

INTELEKTINIŲ TRANSPORTO SISTEMŲ ĮTAKA KELIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ SRAUTŲ RĖGULIAVIMUI

Andrius Pečiukėnas, Robertas Pečeliūnas, Saulius Nagurnas
Vilniaus Gedimino technikos universitetas

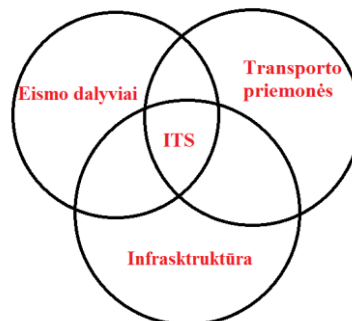
Anotacija. Straipsnyje nagrinėjama visuomeninė socialinė – ekonominė problema, susijusi su kelių transporto spūstimis. Greitai besivystančios naujos technologijos, žmonių socialinės – ekonominės padėties gerėjimas daro įtaką visuotiniam automobilizacijos lygiui. Siekiant suvaldyti ir racionaliai paskirstyti kelių transporto priemonių judėjimą, srautą buvo pradėtos diegti intelektinės transporto sistemos (ITS). Paprasčiausios ITS padeda išvengti neefektyvaus transporto infrastruktūros panaudojimo – didelės žalos keliams keliančių perkrauto sunkiasvorio transporto srautų, naudotojų nepadengiamų realios infrastruktūros naudojimo sąnaudų bei transporto spūsčių miestuose.

Reikšminiai žodžiai: Intelektinės sistemos, transporto spūstys, kelių eismo srautai.

Įvadas

Didėjantis transporto priemonių skaičius daro neigiamą įtaką kelių transporto sektoriui – spūstys gatvėse, žalingas poveikis aplinkai. Siekiant sumažinti neigiamų reiškinių poveikius plačiai pradėtos taikyti intelektinės (pažangiosios) transporto sistemos. Intelektinės transporto sistemos (*angl. Intelligent transportation systems*) yra bevielėmis ir laidiniais ryšiais pagrįstos informacinės, technologinės sistemos (Bureika ir kt. 2015). Intelektuali elektroninė transporto valdymo sistema paprastai būna sudaryta iš tokių pagrindinių dalių: 1) duomenų surinkimo posistemio; 2) duomenų apdorojimo posistemio; 3) duomenų perdavimo posistemio; 4) valdymo posistemio; 5) atskirų hierarchinių lygių tarpusavio sąsajų posistemio (Marma ir kt. 2005). Šios pažangiosios sistemos leidžia perskirstyti transporto priemonių srautus nekeičiant kelių infrastruktūros. Vienas didžiausių šių laikų kelių transporto uždavinių – optimizuoti ir efektyviai paskirstyti transporto srautus. Optimalus sprendimo metodas leistų ne tik sumažinti neigiamus poveikius transporto sektoriui, tačiau ir sumažintų žuvusiųjų keliuose skaičių iki artimesnės Europos Sąjungos siektinos ribos – nulinės ribos.

Kitaip tariant, intelektinės transporto sistemos efektyviai ir veiksmingai veikia, kai apima visus kelių elementus: transporto priemones, eismo dalyvius ir infrastruktūrą (1 pav.). Netenkinant bent vienos iš sąlygų – ITS veikia, tačiau ne taip efektyviai kaip leidžia sistemų galimybės.



1 pav. ITS efektyvumo sąlygos
Šaltinis: sudaryta autorių

Intelektinių transporto priemonių sistemas apibrėžia standartai, kurie priimti po aktyvių diskusijų bei bendradarbiavimo tokių organizacijų kaip Tarptautinė standartų organizacija (International Standards Organisation (ISO)), ir Europos normalizavimo komitetas (Baublys ir kt. 2005).

Literatūros, atliktų tyrimų apžvalga

Transporto sistemų apkrova nuolat didėja. Planuojama, kad iki 2020 m. keleivinio kelių transporto srautas padidės 36 %, o krovininių – 55 %. Vienas iš transporto sektoriaus problemų sprendimo būdų yra ITS. Dažniausiai ITS apibūdinamos ir suprantamos kaip informacinių, automatizuotų ryšio technologijų taikymas transporto srityje (Intelektinių...2011). Miesto kelių transporto didžiausia problema – esamos infrastruktūros neišnaudojimas, transporto priemonių spūstys, ypač piko metu. Siekiama kiek galima jas sumažinti, nes 2007 m. atlikus EK Pasaulinės kelių perkrovos studiją paaiškėjo, kad būtent kelių transportas į aplinką išmeta net 70 % viso ES transporto sektoriaus išmetamo CO₂ kiekio (Sprendimų e-ra, 2011).

