



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

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

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

INTELEKTINĖ EISMO VALDYMO SISTEMA VILNIAUS MIESTE. SANKRYŽŲ KOORDINAVIMO IR MOTION EKSPERIMENTINIS TYRIMAS

Miroslav Volujevič

*Vilniaus Gedimino technikos universitetas
El. paštas: miroslav.volujevic@gmail.com*

Santrauka. Straipsnyje pateikiamos pagrindinės priežastys, kurios nulėmė intelektinės eismo valdymo sistemos diegimą Vilniaus mieste. Išvardyti visi pagrindiniai sistemos komponentai ir įgyvendinimo etapai – transporto koridoriai. Atliktas eksperimentinis sankryžų koordinavimo tyrimas ir MOTION eksperimentinis tyrimas, nagrinėjant tik rytinio piko signalines programas Antakalnio g. Atliktas abiejų eksperimentinių tyrimų rezultatų palyginimas. Pateiktas sankryžų reitingas pagal didžiausių sustojimų skaičių ties sankryžomis Antakalnio g. Aptariūs teorinius bei praktinius aspektus, pateikiamos išvados ir pasiūlymai.

Reikšminiai žodžiai: sankryža, koridorius, signalinė programa, signalinė grupė, ciklo laikas, koordinavimas, MOTION, „žalioji banga“.

Įvadas

Atliekant sankryžų koordinavimo eksperimentinį tyrimą buvo remtasi dr. Raimundo Junevičiaus daktaro disertacija „Transporto srautų modeliavimas sutelktųjų parametrų metodu gatvių tinkle“. Dr. Raimundas Junevičius savo disertacijoje nagrinėjo transporto srautų matematinius modelius, kuriais buvo siekiama sukurti universalų transporto srautų, kaip netiesinės dinaminės sistemos, sutelktųjų parametrų matematinį modelį su vėlinimu, kuris būtų skirtas aprašyti transporto srautams miesto gatvių tinkle.

Prognozuojant transporto srautų pasiskirstymą gatvių tinkle, staigiai pasikeitus važiavimo sąlygoms, galima tinkamai parinkti šviesoforų valdymo metodus, numatyti galimas grūstis gatvių tinkle ir pasiūlyti jų šalinimo strategijas, prognozuoti vibracijų, triukšmo, oro užterštumo kitimo tendencijas, keičiantis gatvių tinklo apkrovimui, ir siūlyti racionalias gatvių apkrovimo strategijas įgyvendinant pasirinktas sąlygas.

Transporto srautų matematiniai modeliai įvairiais aspektais nagrinėti tiek mūsų šalyje tiek ir užsienyje. Mūsų šalies mokslininkai daugiau tiria praktinio pobū-

džio problemas ir naudoja sukurtus paketus, transporto srautams modeliuoti, tokius kaip PTV Vision, EMME/2 ir kt. Daugelyje darbų, kuriuose nagrinėjami transporto srautus aprašantys matematiniai modeliai, pastebima, jog transporto srautai, priklausomai nuo automobilių kiekio tam tikroje kelio atkarpoje, gali būti stabilios ir nestabilios būsenos, o transporto srauto vidutinis greitis priklauso nuo transporto srautų koncentracijos.

Nemaža indėlį į transportų srautų tyrimus įdeda Vilniaus Gedimino technikos universiteto Transporto inžinerijos fakulteto studentai. Natalija Gavriušova savo magistriniame darbe sukaupė Vilniaus miesto gatvių tinklo dalies (dalis G.Vilko g.) transporto srautų charakteristikų duomenis, išnagrinėjo jų pakeitimus, priklausomai nuo paros valandos, savaitės dienos, oro-klimatinių sąlygų, kelio geometrinių parametrų ir dangos būklės.

