



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

Žydrūnas Ričkus

PRIEMIESČIO TERITORIJŲ GENERUOJAMŲ
TRANSPORTO SRAUTŲ TYRIMAS

Bakalauro baigiamasis darbas

Vadovas
Doc. dr. Martynas Starevičius

Kaunas, 2015

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO FAKULTETAS

PRIEMIESČIO TERITORIJŲ GENERUOJAMŲ
TRANSPORTO SRAUTŲ TYRIMAS

Baigiamasis bakalauro projektas
Transporto priemonių inžinerija (612E20001)

Vadovas

(parašas) Doc. dr. Martynas Starevičius

(data)

Recenzentas

(parašas) Doc. Dr. Artūras Keršys

(data)

Projektą atliko

(parašas) Žydrūnas Ričkus

(data)

Kaunas, 2015

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

Suderinta:

.....
2015 m. vasario mėn. 6 d.

UNIVERSITETINIŲ PIRMOSIOS PAKOPOS STUDIJŲ BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS

Studijų programa: TRANSPORTO PRIEMONIŲ INŽINERIJĄ

Universitetinių pirmosios pakopos studijų, kurias baigus įgyjamas bakalauro kvalifikacinis laipsnis, baigiamasis darbas yra taikomojo ar tiriamojo pobūdžio projektas, kuriam atlikti ir apginti skiriama 12 kreditų. Šiuo projektu studentas parodo, kad yra sukaupęs pakankamai žinių, yra įgijęs pakankamai gebėjimų ir turi pakankamą pasirinktos studijų krypties analitinio ar projektavimo darbo patirtį. Baigiamuoju projektu bei jo gynimu studentas parodo savo kūrybingumą, socialinės bei komercinės aplinkos, teisės aktų ir finansinių galimybių išmanymą, informacijos šaltinių paieškos ir jų analizės įgūdžius, gilų nagrinėjamos temos supratimą, projektavimo ir inžinerinės analizės įgūdžius, informacinių technologijų naudojimo ir rašytinio bendravimo, taisyklingos kalbos vartosenos įgūdžius, gebėjimą tinkamai formuluoti išvadas.

Išduota studentui	<i>Žydrūnui Ričkui</i>	
1. Darbo tema:	<i>Priemiesčio teritorijų generuojamų transporto srautų tyrimas</i> <i>Investigation of the transport flows of the suburban territories</i>	
Patvirtinta 2015 m. gegužės mėn. 11 d. dekanų įsakymu Nr. ST17-F-11-1		
2. Darbo tikslas	<i>Ištirti transporto srautų kitimą Kauno priemiesčio teritorijose ir įvertinti veiksnius įtakančius šį kitimą</i>	
3. Darbo uždaviniai ir struktūra	<i>Išanalizuoti pagrindinius veiksnius įtakančius transporto srautų kitimą.</i> <i>Ištirti ekonominių (BVP, automobilizacijos lygis) ir demografinių (aplinkinių teritorijų gyventojų skaičius) veiksnių įtaką transporto srautų kitimui;</i> <i>Išanalizuoti eismo intensyvumo kitimą keliuose ir gatvėse, jungiančiose nagrinėjamą teritoriją su Kauno miestu, įvertinti jungčių apkrovimo lygį atsižvelgiant į techninius reglamentus.</i> <i>Ištirti esamą transporto srauto greitį keliuose ir gatvėse, jungiančiose nagrinėjamą teritoriją su Kauno miestu.</i> <i>Įvertinti viešojo transporto, gyventojų skaičiaus ir kitų veiksnių kitimo įtaką transporto srauto greičiui keliuose ir gatvėse, jungiančiose nagrinėjamą teritoriją su Kauno miestu.</i>	
4. Reikalavimai ir sąlygos		
5. Užduoties išdavimo terminas	<u>2015-02-06</u> (data)	
6. Darbo pateikimo (gynimui) terminas	<u>iki 2015-05-29</u> (data)	
Užduotį gavau:	<u>(studento vardas, pavardė, parašas)</u>	<u>(data)</u>
Vadovas:	<u>(pareigos, vardas, pavardė, parašas)</u>	<u>(data)</u>



KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS
MECHANIKOS INŽINERIJOS IR DIZAINO

(Fakultetas)

ŽYDRŪNAS RIČKUS

(Studento vardas, pavardė)

Transporto priemonių inžinerija 612E20001

(Studijų programos pavadinimas, kodas)

Baigiamojo projekto „*Priemiesčio teritorijų generuojamų transporto srautų tyrimas*“

AKADEMINIO SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2015 m. gegužės 25 d.

Kaunas

Patvirtinu, kad mano, **Žydrūno Ričkaus**, baigiamasis projektas tema **„PRIEMIESČIO TERITORIJŲ GENERUOJAMŲ TRANSPORTO SRAUTŲ 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)

Ričkus Ž. Priemiesčio teritorijų generuojamų transporto srautų tyrimas. Sausumos transporto inžinerijos bakalauro baigiamasis projektas / vadovas doc. dr. Martynas Starevičius; Kauno technologijos universitetas, Mechanikos inžinerijos ir dizaino fakultetas.

Kaunas, 2015

SANTRAUKA

Lietuvoje automobilių spūstys tampa vis dažnesnės, jos susidaro dėl to kad gatvės nėra pritaikytos tokiems dideliems automobilių srautams. Šiame darbe yra atliktas tyrimas kaip kito automobilių srautas kelio atkarpoje jungiančioje Raudondvarį su Kauno miestu bei kokie veiksniai lėmė šį kitimą.

Tyrimo pradžioje yra analizuojami įvairūs veiksniai darantys įtaką transporto srautų kitimui pasirinktame ruože Raudondvaris – Kaunas. Šio ruožo pabaiga važiuojant nuo Raudondvario yra parinkta ne ties Kauno miesto administracine riba, bet ties Raudondvario plento ir Kaniūkų gatvės sankryža, nes ten kur kas patogesnis susisiekimas su didžiąja miesto teritorijos dalimi. Tolimesnėje tyrimo eigoje pasirinktas ruožas yra suskirstomas į atkarpas atsižvelgiant į srauto greitį įtakančius objektus. Vėliau šiuose atkarpose suskaičiuoti pagrindiniai automobilių srauto parametrai bei atliktos eismo intensyvumo kitimo prognozės iki 2020 metų.

Raktiniai žodžiai: srautai, Raudondvaris, pikas, eismas.

Ričkus Ž. Investigation of the transport flows of the suburban territories. Vehicle engineering bachelor degree final project / supervisor dr. Martynas Starevičius; Kaunas university of technology, Faculty of mechanical engineering and design.

Kaunas, 2015

SUMMURY

In Lithuania traffic jams are becoming more frequent, that is due to the fact that the streets are not designed for such large traffic flows. The research in this work is about how stream of cars varied on the route that connects Raudondvaris with Kaunas city and the factors that led to this variation.

The study initially analyzed the various factors affecting the traffic flow variation on the route Raudondvaris - Kaunas. The section ends when driving from Raudondvaris is not selected at Kaunas city administrative boundary, but at the intersection of “Raudondvario plentas” and “Kaniūkų gatvė”, because there is much more convenient connections to the city for the most part of the territory. In the further study according to the influence of flow rate affecting objects the course is divided into sections. Later in these sections major car traffic parameters were counted and the traffic forecasts by the year 2020 in this route were made.

Key words: streams, Raudondvaris, peak, traffic.

ĮVADAS	8
1. LITERATŪROS ANALIZĖ.....	9
1.1 Priemiesčių su miestų ryšiai ir susisiekimas.....	9
1.2 Susisiekimo sistemų planavimas	11
1.3 Gatvių klasifikacija.....	12
1.4 Parametrai apibūdinantys eismą	13
1.5 Techninės eismo organizavimo priemonės.....	17
1.5.1 Kelio ženklai ir ženklinimas	17
1.5.2 Transporto ir pėsčiųjų šviesoforai	21
1.5.3 Koordinuotas eismo valdymas šviesoforais	23
1.6 Gatvių tinklo laidumas.....	25
2. Transporto srauto greičio nustatymo metodika	27
3. Ekonominių ir demografinių veiksnių įtaka transporto srautų kitimui.....	30
3.1 Bendras vidaus produktas	30
3.2 Gyventojų skaičius	31
3.3 Automobilizacijos lygis	32
3.4 Viešojo transporto įtakos kitimas	33
3.5 Eismo intensyvumo kitimas.....	34
4. ANALITINIAI TYRIMAI	37
4.1 Objektai darantys įtaką srauto greičiui tiriamoje atkarpoje.....	37
4.2 Įtaką srauto greičiui darančių objektų poveikio dydžio tyrimas.....	40
IŠVADOS	45
LITERATŪRA	46
PRIEDAI	47
P-1. Greičiai vakarinio ir rytinio piko metu link Kauno.....	48
P-2. Greičiai vakarinio ir rytinio piko metu link Raudondvario.....	49
P-3. Vidutinis greitis bei vidutinis srauto greitis parinktame maršrute link Kauno	50

IVADAS

Gatvių tinklas ir transporto mazgai (sankryžos, sankirtos) turi suteikti žmonėms galimybes greitai, saugiai ir komfortiškai keliauti iš vienos vietos į kitą. Dėl didėjančio automobilių kiekio keliuose atsiranda vis daugiau problemų. Dėl atsiradusių eismo kamščių didėja oro tarša, ilgėja kelionės laikas, žmonės patiria stresą, o svarbiausia didėjant automobilių skaičiui keliuose mažėja tiek pėsčiųjų, tiek ir pačių vairuotojų saugumas. Norint išspręst šias problemas ar bent sumažint jų daromą neigiamą poveikį visuomenei būtina analizuot eismo intensyvumą bei jo kitimą keliuose, kad būtų galima išspręsti esamas ir būsimas problemas. Tokiu būdu užtikrinant saugią, greitą bei komfortišką kelionę vairuotojams bei saugia aplinką pėstiesiems.

Darbo tikslas: Ištirti transporto srautų kitimą Kauno priemiesčio teritorijose ir įvertinti veiksnius įtakančius šį kitimą.

Darbo uždutis:

1. Išanalizuoti pagrindinius veiksnius įtakančius transporto srautų kitimą.
2. Ištirti ekonominių (BVP, automobilizacijos lygis) ir demografinių (aplinkinių teritorijų gyventojų skaičius) veiksnių įtaką transporto srautų kitimui;
3. Išanalizuoti eismo intensyvumo kitimą keliuose ir gatvėse, jungiančiose nagrinėjamą teritoriją su Kauno miestu, įvertinti jungčių apkrovimo lygį atsižvelgiant į techninius reglamentus.
4. Ištirti esamą transporto srauto greitį keliuose ir gatvėse, jungiančiose nagrinėjamą teritoriją su Kauno miestu.
5. Įvertinti viešojo transporto, gyventojų skaičiaus ir kitų veiksnių kitimo įtaką transporto srauto greičiui keliuose ir gatvėse, jungiančiose nagrinėjamą teritoriją su Kauno miestu.

1. LITERATŪROS ANALIZĖ

1.1 Priemiesčių su miestų ryšiai ir susisiekimas

Urbanizuotos teritorijos susisiekimo sistema – tai pėsčiųjų, keleivių ir transporto priemonių bei jų eismui reikalingos inžinerinės infrastruktūros, informacinių, saugaus eismo, poveikio aplinkai mažinančių ir eismą reguliuojančių priemonių visuma [10].

Priemiestinė zona miestui teikia naudingą ir yra reikalinga:

- Apsaugai nuo nepalankių klimato veiksnių ir miesto mikroklimatui kurti. Tai bendra stambių integruotų su miestu želdinių funkcija.
- Kaip žemės ūkio produktų bei statybinių medžiagų ir žaliavų tiekėja. Paprastai esant tinkamom sąlygom žemės ūkis specializuotas tiekti pieną, vaisius, daržoves ir pan.
- Miesto infrastruktūros objektams tokiems kaip – vandenvietėms, nuotekų valykloms, atliekų sąvartynams, oro uostams, geležinkelio linijoms ir stotims, autokeliams statyti (tiesti, įrengti).
- Miestiečių statyti vasarvietėms bei sodų bendrijoms.
- Turtingesniųjų sluoksnių, miestų gyventojų būstam.
- Rekreacinėms zonoms įrengti, tai yra - sporto ir turizmo kompleksams, moteliams bei kempingams statyti.
- Kurtis pramonės ir kitokioms įmonėms, sandėliams, garažams, kurie dėl įvairių ekonominių, techninių ar aplinkosauginių priežasčių nesikūrė mieste arba dėl analogiškų priežasčių buvo priversti išsikelti iš miesto.
- Priemiestinės zonos želdiniai, suteikus jiems atitinkamą rangą, gali reguliuoti miesto plėtrą. Jų nesant – priemiestinė zona yra mažiau suvaržytos. Miestas turi rezervą, esant būtinybei plėstis išnaudodamas priemiesčio teritorijas.

Miestas priemiestinei zonai:

- Gali teikti administracines paslaugas (tiesa, taip gali būti ne kiekvienu atveju), t. y. miestas ir priemiestinė zona ar jos dalis yra viena savivaldybė, o kartu – vienas bendrojo planavimo objektas. Planavimo sėkmė tokiu atveju išauga.
- Teikia tokias paslaugas kaip: mokyklų, ligoninių, prekybos, kultūros ir kitas; darbo vietas, dėl kurių atsiranda reguliari švytuoklinė migracija.
- Gali teikti ir techninės infrastruktūros paslaugas tokias kaip: vandens, dujų, elektros, ryšių, susisiekimo [1].

Susisiekimo sistemos planavimas apima esamos būklės susisiekimo analizę ir įvertinimą; susisiekimo procesų prognozę; problemų ir tikslų nustatymą bei tikslams įgyvendinti reikalingų sąlygų, t.y. planavimo sprendinių, nustatymą, įgyvendinimo eiliškumą.

