



16-osios jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos  
**TRANSPORTO INŽINERIJA IR VADYBA,**  
vykusios 2013 m. gegužės 8 d. Vilniuje, straipsnių rinkinys

Proceedings of the 16th Conference for Junior Researchers 'Science – Future of Lithuania'  
**TRANSPORT ENGINEERING AND MANAGEMENT**, 8 May 2013, Vilnius, Lithuania

Сборник статей 16-й конференции молодых ученых «Наука – будущее Литвы»  
**ИНЖЕНЕРИЯ ТРАНСПОРТА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОК**, 8 мая 2013 г., Вильнюс, Литва

## AVARINGUMO ANALIZĖ KELYJE KLAIPĖDA – LIEPOJA (LIETUVOS TERITORIJOJE)

**Eimantas Ščerbakovas**

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas*

*El. paštas: eimantas.scerbakovas@stud.vgtu.lt*

**Santrauka.** Šiame darbe nagrinėjamas avaringumas kelyje Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje). Remiantis 2007–2011 m. duomenimis analizuojama eismo įvykių rūšys, sezoniškumas, „juodosios dėmės“. Apskaičiuojamos homogeninių kelių grupių kritinės reikšmės naudojant prognozuojamų eismo įvykių duomenis. Nustatomi potencialiai pavojingiausi kelio Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje) ruožai.

**Reikšminiai žodžiai:** avaringumas, eismo įvykis, „juodoji dėmė“, kelio ruožas, kelias Klaipėda – Liepoja.

### Įvadas

Lietuvoje avaringo ruožo ir „juodosios dėmės“ sąvokas bei nustatymą reglamentuoja Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2011 m. birželio 7 d. Įsakymu Nr. 3-342 patvirtinta Avaringų ruožų nustatymo valstybinės reikšmės keliuose metodika (Avaringų ruožų nustatymo... 2011), kurios pagrindinis tikslas – apibrėžti padidinto avaringumo kelio ruožo sąvoką ir, atsižvelgiant į tam tikrus transporto eismo srautų parametrus ir atsitikusius eismo įvykius, įvertinti tokių ruožų pavojingumo laipsnį. Kelio avaringumo laipsniui nustatyti naudojami avaringumo rodikliai:

- avaringumo koeficientas AK rodo eismo įvykių skaičių, tenkantį 1 milijonui automobilių, pravažiuojančių vieno kelio ruožu per vienerius metus;
- eismo įvykių tankis AT parodo eismo įvykių skaičių, tenkantį vieno kilometro kelio ruožui per metus.

„Juodoji dėmė“ – kelio ruožas, kuriame yra padidėjęs avaringumas ir rodikliai yra pasiekę arba viršiję ribines reikšmes. Panašią metodiką avaringų ruožų nustatymui taiko daugelis Europos valstybių (Elvik 2008).

Nustačius „juodąsias dėmes“ keliuose, sudaromas „juodųjų dėmių“ žemėlapis. 2012 m. Lietuvos keliuose nustatytos 58 „juodosios dėmės“, iš jų: magistraliniuose keliuose – 27, krašto keliuose – 25, rajoniniuose keliuose – 6 „juodosios dėmės“. 2012 m. lyginant su 2008 m. „juodųjų dėmių“ šalies keliuose sumažėjo 76 %.

*Efektyviai dirbant su „juodosiomis dėmėmis“ ir avaringais ruožais, ilgainiui jų nelieka ir kelių tinklo saugumo lygių nustatymas lieka vienintele reaktyvia saugaus eismo veikla (Jasiūnienė 2012).*

### Kelių tinklo saugumo lygių nustatymas

Kelių tinklo saugumo lygių nustatymas – tai esamo kelių tinklo ruožų nustatymo, tyrimo ir klasifikavimo, atsižvelgiant į galimybes padidinti saugumą ir sumažinti eismo įvykių skaičių ir jų pasekmes šiuose ruožuose, metodas (Europos Parlamento ir Tarybos... 2008).

Kelių tinklo saugumo valdymas – reaktyvioji eismo saugumo veikla, skirta nustatyti ir reitinguoti homogeninius kelių ruožus, kuriuose pritaikius atitinkamas eismo saugumą gerinančias priemones, galima pasiekti geresnį, nei taikant kitur, avaringumo sumažėjimą, lyginant su įdiegtų priemonių kaina.

