



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

Darius Dielininkaitis

**KAUNO MIESTO TRANSPORTO JUNGČIŲ
PRAL AidUMO TYRIMAS**

Baigiamasis magistro projektas

Vadovas

Doc. dr. Martynas Starevičius

KAUNAS, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

KAUNO MIESTO TRANSPORTO JUNGČIŲ
PRALAUDUMO TYRIMAS

Baigiamasis magistro projektas
Transporto priemonių inžinerija (621E20001)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Martynas Starevičius
(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. dr. Jurga Ilgakojtė-Bazarienė
(data)

Projektą atliko

(parašas) Darius Dielininkaitis
(data)

KAUNAS, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS
TRANSPORTO INŽINERIJOS KATDERA

Suderinta:

2015 m. vasario mėn. 6 d.

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Išduota studentui: *Darius Dielininkaitis*

1. Darbo tema: Kauno miesto transporto jungčių pralaidumo tyrimas
Investigation of transport flows in Kaunas city junctions
Patvirtinta: 2015 m. gegužės mėn. 11 d. dekanų įsakymu Nr. ST17-F-11-2
2. Darbo tikslas: Iširti transporto srautų judėjimo parametrus pasirinktoje jungtyje, įvertinti susisiekimo greitį įtakojančius veiksnius ir pasiūlyti pralaidumo gerinimo priemones.
3. Darbo uždaviniai ir reikalavimai:
 1. Atlikti Kauno miesto susisiekimo sistemos ir transporto srautų judėjimo analizę;
 2. Atlikti kompleksinius transporto srauto judėjimo parametrų tyrimus A. Juozapavičiaus pr. atkarpoje, apimančius eismo intensyvumą, transporto srauto ir viešojo transporto judėjimo greitį.
 3. Atlikti analitinius transporto srauto greičio įvertinimo tyrimus atsižvelgiant į eismo intensyvumo ir infrastruktūros įtaką;
 4. Remiantis eksperimentinių tyrimų rezultatais įvertinti analitinius tyrimus ir pralaidumo tobulinimo galimybes.
 5. Įvertinti koordinuoto šviesoforų darbo įtaką transporto srauto judėjimo greičiui.
4. Darbo konsultantai (nurodant projekto skyrius)¹:
5. Užduoties išdavimo terminas: 2015 m. vasario mėn. 6 d.

Užbaigto darbo pateikimo terminas: 2015 m. gegužės mėn. 29 d.

Vadovas: _____

(vardas, pavardė)

(parašas)

Užduotį gavau: _____

(studento vardas, pavardė)

(parašas)

¹ Esant reikalui, suderinus su katedros vedėju



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS

Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas

(Fakultetas)

Darius Dielininkaitis

(Studento vardas, pavardė)

Transporto priemonių inžinerija (621E20001)

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „Pavadinimas“

AKADEMINIO SAŽININGUMO DEKLARACIJA

20 15 m. gegužės 28 d.
Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Dariaus Dielininkaičio**, baigiamasis projektas tema „KAUNO MIESTO TRANSPORTO JUNGČIŲ PRALAUDUMO TYRIMAS“ 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)

Dielininkaitis, D. Investigation of the transport flows in Kaunas city junctions. Land transportation engineering master program final project / supervisor doc. dr. Martynas Starevičius; Kaunas University of Technology, Faculty of mechanical engineering and design.

Kaunas, 2015. 67 p.

SUMMARY

This master project presents the investigation of the transport flows in Kaunas city junctions.

The first and second part describes the urban transportation development review in the street classification, street technical parameters and gives a brief overview of the Lithuanian transport system from the beginning of the nineteenth century the second half. It discusses the current Lithuania and Kaunas urban transport infrastructure. Describes the Kaunas city street network and traffic. Overview Kaunas city street sections, connectors and bridges. Indicate the street intensities and other parameters. Performed communication speed in Kaunas analysis. Set of traffic speeds and factors affecting them also described in the traffic flows regulation.

In the part about research methods describes the measuring equipment used for experiment and the conditions of experiment. Describe analytical research and what parameters are most important.

The project part of the transport velocity start A. Juozapavičiaus ave. - Karaliaus Mindaugo ave. and Prietilčio st. until - A. Juozapavičiaus ave. and Vokiečių st. junctions on the route setting. The route is divided into segments, and they are analyzed infrastructures and identified the route sections parametric data. Carried out analytical calculations and presented their results.

The research described transport velocity in route when intersection traffic lights work is coordinated and analyzed the results obtained and presented alternatives to improve public transport usage.

Keywords: crossroad, vehicle traffic speed, transport network, transport velocity.

TURINYS

IVADAS.....	8
1. MIESTO TRANSPORTO SUSISIEKIMO RAIDOS APŽVALGA.....	9
1.1 Gatvių klasifikacija.....	10
1.2 Gatvių techniniai parametrai	11
1.3 Lietuvos transporto sistemos pradžia	12
1.4 Esama susisiekimo infrastruktūra.....	12
2. KAUNO MIESTO TRANSPORTO SRAUTŲ ANALIZĖ.....	15
2.1 Kauno miesto gatvių tinklo ir eismo intensyvumo apžvalga	15
2.2 Susisiekimo greičio Kauno mieste analizė.....	20
3. TYRIMŲ METODIKA (SRAUTO GREIČIO ĮVERTINIMO MODELIS).....	22
3.1 Eksperimentinių tyrimų metodika	22
3.2 Analitinių tyrimų metodika	24
4. EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI	27
4.1 Transporto srauto greičio tyrimai	27
4.2 Eismo intensyvumo tyrimai.....	36
4.3 Viešojo transporto greičio tyrimai.....	37
5. ANALITINIAI TYRIMAI.....	41
5.1 Transporto greičio apskaičiavimas	44
5.2 Transporto srauto greičio apskaičiavimas esant koordinuotam šviesoforų darbui.....	57
5.3 Viešojo / privataus transporto srauto greičių palyginimas	62
5.4 Viešojo transporto greičio didinimo galimybių tyrimas.....	64
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI.....	66
INFORMACINIŲ ŠALTINIŲ SĄRAŠAS.....	67
PRIEDAI.....	68
P-1. 2001m. Kauno miesto eismo intensyvumų schema.....	69
P-2. 2011m. Kauno miesto eismo intensyvumų schema.....	70
P-3. Kauno miesto gatvių atkarpų susisiekimo greičiai	71

P-4. 2011m. Kauno miesto susisiekimo greičių schema.....73

P-5. A. Juozapavičiaus pr. infrastruktūros objektai.....74

IVADAS

Didėjant automobilių skaičiui mūsų šalyje, automobilizacijos lygis pavojingai perkopė 500 automobilių tenkančių tūkstančiui gyventojų skaičių ir artėja prie 600, atitinkamai miestuose išaugo eismo intensyvumas, bei prastovos spūstyse, kurios padidino neefektyviai naudojamo laiko ir kuro išteklius. Analizuojant Kauno miesto eismo srautų intensyvumą, pastebima ženkli eismo srautų didėjimo tendencija. Remiantis paskutiniųjų 13 metų duomenimis, galima prognozuoti, kad srautų intensyvumo tendencija vyks tik didėjimo linkme.

Sparčiai augantis automobilių parkas Lietuvoje, privertė atkreipti dėmesį į gatvių tinklo efektyvumo problemą. Turi būti siekiama, kad gatvių tinklas kuo efektyviau užtikrintų patikimą ir saugų aptarnavimą. Šiam tikslui reikia numatyti kokybines, bei harmoningas vairuotojų darbo sąlygų charakteristikas – gatvių ir kelių efektyvumą ar aptarnavimo lygį sąlygojančius tarpusavyje susijusius veiksnius: tai saugumas, greitis, eismo pertraukos, automobilio valdymo patogumas ir eksploatacinės išlaidos, manevravimo galimybė ir kelionėje sugaištamas laikas.

Visas charakteristikas įtakoja eismo intensyvumas – intensyvumui artėjant prie didžiausio leistino, didėja spūsčių tikimybė. Pavojingos automobilių spūsčių vietos nustatomos pagal jų geometrines charakteristikas, atliekant eismo analizę. Gatvių tinklo laidumas tiesiogiai priklauso nuo sankryžų laidumo. Žinoma yra ir kitų veiksnių, tokių kaip mažas eismo juostų skaičius, viešojo transporto stotelės neturinčios savo įvažų, bei kelkraščiuose parkuojami automobiliai.

Darbo tikslas: Ištirti transporto srautų judėjimo parametrus pasirinktoje jungtyje, įvertinti susisiekimo greitį įtakančius veiksnius ir pasiūlyti pralaidumo gerinimo priemones.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti Kauno miesto susisiekimo sistemos ir transporto srautų judėjimo analizę;
2. Atlikti kompleksinius transporto srauto judėjimo parametrų tyrimus A. Juozapavičiaus pr. atkarpose, apimančius eismo intensyvumą, transporto srauto ir viešojo transporto judėjimo greitį.
3. Atlikti analitinius transporto srauto greičio įvertinimo tyrimus atsižvelgiant į eismo intensyvumo ir infrastruktūros įtaką;
4. Įvertinti koordinuoto šviesoforų darbo įtaką transporto srauto judėjimo greičiui.
5. Remiantis eksperimentinių tyrimų rezultatais įvertinti analitinius tyrimus ir pralaidumo tobulinimo galimybes.

1. MIESTO TRANSPORTO SUSISIEKIMO RAIDOS APŽVALGA

Susisiekimo sistema, tai pėsčiųjų, keleivių ir transporto priemonių bei jų eismui reikalingos techninės infrastruktūros, informacinių ir eismą reguliuojančių priemonių visuma. Susisiekimo sistemos planavimas apima susisiekimo esamos būklės nustatymą, jos analizę ir įvertinimą; susisiekimo procesų prognozę; problemų ir tikslų nustatymą; tikslams įgyvendinti reikalingų sąlygų, t. y. planavimo sprendinių nustatymą ir įvertinimą. Susisiekimo sistemos būklė, analizė, jos įvertinimas ir kitos nustatytos planavimo procedūros apima [13]:

- susisiekimo poreikį;
- susisiekimo poreikio realizavimo būdus;
- susisiekimo funkcionavimą;
- susisiekimo aplinką;
- susisiekimo techninę infrastruktūrą
- galimas susisiekimo pasekmes;
- susisiekimo kainas.

Gatvių ir kelių tinklas, tai statinė miesto susisiekimo dalis. Dinaminė jos dalis – transporto priemonės, kurios šiuo tinklu naudojasi. Susisiekimo sistema turi užtikrinti bendrą susisiekimą, neignoruojančią nei vienos gyventojų grupės (turintieji automobilių, neturintieji, sveiki žmonės, neįgalieji, dirbantieji, pensininkai, vaikai, studentai ir t.t.). Atsižvelgiant į šių grupių skirtumus, formuluojami miesto susisiekimo sistemos posistemų, bei susisiekimo techninės infrastruktūros elementų konkretūs reikalavimai. Susisiekimo sistema turi sudaryti palankias sąlygas vežti krovinius ir garantuoti absoliučią susisiekimo galimybę policijos, medicinos, priešgaisrinėms ir kt. svarbių tarnybų transporto priemonėms. Miestų transporto susisiekimo sistemoje kiekvienas susisiekimo būdas ir transporto rūšis turi turėti savo vietą, atitinkančią jų funkcinius, techninius, ekonominius ir ekologinius eismo saugos privalumus. Visos transporto rūšys ir būdai turi būti integruoti. Tai užtikrina susisiekimo būdo pasirinkimo laisvę pagal reikiamą laiko trukmę, pinigines išlaidas ir kelionės komforto lygį. Integracija turi būti vidinė (miesto vidaus susisiekimo) ir išorinė - ryšių su užmiesčiu. Teisinga susisiekimo sistema užtikrins bendrą susisiekimo ir susisiekimo būdo pasirinkimo laisvę, nebus našta gyventojų ir miesto finansiniam biudžetui, gyventojų laiko biudžetui. Miesto susisiekimo sistema yra teisinga, jeigu ji kartu su miesto bendro plano ir funkcinę struktūrą yra integruoto projektavimo objektas [13].

1.1 Gatvių klasifikacija

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. Susisiekimo tinklą sudaro: motorizuoto susisiekimo gatvės ir keliai, nemotorizuoto susisiekimo gatvės ir takai, šaligatviai, įvairių tipų eismo zonos ir aikštės.

Pagrindinių susisiekimo linijų klasifikacija nurodyta 1.1 lentelėje. Susisiekimo linijos suskirstytos į šešias pagrindines kategorijas [13]:

A - greito eismo gatvės;

B - pagrindinės gatvės;

C - aptarnaujančios gatvės;

D - pagalbinės gatvės;

E - pagrindinės pėsčiųjų ir dviračių eismo gatvės ir takai;

F - pagalbiniai pėsčiųjų ir dviračių eismo takai, šaligatviai (juostos).

A, B, C kategorijų gatvių reikmė ir techniniai parametrai nustatomi bendrajame plane (skaičiuojant vienos eismo juostos laidumą – 1 750 lengvųjų automobilių per valandą). Jeigu bendrieji planai neparengti, - gatvių reikmė ir parametrai nustatomi didelių ir vidutinių miestų susisiekimo sistemų specialiuosiuose planuose; miestelių ir kaimų detaliuosiuose planuose [13].

1.1 lentelė

Susisiekimo linijų klasifikacija

Grupės	Kategorijos	Indeksas	Pagrindinė paskirtis
Motorizuoto eismo	Greito eismo gatvės	A	Miesto ilgi ir pastovūs transporto ryšiai bei ryšiai su užmiesčio svarbiausiais keliais. Tranzitinis eismas.
	Pagrindinės gatvės	B	Susisiekimas tarp miesto funkcinų zonų, rajonų, centrų, didžiųjų transporto stočių. Ryšiai su užmiesčio keliais.
	Aptarnaujančios gatvės	C	Miesto plano funkcinės ir kompozicinės ašys. Pagrindinės keleivių viešojo susisiekimo linijos.
	Pagalbinės gatvės	D	Lokalinės funkcinės ir kompozicinės ašys. Srautų paskirstymas į smulkias teritorijas, privažiavimai prie atskirų statinių ir kitų objektų.
Nemotorizuoto eismo	Pagrindinės pėsčiųjų ir dviračių eismo gatvės, takai, šaligatviai	E	Susisiekimas pėsčiomis, dviračiais ir kitomis biotransporto rūšimis tarp atskirų miesto dalių.
	Pagalbiniai pėsčiųjų ir dviračių eismo takai, juostos ir šaligatviai	F	Vietinis susisiekimas tarp namų grupių, lokalinių centrų. Vaikų pasivažinėjimas.

Pastaba: Kiekviena šių kategorijų, priklausomai nuo skaičiuojamojo greičio, turi indeksus "1" arba "2" ir apibūdinama pagal 1.2 lentelėje pateiktus techninius parametrus.

1.2 Gatvių techniniai parametrai

Skaičiuojamieji gatvių parametrai nustatomi pagal 1.2 lentelėje pateiktus duomenis. Bendroju atveju gatvės juosta tarp raudonųjų linijų yra skirta įrengti važiuojamąją dalį ir kitus gatvės elementus (šaligatvius, pėsčiųjų ir dviratininkų takus); inžinerinius tinklus; transporto priemonių aptarnavimo pastatus, stovėjimo vietas; taršos slopinimo įrangą; želdinius.

1.2 lentelėje nurodytas gatvės juostos plotis gali būti sumažintas dviem atvejais:

- kai netiesiami takai, tinklai ir nereikalinga taršos slopinimo įranga;
- kai naudojami racionalesni inžinerinių tinklų įrengimo būdai, efektyvesnė taršos slopinimo įranga ir būdai.

1.2 lentelė

Skaičiuojamieji techniniai gatvių parametrai

Gatvių kategor. indeksas	Gatvės juostos plotis tarp raudonųjų linijų	Skaičiuojamasis greitis	Matymo laukas sankryžose, įvažiuojuose, perėjose	Eismo juostų Skaičius vnt.		Eismo juostų plotis	Maksimalus išilginis nuolydis	Minimalios horizontalios kreivės	Centrinės skiriamosios juostos plotis
				minimalus	maksimalus				
	(m)	(km/h)	(m)			(m)	%	(m)	(m)
A1	70-100	100	Pagal skaičiav.	4	6**	3,75	4	500	6
A2		80	140	4	6**	3,75	4	400	6
B1	40-70	70	110	4	6**	3,50	5	250	3,5
B2		60	80	2	6**	3,50	6	150	***
C1	20-40	60	80	2	6	3,50	6	120	***
C2		60	80	2	4	3,25	7	90	***
D1	15-20	50	60	2	2	3,0	8	60	***
D2		40	40	1	2	3,5/2,75	10	30	***
E1	10-15	30	10	2+2*	2+4	1,5/0,75	4	30	-
E2		30	10	2+2*	2+4	1,25/0,75	4	30	-
F1	5-10	30	10	2+2*	2+4	1,00/0,75	4	30	-
F2		30	10	1+1	1+1	1,00/0,75	4	30	-

* Vienas iš takų, skirtų dviračių ir pėsčiųjų eismui, gali būti nenumatomas. Kai dviračių eismo intensyvumas yra mažesnis negu 50 dv./val., leidžiama planuoti bendrą pėsčiųjų ir dviračių taką.

** Prireikus juostų skaičius gali būti padidintas.

*** Centrinės skiriamosios juostos, esant reikalui, įrengiamos ties pėsčiųjų perėjomis statant kelio ženklus ir pan.

1.3 Lietuvos transporto sistemos pradžia

Pradedant XIX a. antra puse, kuomet sparčiai pradėjo plėstis transporto tinklas, tuo metu buvusias geležinkelio stotis, esančias už miestų ribų, pakeitė diližanai. Diližanai – keleivinė transporto priemonė, kurią sudarė keturi vienas šalia kito pakinkyti arkliai. Vėlesnė viešojo transporto priemonė buvo omnibusai. XIX a. einant į pabaigą atsirado arklinio tramvajaus transportas, kitaip vadinamu „konke“.

Pirmieji automobiliai Lietuvoje pasirodė tik XX a. pradžioje. Iki Pirmojo pasaulinio karo, mūsų šalyje buvo užregistruota vos keliolika automobilių. Nuo trečiojo dešimtmečio pradėtas plėtoti susisiekimas autobusais, tai priežastis dėl ko atsirado lengvųjų taksi parkas.

1940 m. buvo tiesiama automagistralė Kaunas – Vilnius, tiesiami plentai Tauragė – Šilalė ir Trakai – Vievis. Kiek vėliau t. y. po 1950 m. Vilniaus ir Kauno miestuose buvo nutiestos troleibusų linijos [1].

1.4 Esama susisiekimo infrastruktūra

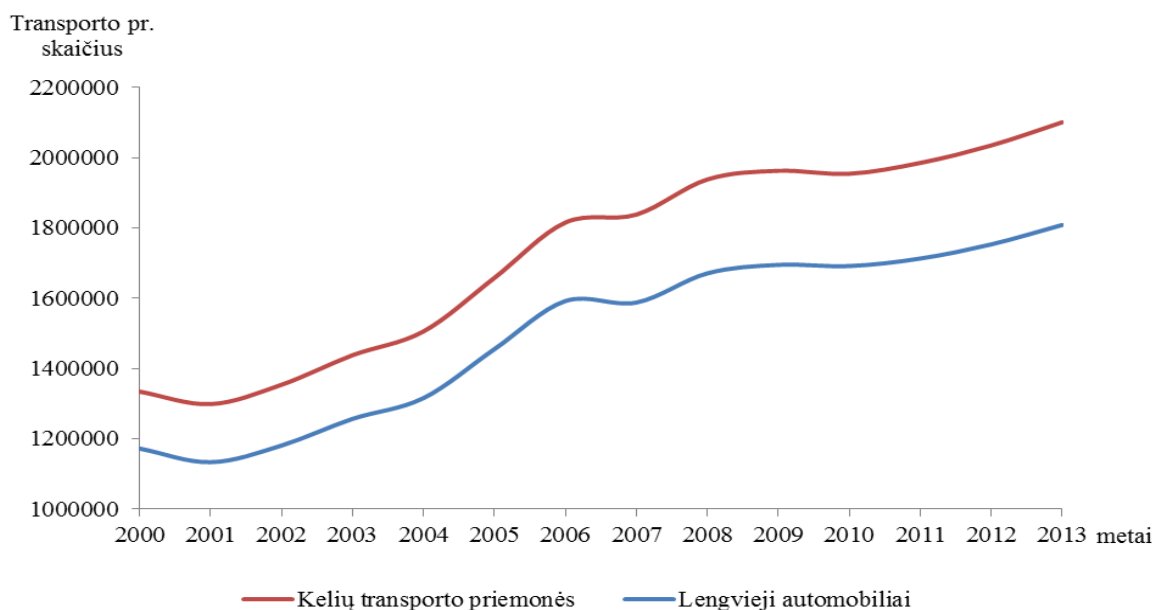
Nepalankus faktorius vis dar išlieka miesto suplanavimas sovietmečiu. Darbo ir gyvenamųjų vietų neproporcingumas yra pakankamai didelis (1.1 pav.), todėl egzistuoja dirbtinis transportinio judrumo poreikis. Sovietiniais metais dominuojant viešajam transportui tai nesudarydavo didelių susisiekimo spūščių ar eismo intensyvumo, neskaitant perpildytų autobusų ir troleibusų. Vėliau vykstant sparčiai automobilizacijos lygio plėtrai bei augant privataus automobilio panaudojimo intensyvumui, gyvenamųjų ir darbo vietų atskyrimas tapo akivaizdžia problema [5].



1.1 pav. Gyventojų ir darbo zonų pasiskirstymas [5]

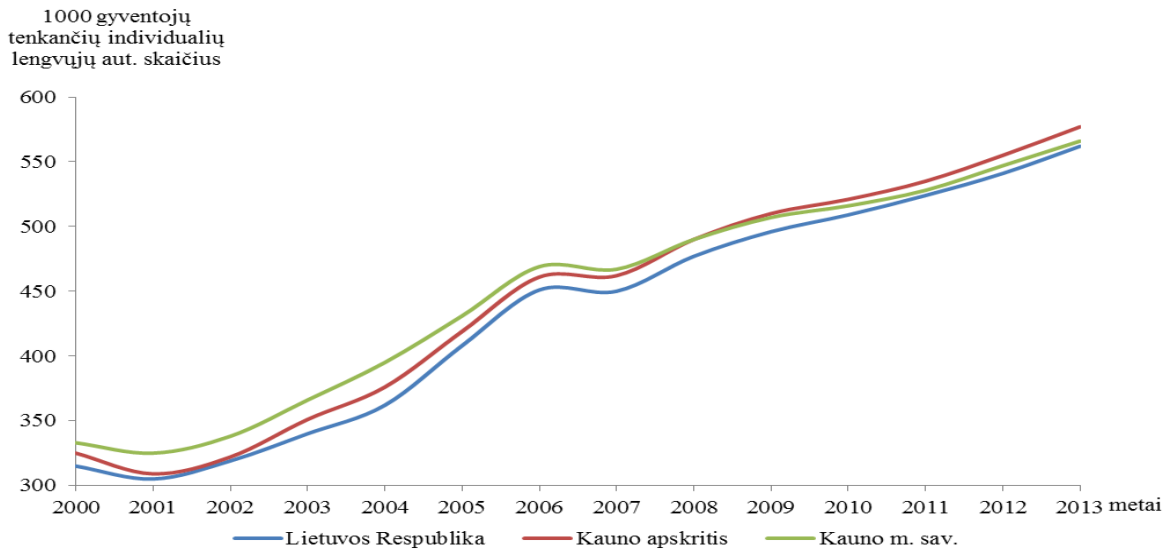
Didžiausia Kauno miesto gyvenamųjų vietų koncentracija yra išdėstyta šiaurinėje miesto dalyje: Dainavos, Eigulių, Gričiupio, Smėlių ir Milikonių rajonuose (55 % gyvenamųjų vietų). Pagrindinės darbo vietos yra įsikūrusios Naujamiesčio, Naujasodžio, Dainavos, Eigulių, Žaliakalnio rajonuose (49 % darbo vietų). Palankus faktorius yra tas, kad didžioji dalis darbo vietų išdėstytos pakankamai netoli nuo gyvenamųjų vietų, o tai trumpina kelionės ilgį ir trukmę [5].

