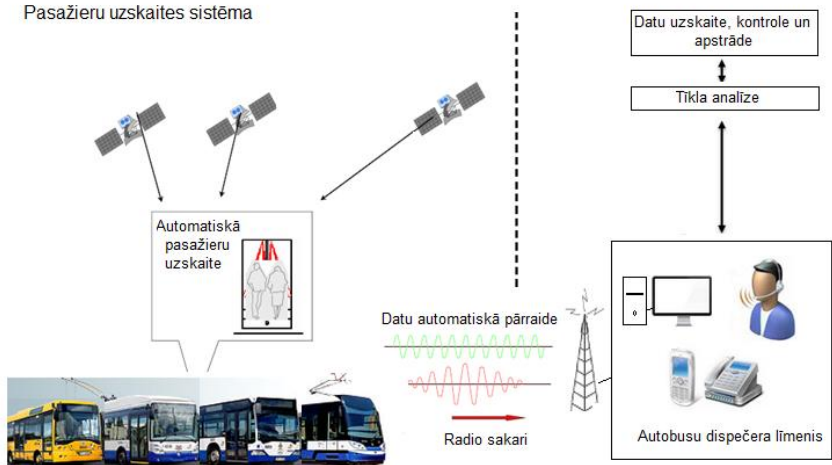
Ka piemērs, strādājot ar vides indikatoriem, darbā tiek aprakstīta trokšņa indikatora uzskaitē. Aprakstītās arī trokšņa uzskaites kartes. Līdzīgā veidā būtu iespējams strādāt arī ar pārējiem indikatoriem.

Darba otras daļas noslēgumā tiek sniegts ieskāts intelektuālo transporta sistēmu pielietošanā sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgās attīstības nodrošināšanai. Tika aprakstīti datu avoti pilsētas transporta sistēmai.

III DAĻA

Promocijas darba trešā daļā ir izpētītā pasažieru transportēšanas procedūra, izmantojot vairākus transporta līdzekļus, transporta līdzekļu ko-modalitātes nodrošināšanai.

Tika izstrādāts pasažieru pārvadājumu apjomu uzskaites un uzraudzības sistēmas risinājums.

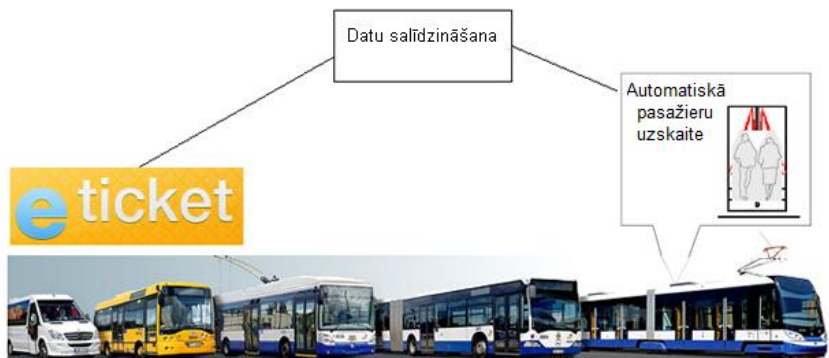


Att.4. Pasažieru pārvadājumu apjomu uzskaites un uzraudzības sistēmas risinājums

Tika piedāvāts sistēmas risinājums pasažieru pārvadājumu apjomu uzskaites veikšanai. Tiek doti arī katrā durvīs iekāpušo un izkāpušo pasažieru skaita noteikšanas tehniskie principi. Pasažieru pārvadājumu apjomu uzskaites un uzraudzības sistēmas risinājums attēlots (sk.att.4).

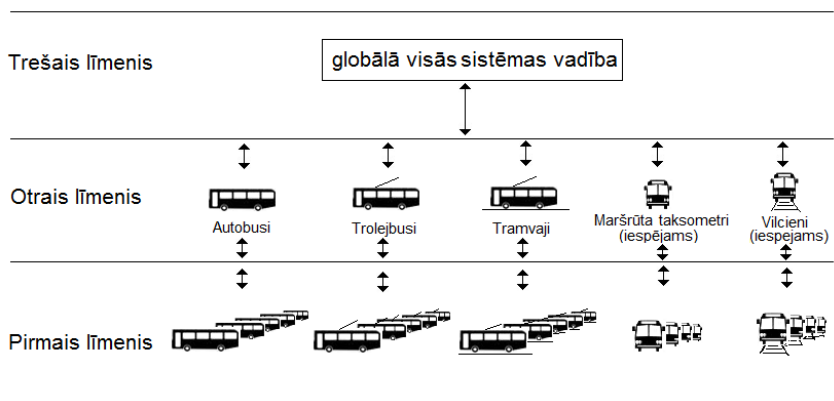
Integrējot šāda tipa sistēmas risinājumu Rīgas sabiedriskā transporta sistēmā, ka arī izmantojot esošās e-talonu sistēmas funkcijas var efektīvāk izmantot sistēmas resursus.

Veicot šāda tipa kontroli var efektīvāk kontrolēt savlaicīgu transporta pakalpojumu apmaksu un efektīvāk cīnīties ar bezbiļetniekiem transportā.



Att.5. Datu salīdzināšana

Šīs promocijas darba daļas ietvaros tiek piedāvāts formāls trīs līmeņu sabiedriskā transporta vadības sistēmas risinājums, kas pēc tām ir plašāk aprakstīts darba nosedzošā, piektā daļā.



Att.6. Rīgas pilsētas pasažieru transporta trīs līmeņu centralizētā vadības sistēmas risinājuma koncepcija

Promocijas darbā tiek piedāvāta Rīgas pilsētas pasažieru transporta trīs līmeņu centralizētā vadības sistēmas risinājuma koncepcija, kur:

- pirmā līmenī notiek transporta līdzekļa iekārtu un iekšējo procesu kontrole;
- otrā līmenī – katra transporta veida vadība atsevišķi;
- trešā līmenī - globālā visās sabiedriskā transporta sistēmas vadība.

IV DAĻA

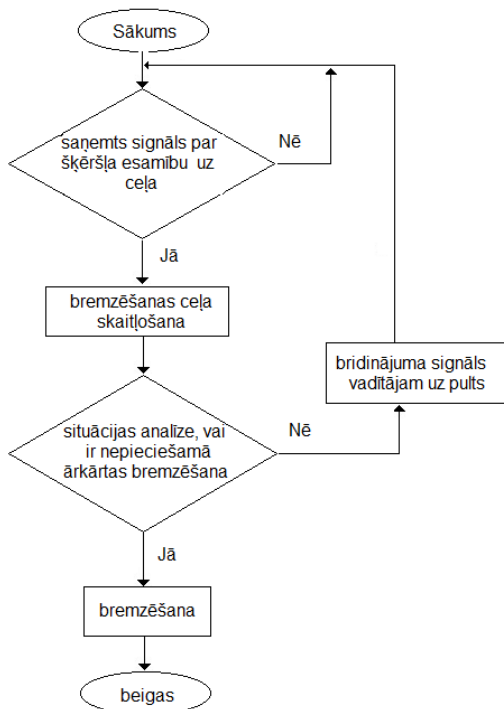
Lai nodrošinātu sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgo attīstību, vairākām apakšsistēmām ir jāstrādā kopējā sistēmā. Darba ietvaros, sabiedriskā transporta sistēma tiek apskatīta kā liela mēroga dinamiska sistēma un tās vadību tiek piedāvāts veikt centralizēti, integrējot kopējā sistēma visus esošos sistēmā vadības moduļus.

Promocijas darba ceturtnā daļā tiek piedāvāti dažādi risinājumi un piemēri, kas var strādāt kopā, paaugstinot sistēmas ilgtspējīgas attīstības līmeni.

Piemēram, pētījuma ietvaros piedāvāts izmantot „Lidar” tehnoloģiju sabiedriskā transportā lai palielinātu drošību transporta līdzekļa ārkārtas bremsēšanas gadījumā. 2011. gada rudenī autors piedalījās “Lidar” testēšanas eksperimentā. Eksperimenta rezultāti parādīja, ka Lidar tehnoloģijas var būt veiksmīgi pielietotas transporta līdzekļa ārkārtas bremsēšanai bez vadītāja līdzdalības pilsētas apstākļos, ātrums līdz 50 km/st.