- Susisiekimo sistemos esamos būklės įvertinimas ir kitos nustatytos planavimo procedūros apima:
 - Susisiekimo poreikio nustatymą (gyventojų judumą ir ryšius bei krovinių vežimų apimtį);
 - Galimų susisiekimo būdų analizę: pėsčiomis, dviračiu, viešuoju transportu, lengvuoju automobiliu, taksi, geležinkeliu, vandens transportu;
 - Susisiekimo rūšių funkcionavimą tai yra - motorizuotų ir nemotorizuotų transporto priemonių eismo bei statymo ir laikymo analizę;
 - Susisiekimo aplinką tai yra gamtinę ir urbanizuotą aplinką, teritorijos naudojimo tipus ir kitus rodiklius;
 - Susisiekimo infrastruktūrą: gatvių tinklą, transporto mazgus, automobilių saugyklas (atviras, aptvertas ir/ar neaptvertas, dengtas ar nedengtas aikštes; atvirus ar uždarus antžeminius, požeminius ir kitokius statinius) ir kita;
 - Galimas neigiamas susisiekimo sistemos funkcionavimo pasekmės: eismo nelaimės, triukšmą, taršą, teritorijos poreikį;
 - Susisiekimo kainas (valstybės ir savivaldybių investicijas susisiekimo infrastruktūrai sukurti bei eismui reguliuoti, transporto priemonių įsigijimo ir priežiūros išlaidas, dotacijas, kompensacijas, taip pat mokesčius ir rinkliavas; gyventojų ir įmonių išlaidas susisiekimo tikslais).
- Susisiekimo infrastruktūros įgyvendinimo eiliškumas nustatomas pagal naudos ir sąnaudų analizę.
- Susisiekimo sistemų planavimas derinamas su strateginiais planais (ekonominiu, socialiniu ir kitais aspektais).
- Susisiekimo sistemą sudaro šie posistemiai:
 - Motorinio ir elektrinio transporto;
 - Viešojo transporto (autobusų, troleibusų, maršrutinių taksi ir kita);
 - Specialaus transporto (policijos, greitosios medicinos pagalbos, priešgaisrinės apsaugos tarnybos ir kitų gelbėjimo tarnybų);
 - Dviračių ir kito nemotorinio transporto;
 - Pėsčiųjų;
 - Geležinkelių transporto;
 - Vandens transporto;
 - Oro transporto.

- Susisiekimo sistemos ir jos posistemių galimybes apibūdina keleivių ir krovinių vežimo pajėgumai (įvertinant susisiekimo infrastruktūros linijų ar objektų tankį ir laidumą, naudojamų transporto priemonių skaičių, jų užpildymo ir kitus rodiklius), eismo reguliavimo ir valdymo kokybė [10].

1.2 Susisiekimo sistemų planavimas

- Susisiekimo sistemos planavimo tikslas yra sudaryti kokybiškas gyventojų susisiekimo, krovinių vežimo ir specialiosios paskirties transporto priemonių eismo sąlygas, vadovaujantis darnios plėtros principais ir saugaus eismo reikalavimais.
- Rengiant teritorijų planavimo dokumentus siekiama spręsti šiuos uždavinius:
 - Mažinti susisiekimo poreikį urbanizuotose teritorijose individualiomis motorizuotomis transporto priemonėmis, prioritetą teikiant viešojo transporto, dviratininkų ir pėsčiųjų eismui;
 - Mažinti susisiekimui skirtą laiko trukmę, vystant integruotus susisiekimo būdus;
 - Įgyvendinti darnios plėtros tikslus derinant ekonominius, socialinius ir aplinkos poreikius;
 - Racionaliai išnaudoti urbanizuotų teritorijų esamą susisiekimo infrastruktūrą, teikiamas susisiekimo paslaugas ir didinti jų veiksmingumą;
 - Gerinti eismo saugos ir saugumo sąlygas, užkertant kelią eismo nelaimėms;
 - Mažinti oro užterštumą, triukšmą, išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų ir suvartojamos energijos kiekį;
 - Mažinti susisiekimo kainą;
 - Saugoti nekilnojamąsias kultūros paveldo vertybes nuo neigiamo transporto priemonių eismo poveikio;
 - Sudaryti palankias sąlygas neįgalių žmonių susisiekimui;
 - Sudaryti palankias gyventojų evakuacijos sąlygas gresiant ar susidarius ekstremaliai situacijai.
- Rengiant kompleksinio ir specialiojo teritorijų planavimo dokumentus, turi būti:
 - Įvertinami galiojančių teritorijų planavimo dokumentų sprendiniai, plėtros programos ir strategijos, darančios įtaką planuojamai teritorijai;
 - Įvertinamas bendras ir transportinis judumas, susisiekimo ryšiai ir jų pasiskirstymas (pagal kelionės rūšis – darbo, mokymosi, kultūrinės, buitinės, rekreacinės ar kelionės būdą - pėsčiomis, automobiliu, viešuoju transportu);
 - Įvertinama esama ir perspektyvinė susisiekimo sistemos apkrova (eismo intensyvumas, keleivių srautai, krovinių vežimas, krovos darbai, transporto priemonių statymas);

- Įvertinama esamos infrastruktūros būklė ir jos atitiktis esamiems ir perspektyviniams susisiekimo poreikiams;
- Surenkami duomenys, reikalingi transporto srautams modeliuoti (jei planavimo organizatorius nurodo planavimo darbų programoje);
- Įvertinami eismo įvykių duomenys;
- Surenkami kiti duomenys, reikalingi susisiekimo sistemos rodikliams nustatyti (V skyrius) ir planuojamos teritorijos sprendiniams parengti.
- Kompleksinio ir specialiojo teritorijų planavimo dokumentams rengti naudojami ne senesni kaip dvejų metų susisiekimo rodiklius apibūdinantys duomenys. Susisiekimo procesų tendencijoms nustatyti naudojami ilgesnio laikotarpio duomenys.
- Rengiant kompleksinio ir specialiojo teritorijų planavimo dokumentus, fiksuojami vakarinio arba (ir) rytinio piko valandos eismo intensyvumo duomenys, įvertinant sezoniškumą, jei tai rekreacinė teritorija. Konkretų tyrimų laiką planavimo organizatorius nurodo planavimo darbų programoje [9].

1.3 Gatvių klasifikacija

Lietuvoje miestų, miestelių ir kaimų susisiekimo tinklą sudaro: motorizuoto susisiekimui skirtos gatvės ir keliai, nemotorizuoto susisiekimui pritaikytos gatvės ir takai, šaligatviai, įvairių tipų eismo zonos bei aikštės.

Susisiekimo tinklas klasifikuojamas pagal 1.1 lentelėje pateiktas kategorijas. Susisiekimo linijos skirstomos į šešias pagrindines kategorijas:

- A – greito eismo gatvės;
- B – pagrindinės gatvės;
- C – aptarnavimo gatvės;
- D – pagalbinės gatvės;
- E – pagrindinės pėsčiųjų ir dviračių eismo gatvės ir takai;
- F – pagalbiniai pėsčiųjų ir dviračių eismo takai, šaligatviai (juostos).

1.1 lentelė

Pagrindinė susisiekimo linijų klasifikacija pagal STR2.06.01:1999

Grupės	Kategorijos	Indeksas	Pagrindinė paskirtis
Motorizuoto eismo	Greito eismo gatvės	A	Ilgi ir pastovūs miesto transporto ryšiai bei ryšiai su užmiesčio svarbiausiais keliais. Tranzitinis eismas.

Motorizuoto eismo	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. Miesto vidaus transporto ryšiai.
	Pagalbinės gatvės	D	Lokalinės funkcinės ir kompozicinės ašys. Srautų paskirstymas į smulkias teritorijas, privažiavimo prie atskirų statinių ir kitų objektų vietos.
Nemotorizuoto eismo	Pagrindinės pėsčiųjų ir dviračių eismo gatvės, takai, šaligatviai	E	Susisiekimas pėsčiomis, dviračiais ir kitomis biotransporto rūšimis tarp atskirų miesto dalių, su miesto centru, darbo ir poilsio vietomis. Netolimas susisiekimas su priemiesčio zona.
	Pagalbiniai pėsčiųjų ir dviračių eismo takai, juostos ir šaligatviai	F	Vietinis susisiekimas tarp namų grupių, lokalinių centrų, vaikų pasivažinėjimo vietos

A, B, C kategorijų gatvių techniniai parametrai nustatomi skaičiuojant vienos eismo juostos laidumą. Vienos juostos maksimalus galimas laidumas – 1 750 lengvųjų automobilių per valandą [2].

1.4 Parametrai apibūdinantys eismą

Atliekant eismo organizavimo projektus reikia įvairių transporto tyrimų duomenų ir parametų, apibūdinančių eismą sankryžoje, gatvėje ar net visame mieste.

Eismo intensyvumas N – transporto priemonių skaičius, pervažiuojančių gatvės pjūvį per nustatytą laiko tarpą. Jis yra netolygus dydis laiko atžvilgiu ir erdvės (gatvės arba gatvės ruožo). Priklausomai nuo mūsų sprendžiamų uždavinių gali būti skaičiuojama metų, mėnesio, savaitės, paros, valandos eismo intensyvumo trukmė. Išskiriamas didelio eismo intensyvumo laikotarpis, atitinkantis vadinamuosius piko laikotarpius – rytinius (kai eismas vyksta važiuojant į darbą) bei vakarinius (eismas vyksta važiuojant po darbo). Eismo intensyvumo netolygumas įvertinamas atsižvelgiant į netolygumo koeficientą K_n , atitinkantį faktinio intensyvumo N_f nagrinėjamuoju laikotarpiu santykį su vidutinio intensyvumo N_{vid} per ilgesnį laikotarpį:

$$K_n = \frac{N_f}{N_{vid}} \quad (1.1)$$

Paros netolygumo koeficientas:

$$K_{n.p} = \frac{N_{val.} \cdot 24}{N_p} \quad (1.2)$$

N_{val} – intensyvumas per valandą, aut./h.;

N_p – suminis paros intensyvumas, aut./parą;

24 – valandų skaičius paroje.

Metinis netolygumo koeficientas:

$$K_{n.m} = \frac{N_{mė.} \cdot 12}{N_{metų}} \quad (1.3)$$

$N_{metų}$ – suminis metų intensyvumas, aut./metus;

$N_{mė.}$ – intensyvumas per mėnesį aut./mėn.;

12 – mėnesių skaičius metuose.

Eismo tankis Q – transporto priemonių skaičius konkrečiu laiko momentu viename gatvės ruože.

Eismo tankis charakterizuoja gatvės apkrovimą transporto priemonėmis. Konkretaus ruožo ribinis tankis tai nejudančių ir viena šalia kitos stovinčių transporto priemonių skaičių. Priklausomai nuo jų tipo ar tai lengvieji automobiliai, ar sunkvežimiai, šis skaičius gali būti skirtingas. Didėjant eismo tankiui, didėja transporto priemonių tarpusavio įtaka sraute, atsiranda manevrų atlikimo ribotumas, tai sumažina gatvių tinklo laidumą.

Srauto tankį nusako gatvės apkrovimo lygis P , kurį sudaro faktinio $q_{fakt.}$ ir maksimaliai q_{max} įmanomo pagal eismo sąlygas tankių santykis pateiktas žemiau (1.4) formulėje:

$$P = \frac{q_{fakt.}}{q_{max}} \quad (1.4)$$

q_{max} – lengviesiems automobiliams 200 aut./km;

sunkvežimiams su priekaba – 40 aut./km.

Greitis - vienas svarbesnių eismo rodiklių, kuris apibrėžiamas nuvažiuoto kelio ilgio santykiu su laikotarpiu, per kurį šis atstumas yra įveikiamas. Miestuose greičius veikia daug ir įvairių sąlygų tokių kaip gatvių parametrai, transporto srautų intensyvumas ir struktūra bei eismo reguliavimo būdas. Eismo organizavimo praktikoje yra vartojamos sąvokos momentinis, susisiekimo, techninis, eksploatacinis, transporto srauto greitis.

Momentinis greitis yra momentinė fiksuota reikšmė (V_m) mūsų tiriamame gatvės skersiniame pjūvyje.

Susisiekimo greitis (V_s) tai atstumas tarp susisiekimo punktų santykio su laiku, kurį transporto priemonė praleido visame maršrute. Į susisiekimo greitį įeina ir laikas, sugaištamas prastovoms sankryžose bei tarpinių sustojimų laikas.

Techninis greitis (V_t) yra apibrėžiamas nuvažiuoto atstumo santykiu su važiavimo ir sustojimų, susijusių su gatvės eismo organizavimo objektais (šviesoforai, geležinkelio pervažos ir kt.), laiko suma.

Ekspluatacinis greitis (V_e) tai toks greitis, kurį apibrėžia nuvažiuoto atstumo santykis su laiku, kurį transporto priemonė buvo maršrute, įskaitant laiką, susijusį su vežimų technologija, kuri yra: keleivių įlipimas ir išlipimas, krovinių pakrovimas bei iškrovimas ir kt.

Transporto srauto greitis ($V_{vid.}$) – tai vidutinis transporto priemonių greitis nustatytoje gatvės atkarpoje per nustatytą laikotarpį.

Transporto priemonės greitis priklauso nuo įvairių sistemos „vairuotojas – automobilis – kelias – aplinka“ veiksnių. Aukščiausią ribą nustato maksimalus transporto priemonės konstrukcinis greitis V_{max} , kurį numato transporto priemonės gamintojas, transporto priemonės charakteristikoje. Kreiserinis greitis yra 0,7 - 0,85 transporto priemonės konstrukcinio greičio V_{max} , kuriuo važiuoja automobiliai realiomis sąlygomis.

Eismo greitis (t) yra laikas, kurio reikia nuvažiuoti gatvės ilgio vienetui, t. y. atvirkštinis dydis susisiekiui greičiui, $T = 1/V$.

Transporto srauto struktūra yra apibūdinama įvairių tipų transporto priemonių sąryšiu sraute.

Transporto priemonei eismo procese reikia didesnės eismo juostos atkarpos nei jos pačios ilgis (statinis gabaritas), kadangi jai sustoti yra reikalingas tam tikras kelio ruožas, kurio ilgis priklauso nuo važiavimo greičio. Įvairių tipų transporto priemonių eismo įtaka kelio apkrovimui yra nustatoma naudojant dinaminį gabaritą.