Paskutiniu laiku Lietuvoje vyraujanti mažaaukštė statyba nulėmė didesnę susisiekimo poreikį visomis transporto priemonėmis ir padidino susisiekimo privačiais automobiliais galimybes, bei poreikius. Tokie žmonių poreikiai iššaukė nepalankias susisiekimo galimybes viešuoju transportu, t. y. autobusais, troleibusais ir mikroautobusais. Atlikus automobilių parko analizę, nustatyta, kad laikotarpyje nuo 2000-ųjų iki 2013-ųjų metų pabaigos bendras kelių transporto priemonių skaičius padidėjo 57,45 %, o lengvųjų automobilių – 54,30 % (1.2 pav.)



1.2 pav. Lengvųjų automobilių ir kelių transporto priemonių kitimas Lietuvoje 11 metų laikotarpyje [7]

Iš pateiktų Lietuvos statistikos departamento rodiklių nustatyta, kad lengvųjų automobilių parkas sudaro apie 86,09 %, viso Lietuvos automobilių parko. Skaičius tenkantis 1000-čiui gyventojų šalyje, per 13 metų padidėjo daugiau nei perpus – 56,05 %, Kauno apskrityje – 56,33 %, o Kauno mieste – 58,83 % (1.3 pav.). Pagal statistinius duomenis nutatyta, kad automobilizacijos lygis sparčiai didėja Lietuvoje, o Kauno apkritys, kaip ir pats miestas net lenkia visos šalies rodiklius. Didelis automobilių skaičiaus didėjimas perkrauna visą transporto susisiekimo sistemą ir dėl to mažėja transporto srautų greičiai. Automobilizacija tiesiogiai įtakoja tokius veiksnius: kelių ir gatvių plėtrą, taršą ir padidina parkavimo problemą. Norint išvengti, transporto priemonių keliamų neigiamų veiksnių, galima koreguoti susisiekimo infrastruktūrą arba keisti gyventojų besinaudojančių šia infrastruktūra įpročius.



1.3 pav. 1000-čiai gyventojų tenkančių automobilių skaičiaus kitimas Lietuvoje 13 metų laikotarpyje [7]

Keisti gyventojų besinaudojančių miesto susisiekimo infrastruktūra įpročius būtų galima pasitelkiant daugelio Europos šalių naudojama sistema „Park and Ride“, ar bent viena iš šios sistemos atmaina – „Bike and Ride“, „Kiss and Go“ ar „Park and Go“. Šios sistemos idėja – automobilio ir viešojo transporto partnerystė, kuomet siūloma palikti automobilį aikštelėje, esančioje netoli miesto - centro, ir toliau tęsti kelionę viešuoju transportu. Tokia sistema turėtų padidinti keleivių vežimą iki 70-80 % miesto centre.



1.4 pav. Sistemos „Park and Ride“ ženklas [10]

Remiantis tokių Europos šalių kaip Oksfordo, Bristolio (Didžioji Britanija), Hamburgo ar Prahos (Vokietija) praktika, tai lemtų individualaus transporto naudojimo sumažėjimu, o toliau - laiko sąnaudų trukmės sumažėjimu, bei susisiekimo greičio išaugimu. Šio principo taikymas, atsižvelgiant į konkrečią situaciją, ne visada pasiteisina. Siekiant, jog jis teiks naudos, o ne išbalansuotų iki tol egzistavusią eismo ir transporto struktūrą, jis turėtų būti taikomas tik išsamiai išstudijavus jo naudojimo, t. y. „Park and Ride“ automobilių stovėjimo aikštelių įrengimo būtinumą, klausimą. Taigi, lieka kitas sprendimas - koreguoti susisiekimo infrastruktūrą. Ją koreguoti galima pertvarkant esamus viešojo transporto maršrutus, apribojant individualaus transporto parkavimo vietas, keičiant ar tobulinant šviesoforų reguliavimo ir valdymo sistemas.

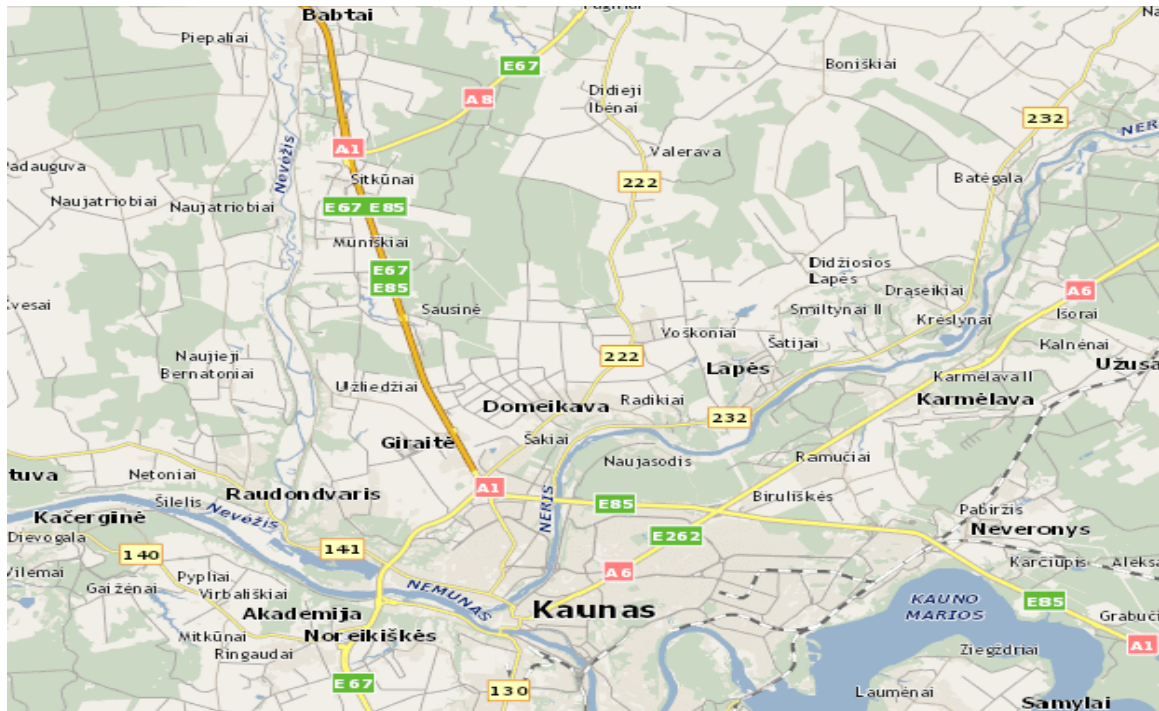
2. KAUNO MIESTO TRANSPORTO SRAUTŲ ANALIZĖ

Dėl vis didėjančio gyventojų skaičiaus ir gerėjančios gyvenimo kokybės Lietuvoje, kaip ir visame pasaulyje, auga mobilumas ir transporto veikla. Didelį autoritetą turinti vokiečių kontora R. L. Polk, kuri jau ne vieną dešimtmetį stebi automobilių pasaulį, paskelbė gana įdomią ataskaitą. Dokumente teigiama, kad iki dešimtmečio galo automobilių skaičius mūsų planetoje priartės prie vieno milijardo. Buvo laukiama, kad iki 2015 m. autoparkas Žemėje padidės dar 20 %. Didžiausias augimas prognozuotas Azijos šalyse, nes dabar automobilių rinka auga apie 43 % kasmet. Rytų Europos ir Pietų Amerikos šalys taip pat stumia automobilizaciją į naujas, neregėtas aukštumas. Tačiau Vakarų Europos ir Šiaurės Amerikos gyventojams R. L. Polk analitikai pranašauja visai priešingą scenarijų, nei anksčiau minėtiems regionams. Vakarų Europai ir Šiaurės Amerikai vokiečių kontora prognozuoja, kad automobilių rinkos pardavimai taps sudėtingas ir nereikšmingas dalykas, nes bus kur kas paprasčiau naudotis viešuoju transportu [6].

Įvertinus vis didėjančią automobilizacijos lygį, būtina numatyti būsimą Kauno miesto transporto srautų intensyvumą, greitį, bei peržvelgti miesto transporto tinklą. Nustačius susisiekimo greitį miesto transporto tinkle, atsirastų galimybė išvengti transporto spūsčių, dėl šios priežasties, būtų taupomas kuro sueikvojimas ir vairuotojų, bei gyventojų laikas.

2.1 Kauno miesto gatvių tinklo ir eismo intensyvumo apžvalga

Kauno miestas yra svarbiausių šalies transporto koridorių susikirtimo zonoje, nes per Kauną praeina 2 europinės reikšmės transporto koridoriai: I-asis transporto koridorius, arba VIA Baltica (europinis kelias E67, šalies magistralinis kelias A5, A1, A8 atskiros atkarpos), bei jo atšaka IXD nuo Kaišiadorių per Kauną iki valstybės sienos su Rusijos Federacija. IX-B koridorius Klaipėda-Vilnius-Minkas (europinis kelias E85, šalies magistralinis kelias A1) - 12 km ruože tarp Sargėnų sankryžos ir Sitkūnų šie transporto koridoriai sutampa (2.1 pav.).



2.1 pav. Pirmasis ir devintasis transporto koridoriai einantys per Kauno miestą [7]

Kauno automobilių kelių tinklą sąlygoja geografinė ir gamtinė situacija. Kadangi Kaunas yra vienas didžiausių miestų šalies centre, į jį žvaigždiškai sueina keliai iš visų krypčių: Vilniaus, Alytaus, Marijampolės, Šakių, Jurbarko, Raseinių, Šiaulių, Panevėžio ir Ukmergės. Kauno apylinkes vagoja dvi didžiausios Lietuvos upės - Neris ir Nemunas su Kauno mariomis, bei kitomis mažesnėmis upėmis – Nevėžiu, Dubysa, Jiesia su stačiais slėnių šlaitais. Kaune yra apie 1 500 gatvių, kurių bendras ilgis yra apie 918 km.

Senamiesčio gatvių tinklas – nėra reguliarus, gatvių plotis 6-12 metrų (išskyrus 15 m. pločio Šv. Gertrūdos gatvę (4 eismo juostų, C1 kat.) bei Gimnazijos ir Šauklių gatves. Didžiausi transporto srautai yra Gimnazijos (6 eismo juostų, B2 kat.) – Birštono gatvių (6 eismo juostų, B2 kat.) atkarpoje ir Šauklių gatvėje – atitinkamai 4 100 ir 5 300 aut./h. Senamiestis yra upių slėnyje, užstatytas perimetriškai, todėl transporto srautai sukelia ypatingai didelį triukšmą ir taršą. Šauklių - Šv. Gertrūdos - Gimnazijos gatvių koridorius didžiąją dienos dalį yra perpildytas, nes į jį sueina viso miesto dalys – Karaliaus Mindaugo prospektas, Vilijampolės rajoną su Senamiesčiu jungiantis Petro Vileišio tiltas (Jurbarko g. – 2 800 aut./h.), Jonavos g. (2 400 aut./h.) ir žinoma Savanorių prospektas (1 900 aut./h.). Šis koridorius drastiškai padalija Senamiestį, sukeldamas didelį neigiamą poveikį erdvinei struktūrai, statiniams, Senamiesčio gyventojams ir svečiams. Kitos Senamiesčio gatvės yra visiškai nepritaikytos automobilių eismui. Buvo bandyta sukurti ir įvesti vienkryptį eismą ar jį visai apriboti, bet situacija nedavė teigiamo rezultato. Ypatingai trūksta automobilių stovėjimo aikštelių, jų trūksta individualių namų gyventojams. Beveik visos senamiesčio gatvės ir gatvelės priklauso C1 ir C2 kategorijų gatvėms ir tik kelios – Karaliaus Mindaugo prospektas ir Šauklių g. priklauso B2 kategorijos gatvės [5].

Naujamiesčio gatvių tinklas, suformuotas 1847 m. ir vėlesnių miesto planų, yra ortogonalus, kiek nereguliarus ties krantinėmis ir šlaitais. Naujamiesčio rajono pasididžiavimas - buvęs bulvaras, dabar pėsčiųjų gatvė - Laisvės alėja (24-27 m. pločio ir 1 621 m. ilgio). Naujamiestis iš šiaurinės ir rytinės pusių sujungtas su Savanorių prospektu (4-6 eismo juostų), Vytauto prospektu (4 eismo juostų, B2 kat.) ir M. K. Čiurlionio (6 eismo juostų, B1 kat.) gatve. Į savanorių prospektą įsilieja – Žemaičių g., Zanavykų g. ir Utenos gatvė (4 eismo juostų, B2 kat.). Į Vytauto prospektą, kurio plotis 13-15 m. įsilieja Parodos g., kuri jungia Naujamiestį su Žaliakalniu. Parodos gatvė rekonstruota, sumažintas jos nuolydis (buvęs 12-14 %). Per Parodos g. iš K. Petrausko gatvės (2 500 aut./h., 4eismo juostų, B2 kat.), taip pat rekonstruotos ir išplatinotos iki 17 m., patenkama į Naujamiestį iš Vydūno alėjos (1 100 aut./h., 2 eismo juostos, C1 kat.), kuri jungia šiaurinės ir rytinės viso miesto dalies gyventojus. Vytauto pr. apkrova nuo Kęstučio g. (3 eismo juostos, C1 kat.) iki M. K. Čiurlionio – 1 500 aut./h. Naujamiesčio širdyje, t. y. centre gatvių tinklas ortogonalus - suorganizuotas vienkryptis eismas ratu Kęstučio ir K. Donelaičio (3 eismo juostos, C1 kat.) gatvėmis. Nors jos vienodo pločio – apie 10m., vienodo eismo juostų skaičiaus – po 3, bet jų eismo kryptys skirtingos. Jos lygiagrečiai išsidėsčiusios Laivės alėjai – pėsčiųjų gatvei. Kęstučio ir K. Donelaičio gatvės apjungia aplink esančias gatves – šiaurines E. Ožeškienės g. (3 eismo juostos, C1 kat.), kurioje viena eismo juosta yra kitos krypties, V. Putvinskio g. (10 m. pločio), pietinę Karaliaus Mindaugo per. (21 m. pločio ir 8 eismo juostų), vakarines I. Kanto g., Nemuno g., Birštono g., Gimnazijos bei Šv. Gertrūdos g. Statmenai Kęstučio ir K. Donelaičio gatves kerta A. Mickevičiaus ir Maironio gatvės (10m. pločio). Kęstučio g. srautas – 940 aut./h., o K. Donelaičio g. – 1 160 aut./h., nors šios gatvės turi po 3 eismo juostas, po 1 eismo juostą priklauso viešajam transportui. Esminė problema yra nesuderinto šviesoforų fazės, todėl gatvių laidumas ženkliai sumažėja, o oro tarša didėja. A. Mickevičiaus ir Maironio gatvės jungia vienkryptes Kęstučio ir K. Donelaičio gatves tarpusavyje ir su kitomis gatvėmis, bei kerta pagrindinę pėsčiųjų gatvę – Laivės alėją. Šios gatvės yra dvikryptės, 2 eismo juostų, su galimybe laikyti automobilius stovėjimo aikštelėse, gatvių dalyse. Šios gatvės yra svarbios viso Centro aptarnavimui, bet jos visą laiką yra labai apkrautos, todėl, kad vairuotojai turi praleisti Laisvės alėja einančius pėsčiuosius ir dėl to eismas sulėtėja. Norint išspręsti šią problemą, reikėtų koreguoti eismo trasas, apriboti automobilių eismą ar mažinti urbanistinį krūvį. Urbanistinio krūvio mažinimas, darboviečių perkėlimas į kitas miesto dalis, ženkliai sumažintų eismo intensyvumą. Automobilių eismo apribojimas, turėtų paskatinti didesnę gyventojų poreikį viešajam transportui. Labai didelė Naujamiesčio problema yra automobilių aikštelių trūkumas. Šiuo metu Naujamiestyje gatvėse ir kiemuose kasdien stovi apie 6 000-6 500 automobilių. Gatvių aikštelėse stovėjimas visur mokamas.

Antra problema – viešojo transporto mikroautobusai, kurie labai trikdo eismą Naujamiesčio gatvėse. Anksčiau ar vėliau gali tekti griežčiau reglamentuoti eismą Naujamiestyje. Šiuo metu automobilių srautai piko metu yra didžiausi Karaliaus Mindaugo prospekte nuo I. Kanto g. iki Kaunakiemio g. – 3 700 aut./h. bei Vytauto prospekto dalyje nuo Parodos g. iki Kęstučio g. – 2 400

aut./h. Visos Naujamiesčio gatvės priklauso C1 ir C2 kategorijų gatvėms ir tik kelios – Karaliaus Mindaugo prospektas, Vytauto prospektas ir Parodos g. priklauso B2 kategorijos gatvėms.

Žemojo miesto priecentrio zonos yra išsidėsčiusios apie Senamiestį ir Naujamiestį žiedu, Žaliakalnis, VI-tas fortas, Šančiai, už Nemuno – Aleksotas, o už Neries – artimoji Vilijampolė. Šie rajonai užstatyti neaukštais namais, smulki plano struktūra, gatvės tik 6-7 metrų pločio. Šį priecentrio žiedą keliose vietose kerta stambesnės gatvės – Savanorių pr., A. Juozapavičiaus pr. (1 840 aut./h.), Veiverių g. (2 100-2 500 aut./h., 4 eismo juostų, B1 kat.), Raudondvario pl. (1 300-2 800 aut./h., 2-4 eismo juostos, B2/C1 kat.), K. Petrausko gatvė. Priecentrio žemasis miestas yra galima centro plėtros zona, visų pirma, minėtų magistralinių gatvių zonose. Labai svarbi yra Žaliakalnio ir VI-to forto sektorių jungtis, leisianti persikirstyti Dainavos ir Kalniečių rajonų autotransporto srautus į centrą. Kita svarbi jungtis jungtų Aleksotą (per Kėdainių tiltą), Vilijampolę ir Žaliakalnį. Vilijampolėje ji nusitęsė tarp Raudondvario plento ir Varnių gatvės ir taptų miesto centro vakarine liestine. Tai įgalintų įgyvendinti centro liestinių sistemą, kuriomis būtų patogų patekti iš kitų miesto dalių, o taip pat zonoje tarp šių liestinių būtų galima taikyti įvairių eismo rūšių derinimą - „park and ride”, „park and go”, kas gerintų ekologinę situaciją, nepabloginant centrinės dalies patrauklumą.

Daugiaaukščiai gyvenamieji ir pramonės rajonai. Gatvių tinklas susiformavęs po 1965 metų ir vėliau realizuojant 1970 m. patvirtintą generalinį planą, buvo labiau pritaikytas autotransporto poreikiams. Gatvės suprojektuotos plačios, 4-6 eismo juostų, sankirtose suprojektuotos tuo metu paplitusios, erdvios žiedinės sankryžos. Gatvių tinklas optimalių matmenų, atitinkantis planuotų monofunkcinių zonų - gyvenamosios, pramoninės reikalavimus. Be naujų gatvių buvo rekonstruotos ir praplatintos esamos gatvės – Tunelio (4 100 aut./h.), Jonavos, Karaliaus Mindaugo, Savanorių pr. rytinė dalis.

Kitos svarbios magistralinės gatvės:

Žemaičių plentas yra 6 eismo juostų, juo pravažiuoja 1 500-1 800 automobilių per valandą. Dalis šios Šilainių gatvės yra nenutiesta (įkalnė tarp Varnių ir Baltijos gatvių) ir pastarojoje susidaro transporto grūstys, ypač važiuojant lėtesniam transportui: sunkvežimiams, autobusams

Raudondvario plentas su Jurbarko gatve yra 4 eismo juostų (Jurbarko g. - 3), autotransporto srautas – 2 800-3 800 aut./h. Šiuo metu trasos pralaidumas patenkinamas, tik Jurbarko gatvėje eismas yra komplikuoatas (nėra tinkamo susisiekiimo iš centro).

Veiverių gatvė šiuo metu yra bene vienintelė magistralinė gatvė pietinėje Kauno miesto dalyje (4 eismo juostos). Joje vyksta gana intensyvus eismas ties Aleksoto tiltu (2 400 aut./h.), kiek mažesnis toliau nuo miesto centro esančioje dalyje – 2 100 aut./h.

A. Juozapavičiaus prospektas yra Šančių rajono centrinė gatvė (4 eismo juostos). Joje vyksta vidutiniškai intensyvus eismas (1 840 aut./h.).

S. Žukausko ir Birželio 23-sios gatvės trasa yra gana svarbi gyvenamųjų rajonų surenkamoji magistralė (4 eismo juostos). Jos krūvis – 1 400 - S. Žukausko g. ir 2 400 – Birželio 23-sios g. automobilių per valandą.

Sukilėlių ir Utenos gatvių trasa, po Utenos gatvės rekonstrukcijos yra populiarsnė už S. Žukausko gatvės trasą, kadangi patekimas į centrinę miesto dalį yra mažiau komplikuoatas (per K. Petrausko gatvę). Ji yra 4 eismo juostų, transporto srautai yra 1 900 aut./h ties Žeimenos gatve ir 2 200 aut./h. Utenos gatvėje. Tokie eismo srautai susidaro dėl to, kad iš Taikos prospekto yra draudžiama sukti link miesto centro, tad naudojamosi Utenos gatve patekimui į centrą. Ji naudojama vykti iš Šilainių į centrą arba Žaliakalnį.

Kovo 11-sios – P. Lukšo gatvės - tai tipiška gyvenamųjų rajonų jungiamoji trasa. Jos pralaidumas – 3-4 eismo juostos. Srautas – 1 100-1 600 aut./h.

Neries pakrantės gatvės – Neries krantinė ir Jonavos g., Neries krantinė įsijungia į Baltų prospektą ir naudojama patekti į Šilainių rajoną. Tai 2-4 eismo juostų gatvė. Atkarpoje nuo Šilainių iki Varnių tilto eismo srautas yra 1 900 aut./h tarp Varnių ir Vilijampolės tiltų – 1 300 aut./h.