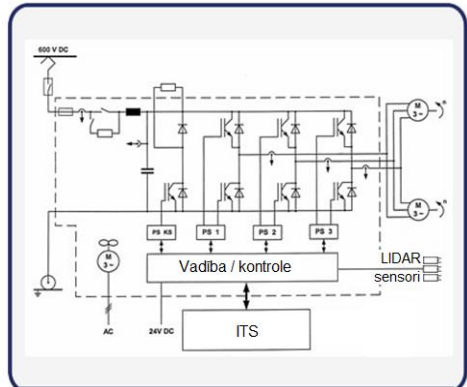
Darbā veiktie aprēķini liecina par „Lidar” tehnoloģijas pielietošanas iespēju sabiedriskā transporta ārkārtas bremsēšanai nepieciešamības gadījumos.

Ir izstrādātā bloku diagramma tramvaja bremsēšanas vadības algoritmam izmantojot „Lidar”.



Att.7. Bloku diagramma tramvaja bremsēšanas vadības algoritmam izmantojot „Lidar”

Ņemot par pamatu “RAILWAY ELECTRONICS” ražojumu PGP-130 tramvaja motora vadībai, tiek piedāvāta „Lidar” pieslēgšanas shēma tramvaja bremzēšanas kontrolei ārkārtas gadījumos.

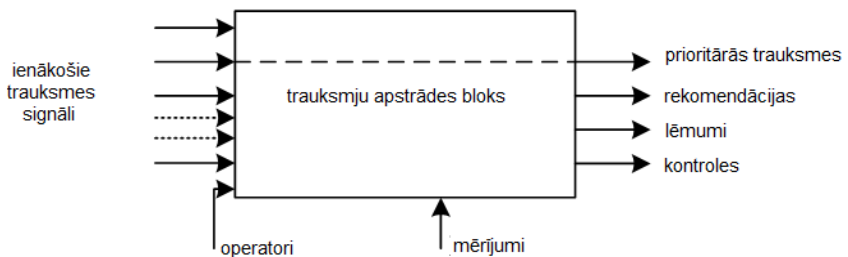


Att.8. „Lidar” pieslēgšanas shēma tramvaja bremzēšanas kontrolei ārkārtas gadījumos

Sabiedriskā transporta vadības sistēmā tika piedāvāts integrēt arī drošības sistēmas elementus, tādus kā video kameras, pielietojot tās gan drošībai, gan automobiļu plūsmas monitoringam.

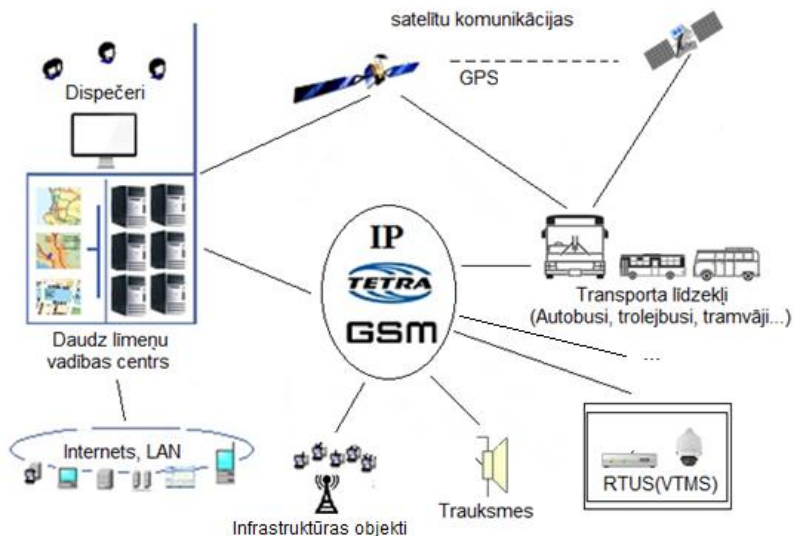
Promocijas darbā ir piedāvāts integrēts vienotā vadības sistēmā septiņu soļu algoritms un bloku shēma trauksmju signalizācijas sistēmai ārkārtas gadījumiem transporta sistēmā.

Piedāvāts signalizācijas(trauksmju) apstrādes ierīces modelis, kas varētu klasificēt trauksmes, izdarīt lēmumus, sniegt ieteikumus un veikt kontroli.



Att.9. Trauksmju apstrādes ierīces modelis

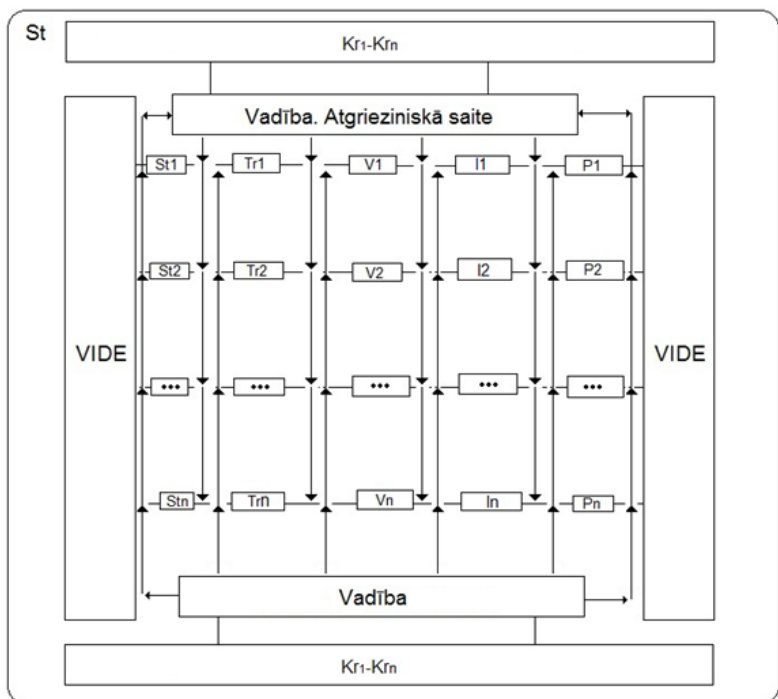
Visiem sistēmas objektiem un elementiem ir nepieciešama komunikācija sava starpā, tāpēc darbā ir dota arī komunikācijas shēma sabiedriskā transporta sistēmai.



Att.10. Komunikācijas shēma sabiedriskā transporta sistēmai

V DAĻA

Ņemot vērā eksistējošās problēmas pasažieru transporta sistēmas vadībā procesā, promocijas darba piektā, noslēdzošā daļā, ir plašāk aprakstīts, trešā daļā piedāvātais formāls trīs līmeņu sabiedriskā transporta vadības sistēmas risinājums, kas nodrošina transporta sistēmas vadību kā vienotu lielo sistēmu, un nodrošina visu ietekmējošo faktoru mērīšanu, analīzi un lēmumu pieņemšanu pēc vienotiem principiem, kas no sistēmu teorijas viedokļa ļauj darboties transporta sistēmai kā vienotai sistēmai, ņemot vērā savstarpējo apakšsistēmu ietekmi.