Kelių tinklo saugumo valdymas nėra griežtai apibrėžta saugaus eismo veikla. Tai vienas iš lanksčiai taikomų būdų nustatyti, kur nukreipti eismo saugumui skirtas lėšas, siekiant gauti kuo geresnį rezultatą – eismo įvykių ir aukų sumažėjimą kuo mažesne kaina. Ši veikla daugiau išvystyta ir plačiau taikoma tose šalyse, kuriose saugaus eismo situacija pakankamai gera ir kur nėra arba beveik nėra „juodųjų dėmių“ (Jasiūnienė 2012).

Pagrindiniai skirtumai tarp „juodųjų dėmių“ ir kelių tinklo saugumo valdymo pateikti 1 lentelėje (Sørensen, Elvik 2008).

Dėl šių priežasčių bei skirtumų, kelio Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje) potencialiai avaringiems ruožams nustatyti yra taikomas kelių tinklo saugumo lygių nustatymo metodas, remiantis prognozuojamais duomenimis.

**1 lentelė.** „Juodųjų dėmių“ ir kelių tinklo saugumo valdymų skirtumai

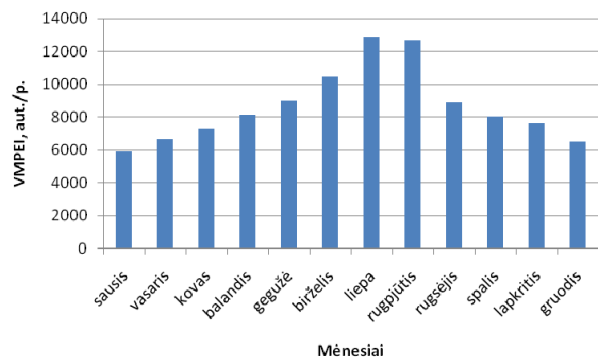
	„Juodųjų dėmių“ valdymas	Kelių tinklo saugumo valdymas
Filosofija	„Gydomoji“ priemonė, paremta informacija apie jau įvykusius eismo įvykius	Prevencinė priemonė, paremta eismo įvykių prognozavimu
Eismo įvykių pasekmės	Neįvertinamos	Įvertinamos
Ruožo ilgis	Iki 0,5 km	2–10 km
Dažnumas	Kiekvienais metais	2–4 metus

### Kelio Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje) eismo informacija, eismo įvykių statistiniai duomenys

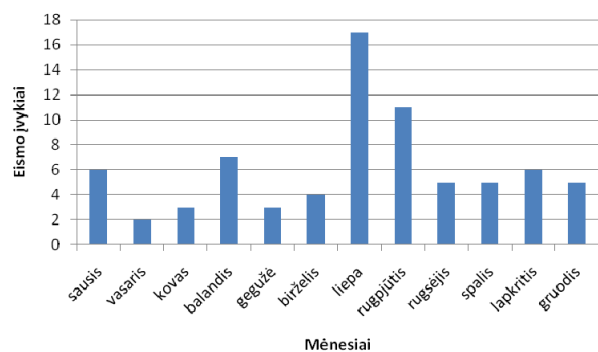
2011 metais Lietuvos magistraliniuose keliuose įvyko 291 įskaitinis eismo įvykis, o Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje) kelyje 2011 metais – 8. Tai vienas mažiausių rodiklių iš Lietuvos magistralinių kelių. Tačiau eismo įvykių skaičius, tenkantis vienam kilometrui magistralinių kelių yra 0,19. Tai didesnis už Lietuvos vidurkį (0,17). Šiame kelyje leidžiamas važiavimo greitis yra 90 km/h, vietomis 70 ir 50 km/h, vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (VMPEI) 2011 metų duomenimis svyruoja nuo 977 aut./parą (matavimo postas kelyje: 44,66 km) iki 20838 aut./parą (0,85 km), sunkiojo transporto priemonių dalis nuo bendro intensyvumo svyruoja nuo 7 iki 29 %. Analizuojant VMPEI bei eismo įvykių statistiką pastebėta, kad vyrauja sezoniškumas. Šiltuoju metu laiku, vasarą, šiuo keliu transporto priemonių skaičius išauga beveik du kartus.