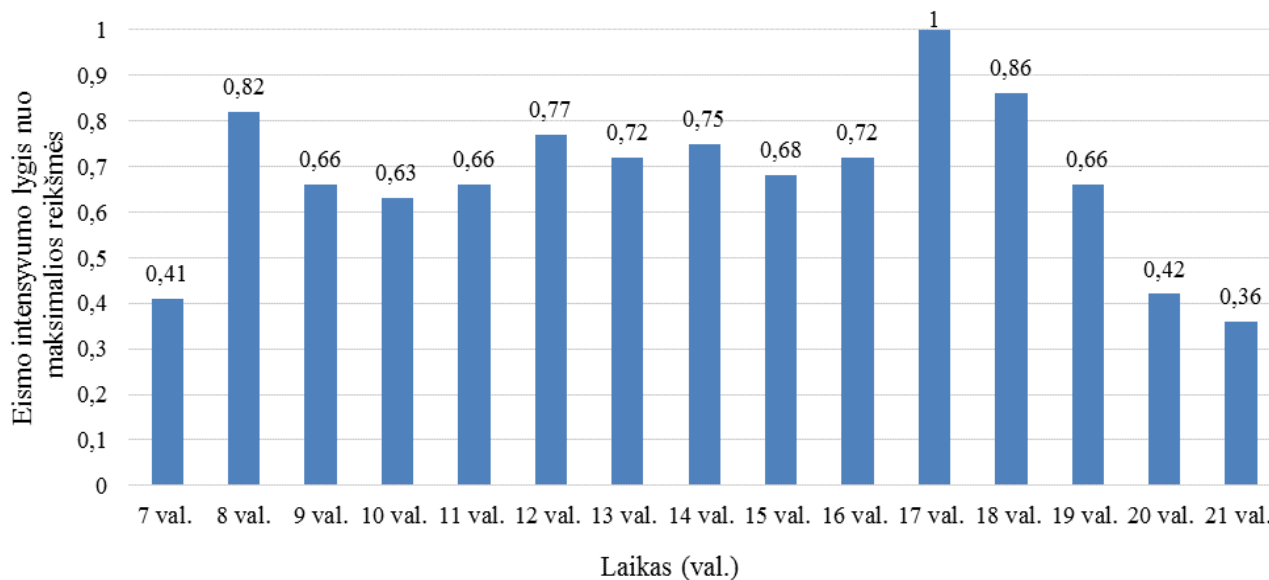
V. Krėvės prospektas yra centrinė Dainavos rajono gatvė, ties ja išdėstyta daug stambių komercinių objektų. Ji yra 4 eismo juostų, transporto srautai joje – 800-1 500 aut./h.

Baltų prospektas yra surenkamoji Šilainių rajono trasa. Ji turėjo jungti dvi, vedančias į užmiestį Šilainių trasas – Žemaičių plentą bei Kėdainių gatvę. Tačiau tik Žemaičių plentas šiuo metu atlieka šias funkcijas. Gatvė yra 4 eismo juostų su skiriamąja, todėl šiuo metu gatvės pralaidumas yra pakankamas. Transporto srautas yra - 2 200 aut./h.

Miesto apylankos taip pat naudojamos susisiekti tarp miesto dalių, o taip pat su miesto objektais užmiestyje (su kapinėmis, Kauno marių rekreacinėmis teritorijomis). Populiari yra Islandijos g. (3 800-5 200 aut./h.) kuria vykstama iš Dainavos į Šilainius ir Vytėnus, taip pat eismas KLAIPĖDA - KAUNAS - VILNIUS. Vakarinė apylanka (1 400 aut./h.), taip pat pietrytinė apylanka (1 100 aut./h., kurios dalimi vyksta susisiekimas tarp Dainavos, Petrašiūnų ir Panemunės. Pagrindinės kliūtys – siauras Hidroelektrinės tiltas bei dažnai uždaryta Amalių geležinkelio pervažas.

Tiltai. Kadangi tiltų per upes yra nepakankamai, juose susikaupia dideli eismo srautai. Labiausiai apkrautas yra Aleksoto tiltas (ilgis – 256 m.). Juo judama 3 eilėmis, viena juosta yra reversinė, keičiant kryptį. Eismo srautas tiltu – net 2 800 aut./h. P. Vileišio tiltas (291 m.) jis yra labai apkrautas (iki 3 800 aut./h.). Tai viena svarbiausių miesto centro ir vakarinės dalies – Vilijampolės ir Šilainių jungčių. Varnių tiltas (328 m, 6 eismo juostos, 4 800 aut./h.). Būtų naudinga ties perėjomis abipus tilto, įrengti pėsčiųjų saleles. 2012 metais uždarytas Panemunės tiltas, šiuo metu yra laukiama jo rekonstrukcijos.

Eismo intensyvumo duomenys buvo surinkti atliekant eismo intensyvumo tyrimus 2011 m. rugpjūčio ir rugsėjo mėnesiais Kauno miesto gatvėse. Atlikti tyrimai parodė, kad Kaune vakarinis pikas yra daug didesnis nei rytinis pikas. Dienos metu eismo intensyvumo lygis pasiekia 0,63-0,77 maksimalios reikšmės. Šioks toks padidėjimas jaučiamas ir vidurdienio metu (2.2 pav.) [5].



2.2 pav. Eismo intensyvumo dinamika, pagal 2011 m. rugpjūčio mėnesio tyrimus [7]

2.2 Susisiekimo greičio Kauno mieste analizė

2011 metais atlikti susisiekimo greičių tyrimai, parodė, kad bendrai vertinant susisiekimo greitį Kauno mieste yra labai didelis ir apytikriai siekia 50 km/h. Mieste yra keletas vietų, kuriuose piko metu formuojasi transporto spūstis, tačiau kitose gatvėse susisiekimo greitis lengvaisiais automobiliais yra pakankamai didelis ir gerokai pranoksta susisiekimo viešoju transportu greitį. Susisiekimo greičių tyrimuose, buvo atlikti, bandomieji važiavimai nustatytomis gatvių atkarpomis, siekiant tiksliai atkartoti transporto srauto greitį. Šiuose tyrimuose fiksuojamas ne momentinis transporto priemonių greitis, bet kelionės laiko trukmė nuo taško „A“ iki taško „B“ iš kurios dalijamas nuvažiuotas atstumas. Tokiu būdu į susisiekimo greitį yra įskaičiuojamas ir laikas praleistas stovint ties sankryža ar pėsčiųjų perėja. Išmatuotų Kauno gatvių greičiai pateikiami priede P-3 ir priede P-4 Kauno miesto susisiekimo greičių schema [5].

Nuo 2007 metų, pakeitus baudų skyrimo tvarką, bei jų dydį už kelių eismo pažeidimus, sparčiai sumažėjo įskaitinių eismo įvykių, bei nelaimių. Griežtesnė kontrolė, visuomenės švietimas saugaus eismo klausimais per masines informavimo priemones ir inžinerinių saugaus eismo priemonių diegimas keliuose davė teigiamų rezultatų. Žuvusiųjų skaičius, laikotarpyje 2007-2014 metais, sumažėjo beveik dvejais trečdaliais – 64,19 %, nuo 740 iki 265.

Lietuvos miestuose nėra sudarinėjami „juodųjų dėmių“ žemėlapiai, nors avaringumo lygis yra gerokai didesnis nei visos Lietuvos keliuose, taip pat net nėra patvirtinta „juodųjų dėmių“ sudarymo metodika. Visa tai sukelia nepateisinamai aukštą avaringumo lygį. Šiai dienai miestų gatvėse įvyksta beveik 2 kartus daugiau įskaitinių eismo įvykių nei valstybinės reikšmės keliuose. [5].

2.1 lentelė

Avaringiausios Kauno miesto gatvės

Nr.	Gatvės pavadinimas	Įsk. eismo įvykiai	Žuvo	Sužeista
1.	Savanorių pr.	40	1	44
2.	Kovo 11-osios	31	1	31
3.	Raudondvario pl.	23	0	26
4.	Taikos pr.	23	0	26
5.	K. Baršausko	18	0	18
6.	Partizanų	17	0	19
7.	R. Kalantos	16	0	23
8.	Veiverių	16	0	18
9.	V. Krėvės pr.	13	0	14
10.	Vytauto pr.	13	1	13

Avaringiausių Kauno miesto gatvių sąrašė pagal 2.1 lentelę, pirmoje vietoje yra Savanorių pr. Maždaug 7,6 km ilgio gatvėje 2010 m. įvyko 40 įskaitinių eismo įvykių arba 5,26 eismo įvykio tenkančio vienam gatvės km., antroje vietoje yra Kovo 11-osios g. Maždaug 1,5 km ilgio gatvėje 2010 m. įvyko 31 įskaitinis eismo įvykis arba 10,69 eismo įvykio tenkančio vienam gatvės km. Per 2013 metus Kauno mieste žuvo 14 žmonių ir 434 žmonės buvo sužeisti.

Atlikti 2001 metų ir 2011 metų tyrimai A. Juozapavičiaus pr., kuris buvo svarbi jungtis tarp miesto centro, Aukštųjų ir Žemųjų Šančių ir Panemunės mikrorajono. Tyrimo metu (2014 m.) buvo uždarytas Panemunės tiltas, todėl vykdyti tyrimai parodo Šančių rajono susisiekimo poreikius, kurių neįtakoja išoriniai veiksniai. Surinkti duomenys ir atlikti tyrimai leidžia įvertinti Šančių rajono susisiekimo poreikius, kurie gali būti panaudoti rengiant Kauno miesto susisiekimo modelį.

3. TYRIMŲ METODIKA (SRAUTO GREIČIO ĮVERTINIMO MODELIS)

3.1 Eksperimentinių tyrimų metodika

Kauno miesto Šančių mikrorajone transporto srautų judėjimo parametrų tyrimo metu buvo nustatytas judančio transporto sraute automobilio greitis. Tyrimo maršrutas sujungia Naujamiesčio miesto zoną su Žemųjų Šančių ir Aukštųjų Šančių miesto zonomis.

Tyrimas buvo atliktas tris kartus tam, kad būtų galima kuo tiksliau įvertinti judėjimo įtaką parametrams, šie bandymai buvo vykdomi 2014 m. spalio 1d.

Tyrimas buvo atliekamas abejomis maršruto kryptimis (3.1 pav.) maršruto ilgis 2,84 km. Važiuojant nuo M. K. Čiurlionio tilto maršruto pradžios taškas A, pabaigos taškas B (A. Juozapavičiaus pr. sankryža su Vokiečių g.). Važiuojant link M.K Čiurlionio tilto maršruto pradžios taškas B, pabaigos A.



3.1 pav. Tyrimų maršruto schema

Transporto srauto greičio nustatymui buvo naudojamas Peugeot 406 (3.2 pav.) automobilis. *Nepakrautos* transporto priemonės masė – 1 410 kg, maksimali masė – 1 950 kg, 4 cilindrų dyzelinio variklio darbinis tūris – 1997 cm³, maksimali galia – 80 kW prie 4 000 aps./min., sukimo momentas – 250 Nm prie 1 750 aps./min. [11]. Tyrimas buvo atliekamas automobiliui su vairuotoju judant transporto sraute.



3.2 pav. Tyrimui naudotas automobilis Peugeot 406

Tyrime naudotas transporto priemonių judėjimo dinamikos parametrus registruojantis įrenginys DL1 data logger GYRO, kuriame sumontuoti dviejų kryptių akselerometrai. Jų duomenys užrašomi 100 kartų per sekundę naudojant GPS (GPS - globali vietos nustatymo sistema), kurios pagalba buvo patikslinama transporto priemonės padėtis erdvėje. GPS antena magnetu, esančiu antenoje, tvirtinama ant stogo, ryšio su palydovais užtikrinimui. DL1 data logger GYRO prietaisas turi būti pritvirtintas horizontalioje padėtyje. Prietaisas turi savo maitinimo šaltinį, kuris būtinas norint išvengti įtampos šuolių ir prietaiso gedimų ar duomenų iškraipymo. Pagal transporto priemonės padėties kitimą laiko atžvilgiu ir pagreičių parodymus prietaisas skaičiuoja transporto priemonės judėjimo greitį 0,16 km/h tikslumu. Įrenginiuose sumontuoti išilginis ir skersinis pagreičių davikliai gali fiksuoti pagreičius iki 20 m/s^2 [12].



3.3 pav. Įrenginys DL1 data logger GYRO [13]

Visi važiavimai buvo filmuojami, norint įvertinti transporto srautą ir tiksliai išanalizuoti gautus rezultatus.

3.2 Analitinių tyrimų metodika

Transporto srautų reguliavimas yra kompleksinis miestų planavimo ir eismo organizavimo uždavinys, kurio tikslai:

- mažinti visuomeninio, krovinio ir individualaus transporto laiko nuostolius sankryžose;
- mažinti keleivių laiko nuostolius sankryžose;
- mažinti įskaitinių ir neįskaitinių autoavarijų skaičių sankryžose;
- mažinti papildomas kuro sąnaudas sankryžose, kai varikliai dirba tuščiąja eiga;
- mažinti stabdymų skaičių gatvių atkarpose ir sankryžose;
- užtikrinti visų transporto priemonių tolygesnį judėjimą gatvių atkarpomis;
- mažinti papildomų stabdymų keliamo transporto triukšmo lygį sankryžose ir jų prieigose;
- mažinti aplinkos teršimą išmetamosiomis dujomis dėl papildomų transporto srautų greitėjimų ir lėtėjimų bei variklių darbo tuščiąja eiga, važiuojant per sankryžas;
- mažinti bendrus nuostolius, kuriuos patiria gyventojai dėl chaotiško transporto srautų judėjimo, jeigu jie nereguliuojami.

Susisiekimo infrastruktūros objektai skirstomi į dvi grupes:

I - Transporto srautų stabdantys objektai: reguliuojamos sankryžos, reguliuojamos pėsčiųjų perėjos, nereguliuojamos sankryžos su pagrindinėmis gatvėmis, nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis, posūkiai (mažiau 90 laipsnių).

II - Transporto srauto greitį įtakojantys objektai: nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis, pavienės stotelės, pavienės nereguliuojamos perėjos, pavieniai kairiniai posūkiai, posūkiai, įkalnės.

Infrastruktūros objektų įtaka transporto srauto greičiui:

Stabdymo/greitėjimo atkarpų ilgis 1 objektui lygus dviem nusistovėjusiems greičiams.

Pereinamųjų režimų atkarpų ilgis 1 objektui lygus 1,4 nusistovėjusio greičio.

Stabdymo/greitėjimo atkarpų ilgis įvertinamas transporto srautą stabdantiems objektams.

Pereinamųjų režimų atkarpų ilgis įvertinamas transporto srautą stabdantiems ir transporto srauto greitį įtakojantiems objektams.

Nusistovėjusiu režimu judančio srauto greitis apskaičiuojamas pagal eismo intensyvumo priklausomybę.

Stabdymo/greitėjimo atkarpų greitis sudaro 30 % nusistovėjusio greičio.

Pereinamųjų režimų atkarpų greitis sudaro 60 % nusistovėjusio greičio.

Remiantis doc. dr. Martyno Starevičiaus skaičiavimo metodika, taikomos žemiau esančios formulės, padedančios nustatyti transporto srautų greičius ir veiksnius įtakojančius juos.

Greičio priklausomybė nuo eismo intensyvumo Kauno miesto gatvėms [14]:

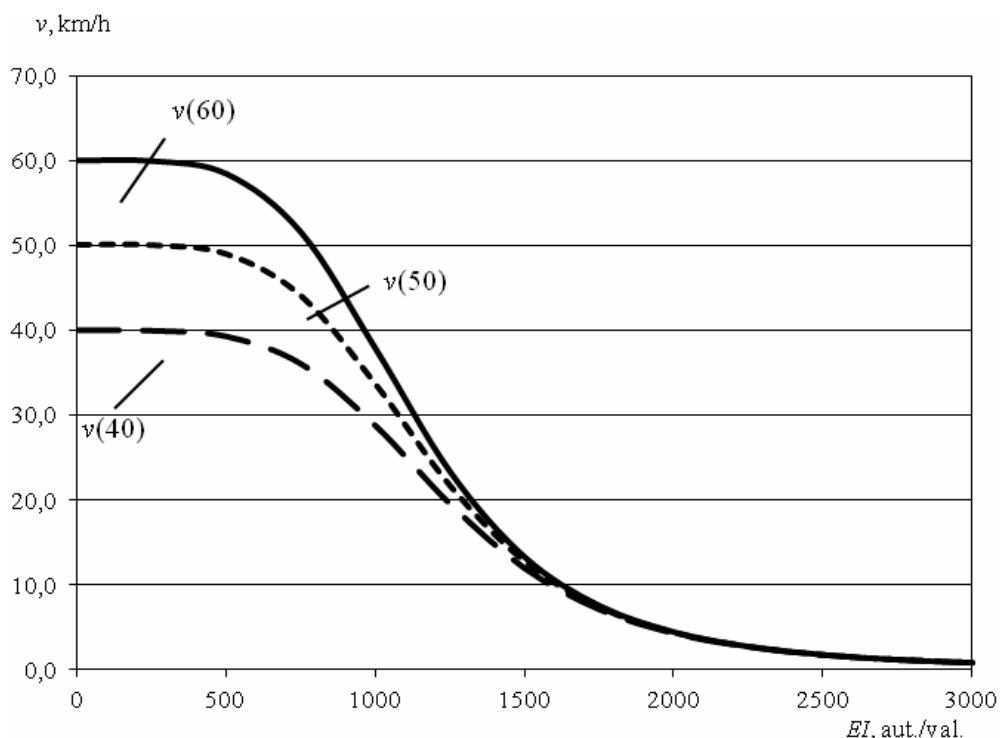
$$v_{sr} = \frac{60}{\frac{60}{v_l} + \left(0,0008875 \cdot \frac{EI}{JS}\right)^{4,4239}}, \quad (3.1)$$

čia: v_{sr} - transporto srauto greitis, km/h,

v_l - leistinas greitis gatvėje, km/h,

EI – eismo intensyvumas, aut./val.,

JS – eismo juostų skaičius, vnt.



3.4 pav. Greičio priklausomybė nuo eismo intensyvumo Kauno miesto gatvėms

Infrastruktūros objektų įtaka transporto srauto greičiui [14]:

Stabdymo/greitėjimo režimų atkarpų ilgis:

$$l_{s/g} = k_{s/g} \cdot 2 \cdot v_{sr}, \quad (3.2)$$

čia: $l_{s/g}$ – stabdymo/greitėjimo atkarpų ilgis, km,

$k_{s/g}$ - stabdymo/greitėjimo atkarpų ilgio pataisos koeficientas.

Pereinamųjų režimų atkarpų ilgis:

$$l_p = k_p \cdot 2 \cdot v_{sr}, \quad (3.3)$$

čia: l_p - pereinamųjų režimų atkarpų ilgis, km,

k_p - pereinamųjų režimų atkarpų ilgio pataisos koeficientas.

Pereinamųjų režimų atkarpų greitis:

$$v_p = 0,6 \cdot v_{sr}, \quad (3.4)$$

čia: 0,6 – pereinamųjų režimų atkarpų greitis sudaro 60 % nusistovėjusio greičio.

Stabdymo/greitėjimo režimų atkarpų greitis:

$$v_{s/g} = \frac{0,3 \cdot v_{sr} \cdot l_{s/g}}{l_{s/g} + l_p} + \frac{0,6 \cdot v_{sr} \cdot l_p}{l_{s/g} + l_p}, \quad (3.5)$$

Nusistovėjusio režimo atkarpos ilgis:

$$l = L - l_{s/g} - 2 \cdot l_p, \quad (3.6)$$

Greitis gatvės atkarpoje:

$$v = \frac{v_{sr} \cdot l}{L} + \frac{0,3 \cdot v_{sr} \cdot n_{s/g} \cdot l_{s/g}}{L} + \frac{0,6 \cdot v_{sr} \cdot (n_{s/g} + n_p) \cdot l_p}{L}, \quad (3.7)$$

čia: L - atkarpos ilgis, km,

$n_{s/g}$ - objektų skaičius prie kurių sustojama,

n_p - objektų skaičius prie kurių dažni juostų keitimai, kitų transporto priemonių stabdymai ir

netolygus įsibėgėjimas.

Laikas per kurį įveikiama gatvės atkarpa:

$$t = L/v, \quad (3.8)$$

čia: v - greitis gatvės atkarpoje, km/h.

4. EKSPERIMENTINIAI TYRIMAI

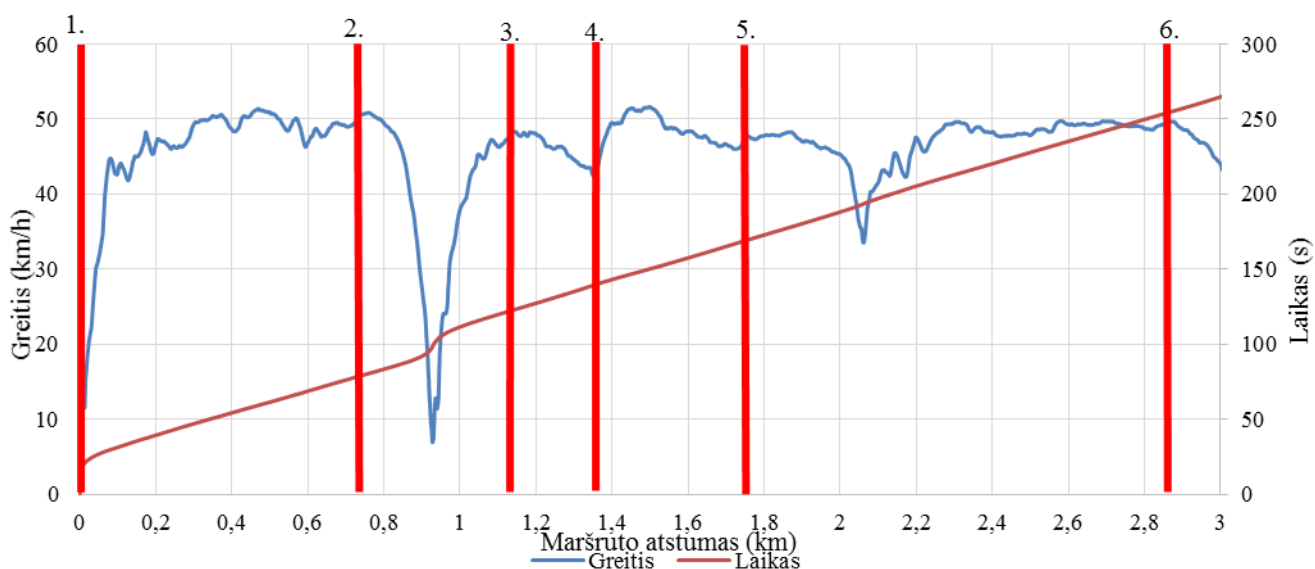
4.1 Transporto srauto greičio tyrimai

Apdorojus važiavimų metu registruojančio įrenginio DL1 data logger GYRO su GPS sistema tyrimo gautus duomenis, nustatyta automobilio greičio priklausomybė nuo kelio poslinkio tirtame maršrute. Maršruto atkarpų atstumų tikslinimui buvo naudotas internetinės svetainės www.maps.lt pagalbinis matavimo įrankis. Atlikti trys važiavimai po vieną kartą abejomis kryptimis.

Raudona linija žymi vietą, kurioje yra reguliuojama sankryža. Sankryžų sąrašas pagal numeraciją:

1. Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g.;
2. Geležinkelio g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
3. Skuodo g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
4. Siūlų g. – Mažeikių g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
5. Švedų g. – Audėjų g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
6. Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryža.