Dinaminis gabaritas (D) – tai minimali būtina eismo juostos atkarpa, kuri turi užtikrinti saugaus eismo sąlygas, kai priekyje važiuojantis automobilis netikėtai ir staigiai stabdo.

Transporto priemonės dėl konstrukcinių skirtumų bei dėl esamos eksploatacinės būklės turi skirtingas stabdymo savybes. Dinaminio gabarito reikšmė labai priklauso ir nuo kelio dangos bei nuo jos būklės, vairuotojo psichofiziologinių savybių. Akivaizdu, tai kad įvairios transporto priemonės turi skirtingą įtaką transporto srauto charakteristikų formavimui. Siekiant atsižvelgti į skirtingą įvairių tipų transporto priemonių daromą įtaką srautui, skiriamos trys transporto srauto grupės: mišrus srautas tai 30 – 70 % lengvųjų automobilių ir 70 – 30 % krovinių automobilių; vyraujantys krovininiai automobiliai virš 70 %, vyraujantys lengvieji automobiliai virš >70 %.

Gatvės važiuojamosios dalies laidumas – tai maksimalus įmanomas praleisti transporto priemonių skaičius per 1h, viena tiriamo maršruto kryptimi tiriamuoju pjūviu, esant normalioms gatvių eksploataavimo sąlygoms ir užtikrinant visų transporto rūšių bei pėsčiųjų eismo saugumą. Gatvės laidumas priklauso nuo važiuojamosios dalies pločio, kuris išreikštas eismo juostų skaičiumi, atitinkančių lygiagrečiai važiuojančių automobilių srautų skaičių viena tiriamo ruožo kryptimi. Kiekvienos gatvės laidumą mažina vieno lygio sankryžų skaičius.

Vienos važiuojamosios juostos laidumas tiesiame ruože priklauso nuo transporto srauto struktūros ir jo vidutinio greičio.

$$K_s = \frac{3600 \cdot V}{l + a_l + t \cdot V + c \cdot V^2} \quad (1.5)$$

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, tada 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. Kai gatve juda mišrus transporto srautas, tada jis yra perskaičiuojamas į lengvųjų automobilių srautą, naudojant perskaičiavimo koeficientus pateiktus 1.4 lentelėje:

1.4 lentelė

Koeficientai naudojami transporto srautui perskaičiuoti į lengvųjų automobilių srautą

Lengvieji automobiliai	1,0
Sunkvežimiai:	
iki 2 t	1,5
2–5 t	2,0
5–8 t	2,5
8–14 t ir daugiau	3,5
Autobusai	2,5
Troleibusai	2,5
Sujungtieji autobusai, troleibusai	4
Motociklai ir mopedai	0,5
Dviračiai	0,3

Gatvės važiuojamosios dalies juostų skaičius nustatomas įvertinus maksimalų leistiną vienos eismo juostos laidumą – 1 750 lengvųjų automobilių per valandą, kai yra įvertinti laidumą ribojantys veiksniai [2].

1.5 Techninės eismo organizavimo priemonės

Atsižvelgiant į esamų transporto srautų poreikius, taikomos šios pagrindinės eismo organizavimo techninės priemonės, kurios skirtos eismui reguliuoti ir valdyti:

- 1) kelio ženklai bei rodyklės;
- 2) gatvių bei kelių važiuojamosios dalies ženklinimas;
- 3) saugumo bei nukreipiamosios salelės gatvėse ir sankryžose;
- 4) šviesoforai transportui bei pėstiesiems;
- 5) centralizuotos šviesoforų valdymo sistemos.

Kelio ženklų naudojimo taisyklės ir sąlygos pateikiamos: Lietuvos standarte LST 1379:1995. „Kelių ženklinimas“; Lietuvos standartas LST 1405:1995. „Kelio ženklų ir šviesoforo naudojimas“. Taip pat projektuojama remiantis EN 1267. „Šviesoforų valdiklių saugaus funkcionavimo reikalavimai“; EN 52293. „Elektromagnetinis suderinamumas“; EN 12368. „Eismo valdymo sistema – šviesoforai“; EN 60529. „Instaliacinių spintų saugos laipsnis“ [2].

1.5.1 Kelio ženklai ir ženklinimas

Kelio ženklai yra labai svarbi transporto eismo reguliavimo priemonė, kuri informuoja vairuotojus apie kelio ir eismo sąlygas, sutartiniais draudžiamaisiais bei įspėjamaisiais simboliais reguliuoja transporto eismą bei nurodo judėjimo kryptį.

Pagal galiojančias Kelių eismo taisykles Lietuvoje visi kelio ženklai yra skirstomi į septynias grupes: įspėjamuosius, pirmumo, draudžiamuosius, nukreipiamuosius, nurodomuosius, informacinius, paslaugų, dar naudojamos papildomos lentelės prie ženklų, kurios patikslina arba apriboja kelio ženklų galiojimą [2].

1.5 lentelė

Minimalus kelio ženklų matomumo atstumas priklauso nuo važiavimo greičio

Važiavimo greitis, km/h	40	50	60	70	80	90	100	110	130
Minimalus matomumo atstumas, m	100	120	150	180	200	240	280	310	360

Kelio ženklų gamyba vykdoma laikantis standarto IST 2301712 - 001:1999 "Kelio ženklų gamyba". Kelio ženklų, kaip reglamentuojamų statybos produktų atitiktis privalo būti įvertinta pagal reglamentuojamų statybos produktų sąrašė nurodytas schemas bei technines specifikacijas,

vadovaujantis statybos techninio reglamento STR 1.01.04:2002 „Statybos produktai. Atitikties įvertinimas ir „CE“ ženklavimas“, nustatyta tvarka. Ženklių konstrukcija ir fotometriniai parametrai įvertinami, kad atitinkantys standartų LST EN 12899-1 „Nuolatiniai vertikalieji kelio ženklai. 1 dalis. Nuolatiniai ženklai“ ir standarto LST 1335:1994 "Kelio ženklai. Techninės sąlygos." Reikalavimus.

Pagal standarto LST 1335:1994 reikalavimus standartiniai kelio ženklai yra gaminami keturių dydžio grupių.

1.6 lentelė

Ženklių matmenys (mm) pagal dydžio grupes pateiktos žemiau

						
I	700	600	600x600	600x900	600x300	700
II	900	700	700x700	700x1 050	700x350	900
III	1 200	900	900x900	900x1 350	900x450	1 200
IV	1 500	1 200	1 200x1 200	-	1 200x600	-

Šviesą atspindinčios medžiagos:

I klasės šviesą atspindinti plėvelė - 3M Engineer Grade 3 290, su vandens ženklais

II klasės šviesą atspindinti plėvelė - 3M High Intensity Grade 3 930

III klasės šviesą atspindinti plėvelė - 3M Diamond Grade 4 090

Atvaizdai standartiniams kelio ženkliams yra spausdinami šilkografiniu būdu, specialiais 3M „Scotchlite“ dažais, o užrašai ant individualaus projektavimo kelio ženklių gaminami iš atitinkamos rūšies šviesą atspindinčios ar juodos 3M „Scotchcal“ plėvelės.

Kelio ženklių pagrindų medžiagos:

- standartiniams kelio ženkliams (trikampiai, stačiakampiai, apvalūs ir t.t) - 1.20 mm karštai cinkuota skarda, pagal standartą LST EN 10346:2009 cinkavimas Z - 275 g/m²;
- individualaus projektavimo kelio ženkliams (informaciniai, nukreipiamieji ženklai) - 1.50 mm karštai cinkuota skarda pagal standartą LST EN 10346:2009, cinkavimas Z - 275 g/m².

Visų kelio ženklių pagrindai gaminami iš karštai cinkuotos skardos, cinkavimas Z - 275 g/m². Antra kelio ženklių pagrindų pusė yra nudažyta pilkos spalvos matiniais milteliniais dažais. Dažų sluoksnio storis 35±5µm.

Kelio ženklai yra tvirtinami plieninėmis apkabomis, kurios parenkamos ir gaminamos pagal standartą LST EN 1090-2 iš 3 mm storio karštai cinkuotos skardos plienas S 235 klasės, cinkavimas Z

- 275 g/m². Apkabos komplektuojamos kartu su karštai cinkuotais varžtais, cinkavimas pagal LST EN ISO 1461.

Atramos, kelio ženklams parenkamos, projektuojamos ir įrengiamos vadovaujantis „Kelio ženklų atramų parinkimo, projektavimo ir įrengimo taisyklėmis” PĮT KŽA 08. Šios taisyklės nustato standartinių kelio ženklų bei mažų, vidutinių ar didelių skydų atramų parinkimo, projektavimo ir įrengimo, įskaitant pamatus, techninius reikalavimus.

Atramos, kelio ženklams, gaminamos iš plieninio cinkuoto vamzdžio, Ø 60.3 mm, Ø 76.1 mm, Ø 88.9 mm, Ø 114.3 mm pagal LST EN 10219-1,2, plienas S 235 klasės, cinkavimas pagal LST EN ISO 1461 [4].

Suvokimui, kuri gatvė - pagrindinė, o kuri šalutinė, didelės įtakos turi optinis sankryžos vaizdas, dėl to yra saugiau, kai pagrindinė gatvė yra platesnė siauresnės gatvės atžvilgiu, gatvė su skiriamąja juosta - gatvės neturinčios skiriamosios juostos atžvilgiu, tiesiai einanti gatvė - iš šono prisijungiančios gatvės atžvilgiu, gatvė, kurioje intensyvesnis eismas - gatvės, kurioje mažesnis eismo intensyvumas, atžvilgiu ir pan.

Jeigu susikerta dvi gatvės, kurios prieš tai buvusiose sankryžose buvo pagrindinės, pagrindinė gatvė yra ta gatvė, kuri optiškai sudaro pagrindinės gatvės įspūdį. Eismo intensyvumas ar juo labiau gatvės kategorija ar maršruto klasifikacija šiuo atveju neturi būti svarbiausias veiksnys. Jeigu iš susikertančių dviejų prieš tai buvusių pagrindinių gatvių nė viena nesudaro optinio pagrindinės gatvės įspūdžio, reikia siekti jį sukurti planinėmis ar techninėmis priemonėmis, įrengiant saugumo saleles, mažo spindulio žiedinę salelę, koreguojant šalutinės gatvės trasą, važiuojamosios dalies plotį ir pan., o jeigu tai neįmanoma padaryti, reikia įrengti šviesoforus.

Gatvių ir kelių važiuojamosios dalies ženklinimas eismo dalyviams padeda geriau orientotis ir laikytis griežtos eismo organizavimo tvarkos bei didinti eismo saugumą.

Horizontalus ženklinimas (linijos, strėlės, užrašai ir kitokie simboliai ant važiuojamosios dalies) nusako tam tikrą eismo režimą ir tvarką.

Siaura ištisinė linija skiria priešingų krypčių transporto srautus ir draudžia paženklintoje kelio atkarpoje važiuoti priešpriešinio eismo juostoje. Ji taip pat žymi eismo juostų kraštus pavojingose kelio vietose, važiuojamosios dalies ruožus, į kuriuos draudžiama įvažiuoti bei transporto priemonių stovėjimo vietų ribas. Šias linijas kirsti draudžiama, išimtinai tuos atvejus, kai jos žymi važiuojamosios dalies kraštą ar stovėjimo vietą.

Plati ištisinė linija žymi važiuojamosios dalies kraštą bei ruožą, į kuriuos draudžiama įvažiuoti, ribas automagistralėse. Tokia linija taip pat atskiria važiuojamosios dalies juostą, skirtą viešajam transportui, arba atskiria eismo juostą nuo maršrutinio transporto stotelės. Plačią ištisinę liniją kirsti griežtai draudžiama.

Dviguba ištisinė linija yra naudojama priešingų krypčių transporto srautams atskirti gatvėse bei keliuose, turinčiuose keturias ar daugiau eismo juostų, ir draudžia paženklintame kelio ruože važiuoti priešpriešinio eismo juostomis. Šią liniją kirsti transporto priemonėms yra griežtai draudžiama.

Miestuose naudojama geltona ištisinė linija žymi vietas, kuriose uždrausta sustoti ar stovėti transporto priemonėms dar ji gali būti naudojama eismo juostoms žymėti darbų vietoje. Geltona ištisinė linija naudojama atskirai atskirais atvejais ir kartu su ženklu „Sustoti draudžiama“ ir yra nudažoma palei važiuojamosios dalies kraštą arba gatvės bortelio viršuje.

Siaura brūkšninė linija, kurios brūkšniai tris kartus trumpesni už tarpus, skiria priešingų krypčių transporto srautus gatvėse bei keliuose, turinčiuose dvi ar tris juostas, ir žymi eismo juostų ribas, esant dviem ar daugiau juostų, skirtų važiuoti viena kryptimi. Šią liniją leidžiama kirsti iš abiejų pusių.

Dviguba linija, susidedanti iš dviejų siaurų lygiagrečių linijų, kurių viena yra ištisinė, o kita brūkšninė, skiria priešingų arba tų pačių krypčių transporto srautus gatvių bei kelių ruožuose, kur persirikiuoti leidžiama tik iš vienos juostos pusės; žymi vietas, skirtas apsisukti, įvažiuoti į stovėjimo aikšteles ar iš jų išvažiuoti, kur yra leidžiama važiuoti tik viena kryptimi. Šią liniją yra leidžiama kirsti iš brūkšninės linijos pusės, bet tik baigiant lenkti ar apvažiuoti.

Pėsčiųjų perėjoms ženklinti yra naudojamos skersinės linijos. „Zebras“ žymi nereguliuojamą pėsčiųjų perėją, o rodyklės – pėsčiųjų ėjimo kryptį.

Užbrūkšniuotas plotas žymi nukreipiamąsias saleles, kurios atiboja priešingų krypčių transporto srautus/žymi važiuojamojoje dalyje esančią kliūtį. Rodyklės nurodo leistinas važiavimo kryptis toje juostoje. Raidė „A“ žymi važiuojamosios dalies juostą, kuri skirta tiktai maršrutiniam transportui, arba maršrutinio transporto stotelę.

