



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**Aurimas Gibieža**

**DVIRATININKŲ IR PĖSČIŲJŲ SAUGUMO PRIEMONIŲ  
TAIKYMO URBANIZUOTOJE TERITORIJOJE TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

**Vadovas**

Doc. dr. Martynas Starevičius

**KAUNAS, 2016**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**

**DVIRATININKŲ IR PĖSČIŲJŲ SAUGUMO PRIEMONIŲ  
TAIKYMO URBANIZUOTOJE TERITORIJOJE TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas  
Transporto priemonių inžinerija (621E20001)

**Vadovas**

Doc. dr. Martynas Starevičius

**Recenzentas**

Doc. dr. Jurga Ilgakojtė-Bazarienė

**Projektą atliko**

Aurimas Gibieža

**KAUNAS, 2016**

**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**  
**MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS**  
**TRANSPORTO INŽINERIJOS KATDERA**

Suderinta: Prof. A. Keršys

2015 m. vasario mėn. 10 d.

**MAGISTRO BAIGIAMOJO PROJEKTO UŽDUOTIS**

Išduota studentui: *Aurimui Gibiežai*

1. Projekto tema: Dviratininkų ir pėsčiųjų saugumo priemonių taikymo urbanizuotoje teritorijoje tyrimas

Patvirtinta: 2016 m. gegužės mėn. 3 d. dekanų įsakymu Nr. V25-11-7

2. Projekto tikslas: iširti vairavimo stiliui įtaką darančias infrastruktūros priemones ir jų įdiegimo galimybes urbanizuotoje teritorijoje.

3. Projekto uždaviniai ir reikalavimai:

1. Nustatyti eismo įvykių pasiskirstymą pagal įvykių rūšis ir dalyvius.

2. Išanalizuoti Baltosios knygos, Europos Komisijos komunikato, darnaus judumo mieste rengimo gairių siūlomas saugaus eismo rekomendacijas, infrastruktūros priemones, skirtas palaikyti norimą greičių lygį urbanizuotoje teritorijoje, iškilų greičio mažinimo priemonių diegimo techninius reikalavimus.

3. Nustatyti stabdymo kelio, priklausomai nuo greičio, ir iškilų greičio mažinimo priemonių derinimo galimybes.

4. Sudaryti eismo saugos priemonių, užtikrinančių mažiausiai apsaugotų eismo dalyvių saugumą mieste, įdiegimo galimybių studiją.

4. Užduoties išdavimo terminas: 2015 m. vasario mėn. 5 d.

Užbaigto projekto pateikimo terminas: 2016 m. gegužės mėn. 20 d.

Vadovas: \_\_\_\_\_  
(vardas, pavardė)

\_\_\_\_\_  
(parašas)

Užduotį gavau: \_\_\_\_\_  
(studento vardas, pavardė)

\_\_\_\_\_  
(parašas)



**KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS**

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

*Aurimas Gibieža*

(Studento vardas, pavardė)

*Transporto priemonių inžinerija (621E20001)*

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

„Baigiamojo projekto pavadinimas“

**AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA**

20 \_\_\_\_ m. \_\_\_\_\_ d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Aurimo Gibiežos**, baigiamasis projektas tema „.....“ yra parašytas visiškai savarankiškai ir visi pateikti duomenys ar tyrimų rezultatai yra teisingi ir gauti sąžiningai. Šiame darbe nei viena dalis nėra plagijuota nuo jokių spausdintinių ar internetinių šaltinių, visos kitų šaltinių tiesioginės ir netiesioginės citatos nurodytos literatūros nuorodose. Įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs.

Aš suprantu, kad išaiškėjus nesąžiningumo faktui, man bus taikomos nuobaudos, remiantis Kauno technologijos universitete galiojančia tvarka.

\_\_\_\_\_  
(vardą ir pavardę įrašyti ranka)

\_\_\_\_\_  
(parašas)

Gibieža, Aurimas. Dviratininkų ir pėsčiųjų saugumo priemonių taikymo urbanizuotoje teritorijoje tyrimas. Magistro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Martynas Starevičius; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Mokslo kryptis ir sritis: Technologijos mokslai, Transporto inžinerija (03T)

Reikšminiai žodžiai: pėsčiųjų ir dviratininkų saugumas; inžinerinės saugumo priemonės; iškilieji greičio mažinimo kalneliai.

Kaunas, 2016. 40 p.

## **SANTRAUKA**

Šiame projekte yra atliktas eismo infrastruktūros priemonių taikymo tyrimas. Atlikta Europos Sąjungos patvirtintų teisės aktų ir dokumentų analizė, skirtų saugiam eismui urbanizuotoje teritorijoje gerinti. Išnagrinėtos priemonės, skirtos apsaugoti pažeidžiamiausius eismo dalyvius bendrame transporto ir pėsčiųjų sraute ir nustatyti optimaliausi ir geriausi jų diegimo parametrai 50 km/h ir 30 km/h greičiams palaikyti.

Pagal sudarytą skaičiavimų metodiką atlikti teoriniai sustojimo kelio skaičiavimai skirtingoms transporto priemonių rūšims: lengvajam automobiliui, miesto autobusui ir krovininiam vilkikui. Pagal tyrimo metodiką atlikus eismo srautų tyrimus, atrinkti avaringiausi ir pavojingiausi ruožai Jonavos mieste, pateiktos ruožų eismo saugumo gerinimo priemonės, įvertintas šių priemonių potencialus naudingumas. Pagal apskaičiuotus parametrus suformuluotos išvados.

Gibieža, Aurimas. Investigation of Safety Means for Cyclists and Pedestrians in Urban Territory: Master's thesis / supervisor assoc. prof. Martynas Starevičius. The Faculty of Mechanical Engineering and Design, Kaunas University of Technology.

Research area and field: Technological Science, Transport Engineering (03T)

Key words: safety of cyclists and pedestrians, engineering means of safety, elevated speed bumps.

Kaunas, 2016. 40 p.

## **SUMMARY**

This project investigates infrastructural means for traffic safety. An analysis of European Union legislation documents for road safety in urban territory was carried out. Means to protect the most vulnerable road users on a shared vehicle and pedestrian flow were studied and the most optimal installation parameters for safety measures were determined in order to maintain safe 50 kph and 30 kph speed.

Theoretical calculations of stopping distance for different means of transport were carried out. The chosen means of transport: passenger car, public transport bus and freight truck. A measurement of annual average daily traffic was carried out in Jonava city and most dangerous sections of urban traffic network were defined. Safety means for those sections were chosen and their expediency was assessed. Conclusions were formulated in accordance to those assessments.

# Turinys

IVADAS.....	8
1. Literatūros analizė.....	10
1.1. Įskaitinių eismo įvykių statistika 2011-2014 m. ....	10
1.1.1. Bendroji informacija .....	10
1.1.2. Eismo įvykių rūšys ir dalyviai. ....	10
1.2. Europos komisijos komunikatas „Konkurencingos efektyviu išteklių naudojimu grindžiamos judumo sistemos mieste kūrimas“.....	15
1.2.1. Bendras tvaraus judumo mieste siekimas .....	15
1.2.2. Darnaus judumo mieste planai .....	16
1.2.3. Kelių eismo sauga mieste.....	16
1.3. Juodųjų dėmių nustatymas miestuose .....	17
1.3.1. Juodųjų dėmių nustatymas .....	18
1.3.2. Juodųjų dėmių tyrimas .....	18
1.3.3. Saugos priemonių parinkimas .....	18
1.3.4. Saugos priemonių poveikio prognozavimas .....	18
1.3.5. Saugos priemonių prioritetų nustatymas.....	18
1.3.6. Saugos priemonių įgyvendinimas .....	19
1.3.7. Saugos priemonių stebėseną .....	19
1.3.8. Juodųjų dėmių nustatymo algoritmas .....	19
1.4. Inžinerinių saugaus eismo priemonių projektavimo ir naudojimo rekomendacijų apžvalga. ....	22
1.4.1. Gatvių ir kelių kategorijos.....	22
1.4.2. Slopinama greičio zonos.....	22
1.4.3. Priemonių, skirtų greičio mažinimui, projektavimas ir įrengimas gyvenvietėse .....	23
1.4.4. Iškiliosios greičio mažinimo priemonės .....	25
1.4.5. Pagrindiniai iškilųjų greičio mažinimo priemonių tipai ir matmenys priklausomai nuo važiavimo greičio.....	27
2. Tyrimų metodika.....	30
2.1. Analitinio tyrimo metodika .....	30
2.2. Vidutinio metinio paros eismo intensyvumo apskaičiavimo mieste metodika. ....	33
2.2.1. Paros eismo intensyvumo matavimo metodika.....	33
2.2.2. PEI matavimo įranga.....	33
3. Tyrimo rezultatai.....	36
3.1. Teorinių skaičiavimų rezultatai .....	36
3.2. Matavimo vietų parinkimas.....	37
3.3. Eismo intensyvumo matavimų rezultatai .....	38

4. Avaringų ruožų atrinkimas ir gerinimo pasiūlymai .....	39
4.1. Kauno g. ruožas .....	39
4.2. Žemaitės g. ruožas .....	40
4.3. Kosmonautų g. ruožas .....	41
4.4. J. Basanavičiaus g. ruožas .....	42
4.5. Lietavos g. ruožas .....	43
4.6. Chemikų g. ruožas .....	44
4.7. Gerinimo pasiūlymų vertinimas .....	45
REZULTATŲ APIBENDRINIMAS .....	47
IŠVADOS .....	48
LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	49

## IVADAS

Labiausiai pažeidžiami eismo dalyviai – tai dviratininkai ir pėstieji [1]. Tobulinant automobilių technologijas, dažniausiai didžiausias dėmesys kreipiamas į automobilio keleivių saugumą – nauji automobiliai darosi vis saugesni. Kartu su pasyviomis automobilio saugos priemonėmis tobulinamos ir aktyvios saugos priemonės. Tai įvairūs aplinkos jutikliai, kurie leidžia automobiliui aptikti staigias kliūtis aplinkoje, prognozuoti jas ir priimti sprendimus greičiau nei tai gali padaryti vairuotojas. Tačiau tai neapsaugo kitų eismo dalyvių. Norint užtikrinti saugų eismą, taip pat įgyvendinti Europos Sąjungos Baltosios knygos tikslus, kad „iki 2050-ųjų Europos keliuose nebežūtų žmonės“ [1], reikalingi ne tik techniniai automobilių tobulinimai, bet ir gerinama kelio aplinka ir infrastruktūra.

Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos duomenimis, eismo saugumo situacija Lietuvoje gerėja. Vertinant 10-ties metų laikotarpio avaringumo rodiklius, fiksuojama, kad 2015 metais keliuose žuvusiųjų skaičius, palyginti su 2005 metais, sumažėjo daugiau kaip 3 kartus. Nors pasiekta puikių rezultatų, tačiau Lietuva vis dar yra tarp tų Europos Sąjungos šalių, kuriose žuvusiųjų skaičius milijonui gyventojų yra didžiausias, todėl eismo saugumas keliuose išlieka vienas pagrindinių mūsų šalies iššūkių [2].

Darbe pateikiama sudaryta analitinių tyrimų metodika: formulės, teoriniams stabdymo parametrų apskaičiuoti, VMPEI skaičiavimas, naudotų matavimo prietaisų techninės charakteristikos ir įrengimo būdai. Taip pat pateikiama vieno miesto srautų analizė, nustatyti avaringi ruožai ir rekomenduojami jų gerinimo būdai.

Darbo aktualumas bei naujumas: Europos Sąjungoje žuvusiųjų keliuose skaičius tebėra labai didelis – 2012 m. keliuose žuvo maždaug 28 000 žmonių. Europoje 38 % žmonių žuvo miestų teritorijų keliuose, ypač pažeidžiama grupė yra pėstieji. Pažanga siekiant sumažinti žuvusiųjų miestų teritorijų keliuose skaičių yra mažesnė už vidutinę. Norint pagerinti susiklosčiusią situaciją, būtina didelį dėmesį skirti eismo saugumui miestuose. Labiausiai pažeidžiamų eismo dalyvių grupėms apsaugoti reikalingas inžinerinių priemonių diegimas, kuris priverstų automobilių vairuotojus laikytis leistino saugaus greičio. Sumažinus faktinį važiavimo greitį, sumažėja įskaitinių eismo įvykių tikimybė, taip pat mažėja eismo įvykio metu žuvusių ir sužeistų žmonių skaičius [3].

Lietuvoje, kaip ir daugelyje Europos Sąjungos šalių, nuolat vykdoma kelių tinklo saugumo stebėseną. Kiekvienais metais nustatomi pavojingi ruožai magistraliniuose ir krašto keliuose, įvertinamos šių kelių „juodosios dėmės“. Juodosios dėmės didžiuosiuose Lietuvos miestuose pradėtos tirti tik visai neseniai, todėl miestų gatvės, eismo saugumo atžvilgiu, nėra gerai ištirtos.

Darbo tikslas – ištirti vairavo stiliui įtaką darančias infrastuktūros priemones ir jų įdiegimo galimybes urbanizuotoje teritorijoje.



Darbo uždaviniai:

1. Nustatyti eismo įvykių pasiskirstymą pagal įvykių rūšis ir dalyvius.
2. Išanalizuoti Baltosios knygos, Europos Komisijos komunikato, darnaus judumo mieste rengimo gairių siūlomas saugaus eismo rekomendacijas, infrastruktūros priemones, skirtas palaikyti norimą greičių lygį urbanizuotoje teritorijoje, iškilų greičio mažinimo priemonių diegimo techninius reikalavimus.
3. Nustatyti stabdymo kelio, priklausomai nuo greičio, ir iškilų greičio mažinimo priemonių derinimo galimybes.
4. Sudaryti eismo saugos priemonių, užtikrinančių mažiausiai apsaugotų eismo dalyvių saugumą mieste, įdiegimo galimybių studiją.

# 1. Literatūros analizė.

## 1.1. Įskaitinių eismo įvykių statistika 2011-2014 m.

### 1.1.1. Bendroji informacija

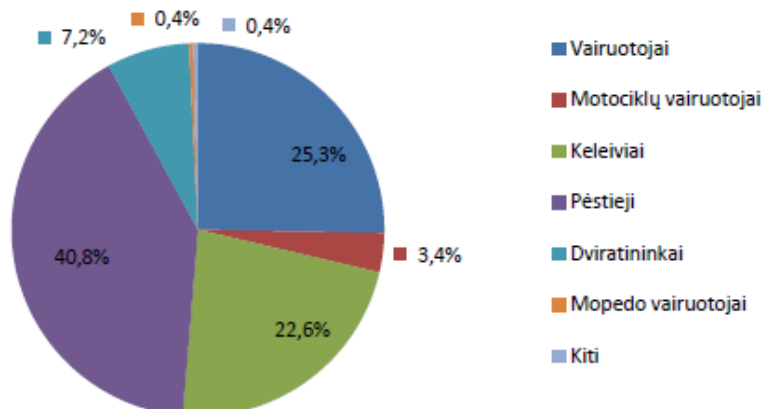
Bendras Lietuvos teritorijos plotas – 65 300 km<sup>2</sup>. Gyventojų skaičius 2011 m. duomenimis siekė 2921920 gyv. Valstybinės reikšmės kelių tinklas Lietuvoje sudaro 21640 km. Iš jų 1883 km sudaro magistraliniai keliai, 5057 km – krašto keliai, 14700 – rajoniniai keliai. Vietinės reikšmės keliai sudaro 70282 km. Lietuvoje 1000 gyventojų tenkantis transporto priemonių kiekis yra vienas didžiausių Europoje – 509,56 t.p. Pagal 2014 m. duomenis, Lietuvoje įvyko 3325 įskaitiniai eismo įvykiai, kuriuose žuvo 265 žmonės, o sužeista 3889 žmonės. Nors žuvusių keliuose skaičius kiekvienais metais mažėja, Lietuva vis tiek išlieka tarp Europos valstyvių, kuriuos keliuose žūstančių žmonių skaičius yra didžiausias. Žuvusiųjų skaičius, tenkantis 100000 transporto priemonių siekia 17 žmonių, o žuvusiųjų skaičius, tenkantis 1 mln gyventojų siekia net 91. Tai tik parodo, kad nors ir gerėjant situacijai keliuose, vis tiek žūstančių žmonių skaičius išlieka didelis [2].

### 1.1.2. Eismo įvykių rūšys ir dalyviai.

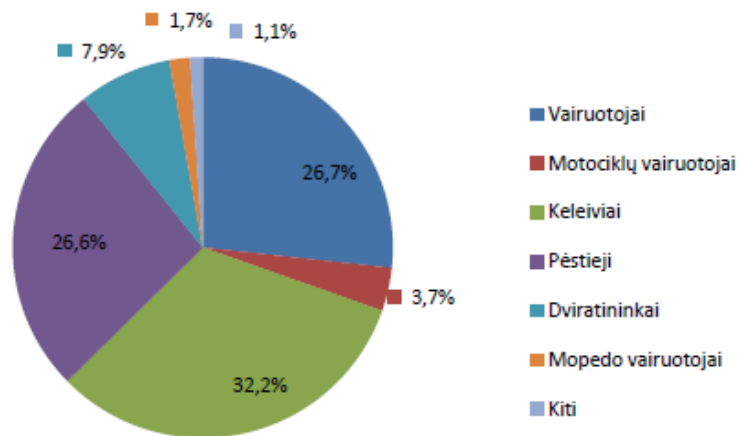
Eismo įvykiuose nukentėjusių eismo dalyvių 2011-2014 m. statistika pateikta 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė[2]

Eismo dalyviai	2011 m.		2012 m.		2013 m.		2014 m.	
	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista
Vairuotojai	82	990	90	979	70	997	67	1039
Motociklų vairuotojai	10	166	13	95	13	117	9	143
Mopedų vairuotojai	4	71	5	83	4	91	1	68
Keleiviai	61	1200	51	1149	52	1257	60	1254
Pėstieji	110	1108	105	1074	96	1180	108	1034
Dviratininkai	26	347	32	284	18	313	19	309
Kiti	3	37	5	48	3	52	1	42
<b>Iš viso</b>	<b>296</b>	<b>3919</b>	<b>301</b>	<b>3712</b>	<b>256</b>	<b>4007</b>	<b>265</b>	<b>3889</b>



1.1 pav. Eismo įvykiuose žuvę eismo dalyviai 2014 m. [2]



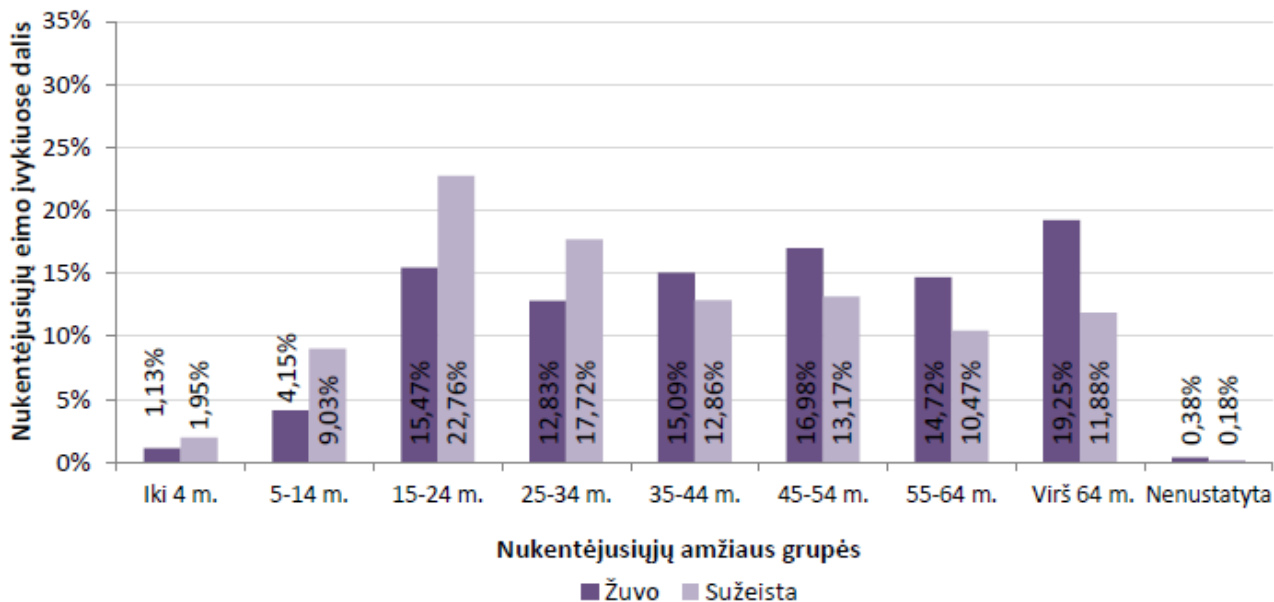
1.2 pav. Eismo įvykiuose sužeisti eismo dalyviai 2014 m. [2]

2014 m. Lietuvos keliuose ir gatvėse daugiausia žuvo pėsčiųjų – net 41 % visų eismo dalyvių, daugiausia sužeista buvo keleivių – 32 %. Lyginant 2014 m. žuvusiųjų kiekį su 2013 m. žuvusiais pastebėta, kad žuvo 12 % daugiau pėsčiųjų ir 15 % daugiau keleivių [2].

