



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

KELIŲ KATEDRA

Ieva Stulgytė

**VIEŠOJO TRANSPORTO CHARAKTERISTIKŲ IR RODIKLIŲ
ĮTAKA JO POPULIARUMUI**

**THE IMPACT OF PUBLIC TRANSPORT CHARACTERISTICS
AND INDICATORS ON ITS POPULARITY**

Baigiamasis magistro darbas

Civilinės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H20002

Miestų inžinerinių informacinių sistemų specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2018

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas


(Parašas)
Kelių katedros vedėjas
doc. dr. Vygandas Puodžiūnas
(Vardas, pavardė)
2018 05 21
(Data)

Ieva Stulgytė

VIEŠOJO TRANSPORTO CHARAKTERISTIKŲ IR RODIKLIŲ ĮTAKA JO
POPULIARUMUI

THE IMPACT OF PUBLIC TRANSPORT CHARACTERISTICS AND
INDICATORS ON ITS POPULARITY

Baigiamasis magistro darbas

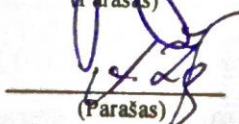
Civilinės inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas 621H20002

Miestų inžinerinių informacinių sistemų specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas doc. dr. Marius Jakimavičius
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

Lietuvių kalbos konsultantas dr. Aušra Žemienė
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

 2018-05-21
(Parašas) (Data)
 2018-05-21
(Parašas) (Data)

Vilnius, 2018

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Ieva Stulgytė, 20124474

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Aplinkos inžinerijos fakultetas

(Fakultetas)

Civilinė inžinerija, ISmf-16

(Studijų programa, akademinė grupė)

**BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SĄŽININGUMO DEKLARACIJA**

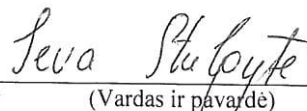
2018 m. gegužės 21 d.

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas tema „Viešojo transporto charakteristikų ir rodiklių įtaka jo populiarumui“ patvirtintas 2018 m. kovo 19 d. dekanų potvarkiu 79ap yra savarankiškai parašytas. Šiame darbe pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Mano darbo vadovas doc. dr. Marius Jakimavičius.

Kitų asmenų indėlio į parengtą baigiamąjį darbą nėra. Jokių įstatymų nenumatytų piniginių sumų už šį darbą niekam nesu mokėjęs (-usi).


(Parašas)


(Vardas ir pavardė)

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

Technologijos mokslo sritis

.....mokslo kryptis

STATYBOS...INŽINERIJOS...studijų kryptis

CIVILINĖS...INŽINERIJOS...studijų programa, valstybinis kodas ...62.1.H20002

MIEŠTŲ INŽINERINĖS...MECHANIKINĖS...SISTEMŲ specializacija

TVIRTINU
Katedros vedėjas

VGTH (Parašas)
Kelių katedros vedėjas
doc. dr. Virgaudas Puodžlūkas
(Vardas, pavardė)

(Data)

BAIGIAMOJO MAGISTRO DARBO
UŽDUOTIS

2018 m. 03 mėn. Nd. Nr.
Vilnius

Studentui (ei) Ievai Stulgitei
(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema: Viešojo transporto charakteristikų ir rodiklių įtaka jo populiarumui.
patvirtinta 2018 m. 2018.03.19... d. dekanato potvarkiu Nr. ...79.9P.

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2018 m. 2018.04.21. d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS:

Baigiamajame magistro darbe reikia atlikti užsienio literatūros šaltinių, nagrinėjančių viešojo transporto socialinius, ekonominius, technologinius ir aplinkosauginius rodiklius bei jų sistemas. Studentas savo baigiamajame darbe turi identifikuoti svarbiausius rodiklius iš šių rodiklių grupių, nulemiančius bei formuojančius viešojo transporto populiarumą bei jo naudojimo aktyvumą. Darbe reikia sukurti rodiklių sistemą, skirtą viešojo transporto maršrutų daugiakriterinei analizei bei apklausai atlikti vertinant maršrutų populiarumą. Darbe reiktų taikyti ekspertinės apklausos metodą, skirtą rodiklių reikšmingumui nustatyti bei panaudoti daugiakriterinės analizės metodus (Topsis, SAW, AHP ar kt.). Atlikus analizę, reikia identifikuoti pagrindinius rodiklius nulemiančius viešojo transporto populiarumą, gautus rezultatus palyginti su apklausos rezultatais. Sprendiniai turi būti pristatyti panaudojant grafines priemones bei skaitmeninius žemėlapius. Darbe turi būti pateiktos išvados išreikštos kiekybiniais parametrais.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

.....
.....
.....
(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Vadovas

.....
(Parašas)

dr. Marius Jakimavičius

(Moksl. laipsnis, vardas, pavardė)

Užduotį gavau

.....
(Parašas)

Ieva Stulgite

(Vardas, pavardė)

2018-03-19

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas
Aplinkos inžinerijos fakultetas
Kelių katedra

ISBN ISSN
Egz. sk.
Data-.....-.....

Antrosios pakopos studijų **Civilinės inžinerijos** programos magistro baigiamasis darbas 4

Pavadinimas **Viešojo transporto charakteristikų ir rodiklių įtaka jo populiarumui**

Autorius **Ieva Stulgytė**

Vadovas **Marius Jakimavičius**

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamojo magistro darbo tikslas – sukurti viešojo transporto socialinių, ekonominių, technologinių ir aplinkosauginių rodiklių sistemas, leidžiančias skirtingais aspektais įvertinti viešąjį transportą ir jo maršrutus. Darbe išanalizuoti užsienio literatūroje minimi viešojo transporto vertinimo rodikliai; pateikti asmeninės transporto priemonės naudojimosi motyvai; įvertintas transporto neigiamas poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai. Sukurta rodiklių sistema, kuria naudojantis vertinami viešojo transporto maršrutai; nustatyta rodiklių svarba, atlikus viešojo transporto maršrutų analizę pateikti rezultatai. Rodiklių sistemas galima naudoti kartu arba pasirinkti konkrečią vertinimo sritį. Ši vertinimo sistema yra nepriklausoma nuo sistemos naudotojo, todėl sėkmingai gali būti naudojama vertinant VT maršrutų rodiklius ir charakteristikas kituose miestuose, taip pat ir susiejant gautus rezultatus su keleivių pasitenkinimo apklausomis.

Darbą sudaro įvadas, 4 skyriai, išvados ir literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 70 p. teksto be priedų, 22 paveikslų, 27 lentelių, 57 literatūros šaltiniai.

Atskirai pridedamas 1 darbo priedas ir autoriaus publikuotas straipsnis.

Prasminiai žodžiai: daugiakriterinė analizė, rodiklis, SAW, TOPSIS, viešasis transportas.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Environmental Engineering
Department of Roads

ISBN ISSN
Copies No.
Date-.....-.....

Master Degree Studies **Civil Engineering** study programme Master Graduation Thesis 4

Title **The Impact of Public Transport Characteristics and Indicators on its Popularity**
Author **Ieva Stulgytė**
Academic supervisor **Marius Jakimavičius**

Thesis language: Lithuanian

Annotation

The aim of the final master's thesis is to create social, economic, technological and environmental indicators systems of public transport which allow to evaluate public transport and its routes in different aspects. In this paper the analysis of the public transport indicators mentioned in the foreign literature is carried out; provided motives of using a personal vehicle; assessed the negative impact of transport on the environment and human health. The system of indicators has been used for evaluation of public transport routes; the importance of indicators is determined, the results of the analysis of public transport routes are provided. Indicators systems can be used jointly or specific area for evaluation could be selected. This system is independent of geographical location and user of the system, therefore it could be applied for evaluation of indicators and characteristics of public transport routes in other cities. More over it is possible to link the results of this evaluation with passenger satisfaction surveys.

Structure: introduction, 4 parts, conclusions and references.

Thesis consists of 70 p. text without appendixes, 22 pictures, 27 tables, 57 entries.

1 appendix and the article published by the author of this paper and are included.

Keywords: multicriteria analysis, indicator, SAW, TOPSIS, public transport.

TURINYS

IVADAS	10
2. LITERATŪROS ŠALTINIŲ ANALIZĖ	11
2.1. Rodikliai, lemiantis asmeninės transporto priemonės ir VT naudojimąsi	13
2.2. Viešojo transporto vertinimo modeliai	16
2.3. Neigiamas transporto poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai	21
2.4. Viešojo transporto streikų įtaka. Barcelonos miesto atvejis	25
2.5. Vilniaus miesto bendroji informacija ir situacija	26
3. DAUGIAKRITERINIO VERTINIMO METODAI	29
4. TYRIMAS	31
4.1. Tyrimo objektas	31
4.2. Rodiklių sistema	32
4.3. Rodiklių reikšmingumo nustatymas	35
4.4. Viešojo transporto maršrutų analizė	40
4.5. Vilniaus viešojo transporto maršrutų rangavimas SAW metodu	50
4.6. Vilniaus viešojo transporto maršrutų rangavimas TOPSIS metodu	52
4.7. Daugiakriterių metodų rezultatų lyginamoji analizė	55
4.8. Vilniaus viešojo transporto maršrutų aplinkosauginės srities įvertinimas	56
4.9. Rezultatų palyginimas su pasitenkinimo apklausomis	58
5. SPRENDIMAI, GALINTYS PADĖTI POPULIARINTI VIEŠĄJĮ TRANSPORTĄ. 61	
IŠVADOS	65
NAUDOTA LITERATŪRA	67
PRIEDAI	71

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

2.1 pav.	Naudojimosi automobiliu pasirinkimo priežastys	15
2.2 pav.	Aplinkosauginės problemos, kurias sukelia didelis automobilizacijos lygis	22
2.3 pav.	VT streikų įtaka miesto oro kokybei	26
2.4 pav.	Individualių lengvųjų automobilių skaičius, tenkantis 1000 Lietuvos gyventojų ir lengvųjų automobilių skaičius 2016 metų pabaigoje	27
4.1 pav.	Tyrimo objekto – 10 Vilniaus miesto VT maršrutų – išsidėstymas mieste	32
4.2 pav.	Rodiklių svorių vidurkių reikšmės	38
4.3 pav.	Rodiklių pasiskirstymas pagal procentus	39
4.4 pav.	Maršrutuose kursuojančių transporto priemonių amžiaus vidurkis metais	41
4.5 pav.	Nemokamo parkavimosi galimybės prie VT stotelių.....	41
4.6 pav.	Apsipirkimo galimybės prie VT stotelių	42
4.7 pav.	Dalijimosi dviračiais galimybės prie VT stotelių.....	43
4.8 pav.	Suminė oro tarša ir triukšmas dienos metu	45
4.9 pav.	Stotelių pasiekiamumas	46
4.10 pav.	Vidutinis žemagridžių transporto priemonių kursavimo laiko intervalas	47
4.11 pav.	Kelionės kainos palyginimas.....	48
4.12 pav.	A juostos VT maršrutuose	49
4.13 pav.	VT maršrutų rangavimo SAW metodu rezultatų atvaizdavimas žemėlapyje	52
4.14 pav.	VT maršrutų rangavimo TOPSIS metodu rezultatų atvaizdavimas žemėlapyje ...	55
4.15 pav.	VT maršrutų rangavimo daugiakriteriniais metodais rezultatų atvaizdavimas žemėlapyje	56
4.16 pav.	Oro taršos (SO ₂ , NO ₂ , KD ₁₀) vertės VT maršrutų trasose	57
4.17 pav.	VT maršrutų aplinkosauginės srities rodiklių, apskaičiuotų daugiakriteriniais metodais, rezultatų atvaizdavimas žemėlapyje.....	58
4.18 pav.	2015-2017 metų anketinės pasitenkinimo apklausos rezultatų vidurkis	59

LENTELIŲ SĄRAŠAS

2.1 lentelė. VT ir automobilių naudojimo privalumai ir trūkumai.....	18
2.2 lentelė. VT skatinimo kryptys ir galimi sunkumai.....	18
3.1 lentelė. Daugiakriterių skaičiavimo metodų vertinimas.....	30
4.1 lentelė. Pasirinktų viešojo transporto maršrutų charakteristikos.....	32
4.2 lentelė. Viešojo transporto maršrutų vertinimo rodikliai	33
4.3 lentelė. Rodiklių suskirstymas sritimis	35
4.4 lentelė. Ekspertinės apklausos rezultatai.....	36
4.5 lentelė. Rodiklių sumos	37
4.6 lentelė. Rodiklių vidurkiai.....	37
4.7 lentelė. Nustatyti rodiklių reikšmingumai.....	37
4.8 lentelė. Rodiklių reikšmingumai, gauti ekspertų apklausos metodu.....	38
4.9 lentelė. Automobilio parkavimo, dalijomisi dviračiai ir apsipirkimo galimybių prie VT maršrutų stotelių įvertinimas	43
4.10 lentelė. Komforto lygis transporto priemonėje	46
4.11 lentelė. Kelionės laiko įvertinimas važiuojant automobiliu ir viešuoju transportu.....	47
4.12 lentelė. Transporto priemonių kursavimo dažnis ir laikas	49
4.13 lentelė. Viešojo transporto stotelių infrastruktūros įvertinimas	50
4.14 lentelė. SAW metodu normalizuota matrica	51
4.15 lentelė. SAW metodu suskaičiuotos alternatyvų reikšmės	51
4.16 lentelė. TOPSIS metodu normalizuota matrica.....	53
4.17 lentelė TOPSIS metodu, normalizuota matrica, padauginta iš rodiklių reikšmingumų	53
4.18 lentelė. Minimalūs ir maksimalūs rodiklių dydžiai.....	54
4.19 lentelė. Alternatyvų atstumai iki geriausių ir blogiausių variantų	54
4.20 lentelė. Vertinimo metodais (SAW ir TOPSIS) suskaičiuotos VT maršrutų vietos	55
4.21 lentelė. Aplinkosauginių rodiklių reikšmingumai ir reikšmės	57
4.22 lentelė. SAW ir TOPSIS metodais įvertinti VT maršrutai pagal aplinkosauginės srities rodiklius.....	57
4.23 lentelė. Kelionių skaičiaus per dieną maršrute ir gautų rezultatų, įvertinus SAW ir TOPSIS metodais, palyginimas	60

IVADAS

Problema. Transportas – svarbi šalies ūkio šaka, be kurios neįmanomas ūkinės veiklos organizavimas ir žmonių bendravimas. Kiekviena civilizuota šalis skiria didelį dėmesį visų transporto šakų tinklo plėtros, transporto priemonių tobulinimo, pervežimo procesų organizavimo gerinimo klausimams spręsti. Dėl sparčios urbanizacijos spūstys kiekviename mieste tampa vis didesnė problema – vis daugiau žmonių renkasi greitesnį, komfortiškesnį bei patogesnį asmeninį transportą. Miestiečiai rytais ir vakarais praranda valandas stovėdami spūstyse, o dėl transporto priemonių išmetamųjų dujų į aplinkos orą yra daroma žala aplinkai, sukeliama fizinė-triukšmo tarša. Automobilių spūstys gatvėse, laiko ir pinigų nuostoliai, triukšmas, sveikatos sutrikimai ir daug kitų problemų – tai nuolatinio automobilizacijos augimo, o kartu ir kylančio taršos lygio pasekmė gyventojams.

Darbo aktualumas. Vilnius – tai pramonės ir statybų centras, tai didžiausias Lietuvos miestas pagal gyventojų skaičių, komunalinį ir aptarnaujantį ūkį. Nuolat auga Vilniaus miesto ir regiono gyventojų mobilumas lengvaisiais automobiliais, o tai lemia blogėjančias susisiekimo sąlygas ir didėjančią aplinkos taršą, todėl gyventojų skatinimas naudotis viešuoju transportu (VT) ir jo gerinimas – būtinas.