Dviračio simbolis yra žymi dviračių eismui skirtą tako dalį.

Šachmatų tvarka išdėstyti langeliai žymi dirbtinius kalnelius ar nelygumus, įrengtus važiuojamojoje dalyje važiavimo greičiui sumažinti.

Dviguba brūkšninė linija žymi reversines (atgalines) eismo juostas, kuriose eismo kryptis keičia priešingomis, skiria priešingų krypčių transporto srautus. Šią liniją, skiriančią priešingų krypčių transporto srautus, ir jas draudžiama kirsti. Jeigu ši linija skiria tos pačios važiavimo krypties srautus, kai įjungtas žalias reversinio šviesoforo signalas, šią liniją leidžiama kirsti iš abiejų jos pusių, o kai įjungtas geltonas reversinio šviesoforo signalas – tik tuomet, kai ši linija yra vairuotojui iš dešinės pusės.

Vertikalusis ženklinimas, susidedantis iš pakaitomis einančių baltų ir juodų juostų ant transporto statinių ir kelio įrangos elementų, taip nurodo jų gabaritų ir padeda orientuotis.

Įstrižai juodos ir baltos juostos yra žymi transporto statinių (tiltų, viadukų atramų, aptvarų galinių dalių ir kt.) vertikalieji elementai, kai šie elementai kelia pavojų važiuojančioms transporto priemonėms. Vertikalios juodos ir baltos juostos žymi tiltų, viadukų, tunelių konstrukcijų apatinę krašto dalį.

Horizontalios juodos ir baltos juostos žymi signalinius įrenginius, pastatytus skiriamosiose juostose bei saugumo salėse.

Gatvių ir kelių važiuojamosios dalies ženklėjimas eismo dalyviams padeda geriau orientuotis, laikytis griežtos eismo organizavimo tvarkos bei didinti eismo saugumą [2].

1.5.2 Transporto ir pėsčiųjų šviesoforai

Šviesoforai miestuose naudojami transporto bei pėsčiųjų eismui reguliuoti sankryžose, pėsčiųjų perėjose, gatvių ruožuose tarp sankryžų bei geležinkelio pervažose. Pagal paskirtį šviesoforai yra skirstomi į transporto bei pėsčiųjų šviesoforus.

Standartiniai transporto šviesoforai yra sudaryti iš trijų sekcijų su raudonos, geltonos ir žalios spalvos signalais, kurie šia tvarka išdėstyti iš viršaus į apačią (vertikaliai pakabinti). Prie transporto šviesoforų gali būti naudojamos papildomos sekcijos su žaliais rodyklės formos signalais tamsiame fone, kurios yra tvirtinamos šalia šviesoforo žalio signalo. Papildoma sekcija su žalia rodykle į dešinę arba tiesiai įrengiama dešinėje, o su rodykle į kairę – kairėje šviesoforo pusėje. Šviesoforuose, kurie skirti dviratininkams, ant visų trijų spalvinių signalų pavaizduoti dviračio atvaizdai ir jie būna mažesni negu automobiliams skirti šviesoforai.

Geležinkelio pervažose naudojami transporto šviesoforai su dviem horizontaliai išdėstytais raudonais signalais ir su įrengtu virš jų baltu signalu ar be jo.

Pėsčiųjų šviesoforai susideda iš dviejų sekcijų, tai yra raudonos ir žalio spalvos signalų. Raudonas signalas (su stovinčio pėsčiojo siluetu) įrengiamas virš žalio (su einančio pėsčiojo siluetu) signalo arba kairėje pusėje nuo jo.

Transporto ar pėsčiųjų šviesoforai įrengiami, kai susidaro bent viena iš šių sąlygų:

a) per parą yra bent 8 valandos, kuriomis eismo intensyvumas būna didesnis, negu nurodyta 1.7 lentelėje;

b) per parą yra bent 8 h, kuriomis eismo intensyvumas pagrindiniame kelyje būna ne mažesnis kaip 600 aut./h (kelyje su skiriamąja juosta 1 000 aut./h) ir per kiekvieną iš šių valandų važiuojamąją dalį kuria nors kryptimi kerta ne mažiau kaip 150 pėsčiųjų;

c) kiekviena iš a ir b punktuose nurodytų sąlygų įvykdyta ne mažiau kaip 80 %;

d) per paskutinius 12 mėnesių sankryžoje ar pėsčiųjų perėjoje įvyko trys arba daugiau eismo įvykių (transporto priemonių susidūrimai su kertama gatve važiuojančiomis transporto priemonėmis; transporto priemonių susidūrimai su kairę pusę, užvažiuojamais ant pėsčiųjų), kurių būtų galima išvengti ten įrengus šviesoforus.

Šiuo atveju taip pat turi būti ne mažiau kaip 80 % įvykdyta bent viena iš a ir b punktuose nurodytų sąlygų [2].

Minimalus eismo intensyvumas gatvėse, kuriam esant įrengiamas šviesoforinis reguliavimas
sankryžose

Eismo juostų viena kryptimi skaičius		Transporto priemonių eismo intensyvumas, aut./h	
Pagrindinėje gatvėje	Šalutinėje gatvėje	Pagrindinėje gatvėje abiem kryptimis	Šalutinėje gatvėje viena kryptimi, esant intensyvesniam eismui
1	1	750	75
		670	100
		580	125
		500	150
		410	175
		380	190
2 ir daugiau	1	900	75
		800	100
		700	125
		600	150
		500	175
		400	200
2 ir daugiau	2 ir daugiau	900	100
		825	125
		750	150
		675	175
		600	200
		525	225
		480	240

Transporto ir pėsčiųjų šviesoforai dar gali būti įrengti gatvių sankryžose nenumatytais atvejais, tokiais kai tai yra techniškai arba ekonomiškai pagrįsta (pavyzdžiui, įrengiant koordinuoto eismo reguliavimo sistemą). Transporto šviesoforai, kurie skirti dviračių eismui reguliuoti, gali būti įrengiami ten, kur dviračių eismas vyksta nuolat ir jo intensyvumas viršija 50 dviratininkų per vieną valandą [2].

Šviesoforų įrengimas sankryžose būna efektyvus tuomet, kai parenkama racionali ciklo trukmė, ir žalio signalo trukmės atskiroms fazėms yra paskirstomos taip, kad srautų prisotinimo laipsnis kiekvienoje fazėje yra beveik vienodas kiekvienam ciklui. Tai būdinga sankryžoms, kuriuose eismo juostos apkrovimas ciklą eilėje svyruoja nedaug 20 procentų.

Ciklas yra toks laiko tarpas (išreiškiamas sekundėmis), per kurį vieną kartą pasikartoja visų fazių signalų valdymo programos. Dviejų fazių ciklo šviesoforo signalų seka yra „žalia - mirksinti žalia - geltona -raudona - raudona + geltona“.

Fazė yra toks laiko tarpas, per kurį atskiromis eismo kryptimis (arba atskiromis eismo juostomis) tam tikras automobilių ar pėsčiųjų skaičius gali saugiai pervažiuoti/pereiti sankryžą. Minimali ciklo trukmė įvairiose šalyse 26-32 sekundės. Lietuvos miestų sąlygomis yra rekomenduojama minimali ciklo trukmė, priklausomai nuo sankryžos geometrijos ir transporto srautų sudėties, esant dviejų fazių ciklui, -30 s.

Optimali ciklo trukmė priklauso nuo sankryžos geometrijos, eismo juostų skaičiaus, ciklo fazių sekos, transporto srautų sudėties, pėsčiųjų srautų dydžio, eismo dalyvių drausmės bei kultūros. Kurios nors sankryžos projektuojamų ciklų fazių skaičius priklauso nuo transporto srautų, darančių kairįjį ar dešinįjį posūkį, dydžio, bendro sankryžos apkrovimo, pėsčiųjų srautų dydžio, eismo juostų skaičiaus kurioje nors gatvėje. Intuityviai fazių seką ir fazių skaičių parenka projektuotojas, tačiau racionaliausią fazių seką ir trukmę yra rekomenduojama nustatyti pagal optimizuojančių programų rezultatus.

Siekiant racionaliai išspręsti visus eismo organizavimui keliamus uždavinius ir įvertinti transporto srautų sklaidą dėl nevienodo transporto priemonių dinamiškumo yra taikomi sudėtingi imitaciniai modeliai - optimizuojamas transporto srautų judėjimas gatvių tinkle, pavieniai šviesoforai jungiami į „Koordinuotas eismo reguliavimo sistemas“ arba kitaip vadinamas „KERS“. Tokios „KERS“ turi galimybę veikti pagal iš anksto apskaičiuotus optimalius šviesoforų darbo planus. Tačiau jeigu kritinėse (labiausiai apkrautose) sankryžose įrengsime transporto detektorius ir kaip pagrindinį valdiklį naudosime greitaegį kompiuterį su įdiegta programa „OPTPLA“ arba kokia kita analogiška, tuomet transporto srautai galės būti valdomi realiu laiku, pagal optimalius šviesoforų darbo planus, parenkant skirtingus srautų judėjimo greičius konkrečioms gatvių atkarpoms. Optimalūs šviesoforų darbo planai skaičiuojami taikant daugiatiksles optimizacines funkcijas, kurios leidžia įvertinti esamą transporto srautų persotinimą. Kaip rodo kai kurių „KERS“ Lietuvos ir Vakarų Europos miestuose darbo analizė, tokių sistemų ekonominis efektyvumas yra labai didelis. Jos atsiperka vos per 12 - 14 mėnesių [3].

1.5.3 Koordinuotas eismo valdymas šviesoforais

Sankryžose izoliuotai dirbantys šviesoforai stabdo transporto priemonių eismą, dėl to mažėja automobilių eksploatacinis greitis, susidaro ilgos automobilių grupės, kurias sunku reguliuoti. Efektyviausia priemonė, tai 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 kryptių gatvėje, kai atstumai tarp sankryžų yra vienodi;
- 3) dviejų eismo kryptių gatvėje su nevienodais atstumais tarp sankryžų.

Lengviausia koordinuoti eismą vienos eismo krypties gatvėje. Pradžiai pasirenkamas norimas automobilių grupės greitis, tuomet apskaičiuojama šviesoforų signalų įjungimo tvarka kiekvienoje sankryžoje:

$$L_i = V \cdot t_i \quad (1.6)$$

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 labiausiai 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 kryptių žalieji signalai sankryžoje. Dviejų kryptių magistralėje „žaliąją bangą“ nesudėtinga projektuoti, tuomet 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 yra:

$$L_m = \frac{V_b \cdot T_c}{2} \quad (1.7)$$

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 yra 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 yra būtina derinti eismą susikertančiose gatvėse. Jį galima derinti keliais būdais:

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

$$k_b = \frac{t_z}{t_{zj}} \geq 0,5 \quad (1.8)$$

čia: k_b – „žaliosios bangos“ krypčių nesutapimo koeficientas;

t_z – žalio signalo trukmė vienai krypčiai;

t_{zj} – „žaliosios juostos“, t. y. abiejų krypčių 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 ar pabaigoje.

Koordinuotam eismo reguliavimui valdyti yra naudojamos telemechaninės, automatizuotos gatvių eismo valdymo, automatizuotos miesto rajono eismo valdymo sistemos [2].

1.6 Gatvių tinklo laidumas

Miestų gatvių tinklo laidumo problema yra aktuali visais aspektais: ekonominiu (laiko nuostoliai, degalų poreikio, prastovos), oro teršimo, triukšmo, eismo saugumo bei kitais. Svarbiausias aspektas yra ekonominis. Triukšmo poveikį, oro teršimą galima įvertinti ekonomiškai.

Laidumas yra apibrėžiamas kaip didžiausias transporto priemonių arba pėsčiųjų skaičius per laiko tarpą, kuris gali pravažiuoti arba praeiti per gatvės ar kelio skerspjūvį, įvažiavimą į sankryžą, per pėsčiųjų perėją ar šaligatvį bei dviračių taką. Šis apibrėžimas nenusako eismo saugumo sąlygų gatvėje, kur važiuoja transporto srautas, kuris artimas laidumo ribai.

Gatvių ir sankryžų laidumui nustatyti yra naudojami įvairūs metodai. Išsamiausi ir plačiausią pritaikymą įvairiose šalyse turi JAV atliekami tyrimai, kurie pateikiami nuolatos atnaujinamuose greitkelių laidumo vadovuose „Highway Capacity Manual – HCM“.

Miestų gatvių laidumą riboja atskira eismo juosta bei jų skaičius, bet daugiausia įtakos turi – vieno lygio sankryžų laidumas. Gatvės laidumą labai sumažina kelkraščiuose stovintys automobiliai, nepakankamas eismo juostų skaičius bei viešojo transporto stotelės gatvės važiuojamojoje dalyje. Didinant miestų gatvių tinklo laidumą, rekomenduojama pradėti nuo sankryžų laidumo didinimo.

Gatvės sankryžų laidumą padidinti yra galima tobulinant eismo reguliavimą. Nereguliuojamose sankryžose tai reikštų atitinkamų kelio ženklų įrengimą, kurie draustų atlikti tam tikrus manevrus. Reguluojamose sankryžose eismo laidumo didinimo galimybės yra įvairesnės pvz. šviesoforų ciklo ar

atskirų fazių ilgių keitimas, daugiafazio reguliavimo įvedimas, koordinuotas eismo reguliavimas visose sankryžose.

Laidumas nereguliuojamose ir reguliuojamose sankryžose gali būti nustatomas:

1. Tam tikram transporto priemonių manevrui (posūkiui į kairę, į dešinę, tiesia kryptimi).

2. Atskirai eismo juostai. Čia gali būti du variantai – eismo juosta skirta tik konkrečiam manevrui atlikti (posūkiui į kairę, į dešinę tiesia kryptimi) arba iš tos pačios eismo juostos yra atliekami keli skirtingi manevrai (vadinamasis bendrosios eismo juostos atvejis).