Eismo įvykiai nėra tiesiogiai priklausomi nuo VMPEI, kadangi birželio mėnesį VMPEI yra vienas di-

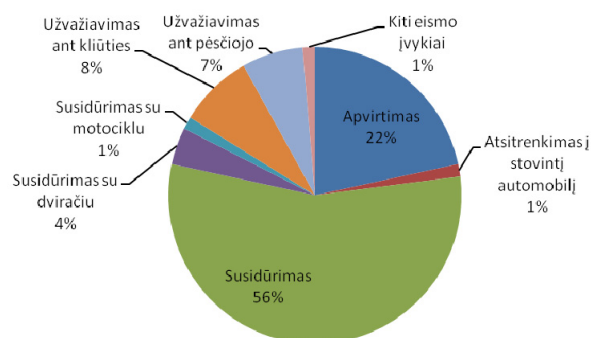
džiausių, o eismo įvykių skaičius yra vienas mažiausių per metus (2 pav.). Tačiau liepos, rugpjūčio mėnesiais eismo įvykių skaičius du kartus ir daugiau didesnis nei metų vidurkis. Tai galima paaiškinti tuo, kad tai yra kelionių ir atostogų metas, padidėja eismo intensyvumas, išauga važiavimo greičiai, padaugėja mopedais ir motociklais važinėjančių eismo dalyvių, dviratininkų ir pėsčiųjų.



**1 pav.** Viso kelio VMPEI (2007–2011 m.) vidurkio pasiskirstymas pagal mėnesius



**2 pav.** Eismo įvykių (2007–2011 m.) pasiskirstymas pagal mėnesius



**3 pav.** Eismo įvykių (2007–2011 m.) pasiskirstymas pagal rūšis

Eismo įvykius skirstant pagal rūšį, pastebėta, kad kaip ir visoje Lietuvoje, vyrauja susidūrimai, kurie sudaro 56 % (Lietuvoje magistraliniuose keliuose – 46 %). Nemažai eismo įvykių sudaro apvirtimai – 22 % (12 %) bei

užvažiavimai: ant kliūtis – 8 % (3 %); ant pėsčiojo – 7 % (26 %).

Per penkerius metus (2007–2011 m.) kelyje „juodųjų dėmių“ sumažėjo 72 %. 2012 metais buvo dvi „juodosios dėmės“.

2 lentelė. 2012 m. „juodosios dėmės“

	„Juodoji dėmė“ 2,55–2,7 km	„Juodoji dėmė“ 32–32,35 km
Ruožo ilgis, km	0,15	0,35
VMPEI 2008–2011m. vidurkis, aut./p	13876,0	4632,5
Maksimalus eismo įvykių tankis	6,67	2,86
Maksimalus avaringumo koeficientas	1,30	1,70
Autoavarijų skaičius 2008–2011m.	4	4

### Potencialiai avaringų ruožų nustatymas naudojant prognozuojamų eismo įvykių duomenis

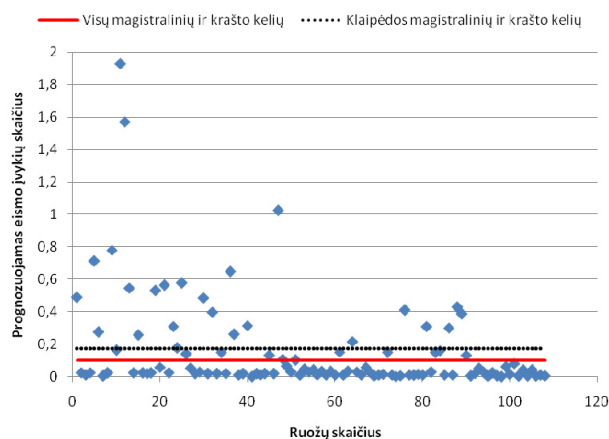
Duomenys buvo gauti taikant kompiuterinę programą Tarva LT, kuri skirta vertinti kelių tinklo saugumą. Tarva LT duomenų bazę sudaro duomenys apie valstybinės reikšmės automobilių kelių geometrinius parametrus, eismo sąlygas, VMPEI, eismo įvykių duomenis ir pan. Iš gautų duomenų galime matyti prognozuojamą eismo įvykių skaičių kiekviename kelio ruože bei sankryžose. Ši informacija leidžia išskirti pavojingiausias eismo saugumo požiūriu kelių ruožus pagal tikėtiną eismo įvykių skaičių ir inicijuoti kelio ruožų rekonstravimą, siekiant išvengti „juodųjų dėmių“ susidarymą. Iš gautų duomenų yra apskaičiuojama kelio ar kelių grupės kritinė reikšmė ir pagal ją nustatoma avaringi ruožai.