Darbo tikslas – sukurti viešojo transporto socialinių, ekonominių, technologinių ir aplinkosauginių rodiklių sistemas, leidžiančias skirtingais aspektais vertinti VT ir jo maršrutus; pateikti galimus sprendimus ir priemones siekiant skatinti VT naudojimąsi.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti mokslinių darbų, nagrinėjančių VT socialinius, ekonominius, technologinius ir aplinkosauginius rodiklius bei jų sistemas, analizę ir įvertinti pasaulinėje praktikoje paplitusius kriterijus.
2. Sukurti rodiklių sistemą, tinkančią daugiakriterinei VT maršrutų analizei atlikti.
3. Pritaikyti ekspertinės apklausos metodą, skirtą rodiklių reikšmingumui nustatyti.
4. Atlikus analizę, identifikuoti VT populiarumą nulemiančius pagrindinius rodiklius ir gautus rezultatus palyginti su apklausos rezultatais.
5. Sukurti skaitmeninius žemėlapius, reprezentuojančius VT maršrutų populiarumo analizės rodiklius ir skaičiavimo rezultatus.
6. Pateikti išvadas ir pasiūlymus tolesniems temos tyrimams.

2. LITERATŪROS ŠALTINIŲ ANALIZĖ

Didėjant globalizacijai, augant miestams, miestas išsiskaido į skirtingas zonas – skirtas gyventi, dirbti, aptarnauti. Miesto gyventojas viename rajone dirba, kitame pramogauja, o gyvena trečiame. Tokia miestų plėtra gyventojus verčia būti priklausomais nuo transporto sistemos (Ušpalytė-Vitkūnienė 2006). Tarp ekonomikos pažangos ir pervežimų kiekio didėjimo yra labai glaudus ryšys. Šiuolaikinės ekonomikos funkcionavimas neišsivaizduojamas be išvystytos ir tinkamai funkcionuojančios transporto infrastruktūros. Transportas visuomet buvo ir liks viena pagrindinių ekonomikos augimo varomųjų jėgų (Barysienė ir Speičytė 2009). Transportas auga sparčiau negu ekonomika: tai aiškinama jo lankstumu ir geresniu prisitaikymu prie vartotojų poreikių. Visuomenei transporto sektorius ypač svarbus, nes jo plėtra didina darbuotojų produktyvumą, todėl kyla darbuotojų pajamos ir keičiasi jų gyvenimo standartai. Transporto sistemos plėtrai įtakos turi du pagrindiniai rodikliai – tai pailgėjusi gyvenimo trukmė ir padidėjęs pragyvenimo lygis. Abu šie rodikliai nulemia didesnę naudojimąsi transportu (Burinskienė *et al.* 2009).

„Transportas yra labai svarbus ekonomikai ir visuomenei“ – teigia Europos Komisijos išleista Baltoji knyga. Judumas daro didelę įtaką vidaus rinkai ir piliečių gyvenimo kokybei. Transportas suteikia galimybę užtikrinti ekonomikos augimą ir darbo vietų kūrimą.

Nors transporto sektoriuje energijos vartojimo efektyvumas išaugo, tačiau po pirmosios naftos krizės įvykusios prieš 40 metų, transporto sistema iš principo nepasikeitė ir 96 % Europos Sąjungos (ES) transporto energijos poreikių užtikrina nafta ir jos produktai. Tačiau, išgaunamos naftos kiekiai mažėja, o kaina kyla. Remiantis Tarptautinės energetikos agentūros informacija, galima teigti, kad kuo sunkiau pasauliui seksis mažinti automobilių anglies dioksido (CO₂) išskyrimą, tuo labiau augs naftos kaina. Todėl, jei jau dabar nebus imtasi priemonių naftos sunaudojimo kiekiams mažinti, ateityje kils ekonominių problemų, bus labai apribotos žmonių galimybės keliauti. Ir nors transportas dėl naujų technologinių sprendimų tapo švaresnis, tačiau jis išlieka didelis triukšmo ir vietos oro taršos šaltinis.

Miestai kenčia nuo transporto spūsčių, prasto oro ir triukšmo. Apie 80 % europiečių gyvena miestuose. Ta pačia infrastruktūra naudojasi viešasis transportas, lengvieji automobiliai, sunkvežimiai, dviratininkai ir pėstieji. Miestų transportas išmeta apie 40 % viso kelių transporto išmetamo CO₂ kiekio ir beveik 70 % kitų transporto priemonių išmetamų teršalų. Vienas iš trijų mirtinų kelių eismo įvykių įvyksta mieste. Spūsčių problemos taip pat aktualiausios mieste. Kaip padidinti judumą ir tuo pat metu sumažinti spūstis, eismo įvykių skaičių ir taršą? (Europos Komisija 2011). Tai yra bendri visų didesnių miestų uždaviniai. Miestų gyventojai patiria neigiamus savo pačių judumo padarinius ir yra atviri naujoviškiems sprendimams kuriant tvaraus judumo sąlygas. Viešasis transportas, kurio dalis keleivių atsisakė (tikėtina) dėl jo lėtumo, dėl perkrautų gatvių, dar labiau lėtėja, o tai yra viena iš priežasčių ir likusiems jo naudotojams, atsiradus progai, persėsti į

automobilius. Tačiau iš kitos pusės, miestuose lengviau pereiti prie ekologiškesnių transporto priemonių, nes transporto priemone nuvažiuojama mažiau, o gyventojų tankumas didesnis, yra daugiau visiems prieinamų viešojo transporto priemonių, galima eiti pėsčiomis ar važiuoti dviračiu (Jarašiūnienė 2011).

Transportas mieste paprastai skirstomas į viešąjį miesto transportą ir individualųjį transportą. Individualiais automobiliais galima naudotis bet kuriuo laiku, tiesiogiai nuo išvykimo iki paskirties taško, kelionė yra komfortiška, privati, patraukli.

Viešasis transportas apima įvairias plačiai visuomenei prieinamas transporto paslaugas, įskaitant autobusus, troleibusus, traukinius, keltus ir kitus variantus. Viešojo transporto priemonės (TP) parenkamos remiantis techniniais-ekonominiais skaičiavimais, kuriuose atsižvelgiama į miesto dydį, jo teritorijos plotą ir keleivių srautų struktūrą. Jei susidaro daugiau nei 8-10 tūkstančių ir daugiau keleivių per piko valandas viena kryptimi, siūloma įrengti tramvajaus linijas. Kai miesto gyventojų skaičius yra didesnis nei 1 mln. galima statyti metro.

Vieno autobuso ilgis atitinka net 4 automobilių ilgį, tačiau vežamų keleivių santykis dar geriau atspindi situaciją. Jeigu šie keturi automobiliai vidutiniškai vežtų bent po du keleivius, o autobuse būtų užimtos visos sėdimos vietos, turėtume išraiškingą santykį: 8:100 (piko metu autobusai veža net apie 120 keleivių). Taigi galima sakyti, jog vienas autobusas perveža tokį pat keleivių skaičių kaip 50 automobilių.

Automobilių srautų skaičiaus augimas miestuose sukelia didelių sąnaudų miestui (įskaitant ir netiesiogines išlaidas, ir ekonominę žalą – spūstis, kelių dangos dėvėjimąsi, oro ir triukšmo taršą), tad VT sistemų tobulinimas ir skatinimo programos naudotis juo, kad padidėtų VT apkrovos ir būtų pritraukiama daugiau keleivių, yra būtinos. Kuo didesnis miestas, tuo VT turi būti patikimesnis, nes miesto gyventojai gyvena toliau nuo miesto centro ir potencialus naudojimasis automobiliais jiems yra vis patrauklesnis. Be to, daugelyje miestų pastaruoju metu įvyko pertvarkymai, miesto dalys, anksčiau laikytos priemiesčiais, tampa miesto gyvenamosiomis zonomis, o kai kurios tendencijos (mažesni namų ūkiai) dar labiau plečia miestus. Rezultate, miestai dar labiau susiduria su eismo spūsčių, žemės vertės ir automobilių stovėjimo vietų problemomis, kurias galėtų padėti išspręsti patikimas ir gerai išplėtotas VT (Litman 2006). VT sistemos tampa vis labiau svarbios darniam miestui. Akivaizdu, kad:

- eismo spūstys;
- stovėjimo vietų problemos;
- eismo įvykiai;
- kelių ir stovėjimo vietų infrastruktūros išlaidos;
- automobilių kainos vartotojams;
- per didelis energijos suvartojimas, teršalų išmetimas;

- didelis triukšmo lygis miestuose;
- sveikatos ir aplinkosauginių problemų didėjimas – tai veiksniai, susiję su poreikiu rinktis automobiliui alternatyvius keliavimo būdus.

Viešajam transportui populiarėjant nereiškia, kad kelionės automobiliu mieste išnyks. Vis dėlto vairuotojai būtų linkę važiuoti šiek tiek rečiau, nes galėtų naudoti alternatyvas, jei jos būtų patogios, nebrangios ir suteiktų kitokių privalumų.

Gerinant miesto viešąjį transportą svarbu įdiegti patikimą, patogią ir vartotojui nuolat matomą sistemą. Vartotojui svarbu žinoti visus galimus kelionės variantus, susiplanuoti kelionės išlaidas, persėdimų skaičių ir žinoti, kad keliaus planuotai ir punktualiai.

2.1. Rodikliai, lemiantis asmeninės transporto priemonės ir VT naudojimąsi

Anna Černa (2008) pažymi, kad tvari transporto plėtra, kaip ypatinga globalinė problema, plačiai pradėta analizuoti apie 1980-uosius metus. Ypač buvo pažymimas ekologinis aspektas. Vėliau taip pat buvo pradėti svarstyti ekonominiai ir socialiniai aspektai. Nelaimingi eismo įvykiai ir grūstys gatvėse rodo, kad reikia imtis vis greitesnių pertvarkos priemonių.

Tvari transporto plėtra ir darnios miestų plėtros koncepcija turi būti paremta trimis aspektais (kituose šaltiniuose tai yra vadinama „klasikiniu tvarumo trikampiu“):

- Ekonominiu – energijos suvartojimo, transporto sistemos infrastruktūros kainos ir kelionių laiko mažinimo.
- Socialiniu – galimybės pasiekti darbo, kultūrinės, visuomeninės traukos vietas, transporto sistemos pasiekiamumas gyventojams, didžiausias gyventojams teikiamų viešojo transporto paslaugų skaičius, važiavimo saugumo didinimas ir eismo įvykių skaičiaus mažinimas.
- Ekologiniu – išmetamų dujų sukeltos taršos mažinimas; transporto priemonių sukeltos triukšmo mažinimas, platesnis aplinkai nekenksmingų transporto rūšių naudojimas kelionėms (Burinskienė *et al.* 2009).

Pasaulinėms naftos kainoms kopiant aukštyn, kylant degalų kainai ženkliai brangsta ir kelionė asmeniniu automobiliu. Tačiau ekonominis aspektas, anot atliktų tyrimų, nėra toks svarbus – žmonės labiau vertina savo lankstumą, greitį ir komfortą ir jie yra pasiryžę už šiuos patogumus papildomai susimokėti (Mogridge 1978). Be to, kelionėje sugaištas laikas, žmogaus požiūriu, taip pat yra išlaidos, nes tuo metu jis negali vykdyti kitos veiklos. Sutaupyto laiko vertė labai priklauso nuo to, ką žmogus gali sukurti per tą laiką. Laiko vertė turi būti išreikšta piniginiiais vienetais – eurai per valandą. Kelionės laiko sąnaudų įkainiai 2015 metais įvertinti Automobilių kelių investicijų vadovo 1 priede, ir nurodo, kad lengvojo automobilio 1 valandos gaištis įvertinama 8,66 €, krovininio

automobilio nuo 8,91 € iki 20 €, o autobuso, priklausomai nuo jo dydžio – 29,25-93,94 €. Automobilių savininkai dažnai nesidomi viešojo transporto naujovėmis, bilietų kainomis ir ekonomine nauda.

Geursas ir kt. (2009) aprašo platų socialinių veiksnių poveikį renkantis tarp viešojo transporto ir asmeninio automobilio. Yra tiesioginių ir netiesioginių priemonių, skatinančių naudojimąsi viešuoju transportu. Tiesioginės priemonės ir rodikliai, kurie skatina keleivius rinktis viešąjį transportą, dažniausiai atsiremia į laiką:

- erdvinis prieinamumas naudotis viešuoju transportu. Tai yra dviejų atstumų suma – nuo pradinio kelionės taško iki artimiausio sustojimo ir nuo galutinio taško iki artimiausios stotelės;
- laiko prieinamumas – tai laiko tarpas tarp norimo ir galimo išvykimo iki faktinio;
- ekonominė prieiga – atspindi kelionės kainos santykį (bilieto kainą) ir keleivio finansinį potencialą.

Netiesioginėmis priemonėmis galima sumažinti naudojimosi individualiomis transporto priemonėmis patrauklumą – tai gali būti kelių rinkliava, automobilių stovėjimo aikštelių politika, draudimo politika, individualių transporto priemonių apmokėjimo politika, kuro kaina arba gyventojų pajamos.

Prie socialinio aspekto, galima priskirti ir psichologinius įsitikimus, lemiančius didesnę automobilių naudojimąsi. Mokslininkai Kasemas Choocharkukulis ir Satoshi Fujii (2007) atlikę tyrimą, nustatė, kad visuomenėje yra susiformavęs stereotipas, jog suaugęs, mokslus baigęs žmogus, turi turėti automobilį ir galėti padengti ekonominius kaštus individualia transporto priemone nuvažiuoti į darbą ir atgal. Tai lemia visuomenės požiūrį į žmogų, jo finansinius išteklius.

Kitas psichologinis aspektas, anot Olandų psichologės Lindos Steg (2006) – tai susiformavęs įprotis. Susiformavus įpročiui, žmogaus elgesys tampa automatinio proceso, o ne logiškų sprendimų priėmimu, todėl jis, net nemąstydamas, kartoja tą patį veiksmą. Alternatyvūs keliavimo būdais automobiliu įpratusiam naudotis asmeniui yra neįdomūs. Kai situacija pasikeičia iš esmės – tik tada įprotis yra apsvarstomas.

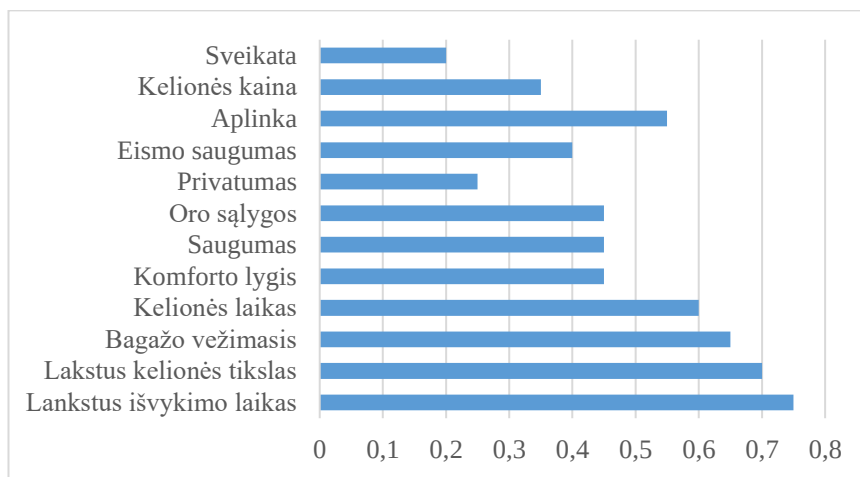
Švietimo programa, kurios tikslas – sulaužyti įsigalėjusius simbolinius įsitikimus ir pakeisti visuomenės požiūrį į individualias transporto priemones ir jų naudotojus, galėtų būti vienas iš veiksmingų potencialių veikų šioje srityje.