Pagal tuos duomenis buvo sukurtas Vilniaus miesto gatvių tinklo dalies matematinis modelis. Apskaičiuotas kelių alternatyvių maršrutų pravažiavimo laikas, priklausomai nuo paros valandos, savaitės dienos, oro sąlygų ir dangos būklės. Išanalizuoti Vilniaus miesto gatvių tinklo dalies modelio skaičiavimo rezultatai ir pagal juos paren-

kamas racionalus pravažiavimo maršrutas, minimizuojantis laiko išlaidas.

Transporto srautų tyrimams naudojami duomenys gaunami iš transporto detektorių, įrengtų įdiegus naują intelektinę eismo valdymo sistemą Vilniuje. Intelektinė eismo valdymo sistema – dar prieš kelis metus buvo pakankamai naujas terminas turintis skirtingus priimtumo, susidomėjimo ir vietinio pritaikymo lygius. Kalbant apie Vilniaus miestą, intelektinės eismo valdymo sistemos (ang. *Intelligent traffic management system*) sąvoka nebe naujiena. Nuo 2006 metų diegiamą automatizuoto šviesoforinio reguliavimo ir valdymo sistemą galima drąsiai vadinti intelektine eismo valdymo sistema (toliau IEVS). Priežastys, kurios nulėmė IEVS kūrimą Vilniaus mieste:

- transporto priemonių skaičiaus didėjimas, kuris sukėlė didžiules transporto grūstis;
- vietinių miesto vežimų augimas;
- viešojo transporto prastovos esant transporto grūščiai;
- avaringumas;
- aplinkosaugos aspektai.

Menki techniniai kai kurių svarbiausių gatvių ir sankryžų parametrai varžo transporto eismą, o dideli atstumai tarp šių gatvių jungčių sukelia didelę transporto koncentraciją, automobilių ir keleivių prastovas. Esamas Vilniaus gatvių tinklas jau yra pasiekęs pralaidumo ribas piko valandomis ir reikalauja esminės gatvių, sankryžų ir tiltų plėtros bei rekonstrukcijos arba alternatyvių transporto srautų valdymo sprendimų ieškojimo.

Eksperimentinis sankryžų koordinavimo tyrimas

Vienas iš svarbių intelektinės eismo valdymo sistemos diegimo etapų yra koordinuotų sankryžų koridorių (sankryžų tinklų) kūrimas. Sankryžų koordinavimas vadinamas „žalioji banga“. Visiškas sankryžų darbo režimų suderinamumas leidžia pasiekti gerų rezultatų optimizuojant transporto srautus miesto gatvėse.

Šis projekto etapo vykdymas reikalauja daug darbo: skaičiavimų, matavimų, bandymų ir stebėjimų. Įranga, įdiegta sankryžoje, turi atitikti visus reikiamus standartus (LST 1405 ir LST 1405/1K, EN 12675, EN 50293, EN 12368, EN 60 529) bei užtikrinti nepriekaištingą darbą visomis oro sąlygomis.

Nagrinėjamas sankryžų koordinavimas Antakalnio g., pradedant nuo Antakalnio – L.Sapiegos g. sankirtos iki Antakalnio g. pėsčiųjų perėjos ties Vilniaus universitetine Antakalnio ligonine, kitaip tariant nagrinėjamas trečiasis koridorius.

1 lentelė. Nagrinėjamų sankryžų sąrašas

ID	Sankryžos pavadinimas
K306.1	Antakalnio g. – L.Sapiegos g sankryža
K306.2	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja šalia L.Sapiegos g.
K308	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja ties Antakalnio vidurine m-kla.
K309	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja prie buvusio kino teatro
K310	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja ties „IKI“ parduotuve
K311	Antakalnio – Šilo g. sankryža
K313	Antakalnio – Tramvajų g. pėsčiųjų perėja
K314	Antakalnio – Klinikų g. sankryža
K315.1	Antakalnio – Žolyno g. sankryža pėsčiųjų perėja
K315.2	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja ties Antakalnio poliklinika
K317	Antakalnio – Švyturio g. pėsčiųjų perėja
K318	Antakalnio – Širvio g. pėsčiųjų perėja
K319	Antakalnio – Tverečiaus g. sankryža
K320	Antakalnio – Oginskio g. sankryža
K321	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja ties Universitetine ligonine