Eismo įvykiuose nukentėjusių statistika pagal amžiaus grupes 2011–2014 m. pateikiama 1.2 lentelėje.

1.2 lentelė [2]

Amžiaus grupė	2011 m.		2012 m.		2013 m.		2014 m.	
	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista	Žuvo	Sužeista
Iki 4 m.	3	70	0	38	2	83	3	76
5–14 m.	10	394	11	369	5	396	11	351
15–24 m.	54	1009	57	925	41	954	41	885
25–34 m.	29	661	45	600	43	624	34	689
35–44 m.	36	496	45	497	37	485	40	500
45–54 m.	50	496	47	487	37	527	45	512
55–64 m.	46	369	45	367	36	428	39	407
Virš 64 m.	66	415	49	423	54	505	51	462
Nenustatyta	2	9	2	6	1	5	1	7
<b>Iš viso</b>	<b>296</b>	<b>3919</b>	<b>301</b>	<b>3712</b>	<b>256</b>	<b>4007</b>	<b>265</b>	<b>3889</b>



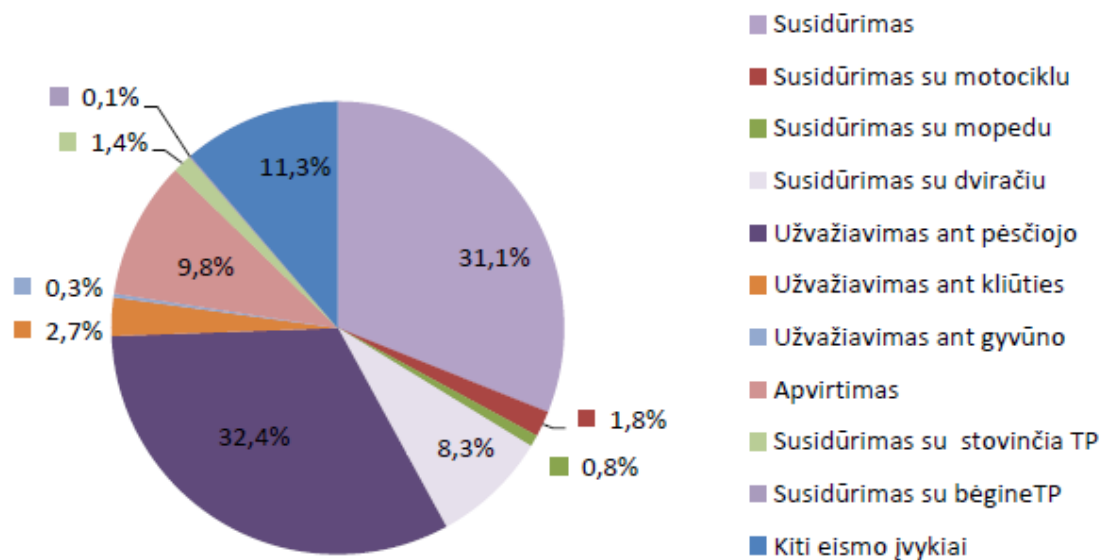
1.3 pav. Eismo įvykiuose nukentėjusiųjų pasiskirstymas pagal amžiaus grupes 2014 m. [2]

Lietuvos keliuose 2014 m. eismo įvykių metu daugiausia nukentėjo jaunų 15-24 metų amžiaus eismo dalyvių – 22 % visų nukentėjusiųjų. Didžiausias mirtingumas užfiksuotas tarp eismo dalyvių, kurių amžius didesnis nei 64 m. – 19,25 % visų žuvusiųjų [2].

Eismo įvykių pasiskirstymas pagal rūšis 2011-2014 m. pateiktas 1.3 lentelėje.

1.3 lentelė

Eismo įvykių rūšys	Eismo įvykių skaičius							
	2011 m.		2012 m.		2013 m.		2014 m.	
Susidūrimas	994	30,43 %	940	29,62 %	1031	30,40 %	1033	31,07 %
Susidūrimas su motociklu	65	1,99 %	42	1,32 %	51	1,50 %	61	1,83 %
Susidūrimas su mopedu	28	0,86 %	43	1,36 %	45	1,33 %	28	0,84 %
Susidūrimas su dviračiu	316	9,68 %	264	8,32 %	270	7,96 %	276	8,30 %
Užvažiavimas ant pėsčiojo	1132	34,66 %	1112	35,05 %	1189	35,06 %	1077	32,39 %
Užvažiavimas ant kliūties	127	3,89 %	135	4,25 %	114	3,36 %	91	2,74 %
Užvažiavimas ant gyvūno	8	0,24 %	14	0,44 %	16	0,47 %	9	0,27 %
Apvirtimas	332	10,17 %	288	9,08 %	297	8,76 %	327	9,83 %
Susidūrimas su stovinčia TP	43	1,32 %	46	1,45 %	40	1,18 %	45	1,35 %
Susidūrimas su bėgine TP	3	0,09 %	4	0,13 %	5	0,15 %	3	0,09 %
Kiti eismo įvykiai	218	6,67 %	285	8,98 %	333	9,82 %	375	11,28 %
<b>Iš viso</b>	<b>3266</b>	<b>100 %</b>	<b>3173</b>	<b>100 %</b>	<b>3391</b>	<b>100 %</b>	<b>3325</b>	<b>100 %</b>



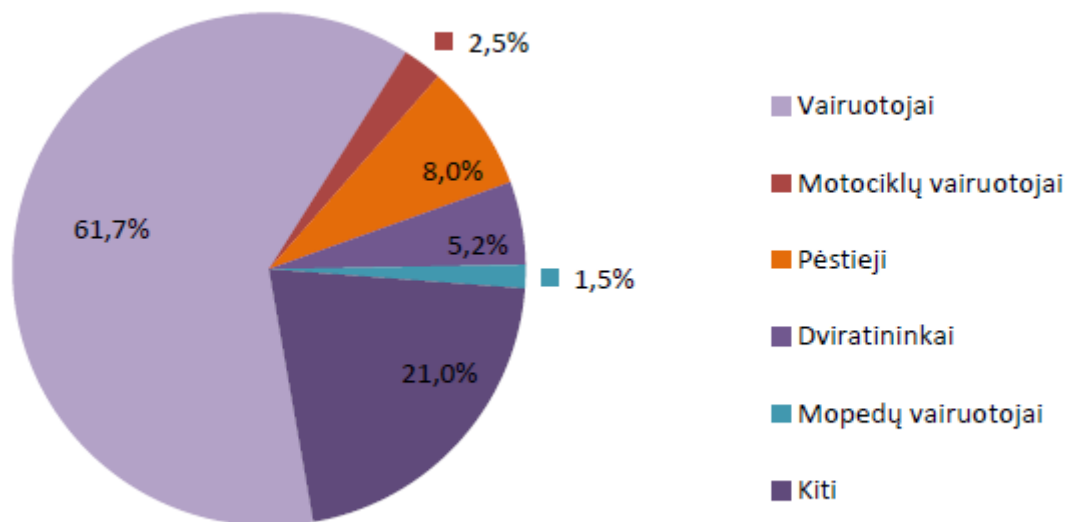
1.4 pav. Eismo įvykių pasiskirstymas pagal rūšis 2014 m. [2]

2014 m. didžiausią visų eismo įvykių dalį sudarė užvažiavimai ant pėsčiųjų – 32 %, ir susidūrimai – 31 % visų eismo įvykių. Mažiausiai įvyko susidūrimų su bėgine transporto priemone – 0,1 % [2].

Eismo įvykių kaltininkų grupės 2011–2014 m. pateiktos 1.4 lentelėje.

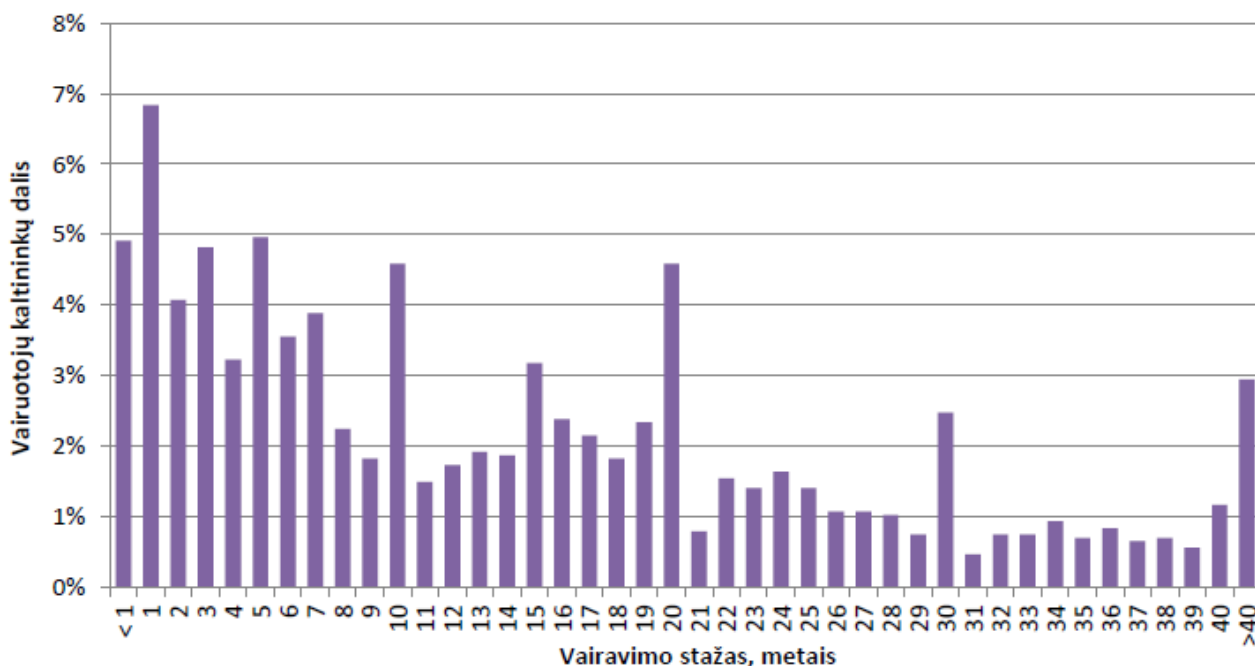
1.4 lentelė

Eismo įvykių kaltininkai	Eismo įvykių skaičius							
	2011 m.		2012 m.		2013 m.		2014 m.	
Vairuotojai	2182	66,81 %	2031	64,01 %	2303	67,92 %	2053	61,74 %
Motociklų vairuotojai	120	3,67 %	76	2,40 %	74	2,18 %	83	2,50 %
Mopedų vairuotojai	61	1,87 %	68	2,14 %	66	1,95 %	49	1,47 %
Pėstieji	367	11,24 %	325	10,24 %	350	10,32 %	267	8,03 %
Dviratininkai	236	7,23 %	182	5,74 %	195	5,75 %	174	5,23 %
Kiti	300	9,19 %	491	15,47 %	403	11,88 %	699	21,02 %
<b>Iš viso</b>	<b>3266</b>	<b>100 %</b>	<b>3173</b>	<b>100 %</b>	<b>3391</b>	<b>100 %</b>	<b>3325</b>	<b>100 %</b>



1.5 pav. Eismo įvykių kaltininkų grupės 2014 m. [2]

2014 metais beveik 62 % įvykusių eismo įvykių kaltininkai buvo vairuotojai. Vairuotojai dažnai viršija leistiną greitį, nesaugiai lenkia, netinkamai įvertina eismo sąlygas ir susidariusias situacijas keliuose, nesilaiko kelių eismo taisyklių, stokoja eismo kultūros – nepagarbiai elgiasi su kitais eismo dalyviais. Neigiamą įtaka eismo saugumui daro vairavimas išgėrus, apsvaigus, taip pat pavargus [2].



1.6 pav. Eismo įvykiuose dalyvavusių vairuotojų kaltininkų vairavimo stažas 2014 m. [2]

2014 m. 12 % visų įskaitinių eismo įvykių sukėlė nepatyrę, mažiau nei 2 m. vairavimo stažą turintys, vairuotojai. Pradedantiems vairuotojams trūksta patirties. Neretai tai yra jaunesnio amžiaus žmonės, kuriems būdingas lengvabūdiškumas ir atsakomybės stoka bei per didelis pasitikėjimas savo jėgomis [2].

Lietuva nuo 2011 metų siekia naujo strateginio tikslo, numatyto Valstybinėje saugaus eismo plėtros 2011–2017 metų programoje. Gerinant eismo saugumo būklę, Lietuva sieks pagal žuvusių eismo dalyvių skaičių, tenkantį 1 mln. šalies gyventojų, atsidurti tarp 10 geriausiai rezultatais pasižyminčių Europos Sąjungos valstybių (arba ne daugiau kaip 60 žuvusių tenkančių 1 milijonui gyventojų). 2014 metais milijonui Lietuvos gyventojų teko 91 žuvęs eismo dalyvis [2].

## **1.2. Europos komisijos komunikatas „Konkurencingos efektyviu išteklių naudojimu grindžiamos judumo sistemos mieste kūrimas“.**

Šio komunikato tikslas – sustiprinti paramą Europos miestams, kad jie galėtų spręsti judumo mieste problemas. Siekiant užtikrinti, kad Europos miestų teritorijų plėtra būtų tvari, o ES tikslai sukurti konkurencingą ir efektyviai išteklius naudojančią Europos transporto sistemą būtų pasiekti, požiūrį į judumą mieste reikia keisti iš esmės. Komunikate nustatyta, kaip Komisija stiprins tvaraus judumo mieste veiksmus tose srityse, kuriose kuriama papildoma ES nauda [3].

### **1.2.1. Bendras tvaraus judumo mieste siekimas**

Siekiant pertvarkyti judumą mieste reikia, kad visų valdymo lygmenų sprendimus priimančios asmenys ir kompetentingos institucijos imtųsi suderintų veiksmų, todėl norėdama nustatyti tolimesnius žingsnius, Komisija padėjo parengti nepriklausomą veiksmų plano įgyvendinimo viešas konsultacijas. Tai pagerina ir palengvina keitimąsi įgyta ir geriausia judumo mieste įgyvendinimo patirtimi. Tuo pačiu yra skatinami moksliniai tyrimai Europos Sąjungos šalyse, tam kad palengvintų šių planų įdiegimą miestuose. Norima, kad inovacijos, finansinė parama miestų transporto projektams, visų pirma būtų taikoma mažiau išsivysčiusiuose regionuose. Savo ruožtu, ES šalys narės siekia bendros veiklos ir tarpusavio bendradarbiavimo konkrečiose srityse, tokiose kaip judumo mieste planavimo, intelektinių transporto sistemų (ITS) diegimo, kelių eismo saugos užtikrinimo [3].

Komisijos iniciatyvos neapima kiekvieno iš tūkstančių visos Europos miestų individualiai, taip pat jos negali būti sėkmingai pritaikytos konkrečioms geresnio ir tvaresnio judumo mieste kliūtims, kurių gali kilti skirtingose Sąjungos dalyse, įveikti. Siekiant veiksmingai ir plačiai diegti Europos lygmeniu suformuluotas idėjas ir parengtas priemones, jos turėtų būti pritaikytos tam tikroms kiekvienos valstybės narės aplinkybėms ir vėliau aktyviai skatinamos nacionaliniu ir regioniniu lygmeniu [1][3].

### **1.2.2. Darnaus judumo mieste planai**

Vietos valdžios institucijoms siekiant atsisakyti ankstesnio nekompleksinio požiūrio ir parengti strategijas, kurios skatintų perėjimą prie švaresnių ir tvaresnių transporto rūšių, pavyzdžiui, pėsčiųjų ir dviračių eismo, viešojo transporto ir naujo automobilių naudojimo ir nuosavybės modelio, atsiranda nauji požiūriai į judumo mieste planavimą. Daug miestų visoje ES diegia inovatyvius judumo mieste sprendimus ir dalinasi savo sukaupta gerąja patirtimi įvairiuose miestų tinkluose [1][3].

Keletą metų Komisija aktyviai skatino tvaraus judumo mieste planavimo koncepciją. Vykdamas ES finansuojamas iniciatyvas suburtos suinteresuotosios šalys ir specialistai, kad išnagrinėtų dabartinius metodus, aptartų probleminius regionus ir nustatytų geriausią planavimo praktiką. Padedant Komisijai buvo parengtos Darnaus judumo mieste planų rengimo ir įgyvendinimo gairės, kuriose vietos valdžios institucijoms pateikiami konkretūs pasiūlymai, kaip įgyvendinti judumo mieste strategijas, grindžiamas išsamia dabartinės padėties analize, taip pat aiškia jų miesto teritorijos darnios plėtros vizija [3].