3. Eismo juostų grupei, kurią sudaro viena ar daugiau eismo juostų prieš sankryžą. Eismo juostų grupės laidumas nustatomas tik reguliuojamose sankryžose.

4. Sankryžos įvažiavimui (krypčiai). Trišalėje sankryžoje bus trys kryptys, keturšalėje – keturios. Reguluojamose sankryžose įvažiavimo laidumas nustatomas visoms kryptims, nereguliuojamose sankryžose – tik šalutinei (antraeilei) gatvei, o pagrindinės gatvės laidumas yra lygus prisotinto srauto dydžiui.

5. Visai sankryžai. Sankryžos laidumas yra lygus visų įvažiavimų laidumų sumai.

Svarbus laidumo skaičiavimo įvairių algoritmų elementas yra laiko nuostolių skaičiavimas. Laiko nuostoliai gali būti nustatyti vidutiniškai vienai transporto priemonei arba apskaičiuota absoliuti šio parametro reikšmė. Vidutiniai ir absoliutieji laiko nuostoliai gali būti nustatyti juostų grupei, vienam įvažiavimui arba visai sankryžai [2].

2. Transporto srauto greičio nustatymo metodika

Įvertinant transporto srauto greičio analizę buvo išskirti objektai, įtakoiantys transporto srauto judėjimą, sudarant transporto priemonių srauto greičio nustatymo metodiką yra išskirti 11 objektų:

1. Reguliuojamos sankryžos;
2. Reguliuojamos pėsčiųjų perėjos;
3. Nereguliuojamos sankryžos su pagrindinėmis gatvėmis;
4. Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis;
5. Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis;
6. Viešojo transporto stotelės;
7. Nereguliuojamos perėjos;
8. Kairiniai posūkiai;
9. Posūkiai mažesniu nei 90 laipsnių kampu;
10. Posūkiai didesniu nei 90 laipsnių kampu;
11. Įkalnės.

Minėti objektai yra skirstomi į dvi grupes:

I – Transporto srautą stabdantys objektai, tai: reguliuojamos sankryžos, reguliuojamos pėsčiųjų perėjos, nereguliuojamos sankryžos su pagrindinėmis gatvėmis, nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis, posūkiai mažesniu nei 90 laipsnių kampu.

II – Transporto srauto greitį įtakoiantys objektai, tai: nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis, viešojo transporto stotelės, nereguliuojamos perėjos, kairiniai posūkiai, posūkiai didesniu nei 90 laipsnių kampu, įkalnės.

Automobilio judančio transporto sraute, greičio bei transporto srauto greičio lyginamojoje analizėje buvo įvertinta infrastruktūros objektų įtaka transporto srauto judėjimui. Analizės metu priimta:

- Stabdymo arba greitėjimo atkarpos vertinamos transporto srautą stabdantiems objektams.
- Pereinamųjų režimų atkarpos vertinamos transporto srautą stabdantiems bei transporto srauto greitį įtakojančioms objektams.
- Nusistovėjusio režimo srauto greitis priklauso tik nuo eismo intensyvumo.
- Stabdymo arba greitėjimo atkarpų ilgis objektui lygus dviem nusistovėjusiems greičiams.
- Pereinamųjų režimų atkarpų ilgis objektui yra lygus 1,4 nusistovėjusio greičio.
- Stabdymo arba greitėjimo atkarpų greitis sudaro 30 % nusistovėjusio greičio.
- Pereinamųjų režimų atkarpų greitis - 60 % nusistovėjusio greičio.

Transporto srauto eismo intensyvumo įtaka srauto judėjimo greičiui (nusistovėjusiam) skaičiuojama remiantis (2.1) formule, o jos priklausomybės nuo leistino greičio eismo intensyvumo yra pateiktos (2.1 pav.).

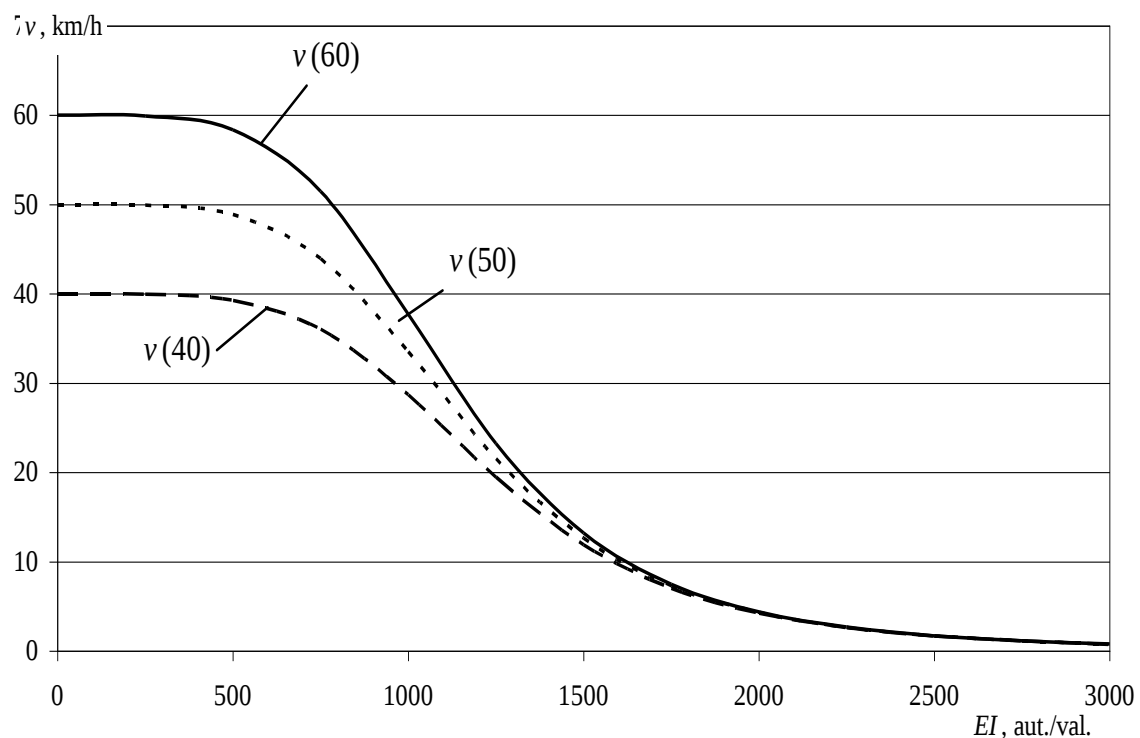
$$v_{sr} = \frac{60}{\frac{60}{v_l} + \left(8,875 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{EI}{JS}\right)^{4,4239}} ; \quad (2.1)$$

čia: v_{sr} – nusistovėjusio režimo transporto priemonių srauto judėjimo greitis, km/h,

v_l – leistinas greitis tiriamoje atkarpoje, km/h,

EI – eismo intensyvumas išreikštas lengvaisiais automobiliais, aut./val.,

JS – bendras eismo juostų skaičius, vnt.



2.1 pav. Transporto srauto greičiai charakteringose gatvių atkarpose[9]

Stabdymo arba greitėjimo atkarpų ilgis apskaičiuojamas pagal (2.2) formulę, o pereinamųjų režimų – pagal (2.3) formulę.

$$l_{s/g} = k_{s/g} \cdot 2 \cdot v_{sr} \quad (2.2)$$

$$l_p = k_p \cdot 1,4 \cdot v_{sr} \quad (2.3)$$

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

$k_{s/g}$ – stabdymo arba greitėjimo atkarpų ilgio pataisos koeficientas,

l_p – pereinamųjų režimų atkarpų ilgiai, m,

k_p – naudojamas pereinamųjų režimų atkarpų ilgio pataisos koeficientas.

Nusistovėjusio režimo atkarpos ilgis yra skaičiuojamas naudojant (2.4) formulę:

$$l = L - n_{s/g} \cdot l_{s/g} - (n_{s/g} + n_p) \cdot l_p \quad (2.4)$$

čia: L - visos skaičiuojamos atkarpos ilgis, km,

$n_{s/g}$ - transporto srautą stabdančių objektų skaičius, skaičiuojamoje atkarpoje,

n_p - transporto srauto greitį įtakančių objektų skaičius, skaičiuojamoje atkarpoje.

Bendras greitis pasirinktoje gatvės atkarpoje skaičiuojamas naudojant (2.5) formulę:

$$v = \frac{v_{sr} \cdot l}{L} + \frac{0,3 \cdot v_{sr} \cdot n_{s/g} \cdot l_{s/g}}{L} + \frac{0,6 \cdot v_{sr} \cdot (n_{s/g} + n_p) \cdot l_p}{L} \quad (2.5)$$

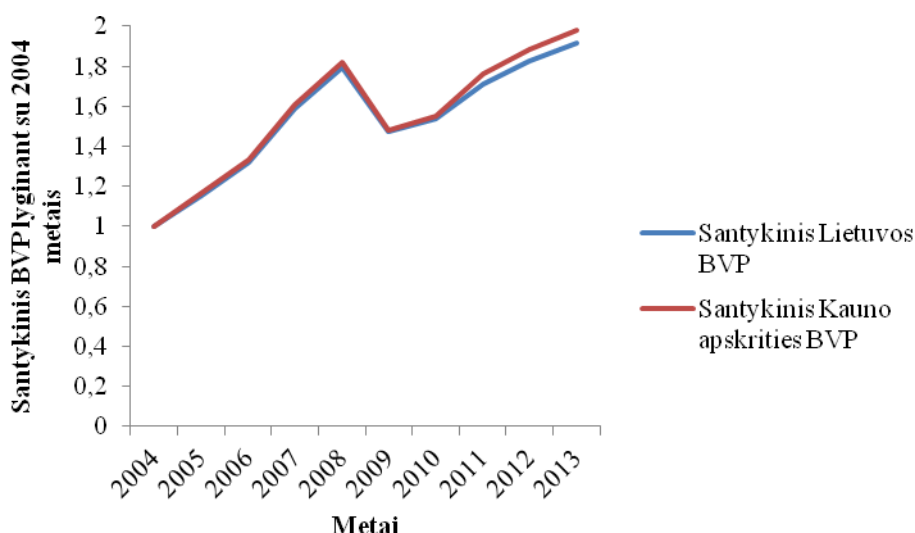
čia: v - bendras greitis gatvės atkarpoje, km/h [9].

3. Ekonominių ir demografinių veiksnių įtaka transporto srautų kitimui

3.1 Bendras vidaus produktas

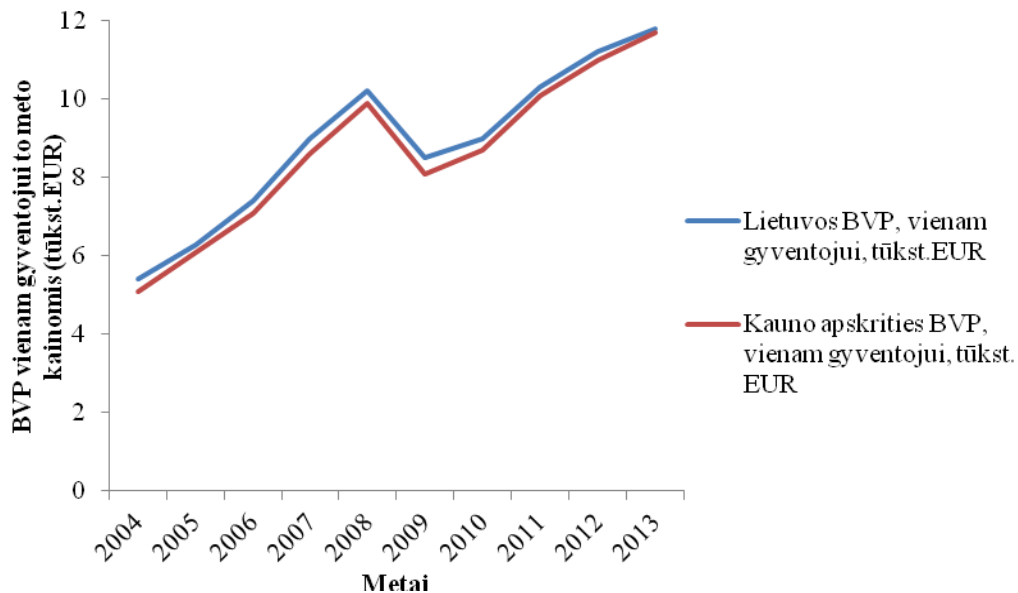
Bendras vidaus produktas (toliau naudojamas trumpinys BVP) yra svarbiausias makroekonominis rodiklis, kuris atspindi valstybės ūkio augimą. Tai populiariausias ekonomikos indikatorius, kuris svarbus tiek ekonomistams, tiek investuotojams, tiek ir politikams. BVP parodo kiek šalies ekonomika per tam tikrą laiką pagamino produkcijos bei suteikė paslaugų. Taigi BVP nusako visos ekonomikos sukurtą vertę, jos dydį ir aktyvumą. BVP apima namų ūkio vartojimą, valstybės išlaidas, neparduotas prekes, statinius ir užsienio prekybos balansą. Į šį rodiklį susiveda visi kiti makroekonominiai rodmenys [7].

Bendras vidaus produktas tenkantis vienam žmogui - nusako kokia dalis bendro vidaus produkto išreikšto pinigine verte tektų vienam gyventojui, jei visas BVP būtų padalintas visiems gyventojams į lygias dalis.



3.1 pav. Lietuvos ir Kauno apskrities santykinis BVP kitimo grafikas[8]

Grafike pavaizduotas santykinis BVP kitimas, kuris gautas lyginant einamus metus su pasirinktais atskaitomaisiais 2004 metais. 2004-2008 m. BVP lygis kilo, bet dėl ekonominio sunkmečio 2008-2009 m. jis ėmė mažėti. 2010-2013 m. pasibaigus sunkmečiui ekonomika pradėjo augti. Grafike (3.1 pav.) matome, kad Kauno apskrities BVP po sunkmečio augo truputį greičiau nei Lietuvos vidurkis.