Pagrindiniai analizės etapai:

- teorinis sankryžų koordinavimo grafiko sudarymas, t. y. teorinis „žaliosios bangos“ sudarymas Antakalnio g. darbo dienomis ir savaitgaliais panaudojant AG „Siemens“ SITRAFFIC Office 4.3.3 programinę įrangą;
- praktinis „žaliosios bangos“ grafiko išbandymas Antakalnio g. darbo dienomis ir savaitgaliais, važiuojant su transporto priemone abejomis kryptimis;
- praktinių ir teorinių rezultatų palyginimas, išvadų pateikimas;
- pasiūlymų, kaip pagerinti esamą situaciją, pateikimas.

Teorinės „žaliosios bangos“ sudarymas Antakalnio g.

Svarbiausias aspektas, į kurį reikia atsižvelgti sudarant teorinį sankryžų koordinavimo grafiką, yra atstumas tarp sankryžų. Atstumas tarp sankryžų yra matuojamas nuo pirmos sankryžos stop linijos iki kitos sankryžos stop linijos, be to, privalu žinoti, jog atstumas tarp sankryžų į skirtingas koridoriaus puses yra skirtingas dėl įvairiai išdėstytų stop linijų.

Sudarant „žaliosios bangos“ grafiką, reikia atsižvelgti ir išnagrinėti sankryžų darbo režimo tvarkaraštį darbo dienomis ir savaitgaliais. Sankryžos darbo režimas tai speciali programa, pagal kurią skirstoma žaliojo šviesoforo trukmė visomis kryptimis. Paprastai ši speciali programa vadinama signaline programa. Signalinių pro-

gramų kūrimas priklauso nuo transporto srautų intensyvumo kitimo ir nuo transporto srautų traukos krypties kitimo. Esant neordinarinėms situacijoms galimas specialių signalinių programų įjungimas. Šiuo atveju nagrinėjamos tik trečiame koridoriuje galiojančios signalinės programos:


- SP1 rytinio piko sankryžų signalinė programa, ciklo laikas 120 sek.;
- SP2 dienos meto sankryžų signalinė programa, ciklo laikas 90 sek.;
- SP3 vakarinio piko sankryžų signalinė programa, ciklo laikas 120 sek.;
- SP4 nakties meto sankryžų signalinė programa, ciklo laikas 70 sek.


Teorinė „žalioji banga“ yra pateikiama laiko ir atstumo diagramoje. Laiko ir atstumo diagrama skirta vaizdžiai parodyti signalinių grupių sąryšius tarp sankryžų bei atlikti optimalųjį koordinavimą, t. y. sukurti „žaliąją bangą“.


Kuriant „žaliąją bangą“ svarbu laiko ir atstumo diagramai priskirti kiekvienos sankryžos tinkamą signalinę programą. Įmanomas tik vienodo ciklo signalinių programų priskirimas.



„Žaliosios bangos“ optimizavimo strategija – įvairių signalinių programų optimizavimas, t. y. sukuriamos atskiros laiko ir atstumo diagramos, skirtos rytinio, pietinio, vakarinio pikų bei dienos ir nakties programoms. Taip yra užtikrinamas vienodo ciklo laiko parinkimas visoms sankryžoms.

Išnagrinėjus vienos krypties (K321-K306) laiko ir atstumo diagramas buvo sudaryta 2 lentelė, kurioje yra pateiktos būsenos, priskiriamos kiekvienai sankryžai:





























































START  – sankryža nuo kurios pradamas eksperimentinis tyrimas, pradama važiuoti ką tik užsidedus žaliajam šviesoforo signalui;

DRIVE  – transporto priemonės pravažiuoja sankryžą per žaliąjį šviesoforo signalą nesustojant;

STOP  – transporto priemonės sustojo sankryžoje ties raudonoju šviesoforo signalu.