Duomenys apie transporto eismą gali būti surenkami 3 pagrindiniais būdais:

1. Natūrinis matavimas – atliekant tokį tyrimą padaroma didelė paklaida, kadangi pasikliaujama žmogiškaisiais ištekliais;

2. Indukcinės kilpos – į kelio dangą įmontuojamos kilpos, kurios reaguoja į metalą ir sukuria elektrovarą. Šis būdas gana tiksliai surenka informaciją apie transporto priemonių srautą, tačiau jo neklasifikuoja;

3. Vaizdo kameros.

Pagrindinę duomenų surinkimo per vaizdo kameras sistemos dalį sudaro vaizdo kameros ir specialios vaizdo signalo apdorojimo ir perdavimo plokštės, kurios yra montuojamos reikiamose kelio ruožuose, sankryžose (Marma ir kt. 2005).

Iškelta idėja suskaidyti sankryžos prieigas į tam tikrus elementus, kuriuose būtų fiksuojamos transporto priemonės su tam tikromis sąlygomis (Piecha ir kt. 2013). Įvestos kraštinės sąlygos – transporto priemonės neviršija leistino maksimalaus greičio tam tikrame kelio ruože, laikoma, kad visos transporto priemonės yra vienos rūšies. Kitaip tariant atliktas neapibrėžtas tyrimas, kuris turi neigiamų aspektų: neišsiaiškinta krovinio ir keleivinio transporto priemonių procentinė dalis, neįvertinti įsibėgėjimo ir stabdymo pagreičiai, nepaminima, kokiomis priemonėmis surinkta informacija apie eismo intensyvumą. Nepaisant neigiamų aspektų – šitas metodas iš esmės tinkamas abstrakčiai nustatyti kelių transporto srauto intensyvumą ir jo paskirstymą.

Kitas atliktas tyrimas apie intelektinių transporto sistemų eismo valdymą – dviejų indukcinų kilpų (pjezo jutiklių) lygiagretus įmontavimas vienoje eismo juostoje (Kotwal ir kt. 2013). Tai yra palyginti pigus informacijos apie eismo intensyvumą, sudėtį gavimo būdas, tačiau jis turi savų pliusų ir minusų. Šis būdas pasižymi kryptingumu – galima nustatyti į kurią pusę transporto priemonė juda. Jeigu transporto priemonė kerta pirmą, o paskui antrą indukcinę kilpą – transporto priemonė juda važiavimo kryptimi, o jeigu atvirkščiai – prieš judėjimo kryptį (žr. 1 lentelę). Tačiau šis tyrimas turi tokius pačius neigiamus aspektus kaip ir (Piecha ir kt. 2013 m.) atliktas tyrimas. Iš esmės galima abstrakčiai apibrėžti eismo sudėtį pagal atstumą tarp pjezo elemento ir nagrinėjamo objekto. Tačiau vis tiek yra didelė tikimybė, kad sistema atpažins neteisingai transporto priemonę ir priskirs prie kitos kategorijos turinčią transporto priemonę.

Vaizdo kamerų pritaikymas transporto priemonių aptikimui yra vienas geriausių būdų iš intelektinių transporto sistemų. Vaizdo kamerų sistema pakeičia ankščiau naudotus pjezo elementus aptinkant transporto priemones. Ši sistema pasižymi didesniu patikimumu, tiksliau surenka duomenis apie eismo sudėtį, o taip pat elektros energija gali būti gaunama panaudojant saulės kolektorius (Qureshi ir kt. 2013). Tačiau svarbus sistemos pasirinkimo faktorius išlieka pasirinktos įrangos kaina. Vaizdo kamerų sistema yra brangi palyginus su indukcinėmis kilpomis, tačiau ji yra efektyvesnė.