Kritinė prognozuojamų eismo įvykių reikšmė apskaičiuojama pagal formulę (Pasaulinė kelininkų asociacija PIARC 2003):

$$R_{krit j} = R_{vid j} + K \sqrt{\frac{R_{vid j} \times 10^8}{365,25 \times m \times L_j \times VMPEI_j}} + \frac{1 \times 10^8}{730,5 \times m \times L_j \times VMPEI_j}, \quad (1)$$

čia:  $R_{krit j}$  – prognozuojamų eismo įvykių kritinė reikšmė kelio ruože  $j$ ;  $R_{vid j}$  – vidutinė kelio ruožo  $j$  prognozuojamų eismo įvykių reikšmė;  $K$  – konstanta: kai patikimumo lygis 85 %: 1,036; kai patikimumo lygis 90 %: 1,282; kai patikimumo lygis 95 %: 1,645; kai patikimumo lygis 99 %: 2,326; rekomenduojama konstanta: 1,645;  $m$  – prognozavimui naudojamas laikotarpis, metais;  $L_j$  – kelio ruožo  $j$  ilgis, km;  $VMPEI_j$  – kelio ruožo  $j$  vidutinio metinio paros eismo intensyvumo vidurkis per nagrinėjamą laikotarpį, TP/parą.

Iš 4 pav. matome, kad skaičiuojant kritinę reikšmę visų Lietuvos magistralinių ir krašto kelių, kuri lygi 0,102 ir Klaipėdos regiono magistralinių ir krašto kelių, atitinkamai 0,173, gauname didelius skirtumus ir kelio ruožų, esančių virš kritinės reikšmės yra daug. Norint gauti tikslesnius rezultatus nustatant potencialiai avaringiausias kelio ruožus, būtina lyginti Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje) kelio prognozuojamus eismo įvykius su to kelio panašia aplinka, panašiomis eismo sąlygomis.



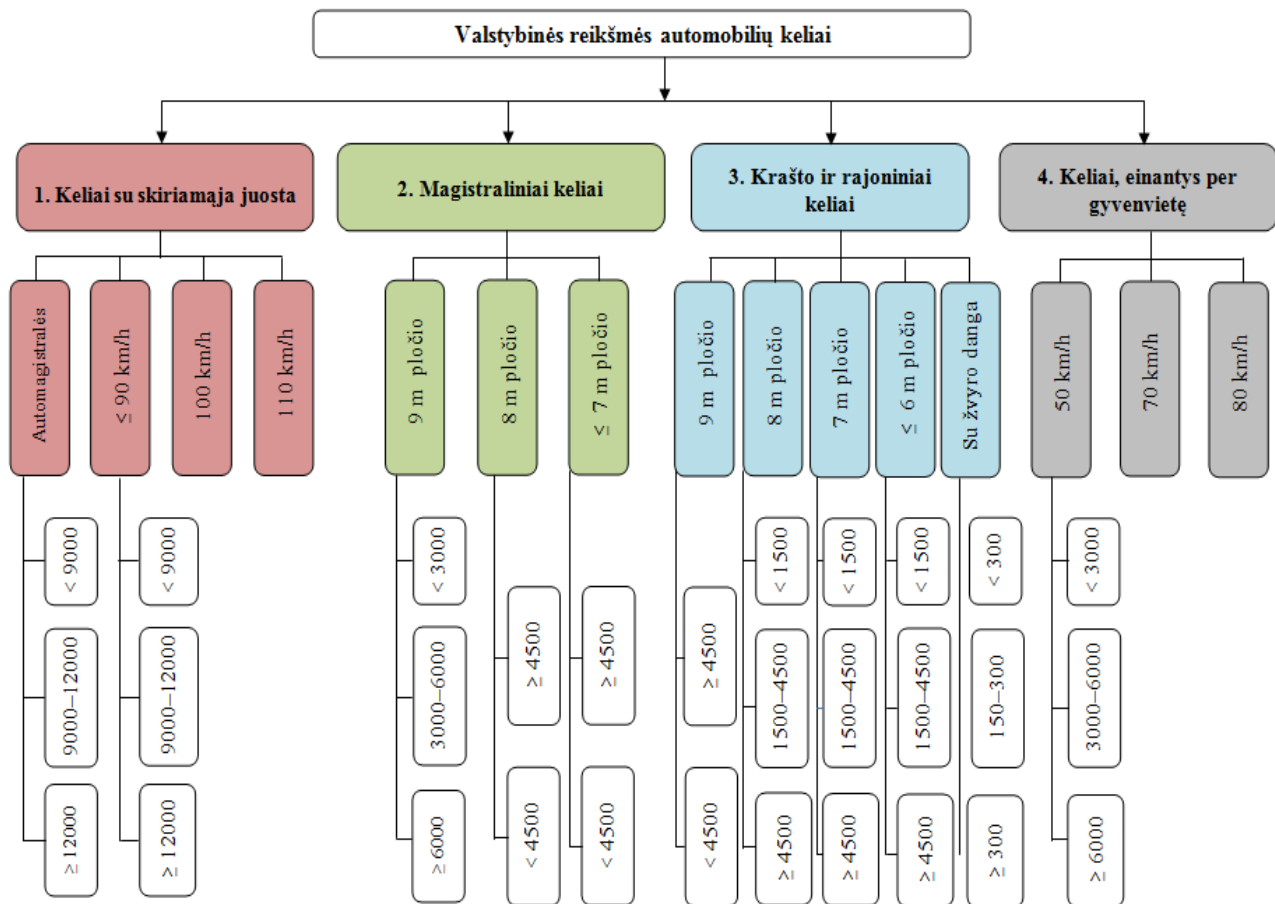
4 pav. Prognozuojamų eismo įvykių sklaida

Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių kelių tinklas suskaidytas į 34 homogenines kelių grupes (5 pav.) pagal keturis kriterijus: kelio reikšmę, kelio skersinį profilį, leistiną greitį ir eismo intensyvumą (Jasiūnienė 2012).

Homogeninė kelių grupė – tai visi Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių kelių ruožai, kuriems būdingi panašūs keturi grupavimo kriterijai.

Keliai pirmiausia suskirstyti pagal kelio reikšmę į 4 grupes (5 pav.): keliai su skiriamąja juosta; magistraliniai keliai; krašto ir rajoniniai keliai; keliai, einantys per gyvenvietę.

Keliai su skiriamąja juosta skirstomi į 4 pogrupius pagal greitį. Pirmi du pogrupiai dar skirstomi pagal VMPEI. Iš viso 1 grupę sudaro 8 homogeninės grupės: automagistralės < 9000 VMPEI; automagistralės 9000–12000 VMPEI; automagistralės ≥ 12000 VMPEI; keliai su skiriamąja juosta, ≤ 90 km/h, < 9000 VMPEI; keliai su skiriamąja juosta, ≤ 90 km/h, 9000–12000 VMPEI; keliai su skiriamąja juosta, ≤ 90 km/h, ≥ 12000 VMPEI; keliai su skiriamąja juosta, 100 km/h; keliai su skiriamąja juosta, 110 km/h. Analogiškai skirstomos likusios grupės: antroje yra 7, trečioje – 14, ketvirtoje – 5 homogeninės grupės.



5 pav. Kelių ruožų skaidymas į homogenines grupes schema

Remiantis kompiuterine programa Tarva LT, Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje) kelią sudaro 63 homogeniniai kelio ruožai, kurių vidutinis ilgis yra 0,685 km ir 45 sankryžos, iš jų didžiąją dalį sudaro T formos sankryžos. Sankryžos zona yra taškinis objektas (ruožas), neturintis ilgio (Jasiūnienė 2012). Viso yra 108 kelio ruožai, kurie suskirstyti 3 lentelėje.

Apskaičiuojama visų Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių kelių ruožų, kurie priklauso tam tikrai iš lentelės homogeninei grupei, kritinę prognozuojamų eismo įvykių reikšmę pagal (1) formulę. Rezultatai 4 lentelėje.

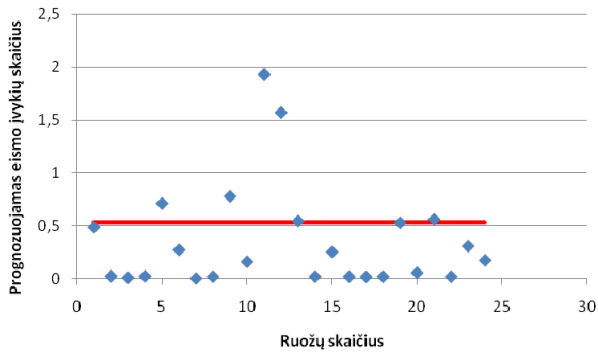
6 pav. pateikta kelio ruožų prognozuojamų eismo įvykių sklaida. Virš kritinės reikšmės (raudona linija) esantys ruožai yra potencialiai avaringi.