Eksperimentinių tyrimų lentelių būsenų laukuose bus naudojamas tik simbolinis sankryžų būsenų žymėjimas ( ir .

2 lentelė. Teorinių laiko ir atstumo diagramų nuo K321 iki K306 sankryžos (į centrą) sustojimų ties šviesoforais analizė

ID	Kryptis	Rytinio piko programa SP1	Dienos meto programa SP2	Vakarinio piko programa SP3	Nakties meto programa SP4
K306.1	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K306.2	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K308	↑	DRIVE 	STOP 	DRIVE 	DRIVE 
K309	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K310	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K311	↑	STOP 	STOP 	DRIVE 	STOP 
K313	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K314	↑	DRIVE 	DRIVE 	STOP 	DRIVE 
K315.1	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K315.2	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K317	↑	DRIVE 	DRIVE 	STOP 	DRIVE 
K318	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K319	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K320	↑	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 	DRIVE 
K321	↑	START 	START 	START 	START 

Eksperimentinis „žaliosios bangos“ tyrimas Antakalnio g.

Vertinant intelektinės eismo valdymo sistemos darbą nepakanka sudaryti teorines laiko ir atstumo diagramas („žaliąsias bangas“). Teoriją reikia pagrįsti praktika. Reikalingas eksperimentinis tyrimas tam,

kad galima būtų patvirtinti arba paneigti sudarytas teorines „žaliąsias bangas“.

Eksperimentinis „žaliųjų bangų“ tyrimas susideda iš dviejų pagrindinių dalių: tyrimas atliekamas idealiomis sąlygomis (savaitgalį, esant mažam transporto srautui) ir tyrimas atliekamas realiomis sąlygomis, t. y. rytinio piko „žalioji banga“ tikrinama darbo dieną rytinio piko metu nuo 7:30 val. iki 8:30 val., analogiškai vakarinio piko „žalioji banga“ tikrinama darbo dieną vakarinio piko metu nuo 16:30 val. iki 17:30 val. Eksperimentinio tyrimo pabaigoje sudaroma lentelė, kurioje pateikiamas visų laiko ir atstumo diagramų palyginimas.

3 lentelė. Rytinio piko signalinės programos eksperimentinis tyrimas Antakalnio g. (važiavimas Antakalnio g. abejomis kryptimis)

Sankryžos ID	Rytinio piko signalinė programa SP1 (ciklo laikas 120 sek.)															
	Kryptis	Teorinis tyrimas	Eksperimentinis tyrimas atliktas idealiomis sąlygomis, esant mažam transporto srautui			Eksperimentinis tyrimas atliktas realiomis sąlygomis			Kryptis	Teorinis tyrimas	Eksperimentinis tyrimas atliktas idealiomis sąlygomis, esant mažam transporto srautui			Eksperimentinis tyrimas atliktas realiomis sąlygomis		
			Bandymas Nr.1 2012-01-15 08:25-08:30	Bandymas Nr.2 2012-01-15 08:39-08:44	Bandymas Nr.3 2012-01-15 08:53-08:58	Bandymas Nr.1 2012-01-19 08:07-08:12	Bandymas Nr.2 2012-01-19 08:21-08:26	Bandymas Nr.1 2012-01-15 08:18-08:24			Bandymas Nr.2 2012-01-15 08:31-08:35	Bandymas Nr.3 2012-01-15 08:45-08:49	Bandymas Nr.1 2011-01-19 07:57-08:02	Bandymas Nr.2 2012-01-19 08:14-08:19		
K306.1	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K306.2	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K308	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K309	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K310	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K311	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K313	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K314	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K315.1	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K315.2	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K317	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K318	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K319	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K320	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
K321	↑	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

* – žaliasis mirksintis šviesoforo signalas. Važiavimas per sankryžą vyksta mirksint žaliajam signalui.