ITS pritaikymas ne tik padeda efektyviai išnaudoti esamą infrastruktūrą, padidina kelių transporto priemonių pralaidumą, tačiau padeda sumažinti aplinkos taršą. Įrengiant ITS, potencialus CO₂ sumažėjimas pastebėtas jau seniai, kai dar ITS vadinosi IVHS (U.S. department...2010). Visų pirma sumažinamas kelionės laikas tiek miesto teritorijose, tiek užmiestyje. Pritaikius atitinkamas ITS prioritетines sistemas viešojo transporto sektoriuje, jis tampa patrauklesnis naudotojui ir tai padeda sumažinti naudojamų automobilių skaičių mieste. Įdiegus atitinkamas eismo valdymo ir informavimo sistemas, galima pasiekti mažesnius aplinkos teršalų rodiklius. (U.S. department...2010). Intensyviai greitėjančios arba letėjančios transporto priemonės sunaudoja papildomos energijos, kuri gaunama degalų degimo proceso metu.

Darbo tikslas – apžvelgus intelektinių transporto sistemų prioritетinius projektus, suderinti esamą Vilniaus eismo sistemos infrastruktūrą su viešojo transporto prioritетine sistema ir atlikti pasirinkto sankryžų mazgo/tinklo modeliavimą su prioritетine sistema ir be jos bei palyginti gautus rezultatus.

Kompiuterinis modeliavimas

Prieš pradėdant rangos darbus, tam tikro projekto įgyvendinimą yra parengiama techninė dokumentacija ir dažniausiai atliekamas kompiuterinis modeliavimas. Baigiamajame darbe nagrinėjamoji prioritетinė viešojo transporto sistema pirmiausia bus sumodeliuota programine įranga. Pirmiausia iškeliamos hipotezės, pagal kurias bus atrenkamas modeliavimui tinkamas Vilniaus miesto gatvės ruožas:

1. Pagrindinėje gatvėje turi būti įrengtos „A“ juostos;
2. „A“ juostoje turi vykti greitųjų autobusų eismas;
3. Pagrindinės ir šalutinės sankryžos gatvės intensyvumas turi ženkliai skirtis.

Pasirinktas ruožas privalo tenkinti iškeltas sąlygas, kitaip viešojo transporto prioritетinė sistema veiks neefektyviai. „A“ juostos įrengiamos tam, kad atskiriant viešojo transporto srautą nuo bendro, būtų galima patogiau ir efektyviau planuoti, koordinuoti ir valdyti viešojo transporto srautą. Greitųjų autobusų koncepcija sukurta siekiant kuo daugiau sutrumpinti kelionės laiką, kad paslaugos taptų kuo patrauklesnės vartotojui. Todėl tyrimas ir yra būtent orientuotas į greituosius autobusus. Nepaisant viso to, viena pagrindinių sąlygų – pagrindinės ir šalutinės gatvių eismo srautų skirtumas. Vilniaus miesto Švitrigailos gatvėje yra 3 sankryžų tinklas (tinklo ilgis – 1 km), kuris puikiai atitinka ankščiau minėtas sąlygas:

1. Švitrigailos g. – A. Vivulskio g. sankirta (K111);
2. Švitrigailos g. – T. Ševčenkos g. sankirta (K112);
3. Švitrigailos g. – Naugarduko g. sankirta (K113).

Programinė įranga

Eismo srautų modeliavimui naudojami penki pagrindiniai programinės įrangos paketai. Tačiau visi skiriasi aprašytomis matematinėmis lygtimis, pagal kurias atitinkamos programos skaičiuoja kelionės trukmę, sustojimų skaičių ir kt.