Att.11. Sabiedriskā transporta sistēmas analīze – 3. līmenis

Kur:

St – transporta sistēma;

St₁ – St_n – apakšsistēmas;

Tr – transporta līdzekļu veidi;

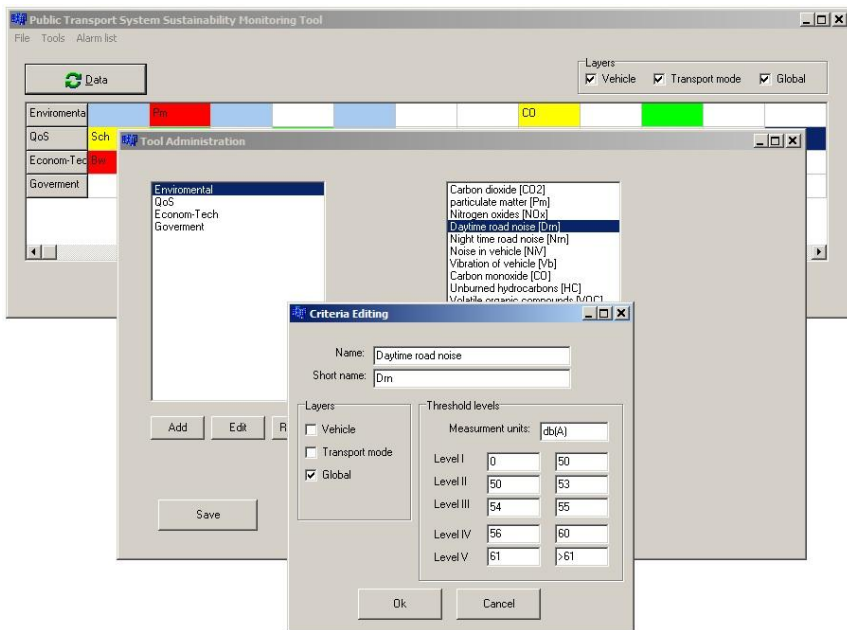
V – transporta vienības;

P₁ – P_n – pasažieri;

I₁ – I_n – infrastruktūras objekti;

Kr₁ – Kr_n – sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgās attīstības kritēriji: (apkartējas vides ilgtspējīgā attīstība; pasažieru drošība un komforta līmenis; ekonomiskie aspekti; valdības un regulejošo normu ietekme).

Ir izstrādāts arī datorizēts modelis sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgas attīstības monitoringam, kas ļauj novērot sistēmas stāvokli, atsevišķi redzot kritiskus kritērijus, kas apdraud sistēmas ilgtspējīgo attīstību.



Att. 12. Sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgas attīstības monitoringa rīka administrēšana – kritēriju rediģēšana

Nospiežot pogu “Data” – visu sistēmas kritēriju vērtības tiek ģenerētās un ielādētās sistēmā. Pēc tam ieejošās kritēriju vērtības tiek novērtētās, salīdzinot tās ar definētām vērtībām, izmantojot 5 līmeņu kritēriju vērtēšanas skalu, kas ir aprakstīta promocijas darba pirmā daļā. Tādējādi ir iespējams saņemt vizuālu novērtējumu katram kritērijam un veikt sistēmas vizuālu monitoringu. Ir iespējams izvēlēties kuras grupas kritērijus novērot – tikai transporta līdzekļa, vai transporta līdzekļu veidu, vai globālos kritērijus, vai kritērijus no šo grupu kombinācijām. Gadījuma ja kāda no kritēriju vērtībām sistēmā ir uz trauksmes robežas un var apdraudēt sistēmas ilgtspējīgo attīstību, tad šis kritērijs tiek attēlots dzeltenā vai sarkana krāsā, tiek attēlots arī šī kritērija īsais nosaukums, uz kura var „uzklikšķināt” un apskatīties gan kritērija pilno nosaukumu, gan vērtību, gan kādos līmeņos sistēmā kritērijs tiek radīts, ka arī iespējamo komentāru, kas tieši ir noticis un kāpēc pieļaujama vērtība ir pārsniegtā.

Šis datorizēts modelis ļauj rediģēt kritēriju grupas, ka arī rediģēt un pievienot kritērijus grupās un uzstādīt vērtības pēc kuram kritēriji tiks novērtēti. (12.attēls).

REZULTĀTI

Promocijas darba galvenais rezultāts ir trīs līmeņu sistēmas risinājuma un monitoringa rīka izstrādāšana, kas nodrošina sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgu attīstību. Tās tiek nodrošināts, formalizējot sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgas attīstības jēdzienu, līdz ar to, ar monitoringa rīka palīdzību ļaujot novērot visu sabiedriskā transporta ilgtspējīgās attīstības kritēriju līmeni. Izstrādātais datorizēts modelis sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgas attīstības monitoringam, ļauj novērot sistēmas stāvokli, atsevišķi redzot kritiskus kritērijus, kas apdraud sistēmas ilgtspējīgo attīstību, tādējādi ļaujot operatīvi reaģēt lai uzturētu sistēmu ilgtspējīgās attīstības stāvoklī. Savukārt, drošības līmeņa paaugstināšana tiek panāktā ar to, kā izmantojot video-kameras transporta līdzekļos, ka arī ārpus transporta līdzekļiem, ārkārtas gadījumos trauksmes signāli arī tiek sūtīti uz kopējo sistēmas monitoringa sistēmu, nodrošinot reakciju šo trauksmju cēloņu, ka arī seku novēršanai. Transporta līdzekļu kustības drošības paaugstināšanai tiek eksperimentāli izpētītas Lidar tehnoloģijas un eksperimentāli tika pārbaudīts un pierādīts, ka šo tehnoloģiju pielietošana ļauj izvairīties no avārijām, kas ir atkarīgas no „cilvēciskā faktora”, ārkārtas bremzēšanas nepieciešamības gadījumos, tādējādi arī paaugstinot sistēmas drošības līmeni.

Visi darbā definētie uzdevumi ir izpildīti:

1. Darba ietvaros sabiedriskā transporta sistēma ir apskatīta kā liela mēroga dinamiska sistēma un ir piedāvāts tās vadīšanu organizēt, balstoties uz sistēmu teorijas pamatiem.

2. Apkopotas ilgtspējīgas attīstības definīcijas un definēti transporta ilgtspējīgas attīstības principi, izveidots indikatoru saraksts, kas ļauj novērtēt transporta ietekmi uz apkārtējo vidi, piedāvāts algoritms šo indikatoru apstrādei, ka arī piedāvātas metodes saliktu vides ietekmes indikatoru novērtēšanai.

3. Izpētītas LIDAR tehnoloģijas un analizēta iespēja izmantot LIDAR sabiedriskā transporta sistēmā lai palielinātu drošību transporta līdzekļa ārkārtas bremzēšanas gadījumos. Piedāvāts risinājums LIDAR tehnoloģiju izmantošanai sabiedriskā transporta līdzekļos.

4. Izstrādāts un piedāvāts risinājumus sabiedriskā transporta sistēmas drošības paaugstināšanai izmantojot video-kameras transporta līdzekļos, ka arī ārpus transporta līdzekļiem. Piedāvāts algoritms un bloku shēma trauksmju signalizācijas sistēmas risinājumam ārkārtas gadījumiem transporta sistēmā.

5. Piedāvāts trīs līmeņu sabiedriskā transporta vadības sistēmas risinājums, kas var nodrošināt transporta sistēmas vadību ka vienotu lielo sistēmu, ņemot vērā visu trīs līmeņu (transporta līdzekļa, transporta veida, vai visas sistēmas kopā) ilgtspējīgās attīstības kritērijus.

Ir izstrādāts datorizēts modelis sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgas attīstības monitoringam, kas ļauj novērot sistēmas stāvokli, atsevišķi redzot kritiskus kritērijus, kas apdraud sistēmas ilgtspējīgo attīstību.

SECINĀJUMI

Secināts, kā sabiedriskā transporta sistēmas kontrole, ņemot vērā liela mēroga dinamisku sistēmu vadīšanas principus, dod iespēju sabiedriskā transporta sistēmas centralizētas vadīšanas organizēšanai.

Eksperimentāli pabaudīts un pierādīts, kā LIDAR tehnoloģijas var tikt veiksmīgi izmantotas ārkārtas bremsēšanai uz vieglajiem automobiļiem pilsētas apstākļos, kad ātrums nepārsniedz 50 km/st. Eksperimentu rezultāti ir pozitīvi un aprēķini rada, kā LIDAR var tikt pielietots arī sabiedriskā transportā ārkārtas bremsēšanas gadījumos. Izstrādātā LIDAR pieslēgšanas shēma tramvaja bremsēšanai, ka arī bloku shēma tramvaja bremsēšanas algoritmam.