Transporto priemonės daro didelę žalą aplinkai ir gamtai. Vien automobilių tarša sudaro maždaug 75 % visos oro taršos ir šis skaičius vis auga. Nacionalinėje išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekio apskaitos ataskaitoje teigiama, kad, lyginant 2016 metus su 2015 metais, Lietuvoje nerimą kelia būtent transporto sektoriuje didėjantys išmetamųjų šiltnamio efektą sukeliančių dujų kiekiai. Augant automobilių skaičiui, daugėja ir nesudegusio išmetamo kuro kiekis. Transporto priemonių išmetamos dujos aplinką veikia keliais būdais. Automobiliai išmeta šiltnamio efektą,

sukeliančias CO₂ dujas; rūgščius lietus sudarančias SO₂ ir NO_x dujas. Kitas būdas – automobilių išmetami oro teršalai ir kietosios dalelės nusėda ant dirvožemio, paviršinių vandenų, galiausiai patenka į maisto grandinę. Tokios kenksmingos medžiagos gali turėti įtakos kvėpavimo takams, imuninei ir nervų sistemoms. Visa tai kelia nerimą ir pavojų mums patiems bei mus supančiai aplinkai, prisideda prie globalinio atšilimo.

Ekologinis aspektas, pagal William'ą R. Black'ą (2010), lemia ir ekonominį aspektą, bet netiesiogine ir, dažnai, nematoma puse – vietine oro tarša, kuri yra sunkiai įkainojama, bet valstybei kainuoja daug. Oro tarša sukelia problemas žemės ūkio kultūras auginantiems ūkininkams, silpnesnius plaučius turintiems žmonėms ir vaikams. Besaikis individualių transporto priemonių naudojimas lemia iškastinio kuro sunaudojimą, šalies priklausomybę nuo kuro tiekėjų. Be to, mokslininkas savo darbe pateikia pavyzdžių, kad individualios transporto priemonės yra maždaug 9 kartus pavojingesnės nei viešasis transportas – sukelia didesnę eismo įvykių, sužalojimų ir mirčių skaičių.

Akivaizdu, kad visos trys tvaraus transporto plėtros ir darnios miestų plėtros koncepcijos yra glaudžiai susijusios. Bet koks VT augimas, palyginti su individualiomis transporto priemonėmis, lemia oro ir fizinės-triukšmo taršos sumažėjimą. Kitais žodžiais tariant, kuo socialinis ramstis bus reikšmingesnis, tuo ir ekologinės problemos bus mažesnės. Taigi, harmonija turi būti pasiekta tarp socialinių ir ekonominių aspektų (Černa 2008). Siekiant išsiaiškinti svarbiausias individualių transporto priemonių naudojimosi priežastys, buvo atlikti tyrimai. Jų rezultatai pateikiami 2.1 pav.



2.1 pav. Naudojimosi automobiliu pasirinkimo priežastys (Černa 2008)

Šio tyrimo metu, buvo padarytos išvados, kad žmonių pasirinkimą lemia įprotis, komfortas, patogumas saugumas, o ekonominis veiksnys automobilių savininkams turi mažai įtakos – žmonės renkasi geriau taupyti pinigus ir pirkti mažiau drabužių, mažiau pramogauti, bet turėti galimybę vairuoti ir išlaikyti automobilį (pavyzdžiui, per pasaulinę naftos krizę 1970-ųjų viduryje didelis kuro kainų kilimas turėjo tik nedidelį poveikį automobilių naudojimui). Ilgainiui žmonės kompensavo kuro kainų kilimą pirkdami mažesnius ir ekonomiškesnius automobilius (Mogridge 1978).

Kalifornijoje, Jungtinės Amerikos Valstijos, buvo atlikta visuotinė apklausa, kas turėtų nutikti, kad privačių transporto priemonių vairuotojai persėstų į viešąjį transportą. Žinoma, tai lemia ir kelionės atstumas, namų – darbovietės atstumas, viešojo transporto stotelių įrengimas ir prieinamumas. Tačiau apklausa parodė, kad jei bendras kelionės laikas nepasikeistų, o išlaidos sumažėtų, viešuoju transportu naudotųsi apie 25 % daugiau keleivių; jei kelionės trukmė sumažėtų apie 10 minučių – 30 %; o toliau mažinant kelionės laiką kas 3 minutes – 4 % didėtų viešojo transporto keleivių skaičius (Chakrabarti 2017).

Kartų skirtumai ir gyvenimo būdo bei dinamikos pokyčiai, taip pat lemia skirtingų grupių narių elgesį ir naudojimąsi viešuoju transportu. Y kartos, dar vadinamos, tūkstantmečio kartos atstovai, rečiau turi vairavimo pažymėjimus, dažniau dirba laisvai samdomą darbą ir vertina laiką, kuomet gali naudotis išmaniomis technologijomis. Būtent ši priežastis dažniai lemia nuostatą rinktis viešąjį transportą – viešajame transporte galima išmaniuoju telefonu ar kompiuteriu bendrauti su draugais, dirbti ar atsipalaiduoti. Jaunimas labiau kreipia dėmesį į globalias problemas (tokias kaip globalinis atšilimas), renkasi sveiką gyvenseną (taip pat supranta triukšmo poveikį ir švaresnio aplinkos oro būtinybę), yra globalūs ir, atsiradus platesnėms galimybėms, nežinodami kuriame mieste ar šalyje gyvens, neperka asmeninės transporto priemonės, o naudoja viešuoju transportu ar pavėžėjo paslaugomis (Raimond *et al.* 2010; Blumenberg *et al.* 2012).

2.2. Viešojo transporto vertinimo modeliai

Ekonomistai ir planuotojai kuria įvairias transporto politikos ir projektų ekonominės vertės įvertinimo modelius. Paprastai tokių modelių taikymo sritis būna siaura (pvz. išmetamųjų teršalų mažinimo modelis) ir šios priemonės netinka vertinant kelias strategijas (NZTA 2010). Daugelis modelių įvertina finansines išlaidas savivaldybėms, VT eksploatacines išlaidas, važiavimo greitį, avarijos riziką kilometrui, projekto įgyvendinimo trukmę, tačiau ignoruoja automobilių stovėjimo išlaidas, automobilių nemokamų aikštelių prie pagrindinių VT mazgų trūkumą, transporto priemonių nuosavybės išlaikymo išlaidas, ekonomines sankcijas šalims dėl per didelės oro taršos. Be to, kai kurie veiksniai, kuriuos sunku kiekybiškai įvertinti (socialinė lygybė, netiesioginis poveikis aplinkai ir didelis triukšmo lygis aplinkai, aplinkos teršimas eksploatuoti netinkamomis automobilių atliekomis, eismo įvykio rizika gyventojui, strateginis žemės panaudojimas, poveikis fiziniam aktyvumui ir visuomenės sveikatai) dažnai modeliuose yra neįvertinami (Litman 2017).

Litmanas (2008; 2014), AARP (2005); Dhingh‘is (2011); Hale‘as (2011) ir kiti mokslininkai teikė rekomendacijas dėl VT paslaugų kokybės vertinimo iš įvairių perspektyvų, įskaitant:

- prieinamumą (kada ir kur galima naudotis VT paslauga) ir aprėptis (geografinės vietos dalis – kokia bendruomenės dalis gali naudotis VT, kuris yra tiekiamas per įveikiamą atstumą ir VT stotelės);
- dažnumą (kiek kelionių yra atliekama kiekvieną valandą ar dieną) ir kokios yra VT

darbo valandos;

- važiavimo greitį (kelionės trukmės palyginimas su kelionėmis automobiliu);
- patikimumą (kaip dažnai VT maršrutai laikosi tvarkaraščiuose nurodytų laikų);
- įvairių transporto priemonių integraciją (nemokamos automobilių statymo galimybės prie didesnių VT mazgų, taip pat galimybė pasinaudoti dviračių nuomos paslauga, mašinos dalijimosi paslauga);

- kainos skirtumus, renkantis VT ir individualią transporto priemonę;
- galimus bilietų pirkimo variantus, integraciją su kitomis mokėjimo galimybėmis;
- naudotojo patogumą ir saugumą (važiavimą, kelionę pėsčiomis ir laukiant VT stotelėse);
- universalumą (gebėjimą VT važiuoti neįgaliesiems, vežtis bagažą, turėti galimybę patogiai apsipirkti pakeliui);

- informatyvumą (VT maršrutų žemėlapis, VT transporto tvarkaraščiai, informavimas realiu laiku apie situaciją kelyje);

- informaciją apie VT sistemą visumoje, visuomenės švietimą;
- estetiką (VT priemonių amžius, išvaizda, stotelių estetika, VT bilietų dizainas);
- patogumą (papildomos funkcijos ir paslaugos, kurios padidina naudotojo patogumą ir malonumą);

- ilgalaikį oro ir triukšmo poveikį žmogui.

Siekiant pagerinti viešojo transporto paslaugas ir pritraukti naujus keleivius Levingeris ir McGeheeris (2008) rekomenduoja planuotojams optimizuoti veiksmus ir atsakyti į šiuos pagrindinius klausimus:

- Lengvumas. Ar sistema yra lengva naudotis? Su kokiais sunkumais galimai susiduria nauji vartotojai? Ar tvarkaraščiai yra lengvai įskaitomi, ar stotelės lengvai randamos, ar lengvai galima suprasti bilietų sistemas?

- Veiksmingumas. Ar sistema padeda vartotojui greitai ir lengvai atlikti norimą veiksmą? Ar produktas tinkamai naudojamas? Ar maršrutai vykdomi laiku pagal nustatytus grafikus? Ar keleivis gali atlikti kelionę pagal protingai įvertintą laiko trukmę?

- Patogumas. Ar keleiviai jaučiasi saugiai ir atsipalaidavę? Kas galimai sukelia diskomfortą? Ar VT priemonės sustoja visose stotelėse? Ar saugu laukti VT priemonės stotelėje? Ar pakankamai sėdynių yra VT priemonėje, ar sėdynės yra pakankamo pločio?

- Estetika. Ar vizualiai VT yra patrauklus vartotojams? Kaip naudojimasis sistema veikia visus penkis asmens pojūčius? Ar švari išorėje ir viduje yra VT priemonė? Ar transporto priemonės viduje yra vėdinimo ir temperatūros kontrolės sistema? Ar yra nemalonių kvapų ar garsų?

Tai gi, patogumas, greitis, komforto lygis ir lankstumas yra pagrindiniai aspektai, kuriais automobiliai pirmuoja prieš viešąjį transportą. VT ir asmeninių transporto priemonių naudojimo trūkumai ir privalumai pateikiami 2.1 lentelėje

2.1 lentelė. VT ir automobilių naudojimo privalumai ir trūkumai (Levinger ir McGehee (2008))

Privalumai		Trūkumai	
VT	Automobilis	VT	Automobilis
Kaina	Lankstumas	Perkrautos transporto priemonės	Sunku pastatyti automobilį
Mažesnis streso lygis	Laisvė ir nepriklausomybė	Komforto trūkumas	Automobilio stovėjimo kaina
Nereikia sutelkti dėmesio į vairavimą	Patogumas	Sunku planuoti laiką	Vairavimo sukiamas stresas
Galimybė skirti laiko sau ir atsipalaiduoti	Komfortas ir didesnė asmeninė erdvė	Nėra galimybės kontroliuoti situacijos	Kamštis
Galimybė lengvai bendrauti su aplinkiniais, galimybė dirbti, skirti laiko sau	Greitumas ir sparta	Nepatikimumas	Laiko švaistymas piko metu
Mažesnė tarša aplinkai	Komforto zona (visada žinai ko tikėtis)	Ilgas laukimo laikas	Aplinkos teršimas
Saugesnė priemonė kelyje	Galimybė keliauti kur nori	Lankstumo nebuvimas	Didelė nelaimingų atsitikimų tikimybė
		Galimai dideli ėjimo atstumai	Automobilio išlaikymo kaštai
		Kamštis	Izoliacija

Iš lentelės matoma, kad tiek viešasis transportas, tiek asmeninė transporto priemonė turi ir privalumų, ir trūkumų. Tačiau, reikia pastebėti, kad automobilių privalumai yra didesni už viešojo transporto privalumus. Norint pasiekti, kad kuo daugiau žmonių rinktųsi viešąjį transportą, eismo planuotojams keliama užduotis – VT trūkumus paversti privalumais, o privalumus priartinti prie automobilių privalumų.

2.2 lentelė. VT skatinimo kryptys ir galimi sunkumai (Levinger ir McGehee (2008))

Skatinimas ir motyvacija	Galimi sunkumai
Geresnis VT servisas ir paslaugų kokybė	Miestų periferijose alternatyvų automobiliui nebuvimas
Užtikrinti, kad viešasis transportas važiuotų griežtai pagal grafikus	Autobusų mažas darbas ir nepatogus kursavimo laikas
Daugiau pateikiamos ir suprantamos informacijos	Ilga kelionė
Automobilių stovėjimo vietų miesto centre trūkumas	Nepatikimumas
Daugiau komforto, oro vėdinimo sistemos, temperatūros reguliavimas	Didelis atstumas iki viešojo transporto stotelės
Galimybė naudotis viešuoju transportu neįgaliesiems	Viešojo transporto priemonės nepatrauklumas (sena, blogas kvapas, perpildyta)
Prisidėti prie aplinkos gerinimo (skatinimo politikos)	Blogos laukimo sąlygos
	Neigiamas požiūris į viešąjį transportą
Eismo saugumas	Įprotis
	Informacijos ir skatinimo trūkumas
	Asmeninės erdvės nebuvimas, nesaugumas

Yra keli pagrindiniai barjerai, ribojantys viešojo transporto pasirinkimą. Tai rodo, kad VT operatoriams reikėtų pasitempti, o savivaldybėms – skatinti viešąjį transportą ir taikyti priemones, apsunkinančias automobilių naudojimąsi mieste. Žmonių pasirinkimą lemia ir kelionės tikslas – važiuojant į darbą ypač svarbi yra kelionės trukmė, nes kelionės tikslas turi fiksuotą pradžios laiką. Tuo tarpu laisvalaikio laikas, dažnai, nelemia žmonių pasirinkimo – svarbesnis yra komfortas ir bendravimas su artimaisiais ar draugais. Tačiau, žmonės nori gauti komfortišką ir patogią paslaugą – jiems svarbu asmeninė erdvė, laisva sėdinė transporto priemonėje, estetiškas pasitenkinimas transporto priemonės salonu bei gera atmosfera. Suprantama, kad, viešojo transporto kelionės kaina yra mažesnė, tačiau, remiantis atliktais tyrimais, asmeninis komforto lygis žmonėms yra svarbesnis nei kainos faktorius.

Labai svarbu yra skleisti informaciją apie viešąjį transportą. Bet koks pasikeitimas viešojo transporto sistemoje turi būti plačiai skelbiamas. Žmonės linkę pastebėti blogus dalykus, todėl viešojo transporto politikos klaidos neigiamai veikia VT populiarumą. Viešojo transporto operatoriams, savivaldybėms labai reikšmingas turi būti jų teikiamų paslaugų įvertinimas. Reklamos, skatinimo programų, nuolaidų pagalba viešasis transportas galėtų gerinti savo darbo kokybę ir pritraukti daugiau keleivių. Pavyzdžiui galėtų būti Vilniaus miesto savivaldybės sprendimas Lietuvos Nepriklausomybės šimtmečio proga Vilniaus miesto gyventojams ir svečiams suteikti dovaną – nemokamą važiavimą viešuoju transportu 2018 m. vasario 16 d. Tai buvo tiek viešojo transporto populiarinimo priemonė, tiek ir VT įvaizdžio gerinimas. Pagal SI „Susisiekimo paslaugos“ pateiktus duomenis, pastebėtas ryškus keleivių srautų padidėjimas. Keleivių srautų duomenys buvo analizuojami tik tuose maršrutuose, kuriuose kursavo autobusai su įrengta automatine keleivių skaičiavimo įranga. 10 autobuso maršruto keleivių srautai padidėjo 53 %, lyginant su įprastais sekmadienio srautais, ir siekė darbo dienos kelionių skaičių. 52 autobuso maršruto srautai išaugo net 167 %, lyginant su sekmadienio srautais. Kitų maršrutų keleivių srautų padidėjimas svyravo nuo 9 % iki 125 %.