Įrenginiu DL1 data logger GYRO gauti pirmojo važiavimo nuo Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos link Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos rezultatai (4.1 pav.):



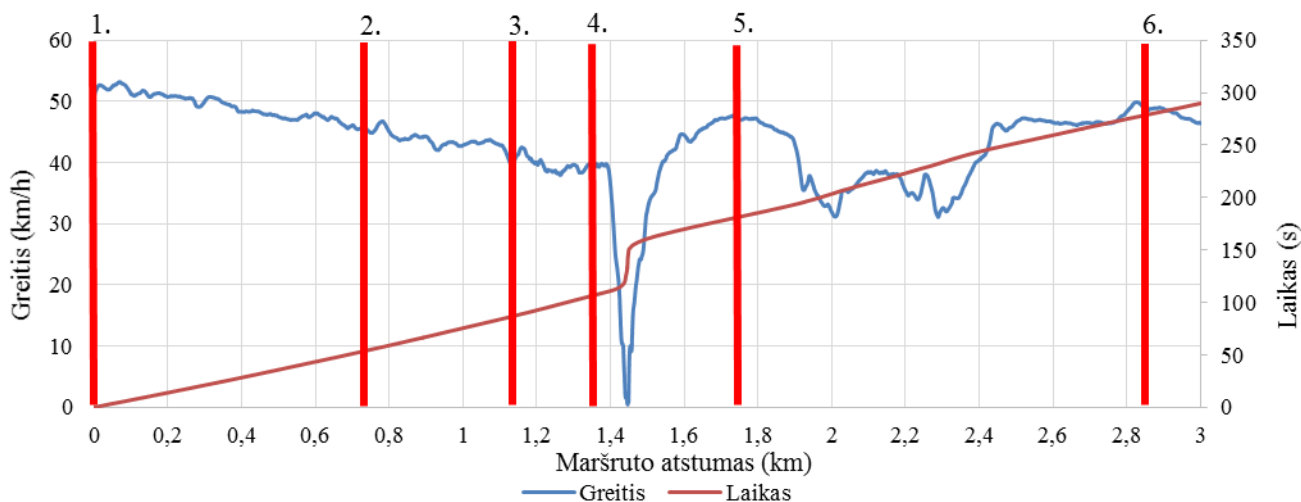
4.1 pav. Pirmo važiavimo nuo miesto centro duomenys

Iš grafiko matyti, kad antroje ir penktoje atkarpose buvo eismo srauto stabdymo atvejų, dėl to vidutinis šių atkarpų greitis sumažėjo. Vertinant sankryžas, tai per 2, 3 ir 5 – tą buvo pravažiuota degant žaliai šviesoforui.

Raudona linija žymi vietą, kurioje yra reguliuojama sankryža. Sankryžų sąrašas pagal numeraciją:

1. Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g.;
2. Geležinkelio g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
3. Skuodo g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
4. Siūlių g. – Mažeikių g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
5. Švedų g. – Audėjų g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
6. Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryža.

Įrenginiu DL1 data logger GYRO gauti antrojo važiavimo nuo Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos link Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos rezultatai (4.2 pav.):



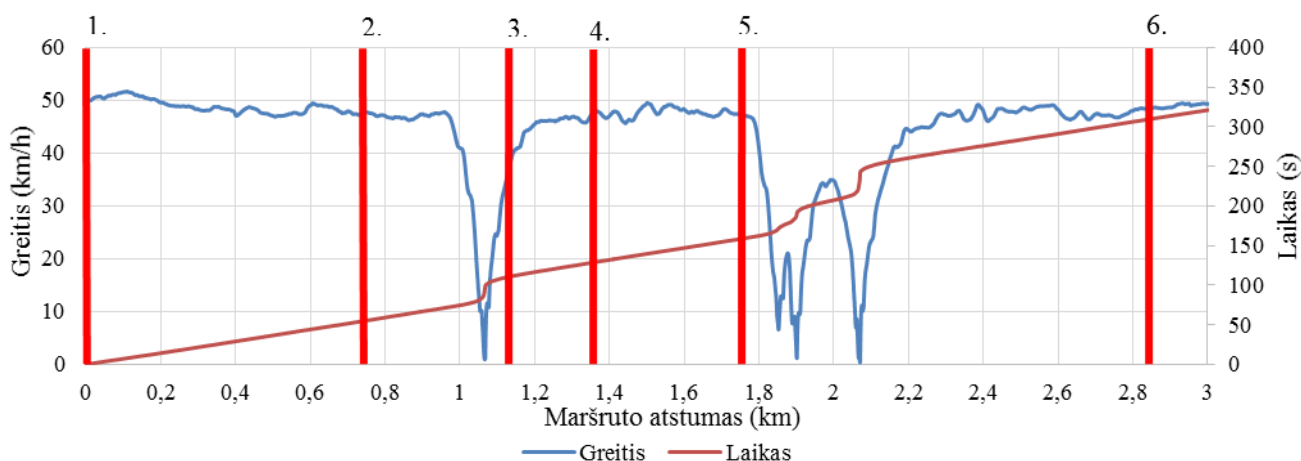
4.2 pav. Antro važiavimo nuo miesto centro duomenys

Iš grafiko matyti, kad ketvirtoje ir penktoje atkarpose buvo eismo srauto stabdymo atvejų, dėl to vidutinis šių atkarpų greitis sumažėjo, o laikas šiek tiek padidėjo. Vertinant sankryžas, tai per 1, 2 ir 3–čią buvo pravažiuota degant žaliai šviesoforui.

Raudona linija žymi vietą, kurioje yra reguliuojama sankryža. Sankryžų sąrašas pagal numeraciją:

1. Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g.;
2. Geležinkelio g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
3. Skuodo g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
4. Siūlų g. – Mažeikių g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
5. Švedų g. – Audėjų g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
6. Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryža.

Įrenginiu DL1 data logger GYRO gauti trečiojo važiavimo nuo Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos link Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos rezultatai (4.3 pav.):



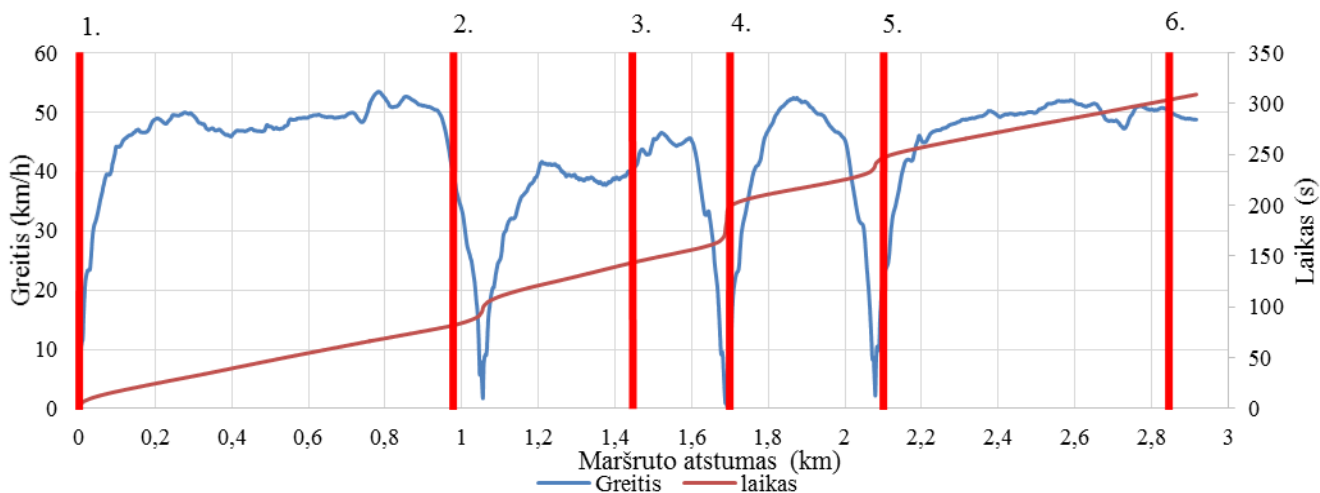
4.3 pav. Trečio važiavimo nuo miesto centro duomenys

Iš grafiko matyti, kad penktoje atkarpoje buvo eismo srauto stabdymo atvejų, dėl to vidutinis šios atkarpos greitis sumažėjo. Vertinant sankryžas, tai per 3 ir 4-tą buvo pravažiuota degant žaliajam šviesoforui.

Raudona linija žymi vietą, kurioje yra reguliuojama sankryža. Sankryžų sąrašas pagal numeraciją:

1. Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
2. Švedų g. – Audėjų g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
3. Siūlų g. – Mažeikių g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
4. Skuodo g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
5. Geležinkelio g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
6. Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryža;

Įrenginiu DL1 data logger GYRO gauti pirmojo važiavimo nuo Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos link Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos rezultatai (4.4 pav.):



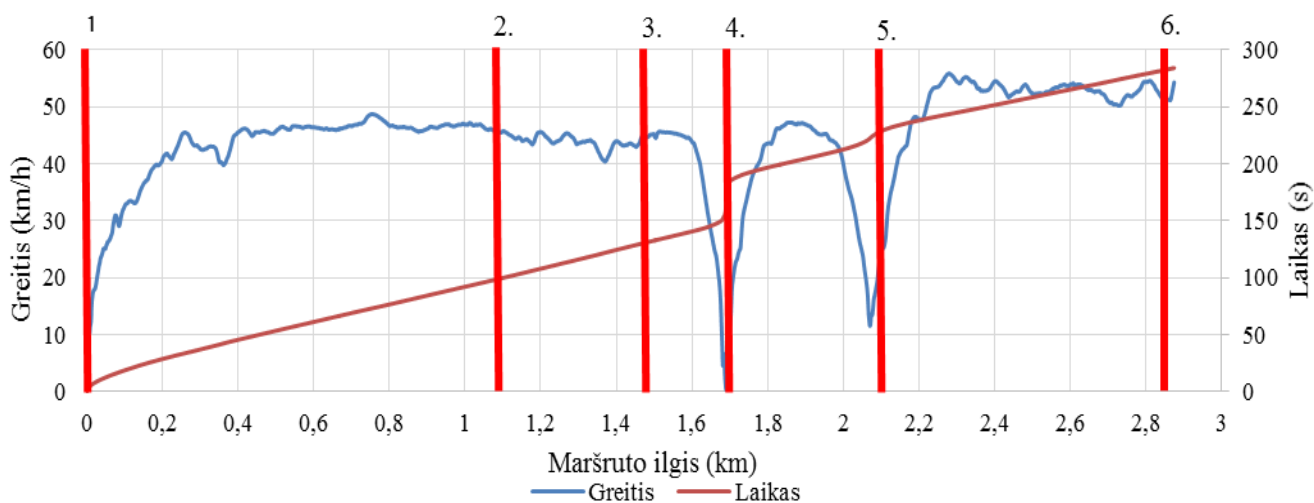
4.4 pav. Pirmo važiavimo link miesto centro duomenys

Iš grafiko matoma, kad nei vienoje atkarpoje nebuvo eismo srauto stabdymo atvejų, dėl to vidutinis šių atkarpų greitis ženkliai nepakito. Vertinant sankryžas, tai nei per vieną nebuvo pravažiuota degant žaliai šviesoforui.

Raudona linija žymi vietą, kurioje yra reguliuojama sankryža. Sankryžų sąrašas pagal numeraciją:

1. Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
2. Švedų g. – Audėjų g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
3. Siūlų g. – Mažeikių g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
4. Skuodo g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
5. Geležinkelio g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
6. Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryža;

Įrenginiu DL1 data logger GYRO gauti antrojo važiavimo nuo Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos link Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos rezultatai (4.5 pav.):



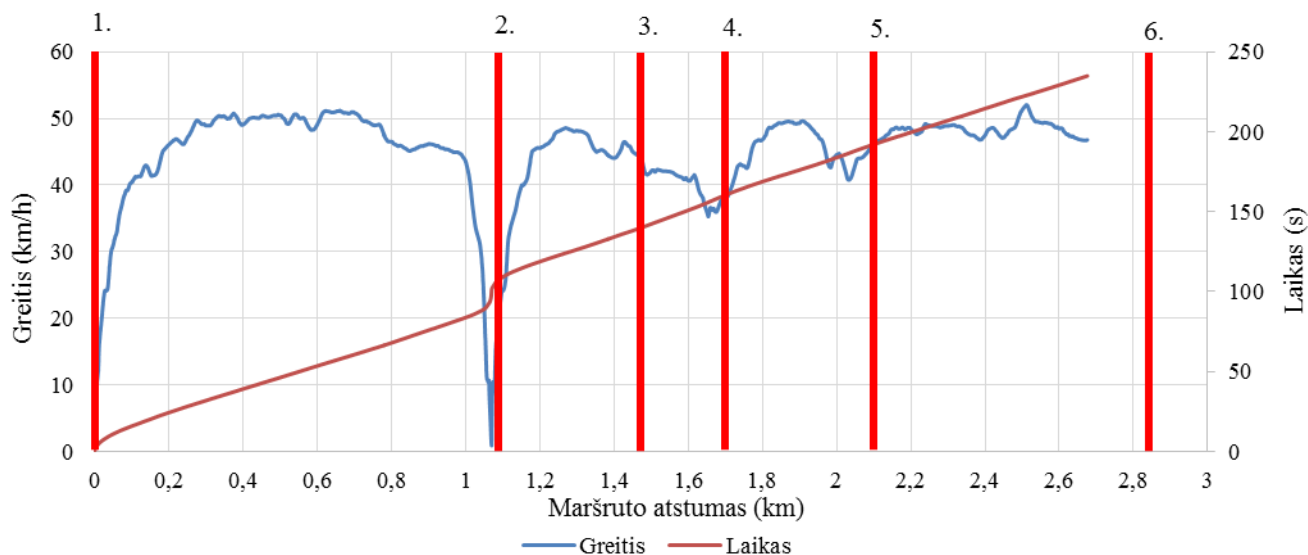
4.5 pav. Antro važiavimo link miesto centro duomenys

Iš grafiko matoma, kad nei vienoje atkarpoje nebuvo eismo srauto stabdymo atvejų, dėl to vidutinis šių atkarpų greitis ženkliai nepakito. Vertinant sankryžas, tai per 2 ir 3-ąją buvo pravažiuota degant žaliai šviesoforui.

Raudona linija žymi vietą, kurioje yra reguliuojama sankryža. Sankryžų sąrašas pagal numeraciją:

1. Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
2. Švedų g. – Audėjų g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
3. Siūlų g. – Mažeikių g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
4. Skuodo g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
5. Geležinkelio g. ir A. Juozapavičiaus pr.;
6. Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryža;

Įrenginiu DL1 data logger GYRO gauti trečiojo važiavimo nuo Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos link Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos rezultatai (4.6 pav.):



4.6 pav. Trečio važiavimo link miesto centro duomenys

Iš grafiko matyti, kad nebuvo eismo srauto stabdymo atvejų, dėl to vidutinis šios atkarpos greitis nesumažėjo. Vertinant sankryžas, tai per 3 ir 5-tą buvo pravažiuota degant žaliajam šviesoforui.

Programos „Race Technology“ pagalba išanalizavus gautus duomenis ir juos perkėlus į „Microsoft Office“ programų paketo „Excel 2013“ programą, buvo nustatytas kiekvienos atkarpos važiuojant nuo miesto centro (4.7–4.11 lentelės) ir link miesto centro (4.12–4.16 lentelės) vidutinis greitis, didžiausią greitį toje atkarpoje, bei atkarpos įveikimo ir stovėjimo joje laikai (4.7–4.16 lentelės):

4.7 lentelė

Pirmosios atkarpos nuo M. K. Čiurlionio tilto iki Geležinkelio g. tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	740			
Vidutinis greitis, km/h	33,66	49,14	48,83	43,88
Didžiausias greitis, km/h	51,40	53,21	51,71	52,11
Įveikimo laikas, s	79,0	54,2	54,5	62,57
Stovėjimo laikas, s	17,1	0	0	

Antrosios atkarpos nuo Geležinkelio g. iki Skuodo g. tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	400 m.			
Vidutinis greitis, km/h	32,96	43,55	25,32	33,94
Didžiausias greitis, km/h	50,85	46,78	47,80	48,48
Įveikimo laikas, s	43,7	32,9	56,8	44,47
Stovėjimo laikas, s	0	0	12,0	

Trečiosios atkarpos nuo Skuodo g. iki Mažeikių g. tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	230			
Vidutinis greitis, km/h	45,88	39,60	45,45	43,64
Didžiausias greitis, km/h	48,32	42,51	48,05	46,29
Įveikimo laikas, s	17,9	20,8	18,1	18,93
Stovėjimo laikas, s	0	0	0	

Ketvirtosios atkarpos nuo Mažeikių g. iki Švedų g. tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	380			
Vidutinis greitis, km/h	48,60	18,66	47,70	38,32
Didžiausias greitis, km/h	51,63	47,70	49,52	49,62
Įveikimo laikas, s	28,0	73,4	28,6	43,33
Stovėjimo laikas, s	0	29,2	0	

Penktosios atkarpos nuo Švedų g. iki Vokiečių g. tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	1090			
Vidutinis greitis, km/h	46,89	42,76	26,01	37,89
Didžiausias greitis, km/h	49,77	49,89	49,18	49,61
Įveikimo laikas, s	83,6	96,1	150,8	110,17
Stovėjimo laikas, s	0	0	27,0	

Pirmosios atkarpos nuo Vokiečių g. iki Audėjų g. tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	1090			
Vidutinis greitis, km/h	36,31	40,62	37,85	38,26
Didžiausias greitis, km/h	53,44	48,74	51,19	51,12
Įveikimo laikas, s	146,0	130,2	139,7	138,63
Stovėjimo laikas, s	3,9	1,3	5,6	

Antrosios atkarpos nuo Audėjų g. iki Siūlų g. tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	380			
Vidutinis greitis, km/h	15,46	15,23	40,11	23,60
Didžiausias greitis, km/h	46,55	45,66	44,41	45,54
Įveikimo laikas, s	52,6	54,2	20,6	42,47
Stovėjimo laikas, s	24,0	25,1	0	

Trečiosios atkarpos nuo Siūlų g. iki Skuodo g. tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	230			
Vidutinis greitis, km/h	30,06	32,73	45,39	36,06
Didžiausias greitis, km/h	52,40	47,23	49,61	49,75
Įveikimo laikas, s	47,8	43,9	31,6	41,10
Stovėjimo laikas, s	1,1	0	0	

Ketvirtosios atkarpos nuo Skuodo g. iki Geležinkelio g. tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	400			
Vidutinis greitis, km/h	45,53	49,10	48,50	47,71
Didžiausias greitis, km/h	52,05	55,86	52,05	53,32
Įveikimo laikas, s	38,6	35,8	36,3	36,90
Stovėjimo laikas, s	0	0	0	

Penktosios atkarpos nuo Geležinkelio g. iki M. K. Čiurlionio tilto tyrimo rezultatai

	Atskiri važiavimai			Vidurkis
	1	2	3	
Tyrimų laikas	10:30 – 11:30			
Atkarpos ilgis, m	740			
Vidutinis greitis, km/h	50,08	50,42	47,38	49,39
Didžiausias greitis, km/h	52,02	54,54	48,73	51,76
Įveikimo laikas, s	17,9	17,0	6,4	13,77
Stovėjimo laikas, s	0	0	0	

Atlikus matavimus ir tyrimus, matoma, kad didžiausias greitis pasiektas atkarpoje nuo Skuodo g. iki Geležinkelio g. atkarpoje. Didžiausias vidutinis greitis pasiektas atkarpoje nuo Geležinkelio g. iki M. K. Čiurlionio tilto.

4.2 Eismo intensyvumo tyrimai

Atlikti tyrimai parodė, kad didžiąją transporto priemonių dalį sudaro lengvieji automobiliai (83 %), kurie ir sudaro pagrindinį eismo intensyvumo srautą. Kitą dalį, t. y. 17 %, sudaro troleibusai ir autobusai (5 %), mikroautobusai (2 %) ir sunkvežimiai (10 %), kurie ne tik lėtina eismo srautą A. Juozapavičiaus prospekte, bet ir stabdo jį.

Išanalizavus surinktus duomenis, buvo galima nustatyti Kauno miesto Šančių rajono A. Juozapavičiaus prospekte esantį eismo intensyvumo srautą. Siekiant gauti tikslesnius rezultatus A. Juozapavičiaus pr. buvo išdalintas į tris dalis:

1. Nuo Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos iki Skuodo g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos;
2. Nuo Skuodo g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos iki Švedų g. – Audėjų g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos;
3. Nuo Švedų g. – Audėjų g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos iki Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos.

Gauti eismo intensyvumo srauto tyrimo rezultatai pateikti 4.17 lentelėje:

4.17 lentelė

Kauno miesto eismo intensyvumo srautai

	Atkarpa	2001 m.	2011 m.	2014 m.
Eismo intensyvumas A. Juozapavičiaus pr. (aut./h)	Nuo Prietilčio g. iki Skuodo g.	1 420	1 840	1 358
	Nuo Skuodo g. iki Švedų g.	870		622
	Nuo Švedų g. iki Vokiečių g.			325

2001–ųjų metų eismo intensyvumo srautas nustatytas iš 2001m. Kauno miesto eismo intensyvumų schemos P-1, 2011–ųjų metų eismo intensyvumo srautas nustatytas iš 2011m. Kauno miesto eismo intensyvumų schemos P-2, 2014–ųjų metų eismo intensyvumo srautas nustatytas iš surinktų duomenų ir atliktų tyrimų.

Kaip matome, eismo intensyvumo srautas 2011m. lyginant su 2001m. yra ženkliai padidėjęs, to priežastis, per dešimtmetį didėjęs automobilizacijos lygis šalyje. Vertinant 2011m. ir 2014 m. eismo intensyvumo srautus, matomas ženklus 2014 m. srauto sumažėjimas, viena iš priežasčių gali būti 2012 m. Panemunės tilto uždarymas. Pagal gautus eismo intensyvumo srautus 2014 m. nustatytas Kauno miesto Šančių rajono generuojamas eismo intensyvumas, t. y. žmonių gyvenančių ir dirbančių šiame rajone srautas.