Video-kameru izmantošana sabiedriskā transporta sistēmā un pārdomātas trauksmju signalizācijas sistēmas ieviešana paaugstinā sistēmas drošību kopumā un dod pozitīvu efektu cilvēkiem, piemēram, nekavējoties reaģējot uz jebkurām trauksmēm sistēmā, tādējādi samazinot negatīvo seku risku.

Visi autora pētījumi, kas ir piedāvāti pirmajās promocijas darba četrās daļās, var tikt pielietoti trīs līmeņu sabiedriskā transporta kontroles risinājumā, kas aprakstīts piektajā daļā, lai nodrošinātu sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgu attīstību, ņemot vērā ekoloģiskās problēmas, pasažieru prioritātes un arī ekonomiski-tehnisko sistēmas stāvokli.

Autora piedāvātais pasažieru uzskaites sistēmas risinājums var efektīvāk kontrolēt savlaicīgu transporta pakalpojumu apmaksu un efektīvāk cīnīties ar bezbiļetniekiem transportā.

Ir izstrādāts sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgas attīstības monitoringa rīks un datorizētās modelis, kas ļauj novērot sistēmas stāvokli, atsevišķi novērojot un uzskaitot kritiskus kritērijus, kas apdraud sistēmas ilgtspējīgo attīstību, tādējādi ļaujot operatīvi reaģēt uz kritiskām situācijām sistēmā.

Autora piedāvātais trīs līmeņu sabiedriskā transporta vadības sistēmas risinājums nodrošinā pasažieru transporta sistēmas vadību ka vienotu lielo sistēmu.

Veiktie pētījumi un to rezultāti var uzlabot sabiedriskā transporta sistēmas darbu Rīgas pilsētā un nodrošināt sabiedriskā transporta sistēmas ilgtspējīgu attīstību, ņemot vērā ekoloģiskās problēmas, pasažieru prioritātes un arī ekonomiski-tehnisko stāvokli.

PROMOCIJAS DARBĀ IZMANTOTĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

1. Corporate author(s): European Commission, Directorate-General for Research and Innovation. Sustainable surface transport. Research technological development and integration : 2002-2006 projects synopses. Publication year: 2006. ISBN: 92-79-04584-9.
2. CIVITAS Stuttgart/Germany CIVITAS CARAVEL 2005-2009. (http://www.civitas-initiative.org/index.php?id=79&sel_menu=35&measure_id=386)
3. Linking Impact Assessment Instruments to Sustainability Expertise (LIAISE) <http://www.liaise-noe.eu/>
4. Sustainable Infrastructure for Resilient Urban Environments (SIRUE).http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=FP7_PROJ_EN&ACTION=D&DOC=1&CAT=PROJ&RCN=10003
5. Transport Clusters Development and Implementation Measures of a Six-Region Strategic Joint Action Plan for Knowledge-based Regional Innovation (LOG4GREEN). http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=FP7_PROJ_EN&ACTION=D&DOC=1&CAT=PROJ&RCN=101520
6. Environmental Data Models and Interface development in Aviation(ENDAMI)http://cordis.europa.eu/fetch?CALLER=PROJ_ICT_TEMP&ACTION=D&DOC=393&CAT=PROJ&QUERY=0126b7521c64:168a:328631f8&RCN=101281
7. Monitoring Atmospheric Composition and Climate Interim Implementation(MACCI).http://cordis.europa.eu/search/index.cfm?fuseaction=proj.document&PJ_LANG=EN&PJ_RCN=12353836&pid=8
8. COST 356 EST – “Towards the definition of a measurable environmentally sustainable transport”. <http://cost356.inrets.fr>
9. European strategies. White paper 2011. Roadmap to a Single European Transport Area - Towards a competitive and resource efficient transport system. http://ec.europa.eu/transport/strategies/2011_white_paper_en.htm
10. Dale V.H. and Beyeler S.C., 2001. Challenges in the development and use of ecological indicators. Ecological Indicators, 1, 3-10.
11. Eyles J. and Furgal C., 2002. Indicators in environmental health: identifying and selecting common sets. Canadian J. Public Health, Vol. 93, Suppl. 1, 62-67.
12. OECD, 2003. Environmental Indicators – Development, Measurement and Use. Reference paper, OECD, Paris.
13. NCHOD, 2005. Compendium of Clinical and Health Indicators User Guide. National Centre for Health Outcomes Development (NCHOD), London School of Hygiene and Tropical Medicine, London. www.nchod.nhs.uk
14. WHO, 2006. Reproductive Health Indicators Reproductive Health and Research Guidelines for their generation, interpretation and analysis for global monitoring World Health Organization, Geneva.
15. Niemeijer D. and de Groot R.S, 2008. Conceptual framework for selecting environmental indicator sets. Ecological Indicators, vol 8, 14-25.
16. Rice J.C. and Rochet M.J., 2005. A framework for selecting a suite of indicators for fisheries management. ICES J. Marine Sci., 62, 516-527.
17. Boyle M., Kay J.J. and Pond B., 2001. Monitoring in support of policy: an adaptive ecosystem approach. In Encyclopedia of Global Environmental Change, Vol. 4, ed. T Munn, p.116–37, Wiley, New York.
18. Bockstaller C. and Girardin P., 2003. How to validate environmental indicators. Agricultural Systems, 76, 639-653.
19. Mendoza G.A. and Macoun P., 1999. Guidelines for Applying Multi-Criteria Analysis to the Assessment of Criteria and Indicators. Center for International Forestry Research, Jakarta. www.cgiar.org/cifor
20. Hardi P. and DeSouza-Huletey J.A., 2000. Issues in analyzing data and indicators for sustainable Development. Ecological Modelling, 130, 59-65.
21. Jackson L. E., Kurtz J.C. and Fisher W.S. (Eds), 2000. Evaluation guidelines for ecological indicators. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC.
22. Cloquell-Ballester V-A., Cloquell-Ballester V-A., Monterde-Díaz R. and Santamarina-Siuranaet M-C., 2006. Indicators validation for the improvement of environmental and social impact quantitative assessment. Environ. Impact Assessm. Rev., 26, 79-105.
23. Boyle M., 1998. An Adaptive Ecosystem Approach to Monitoring: Developing policy performance indicators for Ontario Ministry of Natural Resources. Master in Environmental Studies degree from the University of Waterloo, Canada. www.nesh.ca/jameskay/ersserver.uwaterloo.ca/jjkay/grad/mboyle/th_pdf.html
24. Keeble J.J., Topiol S. and Berkeley S., 2003. Using Indicators to Measure Performance at a Corporate and Project level. J. Business Ethics, 44, 149-158.