Pažymėtina, kad viešuoju transportu besinaudojantys žmonės geriau vertina VT už tuos, kurie juo niekada nesinaudoja. Dažnai pesimistiškai ar skeptiškai į VT žiūri žmonės, kurie niekada nesinaudojo ar naudojos viešuoju transportu seniai. Tai sąlygoja informacijos stoka ar nežinojimas realios situacijos. Todėl būtina keisti nesinaudojančių viešuoju transportu žmonių požiūrį į teikiamas paslaugas.

Automobilių vairuotojai turi daugiau lankstumo – gali rinktas kelionės maršrutą, VT keleiviai to padaryti negali. Labai svarbus rodiklis yra kelionės laikas: viešajam transportui turėtų būti suteikiama pirmenybė automobilio atžvilgiu – atskira eismo juosta, pirmenybė sankryžose. Taip viešasis transportas taptų patikimesnis ir kelionės laiko santykis būtų viešojo transporto pusėje (Gardner; Abraham 2007).

Automobilių stovėjimo vietos šalia darboviečių yra ypač svarbus rodiklis vairuotojams – automobilis nebetenka dalies privalumų, jei nėra galimybės jo pastatyti. Vairuotojai ieško vietų, kur nemokamai galėtų palikti automobilį (daugiabučių kiemuose, parduotuvių aikštelėse ir t.t.). Svarbu griežtinti kontrolę – šiose vietose leisti statyti automobilius tik daugiabučių gyventojams, parduotuvių klientams, taikyti baudas už bet kokią automobilio pastatymą ne pagal kelių eismo taisykles – tai galėtų lemti didesnį viešojo transporto populiarumą. Iš kitos pusės, reikėtų įrengti daugiau automobilių stovėjimo aikštelių priemiesčiuose, prie viešojo transporto stotelių – čia žmonės, gyvenantys miesto pakraščiuose ar už miesto ribų, galėtų palikti automobilius ir persėsti į viešąjį transportą (Hine and Scott 2000).

Susisiekimo sistemų plėtra neapsiriboja sklandžiu greito eismo koridorių, didžiųjų transporto susikirtimo mazgų organizavimu ar labiausiai apkrautų transporto koridorių sprendimais. Reikėtų atkreipti dėmesį į viešojo transporto paslaugų plėtrą ir jo kokybės gerinimą, apimant visus miestus ir priemiesčius (Chow 2014). Siekiant užtikrinti sėkmingą naujų transporto sistemų panaudojimą pervežant keleivius, būtina maksimaliai suderinti viešųjų ir individualių transporto sistemų privalumus ir, kartu, išvengti trūkumų. Toks derinys yra pagrindinis naujų transporto sistemų įdiegimo tikslas.

Ekologinis veiksnys – tai rodiklis, pagal kurį viešasis transportas pirmauja automobilio atžvilgiu. Žmonės supranta globalias problemas ir žino apie galimus taršos padarinius, tačiau tiesiogiai savo elgesio nesusieja su aplinkosauginėmis problemomis. Todėl viešojo transporto skatinimo programos turėtų būti tiesiogiai susiejamos su aplinkosauginių problemų sprendimu. Visuomenė turi suprasti, kad viešasis transportas galėtų būti aplinkosaugos simboliu, tuo tarpu individuali transporto priemonė turėtų būti nurodoma kaip nedraugiškas aplinkai simbolis (Anwar 2009).

Nemažai atliktų tyrimų ir studijų rodo, kad viešojo transporto politika turi būti sukurta konkrečioms tikslinėms grupėms. Skatinimo programos turi būti orientuotos į jautriausias visuomenės grupes ir skirtos asmenims, kurie, galimai, norėtų ir galėtų persėsti iš automobilio į viešąjį transportą. Tikėtina, kad emocionaliai susiję su savo automobiliais vairuotojai, nekeis savo įpročių ir nesinaudos jokia kita transporto priemone nei automobilis.

Tik pačioje visuomenėje apie viešąjį transportą formuojama nuomonė ir žmonių asmeninė patirtis gali sumažinti esamą skeptišką požiūrį į viešąjį transportą. Turėtų būti skatinamos programos, kurios leistų automobilių vairuotojams išmėginti VT. Fuji's ir kt. (2003) ištyrė viešojo transporto nemokamo bilieto pasiūlymą automobilių vairuotojams, kad šie patys galėtų įvertinti viešojo transporto teikiamas paslaugas. Tyrimo rezultatai parodė, kad dalis vairuotojų buvo nustebę VT teikiamų paslaugų kokybe ir ateityje, įvertinę ekonominius kaštus ir keliones laiko trukmę, planuoja bent keletą kartų per savaitę rinktis viešąjį transportą. Todėl po mėnesį trūkusio bandomojo termino

naudojimas VT buvo didesnis, nei iki eksperimento. Šios išvados rodo, kad tinkamai parenkant rinkodaros priemonę (pvz. skatinimo priemonę) galima pasiekti teigiamų rezultatų (Anwar 2009).

Vokietijos mokslininkai T. Belteris ir kiti (2012) pažymi, kad viešasis transportas miesto gyventojams gali tapti patrauklesniu, jei jis būtų nemokamas. Taip miesto gyventojai, kurie ryžtųsi keisti savo rutiną, greičiau priprastų prie naujų įpročių, nes nereikėtų papildomai gilintis į sudėtingą bilietų įsigijimo ir bilietų tipų sistemą. Mašinų savininkai, pasirinkę viešąjį transportą, patirtų didelę ekonominę naudą – nereikėtų mokėti už kurą, stovėjimo aikšteles, skirti lėšų transporto priemonės išlaikymui.

Visuomenė taip pat pajautų naudą – jauni žmonės augtų su viešojo transporto naudojimosi idėja, švaresnėje, mažiau triukšmingoje aplinkoje. Plotas, kuris dabar yra skiriamas automobilių stovėjimo aikštelėms, galėtų būti skirtas parkams, dviračių takams. Šalis nebūtų užteršiama nebetinkamomis naudoti transporto priemonėmis. Europos Aplinkos apsaugos agentūros duomenimis, žmogus, kuris vietoj individualios transporto priemonės naudoja viešuoju transportu, daugiau nei 9 kg per dieną arba 2160 kg per metus sumažina anglies dioksido ir šiltnamio efektą skatinančių dujų išmetimą į aplinkos orą. Naudojimas VT leistų sumažinti eismo įvykių ir nelaimingų atsitikimų skaičių keliuose. Tai atneštų tiek ekonominę naudą, nes kiekvieno žmogaus žūtis ar nelaimingas atsitikimas turi ir ekonominę, ir visuomenės saugumo vertę. Individualia transporto priemone besinaudojantys žmonės nesusimąsto, kad vairuodami automobilį jie dažniausiai keliauja su pačiais artimiausiais žmonėmis, už kurių saugumą jie atsako, o viešąjį transportą vairuoja profesionalai.

Tačiau Torstenas Belteris ir kiti Dresdeno technikos universiteto dėstytojai abejoja nemokamo viešojo transporto nauda miestui – laisvės gatvės miestuose gali vėl tapti patrauklesnės ir gatvėse vėl padidėtų automobilių srautai. Todėl, populiarinant viešąjį transportą ir galimybę nemokamai juo naudotis, kartu turi būti apsvarstomi ir kelių infrastruktūros planai ir pajėgumai. Atliktų modelių skaičiavimai (Vorarbergo miesto, Austrija, pavyzdys) rodo, kad viešojo transporto bilietų panaikinimas, nesiimant jokių papildomų priemonių, sumažina motorizuotų transporto rūšių kiekį gatvėse tik 0,4 - 2,1 %. Tai reiškia, kad, miesto savivaldybei nusprendus neapmokestinti viešąjį transportą, svarbu papildomai taikyti ir kitas priemones, kaip pvz. automobilių eismo ribojimą miesto centre, įvažiavimo į centrą apmokestinimą ar draudimą sustoti.

2.3. Neigiamas transporto poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai

Transporto sektorius – vienas iš didžiausių aplinkos teršėjų. Mobiliųjų taršos šaltinių emisijos stipriai lemia oro kokybę. Automobiliai išmeta į aplinką daugiau nei 50 % visų teršalų, apie 280 cheminių junginių, kurių dauguma yra pavojingi žmonių sveikatai (Jučas 2001). Kenksmingų medžiagų išmetimas į atmosferą lemia klimato pokyčius, šiltnamio efektą (beveik trečdalį – 27,4 % visų šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmeta būtent transportas), rūgščių liūtų, fotocheminio smogo

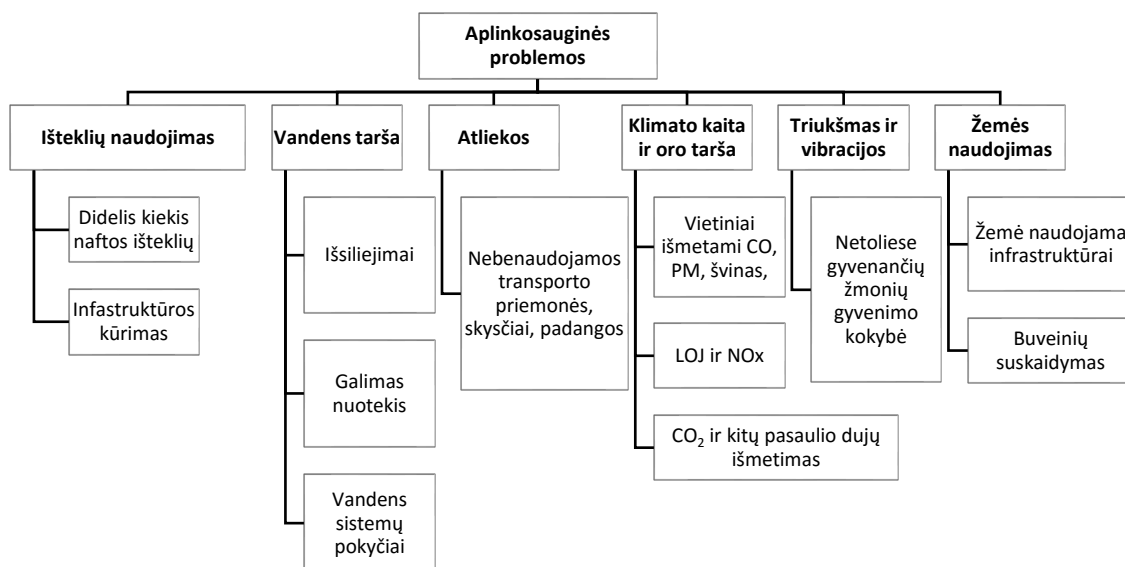
susidarymą, ozono skylės formavimąsi troposferoje. Pagrindinės automobilių išmetamos taršios medžiagos yra – azoto dioksidas (NO₂), anglies dioksidas (CO₂), kietosios dalelės (KD).

Didžiausias poveikis pastebimas miestuose, kur yra didelė automobilių koncentracija. Nustatyta, kad labiausiai aplinkos orą automobiliai teršia pradėdami važiuoti ir stabdydami, bei važiuodami lėtai. Pradėdamas judėti automobilis į aplinkos orą išmeta 50 kartų daugiau teršalų, nei važiuodamas vidutiniu greičiu ar greitai. Tokiu būdu gatvių sankryžos ir ruožai tarp sankryžų, kol automobilis juda ne didesniu kaip 30 km/h greičiu, tampa labiausiai užterštomis zonomis (Baltrėnas ir kt. 2008).

Automobilių transportas – specifinis taršos šaltinis – labai dinamiškas, įsiskverbiantis į visas miestų teritorijas – gyvenamuosius ir pramonės rajonus, miesto centrus, ligoninių ir sanatorijų zonas, poilsio zonas (Skardžiauskas 2008).

Europos aplinkos agentūra (EEE) 2008 metais tikėjosi, kad ekonominė krizė gali sumažinti transporto paklausą, nes transporto sektorius vis dar išlieka vienu iš didžiausių sektorių, atsakingu už šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas, triukšmo poveikį, oro taršą, buveinių susiskaldymą ir poveikį laukiniams gyvūnams. Nors šios problemos vis dažniau keliamos ir apie jas garsiai kalbama, veiklos ataskaitos rodo, kad yra mažai teigiamų pakitimų ir perėjimo prie tvaraus transporto Europoje, todėl ekonominė krizė neatnešė tokių rezultatų, kurių buvo tikėtasi.

Pagrindinės aplinkosauginės problemos, kylančios dėl per didelio automobilizacijos lygio, pateikiamos 2.2 pav.



2.2 pav. Aplinkosauginės problemos, kurias sukelia didelis automobilizacijos lygis (sudaryta autoriaus)

Tarptautiniu mastu yra reikalaujama sumažinti CO₂ kiekį Kyoto sutartimi. Kyoto susitarimas siekė realaus išmetamų CO₂ kiekio sumažinimo visoje ekonomikoje. Tačiau dabartiniais duomenimis, CO₂ išmetimai transporto sektoriuje lyginant 1990 m. ir 2010 m. padidėjo apie 40 %.

Nuo 1990 m. iki 2006 m. transporto išmetamų teršalų kiekis ES išaugo daugiau nei 27 %, o energijos paklausa iš transporto sektoriaus padidėjo 37 % (EEE 2009 m.).

Kvėpavimo takų ir širdies kraujagyslių susirgimai, imuninės ir nervų ligos, trumpesnė žmonių gyvenimo trukmė ir net priešlaikinės mirtys – tai transporto taršos padariniai žmonėms. Europoje kasmet dėl oro taršos miršta apie 400 tūkstančių žmonių; Lietuvoje – skaičiuojama kiek daugiau nei 3000. Didesnis aplinkos užterštumas yra vienas iš veiksnių, kodėl vaikai, ypač gyvenantys mieste, dažniau serga kvėpavimo takų ligomis ir kenčia nuo alergijų. Be to, pastebėta, kad vaikai, kvėpuojantys užterštu oru, yra jautresni, prasčiau miega, krenta jų darbingumas, jiems sunkiau sutelkti dėmesį. Tyrimai parodė, kad pavojingiausi teršalai žmonių sveikatai yra kietosios dalelės ir azoto oksidai (NO_x).

Remiantis ateities prognozėmis, dalis išmetamųjų teršalų galėtų būti sumažinti technologijų pagalba, tačiau Europos valstybių gyventojai asmeninių transporto priemonių neatsinaujina taip dažnai.

Neigiamas transporto išmetamųjų dujų poveikis vertinamas kompleksiskai – kaip poveikis žmonių sveikatai, pramonei, komunaliniam ūkiui, žemės ūkiui ir želdiniams, rekreaciniams ištekliams. Be to, automobiliai sąlygoja ir antrinę užterštumą. Judėdamos transporto priemonės sukelia sūkurius, pakelia nuo kelio dangos dulkes. Kuo greičiau važiuoja automobilis, tuo daugiau smulkių dalelių patenka į orą. Iš to galime daryti išvadą jog turėdami švarius ir kokybiškus kelius išvengtume dulkių šleifo už automobilio.