4.3 Viešojo transporto greičio tyrimai

Analizuojant viešąjį transportą esantį A. Juozapavičiaus pr. buvo nustatyti du troleibusų ir trys autobusų maršrutai. Pažymėtina tai, kad autobusai numeriais 28 ir 43, važiuoja ne per visą A. Juozapavičiaus pr. Pasinaudojant internetinės svetainės www.stops.lt duomenimis, buvo sudaryti maršruto tarp stotelių laikų grafikai (4.18–4.22 lentelės) [9]:

4.18 lentelė

Troleibuso Nr. 1 A. Juozapavičiaus pr. įveikimo laikai atkarpose

Stotelė	Val.:	07:30	12:00	17:00	06:00	10:00	14:00	19:00	20:00
Nuo miesto centro:									
Geležinkelio tiltas		07:32	12:03	17:08	06:05	10:02	14:09	19:03	20:04
Geležinkelio g.		07:34	12:05	17:10	06:06	10:04	14:11	19:05	20:06
Šančių poliklinika		07:36	12:07	17:12	06:08	10:06	14:13	19:07	20:07
Švč. Jėzaus Širdies bažnyčia		07:37	12:09	17:14	06:09	10:08	14:15	19:08	20:08
Gudų g.		07:38	12:10	17:15	06:10	10:09	14:16	19:09	20:10
Šančių kapinės		07:39	12:11	17:16	06:11	10:10	14:17	19:10	20:11
A. Juozapavičiaus pr.		07:41	12:13	17:18	06:13	10:12	14:19	19:12	20:12
Link miesto centro:									
A. Juozapavičiaus pr.		07:35	12:05	17:11	06:00	10:04	14:03	19:15	20:05
Šančių kapinės		07:36	12:06	17:12	06:01	10:05	14:04	19:16	20:06
Gudų g.		07:37	12:07	17:13	06:02	10:06	14:05	19:17	20:07
Švč. Jėzaus Širdies bažnyčia		07:38	12:08	17:14	06:03	10:07	14:06	19:18	20:08
Šančių poliklinika		07:40	12:10	17:16	06:05	10:09	14:08	19:20	20:10
Geležinkelio g.		07:42	12:12	17:18	06:07	10:11	14:10	19:22	20:12
Geležinkelio tiltas		07:44	12:14	17:20	06:08	10:13	14:12	19:24	20:13

4.19 lentelė

Troleibuso Nr. 4 A. Juozapavičiaus pr. įveikimo laikai atkarpose

Stotelė	Val.:	07:30	12:00	17:00	06:00	10:00	14:00	19:00	20:00
Nuo miesto centro:									
Geležinkelio tiltas		07:29	12:00	17:09	06:11	10:08	14:05	19:00	20:05
Geležinkelio g.		07:31	12:01	17:10	06:13	10:09	14:06	19:02	20:07
Šančių poliklinika		07:33	12:03	17:12	06:14	10:11	14:08	19:04	20:09
Švč. Jėzaus Širdies bažnyčia		07:34	12:05	17:14	06:16	10:13	14:10	19:05	20:10
Gudų g.		07:35	12:06	17:15	06:17	10:14	14:11	19:06	20:11
Šančių kapinės		07:36	12:07	17:16	06:18	10:15	14:12	19:08	20:12
A. Juozapavičiaus pr.		07:38	12:09	17:18	06:20	10:17	14:14	19:09	20:14
Link miesto centro:									
A. Juozapavičiaus pr.		07:27	12:10	17:05	06:22	10:00	14:17	19:10	20:20
Šančių kapinės		07:28	12:11	17:06	06:23	10:01	14:18	19:11	20:21
Gudų g.		07:29	12:12	17:07	06:24	10:02	14:19	19:12	20:22
Švč. Jėzaus Širdies bažnyčia		07:30	12:13	17:08	06:25	10:03	14:20	19:13	20:23

4.19 lentelės tęsinys

Stotelė	Val.:	07:30	12:00	17:00	06:00	10:00	14:00	19:00	20:00
Šančių poliklinika		07:32	12:15	17:10	06:27	10:05	14:22	19:15	20:25
Geležinkelio g.		07:34	12:17	17:12	06:29	10:07	14:24	19:17	20:27
Geležinkelio tiltas		07:36	12:19	17:14	06:30	10:09	14:26	19:19	20:28

Autobusas Nr. 5:

4.20 lentelė

Autobuso Nr. 5 A. Juozapavičiaus pr. įveikimo laikai atkarpose

Stotelė	Val.:	07:30	12:00	17:00	06:00	10:00	14:00	19:00	20:00
Nuo miesto centro:									
Geležinkelio tiltas		07:26	12:30	17:10	06:30	10:54	14:15	19:09	20:39
Geležinkelio g.		07:27	12:31	17:11	06:31	10:55	14:16	19:10	20:40
Šančių poliklinika		07:29	12:33	17:13	06:33	10:57	14:18	19:12	20:42
Švč. Jėzaus Širdies bažnyčia		07:30	12:34	17:14	06:34	10:58	14:19	19:13	20:43
Gudų g.		07:32	12:36	17:16	06:36	11:00	14:21	19:15	20:45
Šančių kapinės		07:33	12:37	17:17	06:37	11:01	14:22	19:16	20:46
A. Juozapavičiaus pr.		07:34	12:38	17:17	06:37	11:02	14:23	19:16	20:46
Link miesto centro:									
A. Juozapavičiaus pr.		07:14	12:48	17:08	06:47	10:21	14:12	19:26	-
Šančių kapinės		07:15	12:49	17:09	06:48	10:22	14:13	19:27	-
Gudų g.		07:16	12:50	17:10	06:49	10:23	14:14	19:28	-
Švč. Jėzaus Širdies bažnyčia		07:17	12:51	17:11	06:50	10:24	14:15	19:29	-
Šančių poliklinika		07:19	12:53	17:13	06:52	10:26	14:17	19:31	-
Geležinkelio g.		07:21	12:55	17:15	06:53	10:28	14:19	19:32	-
Geležinkelio tiltas		07:22	12:56	17:16	06:54	10:29	14:20	19:33	-

4.21 lentelė

Autobuso Nr. 28 A. Juozapavičiaus pr. įveikimo laikai atkarpose

Stotelė	Val.:	07:30	12:00	17:00	06:00	10:00	14:00	19:00	20:00
Nuo miesto centro:									
Geležinkelio tiltas		07:14	12:09	17:49	06:43	10:48	14:00	-	-
Geležinkelio g.		07:15	12:10	17:50	06:44	10:49	14:01	-	-
Šančių poliklinika		07:17	12:12	17:52	06:46	10:51	14:03	-	-
Švč. Jėzaus Širdies bažnyčia		07:18	12:13	17:53	06:47	10:52	14:04	-	-
Link miesto centro:									
Švč. Jėzaus Širdies bažnyčia		07:07	12:41	17:16	06:06	10:13	14:24	19:00	-
Šančių poliklinika		07:09	12:43	17:18	06:08	10:15	14:26	19:02	-
Geležinkelio g.		07:11	12:45	17:20	06:09	10:17	14:28	19:03	-
Geležinkelio tiltas		07:12	12:46	17:21	06:10	10:18	14:29	19:04	-

Autobuso Nr. 43 A. Juozapavičiaus pr. įveikimo laikai atkarpose

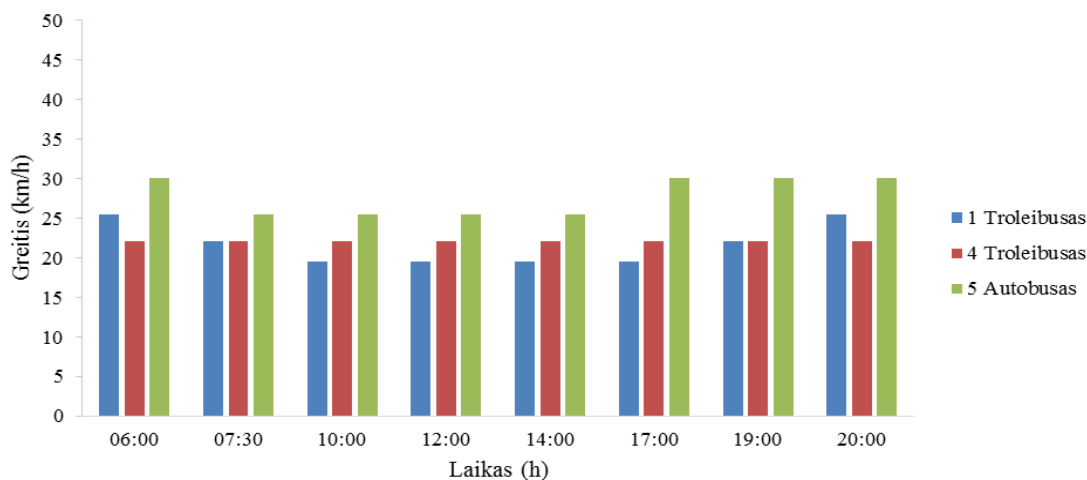
Stotelė	Val.:	07:30	12:00	17:00	06:00	10:00	14:00	19:00	20:00
Nuo miesto centro:									
Geležinkelio tiltas		07:07	12:08	17:03	06:15	10:10	14:13	19:17	20:19
Geležinkelio g.		07:08	12:09	17:04	06:16	10:11	14:14	19:18	20:20
Šančių poliklinika		07:10	12:11	17:06	06:18	10:13	14:16	19:20	20:22
Link miesto centro:									
A. Juozapavičiaus pr.		07:19	12:00	17:15	06:04	10:08	14:07	19:02	20:30
Šančių kapinės		07:20	12:01	17:16	06:05	10:09	14:08	19:03	20:31
Gudų g.		07:21	12:02	17:17	06:06	10:10	14:09	19:04	20:32
Švč. Jėzaus Širdies bažnyčia		07:22	12:03	17:18	06:07	10:11	14:10	19:05	20:33
Šančių poliklinika		07:24	12:05	17:20	06:09	10:13	14:12	19:07	20:35
Geležinkelio g.		07:26	12:07	17:20	06:10	10:15	14:14	19:08	20:36
Geležinkelio tiltas		07:27	12:08	17:23	06:11	10:16	14:15	19:09	20:37

Išanalizavus A. Juozapavičiaus pr. viešojo transporto maršrutus, nustatius troleibusų ir autobusų laiką, per kurį įveikiamas maršrutas, išskiriant tai, kad maršrute yra šešios stotelės ir viešasis transportas jose vidutiniškai stovi po 15 s., bei žinant maršruto ilgį, buvo apskaičiuotas greitis, kuriuo važiuoja viešasis transportas. Rezultatai pateikti 4.23 lentelėje:

Viešojo transporto greitis maršrute

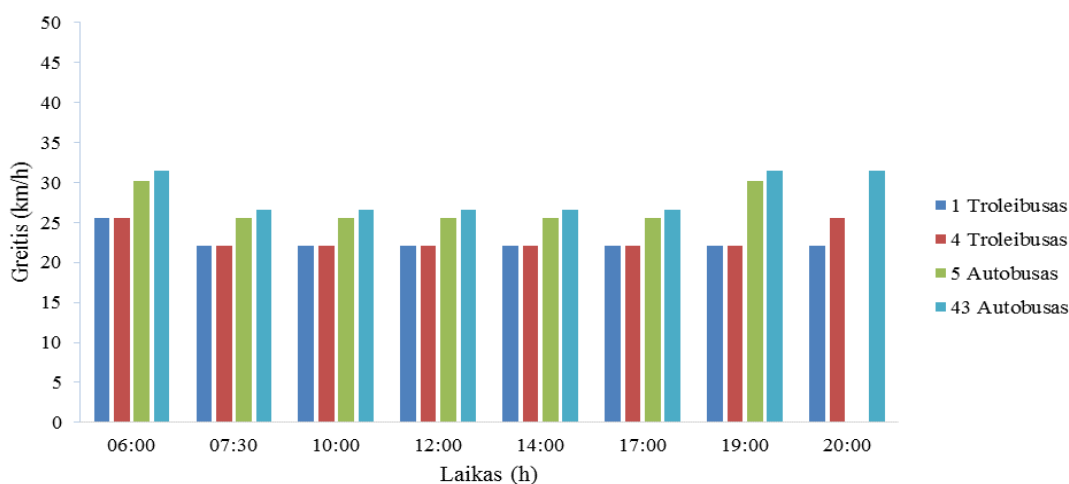
		6:00	7:30	10:00	12:00	14:00	17:00	19:00	20:00
1 Troleibusas nuo centro	km/h	25,48	22,08	19,48	19,48	19,48	19,48	22,08	25,48
1 Troleibusas link centro		25,53	22,13	22,13	22,13	22,13	22,13	22,13	22,13
4 Troleibusas nuo centro		22,08	22,08	22,08	22,08	22,08	22,08	22,08	22,08
4 Troleibusas link centro		25,53	22,13	22,13	22,13	22,13	22,13	22,13	25,53
5 Autobusas nuo centro		30,11	25,48	25,48	25,48	25,48	30,11	30,11	30,11
5 Autobusas link centro		30,17	25,53	25,53	25,53	25,53	25,53	30,17	-
28 Autobusas nuo centro		39,22	39,22	39,22	39,22	39,22	39,22	-	-
28 Autobusas link centro		40,70	29,07	29,07	29,07	29,07	29,07	40,70	-
43 Autobusas nuo centro		49,80	49,80	49,80	49,80	49,80	49,80	49,80	49,80
43 Autobusas link centro		31,42	26,58	26,58	26,58	26,58	26,58	31,42	31,42

Pagal gautus rezultatus 4.23 lentelėje matome viešojo transporto greičio kitimą, nuo Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos iki Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos 4.7 pav.:



4.7 pav. Viešojo transporto greičiai A. Juozapavičiaus pr. važiuojant nuo miesto centro

Pagal tuos pačius rezultatus 4.23 lentelėje matome viešojo transporto greičio kitimą, nuo Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos iki Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos 4.8 pav.:



4.8 pav. Viešojo transporto greičiai A. Juozapavičiaus pr. važiuojant nuo miesto centro

Kaip matome iš 4.7 pav. ir 4.8 pav. viešojo transporto greitis kryptimi nuo miesto centro svyruoja nuo 19,48 km/h iki 30,11 km/h, o kryptimi link miesto centro kinta nuo 22,13 km/h iki 31,42 km/h. Viešojo transporto greičiai abejomis A. Juozapavičiaus pr. kryptimis skiriasi beveik trečdaliu, t. y. 35,30% kryptimi nuo Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos iki Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos, bei 29,57% kryptimi nuo Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos iki Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos.

5. ANALITINIAI TYRIMAI

Rengiant transporto srautų projektus, yra būtini transporto tyrimų parametrai ir duomenys, apibūdinantys eismą sankryžoje, gatvėje bei visame mieste. Pagrindiniai transporto srautus charakterizuojantys parametrai yra [3]:

Eismo intensyvumas N – transporto priemonių, pervažiuojančių gatvės pjūvį per nustatytą laiko tarpą skaičius. Jis yra netolygus dydis erdvės (gatvės arba gatvės ruožo) ir laiko atžvilgiu. Išskiriamas didelio eismo intensyvumo laikotarpis, atitinkantis vadinamuosius piko laikotarpius — rytinius (eismas, važiuojant į darbą) ir vakarinius (eismas, važiuojant po darbo). *Eismo intensyvumo netolygumas* įvertinamas netolygumo koeficientu K_n , atitinkančiu faktinio intensyvumo K_f nagrinėjamoju laikotarpiu santykį su vidutiniu intensyvumu $K_{vid.}$ per ilgesnį laikotarpį [3]:

$$K_n = \frac{N_f}{N_{vid.}}, \quad (5.1)$$

Paros netolygumo koeficientas:

$$K_{n.p.} = \frac{N_{val} \cdot 24}{N_p}, \quad (5.2)$$

čia: $N_{val.}$ - intensyvumas per nagrinėjamą valandą, aut./h.;

N_p - suminis intensyvumas per parą aut./parą.

Metinis netolygumo koeficientas [3]:

$$K_{n.m.} = \frac{N_{men.} \cdot 12}{N_{metų}}, \quad (5.3)$$

čia: $N_{metų}$ - suminis intensyvumas per metus, aut./metus.;

$N_{men.}$ - intensyvumas per nagrinėjamą mėnesį aut./mėn.

Eismo tankis (transporto priemonių skaičius konkrečiu laiko momentu viename gatvės ruože) charakterizuoja miesto gatvės apkrovimą transporto priemonėmis. Konkretaus ruožo ribinis tankis atitinka nejudančių, viena šalia kitos stovinčių transporto priemonių skaičių. Priklausomai nuo jų tipo (lengvieji automobiliai, sunkvežimiai) šis skaičius gali būti skirtingas. Didėjant eismo tankiui, didėja transporto priemonių tarpusavio įtaka sraute, mažėja manevrų atlikimo galimybė, tai mažina gatvių tinklo laidumą [3].

Srauto tankį nusako gatvės apkrovimo lygis P , kurį sudaro faktinio $q_{fakt.}$ ir maksimaliai q_{max} įmanomo pagal eismo sąlygas tankių santykis [3]:

$$P = \frac{q_{fakt.}}{q_{max}}, \quad (5.4)$$

čia: q_{max} - lengviesiems automobiliams 200 aut./km; sunkvežimiams su priekaba – 40 aut./km.

Greitis yra vienas svarbiausių eismo rodiklių, kuris apibrėžiamas nuvažiuoto kelio ruožo ilgio santykiu su laikotarpiu, per kurį šis atstumas yra nuvažiuojamas. Miestuose greičius veikia daug įvairių sąlygų (gatvių parametrai, transporto srautų intensyvumas ir struktūra, eismo reguliavimo būdas). Eismo organizavimo praktikoje vartojamos sąvokos *momentinis, susisiekimo, techninis, eksploatacinis, transporto srauto greitis* [3].

Momentinį greitį charakterizuoja momentinė fiksuota reikšmė V , tam tikrame gatvės skersiniame pjūvyje [3].

Susisiekimo greitis V_s nusakomas atstumo tarp susisiekimo punktų santykiu su laiku, kurį transporto priemonė praleido maršrute. Į susisiekimo greitį įeina laikas, sugaištamas prastovoms sankryžose ir tarpinių sustojimų laikas [3].

Techninis greitis V_t apibrėžiamas nuvažiuoto atstumo santykiu su važiavimo ir sustojimų, susijusių su gatvės eismo organizavimu, laiko suma [3].

Eksploatacinį greitį V_e apibrėžia nuvažiuoto atstumo santykis su visu laiku, kurį transporto priemonė buvo maršrute, įskaitant laiką susijusį su vežimų technologija (keleivių įlipimas ir išlipimas, krovinių pakrovimas bei iškrovimas ir kt.) [3].

Transporto srauto greitis $V_{vid.}$ - vidutinis transporto priemonių greitis nustatytame gatvės ruože per nustatytą laikotarpį [3].

Transporto srauto struktūra apibūdinama įvairių tipų transporto priemonių sąryšiu sraute. Transporto priemonei eismo procese reikia didesnės eismo juostos ruožo nei jos ilgis (statinis gabaritas), kadangi jai sustoti reikia tam tikro kelio ruožo, kurio ilgis priklauso nuo važiavimo greičio. Įvairių tipų transporto priemonių eismo įtaka kelio apkrovimui nustatoma taikant dinaminį gabaritą.

Dinaminis gabaritas D - minimalus būtinas eismo juostos ruožas, kuris turi užtikrinti saugaus eismo sąlygas, kai priekyje važiuojantis automobilis staigiai stabdo [3].

Transporto priemonės dėl konstrukcinių skirtumų ir eksploatacinės būklės turi skirtingas stabdymo savybes. Dinaminio gabarito reikšmė labai priklauso ir nuo kelio dangos būklės, vairuotojo psichologinių charakteristikų. Akivaizdu, kad įvairios transporto priemonės turi skirtingą įtaką transporto srauto charakteristikų formavimui.

Siekiant atsižvelgti į skirtingą įvairių tipų transporto priemonių įtaką srautui, skiriamos trys transporto srauto grupės: mišrus srautas - 30-70 % lengvųjų automobilių ir 70-30 % krovinių automobilių; vyraujantys krovininiai automobiliai (> 70 %), vyraujantys lengvieji automobiliai (> 70 %) [3].

Gatvės važiuojamosios dalies laidumas - tai maksimalus galimas praleisti transporto priemonių skaičius per 1 valandą viena kryptimi tiriamuoju pjūviu, esant normalioms gatvių eksploataavimo sąlygoms ir užtikrinant visų transporto rūšių ir pėsčiųjų eismo saugumą. Gatvės laidumas priklauso nuo važiuojamosios dalies pločio, išreikšto eismo juostų skaičiumi, atitinkančiu lygiagrečiai važiuojančių automobilių srautų skaičių viena kryptimi.

Vienos važiavimo juostos laidumas tiesiame ruože priklauso nuo transporto srauto struktūros ir jo vidutinio greičio [3]:

$$K_s = \frac{3600 \cdot V}{l + a_l + t \cdot V + c \cdot V^2}, \quad (5.5)$$

čia: V - vidutinis transporto srauto greitis, m/s;

l - gabaritinės transporto priemonės ilgis, m;

a_l - saugus atstumas tarp stojančiųjų automobilių (-2,0 m);

t - laikas, kurio reikia vairuotojui sureaguoti, s; c - stabdymo koeficientas;

K_s - koeficientas, kuriuo įvertinamas laidumo sumažėjimas dėl prastovų prie sankryžų.

Kai gatvėje yra vienalytis transporto srautas, tuomet yra didesnis jos laidumas: lengvųjų automobilių 1 200 - 1 500 aut./h; sunkvežimių 600 - 800 aut./h; autobusų 200 - 300 aut./h; troleibusų 110 - 130 aut./h [3].

Kai gatve juda mišrus transporto srautas, tuomet jis yra perskaičiuojamas į lengvųjų automobilių srautą, pasinaudojant perskaičiavimo koeficientus.

Gatvės laidumą riboja kelkraščiuose stovintys automobiliai; viešojo transporto stotelės, eismo juostų skaičius. Labiausiai gatvių laidumą sumažina vieno lygio sankryžos. Gatvės važiuojamosios dalies juostų skaičius nustatomas įvertinus maksimalų leistiną vienos eismo juostos laidumą – 1 750 lengvųjų automobilių per valandą, įvertinus laidumą ribojančius veiksnius [3].

5.1 Transporto greičio apskaičiavimas

Pasirinktas maršrutas nuo Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos iki Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos. Siekiant tikslių rezultatų visas maršrutas padalinamas atkarpomis, kuri kiekviena iš jų detalčiai išanalizuojama.

Pirmiausia padalijamas maršrutas ir nustatomi atkarpų ilgiai, kurie pateikti 5.1 lentelėje:

5.1 lentelė

Padalinto maršruto atkarpos važiuojant nuo miesto centro

Nr.	Gatvė	Gatvės atkarpa	Atkarpos ilgis, m
1.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo sankryžos Karaliaus Mindaugo pr. – Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. iki A. Juozapavičiaus pr. namo nr. 114	250
2.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Juozapavičiaus pr. namo nr. 114 – iki Geležinkelio g.	490
3.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Geležinkelio g. iki Skuodo g.	400
4.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Skuodo g. iki Siūlų g.	230
5.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Siūlų g. iki Švedų g.	380
6.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Švedų g. iki Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos	1 090

Infrastruktūros objektų, kiekvienoje maršruto atkarpoje, analizė pateikta 5.2 lentelėje. Nustatyta, kiek kiekvienoje atkarpoje yra reguliuojamų sankryžų, nereguliuojamų sankryžų su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis, nereguliuojamų sankryžų su šalutinėmis gatvėmis, pavienių stotelių, pavienių nereguliuojamų perėjų, pavienių kairinių posūkių, posūkių (didesniu nei 90 laipsnių kampu) ir įkalnių (stačių ir ilgų).

Išanalizuoti infrastruktūros objektai, jų kiekiai vienetais, pateikti 5.2 lentelėje:

5.2 lentelė

Infrastruktūros objektai atskirose atkarpose

Susisiekimo infrastruktūros objektas	Atkarpos nr.											
	1.		2.		3.		4.		5.		6.	
	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba
Reguliuojamos sankryžos	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5
Reguliuojamos pėsčiųjų perėjos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su pagrindinėmis gatvėmis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	3	1+1+1
Posūkiai (mažesniu nei 90 laipsn. kampu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis	-	-	-	-	1	-	-	-	2	1+1	2	1+1
Pavienės stotelės	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	3	1+1+1
Pavienės nereguliuojamos perėjos	-	-	2	1+1	-	-	-	-	-	-	1	-
Pavieniai kairiniai posūkiai	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1+1
Posūkiai (didesniu nei 90 laipsn. kampu)	-	-	2	1+1	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	1	-
Įkalnės (stačios ir ilgios)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Infrastruktūros objektai esantys pirmoje grupėje yra srautą stabdantys objektai. Jie susideda iš stabdymo/greitėjimo ruožų ir pereinamųjų ruožų. Todėl skaičiuojant srauto greitį įtakančių objektų skaičių reikia pridėti ir tuos, kurie yra kartu su stabdančiais objektais.

Antroje grupėje yra srauto greitį įtakančios objektai. Jie yra sudaryti tik iš pereinamųjų režimų.

Kiekvienoje maršruto atkarpoje nustatomi leistinas greitis, atkarpos atitinkamoje gatvėje judėjimas (vienpusis, dvipusis), juostų skaičius viena kryptimi ir visos gatvės juostų skaičius, srautą stabdančių objektų skaičius, bei srauto greitį įtakančių objektų skaičius. Visi duomenys pateikti 5.4 lentelėje.