** – pėsčiųjų perėjoje nuspauštas pėsčiųjų mygtukas. Pagrindinėje gatvėje įjungiamas raudonasis signalas.

*** - sustojimas įvyksta dėl viršypo leistino greičio (50 km/h) **** - sankryžos adaptacija. Esant nedideliame transporto srautui pagrindinėje gatvėje, žaliasis šviesoforo signalas pagrindinėje gatvėje išjungiamas anksčiau nustatyto laiko.

3 lentelėje pateikiami tik rytinio piko signalinės programos eksperimentinio tyrimo rezultatai. Kitų signalinių programų eksperimentinių tyrimų rezultatai nebus pateikiami.

Eksperimentinis MOTION tyrimas

MOTION (ang. *Method of the optimization of the Traffic Signals In Online Controlled Networks*) - eismo optimizavimo realiuoju laiku metodas. Tai makroskopinis modulinis valdymo mechanizmas, skirtas automatizuotos šviesoforinės reguliavimo sistemos darbui optimizuoti.

Pagrindinis MOTION principas yra jau sukurtos „žaliosios bangos“ ir kiekvienos sankryžos aktyvuoto adaptyvaus valdymo apjungimas. Norint aktyvuoti dviejų elementų kombinaciją, būtina surinkti ir apdoroti duomenis apie sankryžos transporto srautus.

Šiuo metu Antakalnio g. yra aktyvuotas MOTION, t. y. kas 20 min. yra siunčiama naujai su-

generuota signalinė programa ir sankryža persijungia į kitokį darbo režimą. Kokią įtaką turi signalinių programų keitimasis bendram transporto koridoriaus eismui? Teoriškai MOTION gali automatiškai sukurti sankryžų koordinaciją atsižvelgiant į transporto srautų duomenis ir suteikiant prioritetą vienai arba kitai transporto koridoriaus kryptčiai. Sankryžų ciklo laikas taip pat yra parenkamas pagal transporto srautų duomenis.

Paprastai jeigu rytinio piko metu transporto srautas bet kurioje iš 15 minėtų Antakalnio g. sankryžų viršija iš anksto nustatytą ribą, tuomet yra parenkamas 120 sek. ciklo laikas ir sugeneruojamos naujos signalinės programos visam transporto koridoriui suteikiant prioritetą važiuojantiems į miesto centrą. Baigiantis rytiniam pikui ir sumažėjus transporto srautui, sankryžos persijungia į trumpesnę ciklo laiką – 90 sek. Artėjant vakarui transporto srautų situacija keičiasi, daug miesto gyventojų traukia iš miesto centro. Visas Antakalnio g. transporto koridorius yra perjungiamas į

120 sek. ciklo laiko signalines programas suteikiant prioritetą važiuojantiems iš miesto centro. Nakties metu esant mažam transporto srautui sankryžos veikia pagal 70 sek. ciklo laiko signalines programas.

Tam, kad galima būtų nagrinėti MOTION efektyvumą ir palyginti MOTION generuojamas signalines programas su 3 skyriuje nagrinėtomis signalinėmis programomis reikia atlikti eksperimentinę tyrimą.

MOTION eksperimentinio tyrimo planas:

- rytinio piko teorinės „žaliosios bangos“ (sugeneruotos serveryje) pateikimas ir išbandymas realiomis sąlygomis darbo dieną nuo 07:30 val. iki 08:30 val.;
- dienos meto teorinės „žaliosios bangos“ pateikimas ir išbandymas realiomis sąlygomis darbo dieną nuo 09:00 val. iki 15:00 val.;

– vakarinio piko teorinės „žaliosios bangos“ pateikimas ir išbandymas realiomis sąlygomis darbo dieną nuo 16:30 val. iki 17:30 val.;

– savaitgalio (šeštadienio) teorinės „žaliosios bangos“ pateikimas ir išbandymas realiomis sąlygomis darbo dieną nuo 09:00 val. iki 15:00 val.