Iš 6 pav. matome, kad potencialiai pavojingų eismo saugumo požiūriu kelio ruožų yra trijose homogeninėse grupėse. Daugiausia avaringų ruožų yra *keliai su skiriamąja juosta*,  $\leq 90$  km/h,  $\geq 12000$  VMPEI homogeninėje grupėje, kurioje yra 6 potencialiai pavojingi kelio ruožai. Du iš jų turi patį aukščiausią prognozuojamų eismo įvykių reikšmę: 1,930 ir 1,571 eismo įvykių per metus. Pa-

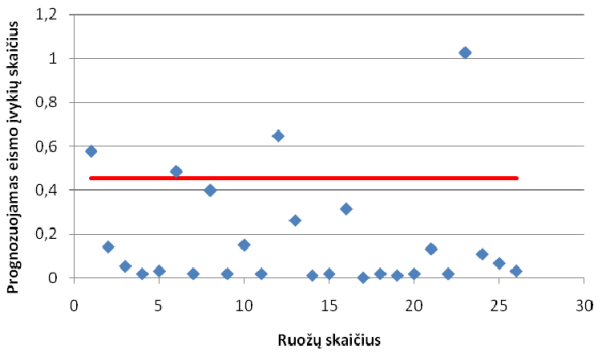
vojingiausiame kelio ruože (3,56–6,12 A13 kelio kilometro) vidutinis eismo metų paros intensyvumas yra 14018 aut./parą, sunkiojo transporto priemonių dalis nuo bendro intensyvumo lygus 7 %. Šiame kelyje leidžiamas važiavimo greitis yra 90 km/h. Kelio ruožo ilgis 2,56 km.

Homogeninių grupių, kur yra potencialiai pavojingi kelio ruožai, yra pateikiamas prognozuojamų eismo įvykių pasiskirstymas pagal eismo įvykių rūšį. Iš 7 pav. matome kad didžiąją dalį prognozuojamų eismo įvykių sudaro eismo įvykiai su transporto priemone. Iš 7 pav. (c) matyti, kad vietomis pusė prognozuojamų eismo įvykių sudaro eismo įvykiai su pėsčiaisiais ir dviratininkais. Tai gali būti paaiškinta taip, jog netoli šios kelio atkarpos yra daug poilsio vietų ir nėra tinkamų saugumo priemonių, užtikrinančių saugumą pėstiesiems ir dviratininkams. Patekti į eismo įvykį su gyvūnais tikimybė labai maža.

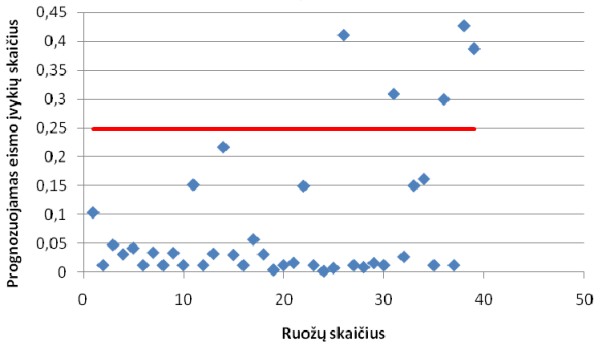
Iš viso kelyje Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje) nustatyta 15 potencialiai pavojingų eismo saugumui kelio ruožų, kurie viršija avaringumo kritinę reikšmę. Visi nurodyti 5 lentelėje. Šiuose kelio ruožuose būtina atlikti kelio infrastruktūros analizę ir diegti tam tikras saugų eismą gerinančias priemones.



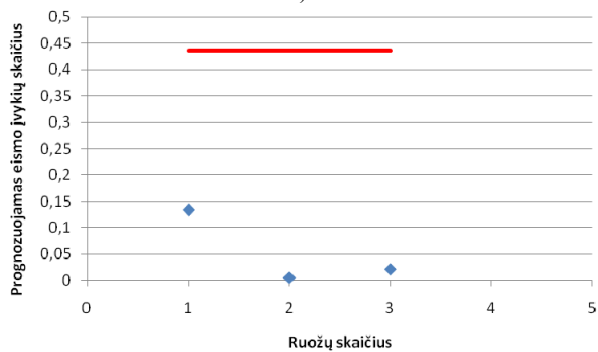
a)