Kai kurie infrastruktūros objektai yra labai arti vienas šalia kito ir neatitinka atstumo reikalavimų nuo greta esančių kitų objektų, jie yra priskiriami prie jau esančių infrastruktūros objektų. Galutinis objektų skaičius infrastruktūroje, pateiktas 5.3 lentelėje:

5.3. lentelė

Perskaičiuotas infrastruktūros objektų skaičius

Susisiekimo infrastruktūros objektas	Atkarpos nr.											
	1.		2.		3.		4.		5.		6.	
	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba
Reguliuojamos sankryžos	0,5	0,5	0,5	0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	3	1+1+1
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pavienės stotelės	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Pavienės nereguliuojamos perėjos	-	-	2	1+1	-	-	-	-	-	-	-	-
Pavieniai kairiniai posūkiai	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1+1
Posūkiai (didesniu nei 90 laipsn. kampu)	-	-	2	1+1	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	1	-

5.4 lentelėje pateikiami bendri viso A. Juozapavičiaus pr. parametriniai duomenys:

5.4 lentelė

Maršruto atkarpų parametriniai duomenys

Parametrai	1. A. Juozapavičiaus pr.	2. A. Juozapavičiaus pr.	3. A. Juozapavičiaus pr.
Gatvės ilgis, km	0,25	0,49	0,40
Leistinas greitis, km/h	50	50	50
Judėjimas (vienpusis, dvipusis)	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis
Vienos krypties juostų skaičius, vnt.	2	2	2
Juostų skaičius, vnt.	5	4	4
Srautą stabdančių objektų skaičius, vnt.	0,5	0,5	2
Srauto greitį įtakančių objektų skaičius, vnt.	1	5	0,5
	4. A. Juozapavičiaus pr.	5. A. Juozapavičiaus pr.	6. A. Juozapavičiaus pr.
Gatvės ilgis, km	0,23	0,38	1,09
Leistinas greitis, km/h	50	50	50
Judėjimas (vienpusis, dvipusis)	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis
Vienos krypties juostų skaičius, vnt.	2	2	2
Juostų skaičius, vnt.	4	4	4
Srautą stabdančių objektų skaičius, vnt.	1	2	4
Srauto greitį įtakančių objektų skaičius, vnt.	0,5	0	4

Pažymėtina tai, kad daugiausiai srauto greitį įtakančių objektų skaičių turi A. Juozapavičiaus pr. atkarpos dalis nuo Švedų g. iki Vokiečių g. Tokia situacija paaiškinama tuo, kad atkarpa yra pati ilgiausia visame maršrute. Dėl to ir srauto greitį įtakančių objektų skaičius didesnis.

Kadangi, gatve juda mišrus transporto srautas, tai nustatytas eismo intensyvumo srautas turi būti perskaičiuotas į lengvųjų automobilių srautą, pasinaudojant koeficientais, kurie pateikti žemiau [3]:

- Sunkvežimiai (5-8t) – 2,5;
- Autobusai ir troleibusai – 2,5;
- Mikroautobusai – 2,0.

Perskaičiuotas 2014 metų eismo intensyvumo srautas pateiktas 5.5 lentelėje:

5.5 lentelė

Perskaičiuotas 2014 m. eismo intensyvumo srautas

Atkarpa	Eismo intensyvumo srautas (aut./h)
Nuo Prietilčio g. iki Skuodo g.	1 691
Nuo Skuodo g. iki Švedų g.	774
Nuo Švedų g. iki Vokiečių g.	405

Turimas bendras pirmosios atkarpos nuo Prietilčio g. iki Skuodo g. eismo intensyvumo srautas padidėja nuo 1 358 aut./h iki 1 691 aut./h, o antrosios atkarpos nuo Skuodo g. iki Švedų g. eismo intensyvumo srautas padidėja nuo 622 aut./h iki 774 aut./h ir trečiosios atkarpos nuo Švedų g. iki Vokiečių g. intensyvumo srauto pokytis yra nuo 325 aut./h iki 405 aut./h.

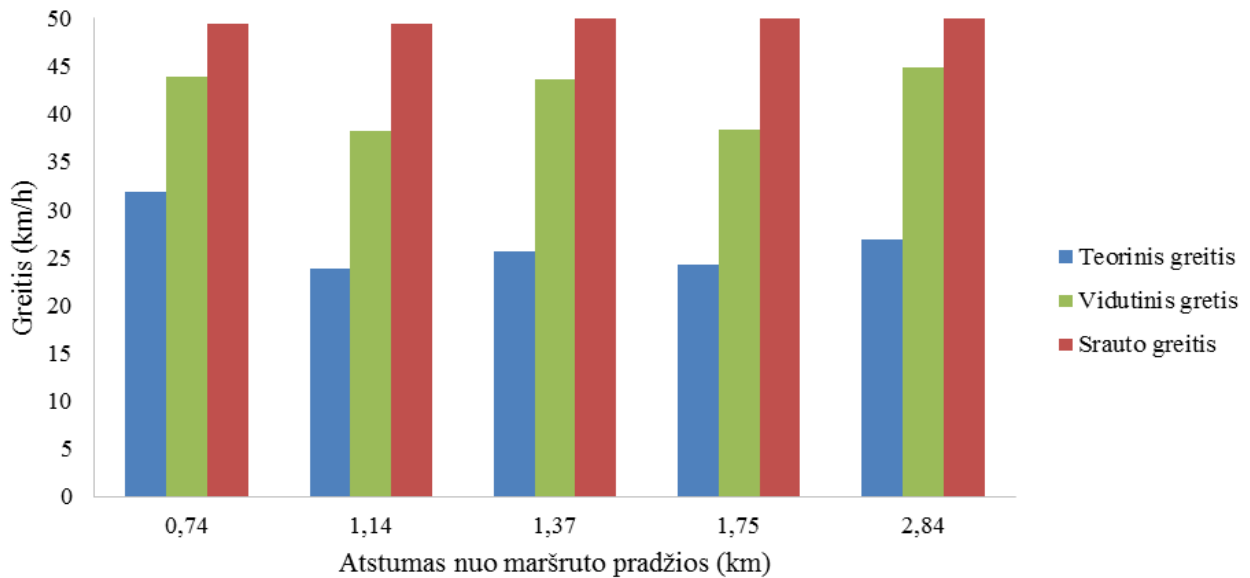
Atlikti analitiniai skaičiavimai su perskaičiuotais eismo intensyvumais A. Juozapavičiaus pr. ir nustatyti tokie parametrai kaip: srauto greičiai v_{sr} , greičiai gatvės atkarpose v , bei laikai per kuriuos įveikiama kiekviena gatvės atkarpa t , gauti rezultatai pateikti 5.6 lentelėje.

5.6 lentelė

Maršruto vykstant nuo miesto centro analizės rezultatai

	Atkarpos nr.					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Eismo intensyvumas, aut./val.	1 691	1 691	1 691	774	774	405
Srauto greitis v_{sr} , km/h	49,49	49,49	49,49	49,98	49,98	50,00
Greitis gatvės atkarpoje v , km/h	34,40	30,60	23,77	25,65	24,21	26,88
Laikas per kurį įveikiama gatvės atkarpa t , min	0,44	0,96	1,01	0,54	0,94	2,43

Nustatytas analitinis vidutinis greitis visame maršrute - 27,29 km/h, pagal 2011m. eismo intensyvumo srautą A. Juozapavičiaus pr. apytikris maršruto greitis – 25,75 km/h. Eksperimentiškai nustatytas maršruto greitis lygus - 39,42 km/h., skirtumas nuo analitinių tyrimų lygus – 30,77 %.



5.1 pav. Greitis, A. Juozapavičiaus pr. atkarpose nuo miesto centro

Iš 5.1 pav. matome, kad eksperimentiškai nustatytas vidutinis greitis yra mažesnis už, srauto greitį, bet didesnis už apskaičiuotą teorinį greitį. Didžiausias skirtumas tarp vidutinio ir srauto greičių yra atkarpose nuo Geležinkelio g. iki Skuodo g. ir nuo Siūlų g. iki Švedų g., kur skirtumas yra 11,24 km/h ir 11,66 km/h. Mažiausias pokytis yra paskutinėje atkarpoje – 5,18km/h, t. y. nuo Švedų g. iki Vokiečių g., nors atkarpa yra ilga – 1,09 km ir turi daug infrastruktūros objektų, vidutinis greitis yra gan didelis, dėl to, kad šioje atkarpoje yra pats mažiausias eismo intensyvumo srautas, nes uždarytas Panemunės tiltas, svarbi jungtis tarp Šančių ir Panemunės rajonų.

Tokie patys analitiniai tyrimai atliekami priešinga kryptimi, t. y. nuo Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos iki Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos. Visas maršrutas padalinamas į tokio pat ilgio atkarpas, kaip ir prieš tai buvusios, kuri kiekviena iš jų taip pat detalai išanalizuojamos.

Pirmiausia padalijamas maršrutas ir nustatomi atkarpų ilgiai, kurie pateikti 5.7 lentelėje:

5.7 lentelė

Padalinto maršruto atkarpos važiuojant link miesto centro

Nr.	Gatvė	Gatvės atkarpa	Atkarpos ilgis, m
1.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo sankryžos A. Juozapavičiaus pr. ir Vokiečių g. iki Švedų g.	1 090
2.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Švedų g. – iki Siūlų g.	380
3.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Siūlų g. iki Skuodo g.	230
4.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Skuodo g. iki Geležinkelio g.	400
5.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Geležinkelio g. iki Juozapavičiaus pr. namo nr. 114	490
6.	A. Juozapavičiaus pr.	Nuo Juozapavičiaus pr. namo nr. 114 iki sankryžos Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g.	250

Infrastruktūros objektų, kiekvienoje maršruto atkarpoje, analizė pateikta 5.8 lentelėje. Nustatyta, kiek kiekvienoje atkarpoje yra reguliuojamų sankryžų, nereguliuojamų sankryžų su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis, nereguliuojamų sankryžų su šalutinėmis gatvėmis, pavienių stotelių, pavienių nereguliuojamų perėjų, pavienių kairinių posūkių, posūkių (didesniu nei 90 laipsnių kampu) ir įkalnių (stačių ir ilgų).

Išanalizuoti infrastruktūros objektai, jų kiekiai vienetais, pateikti 5.8 lentelėje.

5.8 lentelė

Infrastruktūros objektai atskirose atkarpose

Susisiekimo infrastruktūros objektas	Atkarpos nr.											
	1.		2.		3.		4.		5.		6.	
	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba
Reguliuojamos sankryžos	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Reguliuojamos pėsčiųjų perėjos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su pagrindinėmis gatvėmis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis	3	1+1+1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Posūkiai (mažesniu nei 90 laipsn. kampu)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis	2	1+1	2	1+1	-	-	1	-	-	-	-	-
Pavienės stotelės	3	1+1+1	-	-	1	-	1	-	-	-	2	1+1
Pavienės nereguliuojamos perėjos	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1+1	-	-
Pavieniai kairiniai posūkiai	6	1+1+1+1+1+1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Posūkiai (didesniu nei 90 laipsn. kampu)	1	-	1	-	0,5	0,5	0,5	0,5	2	1+1	-	-
Įkalnės (stačios ir ilgos)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Infrastruktūros objektai esantys pirmoje grupėje yra srautą stabdantys objektai. Jie susideda iš stabdymo/greitėjimo ruožų ir pereinamųjų ruožų.

Todėl skaičiuojant srauto greitį įtakančių objektų skaičių reikia pridėti ir tuos, kurie yra kartu su stabdančiais objektais.

Antroje grupėje yra srauto greitį įtakančios objektai. Jie yra sudaryti tik iš pereinamųjų režimų.

Kiekvienoje maršruto atkarpoje nustatomi leistinas greitis, atkarpos atitinkamoje gatvėje judėjimas (vienpusis, dvipusis), juostų skaičius viena kryptimi ir visos gatvės juostų skaičius, srautą stabdančių objektų skaičius, bei srauto greitį įtakančių objektų skaičius. Visi duomenys pateikti 5.10 lentelėje.

Kai kurie infrastruktūros objektai yra labai arti vienas šalia kito ir neatitinka atstumo reikalavimų nuo greta esančių kitų objektų, jie yra priskiriami prie jau esančių infrastruktūros objektų. Galutinis objektų skaičius infrastruktūroje, pateiktas 5.9 lentelėje:

5.9 lentelė

Perskaičiuotas infrastruktūros objektų skaičius

Susisiekimo infrastruktūros objektas	Atkarpos nr.											
	1.		2.		3.		4.		5.		6.	
	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba	Vnt.	Pastaba
Reguliuojamos sankryžos	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	1	0,5+0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis	3	1+1+1	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pavienės stotelės	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,5
Pavienės nereguliuojamos perėjos	1	-	-	-	-	-	-	-	1,5	0,5+1	-	-
Pavieniai kairiniai posūkiai	3	1+1+1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Posūkiai (didesniu nei 90 laipsn. kampu)	1	-	-	-	-	-	-	-	2	1+1	-	-

5.10 lentelėje pateikiami bendri viso A. Juozapavičiaus pr. parametriniai duomenys:

5.10 lentelė

Maršruto atkarpų parametriniai duomenys

Parametrai	1. A. Juozapavičiaus pr.	2. A. Juozapavičiaus pr.	3. A. Juozapavičiaus pr.
Gatvės ilgis, km	1,09	0,38	0,23
Leistinas greitis, km/h	50	50	50
Judėjimas (vienpusis, dvipusis)	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis
Vienos krypties juostų skaičius, vnt.	2	2	2
Juostų skaičius, vnt.	4	4	4
Srautą stabdančių objektų skaičius, vnt.	4	2	1
Srauto greitį įtakančių objektų skaičius, vnt.	4	1	0
	4. A. Juozapavičiaus pr.	5. A. Juozapavičiaus pr.	6. A. Juozapavičiaus pr.
Gatvės ilgis, km	0,40	0,49	0,25
Leistinas greitis, km/h	50	50	50
Judėjimas (vienpusis, dvipusis)	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis
Vienos krypties juostų skaičius, vnt.	2	2	3
Juostų skaičius, vnt.	4	4	5
Srautą stabdančių objektų skaičius, vnt.	2	0,5	0,5
Srauto greitį įtakančių objektų skaičius, vnt.	0	4,5	0,5

Atlikti analitiniai skaičiavimai su perskaičiuotais eismo intensyvumais A. Juozapavičiaus pr. ir nustatyti tokie parametrai kaip: srauto greičiai v_{sr} , greičiai gatvės atkarpose v , bei laikai per kuriuos įveikiama kiekviena gatvės atkarpa t , gauti rezultatai pateikti 5.11 lentelėje.

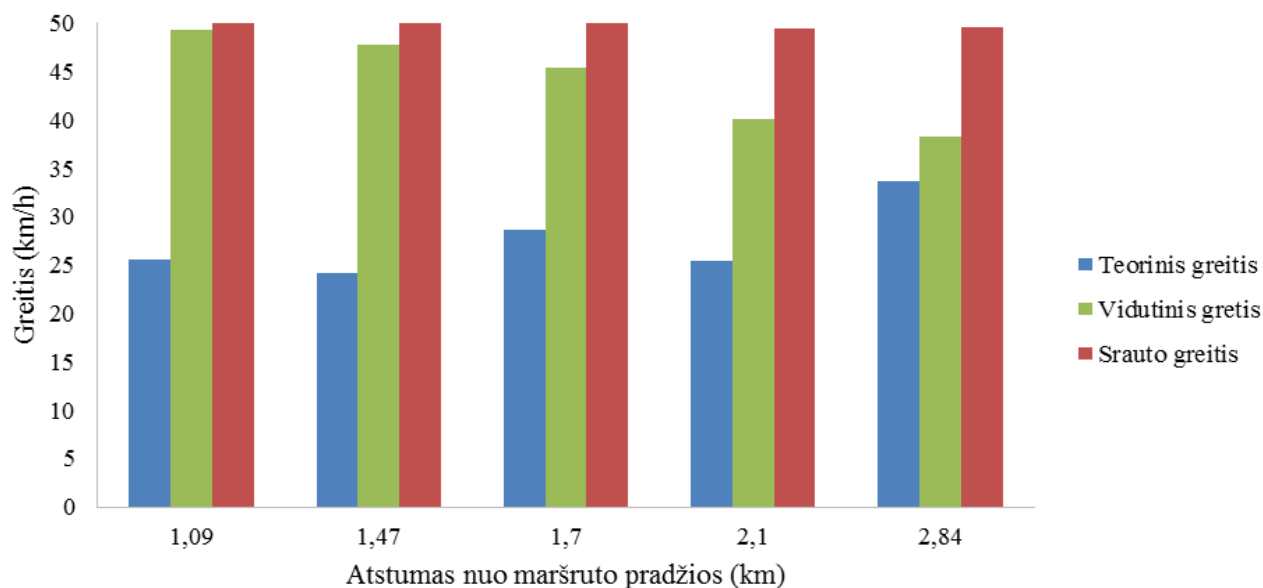
5.11 lentelė

Maršruto vykstant link miesto centro analizės rezultatai

	Atkarpos nr.					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Eismo intensyvumas, aut./val.	405	774	774	1 691	1 691	1 691
Srauto greitis v_{sr} , km/h	50,00	49,98	49,98	49,49	49,49	49,92
Greitis gatvės atkarpoje v , km/h	25,60	24,21	28,69	25,49	32,00	37,36
Laikas per kurį įveikiama gatvės atkarpa t , min	2,56	0,94	0,48	0,94	0,92	0,40

Nustatytas analitinis vidutinis greitis visame maršrute – 33,91 km/h, pagal 2011m. eismo intensyvumo srautą A. Juozapavičiaus pr. apytikris maršruto greitis – 27,19 km/h. Eksperimentiškai nustatytas maršruto greitis lygus – 44,60 km/h., skirtumas nuo analitinių tyrimų lygus – 31,52 %.

Gautų greičių rezultatų palyginimas pateiktas grafike (5.2 pav.):



5.2 pav. Greitis, A. Juozapavičiaus pr. atkarpose link miesto centro

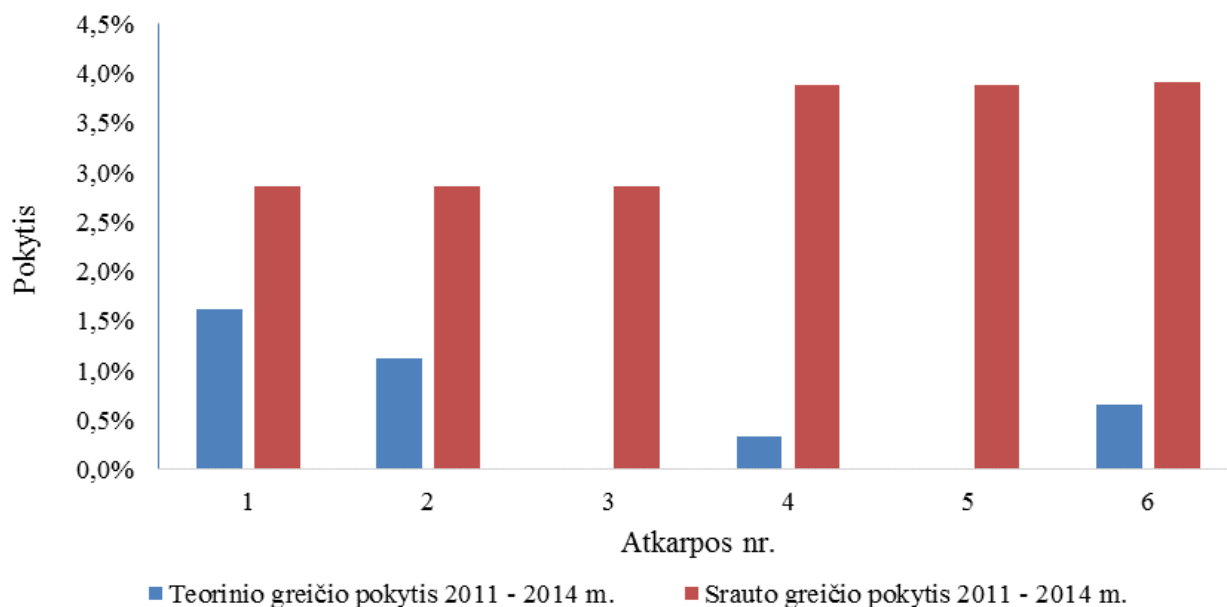
Iš 5.2 pav. matome, kad didžiausias skirtumas tarp vidutinio ir srauto greičių yra atkarpoje nuo Geležinkelio g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos iki Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos, kur skirtumas yra 11,37 km/h. Mažiausias pokytis yra pirmoje atkarpoje – 0,71 km/h, kaip ir nagrinėjant maršrutą nuo miesto centro link Vokiečių g., t. y. nuo Švedų g. iki Vokiečių g., nors atkarpa yra ilga – 1,09 km ir turi daug infrastruktūros objektų, vidutinis greitis yra gan didelis, dėl to,

kad šioje atkarpoje yra pats mažiausias eismo intensyvumo srautas, nes uždarytas Panemunės tiltas, svarbi jungtis tarp Šančių ir Panemunės rajonų.

Kadangi, eismo intensyvumo srautas A. Juozapavičiaus pr. yra sumažėjęs, matyti, kad eksperimentinis vidutinis greitis yra artimesnis srauto greičiui. Galima 2015-2016 m. prognozė, kad atidarytas Panemunės tiltas, lems eismo intensyvumo srauto padidėjimą ir eksperimentinis vidutinis greitis taps artimesnis teoriniam greičiui.

Turint visus analitinius 2011–ųjų ir 2014–ųjų metų tyrimus, galime palyginti, kokią įtaką teoriniam ir srauto greičiams A. Juozapavičiaus prospekte važiuojant nuo miesto centro iki Vokiečių g. ir atgal, kiekvienoje atkarpoje, turėjo 2012 m. uždarytas Panemunės tiltas (5.3 pav. ir 5.4 pav.).