Atliekant eksperimentinę tyrimą sudaromos teorinės „žaliosios bangos“ (laiko ir atstumo diagramos) ir rezultatų lentelės, kuriose atliktas realių bandymų rezultatų lyginimas su teorinėmis „žaliosiomis bangomis“.

Šiame straipsnyje pateikiamas tik MOTION rytinio piko signalinės programos nagrinėjimas.

4 lentelėje pateikiami tik rytinio piko MOTION signalinės programos eksperimentinio tyrimo rezultatai. Kitų MOTION signalinių programų eksperimentinių tyrimų rezultatai nebus pateikiami.

4 lentelė. Rytinio piko MOTION signalinės programos eksperimentinis tyrimas Antakalnio g. (važiavimas Antakalnio g. abejomis kryptimis)

Sankryžos ID	Rytinio piko MOTION signalinė programa (ciklo laikas 120 sek.)									
	Kryptis	Teorinis tyrimas	Eksperimentinis tyrimas atliktas realiomis sąlygomis rytinio piko metu darbo dieną			Kryptis	Teorinis tyrimas	Eksperimentinis tyrimas atliktas realiomis sąlygomis rytinio piko metu darbo dieną		
			Bandymas Nr.1 2012-01-21 07:54-08:02	Bandymas Nr.2 2012-01-21 08:08-08:14	Bandymas Nr.3 2012-01-21 08:21-08:27			Bandymas Nr.1 2012-01-21 07:46-07:51	Bandymas Nr.2 2012-01-21 08:02-08:07	Bandymas Nr.3 2012-01-21 08:15-08:20
K306.1	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K306.2	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K308	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K309	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K310	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K311	↑	●	●	●	●	↓	☐	☐	☐	☐
K313	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K314	↑	☐	☐	●***	●***	↓	●	●	●	●
K315.1	↑	☐	☐	☐*	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K315.2	↑	●	☐****	☐****	☐****	↓	☐	☐	☐	☐
K317	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K318	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K319	↑	☐	☐	☐	☐	↓	●	☐****	☐****	☐****
K320	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐
K321	↑	☐	☐	☐	☐	↓	☐	☐	☐	☐

* – žalias mirksintis šviesoforo signalas. Važiavimas per sankryžą vyksta mirksint žaliajam šviesoforo signalui.

** – pėsčiųjų perėjoje nuspaustas pėsčiųjų mygtukas. Pagrindinėje gatvėje įjungiamas raudonasis šviesoforo signalas.

*** – sankryžos adaptacija. Esant nedideliame transporto srautui pagrindinėje gatvėje, žaliasis šviesoforo signalas pagrindinėje gatvėje išjungiamas anksčiau nustatyto laiko.

**** – sankryžos adaptacija. Nesant transporto srautui šalutinėje gatvėje, įjungiamas nuolatinis žaliasis šviesoforo signalas pagrindinėje gatvėje.

5 lentelė. Rytinio piko SP1 ir MOTION rytinio piko sugeneruotos signalinių programų palyginimas