Darnaus judumo mieste planai skatina suderintą vystymąsi ir geresnę skirtingų judumo mieste rūšių integraciją. Pagal šią planavimo koncepciją organizuojant judumą mieste pirmiausia reikia atsižvelgti į žmones, todėl akcentuojamas piliečių ir suinteresuotųjų šalių dalyvavimas, taip pat skatinama keisti judumo įpročius. Tvaraus judumo mieste planai gali padėti miestams veiksmingai panaudoti dabartines transporto infrastruktūras ir paslaugas ir judumo mieste priemones taikyti ekonomiškai efektyviai [3][4].

Siekiant užtikrinti, kad geriausia darnaus judumo mieste planavimo praktika būtų taikoma plačiai, koncepciją reikėtų pritaikyti prie specialių kiekvienoje valstybėje narėje galiojančių reikalavimų ir taikomos planavimo praktikos ir ją aktyviai skatinti nacionaliniu lygmeniu. Be to, valstybės narės turėtų imtis tinkamų priemonių užtikrinti pagrindines sąlygas, kuriomis vietos valdžios institucijos galėtų sėkmingai įgyvendinti vietos judumo mieste strategijas [3][4].

Norint užtikrinti efektyviausią judumo mieste realizaciją, valstybės narės turėtų atidžiai įvertinti savo teritorijos dabartinį ir būsimą judumo mieste veiksmingumą, užtikrinti, kad miestų teritorijose būtų parengti ir įgyvendinti tvaraus judumo mieste planai, peržiūrėti, o prireikus ir keisti, technines, teisines, finansines ir kitas vietos planavimo institucijų turimas priemones [3][4].

### **1.2.3. Kelių eismo sauga mieste**

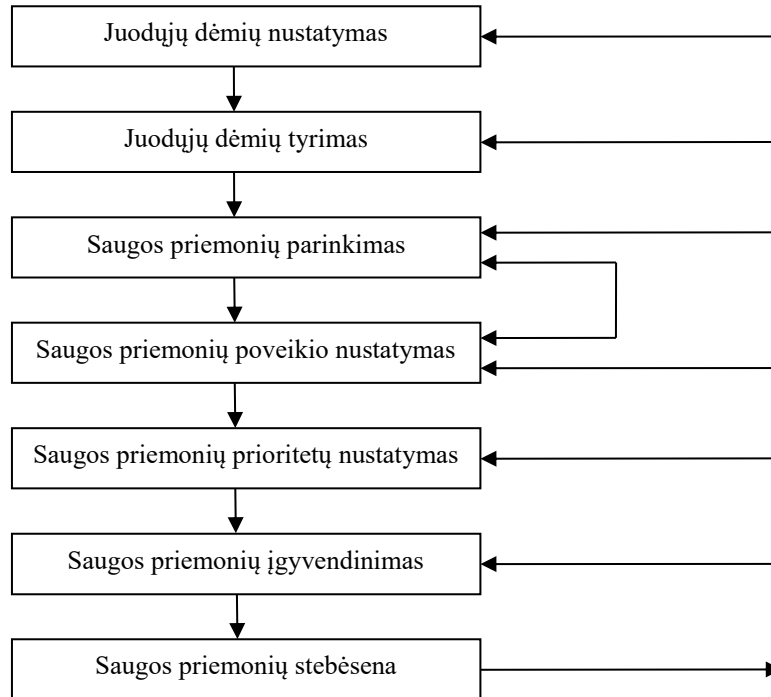
Europos sąjungos duomenimis, kiekvienais metais ES eismo įvykiuose miestų teritorijose žūsta 11 000 žmonių. Per pastarąjį dešimtmetį pėsčiųjų žuvo 39% mažiau, o žuvusių automobilių vairuotojų sumažėjo 49%. Siekiant padidinti kelių eismo saugą mieste ir apsaugoti visų pirma pažeidžiamus eismo dalyvius nuo žūties ir sunkių sužalojimų, reikia papildomų pastangų. Valstybės narės turėtų užtikrinti, kad tvaraus judumo mieste planuose kaip į vieną iš pagrindinių problemų būtų atsižvelgiama į kelių eismo saugos aspektus visais planavimo eigos etapais ir tinkamai sprendžiamos šios problemos: saugios miesto infrastruktūros (ypač tos, kuria naudojasi pažeidžiami eismo dalyviai),



modernios technologijos, užtikrinančios didesnę kelių eismo saugą, naudojimo, eismo taisyklių vykdymo užtikrinimo ir kelių eismo saugos mokymo [3][4].

### 1.3. Juodųjų dėmių nustatymas miestuose

Metodiką sudaro šios dalys:



1.7 pav. Juodųjų dėmių nustatymo algoritmas [5][6]

- Juodųjų dėmių nustatymas – pagal avaringumo rodiklius gatvių (kelių) tinkle nustatomos juodosios dėmės.
- Juodųjų dėmių tyrimas – išsiaiškinama, kokios yra eismo saugos problemos ir kokie gatvių (kelių) saugos trūkumai jas lemia.
- Saugos priemonių parinkimas – pagal nustatytus gatvių (kelių) saugos trūkumus konkrečiai vietai parenkamos saugos priemonės.
- Saugos priemonių poveikio nustatymas – nustatomas parinktų saugos priemonių poveikis avaringumui ir įgyvendinimo kaina.
- Saugos priemonių prioritetų nustatymas – pagal saugos priemonių kainą ir kitus kriterijus sudaromas priemonių įgyvendinimo prioritetų sąrašas.
- Saugos priemonių įgyvendinimas – pagal sudarytą prioritetų sąrašą numatytose vietose įgyvendinamos parinktos saugos priemonės.
- Saugos priemonių stebėseną – nustatomas įgyvendintų saugos priemonių poveikis eismo saugos problemoms.

### **1.3.1. Juodųjų dėmių nustatymas**

Juodosios dėmės nustatomos pagal 4 paskutinių kalendorinių metų įskaitinių eismo įvykių duomenis. Po gatvės rekonstrukcijos arba kitaip reikšmingai pakeitus eismo sąlygas skaičiavimai pradami iš naujo, o prieš pakeitimus įvykę eismo įvykiai juodosioms dėmėms nustatyti nebenaudojami. Reikšmingu pokyčiu laikomas saugos priemonių, kurios buvo numatytos juodojoje dėmėje užfiksuotų eismo įvykių prevencijai, įdiegimas [5].

### **1.3.2. Juodųjų dėmių tyrimas**

Kiekvienai tiriamai vietai renkama informacija apie gatvės aplinką, infrastruktūrą. Taip pat atliekama avaringumo, eismo intensyvumo, analizė. Tyrimo metu reikia išsiaiškinti, kokios yra avarių, lėmusių juodosios dėmės susidarymą, priežastys bei kokią įtaką šioms priežastims turėjo esama gatvės aplinka ir infrastruktūra. Jeigu priežastys nesusijusios su gatvės ar jos aplinkos inžineriniais elementais arba iš surinktos medžiagos nenustatomos tikėtinos priežastys, tada tokiai vietai rekomenduojama parinkti situaciją atitinkančias prevencines saugos priemones, kurios sumažintų įskaitinių eismo įvykių tikimybę ne tik pačioje juodojoje dėmėje, bet ir jos prieigose. Tokiais atvejais dažniausiai siūlomos greitį mažinančios priemonės [5].

### **1.3.3. Saugos priemonių parinkimas**

Atlikus tyrimą, reikia parinkti saugos priemones, kurios panaikina arba sumažina nustatytas eismo saugos problemas. Reikia atsižvelgti į tai, kam teikiamas didžiausias prioritetas, pvz., žuvusiųjų skaičių siekiama sumažinti labiau nei eismo įvykių skaičių. Kiekvienai tiriamai vietai reikia parinkti ne mažiau kaip dvi alternatyvias saugos priemones. Viena saugos priemonė turi būti parinkta siekiant greito įgyvendinimo, kita – siekiant ryškaus poveikio [5][6].

### **1.3.4. Saugos priemonių poveikio prognozavimas**

Remiantis Lietuvos ir kitų Europos šalių sukaupta patirtimi reikia prognozuoti, kiek parinktos saugos priemonės sumažins avaringumo rodiklius (eismo įvykių, žuvusiųjų, sužeistųjų skaičių) tiriamoje vietoje. Jei vienoje vietoje yra numatomos kelios saugos priemonės, kurios turėtų būti diegiamos kartu, jų bendrą efektą gali būti sunku įvertinti, nes tai nėra visų saugos priemonių tipinių poveikių suma [5][6].

### **1.3.5. Saugos priemonių prioritetų nustatymas**

Norint efektyviai įgyvendinti pavojingiausių vietų gerinimą saugaus eismo atžvilgiu, būtina sudaryti juodųjų dėmių šalinimo prioritetų sąrašą. Toks sąrašas labai padeda sprendžiant, kurias dėmes ir koku eiliškumu reikia šalinti, kurias alternatyvas įgyvendinti skubiau. Sudarius šį sąrašą, naudinga jį derinti su kelio savininku. Kelio savininkais yra Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos ir vietinės savivaldybės, kurių teritorijose yra tiriamas kelias ar gatvė. Kelio savininkas, pagal savo galimybes gali keisti prioritetų sąrašą, pvz., suteikdamas prioritetus visoms dėmėms, esančioms vienoje gatvėje, taip optimizuojant įrengimo darbus [5][6].

### 1.3.6. Saugos priemonių įgyvendinimas

Saugos priemonių įgyvendinimu rūpinasi ir organizuoja kelio savininkas. Įgyvendinant saugos priemones naudinga atlikti kelių saugumo auditą, nes tai užtikrina optimalų parinktų saugos priemonių poveikį eismo saugai [5].

### 1.3.7. Saugos priemonių stebėseną

Rekomenduojama rinkti informaciją apie įgyvendintas saugos priemones, siekiant patikrinti investicijų efektyvumą ir poveikį gatvių saugumui. Nuolat renkama informacija apie įgyvendintų priemonių poveikį gatvių saugai tampa pagrindu parenkant saugos priemones naujose vietose. Stebėseną rekomenduojama atlikti greitai po saugos priemonių įgyvendinimo. Stebėsenos metu vertinama, kaip veikia įdiegtos saugos priemonės, tikrinama ar bent dalinai išspręstos tirtos eismo problemos. Taip pat atsižvelgiama į tai, ar naujos saugos priemonės nesukuria kitų pavojingų situacijų, kurių nebuvo prieš įgyvendinant gerinimo priemones. Stebėsenos metu vertinama, kaip eismo dalyviai reaguoja į pasikeitusias eismo sąlygas [5][6].

### 1.3.8. Juodųjų dėmių nustatymo algoritmas

Juodosios dėmės nustatomos pagal per 4 paskutinius kalendorinius metus įvykusius įskaitinius eismo įvykius. Tam kad avaringa vieta būtų laikoma juodąja dėme, per šį laikotarpį turi būti įvykę ne mažiau kaip 4 įskaitiniai eismo įvykiai [5].

Iš pradžių juodosios dėmės nustatomos sankryžose. Nustatytų juodųjų dėmių eismo įvykiai tolimesniuose skaičiavimuose nebenaudojami. Po to, naudojant likusius eismo įvykius, nustatomos juodosios dėmės gatvių ruožuose [5].

Juodosios dėmės sankryžose nustatomos sumuojant sankryžoje ir jos prieigose įvykusius įskaitinius eismo įvykius pagrindiniame ir šalutiniame keliuose. Jei eismo įvykis yra už sankryžos prieigų atstumo, bet savo atsirado dėl eismo problemų sankryžoje, tai toks eismo įvykis priskiriamas sankryžai. Sankryžos prieigomis gyvenvietėse laikomas  $\pm 30$  m atstumas, matuojamas nuo gatvių ašių susikirtimo taško [5].

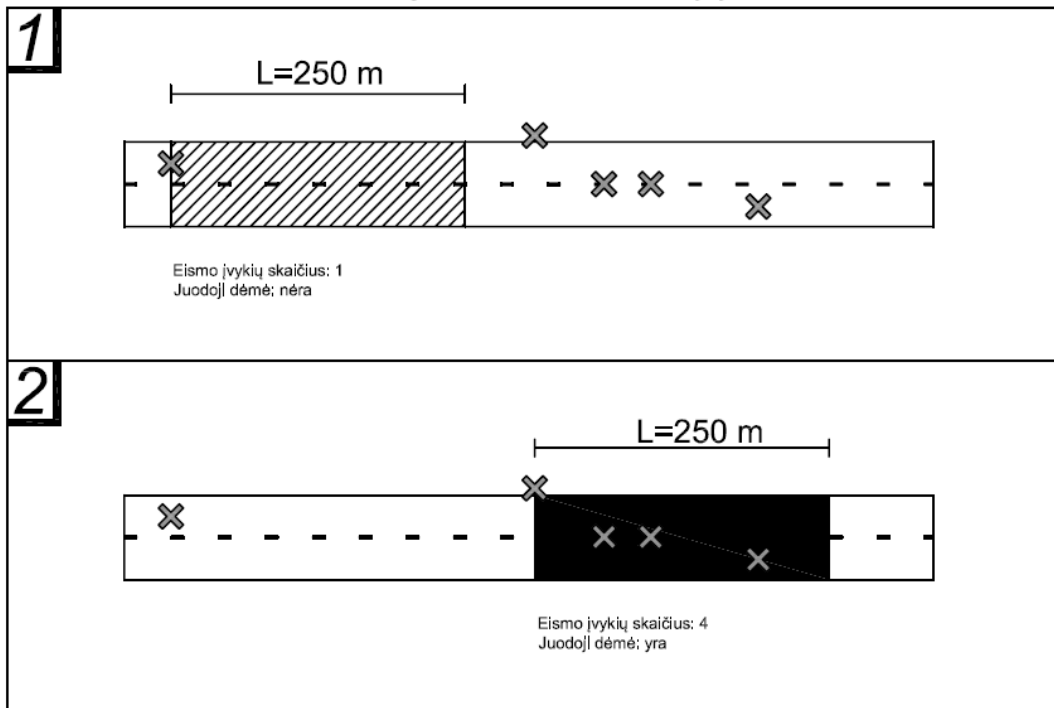
Gatvių ruožuose juodosios dėmės nustatomos naudojant slenkmenį. Jeigu į slenkmenį patenka 4 ar daugiau eismo įvykių, tas gatvės ruožas laikomas juodąja dėme. Pasitaiko atvejų, kai keli eismo įvykiai patenka į 2 skirtingus, bet vienas šalia kito esančius slenkmenis. Tokiu atveju nenagrinėjami du atskiri avaringi ruožai, kuriuose pasikartoja eismo įvykiai, tačiau šie ruožai yra sujungiami [5]. Gatvėse slenkmenis ilgis priklauso nuo leistino važiavimo greičio, kurio priklausomybė parodyta 1.5 lentelėje:

1.5 lentelė[5]

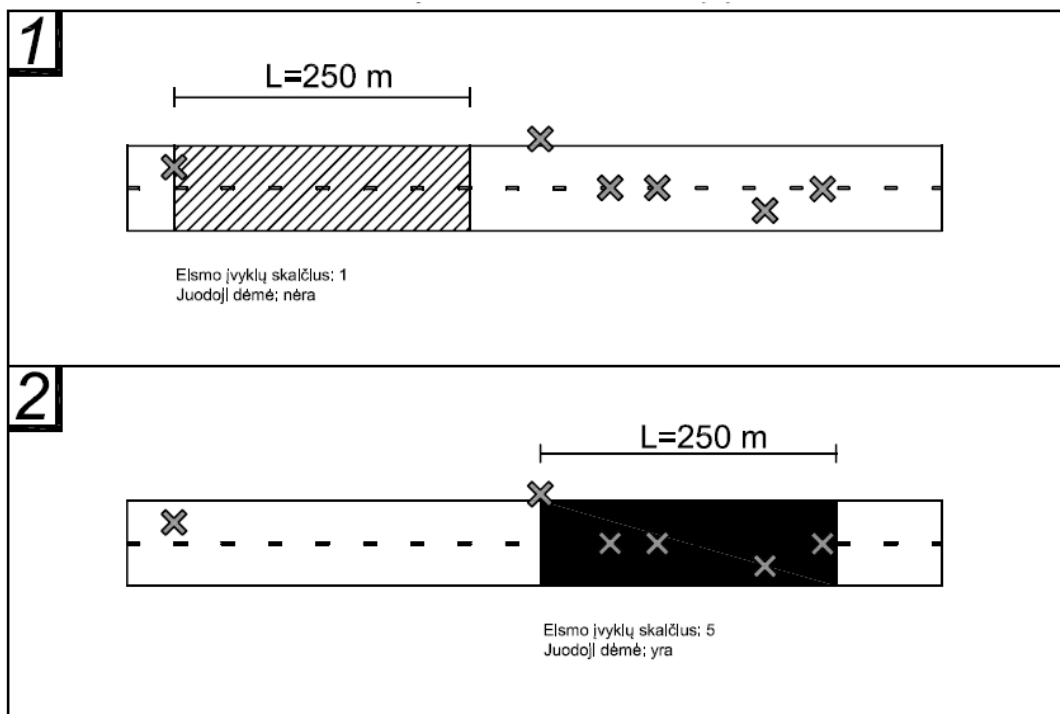
Slenkmens ilgis, priklausomai nuo leistino važiavimo greičio

leistinas greitis	slenkmens ilgis
< 70 km/h	100 m
$\geq$ 70 km/h	250 m

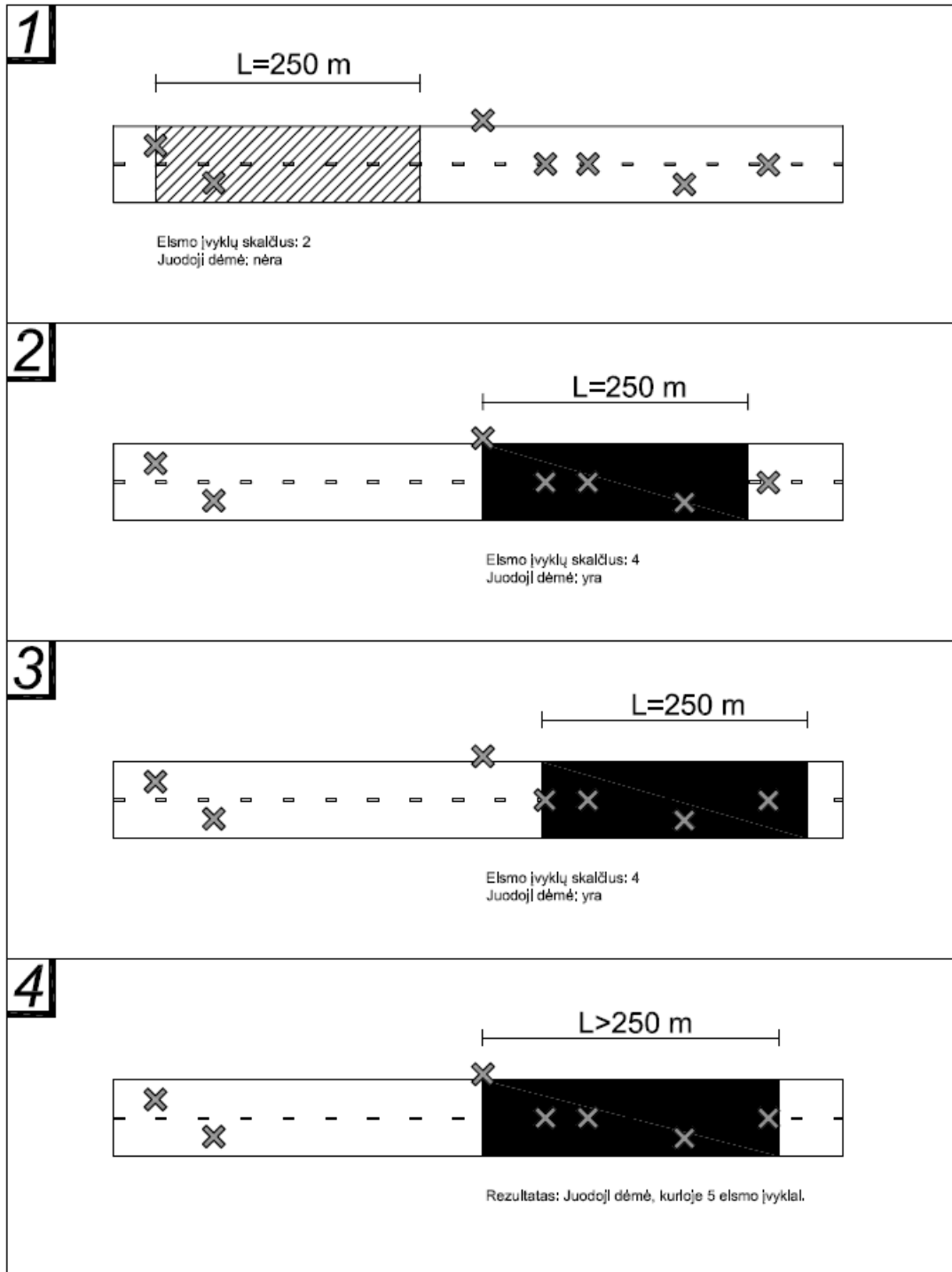
Toliau pateikti juodosios dėmės kelio ruože už gyvenvietės ribų nustatymo grafiniai pavyzdžiai:



1.8 pav. Juodoji dėmė su 4 eismo įvykiais [5]



1.9 pav. Juodoji dėmė su 5 eismo įvykiais [5]



1.10 pav. Sujungta juodoji dėmė su 5 eismo įvykiais [5]

Dažnai, ypač tankiai apgyvendintose miestų teritorijose, pasitaiko atvejų, kad keli avaringi ruožai yra vienas šalia kito. Tokiais atvejais tikslinga tirti bendrai visą ruožą, taikant sprendinius, kurie padėtų sumažinti ne pavienių ruožo dalių avaringumą, o pagerintų eismo saugumą visame ruože.