Software	Model	Formulation
CORSIM	Pitt Model	$u_n(t + \Delta t) = \min \left\{ 3.6 \cdot \left[\frac{s_n(t) - s_j}{c_3} - b(u_n(t) - u_{n-1}(t))^2 \right], u_f \right\}$
VISSIM	Wiedemann 74	$u_n(t + \Delta t) = \min \left\{ \begin{array}{l} 3.6 \cdot \left(\frac{s_n(t) - s_j}{BX} \right)^2 \\ 3.6 \cdot \left(\frac{s_n(t) - s_j}{BX \cdot EX} \right)^2 \cdot u_f \end{array} \right\}$
	Wiedemann 99	$u_n(t + \Delta t) = \min \left\{ \begin{array}{l} u_n(t) + 3.6 \cdot \left(\frac{CC8 + \frac{CC8 - CC9}{80} u_n(t)}{\Delta t} \right) \\ 3.6 \cdot \frac{s_n(t) - CC0 - L_{n-1}}{u_n(t)} \end{array} \right\}, u_f$
Paramics	Fritzsche	$u_n(t + \Delta t) = \min \left\{ \begin{array}{l} 3.6 \cdot \left(\frac{AD - A_0}{T_D} \right) \\ 3.6 \cdot \left(\frac{AR - A_0}{T_r} \right) \end{array} \right\}, u_f$
AIMSUN2	Gipps	$u_n(t + T) = \min \left\{ \begin{array}{l} u_n(t) + 3.6 \left[2.5a_{\max} T \left(1 - \frac{u_n(t)}{u_f} \right) \sqrt{0.025 + \frac{u_n(t)}{u_f}} \right] \\ 3.6 \left[-bT + \sqrt{b^2 T^2 + b \left(2[s_n(t) - L_{n-1}] - \frac{u_n(t)}{3.6} T + \frac{u_{n-1}(t)^2}{3.6^2 \times b'} \right)} \right] \end{array} \right\}$
INTEGRATION	Van Aerde	$u_n(t + \Delta t) = \min \left\{ \begin{array}{l} u_n(t) + 3.6 \cdot \frac{F_n(t) - R_n(t)}{m} \Delta t \\ \frac{-c'_1 + c_3 u_f + \bar{s}_n(t) - \sqrt{[c'_1 - c_3 u_f - \bar{s}_n(t)]^2 - 4c_3 [\bar{s}_n(t) u_f - c'_1 u_f - c_2]}}{2c_3} \end{array} \right\}$ Where: $\bar{s}_n(t) = s_n(t) + [u_{n-1}(t + \Delta t) - u_n(t)] \Delta t + 0.5a_{n-1}(t + \Delta t) \Delta t^2$

2 pav. Programinės įrangos paketai ir jas aprašančios formulės

Šaltinis: Gao Y. 2008. Calibration and comparison of the VISSIM and Integration microscopic traffic simulation models. 13 p.

Atsižvelgiant į programų prieinamumą, tęstinumą ir paplitimą pagal naudojimą, tyrime bus naudojamas PTV VISSIM programinės įrangos paketas.

Eksperimentinė aplinka

Pirmiausia reikia iširti pasirinktą ruožą ir surinkti informaciją apie: sankryžų šviesoforų signalų trukmes, atstumus tarp sankryžų bei surinkti informaciją apie eismo srauto intensyvumą ir kt. reikalingus duomenis.

Iš savivaldybės įmonės „Susisiekimo paslaugos“ buvo gautas eismo srauto skaičius kiekvienoje sankryžoje visomis kryptimis. Modeliavimo metu naudojami 07:59–08:59 ir 15:59–16:59 valandomis gauti duomenys apie srauto intensyvumą. „Susisiekimo paslaugos“ pateikė duomenis skirtingų dienų. Iš 1 lentelės matyti, kad šalutinėse gatvėse (2 ir 3) srautas skiriasi, t.y. 2016 m. lapkričio 20 d. jis buvo didesnis negu 2016 m. spalio 20 d.

1 lentelė

Srauto intensyvumas sankryžose

Data	Pagrindinės gatvės srautas		Šalutinės gatvės srautas		Šalutinės gatvės srautas		Pagrindinės gatvės srautas	
	1	2	3	4	5	6	7	8
	07:59–08:59	15:59–16:59	07:59–08:59	15:59–16:59	07:59–08:59	15:59–16:59	07:59–08:59	15:59–16:59
2016-10-20	669	784	148	176	135	178	913	930

Data		Pagrindinės gatvės srautas		Šalutinės gatvės srautas		Šalutinės gatvės srautas		Pagrindinės gatvės srautas	
		1	2	3	4	5	6	7	8
		07:59–08:59	15:59–16:59	07:59–08:59	15:59–16:59	07:59–08:59	15:59–16:59	07:59–08:59	15:59–16:59
K111 sankryža	2016-11-20	554	580	171	194	154	184	738	794
K112 sankryža	2016-10-20	594	650	175	226	184	244	928	1058
	2016-11-20	620	622	192	319	209	269	821	858
K113 sankryža	2016-10-20	511	796	525	464	430	316	908	907
	2016-11-20	507	645	457	473	394	430	681	520

Šaltinis: sudaryta autorių

PTV VISSIM simuliacija

Įvedus visus reikalingus duomenis (neįvertinus viešojo transporto srauto ir neįvedus prioritetinės viešojo transporto sistemos) į PTV VISSIM mikroskopinę programą gaunami rezultatai pateikiami 2 ir 3 lentelėse. Lentelių grafų reikšmės: 1 – simuliacijos trukmė, s; 2 – vidutinis sustojimų skaičius tenkantis vienam automobiliui; 3 – vidutinis greitis, km/h; 4 – vieno automobilio vidutinė sustojimo trukmė, s; 5 – autobuso kelionės trukmė kertant tris sankryžas, s; 6 – bendras sustojimų skaičius.