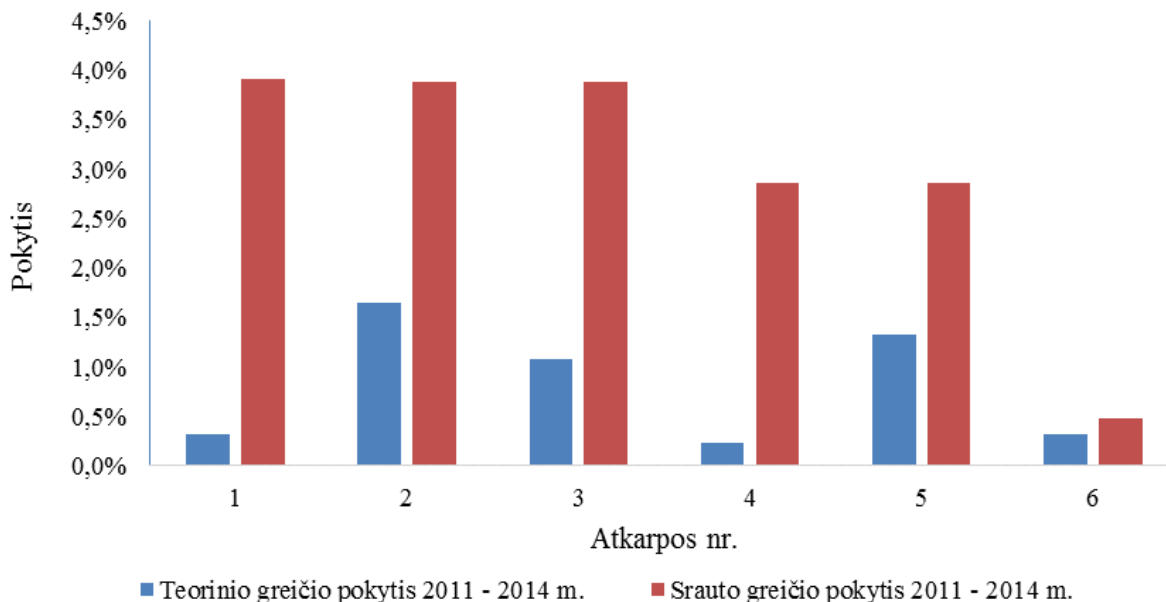
Teorinio ir srautų greičio pokyčio palyginimas 2011–2014 m. laikotarpyje, maršrutu nuo Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos iki Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos pavaizduotas grafike (5.3 pav.):



5.3 pav. Greičių pokyčio palyginimas

Grafike (5.3) matyti, kad srauto greitis visose maršruto atkarpose yra padidėjęs intervale nuo 2,9 % iki 3,9 %. Teorinio greičio pokytis pastebimas mažesnis, t. y. nuo 0,3 % iki 1,6 %, bei trečioje ir penktoje atkarpose, pokyčio nėra, nes infrastruktūra nepakitusi, o teorinis srauto greitis skaičiuotas pagal turimą eismo intensyvumo srautą 2011 m. – 1 840 aut./h, kuris nėra toks tikslus, nes taikomas visai atkarpai, kuri yra beveik 3 km ilgio.

Teorinio ir srautų greičio pokyčio palyginimas 2011–2014 m. laikotarpyje, maršrutu nuo Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos iki Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g. sankryžos pavaizduotas grafike (5.4 pav.):



5.4 pav. Greičių pokyčio palyginimas

Grafike (5.4) matyti, kad srauto greitis visose maršruto atkarpose yra padidėjęs intervale nuo 0,5 % iki 3,9 %. Teorinio greičio pokytis pastebimas šiek tiek mažesnis, t. y. nuo 0,2 % iki 1,6 %, to priežastis tokia pati, kaip ir aukščiau paminėtoje pastraipoje, nes infrastruktūra yra nepakitusi, o teorinis srauto greitis skaičiuotas pagal turimą eismo intensyvumo srautą 2011 m. – 1 840 aut./h, kuris nėra toks tikslus, nes taikomas visai atkarpai, kuri yra beveik 3 km ilgio, o ne tam tikromis atkarpomis.

Palyginus 2011 m. ir 2014 m. greičių pokyčius, matomas greičių padidėjimas, nes 2012 m. uždarytas Panemunės tiltas lėmė eismo intensyvumo srauto sumažėjimą, dėl kurio įtakos ir padidėjo greitis visame A. Juozapavičiaus prospekte abiejomis kryptimis.

5.2 Transporto srauto greičio apskaičiavimas esant koordinuotam šviesoforų darbui

Sankryžose izoliuotai dirbantys šviesoforai stabdo transporto priemonių eismą ir mažėja automobilių eksploatacinis greitis, bei susidaro ilgos automobilių grupės, kurias sunku reguliuoti. Efektyviausia priemonė yra derinti šviesoforų darbą: keliose gretimose sankryžose, visoje gatvėje, miesto dalyje arba visame mieste.

Koordinuotas eismo reguliavimas gali būti įrengtas:

- 1) vienos eismo krypties gatvėje;
- 2) dviejų eismo krypčių gatvėje, kai atstumai tarp sankryžų yra vienodi;
- 3) dviejų eismo krypčių gatvėje su nevienodais atstumais tarp sankryžų.

Lengviausia koordinuoti eismą vienos eismo krypties gatvėje. Pasirenkamas norimas automobilių grupės greitis, tuomet apskaičiuojama šviesoforų signalų įjungimo tvarka kiekvienoje sankryžoje [3]:

$$L_i = V t_i; \quad (5.6)$$

čia: L_i – atstumas tarp dviejų sankryžų, m; V – automobilių grupės greitis, m/s; t_i – žaliojo signalo perstūmimo laikas, s.

Greičio nustatymas koordinuoto eismo reguliavimo sistemoje priklauso nuo kelių aplinkybių:

- 1) esamo greičio pasirinktoje gatvėje,
- 2) gatvės važiuojamosios dalies pločio,
- 3) pėsčiųjų eismo organizavimo,
- 4) matomumo,
- 5) transporto srautų sudėties.

Miestų gatvėse dažniausiai nustatomi tokie greičiai:

- 60 km/h (16,6 m/s) A kategorijos greito eismo gatvėse su izoliuotu pėsčiųjų eismu;
- 50 km/h (13 m/s) B kategorijos pagrindinėse gatvėse su vyraujančiu lengvųjų automobilių eismu;
- 40 km/h (11 m/s) C kategorijos aptarnavimo gatvių tinkle.

Dvipusio eismo gatvėje, koordinuojant eismą, sutapdinami abiejų krypčių žalieji signalai sankryžoje. Dviejų krypčių magistralėje „žaliąją bangą“ nesudėtinga projektuoti, kai:

- 1) atstumai tarp reguliuojamų sankryžų yra pakankamai dideli ir vienodi;
- 2) gatvės parametrai ir eismo sąlygos per visą gatvės ilgį yra vienodi.

Pagrindinis „žaliosios bangos“ kriterijus [3]:

$$L_m = \frac{V_b \cdot T_c}{2} \quad (5.7)$$

čia: L_m – mažiausias kartotinis ilgis atstumui tarp reguliuojamų sankryžų nustatyti, m; V_b – „žaliosios bangos“ greitis, m/s; T_c – ciklo trukmė, s.

Automobilių grupės greitis turi būti toks, kad atstumą tarp sankryžų automobiliai nuvažiuotų per pusę ciklo trukmės. Atstumas tarp sankryžų kartotinis dydžiui L_m , (L_m ; $2 L_m$; $3 L_m$ ir t. t.).

Miestų statybos praktikoje atstumai tarp sankryžų dažniausiai yra nevienodi, eismo sąlygos ruožuose taip pat skirtingos, todėl būtina derinti eismą susikertančiose gatvėse. Jį galima derinti keliais būdais:

1. Atskirose sankryžose priešpriešiniai žalieji signalai gali nesutapti, bet ne daugiau kaip [3]:

$$k_b = \frac{t_z}{t_{zj}} \geq 0,5 \quad (5.8)$$

čia: k_b – „žaliosios bangos“ kryptių nesutapimo koeficientas; t_z – žalio signalo trukmė vienai kryptiui; t_{zj} – „žaliosios juostos“, t. y. abiejų kryptių bendra žaliųjų signalų trukmė.

2. Projektuojami skirtingi „žaliosios bangos“ greičiai atskiruose gatvės ruožuose.

3. Laipsniškai keičiama žaliojo signalo trukmė („platinama“ arba „siaurinama“) važiavimo juosta. Tai rodo, kad keičiamas greitis žaliojo signalo pradžioje arba pabaigoje.

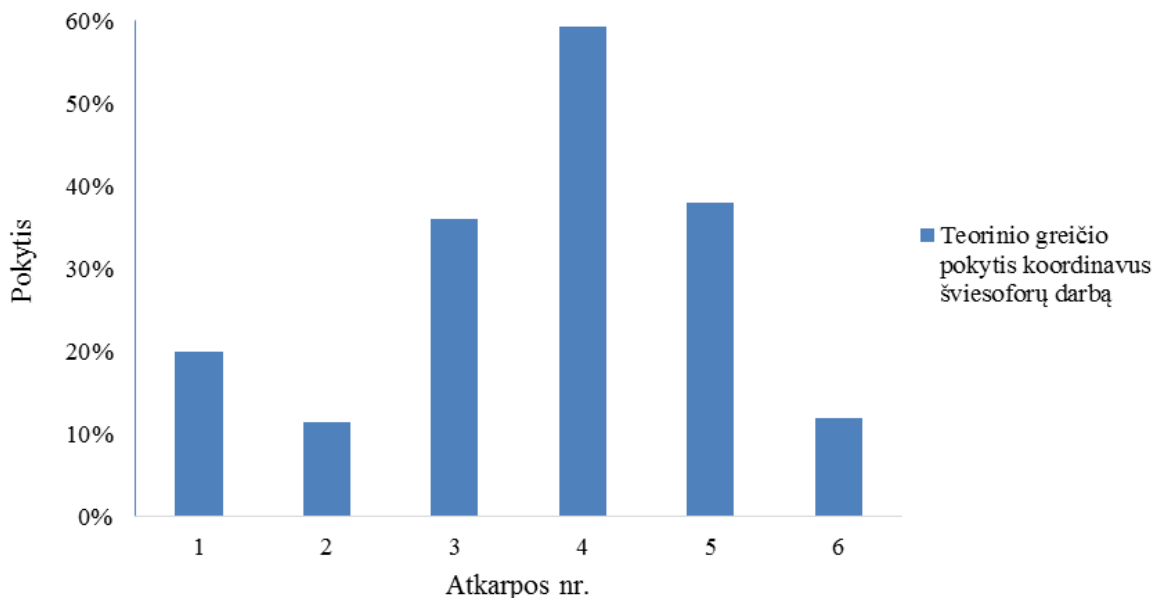
Koordinuotam eismo reguliavimui valdyti yra naudojamos telemechaninės, automatizuotos gatvių eismo valdymo, automatizuotos miesto rajono eismo valdymo sistemos [3].

Išanalizavus tyrimus buvo nustatytas vidutinis greitis atkarpose, jei visame A. Juozapavičiaus pr. būtų įrengtas eismo srautų valdymo, sankryžų darbo režimo koordinavimo metodas žalioji banga, šviesoforų darbas koordinuotas, t. y. ties sankryžomis nereikėtų sustoti ir neefektyviai didinti kuro ir laiko sąnaudas (5.12 lentelė).

5.12 lentelė

Nr.	Maršruto atkarpa	Srautas, aut./h	Atkarpos ilgis, m	Vidutinis greitis atkarpoje, km/h	Vidutinis greitis atkarpoje esant koordinuotam šviesoforų darbui, km/h	Pokytis, %
1.	M. K. Čiurlionio tiltas – A. Juozapavičiaus pr. 114 namas	1691	250	34,40	41,26	19,94
2.	A. Juozapavičiaus pr. 114 namas – Geležinkelio g.	1691	490	30,60	34,10	11,44
3.	Geležinkelio g. – Skuodo g.	1691	400	23,77	32,35	36,07
4.	Skuodo g. – Siūlų g.	774	230	25,65	40,86	59,28
5.	Siūlų g. – Švedų g.	774	380	24,21	33,42	38,02
6.	Švedų g. – Vokiečių g.	405	1090	26,88	30,09	11,94

Galima daryti išvadas, kad šviesoforų darbo optimizavimas yra labai gera priemonė, siekiant padidinti eismo greitį atkarpose, nes koordinavus šviesoforų darbą, ketvirtoje atkarpoje pasiektas daugiau nei per pus didesnis greičio padidėjimas – 59,28%.



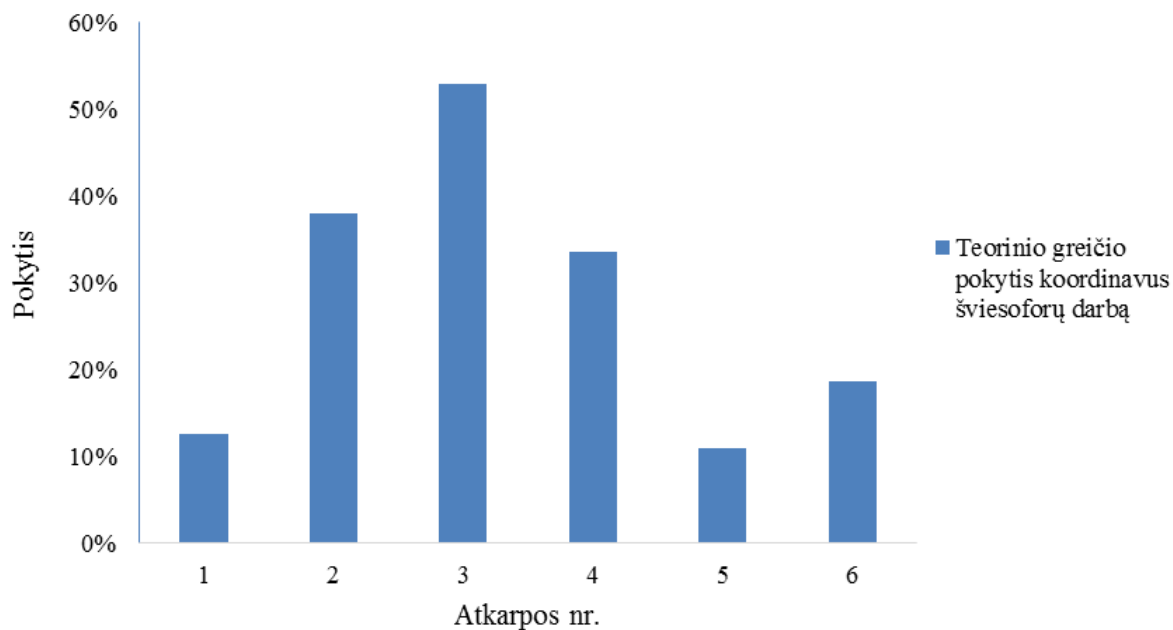
5.5 pav. Teorinio greičio A. Juozapavičiaus pr. pokytis

Kaip matome (5.5 pav.) grafike, šviesoforų darbo koordinavimu A. Juozapavičiaus pr., pasiektas greičio pokytis yra nuo 11,44 % iki 59,28 %. Akivaizdžiai matoma didelė šviesoforų darbo įtaka visame maršrute.

Norint gauti tikslius rezultatus nustatoma koordinuotų šviesoforų, link miesto centro, t. y. nuo Vokiečių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos iki Karaliaus Mindaugo pr. – A. Juozapavičiaus pr. ir Prietilčio g., darbo įtaka šio maršruto greičiui (5.13 lentelė).

5.13 lentelė

Nr.	Maršruto atkarpa	Srautas, aut./h	Atkarpos ilgis, m	Vidutinis greitis atkarpoje, km/h	Vidutinis greitis atkarpoje esant koordinuotam šviesoforų darbui, km/h	Pokytytis, %
1.	Vokiečių g. – Švedų g.	405	1090	25,60	28,81	12,54
2.	Švedų g. – Siūlų g.	774	380	24,21	33,42	38,02
3.	Siūlų g. – Skuodo g.	774	230	28,69	43,90	53,00
4.	Skuodo g. – Geležinkelio g.	1691	400	25,49	34,06	33,64
5.	Geležinkelio g. – A. Juozapavičiaus pr. 114 namas	1691	490	32,00	35,50	10,94
6.	A. Juozapavičiaus pr. 114 namas – M. K. Čiurlionio tiltas	1691	250	37,36	44,33	18,67



5.6 pav. Teorinio greičio A. Juozapavičiaus pr. pokytis

Grafike (5.6 pav.) matyti, kad sumodeliuotas transporto srauto greitis nagrinėjamose atkarpose yra padidėjęs nuo 10,94 % iki 53,00 %. Didžiausias srauto greičio pokytis yra trečioje atkarpoje, t. y. nuo Siūlų g. – Mažeikių g. sankryžos iki Skuodo g. – Geležinkelio g. sankryžos, tam didžiausios įtakos turėjo trumpas šios atkarpos ilgis.

Svarbiausi maršruto atkarpų parametrai, pateikti 5.14 ir 5.15 lentelėse, paskaičiuoti esant koordinuotam šviesoforų darbui. Norint įvertinti koordinuoto judėjimo poveikį transporto srauto greičiui, maršruto atkarpose esantys šviesoforai nevertinami prie srautą stabdančių objektų.

5.14 lentelė

Maršruto atkarpų aprašas esant koordinuotam šviesoforų darbui nuo miesto centro

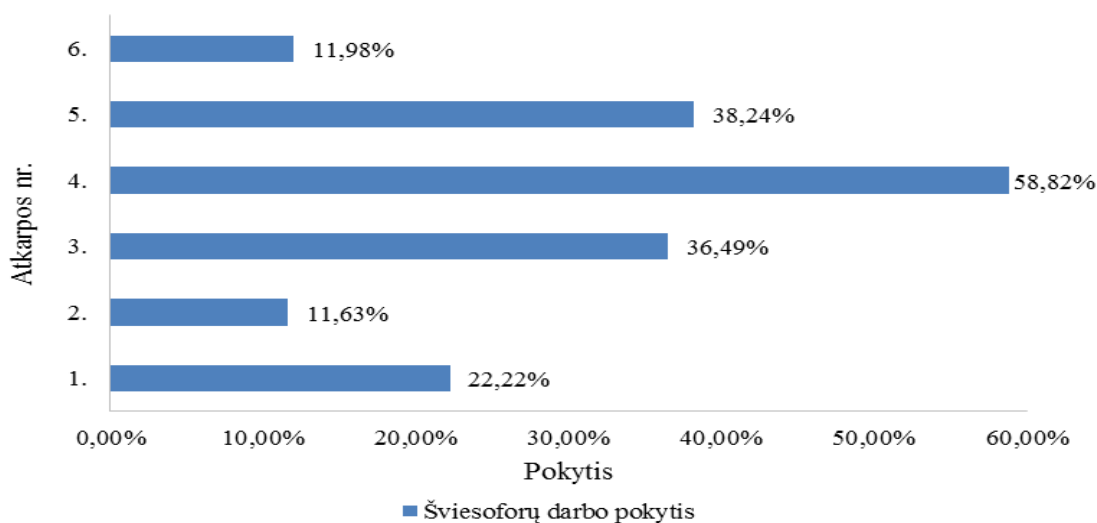
	Atkarpos nr.					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Eismo intensyvumas, aut./val.	1 691	1 691	1 691	774	774	405
Greitis gatvės atkarpoje v , km/h	41,26	34,10	32,35	40,86	33,42	30,09
Laikas per kurį įveikiama gatvės atkarpa t , min	0,36	0,86	0,74	0,34	0,68	2,17

5.15 lentelė

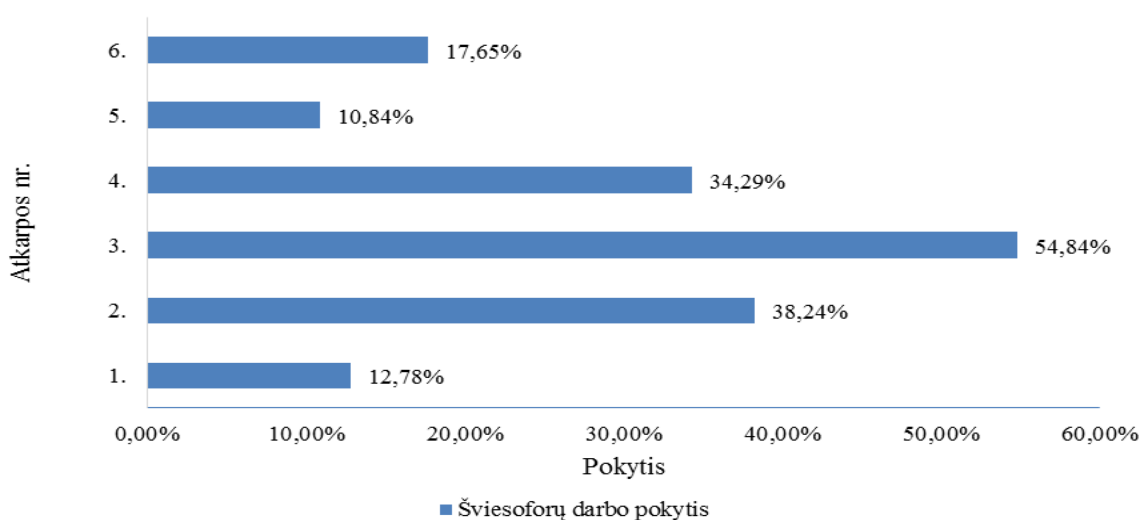
Maršruto atkarpų aprašas esant koordinuotam šviesoforų darbui link miesto centro

	Atkarpos nr.					
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Eismo intensyvumas, aut./val.	405	774	774	1 691	1 691	1 691
Greitis gatvės atkarpoje v , km/h	28,81	33,42	43,90	34,06	35,50	44,33
Laikas per kurį įveikiama gatvės atkarpa t , min	2,27	0,68	0,31	0,70	0,83	0,34

Pateiktose lentelėse (5.14 ir 5.15) matomas ženklus laiko padidėjimas atkarpose kur yra reguliuojamas šviesoforo darbas. Esant koordinuotam šviesoforų darbui, sudarant vadinamąją „žaliąją bangą“ kuomet atkarpose esantys šviesoforai yra sureguliuoti dirbti bendrai kartu, padidėja transporto srauto greitis ir sutrumpėja gatvės įveikimo laikas. 5.7 pav. pavaizduotas laiko pokytis įveikiant maršruto atkarpas, esant nekoordinuotam šviesoforų darbui ir koordinuotam šviesoforų darbui, važiuojant A. Juozapavičiaus pr. nuo miesto centro ir 5.8 pav. pavaizduotas laiko pokytis įveikiant maršruto atkarpas, esant nekoordinuotam šviesoforų darbui ir koordinuotam šviesoforų darbui, važiuojant A. Juozapavičiaus pr. link miesto centro:



5.7 pav. Laiko pokytis esant skirtingiems šviesoforų darbo režimams



5.8 pav. Laiko pokytis esant skirtingiems šviesoforų darbo režimams

Iš 5.7 pav. ir 5.8 pav. matome didžiausią laiko pokytį atkarpoje nuo Siūlų g. – Mažeikių g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos iki Skuodo g. ir A. Juozapavičiaus pr. sankryžos – nuo 58,82 % iki 54,84 %.

5.3 Viešojo / privataus transporto srauto greičių palyginimas

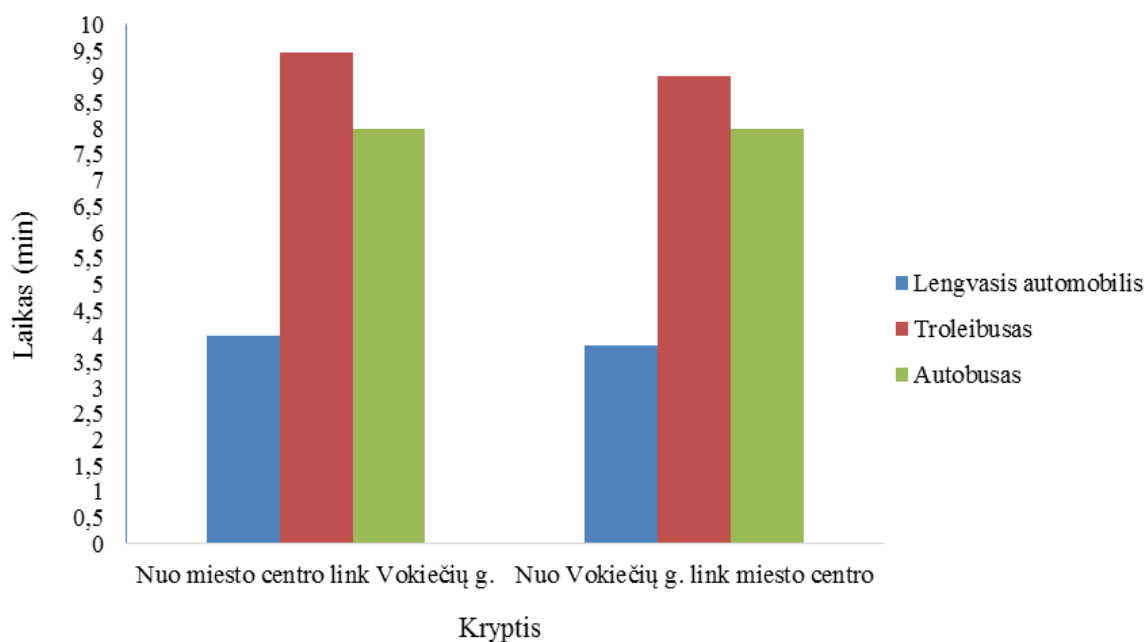
Siekiant nustatyti transporto rūšies, tai lengvojo automobilio ar viešojo transporto laiko sąnaudas, buvo palyginta kiek laiko yra įveikiamas A. Juozapavičiaus pr. abejomis kryptimis, įskaitant ir tai, kad viešasis transportas kiekvienoje stotelėje, o jų maršrute yra šešios, vidutiniškai stovi po 15 s., gauti rezultatai pateikti 5.16 lentelėje:

5.16 lentelė

Laiko gaištis įveikiant A. Juozapavičiaus pr.