## **1.4. Inžinerinių saugaus eismo priemonių projektavimo ir naudojimo rekomendacijų apžvalga.**

### **1.4.1. Gatvių ir kelių kategorijos**

Miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo tinklas projektuojamas įvertinus esamą ir perspektyvinę gatvių pagrindinę paskirtį, eismo intensyvumą, srauto sudėtį, gretimų teritorijų apstatymo pobūdį bei norminių dokumentų reikalavimus. Visame kelių tinkle turi būti išlaikytas vienodumas, t.y. formų, spalvų homogeniškumas. Gatvių kategorijos yra nurodytos statybos techniniame reglamente STR 2.06.01:2014 „Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai“ [7]. Kelių kategorijos yra nurodytos kelių techniniame reglamente KTR 1.01:2008 „Automobilių keliai“ [8]. Kiekvienas kelias turi užtikrinti tam tikrą eismo kokybės lygį ir atitikti tris paskirtis:

- tranzito paskirtį (tranzitiniai keliai): sudaromos sąlygos automobiliams važiuoti greitai ir netrikdomai – labai aukšto ir aukšto eismo kokybės lygio keliai;
- skirstomąją paskirtį (skirstomieji keliai): sankryžose eismas paskirstomas tarp skirtingų teritorijų ir zonų – vidutinio eismo kokybės lygio keliai;
- privažiavimo paskirtį (privažiuojamieji keliai): sudaromos sąlygos nuovažomis privažiuoti prie sodybų, laukų ir kitų teritorijų – minimalaus eismo kokybės lygio keliai [7][8][9].

### **1.4.2. Slopinama greičio zonos**

Transporto priemonių važiavimo greitį yra aktualu mažinti tipinėse vietose, kai:

- pėstieji ir dviratininkai juda arti automobilių eismo (pėsčiųjų ir dviratininkų eismas vyksta išilgai kelio (gatvės) kelkraščiais arba dangos kraštais tam tikro ilgio ruože);
- viename lygyje kertasi pėsčiųjų bei dviratininkų ir transporto priemonių srautai;
- viename lygyje kertasi transporto priemonių srautai [9].

Gyvenvietėse tipinės vietos, kuriose galimi eismo dalyvių konfliktai ir reikia mažinti važiavimo greitį, yra pėsčiųjų perėjys ir perėjimai, ruožai šalia įvairios paskirties įstaigų (visuomeninės, sveikatos, švietimo ir pan.), ruožai šalia visuomeninio transporto stotelių, kur vyksta pažeidžiamų eismo dalyvių eismas per gatvę ir išilgai gatvės, sankryžos ir jų zonos, gatvę kertantys dviračių takai [7][8][9].

Gyvenvietėse gali būti taikomos greičio ribos, priklausomai nuo gatvės kategorijos. 50 km/h – tai tipinis greitis, naudojamas gyvenviečių gatvėse, ir tokį greitį yra aktualu palaikyti dėl nemotorizuotų eismo dalyvių saugaus eismo. Mažesnis, 30 km/h, greitis dažniausiai naudojamas gatvėse su siaura važiuojamąja dalimi, esančiose centrinėje gyvenvietės dalyje, kur yra didžiausia gyventojų koncentracija ir vyrauja didelis pėsčiųjų ir kitų eismo dalyvių eismas, gyvenamųjų rajonų gatvėse, kurios skirtos privažiuoti prie privačių valdų, taip pat gatvėse, kur yra įsikūrusios švietimo įstaigos, ligoninės. 20 km/h greitis taikomas gyvenamojoje zonoje, pažymėtoje kelio ženklais Nr. 552 „Gyvenamoji zona“ ir Nr. 553 „Gyvenamosios zonos pabaiga“. Tokioje teritorijoje vyksta pėsčiųjų,

dviračių ir lengvųjų automobilių eismas, tačiau pėstiesiems transporto atžvilgiu čia yra suteikiama pirmenybė [7][8][9].

Užmiesčio kelių ruožuose tipinės vietos, kuriose galimi eismo dalyvių konfliktai ir reikia mažinti važiavimo greitį, yra vieno lygio sankryžos, kelių ruožai, esantys arti miestelio ar gyvenvietės, ruožai, esantys arti pėsčiųjų ir dviratininkų traukos objektų (kolektyvinių sodų, rekreacinių zonų ir pan.). Užmiesčio kelių ruožuose tipinis važiavimo greičio apribojimas yra 70 km/h, kai leistinas važiavimo greitis yra 90 km/h. Tik išskirtiniais atvejais važiavimo greitis gali būti mažinamas iki 50 km/h dėl siauro tilto, blogai matomo kelių susikirtimo, staigaus posūkio po tiesaus kelio ruožo ir dėl vertikalinių ir horizontalių kreivių, kai yra pėsčiųjų ir pan [7][8][9].

#### **1.4.3. Priemonių, skirtų greičio mažinimui, projektavimas ir įrengimas gyvenvietėse**

Saugiam eismui organizuoti gyvenviečių gatvėse taikomos šios priemonės:

- važiuojamosios kelio dalies siaurinimas;
- važiuojamosios kelio dalies iškreivinimas;
- iškiliosios greičio mažinimo priemonės;
- kelio įrenginiai (saugos salelės, sankryžos, pėsčiųjų perėjos);
- „miesto vartų“ įrengimas;
- automobilių stovėjimo vietų įrengimas;
- želdinimas;
- visuomeninio transporto eismo organizavimas;
- kelio ženklų įrengimas;
- šviesoforų įrengimas;
- tvorų, kelio apsauginių atitvarų sistemų, signalinių stulpelių įrengimas;
- veidrodžių įrengimas;
- elektroninių įrenginių naudojimas;
- pėsčiųjų, dviračių takų įrengimas;
- pėsčiųjų, dviračių takų įrenginių diegimas (tvorelės, kalneliai, dviračių labirintai ir pan.) [9].

Inžinerines priemones gatvėse rekomenduojama taikyti, kai reikia palaikyti ir sumažinti leistiną važiavimo greitį, gerinti pėsčiųjų ir dviratininkų eismo sąlygas bei vietos gyventojų socialinį klimatą, riboti pravažiuojančių transporto priemonių komfortą, mažinti pravažiuojančiam transportui maršruto patrauklumą. Rekomenduojama įrengti ne vieną inžinerinę priemonę, o kelias, kelio ruože jas išdėstant grupėmis arba nuosekliai. Jei priemonę reikia įrengti ties skirtingų greičių riba, pvz. įvažiuojant iš 50 km/h į 30 km/h greičio zoną, tai priemonės matmenys parenkami pagal didesnio greičio ribą [9]. Parenkant greičio mažinimo priemones, reikia atsižvelgti į gatvės kategoriją ir leistiną važiavimo greitį. Atskirų priemonių parinkimas pateiktas 1.6 lentelėje.

1.6 lentelė [9]

Priemonės tipas	Gatvės kategorija	Numatomas greitis, km/h		
		$\geq 70$	$70 > v^J > 40$	$\leq 40$
Įspėjamieji ženklai	A, B, C, D	A, B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
„Miesto vartai“	A, B, C, D	A, B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Iškiliosios greičio mažinimo priemonės (greičio mažinimo kalneliai, iškiliosios sankryžos)	B, C, D	B <sub>1</sub> <sup>2</sup>	B <sub>2</sub> <sup>3</sup> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Važiuojamosios kelio dalies iškreivinimas	B <sub>2</sub> , C, D	–	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Važiuojamosios kelio dalies iškreivinimas su iškilia zona	C, D	–	C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
2 eismo juostų kelio siaurinimas panaudojant skiriamąsias saleles	(B <sub>2</sub> ), C, D	–	(B <sub>2</sub> ), C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Važiuojamosios kelio dalies siaurinimas (iš vienos arba iš abiejų pusių)	C, D	–	C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Važiuojamosios kelio dalies siaurinimas iki 1 eismo juostos (iš vienos arba iš abiejų pusių)	D <sub>2</sub>	–	–	D <sub>2</sub>
Horizontaliųjų greičio mažinimo priemonių derinimas su vertikaliomis	(C), D	–	(C), D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Saugos salelės	(A), B, C, D	(A), B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Žiedinės sankryžos	B, C, D	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Pėsčiųjų perėjos	B, C, D	–	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Želdinimas	A, B, C, D	A, B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Kelio ženklai ir ženklinimas	A, B, C, D	A, B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Šviesoforai	(A), B, C, D	(A), B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Tvoros, barjerai, stulpeliai	A, B, C, D	A, B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Veidrodžiai	C, D	–	C, D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>
Elektroniniai įrenginiai	A, B, C, (D)	A, B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, (D <sub>1</sub> )	(D <sub>2</sub> )
Pėsčiųjų ir dviračių takai	B, C, D	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub> , C, D <sub>1</sub>	(D <sub>2</sub> <sup>4</sup> )

$v^J = 50$  km/h;  
(A), (B<sub>2</sub>), (C), (D) – gali būti naudojama išskirtiniais atvejais;  
<sup>2</sup> – pėsčiųjų, dviračių eismas gali vykti važiuojamosios dalies paženklintame take;  
<sup>3</sup> – gali būti naudojamos tik iškiliosios sankryžos;  
<sup>4</sup> – gali būti naudojami tik trapecinės formos kalneliai ir iškilios sankryžos.

Esant 70 km/h greičiui, vertikaliuosios greičio mažinimo priemonės (pvz. greičio mažinimo kalneliai) netaikomos. Tokiam greičiui palaikyti rekomenduojama taikyti netiesiogines priemones, tokias kaip: želdiniai, matomumo ribojimas, horizontalios kreivės, atitinkančios leistiną greitį, taip pat šviesoforu reguliuojamos arba žiedinės sankryžos [9].

50 km/h greičiui palaikyti ar sumažinti rekomenduojama taikyti tiek vertikaliąsias, tiek horizontaliąsias greičio mažinimo priemones, įvairius priemonių derinius: greičio mažinimo kalnelius



(vertikaloji greičio mažinimo priemonė), iškiliasis sankryžas (vertikaloji greičio mažinimo priemonė), kelio važiuojamosios dalies iškreivinimą (horizontalioji greičio mažinimo priemonė), važiuojamosios dalies siaurinimą (horizontalioji greičio mažinimo priemonė) [9].

30 km/h greitis taikomas siaurose ir pastatais apstatytose miestų ar miestelių senamiesčio gatvėse, centrinėse dalyse, akligatviuose ir gyvenamuosiuose rajonuose. Greičiui palaikyti rekomenduojama naudoti vertikaliąsias ir horizontaliąsias greičio mažinimo priemones [9].

20 km/h greitis taikomas gyvenamojoje zonoje, kurią žymi kelio ženklas Nr. 552 „Gyvenamoji zona“. Esant 20 km/h greičiui pėstieji ir dviratininkai transporto priemonių atžvilgiu turi pirmenybę. Tokioje zonoje beveik visa erdvė turi būti skiriama nemotorizuotiems eismo dalyviams, dangą įrengiant vienodame lygyje, panaudojant mažosios architektūros elementus (pvz.: želdinius, dekoratyvines tvoreles, vazonus, stulpelius ir pan.). Šiam greičiui palaikyti rekomenduojama diegti tas pačias vertikaliąsias ir horizontaliąsias greičio mažinimo priemones, naudojamas gatvėse, kur leistinas greitis yra 30 km/h [9].

Atstumas tarp gretimų greičio mažinimo priemonių yra vienas iš veiksnių, lemiančių inžinerinės priemonės efektyvumą. 1.7 lentelėje pateiktas atstumo tarp gretimų greičio mažinimo priemonių įvertinimas, atsižvelgiant į leistiną greitį.

1.7 lentelė [9]

	Atstumas tarp greičio mažinimo priemonių, <i>m</i>	
	Įvertinimas	
Leistinas greitis, km/h	Geras	Pakankamas
50	200–400	401–600
30	100–200	201–400

Projektuojant įvairias inžinerines priemones (iškiliasis greičio mažinimo priemones) bei derinant jas su kelio įrenginiais, reikia atsižvelgti į žmonių su negalia poreikius ir įrengti taip, kad suprojektuoti elementai nesukeltų kliūčių negalia turintiems žmonėms, nebūtų ribojamas jų judėjimas ir veikla. Šaligatvis ir dviračių takas turi būti atskirtas gerai juntamos faktūros juosta, kuri gali įsiterpti ir į šaligatvį, ir į dviračių taką, kad žmonės su negalia lengvai orientuotųsi. Skirtingos faktūros juosta gali būti įrengta panaudojant natūralius akmenis, betoninius blokėlius, trinkeles ir pan. Šaligatvio danga turi būti įrengta iš pakankamai kietos, neslidžios medžiagos, užtikrinant neįgaliųjų poreikius, pvz., betono, nes baltosios lazdelės galas tik vos liečiasi su danga ir turi skleisti garsą, pagal kurį akklasis gali orientuotis [9].

#### 1.4.4. Iškiliosios greičio mažinimo priemonės

Iškiliosioms greičio mažinimo priemonėms priskiriami šie inžineriniai įrenginiai:

- greičio mažinimo kalneliai;

- trapecinės formos greičio mažinimo kalneliai, daliniai trapecinės formos kalneliai, iškiliosios pėsčiųjų perėjos;
- iškilios sankryžos.

Bendruoju atveju iškiliosios greičio mažinimo priemonės naudojamos mažinant leistiną greitį nuo 90 (70) iki 50 km/h (įvažiuojant iš užmiesčio kelio į gyvenvietę, įrengiant „miesto vartus“), mažinant leistiną greitį nuo 50 iki 30 km/h, taip pat 50 ir 30 km/h greičiui palaikyti. Iškiliosios greičio mažinimo priemonės gali būti taikomos B<sub>2</sub>, C ir D kategorijos gatvėse. Projektuojant įvairias inžinerines iškiliasias greičio mažinimo priemones bei derinant jas su kelio įrenginiais, reikia atsižvelgti į neįgaliųjų poreikius ir įrengti taip, kad suprojektuoti elementai nesukeltų kliūčių negalia turintiems žmonėms, nebūtų ribojamas jų judėjimas ir veikla [9].

Greičio mažinimo kalneliai rengiami C ir D kategorijos gatvėse ir kitose teritorijose (degalinėse, stovėjimo aikštelėse ir kt.). Naudojami šie pagrindiniai greičio mažinimo kalnelių tipai: apskritiminės formos („gulintis policininkas“), sinusoidinės formos ir trapecinės formos. Greičio mažinimo kalneliai turi būti įrengiami per visą važiuojamosios dalies plotį. Tik išimtiniais atvejais gali būti įrengiami per vienos eismo juostos plotį, užtikrinant, kad jo neapvažinės transporto priemonės [9].

Greičio mažinimo kalneliai įrengiami iš paprasto, spalvoto ar tekstūrinio asfaltbetonio. Taip pat jų įrengimui galima naudoti įvairias kitas medžiagas: granito, akmens ar spalvotų trinkelį, surenkamų plastikinių, guminių ar metalinių segmentų. Kalneliai turi būti ženklinami pagal kelių horizontalaus ženklinimo taisyklės [10]. Prieš kalnelį turi būti įrengti įspėjamieji kelio ženklai Nr. 151 „Greičio mažinimo priemonė“. Šie ženklai turi būti įrengiami pakankamu atstumu nuo kliūčių, kad tinkamai įspėtų vairuotojus apie artėjantį greičio kitimą [9][10].

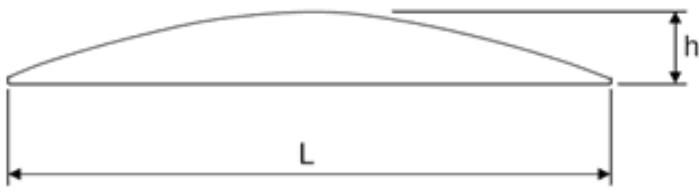
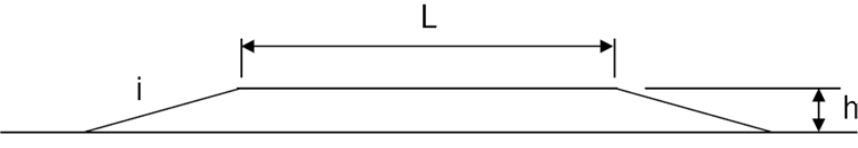
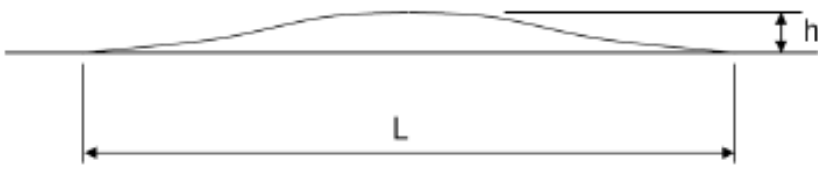
Esant intensyviai visuomeninio ir sunkiojo transporto eismui rekomenduojama įrengti dalinius trapecinės formos kalnelius. Trapecinės formos ir daliniai trapecinės formos kalneliai gali būti įrengiami C ir D kategorijos gatvėse, išskirtiniais atvejais – dviejų eismo juostų B kategorijos gatvėse. Dalinius trapecinės formos greičio mažinimo kalnelius nuo pėsčiųjų perėjos vietos rekomenduojama patraukti, įrengiant juos ne mažesniu kaip 20–25 m atstumu [9].