Oro užterštumas kietosiomis dalelėmis – viena opiausių visų didesnių Lietuvos ir Europos miestų problemų. Didžioji dalis automobilių šiuo metu yra varomi vidaus degimo variklių. Nuo 1993 metų visuose ES eksploatuojamuose automobiliuose yra įrengiami katalitiniai konverteriai. Iki juos įrengiant, dyzeliu varomi automobiliai buvo laikyti švaresniais, nei benzinu. Dyzeliui degant, išsiskiria daugiau suodžių dalelių, tačiau mažiau anglies monoksido (CO). Tikslu sumažinti sieros oksidų emisiją, naudojamas mažiau sieros turintis kuras. Išmetamas į atmosferą teršalų kiekis priklauso nuo sudegintų degalų kiekio ir nuo automobilio konstrukcijos: to paties tipo automobilio, pagaminto 1970 m, CO normatyvas išmetamosiose dujose neturėjo viršyti 54,3 g/km, pagaminto 1983 m. – 27,1 g/km, 1996 m. – 2,2 g/km.. Atlikti tyrimai rodo, kad Vilniuje automobiliai išmeta 88 % visų į atmosferą patenkančių teršalų. Jeigu nebus ribojamas senų automobilių importas ir daugiau dėmesio skirta taršos kontrolei bei reguliavimui, kylant ekonomikai, intensyviai plėtojant transporto sektorių ir daugėjant automobilių, gali sparčiai didėti oro tarša.

Esamuose automobiliuose yra aplinkai kenksmingų medžiagų, tokių kaip švinas, gyvsidabris, kadmis, šešiavalentis chromas ir kitų. Maždaug ketvirtis automobilio yra metalai, kurie yra perdirbami, likusi dalis – plastikai, nebetinkama naudoti tekstilė yra šalinami sąvartynuose arba

deginami. Automobiliuose taip pat yra pavojingų skysčių (antifrizas, stabdžių skystis, alyva ir t.t), kurie, jei nėra tinkamai tvarkomi, sukelia ilgalaikius neigiamus poveikius aplinkai.

Triukšmo tarša – dar vienas taršos tipas, kurio nematome, tačiau gyvenimo kokybė nuo šios taršos stipriai kenčia. Triukšmas erzina ir vargina. Medikai teigia, jog sveikatai kenkia 65 decibelus (dB) viršijantis triukšmas dieną ir 55 dB – naktį. Deja, apie 70 % miesto gyventojų vienaip ar kitaip jaučia neigiamą triukšmo poveikį. Pabrėžiama – būtent miestiečiai, nes kaip tik juos labiausiai vargina eismo triukšmas. Nuo šio triukšmo kenčia daugiau nei 67 mln. Europos piliečių. Kelių eismo triukšmas miestuose yra labai didelis. Tradiciniai autobusai yra triukšmingesni nei automobiliai dėl jų santykiniai didelio variklio ir svorio santykio. Tipinio dyzelinio autobuso triukšmo lygis yra lygiavertis 5-15 automobilių keliamam triukšmui. Olandijoje atlikto tyrimo duomenimis 27 % apklaustųjų išreiškė nepasitenkinimą triukšmu, kurį sukelia kamščiuose stovinčios transporto priemonės (EEE 2009). Dar daugiau, Ekonominio bendradarbiavimo plėtros organizacijos (EBPO) šalyse, transportas buvo įvardintas didžiausiu aplinkos triukšmo veiksnium – 16 % apklaustųjų įvardino, kad triukšmas jiems sukelia miego ir bendravimo problemas, ilgalaikius galvos skausmus ir spengimą ausyse. Šis triukšmas trukdo efektyviai dirbti ir lemia blogą savijautą įvairių įstaigų darbuotojams, vaikams, moksleiviams, ypač ugdymo ir mokymosi patalpose bei poilsio teritorijose. Be to, aukštas motorizacijos lygis lemia ir didelių žemės plotų išnaudojimą kelių infrastruktūrai – mažiau vietos lieka vaikščiojimo takams, dviračių keliams, poilsio erdvėms (EEE 2009). Vokietijos aplinkos apsaugos tarnyba paskelbė labai grėsmingą statistiką: specialistų nuomone, Vokietijoje kasmet nuo per didelio gatvės triukšmo 4000 žmonių patiria infarktą. Triukšmo lygiui aplinkoje pasiekus 65 dB, čia esančių žmonių kraujotakos sistema apkraunama gerokai daugiau nei normaliomis sąlygomis. Triukšmui dar padidėjus 20 %, padidėja širdies infarkto tikimybė.

Pasaulinės sveikatos organizacijos (PSO) duomenimis 26 % visų europiečių yra veikiami didesnio nei 65 dB triukšmo lygio. Matuojant didžiausiuose Lietuvos miestuose triukšmą šalia pagrindinių gatvių, nustatyta, kad visais atvejais 65 dB triukšmo lygis buvo viršytas beveik 100 %. (Skardžiauskas 2008). Kadangi lengvąja transporto priemone Lietuvoje vidutiniškai važiuoja 1,3 keleivio, persėdimas į VT leistų sumažinti bendrąjį gatvės triukšmą, kuris veikia tiek vairuotojus, keleivius, pėsčiuosius, tiek ir aplinkinių namų gyventojus.

Europos Sąjungos narės privalo vykdyti nustatytus griežtus tikslus dėl oro taršos ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) išmetimų į aplinkos orą. Yra numatytos priemonės, kuriomis naudojantis pavyktų sumažinti ŠESD kiekį. Tačiau tam būtinas visuomenės ir politikų susirūpinimas ir tikslingos programos sukūrimas, nes šiuo metu Lietuvoje, vietoj to, kad būtų mažinamas, ŠESD kiekis auga. 2014-2015 metais ŠESD dujų kiekis Lietuvoje padidėjo 4 %, o 2015-2016 metais – 7 %. Aplinkos ministerijos Klimato kaitos politikos skyriaus specialistai nurodo, kad turėtume siekti Lundo savivaldybės pavyzdžiu. Lundo savivaldybės sėkmę nulėmė ne tik aiški vizija ir nuoseklus jos

tikslų įgyvendinimas, bet strategijos visapusiškumas, apimantis bendruomenės mokymus, edukacines kampanijas ir inovacijų taikymą. Buvo imtasi priemonių populiarinti viešąjį transportą – peržiūrėtos esamos ir sukurtos naujos autobusų juostos, padaryta aiški ir bendra viešo transporto e-bilieto sistema, atnaujintas biodegalais varomų autobusų parkas, tyrimais paremti tvarkaraščių bei maršrutų pakeitimai bei atnaujinimai. Be to, Lundo senamiestyje buvo apribotas automobilių eismas, o visame mieste – nutiesti apšviesti ir saugūs dviračių takai.

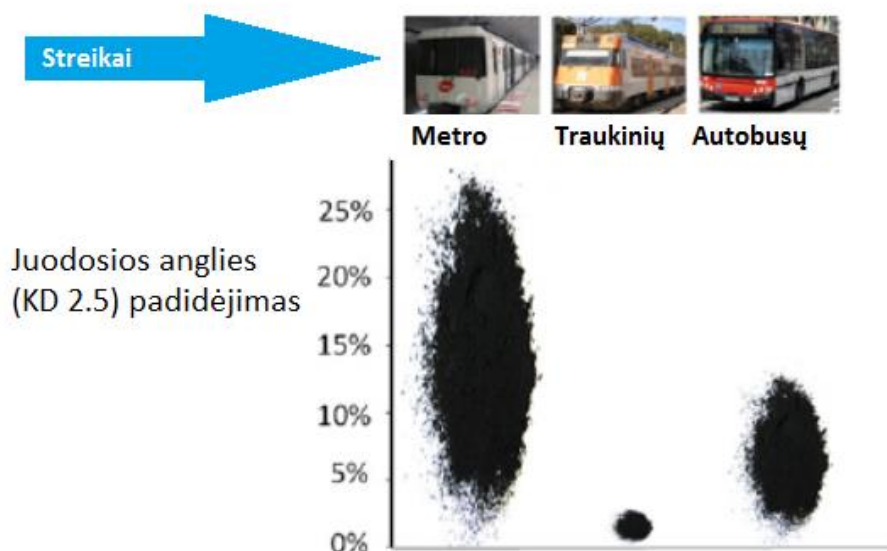
Nepakankamas fizinis aktyvumas prisideda prie širdies ir kraujagyslių ligų, diabeto, hipertenzijos, nutukimo, osteoporozės ir kai kurių vėžio formų. Interneto svetainėje bicycling.com aprašomo tyrimo duomenimis, ištyrus 1500 kasdien mynusių dviratį, nustatyta, jog jie turės 30 % mažesnę hipertenzijos ar kitų kraujotakos sistemos ligų tikimybę. Ištirta, kad dviračio mynimas suaktyvina smegenų veiklą, todėl mažina tikimybę senatvėje sirgti Alzheimerio liga, padeda palaikyti normalų kūno svorį, dviratininkai gyvena maždaug 17 % ilgiau. Daugelis ekspertų mano, kad vaikščiojimas ir važiavimas dviračiu yra vieni iš geriausių visuomenės sveikatos ir fizinio aktyvumo didinimo būdų, tačiau tuo pačiu pritaria, kad viešojo transporto naudojimas taip pat skatina fizinį aktyvumą (AARP 2005). Dauguma viešojo transporto kelionių apima ir ėjimą pėsčiomis arba turi galimybę kelionę tęsti dviračiu, todėl kelionės viešuoju transportu didina fizinę veiklą (Edwards *et al.* 2008). Frank'as (2009) nustatė, kad Vankuverio miesto pavyzdžiu žmonės, besinaudodami VT vidutiniškai nueina 1,72 km kelionės eigoje, o žmonės, keliaujantys automobiliu – tik 0,3 km. Tokiu būdu viešojo transporto keleivių fizinis aktyvumas vidutiniškai 15 minučių per dieną yra didesnis. Panašius skaičius gavo ir Australijos mokslininkai (BusVic 2010), kurie priėjo išvados, kad žmonės, besinaudodami viešuoju transportu, juda vidutiniškai 5 kartus daugiau nei važiuojantys automobiliu.

2.4. Viešojo transporto streikų įtaka. Barselonos miesto atvejis

Barselonoje buvo atliktas tyrimas, kurio metu vykstant viešojo transporto streikams buvo tirti oro užterštumo lygio pokyčiai – streikų metu Barselonos miesto gyventojai privertinai turėjo ieškoti viešajam transportui alternatyvių transporto priemonių. Tyrimo metu (2005-2016 metais) 208 dienos buvo tiesiogiai susijusios su VT streikais Barselonos mieste (66 % buvo pilnos dienos streikai).

Tyrimo rezultatai aiškiai parodė, kokią svarbią rolę miesto aplinkos būklei ir oro taršai daro viešasis transportas (2.3 pav). Mokslininkai skaičiavo daugelio teršalų (NO_x , KD, juodosios anglies, CO) lygio pokyčius įprastomis dienomis ir tomis dienomis, kai buvo viešojo transporto streikai. Mokslininkai taip pat įvertino, kad pusė visų miesto gyventojų vis dar keliauja individualiomis transporto priemonėmis, todėl vis dar pravartu miesto gyventojus skatinti naudotis viešuoju transportu. Rezultatai parodė: VT streikai sukelia 74 % laiko kelionės trukmės padidėjimą, 13 % transporto kamščių ir 14% avarių skaičiaus padidėjimą. Vidutinė tarša Barselonoje tomis dienomis padidėjo 4 – 8 % ir net 11% padidėjo vaikų, kurie patiria kvėpavimo takų problemas, skaičius

ligoninėse. Oro teršalų kiekio padidėjimas svyravo nuo 8 % kai kuriuose miesto vietose (matuojant KD koncentracijos lygį) iki 48 % (matuojant NO_x koncentraciją).



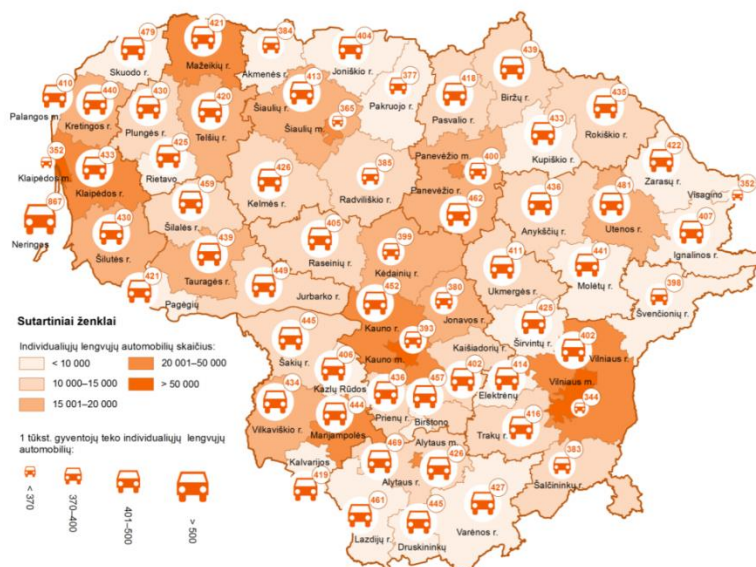
2.3 pav. VT streikų įtaka miesto oro kokybei (Basagana *et al.* 2017)

Barselonos atveju, stipriausią poveikį oro taršai turi metro streikai. Tai nesunku paaiškinti, nes metro yra populiariausia viešojo transporto šaka Barselonoje – 41 % visų VT kelionių yra atliekama metro (2015 metų duomenimis). Tačiau oro taršos lygio padidėjimas matomas ir analizuojant kitų viešojo transporto rūšių streikus. Tai dar kartą įrodo, koks svarbus miestui ir jo oro kokybei yra viešasis transportas (Basagana *et al.* 2017).

2.5. Vilniaus miesto bendroji informacija ir situacija

Per pastaruosius 50 metų Vilniaus miesto transporto sistema labai pakito. Apie 1960 m. viešasis transportas buvo bene vienintelė susisiekimo priemonė (apie 95 %), 1990 m. ėmė vyrauti privatus lengvasis transportas. 2000 m. viešojo transporto populiarumas krito 20–30 %. Nuo 1995 iki 2014 metų automobilių skaičius Vilniuje išaugo 3 kartus. Pagrindinė tokio augimo priežastis – automobilių naudojimą skatinanti politika (Burinskiene; Gusarovienė 2015).

Vilniaus mieste gyventojų skaičius nuolat didėja – Statistikos departamento duomenimis Vilniuje 2016 metų pradžioje gyveno daugiau nei 0,54 mln. gyventojų. Ir nors Vilniaus miestą pagal gyventojų tankumą (1 353,18 gyv./km²) gerokai lenkia Kaunas (1 919,47 gyv./km²) ir Klaipėda (1 593,28 gyv./km²), Vilniuje susidaro žymiai daugiau spūsčių, nei kituose didžiuosiuose Lietuvos miestuose (Statistikos departamentas 2018).



2.4 pav. Individualių lengvųjų automobilių skaičius, tenkantis 1000 Lietuvos gyventojų ir lengvųjų automobilių skaičius 2016 metų pabaigoje (Statistikos departamentas 2018)

Analizuojant statistinę informaciją (2.4 pav.) pastebimas lengvųjų automobilių skaičiaus kritimas Vilniaus mieste. 2012 metais gyventojui teko 0,474 mašinos, o 2016 metais – 0,344. Ir nors automobilių skaičius mažėja, Vilniaus mieste eismo intensyvumo statistikai turi įtakos ir priemiestinės zonos gyventojų, svečių ir turistų, naudojančių nuosavus lengvuosius automobilius, dalyvavimas eisme (Statistikos departamentas 2018). Vidutiniškai Vilniaus mieste vienu automobiliu važiuoja tik 1,3 keleivio, todėl transporto rūšies pakeitimas teigiamai atsilieptų tiek valstybės mastu, tiek asmeniškai kiekvienam iš mūsų – didesnė tarša lemia didesnę visuomenės sergamumą ir vis didesnės išlaidas sveikatos priežiūrai.

Minimalus transporto srauto greitis atskirose miesto gatvėse piko valandomis siekia iki 6 km/h. Vilniaus miesto gatvių tinklas piko valandomis pasiekia pralaidumo ribas, todėl būtina keisti situaciją. Nepadidinus gatvių tinklo tankumo ir neįrengus papildomų, vientisų autobusų juostų gresia ne tik kamščių problemos, gyventojų nepasitenkinimas, tačiau ir ekologinės pasekmės.