25. Zietsman J. and Rilett L.R., 2002. Sustainable Transportation: Conceptualization and Performance Measures. Research Thesis SWUTC/02/167403-1, Texas Transportation Institute, Univ. of Texas, Austin, USA, 163 p.
26. Marsden G., 2005. Appraisal of Sustainability: Environmental Indicators, Institute for Transport Studies, University of Leeds.
www.its.leeds.ac.uk/projects/sustainability/resources/Appraisal%20of%20Sustainability%20in%20Transport%20-%20Environment%20Indicators.pdf
27. Bollen K.A., 2001. Indicators: Methodology. In Smelser N. J. and Baltes B. (Eds), International Encyclopedia of the Social and Behavioural Sciences, Elsevier, Amsterdam, 7282-7287.
28. Leviton L., 2001. External Validity, Content validity. In Smelser N. J. and Baltes B. (Eds), International Encyclopedia of the Social and Behavioural Sciences, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, 5195-2000.
29. A. Nerode and W. Kohn, "Models for hybrid systems: Automata, topologies, controllability, observability," in Hybrid System (R. L. Grossman, A. Nerode, A. P. Ravn, and H. Rischel, eds.), no. 736 in LNCS, pp. 317-356, New York: Springer Verlag, 1993.
30. R. W. Brockett, "Hybrid models for motion control systems," in Perspectives in Control (H. Trentelman and J. Willems, eds.), Birkhauser, 1993.
31. X. Nicollin, A. Olivero, J. Sifakis, and S. Yovine, "An approach to the description and analysis of hybrid systems," in Hybrid System (R. L. Grossman, A. Nerode, A. P. Ravn, and H. Rischel, eds.), no. 736 in LNCS, pp. 149-178, New York: Springer Verlag, 1993.
32. P. J. Antsaklis, J. A. Stiver, and M. Lemmon, "Hybrid system modeling and autonomous control systems," in Hybrid System (R. L. Grossman, A. Nerode, A. P. Ravn, and H. Rischel, eds.), no. 736 in LNCS, pp. 366-392, New York: Springer Verlag, 1993.
33. R. Alur, C. Courcoubetis, T. A. Henzinger, and P. H. Ho, "Hybrid automaton: An algorithmic approach to the specification and verification of hybrid systems," in Hybrid System (R. L. Grossman, A. Nerode, A. P. Ravn, and H. Rischel, eds.), no. 736 in LNCS, pp. 209-229, New York: Springer Verlag, 1993.
34. M. S. Branicky, V. S. Borkar, and S. K. Mitter, "A unified framework for hybrid control: Background, model and theory," Tech. Rep. LIDS-P-2239, Laboratory for Information and Decision Systems, Massachusetts Institute of Technology, 1994.
35. M. S. Branicky, Control of Hybrid Systems. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, 1994.
36. A. Deshpande, Control of Hybrid Systems. PhD thesis, Department of Electrical Engineering, University of California, Berkeley, California, 1994.
37. A. Puri, Theory of Hybrid Systems and Discrete Event Systems. PhD thesis, Department of Electrical Engineering, University of California, Berkeley, California, 1995.
38. T. Henzinger, P. Kopke, A. Puri, and P. Varaiya, "What's decidable about hybrid automata," in STOCS, 1995.
39. Z. Manna and A. Pnueli, Temporal Verification of Reactive Systems: Safety. New York: Springer-Verlag, 1995.
40. R. F. Stengel, "Intelligent flight control systems," in IMA Conference on Aerospace Vehicle Dynamics, September 1992.
41. A. Nerode and W. Kohn, "Multiple agent hybrid control architecture," in Hybrid System (R. L. Grossman, A. Nerode, A. P. Ravn, and H. Rischel, eds.), no. 736 in LNCS, pp. 297-316, New York: Springer Verlag, 1993.
42. P. Varaiya and S. E. Shladover, "Sketch of an IVHS systems architecture," Tech. Rep. UCB-ITSPRR-91-3, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, 1991.
43. S. Sastry, G. Meyer, C. Tomlin, J. Lygeros, D. Godbole, and G. Pappas, "Hybrid systems in air traffic control," in IEEE Control and Decision Conference, pp. 1478-1483, 1995.
44. K. M. Passino and P. J. Antsaklis, "Modeling and analysis of artificially intelligent planning systems," in An Introduction to Intelligent and Autonomous Control (P. J. Antsaklis and K. M. Passino, eds.), pp. 191-214, Boston: Kluwer Academic Publishing, 1993.
45. C. Heitmayer and N. Lynch, "The generalized railroad crossing: A case study in formal verification of real-time systems," in Proc. ICCR Real-Time Systems Symposium, (San Juan, Puerto Rico), 1994.
46. J. Frankel, L. Alvarez, R. Horowitz, and P. Li, "Safety oriented maneuvers for IVHS," in American Control Conference, pp. 668-672, 1995.
47. J. Lygeros, D. N. Godbole, and S. Sastry, "A game theoretic approach to hybrid system design," Tech. Rep. UCB/ERL-M95/77, Electronic Research Laboratory, University of California Berkeley, October 1995.
48. P. Li, L. Alvarez, and R. Horowitz, "AVHS safe control laws for platoon leaders." (preprint), January 1996.
49. John Lygeros. "Hierarchical, Hybrid Control of Large Scale Systems." UCB-ITS-PRR-96-23. California PATH Research. 1996.
50. Jeon C.M. and Amekudzi A., 2005. Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators, and Metrics. J. of Infrastructure Systems, March 2005, 31-50.
51. May A. D., Grant-Muller S., Marsden G. and Thanos S., 2007. Improving the collection and monitoring of urban travel data: An international review. TRB 2008 Annual Meeting CD-ROM, Washington DC.

52. Litman T., 2008. Well Measured: Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute, Victoria, BC, Canada. www.vtpi.org/wellmeas.pdf
53. Goger G., Karkalis A. and Arapis G., 2009. A proposal for environmental indicators. In Calderon E., Pronello C. and Goger T., Integrated assessment of environmental impact of traffic and transport infrastructure. COST 350 final thesis, Univ. Politécnică Madrid, ISBN 978-84-7493-401-4.
54. Gudmundsson H., 2010. Criteria and methods for indicator assessment and validation - a review of general and sustainable transport related indicator criteria and how to apply them. Background thesis for part 4 in COST Action 356 scientific thesis. Technical Univ. Denmark, Lyngby, Denmark, 78 p. http://cost356.inrets.fr/pub/reference/thesis/C356_2.2_thesis_criteria_HG_220410.pdf
55. A. Deshpande, D. Godbole, A. Gollu, L. Semenzato, R. Sengupta, D. Swaroop, and P. Varaiya, \Automated highway system tool interchange format." (preprint) California PATH Technical Report, Institute of Transportation Studies, University of California, Berkeley, 1996.
56. Institute of Control Sciences V.A. Trapeznikov Academy of Sciences <http://www.ipu.ru/node/11925>
57. Institute of Control Sciences V.A. Trapeznikov Academy of Sciences. Лаборатория № 50 «Самооптимизирующихся систем управления динамическими процессами». <http://www.ipu.ru/node/11920>
58. J.Greivulis, N.Kuņičina. Analogo elektronisko shēmu analizēs un aprēķina metodes. RTU izdevniecība. 2009.
59. International Council on Systems Engineering (INCOSE). 2006. Systems Engineering. Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities, Version 3. San Diego, CA: International Council on Systems Engineering.
60. Kehagia F., 2009. The implementation of sustainability in highway projects. Int. J. of Sustainable Development Planning, Vol. 4, No 1, 1-9.
61. WCED, 1987. Thesis of the World Commission on Environment and Development, United Nations General Assembly, A/RES/42/187, 11 Dec. 1987. www.un.org/documents/ga/res/42/ares42-187.htm
62. Pearce D.W., Markandya A. and Barbier E., 1989. Blueprint for a Green Economy, Earthscan Publications, London, 192 p. ISBN 1-85383-066-6.
63. Pearce D., 1993. Blueprint 3 - Measuring sustainable development. Earthscan Publications, London, 224 p. ISBN 1-85383-183-2.
64. IUCN, UNEP and WWF, 1991. Caring for the Earth: a strategy for sustainable living. IUCN, Gland, Switzerland, 228 p., ISBN 2-8317-0074-4.
65. Holdgate M. W., 1993. The sustainable use of tropical coastal resources – a key conservation issue. AMBIO, 22, 481-482.
66. HMSO, 1994. Sustainable development: the UK strategy. Command Paper Cm. 2426, Dept of the Environment, HMSO, London.
67. Spedding C.R.W., 1996. Agriculture and the citizen. Sustainability, p.149-157. Chapman and Hall, London.
68. Academic Dictionaries and Encyclopedias. <http://en.academic.ru/dic.nsf/enwiki/1037936>
69. Esty DC, Levy M, Srebotnjak T and de Sherbinin A., 2005. 2005 Environmental Sustainability Index: Benchmarking National Environmental Stewardship. Yale Center for Environmental Law & Policy, New Haven.
70. Hall R.P., 2006. Understanding and Applying the Concept of Sustainable Development to Transportation Planning and Decision-Making in the U.S. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA.
71. Hall R.P., 2002. Introducing the Concept of Sustainable Transportation to the U.S. DOT through the Reauthorization of TEA-21. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, USA.
72. DoE, 1996. UK Round Table on Sustainable Development. Defining a sustainable transport sector. Department of Environment, HMSO, London.
73. OECD, 1997. Towards Sustainable Transportation - the Vancouver Conference. OECD proceedings, Paris, 183 p. www.oecd.org/dataoecd/28/54/2396815.pdf
74. CSTC, 1997. Definition and Vision of Sustainable Transportation. The Centre for Sustainable Transportation, Ontario, Canada.
75. OECD, 2000. Environmentally Sustainable Transport: futures, strategies and best practice. Synthesis Thesis of the OECD project on Environmentally Sustainable Transport EST. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Paris.
76. European Council, 2001. Council Resolution on Integrating Environment and Sustainable Development Into Transport Policy, Luxembourg.
77. Passet R., 1979. L'économie et le vivant (Economics and the Living). Paris, Petite Bibliothèque Payot, 287 p.
78. Gudmundsson H., 2007. Sustainable Mobility and incremental change – Some building blocks for IMPACT. Thesis, Danish Transport Research Institute, Copenhagen, 79 p.
79. Victoria Transport Policy Institute, 2007. Sustainable Transportation and Transportation Demand Management - Planning That Balances Economic, Social and Ecological Objectives. Victoria, Canada. www.vtpi.org/tm/tm67.htm
80. Mauerhofer V., 2008. 3-D Sustainability: An approach for priority setting in situation of conflicting interests towards a Sustainable Development. Ecologica Economics, 64, 496-506.