Jei gatvę kerta pėsčiųjų ir dviračių takas ar yra numatoma pėsčiųjų perėja, tai kalnelį rekomenduojama sutapatinti su perėja, t.y. įrengti iškiliją pėsčiųjų perėja. Kalnelio (pėsčiųjų perėjos) aukštis turi atitikti kertančio pėsčiųjų ir dviračių tako aukštį, o jei yra aukščių skirtumas – įrengti nuožulnius bortelius, kad žmonės su negalia ir dviratininkai galėtų lengvai kirsti važiuojamąją dalį. Įrengiant iškiliją pėsčiųjų perėja rekomenduojama įrengti įspėjamuosius paviršius, užtikrinant aklujų ir silpnaregių poreikius [9].

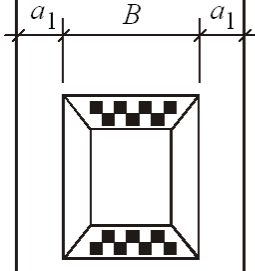
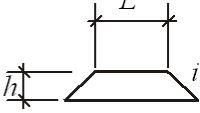
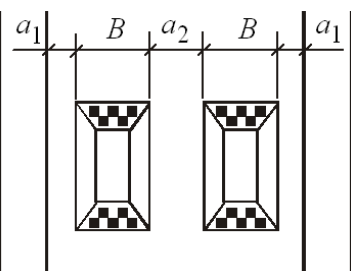
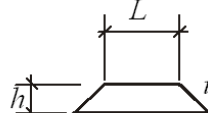
### 1.4.5. Pagrindiniai iškiliųjų greičio mažinimo priemonių tipai ir matmenys priklausomai nuo važiavimo greičio

1.8 ir 1.9 lentelėse pateikiami iškiliųjų greičio mažinimo priemonių – kalnelių – tipai ir matmenys.

1.8 lentelė [9]

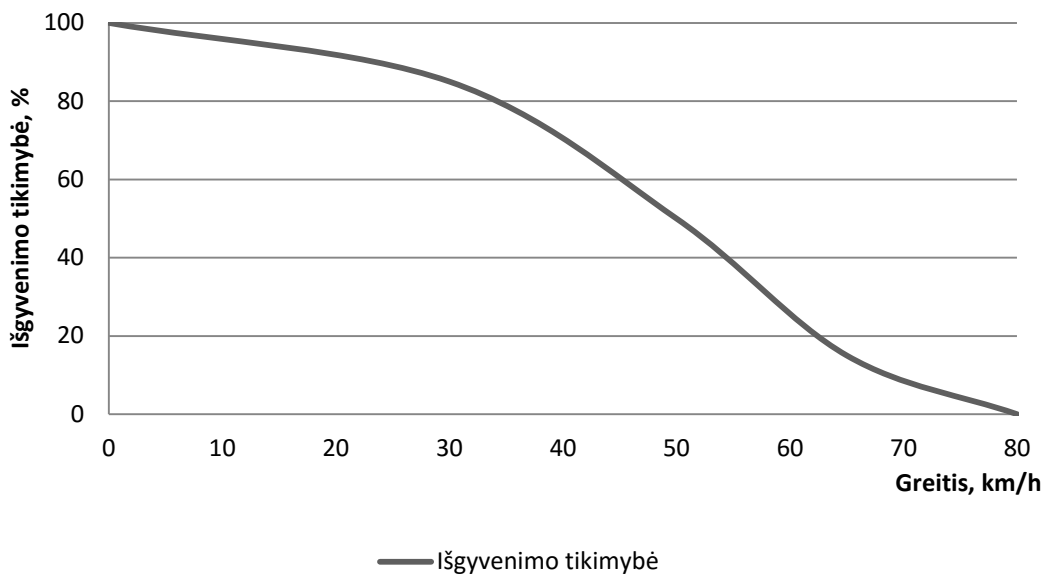
Iškiliųjų greičio mažinimo priemonių tipai ir matmenys				Pastabos
<b>Kalnelių tipai ir matmenys</b>				
<b>Apskritiminės formos („gulintis policininkas“)</b>				
			<p>Tinka įrengti gatvėse, kuriose mažas leistinas greitis.</p> <p>Didesnio aukščio (&gt;0,05 m), kai <math>L=0,50</math> m arba <math>L=0,90</math> m, kalneliai sukelia didelį diskomfortą.</p> <p>Būtinai įspėjamieji kelio ženklai.</p> <p>Rekomenduojami šviesą atspindintys elementai.</p>	
<b>Važiavimo greitis</b>	<b>Ilgis <math>L_1</math>, m</b>	<b>Aukštis <math>h</math>, m</b>		
20 km/h	0,50	0,05		
30 km/h	0,90	0,05		
<b>Trapecininės formos</b>				
			<p>Gali būti įrengiamas, kur pėsčiųjų ir dviračių takas kerta gatvę ir pan.</p> <p>Gatvės ruože, kuriame vyksta žemagrindžių transporto priemonių eismas, rekomenduojama įrengti 0,08 m aukščio kalnelius.</p>	
<b>Važiavimo greitis</b>	<b>Ilgis <math>L</math>, m</b>	<b>Aukštis <math>h</math>, m</b>		<b>Nuolydis <math>i</math></b>
20 km/h	3,00–5,00	0,10 <sup>1</sup>		1:6–1:10
30 km/h	3,00–5,00	0,10 <sup>1</sup>		1:10–1:15
50 km/h	3,00–5,00	0,10 <sup>1</sup>		1:20–1:30
<sup>1</sup> – trapecinio kalnelio aukštis gali būti 0,08–0,12 m, priklausomai nuo situacijos				
<b>Sinusoidinės formos</b>				
			<p>Tinka gatvėse, kuriose didelis dviračių ir motociklininkų eismas.</p> <p>Rekomenduojami šviesą atspindintys elementai.</p> <p>Sudėtingas įrengimas</p>	
<b>Važiavimo greitis</b>	<b>Ilgis <math>L_1</math>, m</b>	<b>Aukštis <math>h</math>, m</b>		
20 km/h	2,00	0,08		
	3,40	0,12		
30 km/h	3,50	0,08		
	4,80	0,12		
50 km/h	6,00	0,08		

Dalinės trapecinės formos iškilųjų greičio mažinimo priemonių matmenys

Dalinis trapecinės formos kalnelis							
							
Važiavimo greitis	Ilgis $L$ , m	Aukštis $h$ , m	Nuolydis $i$	$a1$ m	$a2$ m	$B$ m	Pastabos
30 km/h	2,00– 3,00	0,05–0,08	1:10–1:15	$\leq 1,00$	$\geq 1,20$	$\geq 1,70$	Tarp šaligatvio borto ir dalinio trapecinės formos kalnelio krašto $a1$ reikšmė turi būti 0,85–1,0 m, kad pravažiuotų dviratininkas, bet negalėtų pravažiuoti automobilis. Daliniai trapecinės formos kalneliai turi būti rengiami ne didesniu kaip 20–25 m atstumu nuo automobilių stovėjimo vietų (įrengtų šalia eismo juostos), autobusų sustojimo aikštelių ir pėsčiųjų perėjų
50 km/h	2,00– 3,00	0,05–0,08	1:20–1:40	$\leq 1,00$	$\geq 1,20$	1,70	

Šiai dienai, dažniausiai įrengiami yra trapecinės formos kalneliai. Apksritiminės formos kalneliai gatvėse, kur leistinas važiavimo greitis daugiau nei 30 km/h neberengiami, o seniau įrengtus kalnelius stengiamasi pakeisti naujais. Dalinės trapecinės formos kalneliai įrengiami tose miestų gatvėse, kur važiuoja viešasis ir tranzitinis transportas ir norima palaikyti leistiną lengvųjų automobilių greitį. Greičio įtaka pėsčiojo saugumui pateikiama 10 pav.:

## Greičio įtaka pėsčiojo saugumui



1.11 pav. Greičio įtaka pėsčiojo saugumui [11][12]

Iš 1.13 pav. pateiktos priklausomybės matoma, kad važiuojant nedideliu greičiui (20 – 30 km/h), partrenkto pėsčiojo tikimybė išgyventi yra gana didelė – virš 80%. Važiuojant 30 – 60 km/h greičiu, išgyvenimo tikimybė krinta nuo 85% iki 20%. Važiuojant didesniu nei 60 km/h išgyvenimo tikimybė artėja prie 0%, o viršijus 80 km/h išgyventi praktiškai neįmanoma [12].

Norint užtikrinti saugią aplinką pėstiesiems ir dviratininkams, reikia inžinerinėmis priemonėmis sumažinti važiavimo greitį iki leistino ir tuo pat metu užtikrinti, kad jis būtų palaikomas.

## 2. Tyrimų metodika

### 2.1. Analitinio tyrimo metodika

Žinant transporto priemonių techninę informaciją, galima teoriškai apskaičiuoti jėgas, veikiančias automobiliui įsibėgėjant, važiuojant pastoviu greičiu ar stabdant.

Suminė galia apskaičiuojama pagal formulę:

$$P = \frac{M \cdot u_{tr}}{r_{st}} \quad (2.1)$$

čia:

$M$  – maksimalus sukimo momentas, Nm;

$u_{tr}$  – transmisijos perdavimo santykis (šiuo atveju santykis lygus 9,5);

$r_{st}$  – rato statinis spindulys, mm [12].

Inercijos jėga randama pagal formulę:

$$F_{in} = m \cdot a \quad (2.2)$$

čia:

$m$  – automobilio masė;

$a$  – automobilio pagreitis [12].

Pasipriešinimas riedėjimui išreiškiamas pagal formulę:

$$F_r = f \cdot m \cdot g \quad (2.3)$$

čia:

$f$  – pasipriešinimo riedėjimui (slydimo) koeficientas;

$m$  – automobilio masė;

$g$  – laisvojo kritimo pagreitis (9,81 m/s<sup>2</sup>) [12].

Oro pasipriešinimo jėga randama:

$$F_{aero} = \frac{\rho \cdot c_x \cdot A_m \cdot v^2}{2} \quad (2.4)$$

čia:

$\rho$  – oro tankis ;

$c_x$  – oro pasipriešinimo koeficientas;

$A$  – videlio plotas;

$v$  – greitis tam tikru laiko momentu m/s [12].

Suminė pasipriešinimo jėga randama:

$$F_{sum} = F_{in} + F_r + F_{aero} \quad (2.5)$$

Stabdymo metu turi būti tenkinama ši sąlyga:

$$F_{stabdymo} \geq F_{sum} \quad (2.6)$$

Stabdymo jėga randama:

$$F_{stabdymo} = \mu \cdot m \cdot g \quad (2.7)$$

čia:

$\mu$  – sukibimo su kelio danga koeficientas;

$m$  – automobilio masė;

$g$  – laisvojo kritimo pagreitis (9,81 m/s<sup>2</sup>) [12].

Suminę pasipriešinimo jėgą išreiškus priklausomybe nuo inercijos jėgos, gaunama:

$$\mu \cdot m \cdot g = k \cdot m \cdot a \quad (2.8)$$

čia:

$k$  – pataisos koeficientas, priklausantis nuo oro pasipriešinimo ir pasipriešinimo riedėjimui jėgų, išreikštų kaip procentinė inercijos jėgos dalis [12].

Suprastinus (2.7) lygtį, gaunama:

$$a = \frac{\mu \cdot g}{k} \quad (2.9)$$

Iš (2.8) lygties matome, kad didžiausią įtaką automobiliui stabdymo metu daro padangos ir kelio sukibimas.

Sustojimo kelias apskaičiuojamas taip:

$$S_{sust} = S_{reakcijos} + S_{st} \quad (2.10)$$

čia:

$S_{sust}$  – visas sustojimo kelias;

$S_{reakcijos}$  – reakcijos kelias, kurį nuvažiuoja automobilis, vairuotojui pastebėjus kliūtį, bet dar nepradėjus stabdyti;

$S_{st}$  – stabdymo kelias, kurį automobilis nuvažiuoja, vairuotojui nuspaudus stabdžių pedalą iki visiško sustojimo [12].

Stabdymo kelias randamas taip:

$$S_{st} = v_0 t + \frac{at^2}{2} \quad (2.11)$$

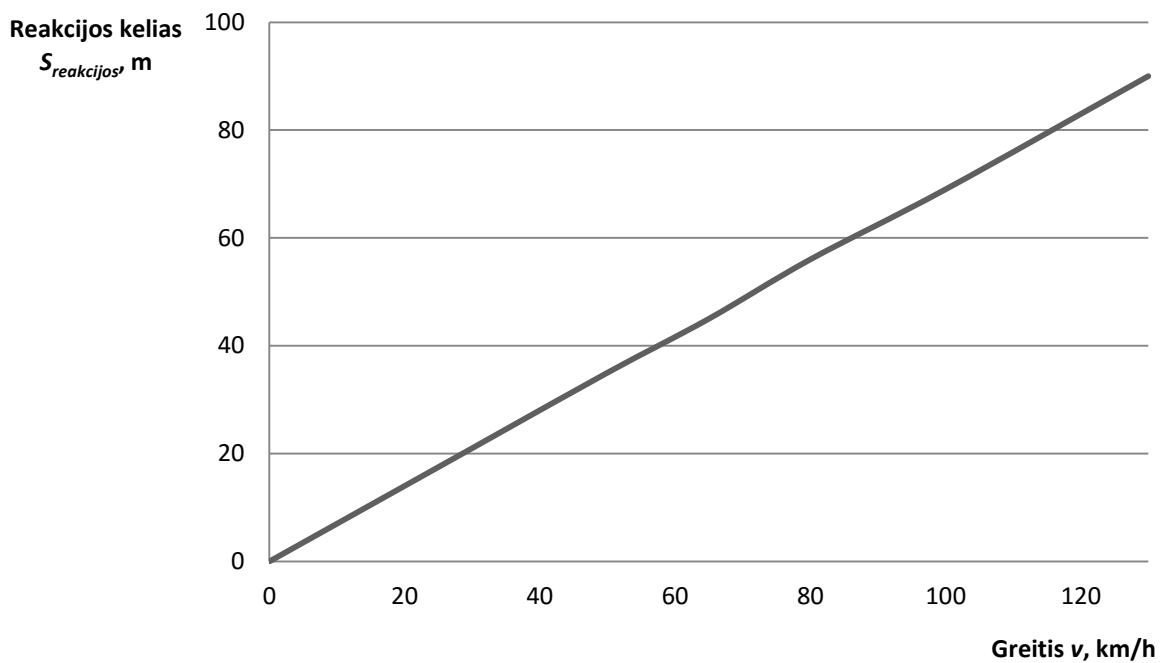
čia:

$v_0$  – pradinis greitis;

$t$  – stabdymo laikas;

$a$  – stabdymo pagreitis [12].

Reakcijos kelias randamas iš priklausomybės:



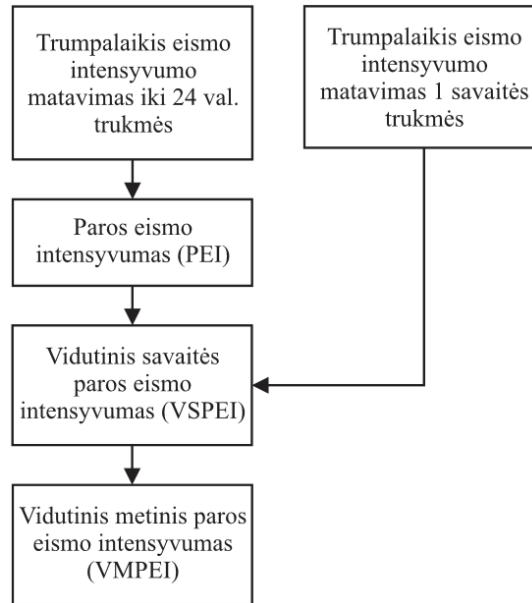
2.1 pav. Reakcijos kelio priklausomybė nuo greičio [12]



## 2.2. Vidutinio metinio paros eismo intensyvumo apskaičiavimo mieste metodika.

### 2.2.1. Paros eismo intensyvumo matavimo metodika

Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas paprastai skaičiuojamas atliekant paros, o atskirais atvejais ir tam tikro valandų skaičiaus, matavimus kelio ar gatvės ruože. Eismo intensyvumo skaičiavimas atliekamas etapais:



2.2 pav. VMPEI skaičiavimo algoritmas [13]

Miestuose vidutinis metinis peros eismo intensyvumas apskaičiuojamas pritaikant ilgalaikių tyrimų statistiką. Atlikus paros eismo intensyvumo matavimą, naudojami pataisos koeficientai, priklausantys nuo savaitės dienos bei mėnesio, kada atliktas matavimas.

$$VMPEI = PEI \cdot K_1 \cdot K_2$$

čia:

VMPEI – Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas;

PEI – pamatuotas faktinis paros eismo intensyvumas;

$K_1$  – pataisos koeficientas, priklausantis nuo savaitės dienos;

$K_2$  – pataisos koeficientas, priklausantis nuo mėnesio;

### 2.2.2. PEI matavimo įranga

Šiame tyrime matavimai atliekami naudojant minkštus guminius vamzdelius ir mikrobangų prietaisą.