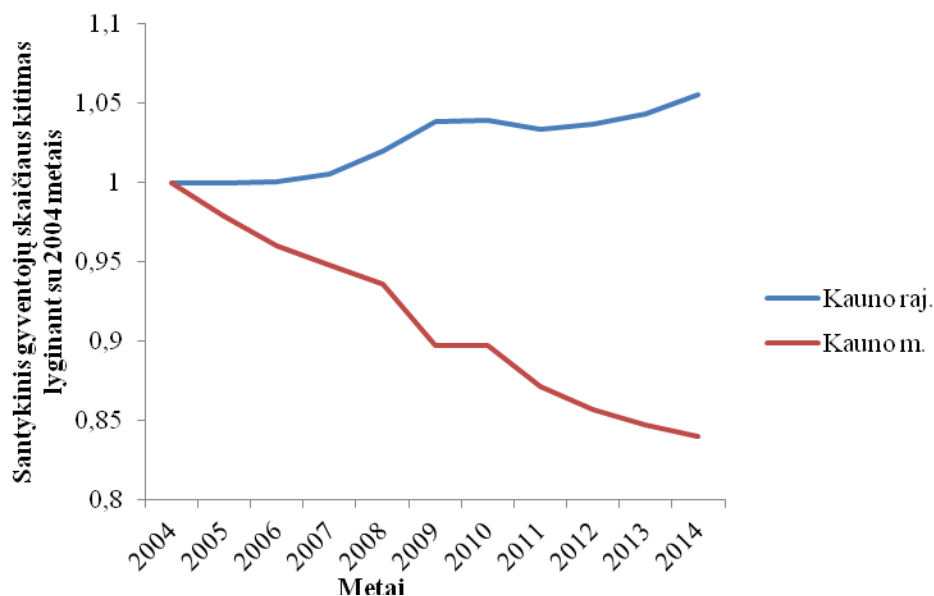
3.2 pav. Lietuvos ir Kauno apskrities BVP vienam gyventojui palyginimas [8]

Nors ir po sunkmečio Kauno apskrities BVP kilo sparčiau, bet bendras Lietuvos BVP vienam gyventojui išliko didesnis tiek prieš krizinių laikotarpiu tiek ir po jos.

3.2 Gyventojų skaičius

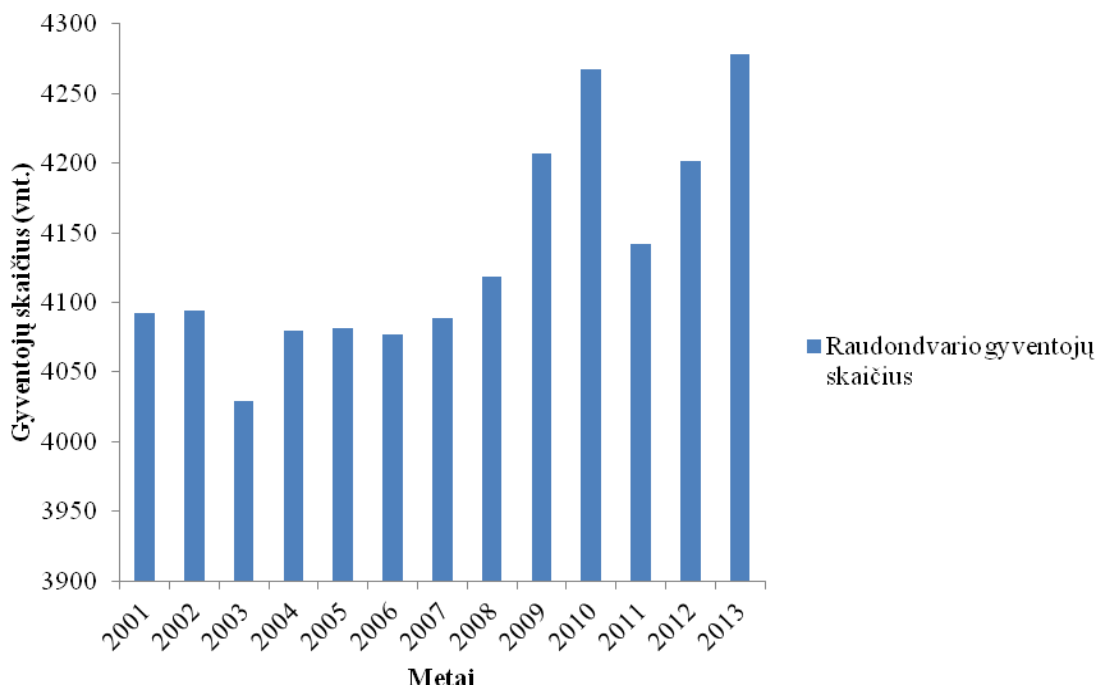
Kauno savivaldybės teritorijoje yra:

- 370 kaimų, tarp kurių yra ir Raudondvaris.
- 10 miestelių – Čekiškė, Kačerginė, Babtai, Domeikava, Akademija, Karmėlava, Zapyškis, Kulautuva, Vandžiogala ir Lapės;
- 3 miestai – Garliava, Ežerėlis ir Vilkija [8].



3.3 pav. Santykinis žmonių skaičiaus kitimas mieste ir rajone [8]

Grafike matome, jog mieste gyventojų skaičius lyginant su lyginamaisiais 2004 metais sparčiai mažėja, kai tuo tarpu užmiestyje jis auga.

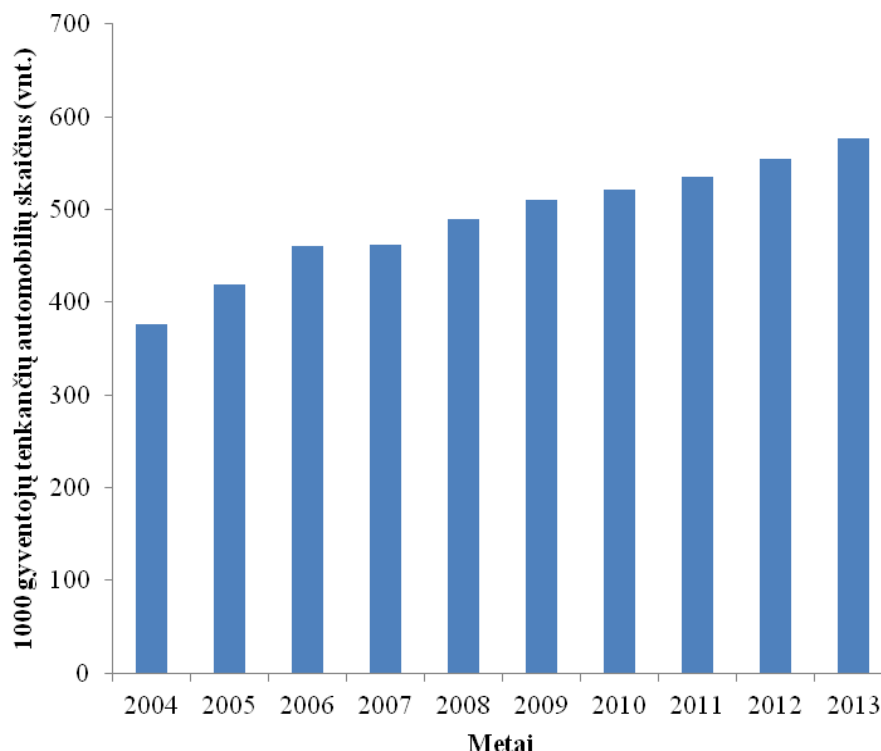


3.4 pav. Raudondvario gyventojų skaičiaus kitimas [8]

Aukščiau pateiktame grafike matome Raudondvario gyventojų skaičiaus kitimą, nors ir buvo keli metai, kai gyventojų skaičius sumažėjo, tai yra 2003, 2006 ir 2011 metais, bet visais likusiais jis tik augo. Ypač sparčiai jis augo po pastarojo sumažėjimo 2011 metais iki 2013 metų ir palyginus su mažiausiu buvusiu gyventojų skaičiumi 2003 metais jis išaugo 6,18 %.

3.3 Automobilizacijos lygis

Automobilizacijos lygis tiesiogiai daro įtaką automobilių srauto dydžiui bei jo greičiui, nes kuo šis rodiklis didesnis tuo daugiau žmonių renkasi ne viešąjį transportą, o individualų automobilį. Tokiu būdu išauga automobilių skaičius ir jų srautas, dėl to gatvės tampa nepakankamai pralaidžios ir automobilių srauto greitis sumažėja.



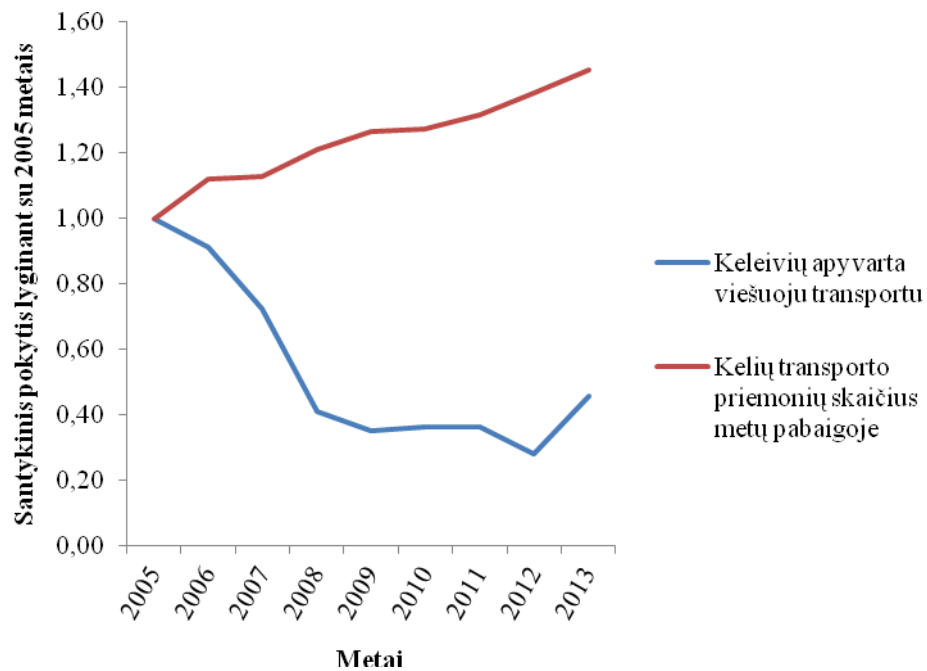
3.5 pav. 1000 gyventojų tenkančių automobilių skaičius Kauno apskrityje [8]

Grafike matome, kad visais metais automobilizacijos lygis kilo, nors 2007 m. buvo labai nežymus augimas, bet visiško sustojimo ar net mažėjimo nepasiekėme net ekonominio sunkmečio metais.

Iš BVP ir automobilizacijos lygio duomenų matome, kad automobilių srauto augimas yra įtakojamas ekonominės padėties šalyje, bet jis auga net ir blogėjant gyvenimo lygiui. Taip pat žmonių migracija iš miestų į priemiestines teritorijas sukelia automobilizacijos lygio augimą, dėl atsirandančio žmonių poreikio įveikti didesnius atstumus ir dėl viešojo transporto infrastruktūros spragų neleidžiančių pilnai išpildyti šio poreikio.

3.4 Viešojo transporto įtakos kitimas

Viešasis transportas bendram transporto priemonių srauto greičiui turi ir neigiamą ir teigiamą poveikį. Srauto greitį neigiamai veikia viešojo transporto sustojimo stotelės, o teigiamai tai jog viešuoju transportu gali važiuoti didesnis skaičius žmonių, dėl ko sumažėja automobilių kiekis kelyje.



3.6 pav. Keleivių apyvartos viešuoju transportu santykinis palyginimas su kelių transporto priemonių skaičiumi metų pabaigoje Kauno rajone [8]

Pateiktame grafike (3.6 pav.) matome jog nuo atskaitomųjų 2005 metų viešojo transporto keleivių apyvarta mažėjo iki 2012 metų, po 2012 m. ji kilo, bet ne ženkliai. Kelių transporto priemonių skaičius kaip matome kiekvienais metais augo ganėtinai stabiliai. Iš šių duomenų galime daryti išvadą, jog naudojimasis viešuoju transportu sumažėjo ir išaugo, individualių automobilių poreikis. Minėti pasikeitimai turėjo lemti automobilių srauto augimą.

3.5 Eismo intensyvumo kitimas

Kauno miesto ir Kauno priemiesčio (Raudondvario) transporto priemonių srauto judėjimo tyrimo metu buvo apskaičiuotas transporto priemonių judančių sraute greitis. Tyrimo maršrutas sujungia Kauno miesto vakarinę dalį su Raudondvariu. Tyrimas buvo atliekamas abejomis maršruto kryptimis, maršruto ilgis - 4,775 km [6].