Transporto priemonė	Laikas (min)	
	Nuo miesto centro link Vokiečių g.	Nuo Vokiečių g. link miesto centro
Lengvasis automobilis	3,99	3,82
Troleibusas	9,47	9,00
Autobusas	8,00	7,99
Viešojo transporto stovėjimo laikas stotelėse (6 stotelės)	1,50	1,50
Lengvojo automobilio ir stovėjimo stotelėse suminis laikas	5,49	5,32

5.16 lentelėje palyginus laiko sąnaudas reikalingas įveikti tą patį maršrutą viešuoju transportu ir automobiliu, matyti kelionės automobiliu privalumas. Keliaujant automobiliu sutaupoma kiek daugiau nei dvigubai laiko nesvarbu kuria kryptimi vykstant – nuo 4,01 iki 5,48 min. Grafiniai rezultatai pateikiami 5.9 pav.:



5.9 pav. Laiko gaištis įveikiant A. Juozapavičiaus pr.

Grafike (5.9 pav.) matoma, kad kelionė automobiliu trunka 2,37 karto trumpiau lyginant su troleibusu ir 2 kartais trumpiau lyginant su autobusu važiuojant nuo miesto centro link Vokiečių g., bei judant priešinga kryptimi trunka 2,36 karto trumpiau lyginant su troleibusu ir 2,09 karto trumpiau lyginant su autobusu. Įvertinant faktą, kad stotelėse gali reikėti laukti troleibusų nuo 2 min iki 10 min ir daugiau, o kelionės autobusu gali trukti laukti ir dar ilgiau. Dėl to šiam maršrutui įveikti geriau pasirinkti automobilį. Automobiliu maršruto tikslas bus pasiekiamas greičiau ir patogiau, nes priešingai nei viešuoju transportu, nereikia laukti stotelėse, kol yra išlaipinami ir įlaipinami keleiviai.

5.4 Viešojo transporto greičio didinimo galimybių tyrimas

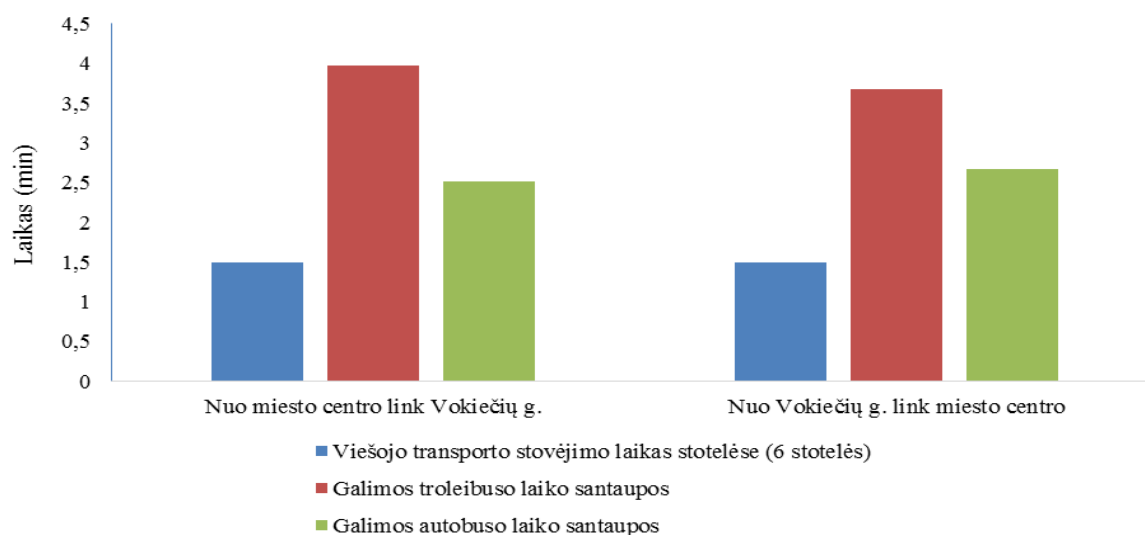
Daugelis žmonių yra įpratę naudotis nuosavais automobiliais, nes žino, kad naudojantis viešuoju transportu savo kelionės tikslą truks pasiekti daug ilgiau, nei su autobusu ar troleibusu. Todėl būtina išanalizuoti kokia yra laiko gaištis įveikiant A. Juozapavičiaus pr. ir rasti alternatyvų, kurios leistų, pagreitinti viešąjį transportą ir taip padaryti jį patrauklesniu miesto gyventojams ir svečiams. 5.17 lentelėje pateikiamos galimos viešojo transporto laiko santaupos, važiuojant A. Juozapavičiaus pr. abejomis kryptimis.

5.17 lentelė

Galimos laiko santaupos

Transporto priemonė	Laikas (min)	
	Nuo miesto centro link Vokiečių g.	Nuo Vokiečių g. link miesto centro
Viešojo transporto stovėjimo laikas stotelėse (6 stotelės)	1,50	1,50
Lengvojo automobilio ir stovėjimo stotelėse suminis laikas	5,49	5,32
Galimos troleibuso laiko santaupos	3,98	3,68
Galimos autobuso laiko santaupos	2,51	2,67

Iš 5.17 lentelės gauti rezultatai pateikiami grafiškai.



5.10 pav. Galimos viešojo transporto laiko santaupos

5.10 pav. matyti, kiek laiko, teoriškai būtų galima sutaupyti, kad viešojo transporto A. Juozapavičiaus prospekto įveikimo greitis padidėtų iki individualaus lengvojo automobilio greičio įskaitant ir tai, kad viešasis transportas sustoja šešiose stotelėse ir kiekvienoje iš jų vidutiniškai prastovi po 15 s. Kaip matome, didesnės laiko santaupos yra troleibuso, nei autobuso, bet abiejų tipų transporto laiko santaupos yra didelės - nuo 2,51 min iki 3,98 min.

Siūlomi greičio didinimo variantai:

1. Autobusų ir troleibusų grafikai perderinti taip, kad nagrinėjamos A. Juozapavičiaus pr. atkarpos įveikimas sutrumpėtų 3 min.
2. Šviesoforų darbo reguliavimas suteikiant prioritetą viešajam transportui.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

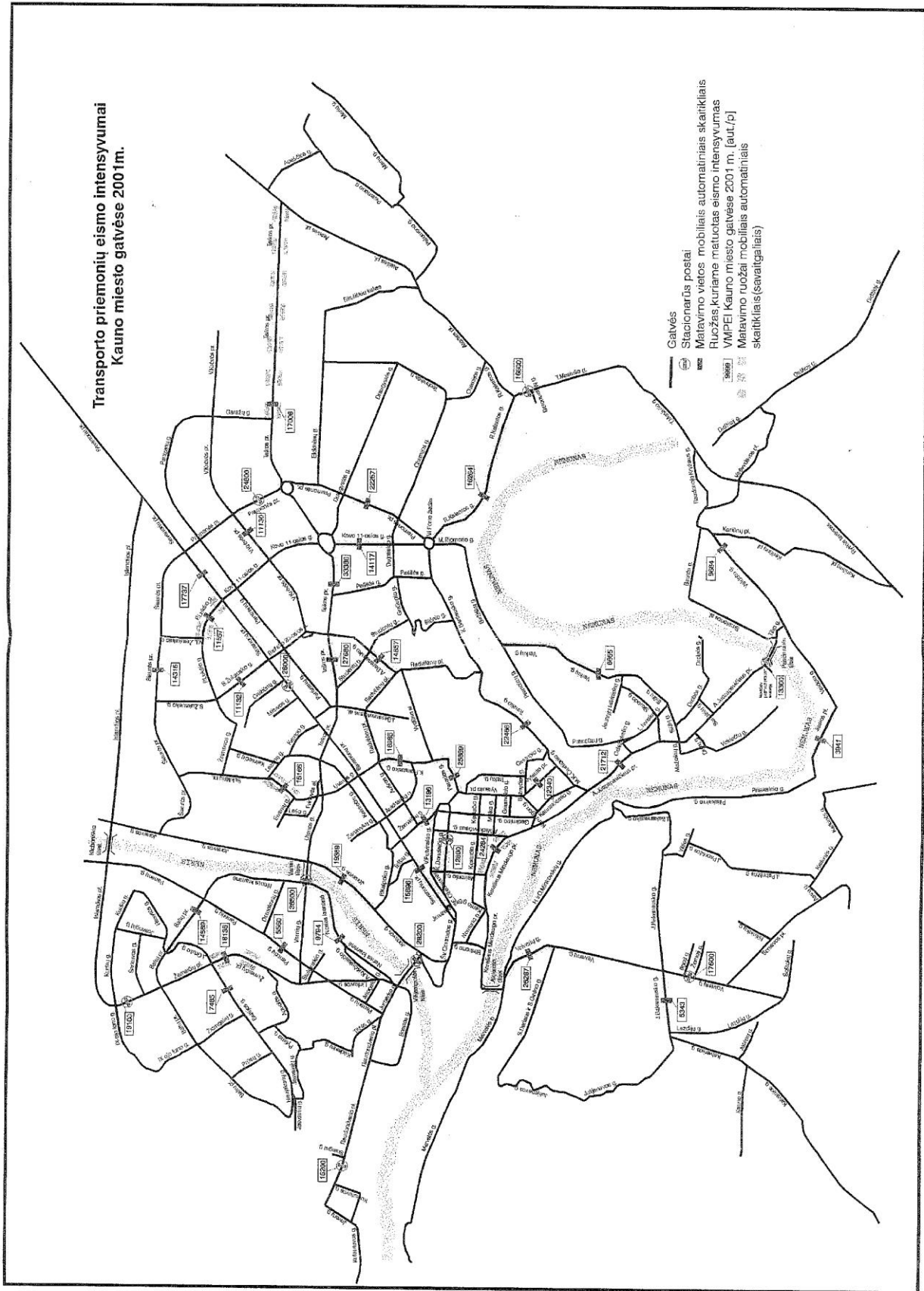
1. Atlikus transporto srautų analizę nustatyta, kad susisiekimo greitį pagrindinai įtakoja spūsčių susidarymas, kas atitinkamai sąlygoja susisiekimo poreikį neatitinkančios infrastruktūros sistemą (gatvių pralaidumas), bei netinkamą eismo reguliavimo sistemą (šviesoforų darbo reguliavimas). Didžiausias spūsčių susidarymas nustatytas Šv. Gertrūdės g, Birštono g., Taikos pr. – Pramonės pr. ties žiedine sankryža, ties Utenos g. – Savanorių pr. sankryža, Savanorių pr. – Taikos pr. sankryža ir kt.
2. Atlikus kompleksinius transporto srauto judėjimo parametrų tyrimus nustatyti 2014 m. eismo intensyvumo srautai A. Juozapavičiaus pr. atkarpose: nuo Prietilčio g. iki Skuodo g. - 1 358 aut./h, nuo Skuodo g. iki Švedų g. - 622 aut./h. ir nuo Švedų g. iki Vokiečių g. - 325 aut./h. Eksperimentiškai ištyrus nustatytas transporto greitis - 39,42 km/h vykstant kryptimi nuo miesto centro link Vokiečių g. ir 44,60 km/h greitis priešinga kryptimi, o viešojo transporto greitis įvertinus stovėjimą stotelėse siekia - nuo 17,49 iki 20,77 km/h.
3. Atlikus analitinius transporto srauto greičio tyrimus bei palyginus 2011 m. ir 2014 m. greičių pokyčius, matomas greičių padidėjimas, nes 2012 m. uždarytas Panemunės tiltas lėmęs eismo intensyvumo srauto sumažėjimą, dėl kurio įtakos padidėjo greitis visame A. Juozapavičiaus pr. abejomis kryptimis.
4. Įvertinus koordinuoto šviesoforų darbo įtaką transporto srauto judėjimo greičiui nustatyta, kad galimas greičio padidėjimas A. Juozapavičiaus pr. yra nuo 10,94 % iki 59,28 %.
5. Įvertinus lengvųjų automobilių ir viešojo transporto judėjimo greitį, nustatytas daugiau nei dvigubas (2,0 - 2,37) viešojo transporto gaištis laikas įveikiant A. Juozapavičiaus pr., todėl kaip greičio didinimo galimybes siūlau tokius variantus - perderinti autobusų ir troleibusų grafikus, kad atkarpos įveikimas sutrumpėtų vidutiniškai apie 3 min. ir sureguliuoti šviesoforų darbą suteikiant prioritetą viešajam transportui.

INFORMACINIŲ ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

1. Baublys A., Vasiliauskas V. Transporto infrastruktūra. Vadovėlis transporto specialybių studentams. Vilnius: Technika, 2005. 468 p.
2. Burinskienė M., Paliulis G. M., Ušpalytė-Vitkūnienė R. Miestų viešasis transportas. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2009. 192 p.
3. Paliulis G. M. Eismo inžinerija. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika, 2007. 120p.
4. Kauno miesto Bendrasis planas. Susisiekimo infrastruktūra. Kauno SĮ „Kauno planas“. Kaunas, 2000.
5. Kauno miesto Bendrasis planas. Esamos būklės analizė. Inžinerinė aplinka, III tomas. Dalis – A: Susisiekimas. Kauno SĮ „Kauno planas“. Kaunas, 2011.
6. Automobilių skaičius Žemėje artėja prie milijardo. [žiūrėta 2015-03-09] Prieiga per internetą: <http://www.automobiles.lt/naujienos/Kitos/Automobiliu+skaicius+Zemeje+arteja+prie+milijardo>
7. Lietuvos statistikos departamentas. [žiūrėta 2015-05-15] Prieiga per internetą: <http://www.stat.gov.lt/>
8. Lietuvos žemėlapiai internete. [žiūrėta 2015-05-10] Prieiga per internetą: <http://www.maps.lt/map/default.aspx?lang=lt>
9. Maršrutai ir tvarkaraščiai. [žiūrėta 2015-05-11] Prieiga per internetą: <http://www.stops.lt/kaunas/#kaunas/map>
10. „Park and Ride“ sistemos ženklas. [žiūrėta 2015-04-27] Prieiga per internetą: <http://www.tallshipsracesgreenock.com/news/view/21>
11. Peugeot 406. [žiūrėta 2015-03-25] Prieiga per internetą: <http://public.servicebox.peugeot.com/ddb/>
12. Race technology DL1 Introduction. [žiūrėta 2015.05.12]. Prieiga per internetą: <http://www.race-technology.com/wiki/index.php/DL1/Introduction>
13. Statybos techninių reikalavimų reglamentas STR 2.06.01:1999 MIESTŲ, MIESTELIŲ IR KAIMŲ SUSISIEKIMO SISTEMOS. [žiūrėta 2015-02-10] Prieiga per internetą: http://www3.lrs.lt/pls/inter3/dokpaieska.showdoc_1?p_id=162434&p_query=&p_tr2=2
14. M. Starevičius 2013. Transporto technologijos. Paskaitų medžiaga.

PRIEDAI

P-1. 2001m. Kauno miesto eismo intensyvumų schema

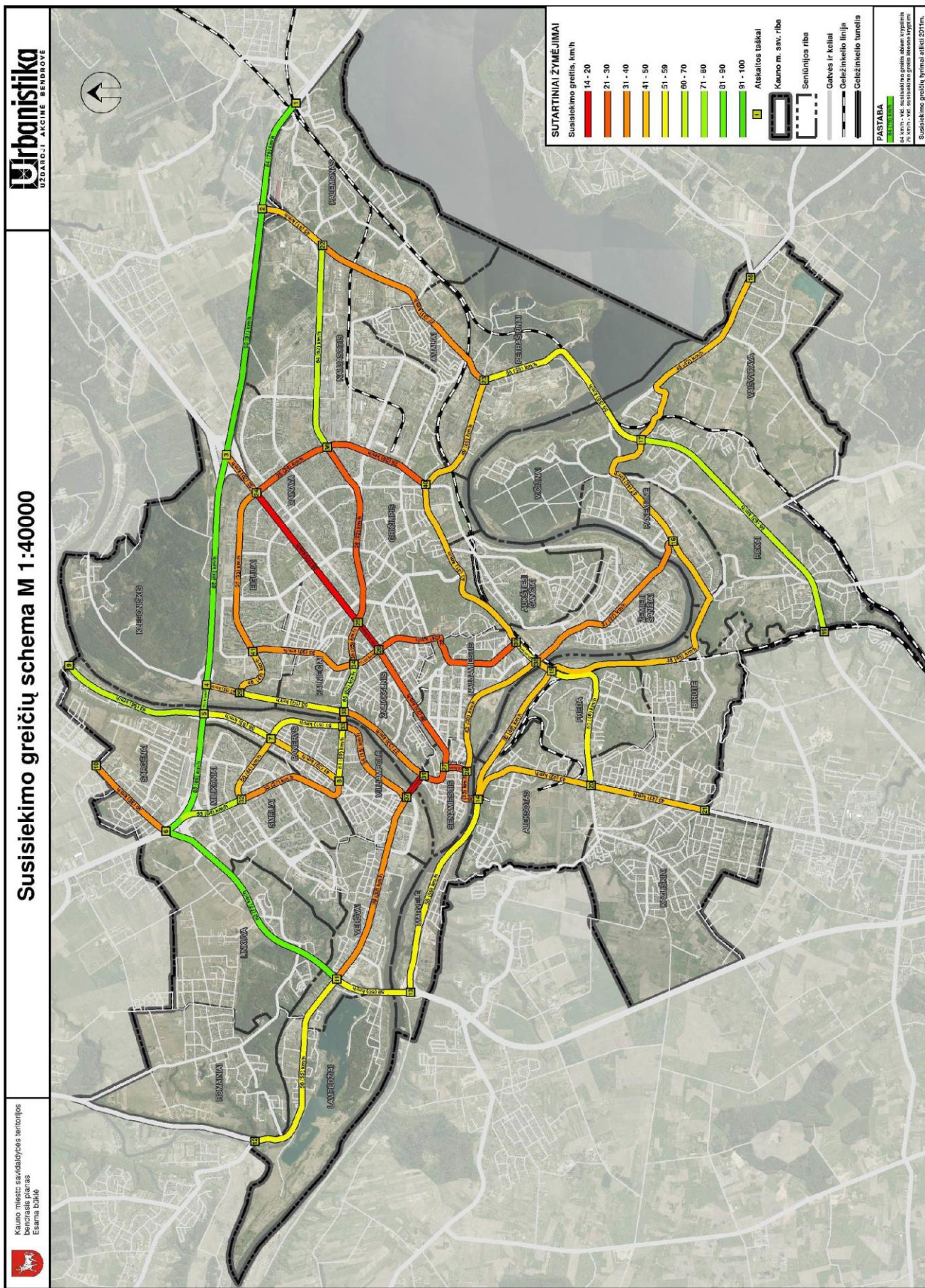


P-3. Kauno miesto gatvių atkarpų susisiekimo greičiai

Taškų Nr.	Gatvės atkarpa	Vidutinis greitis (min. greitis)
5-6	Islandijos pl.	85 (85)
3-4	Islandijos pl.	85 (80)
1-2	Kelias „A1“	84 (79)
6-11	Vakarinis lankstas	82 (77)
4-5	Islandijos pl. (Šiaurinis tiltas)	73 (71)
17-19	Marijampolės pl.	66 (63)
6-32	Žemaičių pl.	65 (64)
30-34	Nuokalnės g.	65 (62)
22-36	Taikos pr.	64 (62)
5-9	Panerių g.	63 (58)
38-39	M. K. Čiurlionio g. – Prietilčio g.	59 (49)
13-14	Vakarinis lankstas ⁴⁾	58 (56)
11-13	Marvelės g.	58 (50)
7-33	Neries krantinės – Baltų pr.	57 (51)
11-12	Raudondvario pl.	56 (55)
5-7	Panerių g.	56 (53)
17-23	Pietinis lankstas – T. Masiulio g.	55 (55)
29-30	Jonavos g.	53 (52)
15-20	Europos pr.	53 (46)
8-33	Varnių g.	51 (50)
14-15	H ir O. Minkovskių g.	50 (49)
30-33	Varnių g. (Varnių tiltas)	50 (48)
7-32	Baltų pr.	50 (44)
15-38	M. K. Čiurlionio tiltas	49 (47)
23-40	K. Baršausko g. – R. Kalantos g.	49 (45)
15-16	H ir O. Minkovskių g. – Piliakalnio g. – Jiesios pl. – Vaidoto g.	48 (45)
16-17	Vaidoto g. – Vaišvydavos pl.	47 (46)
29-41	Šiaurės pr.	46 (43)
17-18	Vaišvydavos pl. – Didžioji g. – Piliuonos g.	45 (42)

2-22	Ateities pl.	45 (41)
14-21	Veiverių g.	43 (42)
39-40	K. Baršausko g.	43 (41)
28-38	Karaliaus Mindaugo pr.	42 (39)
4-29	Jonavos g.	42 (33)
7-8	Panerių g.	41 (32)
6-10	Vandžiogalos g.	40 (38)
11-37	Raudondvario pl.	38 (32)
3-24	Savanorių pr.	38 (20)
30-31	Jonavos g.	37 (33)
22-23	Ateities pl.	37 (31)
26-34	Utenos g.	37 (28)
24-41	Šiaurės pr.	37 (33)
14-28	Karaliaus Mindaugo pr.	36 (33)
25-34	Nuokalnės g. – Tvirtovės al.	36 (25)
33-37	Neries Krantinė	34 (15)
34-41	Sukilėlių pr.	33 (30)
8-32	Linkuvos g. – Žemaičių pl.	33 (27)
16-38	Juozapavičiaus pr. 4)	31 (27)
26-39	Parodos g. – K. Petrausko g. – Vytauto pr.	28 (24)
26-27	Savanorių pr.	28 (23)
27-28	Šv. Gertrūdos – Birštono g.	26 (23)
25-36	Taikos pr.	26 (22)
36-40	Pramonės pr.	25 (25)
24-36	Pramonės pr.	25 (24)
27-31	Šv. Gertrūdos – Šauklių g.	22 (19)
24-25	Savanorių pr.	20 (17)
31-37	Jurbarko g. (Vilijampolės tiltas)	14 (7)

P-4. 2011m. Kauno miesto susisiekimo greičių schema



P-5. A. Juozapavičiaus pr. infrastruktūros objektai