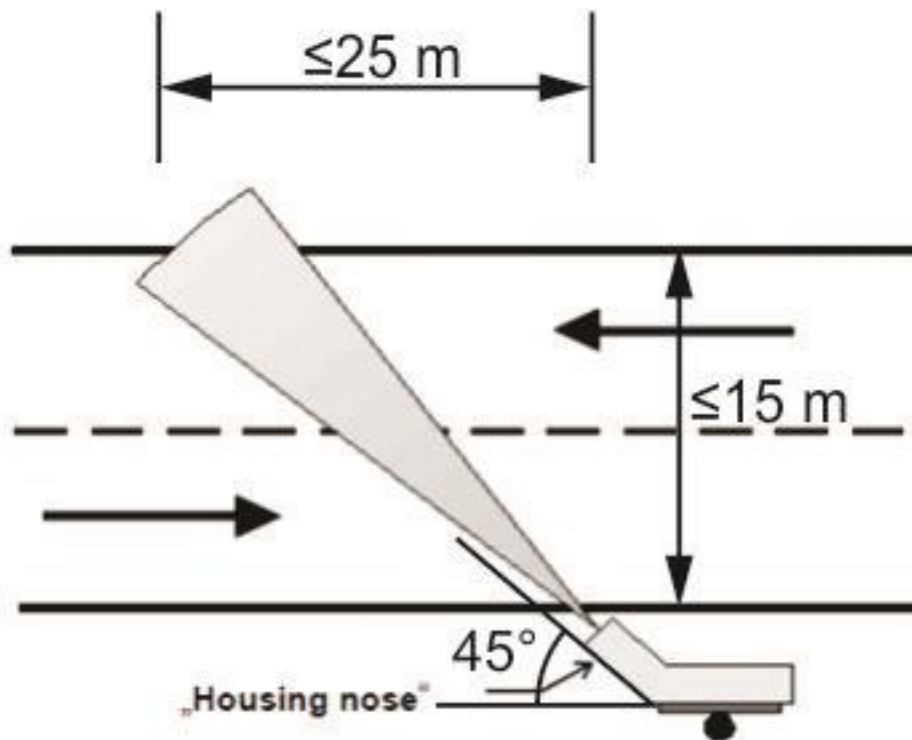


2.3 pav. Mikrobangų matavimo prietaisas „Viacount II“ [14]

Mikrobangų prietaiso „Viacount II“ techninė specifikacija:

- Ilgis: 372 mm;
- Plotis: 234 mm;
- Aukštis: 260 mm;
- Svoris 3,5 kg;
- Darbinė įtampa: 12V
- Darbinis srovės stipris: 5 mA;
- Matavimo šaltinis 12 V švino rūgšties baterija;
- Darbinė aplinkos temperatūra: nuo -30°C iki +40°C
- Įrašymo atmintis: 2 MB;
- Radaro dažnis: 24,165 GHz;
- Tikslumas:  
paklaida iki 15% matuoklį įrengiant 1 m aukštyje, kai kelio plotis iki 15m;  
paklaida iki 5% matuoklį įrengiant 3,5 m aukštyje [15].

Matuoklio įrengimas:

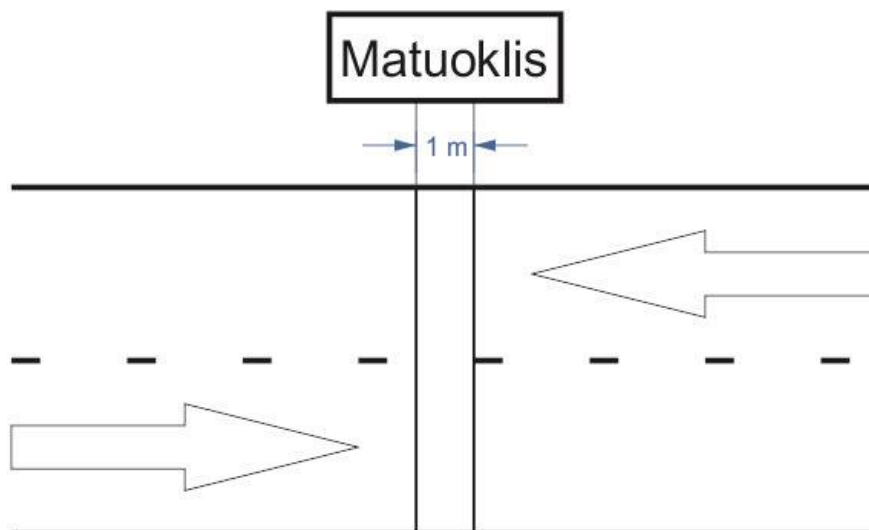


2.4 pav. Mikrobangų prietaiso „Viacount II“ įrengimas šalikelėje [15]

Transporto srautų matavime naudotas „Marksman 400“ matuoklis (2.5 paveikslas). Šis eismo intensyvumo skaitiklis-klasifikatorius yra mobilus autonomis prietaisias su keičiamais darbo režimais. Jis lengvai įrengiamas darbo vietoje ir naudojamas transporto priemonėms skaičiuoti ir klasifikuoti. Prie šio skaitiklio prijungiami du minkštos gumos vamzdeliai, kurie darbo vietoje paklojami skersai kelio 1 metro atsumu vienas nuo kito. Esant specialiems poreikiams, galimi ir kiti guminių vamzdelių įrengimo būdai. Kai automobilių ratai užvažiuoja ant vamzdelių, juose padidėjęs oro slėgis užfiksuoja pneumatiniais skaitiklio jutikliais. Jų signalus skaitiklio procesorius išnaluoja ir įrašo informaciją apie pravažiavusią transporto priemonę į savo atmintį [13].

	<p>„Marksman 400“ techninė specifikacija:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ilgis: 370 mm;</li> <li>• Plotis: 220 mm;</li> <li>• Aukštis: 75 mm;</li> <li>• Svoris 4,5 kg;</li> <li>• Darbinė įtampa: 3V</li> <li>• Darbinis srovės stipris: 3,5 mA;</li> <li>• Matavimo šaltinis 3,0 V Ličio baterija;</li> <li>• Darbinė aplinkos temperatūra: nuo -20°C iki +60°C</li> <li>• Įrašymo atmintis: 184 kB;</li> <li>• Tikslumas: paklaida iki 5% matuoklį įrengiant per 4 eismo jusotas [16].</li> </ul>
<p>2.5 pav. Marksman 400 matuoklis [13]</p>	

Matuoklio įrengimas:



2.6 pav. Marksman 400 įrengimas šalikelėje [13]

### 3. Tyrimo rezultatai

#### 3.1. Teorinių skaičiavimų rezultatai

Pagal tyrimo metodikoje aprašytas teorines formules apskaičiuojami stabdymo parametrai skirtingiems greičiams skirtingų klasių transporto priemonėms. Rezultatai pateikti 3.1, 3.2 ir 3.3 lentelėse:

3.1 lentelė

Stabdymo parametrai stabdant nuo 65 km/h

	Greitis $v$ , m/s	Stabdymo pagreitis $a$ , $m/s^2$	Stabdymo laikas $t$ , s	Reakcijos kelias $S_{reakcijos}$ , m	Stabdymo kelias $S_{stab}$ , m	Sustojimo kelias $S_{st}$ , m
Lengvasis automobilis	18	7,85	2,30	45	21	66
Miesto autobusas	18	4,3	4,20	45	38	83
Krovininis vilkikas	18	4,98	3,63	45	33	78

3.2 lentelė

Stabdymo parametrai stabdant nuo 50 km/h

	Greitis $v$ , m/s	Stabdymo pagreitis $a$ , $m/s^2$	Stabdymo laikas $t$ , s	Reakcijos kelias $S_{reakcijos}$ , m	Stabdymo kelias $S_{stab}$ , m	Sustojimo kelias $S_{st}$ , m
Lengvasis automobilis	14	7,85	1,77	35	12	47
Miesto autobusas	14	4,3	3,23	35	22	57
Krovininis vilkikas	14	4,98	2,79	35	19	54

3.3 lentelė

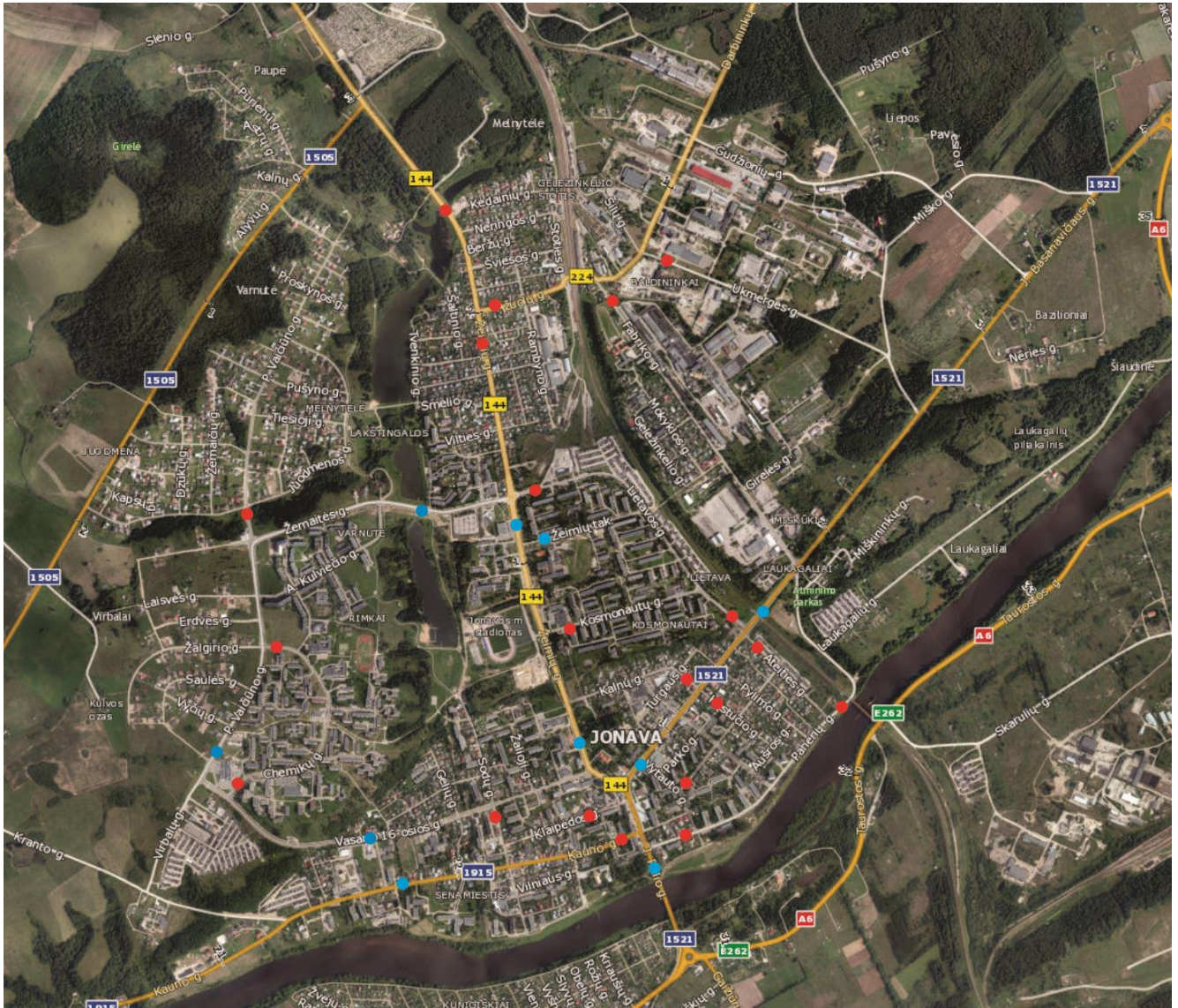
Stabdymo parametrai stabdant nuo 30 km/h

	Greitis $v$ , m/s	Stabdymo pagreitis $a$ , $m/s^2$	Stabdymo laikas $t$ , s	Reakcijos kelias $S_{reakcijos}$ , m	Stabdymo kelias $S_{stab}$ , m	Sustojimo kelias $S_{st}$ , m
Lengvasis automobilis	8	7,85	1,06	24	4	28
Miesto autobusas	8	4,3	1,94	24	8	32
Krovininis vilkikas	8	4,98	1,67	24	7	31

Iš gautų rezultatų matoma, kad visais atvejais lengvojo automobilio stabdymo kelias yra trumpiausias. Teoriškai, stabdant nuo miestuose leidžiamo 50 km/h greičio, lengvasis automobilis sustoja per 47 m atstumą. Viešojo transporto autobusas sustoja per 57 m, o krovininis vilkikas per 54 m.

### 3.2. Matavimo vietų parinkimas

Matavimai buvo atlikti 2016 m. gegužės 2-3 dienomis. Visi matavimai buvo atliekami be pertraukimo 24h. Matavimo vietas pateikiamos 3.1 paveiksle:

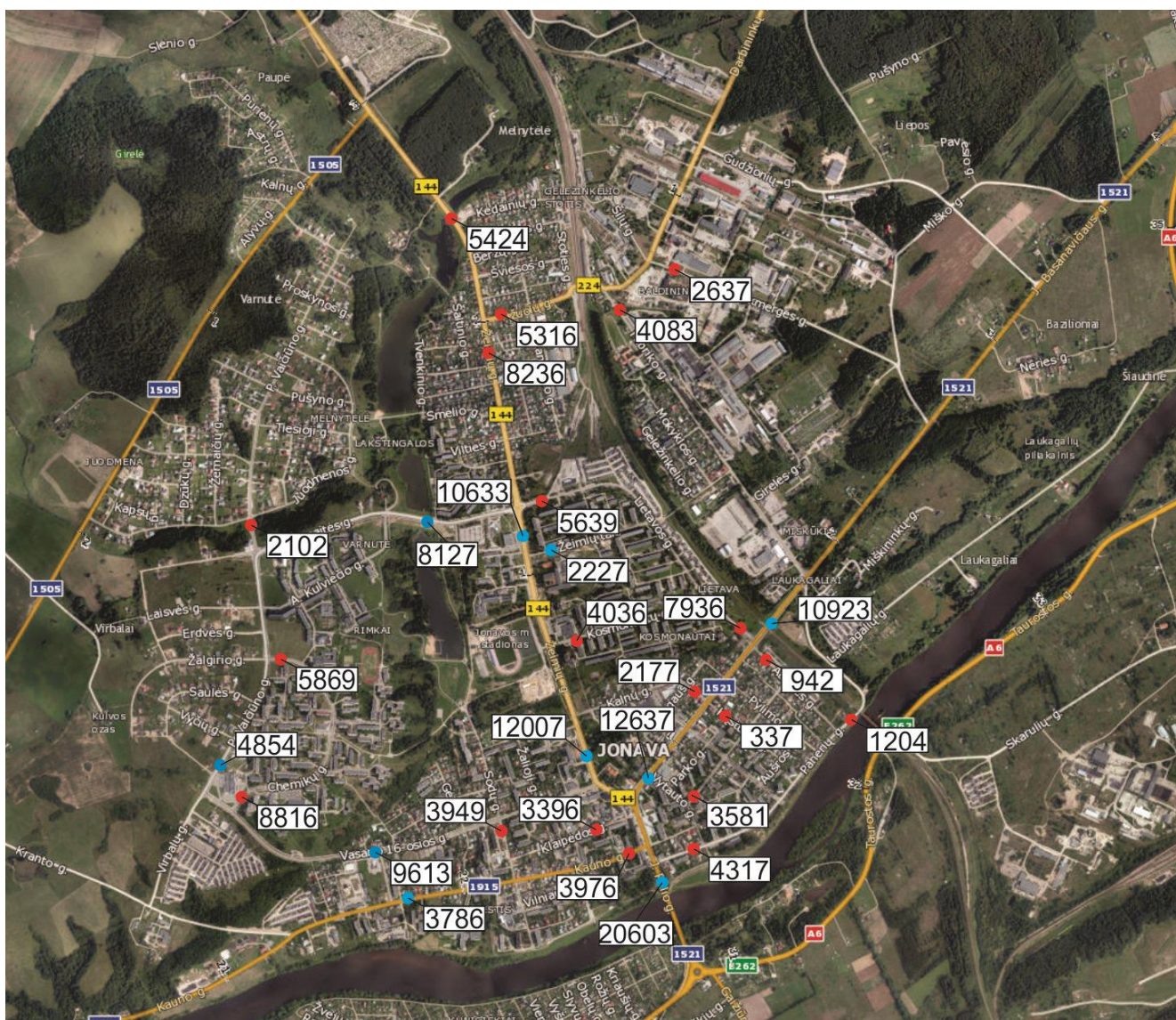


3.1 pav. Transporto srautų matavimo vietas

- – Mikrobanginio matuoklio „Viacount II“ vieta;
- – Matuoklio su guminiiais vamzdeliais vieta.

### 3.3. Eismo intensyvumo matavimų rezultatai

Bendri srautų matavimo rezultatai pateikiami 3.2 paveiksle:

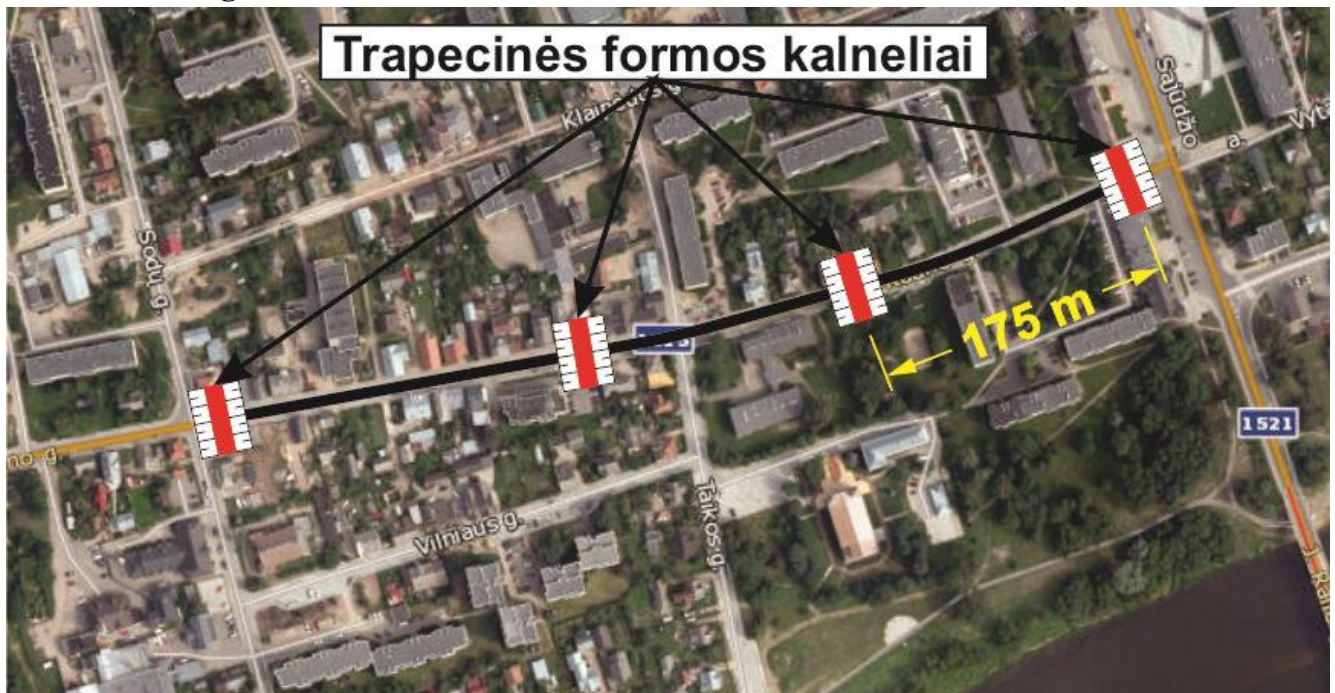


3.2 pav. Bendri srautų matavimo rezultatai

Iš gautų srautų matavimų matoma, kad didžiausias vidutinis metinis paros eismo intensyvumas yra J. Ralio g. – 20603 aut./p. J. Basanavičiaus g. taip pat vyrauja didelis intensyvumas – 12637 aut./p. 38% šio sruto sudaro krovininis transportas – 4804 aut./p. Didžiausias intensyvumas gyvenamųjų namų kvartaluose gautas Chemikų g. (8816 aut./p.), Žemaičių g. atkarpoje nuo sankryžos su Lietavos g. iki sankryžos su Ažuolų g. (8236 aut./p.) ir Lietavos g. (7936 aut./p.) Atsižvelgiant į gautus eismo srautų duomenis bei įskaitinius eismo įvykius, kuriuose nukentėjo pėstieji ar dviratininkai, atrinkti 6 pavojingiausi ruožai pėsčiųjų ir dviratininkų atžvilgiu: Kauno g. ruožas, Žemaitės g. ruožas, Kosmonautų g, Lietavos g. ruožas ir Chemikų g. Šiems ruožams pateikti gerinimo pasiūlymai [6][9][17].