81. Lélé S., 1991. Sustainable development: A critical review. *World Development*, Vol. 19, Issue 6, 607-621.
82. Ahlheim M., 2009. Sustainability and Regional Development. *Hohenheimer Diskussionbeiträge*, Nr.307, Universität Hohenheim, Stuttgart, Germany, ISSN 0930-8334.
83. Froger G., 1993. Modèles théoriques de développement durable : une synthèse des approches méthodologiques (Theoric models of sustainable development: a synthesis of methodological approaches). In B. Baraqué, *La ville et le génie de l'environnement (The city and the environmental engineering)*, Presses de l'ENPC, Paris, p. 217-231.
84. Georgescu-Roegen N., 1979, *La décroissance, entropie, écologie, économie (The degrowth, entropy, ecology and economy)*, présentation et traduction de J. Grinevald et I. Rens. Ed. Sang de la terre, Paris, 1995 (1st ed.: Ed. Pierre-Marcel Favre, Lausanne, 1979).
85. Daly H., 1994. Operationalizing Sustainable Development by Investing in Natural Capital. In Jansson A., Hammer M., Folke C. and Costanza, R. (eds), *Investing in Natural Capital: The Ecological Economics Approach to Sustainability*. Island Press, Washington D.C., p. 22-37.
86. Rist G., 2002. Le développement durable est-il un oxymore ? (Is sustainable development an oxymore?). *Revue Durable*, no1, 65-66.
87. Rahnama M., 2003. Quand la misère chasse la pauvreté (When destitution replaces poverty). *Fayard/Actes Sud*, Paris, 321 p.
88. Maréchal J.P., 2005. De la religion de la croissance à l'exigence de développement durable (From the religion of growth to the need of sustainable development). In Maréchal J.P. & Quenault B. (dir.) : *Le développement durable, une perspective pour le XXIe siècle*. Presses Universitaires de Rennes, Rennes, France, 422 p., p. 31-50.
89. USEPA, 1996. Indicators of environmental impacts of transportation - Highway, Rail, aviation and maritime transport. USEPA thesis, 230-R-96-009, Washington, USA, 268 p.
90. OECD, 1996. Environmental criteria for sustainable transport: Thesis on phase 1 of the project on Environmentally Sustainable Transport (EST). OECD thesis, OECD/GD(96), Paris, 96 p.
91. Swedish EPA, 1996. Towards an environmentally sustainable transport system. Swedish EPA thesis, no4682, 52 p.
92. EC, 2001. Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32001L0042:EN:HTML>
93. OECD, 2002. Impact of Transport Infrastructure Investment on Regional Development. www.cemt.org/pub/pubpdf/JTRC/02RTRinvestE.pdf
94. EEA, 2002. Paving the way for EU enlargement - Indicators of transport and environment integration - TERM 2002. European environment agency, Environmental Issue Thesis, No 32, Copenhagen, 64 p. www.eea.europa.eu/publications/environmental_issue_thesis_2002_24
95. Borken J., 2003. Indicators for sustainable mobility – a policy oriented approach. 1st Int. Symposium "Environment and Transport", Avignon, France, 19-20 June 2003, proceedings, no93, Inrets ed., Arcueil, France, p. 87-94.
96. Ahvenharju S., Könnölä T., van Grol R., Walker W., Klautzer L., Röhling W., Burg R., de Tommasi R., Arendt M., Steiner P., Bickel P. and De Ceuster G., 2004. Operationalising Sustainable Transport and Mobility: The System Diagram and Indicators. SUMMA Deliverable 3, Rand Europe thesis, The Netherlands, 104 p.
97. Goger T., 2006a. Un indicateur d'impact environnemental global des polluants atmosphériques émis par les transports (An aggregated indicator of air-pollution impacts involved by transports). Thèse, Insa Lyon, 28 nov. 2006, and Inrets thesis, noLTE 0633, Bron, France, 283 p. <http://cost356.inrets.fr>
98. Goger T. and Joumard R., 2007. A method of building an aggregated indicator of air-pollution impacts. 3rd int. conf. Sustainable development 2007, 25-27 April 2007, Algarve, Portugal.
99. Calderon E., Pronello C. and Goger T., 2009a. Integrated assessment of environmental impact of traffic and transport infrastructure. COST 350 final thesis, Univ. Politécnică Madrid, ISBN 978-84-7493-401-4, 405 p.
100. Joumard R. and Nicolas J.P., 2010. Transport project evaluation methodology within the framework of sustainable development. *Ecological Indicators*, vol. 10, no2, 136-142. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2009.04.002>
101. Boy P., 2007. Les représentations sociales de l'effet de serre - 8e vague d'enquête (Social representations of greenhouse – 8th survey). Thesis, RCB Conseil, Paris, 39 p.
102. EC, 2008. Attitudes of European citizens towards the environment. EC thesis, Brussels, 92 p. http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/eb_special_en.htm#295
103. Keeney R.L., 1992. Value-focused thinking. A path to creative decision-making. Harvard University Press, Cambridge, London, 416 p.
104. Rousval B., 2005. Aide multicritère à l'évaluation de l'impact des transports sur l'environnement (Multicriteria evaluation aiding of the impacts of transports on environment). Thèse de doctorat, Univ. Paris IX Dauphine-Lamsade, Paris.