Signalinė programa	Ciklo laikas, sek.	Kryptis, Sank. ID → Sank. ID	Vidutinė važiavimo trukmė, min.	Teorinis sustojimų skaičius	Teorinių sustojimų vietos, Sank. ID	Realus sustojimų skaičius	Realių sustojimų vietos, Sank. ID	Pastabos
Rytinio piko SP1 signalinė programa (3 lentelė)	120	K321 → K306 (į centrą)	5	1	K311	1	K311	Eksper. tyrimo rezultatai visiškai atitinka teor. tyrimo rezultatus.
		K306 → K321 (iš centro)	4,5	3	K308, K315.1, K320	2 - 3	K308, K311, K314, K315.1, K315.2, K318, K320	Neplanuoti sustojimai įvyksta dėl sankryžų adaptacijos (žaliasis šviesoforo signalas pagrindinėje gatvėje išjungiamas anksčiau nustatyto laiko).
MOTION rytinio piko signalinė programa (4 lentelė)	120	K321 → K306 (į centrą)	5	2	K315.2, K311	1 - 2	K314, K311	Neplanuoti sustojimai ties K314 įvyksta dėl sankryžų adaptacijos.
		K306 → K321 (iš centro)	5	2	K314, K319	1	K314	Neįvyksta planuotas sustojimas ties K319 dėl sankryžų adaptacijos. Nesant transporto srautui šalutinėje gatvėje, įjungiamas nuolatinis žaliasis šviesoforo signalas pagrindinėje gatvėje.

6 lentelė. Sankryžų reitingas pagal didžiausią sustojimų skaičių

Sankryžos ID	Sankryžos pavadinimas	Bendras sustojimų skaičius	Atlikta važiavimų (iš viso)	Reitingo vieta
K311	Antakalnio – Šilo g. sankryža	40	70	1
K314	Antakalnio – Klinikų g. sankryža	19	70	2
K320	Antakalnio – Oginskio g. sankryža	12	70	3
K315.1	Antakalnio – Žolyno g. sankryža pėsčiųjų perėja	9	70	4
K317	Antakalnio – Švyturio g. pėsčiųjų perėja	9	70	4
K315.2	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja ties Antakalnio poliklinika	8	70	5
K318	Antakalnio – Širvio g. pėsčiųjų perėja	4	70	6
K308	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja ties Antakalnio vidurine m-kla.	3	70	7
K309	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja prie buvusio kino teatro	2	70	8
K319	Antakalnio – Tverečiaus g. sankryža	1	70	9
K321	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja ties Universitetine ligonine	1	70	9
K306.1	Antakalnio g. – L.Sapiegos g. sankryža	0	70	10
K306.2	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja šalia L.Sapiegos g.	0	70	10
K310	Antakalnio g. pėsčiųjų perėja ties „IKI“ parduotuve	0	70	10
K313	Antakalnio – Tramvajų g. pėsčiųjų perėja	0	70	10

5 lentelėje pateikiamas išnagrinėtos signalinės programos SP1 ir MOTION sugeneruotos rytinio piko signalinės programos palyginimas.

6 lentelėje pateikiamas sankryžų reitingas pagal didžiausią sustojimų skaičių ties sankryžomis atlikus eksperimentinius signalinių programų bei MOTION programų tyrimus.

Išvados ir pasiūlymai

Išvados:

1) Rytinio piko metu esant įjungtai signalinei programai SP1 (ciklo laikas 120 sek.) teoriškai važiuojant į centrą sustosime tik vieną kartą ties K311. Važiuojant realiomis sąlygomis neviršijant leistino greičio 50 km/h taip pat sustosime tik vieną kartą ties K311. Važiuojant iš centro teoriškai – 3 sustojimai (K308, K315.1, K320). Iš tikrųjų važiuojant realiomis sąlygomis galimi 2-3 sustojimai ties K308 (jei nuspaustas pėsčiųjų mygtukas), karais ties K311, ties K315.1 arba K315.2, ties K320

2) Rytinio piko metu esant MOTION sugeneruotai signalinei programai (ciklo laikas 120 sek.) teoriškai važiuojant į centrą sustosime 2 kartus – ties K315.2 ir ties K311. Tačiau iš tikrųjų yra galimybė sustoti tik ties K311 arba ties K314 ir K311. Važiuojant iš centro teoriškai – 2 sustojimai, ties K314 ir K319. Atliekant eksperimentinius važiavimus sustojimai įvykdavo tik ties K314.