Vertinant eismo įvykių skaičių Vilniaus mieste 2017 metais – buvo fiksuoti 667 eismo įvykiai (kviesta policija), kurių metu sužeista 753 asmenys, žuvo 19 asmenų. Tuo tarpu su viešuoju transportu susiję eismo įvykiai, kai nebuvo įvykdyti reisai – 226 (tai yra 0,0075 % nuo suplanuotų viešojo transporto reisų). Didžioji dalis įvykių, susijusių su VT yra smulkūs, tačiau visais atvejais yra pildomos deklaracijos – todėl bet koks įvykis, susijęs su viešuoju transportu, yra fiksuojamas ir užtruks. Kadangi VT vairuotojai yra profesionalai, o išvystomas greitis mieste nėra didelis, dėl įvykių, didžiąja dalimi, nėra kalti viešojo transporto vairuotojai (LKPT 2018).

Gyvenamuosiuose rajonuose, kur vyrauja daugiaaukščiai namai, gyvena didžioji dalis miestiečių: daugiau nei po 5% miesto gyventojų gyvena Lazdynuose, Žirmūnuose, Šeškinėje, Justiniškių, Fabijoniškių, Karoliniškių rajonuose (viso maždaug 30 % miestiečių), dar apie 4,5 % -

Pašilaičiuose ir Antakalnyje. Pastaruoju metu vis daugiau miesto gyventojų kraustosi gyventi į naujus rajonus – Pilaitę ir Perkūnkiemį. Be to, populiarėja ir rytinė miesto dalis – Santariškės, Riešė, Bajorai, Balsiai.

Esamas miesto susisiekimo infrastruktūros tinklas ir jo techniniai parametrai atsilieka nuo realaus transporto poreikio, tad piko valandomis formuojasi automobilių spūstys, dėl transporto priemonių ir keleivių prastovų patiriama nuostolių. Ir viešasis transportas, ir, tuo labiau, dviračiai kol kas dar negali konkuruoti su automobiliais. Maršrutų nebuvimas, per ilgas kelionės laikas, per ilgas kelionės iki stotelės arba per ilgas autobuso laukimo laikas – tai priežastys dėl kurių žmonės vietoj VT renkasi automobilį (Burinskiene; Gusarovienė. 2015).

Remiantis SI „Susisiekimo paslaugos“ 2015 metais ir 2017 metais atliktais viešojo transporto keleivių srautų tyrimais Vilniaus mieste, kasdien darbo dienomis yra atliekama daugiau nei 500 tūkstančių maršrutinių kelionių. Lyginant 2015 m. ir 2017 m. duomenis, pastebimas maršrutinių kelionių sumažėjimas – darbo dienomis – 4 %, šeštadieniais – 16 %, o sekmadieniais – 9 %. Maršrutinių kelionių skaičiaus sumažėjimą galima būtų paaiškinti tuo, kad Vilniaus miesto gyventojai nėra patenkinti viešojo transporto priemonių parku – priemonių amžiumi (vidutinis autobusų amžius – 15,63 metai, troleibusų – net 21,65 metai), taip pat pastebimas vis didesnis automobilių dalijimosi sistemos populiarumas, be to, jaunesni žmonės naudojami darbo namuose galimybėmis, apsiperka internetu, bendravimas keliai į elektroninę erdvę.

3. DAUGIAKRITERINIO VERTINIMO METODAI

Daugiakriteriniai uždaviniai yra skirti parinkti optimalų sprendimą, vienu metu vertinant alternatyvius sprendimus pagal keletą vienas kitam prieštaraujančių kriterijų. Daugiakriterinių uždavinių esminis bruožas – jų sprendinys negali būti geriausias visų kriterijų atžvilgiu, t.y. sprendinys nebūtinai yra optimalus, vertinant kiekvieną rodiklį atskirai, bet jis yra priimtinausias, vertinant visus rodiklius (Berg 1999).

Daugiakriterinio vertinimo modeliai padeda priimti sprendimus atsižvelgiant į daugelį tikslų. Gali būti išskiriami šie pagrindiniai daugiakriterinio vertinimo modelių komponentai:

- 1) tikslų ir juos atitinkančių rodiklių sistemos sudarymas, jų reikšmingumo nustatymas;
- 2) atsakų matricos suformavimas ir normalizavimas, pritaikant daugiakriterinio sprendimų priėmimo metodus;
- 3) gautų rezultatų interpretavimas ir sprendimų priėmimas.

Šiuo metu labiausiai paplitę daugiakriterio vertinimo metodai yra:

- SAW,
- TOPSIS,
- COPRAS,
- AHP,
- ELECTRE.

Daugiakriterinio metodo parinkimas priklauso nuo daugelio veiksnių: uždavinio tikslo, jo ypatumų, mikro ir makro aplinkos sąlygų, duomenų tikslumo bei patikimumo ir kt. Būtinai yra metodo ir sprendžiamo uždavinio abipusis atitikimas, t.y. metodo gebėjimas apdoroti reikiamą analizuojamų alternatyvų bei jas aprašančių rodiklių kiekį, pritaikomumas darbui su kiekybiniais ar kokybiniais duomenimis, galimybė įvertinti rodiklių ar variantų santykinį reikšmingumą. Mokslinėje literatūroje teigiama, jog nėra universalaus metodo, tinkamo visiems alternatyviems projektams vertinti ir kiekvienas iš metodų turi savo privalumų ir trūkumų (Poškas 2011). Tačiau vadybos, ekonomikos, statybos, karinėje, medicinos ir kitose mokslo bei praktinėse srityse taikomas yra AHP metodas (analitinis hierarchinis procesas) (Zavadskas *et al.* 2006). Įvairiose srityse lengvai pritaikomi bei plačiai naudojami yra paprastųjų svorių sudėjimo SAW ir idealiojo taško TOPSIS metodai.

Yra darbų, analizuojančių daugiakriterių metodų jautrumą taikant tiesinio normalizavimo metodus (Zavadskas *et al.* 2006). Šiame darbe autoriai, atlikę SAW metodo jautrumo analizę, nustatė, kad tam tikrų šio metodo parametrų pasikeitimai neturi jokios įtakos galutiniams sprendimo rezultatams. Gauta išvada, kad tikrai didesnio reikšmingumo rodikliai, lyginant su kitais rodikliais, turi poveikį rezultatams, todėl tyrimai rodo, kad TOPSIS metodas yra jautresnis pradinių duomenų pokyčiams. Tačiau Chen (2012) atliko lyginamąjį metodų SAW ir TOPSIS analizę, skirtą nustatyti,

kuris metodas geriau tinka nagrinėti neraiškių aišių reikšmių intervalais pateiktą informaciją. Atlikus koreliacijos koeficientų ir prieštaravimų dažnių skaičiavimus, suformuluota prielaida, kad SAW ir TOPSIS metodais gautas alternatyvų rangavimas akivaizdžiai panašus. Tik intervalinių neapibrėžtų aišių reikšmių analizei SAW metodas lengviau suprantamas ir taikytinas nei TOPSIS metodas (Simanavičienė 2011).

Metodus pagal rezultatų stabilumą, lengvumą jais naudotis, suprantamumą, integraciją į GIS sistemas savo moksliniame darbe palygino M. Jakimavičius (2008) (3.1 lentelė). Palyginimai pateikti autoriaus sudarytoje lentelėje.

3.1 lentelė. Daugiakriterių skaičiavimo metodų vertinimas (Jakimavičius 2008)

Metodas	Vertinimo rodikliai				Pastabos
	Rezultatų stabilumas	Laiko sąnaudos, reikalingos atlikti neautomatizuotiems skaičiavimams	Suprantamumas	Integracija su GIS sudėtingumas	
SAW	Stabilūs	Mažos	Lengvai	Lengvai	
TOPSIS	Nestabilūs	Mažos	Lengvai	Vidutiniškai	Formuojama ideali alternatyva
AHP	Nestabilūs	Mažos	Lengvai	Lengvai	
ELECTRE III	Nestabilūs	Didelės	Sunkiai	Sunkiai	Vertinimas rodiklių reikšmių svyravimų ribos
DKMP	Nestabilūs	Mažos	Lengvai	Lengvai	

Anot mokslininkų, neįmanoma nustatyti geriausio metodo. Daugiatiksliai metodai padeda susisteminti ir apdoroti matematiškai pateiktą informaciją – sudaryti alternatyvų prioritetų eilutę (alternatyvas ranguoti), parodančią, vienos alternatyvos pranašumą prieš kitą (Simanavičienė 2011).

4. TYRIMAS

Tyrimo tikslas nustatyti 15 rodiklių, apibūdinančių viešąjį transportą ir viešojo transporto maršrutus bei jų aplinkos socialinius, technologinius, ekonominius ir aplinkosauginius parametrus; sukurti rodiklių sistemas, suskirstant rodiklius sritimis, tinkančias atlikti viešojo transporto maršrutų daugiakriterinę analizę bendrai ir atskirai pasirinkta sritimi.

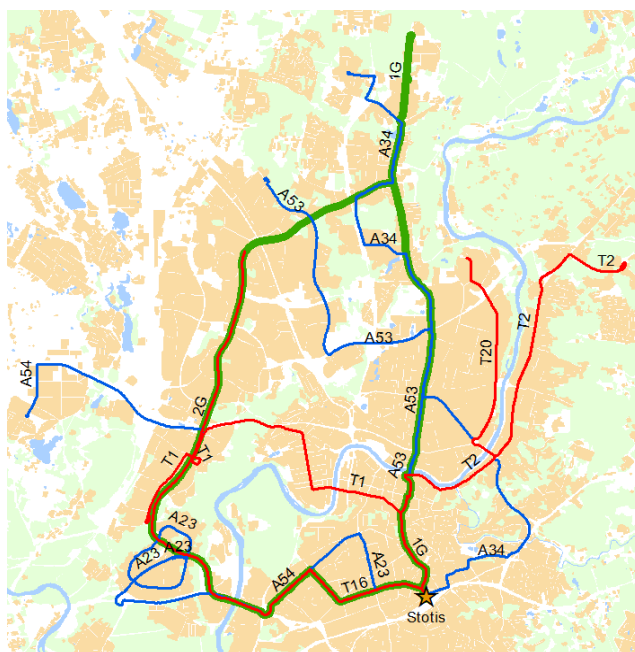
Šis tyrimas atliekamas šiais etapais:

1. Rodiklių sistemos sudarymas.
2. Rodiklių suskirstymas sritimis.
3. Ekspertinis tyrimas, kurio metu nustatomas kiekvieno rodiklio reikšmingumas.
4. Duomenų kaupimas, apdorojimas ir analizė.
5. Daugiakriteris vertinimas visoms sritimis bendrai (SAW ir TOPSIS metodais).
6. Viešojo transporto maršrutų vertinimas, pasirenkant aplinkosauginę sritį.

4.1. Tyrimo objektas

Šio darbo tiriamasis objektas yra 10 skirtingų Vilniaus miesto viešojo transporto maršrutų, kurių galutinė stotelė – Stotis. Pasirinkti maršrutai – 2 greitųjų autobusų, 4 autobusų ir 4 troleibusų maršrutai (4.1 pav):

- 1G (Santariškės–Kalvarijų g.–Stotis);
- 2G (Santariškės–Laisvės pr.–Stotis);
- 1 troleibusas (Karoliniškės–Žvėrynas–Stotis);
- 2 troleibusas (Saulėtekis–Žygimantų g.–Stotis);
- 16 troleibusas (Pašilaičiai–Lazdynai–Stotis);
- 20 troleibusas (Žirmūnai–Žygimantų g.–Pylimo g.–Stotis);
- 34 autobusas (Visoriai–Jeruzalės g.–Baltupiai–Olandų g.–Stotis);
- 54 autobusas (Pilaitė–Lazdynai–Stotis);
- 23 autobusas (Lazdynai–Švitrigailos g.–Stotis);
- 53 autobusas (Fabijoniškės – Kalvarijų g.–Pylimo g.–Stotis).



4.1 pav. Tyrimo objekto – 10 Vilniaus miesto viešojo transporto maršrutų – išsidėstymas mieste

Viešojo transporto maršrutų charakteristikos pateikiamos žemiau 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė. Pasirinktų viešojo transporto maršrutų charakteristikos

Maršrutas	Transporto priemonės tipas	Transporto priemonės ašių skaičius	Stotelių skaičius maršrute	Maršruto ilgis, km
1 G	Autobusas	Triašis	15	11,108
2 G	Autobusas	Triašis	24	17,088
T1	Troleibusas	Dviašis	18	9,294
T2	Troleibusas	Dviašis	20	10,135
T16	Troleibusas	Dviašis	27	12,023
T20	Troleibusas	Dviašis	16	8,904
A34	Autobusas	Dviašis	28	14,233
A54	Autobusas	Dviašis	27	13,292
A23	Autobusas	Dviašis	22	12,863
A53	Autobusas	Triašis	23	11,315

Trumpiausias maršrutas yra 20 troleibuso (8,9 km), ilgiausias – 2G greitojo autobuso (17,088 km). Mažiausiai stotelių maršrute turi 1G autobusas, daugiausiai – 34 autobusus. 1G, 2G ir A53 autobusai maršrutuose važiuoja prailgintos talpos – trijų ašių transporto priemonės, o likusiuose 7 maršrutuose – standartinės talpos dviejų ašių transporto priemonės.

4.2. Rodiklių sistema

Norinti objektyviai įvertinti ir palyginti viešojo transporto maršrutus, reikalinga rodiklių sistema, apimanti viešojo transporto ir jo maršrutų parametrus. Todėl viešojo transporto maršrutams įvertinti buvo pasirinkta 15 rodiklių, nusakančių viešojo transporto ir viešojo transporto maršrutų ekonominius, socialinius, technologinius ir ekologinius aspektus. Rodikliai pateikiami 4.2 lentelėje.

4.2 lentelė. Viešojo transporto maršrutų vertinimo rodikliai

Nr.	Rodiklis	Min/Max	Vertė
1	VT amžius	Min	TP amžiaus vidurkis, metai
2	Asmeninės transporto priemonės parkavimo galimybės ir kaina (5 min atstumu)	Max	Vienetų santykis su stotelių skaičiaus suma maršrute
3	Triukšmas (ilgalaikės pasekmės dėl per didelio triukšmo nuo motorinių transporto priemonių)	Min	Triukšmo žemėlapiai, balai
4	Stotelių pasiekiamumas 500 m atstumu	Max	Teritorijos %
5	Maršrutų kursavimo dažnis	Max	Vnt/h
6	Maršrutų kursavimo laikas	Max	h/parą
7	A juostų ilgis maršrute	Max	km/visą maršrutą
8	Viešojo transporto kelionės kainos santykis su asmenine transporto priemone	Min	eur/eur
9	Viešojo transporto kelionės laiko santykis su asmenine transporto priemone	Min	h/h
10	Komfortas (asmeninė erdvė ir kelionės komforto lygis piko metu);	Max	m ² /asmuo
11	VT stotelės infrastruktūra (saugumas, apšvietimas, pavidalo būklė, informacija);	Max	balai
12	Miesto aplinkos būklės gerinimas (mažinama oro tarša ir klimato šiltėjimas);	Min	balai
13	Besibaigiančių išteklių naudojimas (ir šalies priklausomybė nuo šių išteklių tiekėjų)	Min	Kamštis ir kuro sąnaudos, l
14	Dalijimosi dviračiais stotelių, patenkančių į maršruto stotelių 500 metrų zoną, skaičius	Max	Vienetų santykis su stotelių skaičiaus suma maršrute
15	Apsipirkimo galimybė ir patogų pirkinių gabenimo infrastruktūra (300 m nuo VT maršruto stotelių įrengtas didesnis prekybos centras)	Max	Vienetų santykis su stotelių skaičiaus suma maršrute

VT amžius (R1) – Vilniaus autobusų/troleibusų parkas yra labai įvairus – transporto priemonės yra įvairių markių, skiriasi pagaminimo metai. Naujesnėse transporto priemonėse yra įmontuota vėdinimo ir šildymo sistema, moderni vidaus ir išorės išvaizda suteikia keleiviams estetišką pasitenkinimą, o naujesnės transporto priemonės – tylesnės ir patikimesnės.