## 4. Avaringų ruožų atrinkimas ir gerinimo pasiūlymai

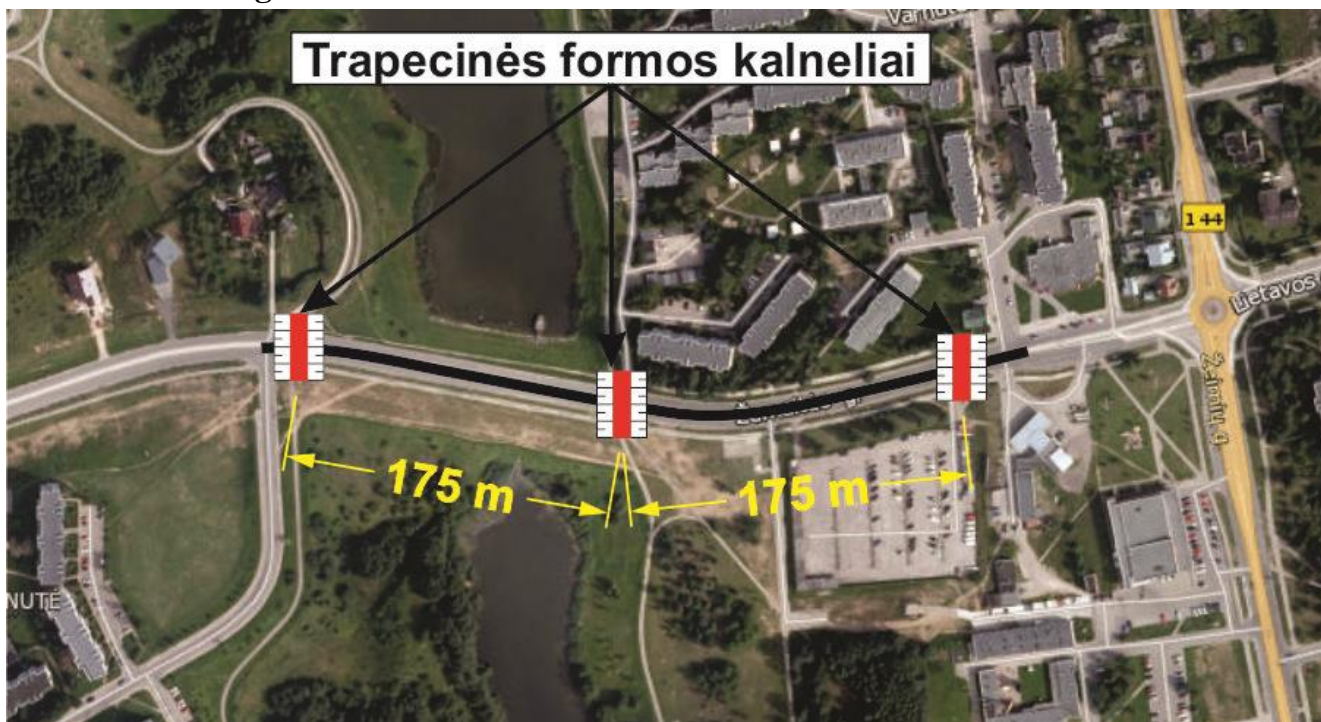
### 4.1. Kauno g. ruožas



4.1 pav. Avaringas Kauno g. ruožas

Pateiktas avaringas ruožas Kauno g., Jonavos mieste. Ruožo ilgis – 530 m. Kelio plotis – 7-7,5 m. Eismas vienkryptis, leistinas greitis – 30 km/h. Kelio danga – asfaltbetonis ir trinkelės. VMPEI – 3976 aut./p. Šiame ruože užfiksuoti 5 įskaitiniai eismo įvykiai, kuriuose sužeisti 5 žmonės, iš jų 2 mažamečiai vaikai. Įvykiai užfiksuoti, kai leistinas greitis buvo 50 km/h. Ruože jau atliktas aplinkos gerinimas: sumažintas leistinas greitis. Vien kelio ženklai neužtikrina, kad leistinas greitis nebus viršijamas, todėl reikalingi infrastruktūriniai sprendiniai – iškilų trapecinės formos karnelių įrengimas nurodytose vietose (4.1 paveikslas) [6][9][17].

## 4.2. Žemaitės g. ruožas

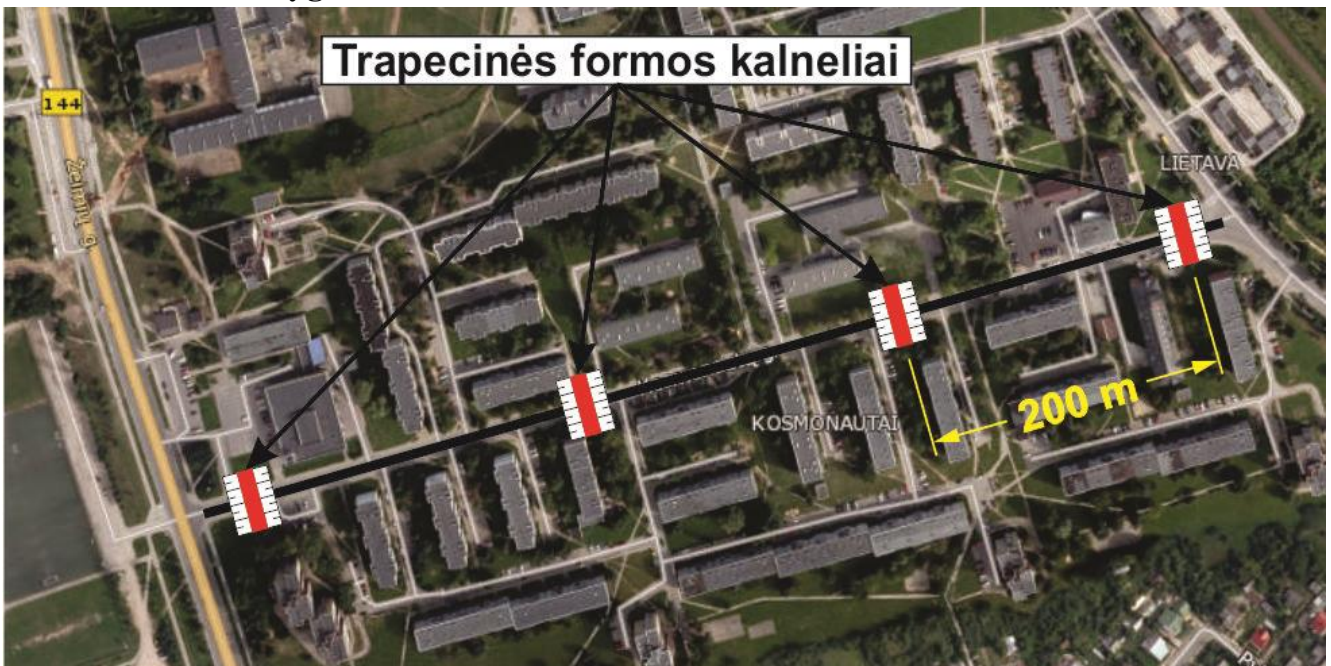


4.2 pav. Avaringas Žemaitės g. ruožas

Pateiktas avaringas ruožas Žemaitės g., Jonavos mieste. Ruožo ilgis – 350 m. Kelio plotis – 14-15 m. Eismas dvikryptis, leistinas greitis – 50 km/h. Kelio danga – asfaltbetonis. VMPEI – 8127 aut./p. Šiame ruože užfiksuoti 3 įskaitiniai eismo įvykiai, kuriuose 1 žmogus žuvo ir 2 buvo sužeisti. Šiame ruože yra 3 susikirtimai su pėsčiųjų ir dviračių takais. Ruožo aplinkoje yra gyvenamieji daugiaaukščiai namai, vandens tvenkiniai, rekreacinės zonos. Taip pat ruože gatvės plotis labai didelis, ruožas yra vertikalioje kreivėje. Tai sudaro galimybes vairuotojams viršyti leistiną važiavimo greitį. Šioje atkarpoje net 63% (5162 aut.) viršija greitį iki 20 km/h. Norint pagerinti ruožo eismo saugumą, reikia siaurinti važiuojamąją dalį. Tai galima padaryti įrengiant parkavimosi vietas šalikelėje, taip pat įrengiant dviračių juostas. Gatvės ir pėsčiųjų bei dviračių takų susikirtimuose įrengti pėsčiųjų perėjas su kryptiniu apšvietimu ir ženklais ryškiaspalviame fone. Kita alternatyva būtų taip pat kelio siaurinimas, tačiau susikirtimo su takais vietose įrengti iškiliasias pėsčiųjų perėjas (4.2 paveikslas). Taip būtų užtikrintas saugaus leistino greičio laikymasis [6][9][17].



### 4.3. Kosmonautų g. ruožas

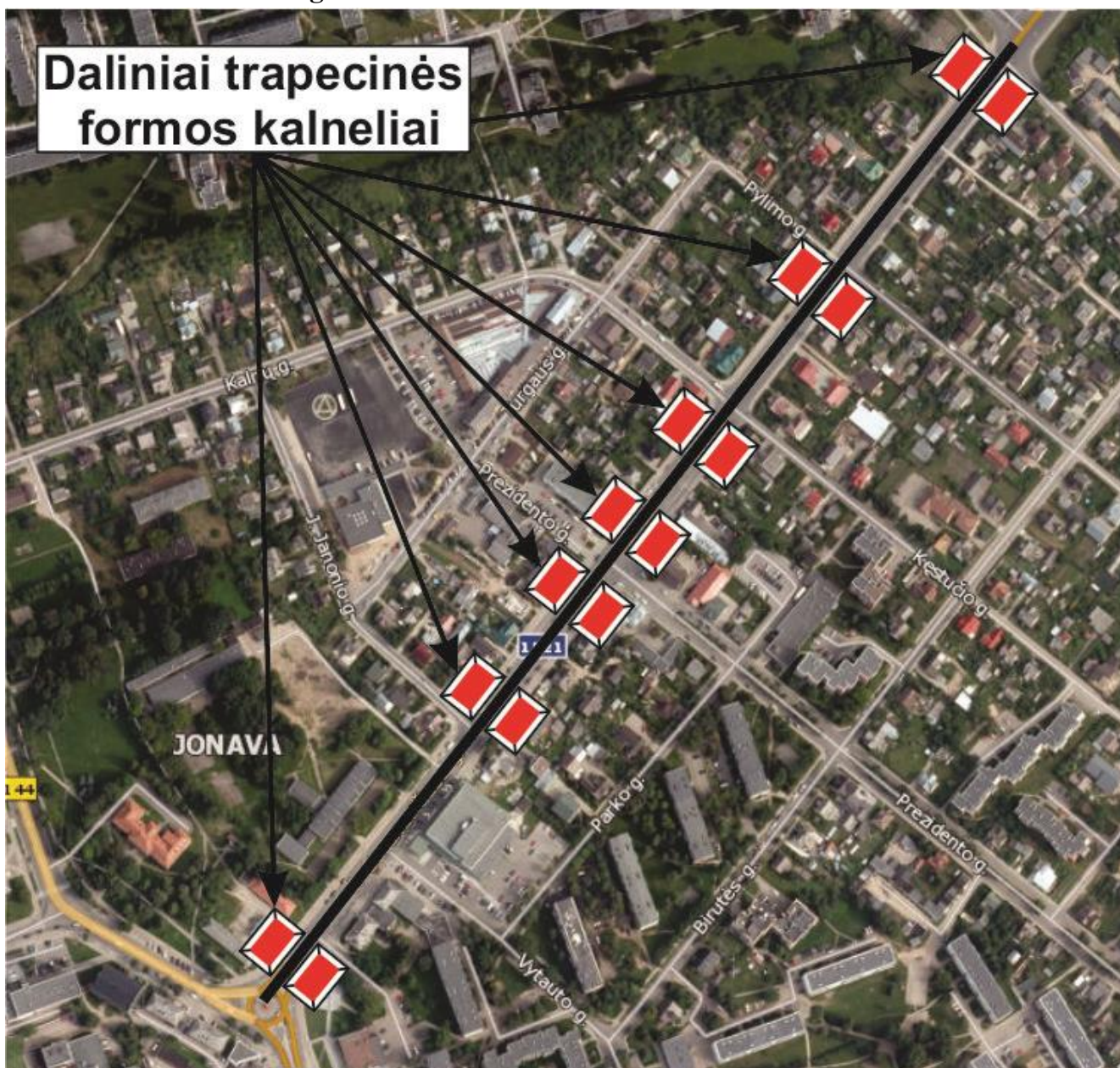


4.3 pav. Avaringas Kosmonautų g. ruožas

Pateiktas avaringas ruožas Kosmonautų g., Jonavos mieste. Ruožo ilgis – 600 m. Kelio plotis – 7 m. Eismas dvikryptis, leistinas greitis – 50 km/h. Kelio danga – asfaltbetonis. VMPEI – 4036 aut./p. Šiame ruože užfiksuoti 5 įskaitiniai eismo įvykiai, kuriuose sužeisti 5 žmonės, iš jų 1 mažametis vaikas. Ruožo aplinkoje yra daugiaaukščiai gyvenamieji namai, gatvėje daug nuovažų į kiemus, stovėjimo aikštes. Ruože dažnai atsiranda daug konfliktinių situacijų tarp eismo dalyvių: pėstieji ne visada kerta kelią pėsčiųjų perėjose, dviratininkai važiuoja keliu, o ne dviračių taku. Norint pagerinti eismo saugumą Norint pagerinti eismo saugumą, galimos alternatyvos:

- Kosmonautų g. įrengti „Gyvenamosios zonos“ ženklus. Taip pėstieji ir dviratininkai turėtų pirmumą prieš automobilius, kuriems greitis būtų ribojamas iki 20 km/h.
- Kosmonautų g. leistiną greitį riboti iki 30 km/h bei įrengti iškilias pėsčiųjų perėjas ir trapezinius greičio mažinimo kalnelius (4.3 paveikslas) [6][9][17].

#### 4.4. J. Basanavičiaus g. ruožas



4.4 pav. Avaringas J. Basanavičiaus g. ruožas

Pateiktas avaringas ruožas J. Basanavičiaus g., Jonavos mieste. Ruožo ilgis – 735 m. Kelio plotis – 14-15 m. Eismas dvikryptis, po dvi eismo juostas, leistinas greitis – 50 km/h. Kelio danga – asfaltbetonis. VMPEI – 12637 aut./p., iš jų 4804 aut./p. sudaro krovininis transportas. Šiame ruože užfiksuoti 11 įskaitinių eismo įvykiai, kuriuose sužeista 14 žmonių, iš jų 2 dviratininkai. Vienoje iš pėsčiųjų perėjų jau įrengtas spalvotas dangos pašiurkštinimas. Tai tikslinga atlikti ir kitose perijose, taip pat jose įrengiant ženklus ryškiaspalviame fone, kryptini apšvietimą ir saugumo saleles tarp priešpriešinių eismo pusių. Tai greitai įgyvendinamos priemonės, tačiau jos nepagerina eismo saugumo iki norimo lygio. Tai viena iš tranzitinių gatvių, kur vyksta krovininio transporto eismas, todėl tikslinga prieš perėjas įrengti dalinius trapezinės formos kalnelius taip, kad jų nebūtų įmanoma apvažiuoti, išvažiuojant į priešpriešinio eismo juostą (4.4 paveikslas) [6][9][17].

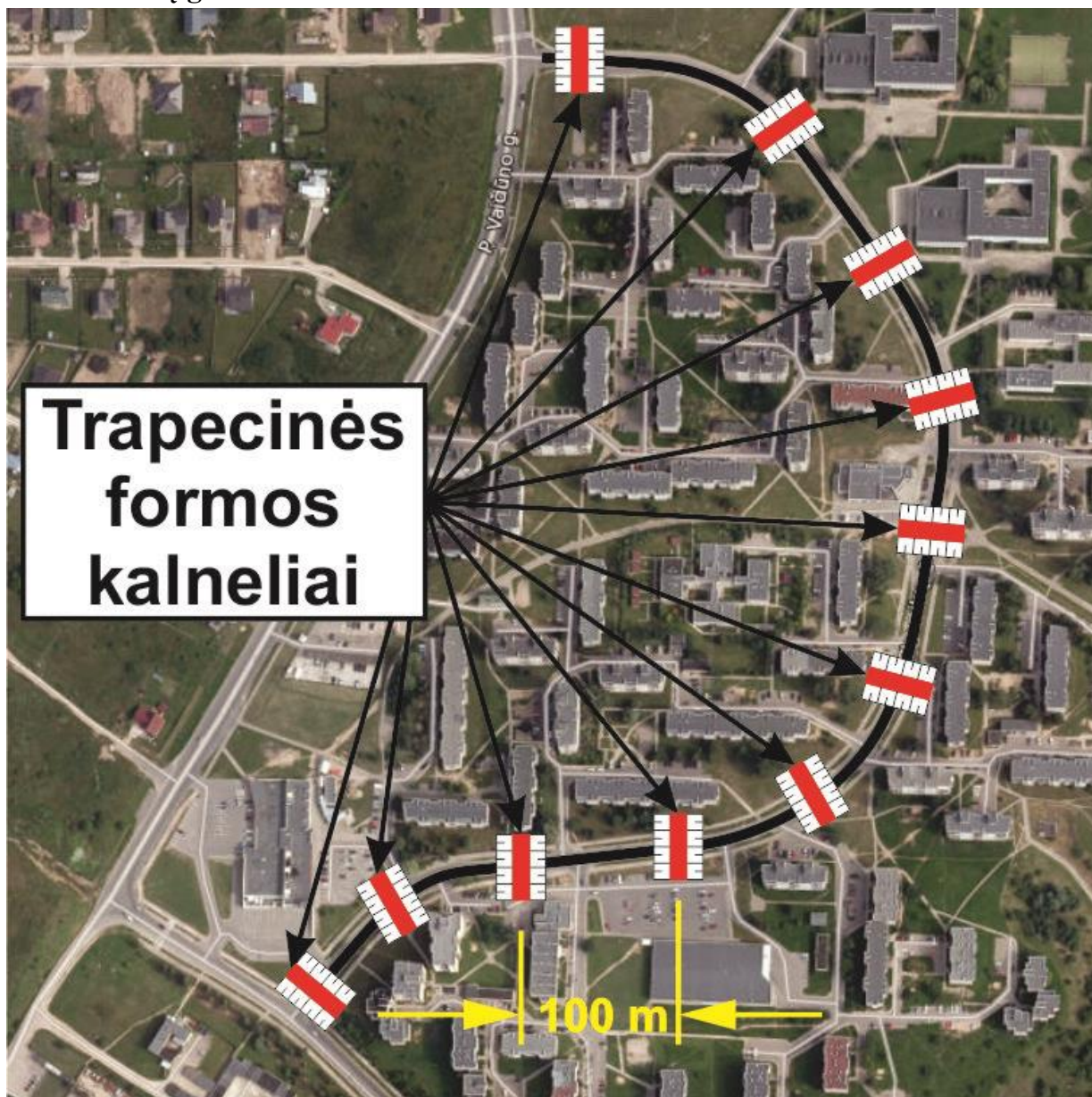
#### 4.5. Lietavos g. ruožas



4.5 pav. Avaringas Lietavos g. ruožas

Pateiktas avaringas ruožas Lietavos g., Jonavos mieste. Ruožo ilgis – 400 m. Kelio plotis – 10-12 m. Eismas dvikryptis, po vieną eismo juostą, leistinas greitis – 50 km/h. Kelio danga – asfaltbetonis. VMPEI – 7936 aut./p., Šiame ruože užfiksuoti 3 įskaitiniai eismo įvykiai, kuriuose 1 žmogus žuvo ir 3 buvo sužeisti. Gatvės vienoje pusėje yra gyvenamieji daugiaaukščiai namai, gausu nuovažų į jų kiemus ir stovėjimo aikšteles. Kitoje pusėje yra automobilinių garažų masyvas su nuovažomis. Ruože yra tik dvi pėsčiųjų perėjose, todėl dalis pėsčiųjų ir dviratininkų kelią kerta neleistinose vietose, sudaro avarines situacijas. Norint pagerinti eismo saugumą, reikia siaurinti gatvės plotį, įrengiant dviračių eismo juostas, stovėjimo vietas, perėjose įrengti kryptinius apšvietimus, ženklus ryškiaspalviame fone. Kita alternatyva būtų gatvės siaurinimas bei iškilųjų pėsčiųjų perėjų ir trapecinių greičio mažinimo kalnelių 50 km/h greičiui palaikyti įrengimas (4.5 paveikslas) [6][9][17].