2 lentelė

Rytinio piko simuliacijos rezultatai

	1	2	3	4	5	6
2016 m. spalio 20 d.	3600	3,6	15,3	87,3	127	1676
2016 m. lapkričio 20 d.	3600	3,9	14,9	101,0	128	1698

Šaltinis: sudaryta autorių

3 lentelė

Vakarinio piko simuliacijos rezultatai

	1	2	3	4	5	6
2016 m. spalio 20 d.	3600	5,3	13,3	112,3	130	1785
2016 m. lapkričio 20 d.	3600	4,4	14,0	108,0	129	1714

Šaltinis: sudaryta autorių

Prie atliktų simuliacijų pridedami greitojo autobuso duomenys. Švitrigailos gatve kursuoja 3G autobusai. Laiko trukmė tarp autobusų – apie 5 min. Rytinio piko metu 3G pravažiuoja 24 kartus abejomis kryptimis, o vakarinio piko metu – 22 kartus. PTV VISSIM programoje aprašius greitojo autobuso judėjimą, įvedama sąlyga, kad likus iki sankryžos 200 m ir važiuojant pastoviu greičiu, būtų uždegtas žalias šviesoforo signalas po tam tikro laiko, kuris apskaičiuojamas pagal formulę:

$$t = \frac{S}{v}, \quad (1)$$

čia S – atstumas iki sankryžos, m; v – autobuso pastovus važiavimo greitis prieš sankryžą, m/s.

Aprašius autobuso judėjimą ir papildomas sąlygas, vykdoma simuliacija rytinio, vakarinio piko metu ir gaunami rezultatai pateikiami 4 ir 5 lentelėse.

4 lentelė

Rytinio piko simuliacijos rezultatai įvertinus greitąjį autobusą

	1	2	3	4	5	6
2016 m. spalio 20 d.	3600	3,7	12,5	117,3	87	1685
2016 m. lapkričio 20 d.	3600	4,1	12,3	110,5	89	1704

Šaltinis: sudaryta autorių

5 lentelė

Vakarinio piko simuliacijos rezultatai įvertinus greitąjį autobusą

	1	2	3	4	5	6
2016 m. spalio 20 d.	3600	5,5	12,9	120,3	88	1788
2016 m. lapkričio 20 d.	3600	4,5	13,1	110,0	89	1719

Šaltinis: sudaryta autorių

Ypatingai svarbu, kad būtų pagerintos viešojo transporto eismo sąlygos, kurios paskatintų Vilniaus miesto gyventojus ir svečius rinktis viešojo transporto paslaugas. Atlikus kompiuterinį modeliavimą *PTV VISSIM* programa matyti, kad ITS turi įtakos viešojo transporto kelionės trukmei, t.y. pagerina eismo sąlygas.

Išvados

1. Įvertinus dalinį intelektinės sistemos – prioritetinės viešojo transporto sistemos diegimą Vilniaus miesto Švitrigailos gatvėje ir gerosios praktikos pavyzdžius, galima teigti, kad transporto priemonių srautas sumažėtų daugiau nei 10 %, kadangi viešasis transportas taptų populiariesnis, konkurencingesnis.

2. Suteikus greitajam autobusui prioritetą, rytinio piko metu vidutinis automobilių greitis sumažėjo apie 18 %, o vakarinio piko metu vidutinis automobilių greitis sumažėjo apie 4 %. Greičių pokytis yra nevienodas, nes rytinio ir vakarinio piko metu Švitrigailos gatve juda skirtingas automobilių skaičius, kurį sunku iš anksto prognozuoti.

3. Skaitinio modeliavimo rezultatai rodo, kad greitojo 3G autobuso kelionės trukmė, kertant tris sankryžas, sumažėja vidutiniškai apie 33 %, kadangi prioritetinė sistema leidžia išvengti raudono šviesoforo signalo, o laikas sugaištamas tik įveikiant pasirinktą ruožą.