3) Palyginus vieno ir kito eksperimentinio tyrimų rezultatus, rytinio piko metu taikant signalinę programą SP1 turime puikų sankryžų koordinavimą važiuojant centro kryptimi. Sustojame tik vieną kartą. Tačiau važiuojantiems iš centro teks sustoti 2-3 kartus. Šių sustojimų priežastis – prioriteto suteikimas važiuojantiems į centrą (nuo K321 iki K306). Naudojant MOTION sugeneruotą signalinę programą situacija Antakalnio g. yra geresnė. Važiuojant į centrą – nuo 1 iki 2 sustojimų, o iš centro tik 1 sustojimas.

Pasiūlymai:

Atlikus eksperimentinį sankryžų koordinavimo ir MOTION sistemos tyrimą bei tyrimų rezultatų palyginimą siūloma rytinio piko metu taikyti MOTION generuojamą signalinę programą.

Pagal 6 lentelę, sankryžų reitingą, matyti, jog daugiausiai sustojimų įvyksta ties K311 (Antakalnio – Šilo g.) sankryža.

Sudėtinga išspręsti visas problemas K311 sankryžoje. Joje susikerta dideli transporto srautai iš Antakalnio ir Šilo gatvių. Todėl siūloma koreguoti rytinio piko signalinę programą SP1, kad važiavimas į centrą vyktų be sustojimų Antakalnio g. arba naudoti MOTION generuojamą signalinę programą.

Literatūra

- Junevičius, R.; Bogdevičius, M.; Torok, A. 2011 Modelling of Internal Combustion Engines' (Ice) Emission Through the Use of Traffic Flow Mathematical Models, *Transport* (3): 271–278. ISSN 1648-4142 (Thomson ISI Web of Science). doi:10.3846/16484142.2011.621978.
- Junevičius, R.; Bogdevičius, M. 2009. Mathematical Modelling of Network Traffic Flow, *Transport* 24(4): 333–338. ISSN 1648-4142. (Thomson ISI Web of Science). doi:10.3846/1648-4142.2009.24.333-338.
- Junevičius, R.; Bogdevičius, M. 2007. Determination of Traffic Flow Parameters in Different Traffic Flow Interaction Cases, *Transport* 22(3): 236–239. ISSN 1648-4142. (Thomson ISI Web of Science). doi:10.1080/16484142.2007.9638131.
- Gavriušova, N. 2010. *Vilniaus miesto gatvių tinklo dalies transporto srautų analizė*. Vilniaus Gedimino technikos universiteto, Transporto inžinerijos fakulteto, Transporto technologinių įrenginių katedros, Baigiamasis magistro darbas. Vilnius. 71 p.
- Automatizuotos šviesoforinio reguliavimo ir valdymo sistemos diegimas Vilniaus mieste. Galimybių studija – investicinis projektas*. 2005. UAB “PI konsultacijos”. Laisvės pr. 60, LT-05120 Vilnius. 137.
- MOTION Central V3.0 Traffic-Actuated Signal Program Optimization, Planning Manual A002*. 2003. Industrial Solutions and Services, Intelligent Traffic Systems. Siemens AG. München. 81 p.
- SITTRAFFIC Office Operating Instructions V 4.3.2 A007*. 2008. Industry Sector, Mobility Division, Traffic Solutions. Siemens AG. München. 360.
- SITTRAFFIC MOTION MX 4.0, Planung und Versorgung V0.2.1*. 2006. Industrial Solutions and Services, Intelligent Traffic Systems. Siemens AG. München. 59
- System description, Traffic Management System, Vilnius*. 2006. Industrial Solutions and Services, Intelligent Traffic Systems. Siemens AG. München. 70.
- Vilniaus miesto susisiekimo sistemos esama būklė ir problemos* [interaktyvus]. [žiūrėta 2012-02-11]. Prieiga per internetą: <<http://www.vilnius.lt/newvilniusweb/index.php/101/?itemID=90888>>