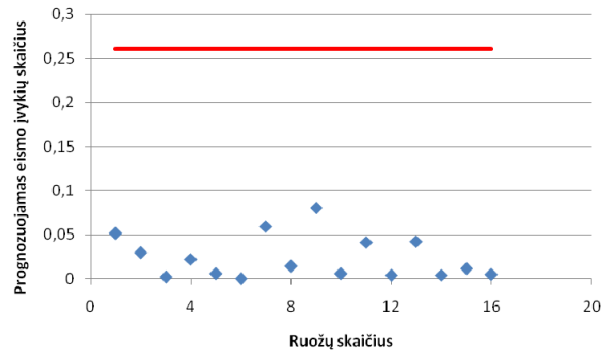
b)



c)



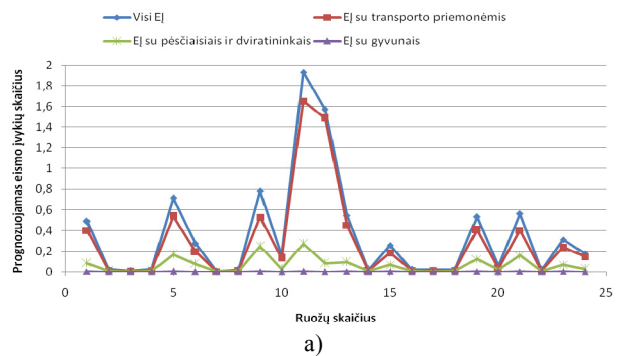
d)



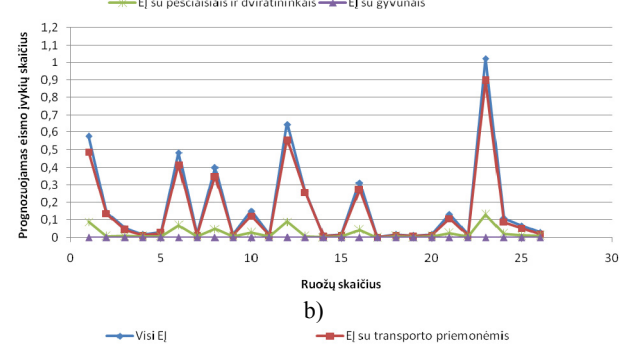
e)

6 pav. Prognozuojamų eismo įvykių sklaida homogeninėje grupėje:

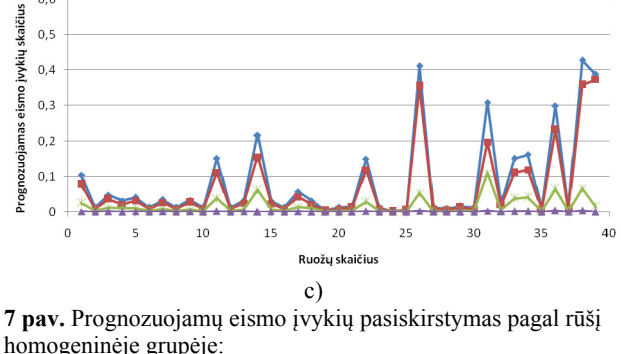
a – keliai su skiriamąja juosta,  $\leq 90$  km/h,  $\geq 12000$  VMPEI; b – keliai su skiriamąja juosta,  $\leq 90$  km/h,  $9000$ – $12000$  VMPEI; c – magistraliniai keliai,  $9$  m,  $3000$ – $6000$  VMPEI; d – magistraliniai keliai,  $9$  m,  $\geq 3000$  VMPEI; e – magistraliniai keliai,  $8$  m,  $\geq 4500$  VMPEI



a)



b)



c)

7 pav. Prognozuojamų eismo įvykių pasiskirstymas pagal rūšį homogeninėje grupėje:

a – keliai su skiriamąja juosta,  $\leq 90$  km/h,  $\geq 12000$  VMPEI; b – keliai su skiriamąja juosta,  $\leq 90$  km/h,  $9000$ – $12000$  VMPEI; c – magistraliniai keliai,  $9$  m,  $3000$ – $6000$  VMPEI

**3 lentelė.** Kelių ruožų pasiskirstymas į homogenines grupes

Homogeninės grupės	Homogeninės grupės pradžia, km	Homogeninės grupės pabaiga, km
Keliai su skiriamąja juosta, $\leq 90$ km/h, $\geq 12000$ VMPEI	0	10,96
Keliai su skiriamąja juosta, $\leq 90$ km/h, 9000–12000 VMPEI	10,96	26,75
Magistraliniai keliai, 9 m, 3000–6000 VMPEI	26,75	37,76
Magistraliniai keliai, 9 m, $\geq 3000$ VMPEI	37,76	39,3
Magistraliniai keliai, 8 m, $\geq 4500$ VMPEI	39,3	45,15