105. Rousval B. and Maurin M., 2008. Évaluation de l'impact des transports sur l'environnement : quels modèles utiliser ? (What models should be used to assess the environmental impact of transport?). Rech. Transp. Sécurité, no100, 169-184.
106. Van Assche J., Block T. and Reynaert H., 2008. Une méthode participative pour mesurer la durabilité urbaine. Le cas du Moniteur des Villes Flamandes (Participative method for measuring urban sustainability. The case of the Monitor of Flemish cities). Coll. internat. La problématique du développement durable vingt ans après : nouvelles lectures théoriques, innovations méthodologiques, et domaines d'extension, Lille, France, 20-22 nov. 2008.
107. Block T., Van Assche J., Vandewiele D., De Rynck F. and Reynaert H., 2007. Steden op koers ? Stadsmonitor voor Leefbare en Duurzame Vlaamse Steden, Editie 2006, Brugge, Vanden Broele, 440 p.
108. Patljins A., Kupicina N. Development of Impact Aggregation Procedure for Sustainable Transport System // Scientific Journal of RTU. 4. series., Energētika un elektrotehnika. - 25. vol. (2009), pp 165-170.
109. The Centre for Sustainable Transportation. Definition and vision of sustainable transportation. The Centre for Sustainable Transportation, 2002. Canada.
110. The EU Policy on environmental noise. <http://ec.europa.eu/environment/noise/home.htm>
111. Riga City Council. Riga City Environment Centre "Agenda 21". ENVIRONMENT AND SUSTAINABILITY PROFILE FOR RIGA. Riga 2003. ISBN 9984-19-525-2.
112. Krūmiņš, Ojārs. Intelīgento transporta sistēmu izveides principi un realizācijas iespējas : promocijas darbs / O.Krūmiņš ; zinātniskais vadītājs I.Raņķis ; Rīgas Tehniskā universitāte. ENERĢĒTIKAS UN ELEKTROTEHNIKAS FAKULTĀTE. Industriālās elektronikas un elektrotehnikas inst. Elektrotehnikas un elektronikas katedra. Rīga : [RTU], 2010. 169 lpp.
113. Nardo M., Saisana M., Saltelli A., Tarantola S., Hoffman A. and Giovannini E., 2005. Handbook on constructing composite indicators: methodology and users guide, 2005, OECD-JRC joint publication, OECD Statistics Working Paper, STD/DOC(2005)3, JT00188147, 108 p.
114. Pomerol J.C. and Barba-Romero S., 2000. Multicriterion Decision In Management: Principles And Practice. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA, and Dordrecht, The Netherlands, 408 p.
115. ISO 14040, 2006. Environmental Management – Life Cycle Impact Assessment – Principles and Framework.
116. ISO/TR 14047, 2006. Environmental management — Life cycle impact assessment — Examples of application of ISO 14042.
117. Figueira J., Greco S. and Ehrgott M., 2005a. Multiple criteria decision analysis. Springer Science+Business Media Inc., Boston, USA, 1045 p.
118. Roy B., 1996. Multicriteria Methodology for Decision Aiding. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, The Netherlands.
119. Guitouni A. and Martel J.-M., 1998. Tentative guidelines to help choosing an appropriate MCDA method. Eur. J. Operational Res., vol 109, 2, 501-521.
120. Janssen R. and Munda G., 1999. Multi-criteria methods for quantitative, qualitative and fuzzy evaluation problems. In: J. C. J. M. van den Bergh (ed.): Handbook of Environmental and Resource Economics. Cheltenham/Northampton, MA, Edward Elgar, p. 837-852.
121. De Montis A., de Toro P., Droste-Franke B., Omann I. and Stagl S., 2005. Assessing the quality of different MCDA methods. In: M. Getzner, C. Spash C. and Stagl S. (eds.), Alternatives for Environmental Valuation, Routledge, Oxford, UK, 99-133.
122. Kupicina N., Patljins A. Decision Making Procedure for Evaluation of New Transport Projects, According to Sustainability of Transportation // EURNEX - Žel 2008, Slovakia, Žilina, 4.-5. June, 2008. - pp 166-173.
123. Latvijas Republikas Satiksmes Ministrija. Trokšņu stratēģiskās kartes. <http://www.sam.gov.lv/satmin/content/?cat=333>
124. Mark Hidson, Michael Müller. Better Public Transport for Europe through Competitive Tendering - A Good Practice Guide. ICLEI - Local Governments for Sustainability, Germany 2003.
125. Murphy, E., Rice, H.J. and Meskell, C. Environmental Noise Prediction, Noise Mapping and GIS Integration: the case of inner Dublin, Ireland. 8th International Symposium TRANSPORT NOISE AND VIBRATION 4-6 June 2006, St. Petersburg, Russia.
126. Research for a Quieter Europe in 2020. Strategy Paper of the CALM Network, Oct. 2004. (Available at www.calm-network.com).
127. World Health Organisation. WHO technical meeting on aircraft noise and health. WHO Regional Office for Europe, 2001.
128. The First Environmental Action Programme of the EU. Official Journal of the European Communities, No C 138, 93 Pages.
129. Green Paper of the European Commission. Future Noise Policy, COM (96)540 final, 1996.
130. Berblund, B. et al. WHO guidelines for community noise. WHO, 1999.
131. Directive 2002/49/EC relating to the Assessment and Management of Environmental Noise. EU, 2002.
132. Steele, C. A critical review of some traffic noise prediction models. Applied Acoustics, 62 (2001) 271-287.

133. Friedmann J., 1987. *Planning in the Public Domain: From Knowledge to Action*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
134. Sager T., 1990. *Communicate or Calculate. Planning Theory and Social Science Concepts in a Contingency Perspective*. Nordic Institute for studies in urban and regional planning, dissertation 11, Stockholm.
135. Sager T., 2002. *Democratic Planning and Social Choice Dilemmas. Prelude to institutional planning theory*. Ashgate, Hampshire.
136. Healey P., 1997. *Collaborative Planning. Shaping Places in Fragmented Societies*. MacMillan, London.
137. Danermark B., Ekström M., Jakobsen L. and Karlsson J.C., 2002. *Explaining Society. Critical realism in the social sciences*. Routledge, London.
138. Murphy E, King EA. 2009. "Strategic environmental noise mapping: methodological issues concerning the implementation of the EU Environmental Noise Directive and their policy implications".
139. "Rīgas satiksme" web page – www.rigassatiksme.lv
140. Hudson B. M., 1979. *Comparison of Current planning Theories: Counterparts and Contradictions*. APA J., Oct. 1979, 387-398.
141. D.B. Efimenko, ITS-related aspects of development of Urban transport systems, Moscow, Russia.
142. Joe Zietsman. USING SUSTAINABLE TRANSPORTATION PERFORMANCE MEASURES IN CORRIDOR DECISION MAKING, COST Seminar 356, Oslo, Norway, February 2008.
143. N. Kunicina, A.Levchenkovs, L.Ribickis. Algorithm for software agents to power supply modeling in Baltic region IPE-PEMC, 11 International power electronics and motion control conference, 8p 2004.
144. S. Massoud Amin, D.Sc. *Toward Resilient, Self-healing and Smart Interdependent Infrastructure Systems*. June 30, 2009, Oakland, CA.
145. M. Amin, D. Ballard, "Defining New Markets for Intelligent Agents," *IEEE IT Professional*, pp. 29-35, Vol. 2, No. 4, July/Aug.2000.
146. Latvian Railway Ltd. [www.ldz.lv].
147. Ingus Vircavs. *Development issues of transport infrastructure in Riga Region; the Baltic Palette II. Final Regional Report. Action group II. Transport Corridors Network*. 2004.
148. N. Kunicina A. Galkina *Development of procedure for Electro energy consumption efficiency increasing for public transport system*. RTU The 48th International Scientific Conference Proceedings Power and Electrical Engineering RTU press, Riga, Latvia pp.150-157 2007.
149. Ceder, A. "Public Transit Planning and Operation: Theory, Modeling and Practice", Elsevier, Butterworth-Heinemann, Oxford,UK, 640 p. March 2007.
150. Patļins A., Kuņicina N., Galkina A., Ribickis L. *Development Railway and City Transport Control Procedure for Co – Modal Transportation of Passengers // Revitalisation of Economy - New Challenge for European Railways*. EURO - Zel 2010, Slovakia, Žilina. - pp 207-217.
151. J. Meal, *Public transport in GB – 'Policy context and practice' illustrated with reference to smart card deployment and the ITSO specification* ITS 2007 Austria Conference proceedings pp 84-90, ITS Austria, Wien, 2007.
152. Patļins A., Kuņicina N. *Integrated Control Tools Development for Sustainable City Transport System // Transport System Telematics: International Scientific Journal published quarterly as the organ of the Polish Association of Transport Telematics, Poland, Katowice-Ustron, 20.-23. October, 2010. - pp 32-38.*
153. Patļins A., Kuņicina N., Čaiko J. *Reliability of Signal Transmission for Compatibility of Two Interlocking Railway Systems // 17th Telecommunications Forum TELFOR 2009, Serbia, Belgrade, 23.-26. November, 2009. - pp 697-700.*
154. M. Mezitis "Microprocessor centralization systems reaction time reduction", Vilnius: VGTU 2005.
155. L.Biezbārdis, L.Ribickis., *Tramvaja vilces piedziņas impulsu pārveidotāju spēka shēmas izpēte*, 40 RTU konference, Rīga, 1999 g.
156. Zietsman J. and Rilett L.R., 2008. *Using Sustainable Transportation Performance Measures in Corridor Decision Making*. COST 356 seminar Towards the definition of a measurable environmentally sustainable transport, 20 Feb. 2008, Oslo, Norway, proceedings, Institute of Transport Economics / TOI ed., Oslo, p. 105-124.
157. Zietsman J., Rilett L.R. and Kim S-J., 2006. *Transportation corridor decision-making with multi-attribute utility theory*. *Int. J. Management and Decision Making*, Vol. 7, Nos. 2/3, 254–266.
158. SIGNAL PATH designer SM. *Tips, tricks, and techniques from the analog signal-path experts*. No.105. „LIDAR System Design for Automotive/ Industrial/Military Applications” By Paul McCormack, Sr. Product Application Engineer.
159. Patļins A., Kuņicina N., Žiravecka A., Šukajeva S. *LIDAR Sensing Technology Using in Transport Systems for Tram Motion Control // Elektronika ir elektrotehnika. - 5. (2010) pp 1-4.*
160. *The Cognitive Autonomous Vehicles of UniBwM: VaMors, VaMP, MuCAR-3 // Universitaet der Bundeswehr Muenchen 2004.*
161. S. Thrun, W. Burgard, and D. Fox, *Probabilistic Robotics (Intelligent Robotics and Autonomous Agents)*, 2001.