3.1 lentelė

Eismo intensyvumo duomenys 2014-ais metais atkarpoje nuo Atgimimo g. iki Upės g. [5]

VMPEI	11911
Motociklai	2
L. Automobiliai	10291

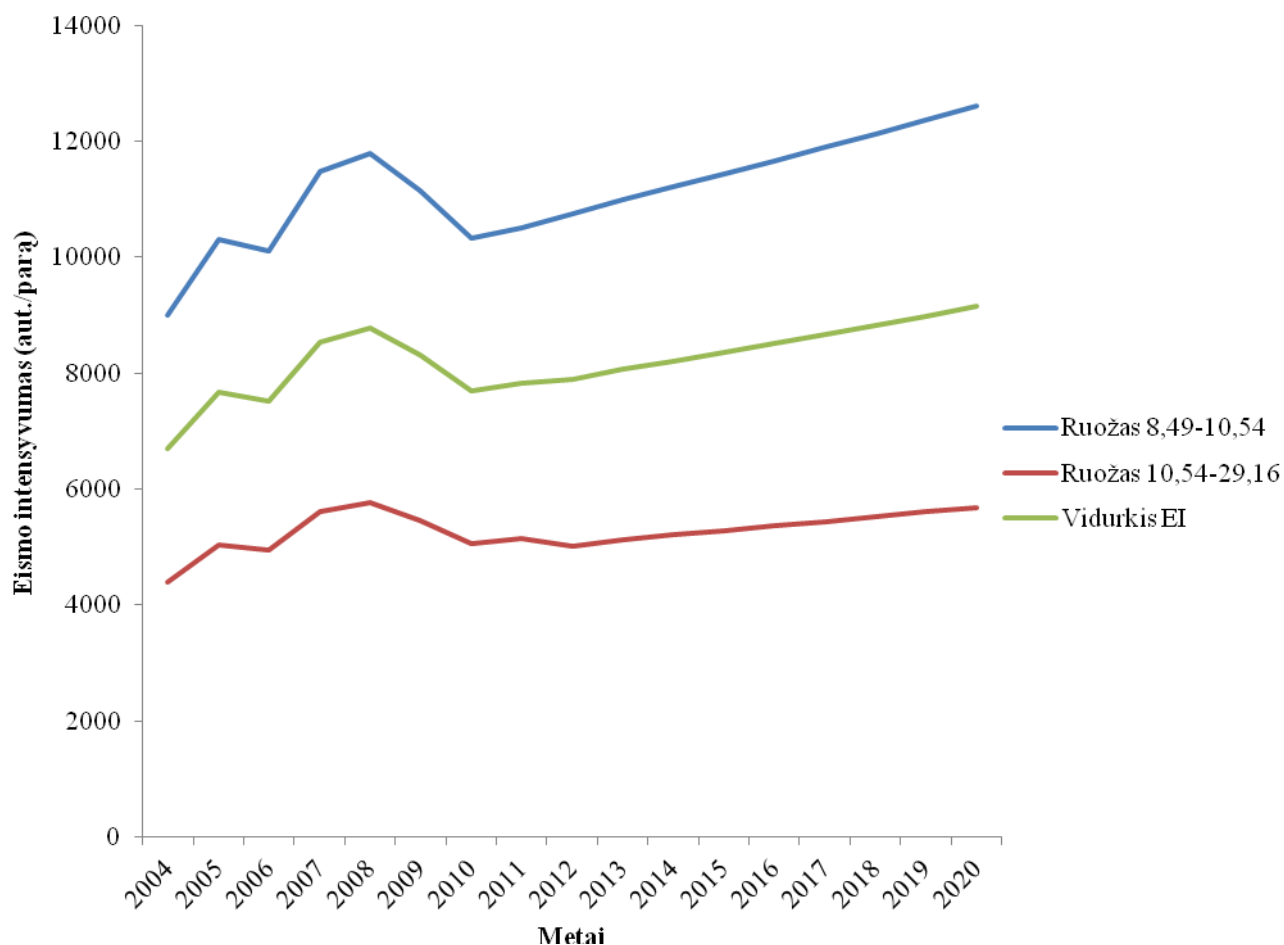
3.1 lentelės tęsinys

L. Autobusai	364
S. Autobusai	66
L. 2-ašiai sunkv.	486
V. 2-ašiai sunkv.	104
S. 2-ašiai sunkv.	207
3-ašiai sunkv.	87
4-ašiai sunkv.	53
5-ašiai sunkv.	225
Traktoriai	26

3.2 lentelė

Eismo intensyvumo duomenys 2014-ais metais atkarpoje nuo Upės g. iki Kaniūkų g. [5]

VMPEI	12594
Motociklai	5
L. Automobiliai	10932
L. Autobusai	375
S. Autobusai	66
L. 2-ašiai sunkv.	496
V. 2-ašiai sunkv.	106
S. 2-ašiai sunkv.	209
3-ašiai sunkv.	87
4-ašiai sunkv.	62
5-ašiai sunkv.	225
Traktoriai	31



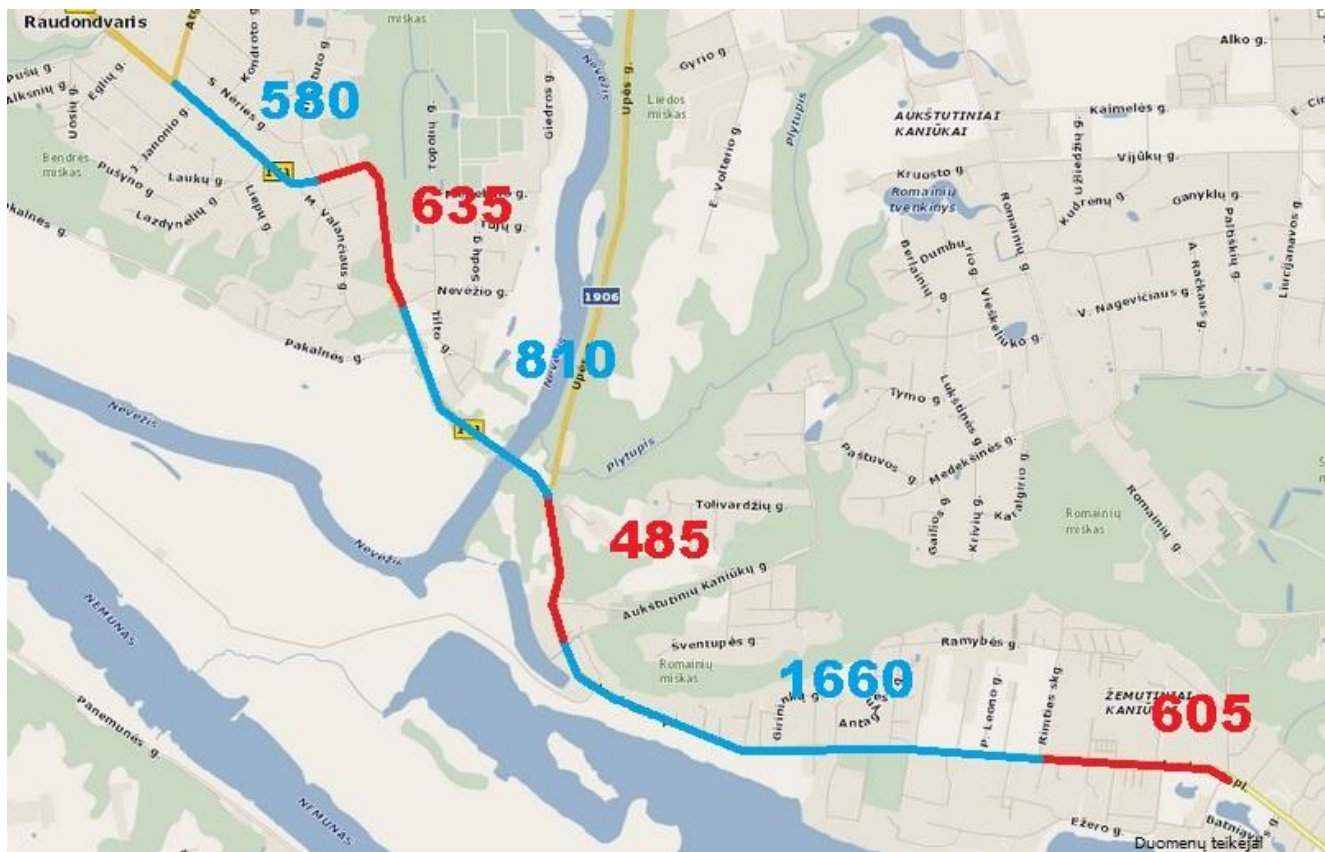
3.7 pav. Eismo intensyvumo kitimas ir prognozės [8]

Pateiktame grafike (3.7 pav.) atvaizduoti statistikos departamento duomenis apie transporto priemonių eismo intensyvumo kitimą nuo 2004 iki 2013 metų bei prognozes iki 2020 metų. Grafike matome, kad 2006 metais bei 2009-2010 metų eismo intensyvumas mažėjo, o visais kitais metais didėjo, prognozės taip pat rodo, kad eismo intensyvumas turėtų išaugti ir pasiekęs buvusį maksimumą 2008 metais jį viršyti.

4. ANALITINIAI TYRIMAI

4.1 Objektai darantys įtaką srauto greičiui tiriamoje atkarpoje

Atliekant transporto srauto greičių analizę, objektai, kurie daro įtakos srauto greičiui buvo surašyti į lenteles 4.1 ir 4.2. Analizė buvo atlikta abejomis maršruto kryptimis, tai yra vienu atveju pradžia laikoma Atgimimo gatvė Raudondvaryje, o pabaiga Kaniūkų gatvė Kaune. Kitu atveju pradžia Kaniūkų gatvė Kaune – pabaiga Atgimimo gatvė Raudondvaryje.



4.1 pav. Tiriamas maršrutas su suskirstytų atkarpų ilgiais metrais [6]

Objektai darantys įtaką srauto greičiui Raudondvario kryptimi

Susisiekimo infrastruktūros objektas	Kaniūkų g.- Rimties skg.	Rimties skg.- Aukštutinių kaniūkų g.	Aukštutinių kaniūkų g.- Upės g.	Upės g.- Nevėžio g.	Nevėžio g.- Instituto g.	Instituto g.- Atgimimo g.
Reguliuojamos sankryžos	1	-	-	-	-	-
Reguliuojamos pėsčiųjų perėjos	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su pagrindinėmis gatvėmis	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis	1	2	-	1	-	1
Posūkiai (mažesniu nei 90 laipsn. kampu)	-	-	1	-	-	1
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis	-	-	-	-	-	-
Viešojo transporto stotelės	-	3	-	-	1	1
Nereguliuojamos perėjos	-	2	-	-	-	1
Kairiniai posūkiai	-	-	-	-	-	-
Posūkiai (didesniu nei 90 laipsniu. kampu)	2	4	-	-	-	1
Įkalnės	-	-	-	-	1	-

Objektai darantys įtaką srauto greičiui Kauno kryptimi

Susisiekimo infrastruktūros objektas	Atgimimo g.- Instituto g.	Instituto g.- Nevėžio g.	Nevėžio g.- Upės g.	Upės g.- Aukštutinių kaniūkų g.	Aukštutinių kaniūkų g.- Rimties skg.	Rimties skg.- Kaniūkų g
Reguliuojamos sankryžos	-	-	-	-	-	-
Reguliuojamos pėsčiųjų perėjos	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su pagrindinėmis gatvėmis	-	-	-	-	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis ir pėsčiųjų perėjomis	1	-	-	-	1	-
Posūkiai (mažesniu nei 90 laipsn. kampu)	-	-	-	1	-	-
Nereguliuojamos sankryžos su šalutinėmis gatvėmis	-	1	-	-	-	-
Viešojo transporto stotelės	1	-	1	-	3	-
Nereguliuojamos perėjos	2	-	1	-	3	1
Kairiniai posūkiai	-	-	-	-	-	-
Posūkiai (didesniu nei 90 laipsniu kampu)	2	1	1	1	4	2
Įkalnės	-	-	-	-	-	-

4.1 ir 4.2 lentelėse pateikiami automobilių srautui bei greičiui įtaką darantys objektai abejomis tiriamo maršruto kryptimis. Šie objektai tiesiogiai veikia srauto greitį, mažindami jį, tai yra dėl šių objektų teorinis greitis sumažėja iki realaus.

4.2 Įtaką srauto greičiui darančių objektų poveikio dydžio tyrimas

Skaiciuojant transporto srautus ir jų judėjimo greičius buvo priimta:

1. Stabdymo arba greitėjimo atkarpų ilgis 1 sankryžai lygus 100 m.
2. Pereinamųjų režimų atkarpų ilgis 1 sankryžai - 70 m.
3. Srauto greitis sudaro 90 % leistinojo greičio.
4. Stabdymo arba greitėjimo atkarpų greitis sudaro 30 % leistino greičio.
5. Pereinamųjų režimų atkarpų greitis sudaro 60 % leistinojo greičio.

4.3 lentelė

Transporto srauto greičiai pasirinktame maršrute Raudondvario kryptimi

	Kaniūkų g.- Rimties skg.	Rimties skg.- Aukštutinių kaniūkų g.	Aukštutinių kaniūkų g.- Upės g.	Upės g.- Nevėžio g.	Nevėžio g.- Instituto g.	Instituto g.- Atgimimo g.
Gatvės ilgis, km	0,605	1,660	0,485	0,810	0,635	0,580
Leistinas greitis, km/h	50	50	50	50	50	50
Judėjimas (vienpusis/ dvipusis)	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis
Vienos krypties juostų sk. vnt.	1	1	1	1	1	1
Juostų sk. vnt.	2	2	2	2	2	2
Srautą stabdančių objektų skaičius, vnt.	2	2	1	1	0	2
Srauto greitį įtakančių objektų skaičius, vnt.	2	9	0	0	2	3
Vidutinis eismo intensyvumas, aut./val.	1 171	1 171	1 171	1 113	1 113	1 113

Eismo intensyvumas rytinio piko metu, aut./val.	1 025	1 025	1 025	974	974	974
Eismo intensyvumas vakarinio piko metu, aut./val.	1 757	1 757	1 757	1 669	1 669	1 669
Vidutinis srauto greitis, km/h	47,9	47,9	47,9	48,3	48,3	48,3
Srauto greitis rytinio piko metu, km/h	48,8	48,8	48,8	49,1	49,1	49,1
Srauto greitis vakarinio piko metu, km/h	39,7	39,7	39,7	41,4	41,4	41,4
Vidutinis greitis, km/h	28,8	35,5	38,6	42,7	44,2	25,8
Greitis rytinio piko metu, km/h	29,0	36,0	39,2	43,2	44,8	25,8
Greitis vakarinio piko metu, km/h	26,6	31,2	33,3	37,3	38,4	24,9