**4 lentelė.** Homogeninių grupių kritinės reikšmės

Homogeninės grupės	Kritinė reikšmė	Ruožų skaičius
Keliai su skiriamąja juosta, $\leq 90$ km/h, $\geq 12000$ VMPEI	0,534	24
Keliai su skiriamąja juosta, $\leq 90$ km/h, 9000–12000 VMPEI	0,455	26
Magistraliniai keliai, 9 m, 3000–6000 VMPEI	0,248	39
Magistraliniai keliai, 9 m, $\geq 3000$ VMPEI	0,436	3
Magistraliniai keliai, 8 m, $\geq 4500$ VMPEI	0,261	16

**5 lentelė.** Potencialiai avaringi kelio ruožai

Ruožo pradžia, km	Ruožo pabaiga, km	VMPEI, aut./p.	Kritinė reikšmė	Prognozuojamas eismo įvykių skaičius per metus
3,56	6,12	14018	0,534277	1,93044
6,12	6,12	16181	0,534277	1,57132
19,35	24,267	9386	0,454801	1,02487
2,282	3,56	14018	0,534277	0,77998
0,586	2,27	20838	0,534277	0,7133
16,03	18,17	9386	0,454801	0,64641
10,96	13,08	9386	0,454801	0,57653
9,24	10,3	14018	0,534277	0,56318
6,12	7,11	14018	0,534277	0,54651
13,296	14,71	9869	0,454801	0,4843
36,19	37,76	4470	0,247669	0,4279
30,13	31,37	4470	0,247669	0,41125
37,76	37,76	2573	0,247669	0,38795
31,49	32,717	4470	0,247669	0,30909

## Išvados

1) Avaringumas kelyje Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje) priklauso nuo sezoniškumo. Pastebimas eismo įvykių padidėjimas liepos, rugpjūčio mėnesiais. Per šiuos du mėnesius įvyksta beveik pusė visų metų eismo įvykių. Tam įtakos turi padidėjęs eismo intensyvumas dėl poilsiautojų anplūdžio.

2) Homogeninėje kelių grupėje, kurioje yra didžiausias VMPEI, yra didžiausia potencialių eismo įvykių tikimybė.

3) Didžiausia tikimybė patekti į eismo įvykį yra susidūrimas su transporto priemone, mažiausia – užvažiuoti ant gyvūno.

4) Prognozuojamų eismo įvykių duomenimis nustatyta 15 potencialiai pavojingų eismo saugumui kelio ruožų kelyje Klaipėda – Liepoja (Lietuvos teritorijoje). Potencialiai pavojingiausias kelio ruožas yra 3,56–6,12 kelio kilometro, kuriame tikimybė patekti į eismo įvykį per metus lygi 1,93 karto.

## Literatūra

*Avaringų ruožų nustatymo valstybinės reikšmės keliuose metodika.* Lietuvos Respublikos susisiekimo ministro 2011 m. birželio 7 d. įsakymas Nr. 3-342 „Dėl avaringų ruožų nustatymo valstybinės reikšmės keliuose metodikos patvirtinimo“.

Elvik, R. 2008. A survey of operational definitions of hazardous road locations in some European countries, *Accident Analysis and Prevention* 40: 1830–1835.

Europos Parlamento ir Tarybos direktyva 2008/96/EB „Dėl kelių infrastruktūros saugumo valdymo“, 2008 m. lapkričio 19 d.

*Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje 2008 – 2011 m.* 2012. Lietuvos automobilių kelių direkcija. Vilnius, 15–95.

Jasiūnienė, V. 2012. *Eismo įvykių prognozavimo modelis Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių keliams.* Daktaro disertacija. Vilniaus Gedimino technikos universitetas. Vilnius: Technika, 107 p.

Kelių tinklo saugumo vertinimo programa Tarva LT Prieiga per internetą: <<http://tarvalt.myapp.info/tarvadb/tarva/tarva.html>>.

Lietuvos automobilių kelių direkcija prie susisiekimo ministerijos. Prieiga per internetą: <[www.lra.lt](http://www.lra.lt)>.

*Road safety manual.* 2003. 2nd edition. World Road Association PIARC. R2utemarket. 602 p. ISBN 2840601583.

Sørensen, M.; Elvik, R. 2008. *Black spot management and safety analysis of road networks – best practice guidelines and implementations steps.* Ripcord-Iserest.

VĮ Transporto ir kelių tyrimo institutas. Prieiga per internetą: <<http://www.tkti.lt/>>