Literatūra

1. Baublys A., Jarašiūnienė A. 2005. Eismo įvykių valdymas naudojant intelektualias sistemas (ITS).
2. Bureika, G. Budrius J. 2015. Intelektualių transporto sistemų taikymas išduodant įspėjimo lapelius mašinistams.
3. Gao Y. 2008. Calibration and comparison of the VISSIM and Integration microscopic traffic simulation models. 13p.
4. Intelektinių (pažangių) transporto sistemų įgyvendinimo Lietuvoje galimybių studija. 2011 m. Galutinė ataskaita.
5. [Intelektinių transporto sistemų asociacija \[interaktyvus\]. \[žiūrėta 2015 m. lapkričio 15 d.\] Prieiga per internetą: http://www.its-asociacija.lt/kas-yra-its.html](http://www.its-asociacija.lt/kas-yra-its.html)
6. Kotwal A. R., Lee S. J., Kim Y.J. 2013. Traffic signal systems: a review of current technology in the United states. 3–5 p.
7. Marma A., Eidukas D. et al. 2005. Intelektualiųjų transporto valdymo sistemų efektyvumas.
8. Piecha J., Gnyla P. 2013. The transportation network rough description for an adaptive traffic control algorithms by means of video detection technique.
9. Sprendimų e-ra. 2011. Intelektinės transporto sistemos – bendras Europos tikslas.
10. U.S. department of transportation Research and Innovative technology administration. 2010. Engaging the international community research on ITS applications to improve environmental performance. 23 p.

THE IMPACT OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS ON THE ROAD TRANSPORT FLOW REGULATION

Summary

The article deals with social – economic problems related to road congestion. The general level of motorization has been influenced by new technologies and people's social – economic situation improvement. In order to control and rational allocation of road vehicles for the movement of traffic were began to install the Intelligent transport systems (ITS). The simplest ITS helps to avoid the inefficient use of transport infrastructure – roads harm by overloaded heavy traffic, the cost of actual use of infrastructure are not paid by it's users and the cost of urban congestion.

Key words: intelligent transport systems, traffic congestion, traffic flows.

AUTORIŲ LYDRAŠTIS

Autoriaus vardas, pavardė: Andrius Pečiukėnas

Mokslo laipsnis ir vardas: magistrantas

Darbo vieta ir pozicija: Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto, Automobilių transporto katedros magistrantas

Autoriaus mokslinių interesų sritys: intelektinės transporto sistemos

Telefonas ir el. pašto adresas: (8 6) 228 6839, andrius.peciukenas@stud.vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Robertas Pečeliūnas

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto, Automobilių transporto katedros docentas

Autoriaus mokslinių interesų sritys. eismo saugumas, transporto priemonių dinamika

Telefonas ir el. pašto adresas: (8 5) 274 4790, robertas.peceliunas@vgtu.lt

Autoriaus vardas, pavardė: Saulius Nagurnas

Mokslo laipsnis ir vardas: daktaras, docentas

Darbo vieta ir pozicija: Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto, Automobilių transporto katedros docentas

Authoriaus mokslinių interesų sritys: automobilių diagnostika, automobilių elektroninės valdymo sistemos, transporto mašinų patikimumas

Telefonas ir el. pašto adresas: (8 5) 237 0585, saulius.nagurnas@vgtu.lt

A COVER LETTER OF AUTHORS

Author name, surname: Andrius Pečiukėnas

Science degree and name: postgraduate

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering faculty, Department of Automobile transport, postgraduate

Author's research interests: intelligent transport systems

Telephone and e-mail address: (8 6) 228 6839, andrius.peciukenas@stud.vgtu.lt

Author name, surname: Robertas Pečeliūnas

Science degree and name: doctor, assoc professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering faculty, Department of Automobile transport, assoc professor

Author's research interests: traffic safety, vehicle dynamics

Telephone and e-mail address: (8 5) 274 4790, robertas.peceliunas@vgtu.lt

Author name, surname: Saulius Nagurnas

Science degree and name: doctor, assoc professor

Workplace and position: Vilnius Gediminas Technical University, Transport Engineering faculty, Department of Automobile transport, assoc professor

Author's research interests: automobile diagnostics, automotive electronic control systems, reliability of transport machinery

Telephone and e-mail address: (8 5) 237 0585, saulius.nagurnas@vgtu.lt