4.4 lentelė

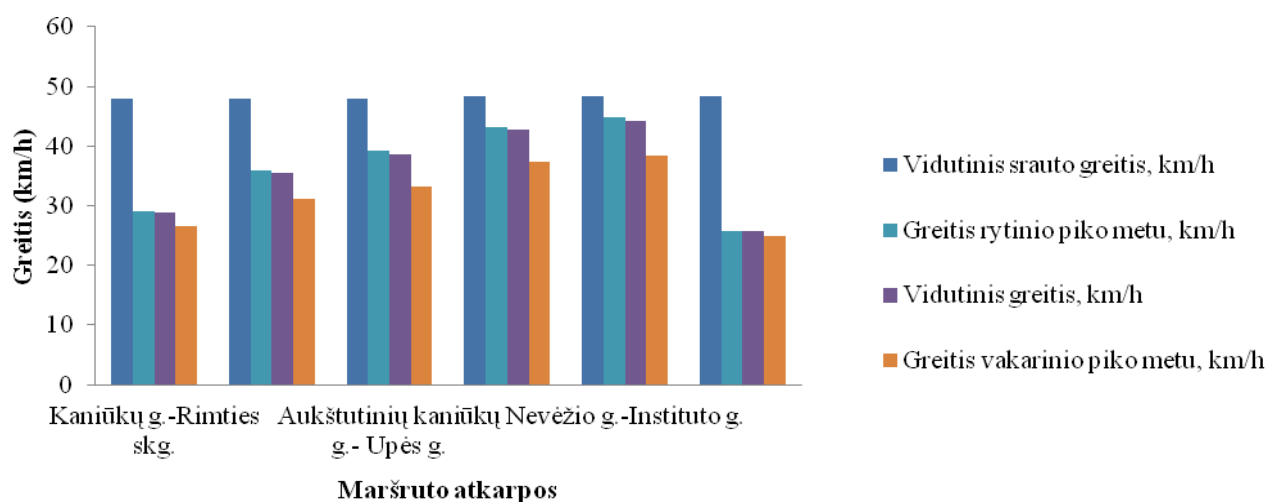
Transporto srauto greičiai pasirinktame maršrute Kauno kryptimi

	Atgimimo g.- Instituto g.	Instituto g.- Nevėžio g.	Nevėžio g.- Upės g.	Upės g.- Aukštutinių kaniūkų g.	Aukštutinių kaniūkų g.- Rimties skg.	Rimties skg.- Kaniūkų g
Gatvės ilgis, km	0,580	0,635	0,810	0,485	1,660	0,605
Leistinas greitis, km/h	50	50	50	50	50	50

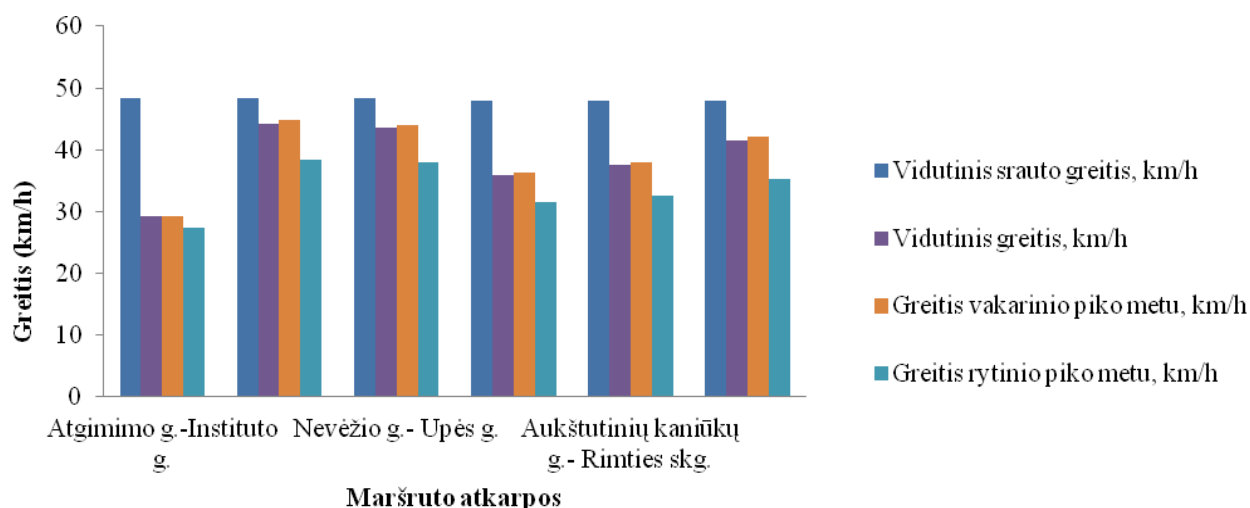
Judėjimas (vienpusis/dvipusis)	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis	Dvipusis
Vienos krypties juostų sk. Vnt.	1	1	1	1	1	1
Juostų sk. vnt.	2	2	2	2	2	2
Srautą stabdančių objektų skaičius, vnt.	1	0	0	1	1	0
Srauto greitį įtakojančių objektų skaičius, vnt.	5	2	3	1	10	3
Vidutinis eismo intensyvumas, aut/val.	1 113	1 113	1 113	1 171	1 171	1 171
Eismo intensyvumas rytinio piko metu, aut/val.	1 669	1 669	1 669	1 757	1 757	1 757
Eismo intensyvumas vakarinio piko metu, aut/val.	974	974	974	1 025	1 025	1 025
Vidutinis srauto greitis, km/h	48,3	48,3	48,3	47,9	47,9	47,9
Srauto greitis rytinio piko metu, km/h	41,4	41,4	41,4	39,7	39,7	39,7
Srauto greitis vakarinio piko metu, km/h	49,1	49,1	49,1	48,8	48,8	48,8

Vidutinis greitis, km/h	29,2	44,2	43,5	36,0	37,5	41,5
Greitis rytinio piko metu, km/h	27,3	38,4	37,9	31,5	32,5	35,3
Greitis vakarinio piko metu, km/h	29,3	44,8	44,1	36,4	38,0	42,2

Gatvės ilgis buvo nustatytas naudojant Kauno miesto interaktyvų žemėlapi internetinėje svetainėje „maps.lt“. Leistinas greitis nustatytas remiantis Lietuvos kelių eismo taisyklėmis. Važiuojamu juostų skaičius, transporto srauto greitį įtakančių ir stabdančių objektų, bei viešojo transporto stotelių skaičius nustatytas vykdant infrastruktūros objektų analizę skaičiuojamose atkarpose.



4.2 pav. Maršruto Kaunas – Raudondvaris greičių grafikas [8]



4.3 pav. Maršruto Raudondvaris – Kaunas greičių grafikas [8]

4.2 ir 4.3 pav. Pateikiami automobilių srauto, rytinio piko, vakarinio piko bei vidutinis greičiai parinkto maršruto atkarpose. Minėtas automobilių srauto greitis parodo teorinį greitį, kuris būtų jei srauto nestabdytų objektai minėti 4.1 ir 4.2 lentelėse. Greičiai rytinio ir vakarinio piko metu rodo jog mažiausi greičiai yra rytais Kauno kryptimi, o vakarais Raudondvario kryptimi, tuo metu automobilių srautas yra didžiausias. Taip pat šie duomenys pateikti grafiškai žemėlapyje, pirmame priede.

IŠVADOS

1. Atlikus analizę, buvo nustatyti priemiestinių teritorijų ir miestų ryšiai, eismo parametrai, techninės organizavimo priemonės bei išsiaiškinta transporto srauto greičio nustatymo metodika.
2. Pasirinktame ruože nuo Kaniūkų gatvės Kaune iki Atgimimo gatvės Raudondvaryje buvo išskirti objektai darantys įtaką automobilių srautui bei atsižvelgiant į juos nustatytas greitis abejomis kryptimis rytinio ir vakarinio piko metu. Link Raudondvario bendras maršruto rytinio piko greičio vidurkis – 36,33 km/h, vakarinio piko – 31,95 km/h. Link Kauno atitinkamai greičiai gauti 33,82 km/h ir 39,13 km/h.
3. Buvo atlikta ekonominių bei demografinių veiksnių analizė, kuri parodė jog gerėjant ekonominiams rodikliams, tokiems kaip BVP, automobilizacijos lygiui bei demografiniams rodikliams tokiems kaip gyventojų skaičiui, netoliese tiriamo maršruto esančiuose teritorijose, taip pat auga ir automobilių srautai.
4. Tyrime buvo nustatyta jog eismo intensyvumas nuo atskaitomųjų 2004 metų iki 2013 metų išaugo 20,36 % ir pagal sudarytas prognozes jo planuojamas augimas dar 13,41 %.
5. Tiriamajame darbe buvo nustatyta, jog parinkto maršruto infrastruktūra neatitinka dabartinių poreikių šioje kelio atkarpoje, tai rodo mažas judėjimo greitis palyginus su leistinu. Siūlomas sprendimas automobilių srauto greičiui padidinti, įrengti viešojo transporto stoteles atskirtas nuo važiuojamosios kelio juostos bei skatinti viešojo transporto naudojimą.

LITERATŪRA

Elektroninės knygos

1. Juškevičius Pranciškus. *MIESTŲ PLANAVIMAS* (2003) Vilnius Technika.
2. Paliulis Gražvydas – Mykolas. *Eismo inžinerija* (2007), Vilnius, Technika.
3. Burinskienė M., Jakovlevas–Mateckis K., Adomavičius V., Juškevičius P., Klibavičius A., Paliulis G., Rimkus A., Narbutis B., Šliogeris J. *Miestotvarka* (2000), Vilnius Technika.

Interneto svetainės

4. Uždaroji akcinė bendrovė „Švytėjimas“ [žiūrėta 2014.12.14], prieiga per internetą:
<http://www.svytejimas.lt/zenklai.html>
5. Eismo informacijos portalas „Eismoinfo“ [žiūrėta 2014.12.15], prieiga per internetą:
<http://eismoinfo.lt/eismo-zemelapis>
6. Virtualus žemėlapis „Maps.lt“ [žiūrėta 2014.12.15], prieiga per internetą:
<http://www.maps.lt/map/>
7. Šviečiamojo pobūdžio projektas [žiūrėta 2015.05.10], prieiga per internetą:
<http://www.investologija.lt>
8. Oficialiosios statistikos portalas [žiūrėta 2015.04.26], prieiga per internetą:
<http://osp.stat.gov.lt/>

Paskaitų medžiaga

9. M.Starevičius 2014. Tvarusis transportas: Technologijos, aplinka ir sąveika.

Įsakymai

10. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas Nr. D1-110 (2015m.)

PRIEDAI

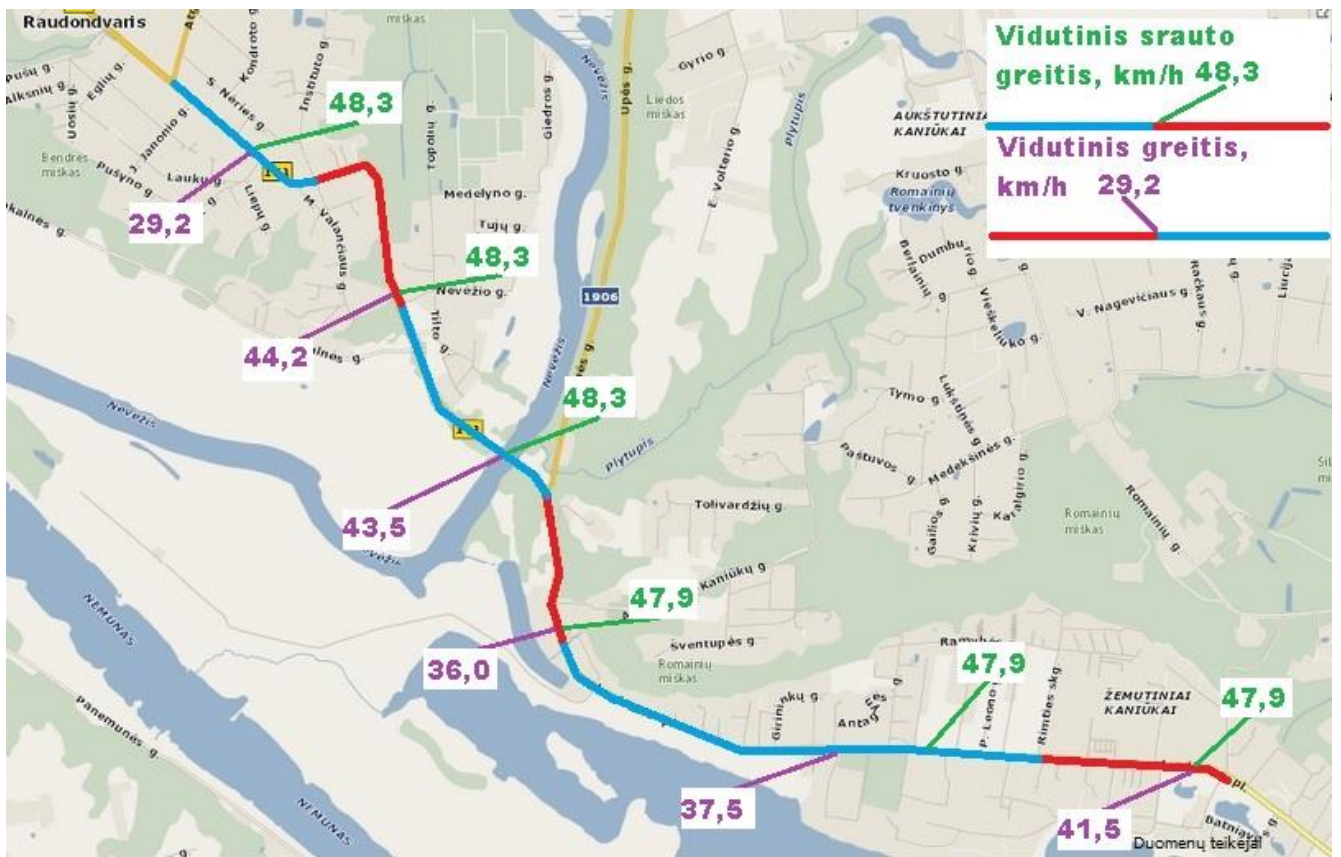
P-1. Greičiai vakarinio ir rytinio piko metu link Kauno



P-2. Greičiai vakarinio ir rytinio piko metu link Raudondvario



P-3. Vidutinis greitis bei vidutinis srauto greitis parinktame maršrute link Kauno



P-4. Vidutinis greitis bei vidutinis srauto greitis parinktame maršrute link Raudondvario