Asmeninės transporto priemonės parkavimo galimybės (5 min atstumu arba 350-400 m atstumu) (R2) - šis rodiklis parodo, kuriose maršruto stotelėse galima pastatyti ir palikti individualią transporto priemonę nemokamai ir toliau tęsti kelionę viešuoju transportu.

Triukšmas (R3) – šis rodiklis parodo, kurioje viešojo transporto maršrutinėje trasoje motorinės transporto priemonės kelia didžiausią triukšmą.

Stotelių pasiekiamumas 500 m atstumu (R4) – vertinama ar gyvenamų namų teritorijos nėra nutolusios daugiau nei 500 m atstumu nuo stotelės.

Maršrutų kursavimo dažnis (R5) – rodiklio reikšmė nurodo vidutiniškai kiek kartų per valandą kursuoja viešojo transporto maršrutas. Tai yra svarbus socialinis rodiklis renkantis viešąjį transportą, nes jis yra tiesiogiai susijęs su kelionės laiko planavimu ir lankstumu.

Maršrutų kursavimo laikas (R6) – parodo viešojo transporto maršruto kursavimo laiką. Vertinamas laikas, kada viešojo transporto keleivis gali ryte ankščiau išvažiuoti iš pradinės maršruto stotelės ir kada vėliausiai vakare gali grįžti į pradinę maršruto stotelę.

A juostų ilgis maršrute (R7) – atstumas, kuriame viešasis transportas trasoje įgauna pirmenybę asmeninės transporto priemonės atžvilgiu – gali greičiau įveikti trasą. Tai tiesiogiai lemia viešojo transporto priemonės greitį maršrute.

Viešojo transporto kelionės kainos santykis su asmenine transporto priemone (R8) – šis rodiklis išreiškiamas kelionės santykio kaina (Eur/Eur) ir parodo, kokią ekonominę naudą/nuostolį gali patirti keleivis, rinkdamasis viešąjį transportą.

Viešojo transporto kelionės laiko santykis su asmenine transporto priemone (R9) – rodiklis išreiškiamas kelionės laiko santykiu ir parodo kiek galimai keleivis ilgiau/trumpiau užgaištų kelionėje pasirinkdamas viešąjį transportą.

Komfortas (asmeninė erdvė) (R10) – rodiklis išreiškiamas $m^2/\text{žmogui}$ ir parodo kiek asmeninės erdvės turi viešojo transporto keleivis piko metu. Pagal A. Tirachinio ir kitų mokslininkų (2014) atliktus tyrimus, sėdinčiam žmogui reikia $0,5 m^2$, stovinčiam be jokių daiktų bent $0,2 m^2$, o turint papildomą bagažą, atsižvelgiant į jo dydį – $0,35 - 0,55 m^2$.

VT stotelės infrastruktūra (R11) – šis rodiklis vertina viešojo transporto maršruto stotelių infrastruktūrą pagal 6 kriterijus – ar stotelėje yra apšvietimas, VT schema (žemėlapis), realaus laiko švieslentė, paviljonas, viešojo transporto stotelės bortelis, nemokamas belaidis internetas.

Miesto aplinkos būklės gerinimas (mažinama oro tarša ir klimato šiltėjimas) (R12) – rodiklis parodo azoto oksidų (NO_2), kietųjų dalelių (KD_{10}) ir sieros oksidų (SO_2) teršalų kiekį viešojo transporto maršrutinėje trasoje.

Besibaigiančių išteklių naudojimas (ir šalies priklausomybė nuo šių išteklių tiekėjų) (R13) – persėdimas į viešąjį transportą leistų sunaudoti mažiau iškastinio kuro, kurio Lietuva neturi ir šalis galėtų tapti mažiau priklausoma nuo kuro tiekėjų.

Dalijimosi dviračiais stotelių, patenkančių į maršruto stotelių 500 metrų zoną, skaičius (R14) – nustatomas viešojo transporto stotelių skaičius, esantis teritorijose, iš kurių 500 metrų atstumu galima kelionę tęsti pasinaudojant dalijimosi dviračiais infrastruktūra.

Apsipirkimo galimybė ir patogį pirkinių gabenimosi infrastruktūra (300 m nuo VT maršruto stotelių įrengtas didesnis prekybos centras) (R15) – parodo viešojo transporto maršrutų stotelių, kuriose parduotuvės nėra nutolusios toliau nei 300 metrų atstumu nuo stotelės, skaičių.

Šiuos 15 rodiklių galima suskirstyti į keturias sritis – ekonominius, socialinius, technologinius ir aplinkosauginius. Vienas rodiklis gali patekti į kelias sritis (4.3 lentelė).

4.3 lentelė. Rodiklių suskirstymas sritimis

Rodiklio Nr.	Rodiklio pavadinimas	Ekonominis	Socialinis	Technologinis	Aplinkosauginis
R1	VT amžius	•	•		
R2	Automobilio parkavimo galimybės	•	•	•	
R3	Triukšmas				•
R4	Stotelių pasiekiamumas 500 m atstumu		•	•	
R5	Maršrutų kursavimo dažnis		•		
R6	Maršrutų kursavimo laikas		•		
R7	A juostų ilgis maršrute			•	
R8	VT kelionės kainos santykis su automobiliu	•			
R9	VT kelionės laiko santykis su automobiliu	•	•		
R10	Komfortas (asmeninė erdvė)		•		
R11	VT stotelės infrastruktūra		•	•	
R12	Miesto aplinkos būklės gerinimas				•
R13	Besibaigiančių išteklių naudojimas	•			•
R14	Dalijimosi dviračiais stotelių		•	•	•
R15	Apsipirkimo galimybė		•		

4.3. Rodiklių reikšmingumo nustatymas

Nustatant, kurie iš 15 viešąjį transportą ir viešojo transporto maršrutus apibūdinančių rodiklių yra svarbiausi, o kurie – mažiausiai svarbūs, reikia nustatyti visų rodiklių reikšmingumo dydžius. Reikšmingumo vertinimas pagrįstas ekspertinio vertinimo metodika. Pirmiausia suformuluojama tyrimo problema, apibrėžiamas tyrimo objektas ir parenkama ekspertų grupė. Ekspertų grupė – specialistai, turintys aukštąjį statybos, transporto ar su tuo susijusių sričių inžinerinį išsilavinimą ir turintys 3 metų ar didesnę darbo patirtį minėtose srityse. Tyrimo metu 16 ekspertų buvo pateikta apklausos anketa, kurioje reikėjo aprašytiems 15 rodiklių suteikti nepasikartojančius balus nuo 1 iki 15 (1 — mažiausiai svarbus, 15 — svarbiausias). Ekspertams pateiktos anketos pavyzdys pridedamas

1 priede. Šio ekspertinio tyrimo apklausa buvo pradėta 2016 m. kovo 10 d. ir baigta 2018 m. kovo 17 d. Ekspertinės apklausos rezultatai pateikiami 4.4 lentelėje.

4.4 lentelė. Ekspertinės apklausos rezultatai

Ekspertai	Rodikliai														
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
E1	5	15	8	14	13	12	11	3	10	9	7	6	4	2	1
E2	7	2	6	11	13	12	9	15	14	8	10	4	1	3	5
E3	9	7	5	11	14	15	10	12	13	6	8	2	1	3	4
E4	11	6	1	10	15	12	13	7	14	8	9	2	4	5	3
E5	4	3	8	7	13	14	9	11	12	15	10	5	1	2	6
E6	14	4	11	13	12	10	9	7	8	15	2	3	1	5	6
E7	10	4	6	13	15	12	14	1	11	9	3	5	2	8	7
E8	10	11	6	9	8	7	2	5	15	14	12	3	1	4	13
E9	4	14	7	15	13	9	1	2	8	12	3	6	5	10	11
E10	9	3	2	13	15	14	8	7	10	12	11	4	1	5	6
E11	12	6	9	8	14	13	7	4	15	11	10	3	1	5	2
E12	4	12	5	14	15	13	10	8	9	11	3	6	1	2	7
E13	7	8	5	10	14	13	6	12	15	11	3	2	1	4	9
E14	14	7	4	12	15	5	11	10	9	13	8	1	2	3	6
E15	7	9	8	11	14	15	12	10	13	2	1	6	4	3	5
E16	15	8	7	14	12	11	13	2	10	4	6	5	1	3	6

Taikant ekspertinės apklausos metodą, kokybinių rodiklių reikšmės nustatomos taip:

- išrenkama konkretaus rodiklio geriausia reikšmė;
- nagrinėjamo rodiklio geriausiai reikšmei suteikiama 15 balų (100 %);
- nustatomas santykis tarp geriausios rodiklio reikšmės ir visų likusių to paties rodiklio reikšmių;
- likusioms rodiklio reikšmėms suteikiamos santykinės reikšmės.

Panašiai nustatomi ir rodiklių reikšmingumo dydžiai. Konkretaus rodiklio reikšmingumo fizinė prasmė parodo, kiek kartų jo naudingumas objektui kompleksiškai vertinant alternatyvas yra didesnis (mažesnis) už kito rodiklio naudingumą (Zavadskas *at al.*1992).

Atlikus ekspertų apklausą, gautų įvertinimų rezultatai buvo apdorojami matematiškai:

Nustatyta rodiklių suma (4.5 lentelė):

$$t_{sum,i} = \sum_{j=1}^m t_{ij}, \quad (1)$$

čia $i = 1, 2 \dots k, j = 1, 2 \dots m; k = 15, m = 16,$

4.5 lentelė. Rodiklių sumos

Rodiklis	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
$t_{sum,i}$	142	119	98	185	215	187	145	116	186	160	106	63	31	67	97

rodiklių vidurkis (4.6 lentelė):

$$t_{vid,i} = t_{sum,i}/m, \quad (2)$$

4.6 lentelė. Rodiklių vidurkiai

R	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
$t_{vid,i}$	8,88	7,44	6,13	11,56	13,44	11,69	9,06	7,25	11,63	10,00	6,63	3,94	1,94	4,19	6,06

rodiklių reikšmingumai (4.7 lentelė):

$$q_{s,i} = \frac{t_{vid,i}}{t_{sum,i}}, \quad (3)$$

4.7 lentelė. Nustatyti rodiklių reikšmingumai

R	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R13	R14	R15
$q_{s,i}$	0,074	0,062	0,051	0,097	0,112	0,098	0,076	0,061	0,097	0,083	0,055	0,033	0,016	0,035	0,051

patikrintas rezultatų patikimumas. Būtina reikšmingumo sąlyga – įvykdyta:

$$\sum_{j=1}^k q_j = 1, \quad (4)$$

$$q_j = 0,074 + 0,062 + 0,051 + 0,097 + 0,112 + 0,098 + 0,076 + 0,061 + 0,097 + 0,083 + 0,055 + 0,033 + 0,016 + 0,035 + 0,051 = 1.$$

Konkordancijos koeficiento patikrinimas:

rangų sumų vidurkis

$$a = \frac{m(k+1)}{2} = \frac{16(15+1)}{2} = 136; \quad (5)$$

nuokrypio nuo rangų vidurkio kvadratų suma

$$S^2 = \sum_{j=1}^k (\sum_{i=1}^m t_{ij} - a)^2 = 40105. \quad (6)$$

Ekspertinės apklausos patikimumą išreiškiame ekspertų nuomonių konkordancijos koeficientu, apibūdinančiu individualių nuomonių sutapimo laipsnį

$$W = \frac{12 \cdot S^2}{m^2(k^3 - k)} = \frac{12 \cdot 40105}{16^2(15^3 - 15)} = 0,5595, \quad (7)$$

$0 < W < 1$, todėl galima teigti, kad rangavimo metodu gautų rodiklių reikšmingumų dydžių patikimumas yra pakankamas.

Norint nustatyti konkordancijos koeficiento įvertinimo reikšmingumą, reikia žinoti dažnių pasiskirstymą, esant įvairioms m ekspertų ir k lyginamų variantų reikšmėms. Konkordancijos koeficiento reikšmingumas nustatomas pagal formulę (Zavadskas *et al.* 2006)

$$\chi^2 = \frac{12 \cdot S^2}{m \cdot k(k+1)} = \frac{12 \cdot 40105}{16 \cdot 15(15+1)} = 125,328. \quad (8)$$

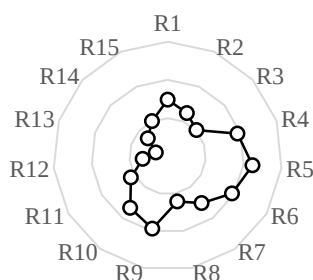
Pasirinkus apklausos patikimumo lygmenį 95 %, gaunama kritinė reikšmė

$$\chi_{krit}^2(0,005; 16) = 34,27,$$

$\chi^2 > \chi_{krit}^2$, todėl galima teigti, kad ekspertų vertinimai neprieštarauja ir yra suderinami. Rezultatai pateikiami 4.8 lentelėje, o rodiklių svorių vidurkis – reikšmingumas grafiškai pavaizduotas 4.2 pav.

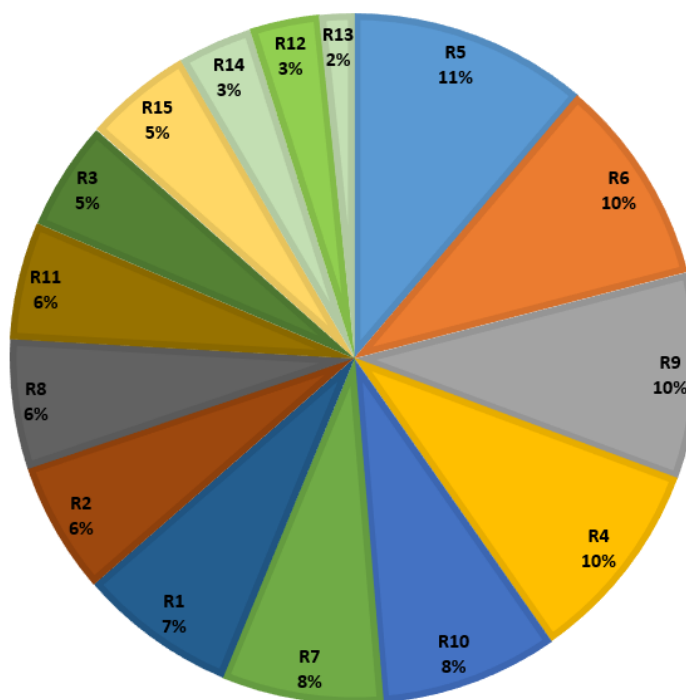
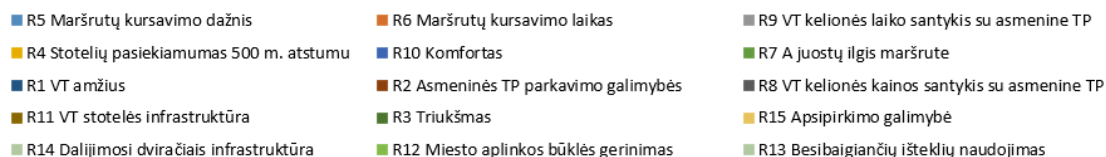
4.8 lentelė. Rodiklių reikšmingumai, gauti ekspertų apklausos metodu