#### 4.6. Chemikų g. ruožas



4.6 pav. Avaringas Chemikų g. ruožas

Pateiktas avaringas ruožas Chemikų g., Jonavos mieste. Ruožo ilgis – 1 km. Kelio plotis – 6-7 m. Eismas dvikryptis, leistinas greitis – 50 km/h. Kelio danga – asfaltbetonis. VMPEI – 8816 aut./p. Šiame ruože užfiksuoti 7 įskaitiniai eismo įvykiai, kuriuose sužeisti 9 žmonės, iš jų 3 mažamečiai vaikai. Ruožas apstatytas daugiaaukščiais gyvenamaisiais namais. Ruožo aplinkoje gausu konfliktinių situacijų: kiemuose pavojingai manevruoja vairuotojai, pėstieji ne visada eina šaligatviais, dviratininkai, ypač vaikai, važiuoja ne esamais dviračių takais. Tai tipinė gyvenamųjų namų zona, kur greitis negali būti didesnis nei 30 km/h. Šiame ruože ypač gausu įskaitinių eismo įvykių, nes neužtikrinamas saugus važiavimo greitis. Tam pasiekti reikia visoje ruožo aplinkoje įrengti „30 km/h greičio zoną“, kiemuose įrengti „Gyvenamosios vietos“ ženklus, pėsčiųjų perėjose įrengti kryptinį apšvietimą, ženklus ryškiaspalviame fone. Kita alternatyva būtų visoje zonoje sumažinti važiavimo greitį, įrengiant „30 km/h greičio zonos“ ženklus, iškilias perėjas ir trapecinius greičio mažinimo kalnelius (4.6 paveikslas) [6][9][17].

## 4.7. Gerinimo pasiūlymų vertinimas

Atrinktuose 6 ruožuose, kuriuose išskirti eismo įvykiai su nukentėjusiais pėsčiaisiais ir dviratinkais, pateikta po dvi eismo saugumo gerinimo priemonės – viena, greitai įgyvendinama, tačiau mažiau efektyvi, ir kita lėčiau įgyvendinama, bet efektyvesnė. 4.1 ir 4.2 lentelėse pateiktas šių siūlomų priemonių naudingumas ir efektyvumas.

4.1 lentelė [6][17]

Pavojingi ruožai, 2011-2014 m. eismo įvykiai ir gerinimo priemonės

Ruožas	Eismo įvykiai			Pirma priemonė	Antra priemonė
	EĮ skaičius	Žuvo	Sužeista		
Kauno g.	5	0	5	Greičio mažinimas įrengiant kelio ženklus	Trapecinių greičio mažinimo kalnelių įrengimas
Žemaitės g.	3	1	2	Gatvės siaurinimas, pėsčiųjų perėjų išskyrimas	Gatvės siaurinimas, iškilių pėsčiųjų perėjų įrengimas
Kosmonautų g.	5	0	5	Gyvenamosios zonos ženklų įrengimas	Greičio mažinimas, iškilių pėsčiųjų perėjų ir trapecinių greičio mažinimo kalnelių įrengimas
Basanavičiaus g.	11	0	14	Pėsčiųjų perėjų išskyrimas, pašiurkštintos dangos įrengimas	Dalinių trapecinės formos kalnelių įrengimas
Lietavos g.	3	1	3	Gatvės siaurinimas, perėjų išskyrimas	Gatvės siaurinimas, iškilių pėsčiųjų perėjų ir trapecinių greičio mažinimo kalnelių įrengimas
Chemikų g.	4	0	4	Greičio mažinimas įrengiant kelio ženklus, pėsčiųjų perėjų išskyrimas	Greičio mažinimas, iškilių pėsčiųjų perėjų ir trapecinių greičio mažinimo kalnelių įrengimas

4.2 lentelė [6][17]

Pavojingų ruožų gerinimo priemonių efektyvumo prognozavimas

Ruožas	Priemonė	Eismo įvykių pokytis		
		EĮ skaičius	Žuvo	Sužeista
Kauno g.	Greičio mažinimas įrengiant kelio ženklus	-7%	-5%	-5%
	Trapecinių greičio mažinimo kalnelių įrengimas	-30%	-45%	-20%
Žemaitės g.	Gatvės siaurinimas, pėsčiųjų perėjų išskyrimas	-18%	-9%	-13%
	Gatvės siaurinimas, iškilių pėsčiųjų perėjų įrengimas	-50%	-33%	-40%
Kosmonautų g.	Gyvenamosios zonos ženklų įrengimas	-7%	-5%	-5%
	Greičio mažinimas, iškilių pėsčiųjų perėjų ir trapecinių greičio mažinimo kalnelių įrengimas	-50%	-33%	-40%
Basanavičiaus g.	Pėsčiųjų perėjų išskyrimas, pašiurkštintos dangos įrengimas	-18%	-9%	-13%
	Dalinių trapecinės formos kalnelių įrengimas	-30%	-45%	-20%
Lietavos g.	Gatvės siaurinimas, perėjų išskyrimas	-20%	-10%	-15%
	Gatvės siaurinimas, iškilių pėsčiųjų perėjų ir trapecinių greičio mažinimo kalnelių įrengimas	-50%	-33%	-40%
Chemikų g.	Greičio mažinimas įrengiant kelio ženklus, pėsčiųjų perėjų išskyrimas	-21%	-9%	-14%
	Greičio mažinimas, iškilių pėsčiųjų perėjų ir trapecinių greičio mažinimo kalnelių įrengimas	-50%	-33%	-40%

Įvertinus visas priemones, nustatyta, kad įdiegus pirmąsias greitai įdiegiamas, bet mažiau efektyvias priemones, visuose ruožuose eismo įvykių kiekis sumažėtų 15%, žuvusių skaičius sumažėtų 8%, o sužeistų – 11%. Įdiegus antrąsias alternatyvas, t.y. iškilias inžinerines priemones kartu su papildomomis būtinomis priemonėmis, eismo įvykių kiekis tirtuose ruožuose sumažėtų 43%, žuvusių skaičius sumažėtų 37%, o sužeistų – 33%. Pagal priemonių efektyvumą matoma, kad norint pagerinti pėsčiųjų ir dviratininkų saugumą miestuose, naudinga rengti iškilias inžinerines infrastruktūros priemones [6][17].

## REZULTATŲ APIBENDRINIMAS

Darbe apžvelgtas eismo įvykių pasiskirstymas Lietuvoje pagal rūšis 2014 m. Daugiausiai keliuose žuvo ir buvo sužeista pėsčiųjų. Dažniausiai buvo sužeisti jauni 15-24 metų amžiaus eismo dalyviai. Didžiausią visų įskaitinių eismo įvykių dalį 2014 m. sudarė užvažiavimai ant pėsčiųjų. Dažniausiai, eismo įvykių kaltininkai buvo automobilių vairuotojai. Iš pateiktos apžvalgos matyti, kad daugiausiai įskaitinių eismo įvykių įvyksta su mažiausiais apsaugotais ir labiausiai pažeidžiamais eismo dalyviais, t.y. pėsčiaisiais ir dviratininkais.

Atlikus Baltosios knygos, Europos Komisijos komunikato, darnaus judumo mieste rengimo gairių siūlomų saugaus eismo rekomendacijų analize nustatyta, kad efektyviausios inžinerinės saugumo priemonės yra tos, kurios fiziškai neleistų vairuotojams viršyti saugaus leistino važiavimo greičio. Pasirinktos priemonės, skirtos palaikyti 50 km/h važiavimo greitį mieste – iškilūs trapecinės formos greičio mažinimo kalneliai ir daliniai trapecinės formos kalneliai.

Teoriškai apskaičiuoti skirtingų transporto priemonių stabdymo keliai esant skirtingiems važiavimo greičiams. Iš gautų rezultatų matoma, kad visais atvejais lengvojo automobilio stabdymo kelias yra trumpiausias, o viešojo transporto autobuso – ilgiausias. Iš apskaičiuotų sustojimo kelių matoma, kad tinkamai įrengus greitį ribojančias inžinerines saugaus eismo priemones, sustojimo kelias sumažėja 28% ir 57% esant 50 km/h ir 30 km/h greičiams.

Pagal eismo įvykių su nukentėjusiais pėsčiaisiais ir dviratininkais pasiskirstymą, atrinkti 6 pavojingi ruožai Jonavose gatvių tinkle. Šiems ruožams parinktos saugaus eismo gerinimo priemonės. Nustatyta, kad įrengus greitai įdiegiamas, bet mažiau efektyvias priemones, visuose ruožuose eismo įvykių kiekis sumažėtų 15, o įdiegus iškilias inžinerines priemones eismo įvykių kiekis tirtuose ruožuose sumažėtų 43%.

## IŠVADOS

1. Apžvelgtas eismo įvykių pasiskirstymas pagal rūšis. 2014 m. daugiausiai žuvo pėsčiųjų – 40,8% visų žuvusiųjų. Dviratininkų žuvo 7,2%. Tarp visų sužeistųjų 2014 m. 26,6 % buvo pėsčiųjų ir 7,9% dviratininkų. Daugiausiai buvo sužeisti jauni 15-24 metų amžiaus eismo dalyviai – 22 % visų nukentėjusiųjų. Didžiausią visų įskaitinių eismo įvykių dalį 2014 m. sudarė užvažiavimai ant pėsčiųjų – 32,4%. Susidūrimai su dviračiu sudarė 8,3%. 8% visų įskaitinių eismo įvykių kaltininkai buvo pėstieji, 5,2% kaltininkų buvo dviratininkai. 61,7% kaltininkų buvo automobilių vairuotojai. Iš pateiktos apžvalgos matyti, kad daugiausiai įskaitinių eismo įvykių įvyksta su mažiausiais apsaugotais ir labiausiai pažeidžiamais eismo dalyviais, t.y. pėsčiaisiais ir dviratininkais.
2. Atlikus Baltosios knygos, Europos Komisijos komunikato, darnaus judumo mieste rengimo gairių siūlomų saugaus eismo rekomendacijų analize nustatyta, kad efektyviausios inžinerinės saugumo priemonės yra tos, kurios fiziškai neleistų vairuotojams viršyti saugaus leistino važiavimo greičio. Pasirinktos priemonės, skirtos palaikyti 50 km/h važiavimo greitį mieste – iškilūs trapecinės formos greičio mažinimo kalneliai ir daliniai trapecinės formos kalneliai. Trapecinės formos kalnelio parametrai, skirti 50 km/h greičiui palaikyti:
  - viršutinės dalies ilgis: nuo 3 iki 5 m;
  - aukštis: 0,1 m;
  - nuolydis: nuo 1:20 iki 1:30.
3. Teoriškai apskaičiuoti skirtingų transporto priemonių stabdymo keliai esant skirtingiems važiavimo greičiams. Apskaičiuota, kad stabdant nuo 65 km/h lengvasis automobilis sustoja per 66 m atstumą, autobusas per 83, o krovininis vilkikas per 78 m. Stabdant nuo 50 km/h lengvasis automobilis sustoja per 47 m, autobusas per 57 m, o vilkikas per 54 m. Esant 30 km/h greičiui lengvasis automobilis sustoja per 28 m, autobusas per 32 m, o vilkikas per 31 m. Iš apskaičiuotų sustojimo kelių matoma, kad tinkamai įrengus greitį ribojančias inžinerines saugaus eismo priemones, sustojimo kelias sumažėja 28% ir 57% esant 50 km/h ir 30 km/h greičiams.
4. Pagal eismo įvykių su nukentėjusiais pėsčiasiais ir dviratininkais pasiskirstymą, atrinkti 6 pavojingi ruožai Jonavose gatvių tinkle. Šiems ruožams parinktos saugaus eismo gerinimo priemonės. Nustatyta, kad įrengus greitai įdiegiamas, bet mažiau efektyvias priemones, visuose ruožuose eismo įvykių kiekis sumažėtų 15%, žuvusių skaičius sumažėtų 8%, o sužeistų – 11%. Įdiegus iškilias inžinerines priemones kartu su papildomomis būtinomis priemonėmis, eismo įvykių kiekis tirtuose ruožuose sumažėtų 43%, žuvusių skaičius sumažėtų 37%, o sužeistų – 33%.



## LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. Europos Komisija. *Baltoji knyga. Bendros Europos transporto erdvės kūrimo planas. Konkurencingos efektyviu išteklių naudojimu grindžiamos transporto sistemos kūrimas*. Briuselis, 2011.
2. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. *Įskaitinių eismo įvykių statistika Lietuvoje, 2011-2014 m.* [interaktyvus]. Vilnius, 2015. Prieiga per: [http://www.lakd.lt/files/avariju\\_statistika/statistika\\_2011-2014.pdf](http://www.lakd.lt/files/avariju_statistika/statistika_2011-2014.pdf)
3. Europos Komisija. *Komisijos komunikatas Europos Parlamentui, Tarybai, Europos ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir regionų komitetui. Konkurencingos efektyviu išteklių naudojimu grindžiamos judumo sistemos mieste kūrimas* [interaktyvus]. Briuselis, 2013. Prieiga per: [http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/doc/ump/com\(2013\)913\\_lt.pdf](http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/doc/ump/com(2013)913_lt.pdf)
4. Lietuvos respublikos susisiekimo ministro įsakymas. *Įsakymas dėl darnaus judumo mieste planų rengimo gairių patvirtinimo* [interaktyvus]. Vilnius, 2015. Nr. 3-108 (1.5 E). Prieiga per: <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/a80a7c10c97a11e48a1eddba9d2aea36>
5. Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos direktorius įsakymas. *Juodųjų dėmių nustatymo ir Šalinimo gatvėse ir vietinės reikšmės keliuose metodika*. Vilnius, 2014. Nr. V-265.
6. HEDMAN, Karl-Olov ir kt. SweRoad General Directorate of Highways. *Black spot manual. Traffic safety project*. Ankara, 2001.
7. Statybos techninis reglamentas. STR 2.06.04:2014. *Gatvės ir vietinės reikšmės keliai. Bendrieji reikalavimai* [interaktyvus]. Vilnius, 2014. Nr. D1-1059. Prieiga per: [http://www.vtpsi.lt/sites/default/files/teisine-info/STR%202%2006%2004%20nuo%202015-01-01%20su%20papildymu\\_0.doc](http://www.vtpsi.lt/sites/default/files/teisine-info/STR%202%2006%2004%20nuo%202015-01-01%20su%20papildymu_0.doc)
8. Kelių techninis reglamentas. KTR 1.01:2008. *Automobilių keliai* [interaktyvus]. Vilnius, 2008 m. Nr. D1-11/3-3. Prieiga per: [http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc\\_l?p\\_id=313209&p\\_query=&p\\_tr2=](http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_l?p_id=313209&p_query=&p_tr2=)
9. Lietuvos automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos direktorius. *Inžinerinių saugaus eismo priemonių projektavimo ir naudojimo rekomendacijos R ISEP 10*. Vilnius, 2010 m. Nr. V-146.
10. Lietuvos respublikos susisiekimo ministro įsakymas. *Kelių horizontaliojo ženklinimo taisyklės* [interaktyvus]. Vilnius, 2012. Nr. 3-82.
11. STAREVIČIUS, M. *Saugumas ir aplinka. Transporto technologijų paskaitų medžiaga*. Kaunas, 2014.
12. GIBIEŽA, A. *Eismo įvykio su nukentėjusiais pėsčiaisiais paskemių tyrimas. Bakalauro baigiamasis darbas*. Kaunas, 2014.
13. SIVILEVIČIUS, Henrikas ir kt. *Transporto sistemos elementai. Praktinių darbų nurodymai*. Vilnius, Technika 2012. eISBN 978-609-457-347-7. Prieiga per: [http://dspace.vgtu.lt/bitstream/1/1503/1/1420\\_Sivilevicius\\_Transporto\\_WEB.pdf](http://dspace.vgtu.lt/bitstream/1/1503/1/1420_Sivilevicius_Transporto_WEB.pdf)
14. Traffic counting equipment Viacount II [interaktyvus]. Prieiga per: [https://apcis.ktu.edu/en/site/katalogas?cat\\_id=122&more=6821&type=1](https://apcis.ktu.edu/en/site/katalogas?cat_id=122&more=6821&type=1)
15. Traffic counting equipment Viacount II. *Operating manual*. Leverkusenas, 2013.
16. Marksman 400 Technische Daten [interaktyvus]. Prieiga per: [http://www.schuhco.de/download/c8\\_m400\\_d.pdf](http://www.schuhco.de/download/c8_m400_d.pdf)
17. European conference of ministers of transport. *Safety in road traffic for vulnerable users*. Paryžius, 2000.