162. A. Elfes, "Using occupancy grids for mobile robot perception and navigation," *Computer*, vol. 22, no. 6, pp. 46–57, 1989.
163. Y. Zhao, H. Chiba, M. Shibasaki, R. Shao, X. Cui, and J. Zha, "Slam in a dynamic large outdoor environment using a laser scanner," in *IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation (ICRA)*, 2008.
164. S. Blackman and R. Popoli, *Design and Analysis of Modern Tracking Systems*. Artech House, 1999.
165. Y. Bar-Shalom, *Multitarget-Multisensor tracking : Applications and Advances*. Artech House, 2000.
166. C.-C. Wang, C. Thorpe, S. Thrun, M. Hebert, and H. Durrant-Whyte, "Simultaneous localization, mapping and moving object tracking," *The International Journal of Robotics Research*, vol. 26, no. 9, pp. 889–916, September 2007.
167. F. Fayad and V. Cherfaoui, "Tracking objects using a laser scanner in driving situation based on modeling target shape," *IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 2007.
168. A. Petrovskaya and S. Thrun, "Model based vehicle detection and tracking for autonomous urban driving," *Auton. Robots*, vol. 26, no. 2-3, pp. 123–139, 2009.
169. C. Coue, C. Pradalier, C. Laugier, T. Fraichard, and P. Bessiere, "Bayesian occupancy filtering for multitarget tracking : an automotive application," *International Journal of robotics research*, vol. 25, no. 1, pp. 19–30, 2006.
170. J. Borenstein, M. Ieee, Y. Koren, and S. M. Ieee, "Histogramic in-motion mapping for mobile robot obstacle avoidance," *IEEE Transactions on Robotics and Automation*, vol. 7, pp. 535–539, 1991.
171. O. Garcia-Favrot and M. Parent, "Laser scanner based slam in real road and traffic environment," in *IEEE International Conference Robotics and Automation (ICRA09)*. Workshop on Safe navigation in open and dynamic environments Application to autonomous vehicles, 2009.
172. J. Moras, V. Cherfaoui, P. Bonnifait. A lidar Perception Scheme for Intelligent Vehicle Navigation. manuscript, published in "11th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision, Singapore : Singapore (2010)".
173. SIGNAL PATH designer SM. Tips, tricks, and techniques from the analog signal-path experts. No.105. „LIDAR System Design for Automotive/ Industrial/Military Applications” By Paul McCormack, Sr. Product Application Engineer.
174. <http://hubpages.com/hub/Video-Surveillance-Cameras-for-Public-Transportation>
175. K. Shih, Y. Chen, C. Chiang, and B. Liu, "A distributed active sensor selection scheme for wireless sensor networks," in *Proceedings of the IEEE Symposium on Computers and Communications*, June 2006.
176. J. M. Wang, S. L. Chang, Y. C. Chung, S. W. Chen, *Vision-Based Traffic Measurement System*, Vol. 12 No.2, 2006, 26p.
177. P. Green, *Suggested Procedures and Acceptance Limits for Assessing the Safety and Ease of Use of Driver Information Systems*, 1994, 68 p.
178. C. Bisdikian, "On sensor sampling and quality of information: A starting point," in 3rd IEEE Int'l Workshop on Sensor Networks and Systems for Pervasive Computing (PerSeNS 2007), a PerCom'07 Workshop, (White Plains, NY), March 19-23, 2007.
179. S. Deering and R. Hinden. Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification. RFC 2460, IETF, December 1998.
180. T. Narten, E. Nordmark, W. Simpson, and H. Soliman. Neighbor Discovery for IP version 6 (IPv6). RFC 4861, IETF, September 2007.
181. S. Thomson, T. Narten, and T. Jinmei. IPv6 Stateless Address Autoconfiguration. RFC 4862, IETF, September 2007.
182. V. Isler and R. Bajcsy, "The sensor selection problem for bounded uncertainty sensing models," in *Proceedings of the 4th international symposium on Information processing in sensor networks*, 2005.
183. YB. Tao, H. Ding, and Y Xiong, "A novel peer-to-peer distributed sensor network framework based on IP sensor for telemonitoring," *Assembly Automation*, vol. 26, no. 2, 2006.
184. Solutions for a safer society. SAAB. www.saabgroup.com
185. DIPOL. <http://www.dipolnet.com/>
186. Bill R. Hollifield, Eddie Habibi. *Alarm Management: A Comprehensive Guide*, Second Edition. 2011. International society of Automation. Chapter 1—Alarm Management Best Practices: Highly Condensed.
187. Patljins A., Galkina A., Kuņicina N., Čaiko J. *Design Alarm Processing Techniques and Tools for On-Line Monitoring of Mechatronic Systems // MSM 2011: 7th International Conference Mechatronic Systems and Materials*, Lithuania, Kaunas, 7.-9. July, 2011. - pp 32-33.
188. D.M. Auslander, J.R. Ridgely , J.D. Ringgenberg, *Design and Implementation of Real Time Software*, Mechatronics, 1997-2002 , 272 p.
189. E. Kyriakides, J.W. Stahlhut, G.T. Heydt, A Next Generation Alarm Processing Algorithm Incorporating Recommendations and Decisions on Wide Area Control, EEC-0001880 in the Industry/University Cooperative Research Center program, December, 2006, 5 p.
190. J. R. McDonald, G. M. Burt, J. S. Zielinski, and S. D. J. McArthur, *Intel-Ligent Knowledge Based Systems in Electrical Power Engineering*, New York: Chapman and Hall, 1997.

191. J. B. Bernard, D. Durocher, An Expert System for Fault Diagnosis Integrated in Existing Scada Systems, Ieee Trans. Power Systems, Vol. 9, No. 1, 1994, Pp. 548-554 pp.
192. J. F. Hauer, C. W. Taylor, Information, Reliability and Control in the New Power System, Proc. American Control Conference, Vol. 5, June 1998, 2986 – 2991 pp.
193. Making Innovation in Mobility and Sustainable Actions. CIVITAS-MIMOSA. <http://www.civitas-mimosa.eu/>
194. The National Transportation Communications for Intelligent Transportation Systems (ITS) Protocol. NTCIP-NEMA <http://www.nema.org/stds/ntcip.cfm>
195. US Department of Transportation ITS Standards Program. <http://www.standards.its.dot.gov/>
196. The NTCIP Guide. <http://www.ntcip.org>
197. NTCIP Standards Publication No. 9001 v04.06r, The NTCIP Guide, RIR, July 2009.
198. European Space Agency. http://www.esa.int/SPECIALS/Galileo_IOV/SEMPEEJTPQG_0.html
199. Adi Lang, Deepa Jonnagadla, Alex Atahua, Andy Hammond. "Automobile Collision Avoidance System (ACAS)".