Nr.	Rodiklis	t _{sum}	t _{vid}	Reikšmingumas	Vieta
R5	Maršrutų kursavimo dažnis	215	13,4375	0,1121	1
R6	Maršrutų kursavimo laikas	187	11,6875	0,0976	2
R9	Viešojo transporto kelionės laiko santykis su asmenine transporto priemone	186	11,625	0,0970	3
R4	Stotelių pasiekiamumas 500 m atstumu	185	11,5625	0,0965	4
R10	Komfortas (asmeninė erdvė)	160	10	0,0837	5
R7	A juostų ilgis maršrute	145	9,0625	0,0756	6
R1	VT amžius	142	8,875	0,0741	7
R2	Asmeninės transporto priemonės parkavimo galimybės	119	7,4375	0,0621	8
R8	Viešojo transporto kelionės kainos santykis su asmenine transporto priemone	116	7,25	0,0605	9
R11	VT stotelės infrastruktūra	106	6,625	0,0553	10
R3	Triukšmas	98	6,125	0,0511	11
R15	Apsipirkimo galimybė ir patogų pirkinių vežimosi kartu infrastruktūra (300 m atstumu nuo VT stotelių įrengtų didesnių prekybos centrų skaičius)	97	6,0625	0,0506	12
R14	Dalijimosi dviračiais stotelių, patenkančių į VT stotelių 500 metrų zoną, skaičius	67	4,1875	0,0350	13
R12	Miesto aplinkos būklės gerinimas (mažinama oro tarša ir klimato šiltėjimas)	63	3,9375	0,0329	14
R13	Besibaigiančių išteklių naudojimas (šalies priklausomybė nuo šių išteklių tiekėjų)	31	1,9375	0,0162	15



4.2 pav. Rodiklių svorių vidurkių reikšmės

Sukūrus viešojo transporto ir jo maršrutų populiarumo vertinimo rodiklių sistemas ir atlikus ekspertinį tyrimą buvo nustatyta, kad reikšmingiausi yra socialiniai rodikliai. Reikšmingiausi socialinės srities kriterijai – tai maršrutų kursavimo dažnis (0,112) ir kursavimo laikas (0,098); ekonominės srities – viešojo transporto kelionės kainos santykis su asmenine transporto priemone (0,061); technologinės – A juostų ilgis maršrute (0,076); o aplinkosauginės srities – triukšmas ir ilgalaikis triukšmo poveikis (0,051). Ekspertų nuomone, kaip ir buvo tikėtasi, mažiausią reikšmę VT populiarumui turi aplinkosauginės srities kriterijai – oro tarša (0,33) ir besibaigiančių išteklių naudojimas (0,016).



4.3 pav. Rodiklių pasiskirstymas pagal procentus

Įdėmiau panagrinėjus ekspertų išsakytą nuomonę ir jų suskirstytus pagal svarbą 15 VT ir jo maršutus apibūdinančius rodiklius (4.3 pav), kurie nulemia VT populiarumą, matyti, kad socialinės srities rodikliai (R1, R2, R4, R5, R6, R9, R10, R11, R14 ir R15) sudaro net 76,4 % visų rodiklių svarbumo reikšmės; technologinės srities rodikliai (R2, R4, R7, R11 ir R14) – 32,5 %; ekonominės srities rodikliai (R1, R2, R8, R9, R13) – 31 %, o aplinkosauginės srities rodikliai (R3, R12, R13 ir R14) – vos 13,5 % visų rodiklių reikšmės. Keturi pirmaujantys rodikliai (visi jie – socialinės srities), ekspertų nuomone, lemia net 41 % žmonių pasirinkimo naudotis viešuoju transportu. Iš rezultatų matyti, kad vienas pirmaujantis socialinis rodiklis (11,2 %) yra beveik lygiavertis 4 aplinkosauginiams rodikliams (13,5 %). Todėl populiarinat ir skatinant VT, pasitvirtintina anksčiau

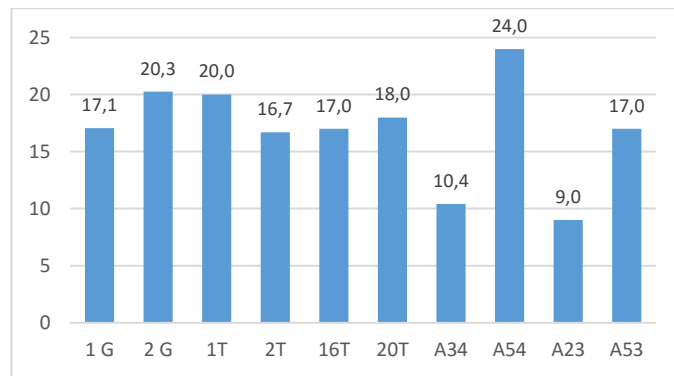
išsakyta mokslininkų nuomonė, kad kuo socialiniai rodikliai bus geriau išvystyti ir vers žmones apgalvoti VT naudojimąsi, tuo ekologinės problemos bus greičiau sprendžiamos. Viešojo transporto skatinimo programos gali būti susiejamos su aplinkosauginių problemų sprendimu, tačiau žmogui – vis tiek svarbesnis yra asmeninis patogumas.

4.4. Viešojo transporto maršrutų analizė

Optimaliausią alternatyvą galima išrinkti tik remiantis daugelio skirtingą prasmę ir dimensijas turinčių rodiklių sistema. Norint išrinkti optimaliausią variantą, reikia, sudarius sprendimų priėmimo matricą, atlikti viešojo transporto maršrutų daugiakriterinę analizę.

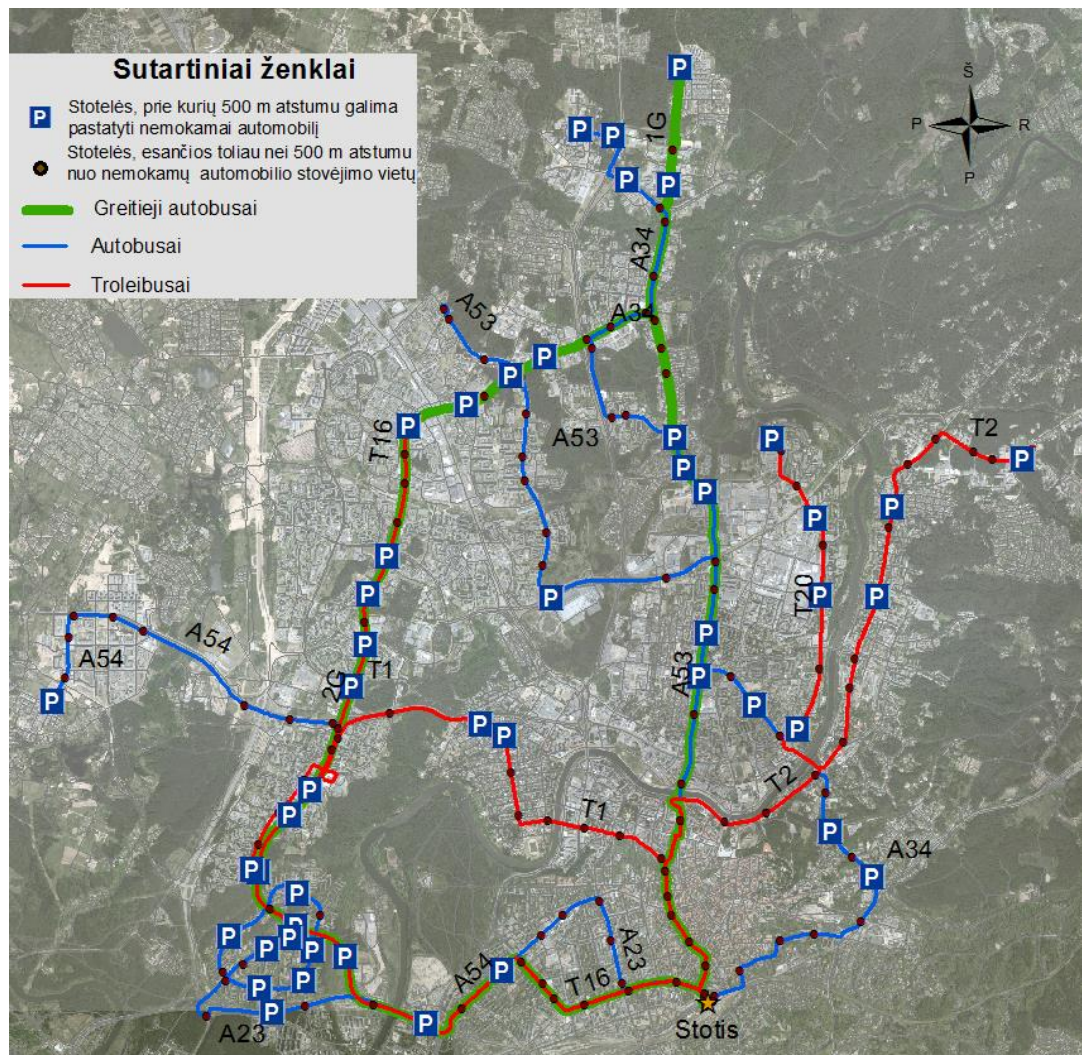
Nagrinėjamų Vilniaus viešojo transporto maršrutų analizei atlikti buvo surinkti viešojo transporto maršrutų ir jų aplinkos duomenys, reikalingi užpildyti rodiklių sistemas. Duomenys buvo renkami vykdant viešojo transporto stotelių apžiūrą, atliekant skaičiavimus matematiškai ir pasinaudojant „ArcMap“ programine įranga, įvertinant maršrutus pagal pateiktus tvarkaraščius (2018 m. kovo mėn.), atliekant realaus laiko tyrimus, stebėjimus. Taip pat buvo naudotasi duomenimis, kuriuos pateikė SI „Susisiekimo paslaugos“ – savivaldybės įmonė, valdanti Vilniaus viešąjį transportą. Įvertinant oro taršos ir triukšmo taršos lygį viešojo transporto maršruto trasose buvo naudotasi sumodeliuotais oro taršos ir triukšmo taršos žemėlapiais.

Viešojo transporto amžius buvo gautas vertinant pasirinktuose maršrutuose kursuojančias VT priemones. Troleibusų parko vidutinis amžius yra 21,65 metai, tuo tarpu autobusų – 15,63 metai (2018 m. sausio mėnesio duomenimis). Skirtinguose maršrutuose važinėja skirtingi troleibusai ir autobusai – tai priklauso nuo transporto priemonės tipo (dviašė ar triašė), pritaikymo neįgaliesiems (žemagrindė), maršruto nuotolio nuo viešojo transporto parko (gedimo atveju tai labai stipriai atsilieptų transportavimo išlaidoms) ir t.t. VT maršrutų amžius buvo įvertintas piko metu stebint pasirinktų maršrutų transporto priemones, fiksuojant jų garažo numerius ir valstybinius numerius. Stebėjimai atlikti 2018 m. balandžio 17 d – 18 d. 7:30 – 9:30 laiku Stotyje. Buvo stebėta, kol pradėjo kartotis maršrutuose tos pačios transporto priemonės. Tai leidžia įvertinti maršrute kursuojančių transporto priemonių skaičių. Toliau, žinant transporto priemonės valstybinį numerį ir autobuso/troleibuso garažo numerį, pasinaudojant SI „Susisiekimo paslaugos“ Vilniaus miesto autobusų ir elektrinio viešojo transporto interneto svetainėse pateiktais duomenimis yra surandamas transporto priemonės amžius ir apskaičiuojamas maršrute kursuojančių transporto priemonių amžiaus vidurkis (4.4 pav).



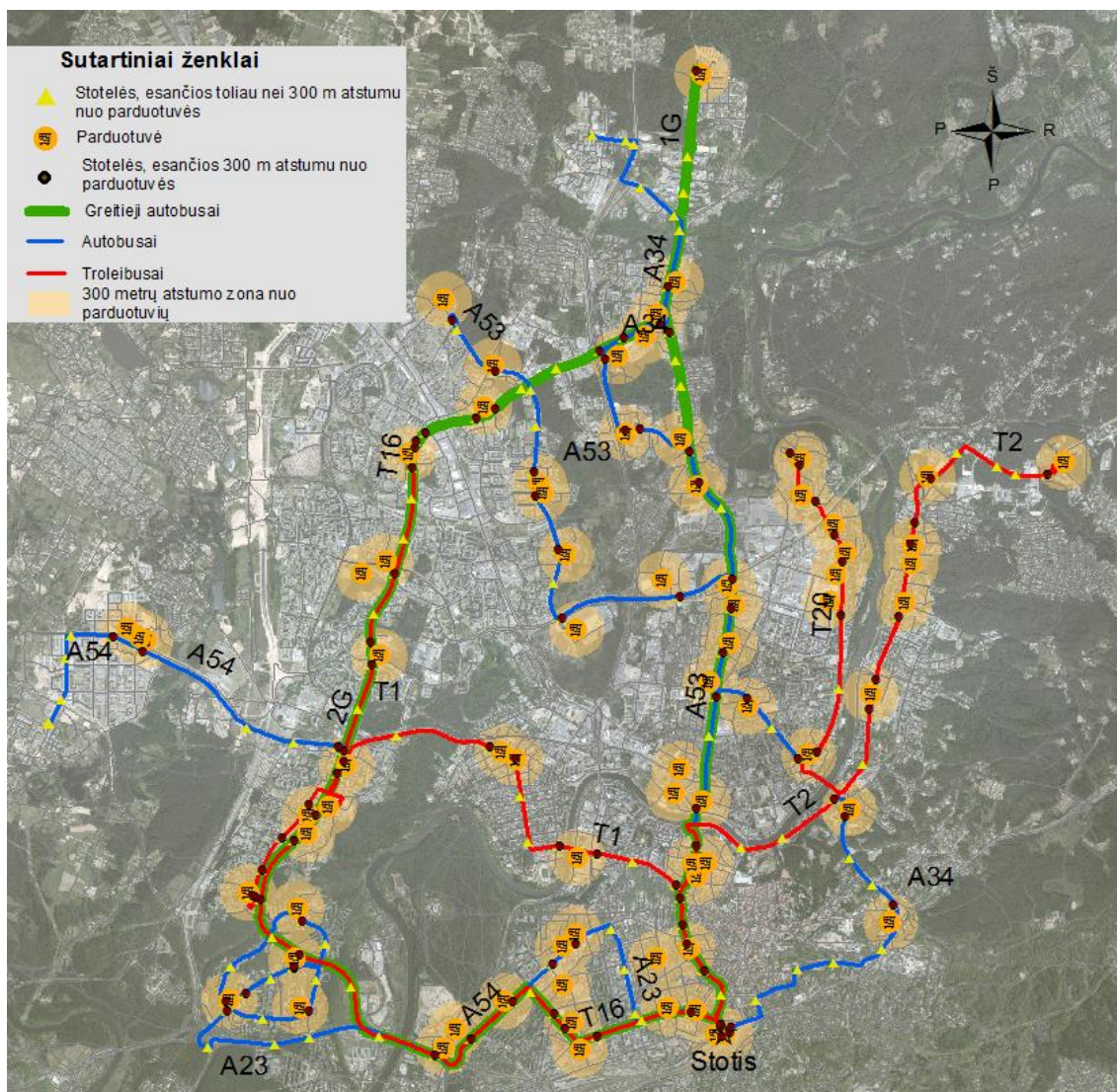
4.4 pav. Pasirinktuose maršrutuose kursuojančių transporto priemonių amžiaus vidurkis metais.

Asmeninės transporto priemonės parkavimo galimybės šalia viešojo transporto stotelių leidžia toliau nuo miesto centro gyvenantiems vairuotojams pasistatyti automobilį ir toliau tęsti kelionę viešuoju transportu. Ypač svarbu pasistatyti automobilį nemokamai, saugiai, ne toliau nei 5 minučių atstumu pėsčiomis nuo viešojo transporto stotelės. 4.5 paveiksle grafiškai pavaizduotos nemokamo automobilių statymosi galimybės prie viešojo maršrutų stotelių.



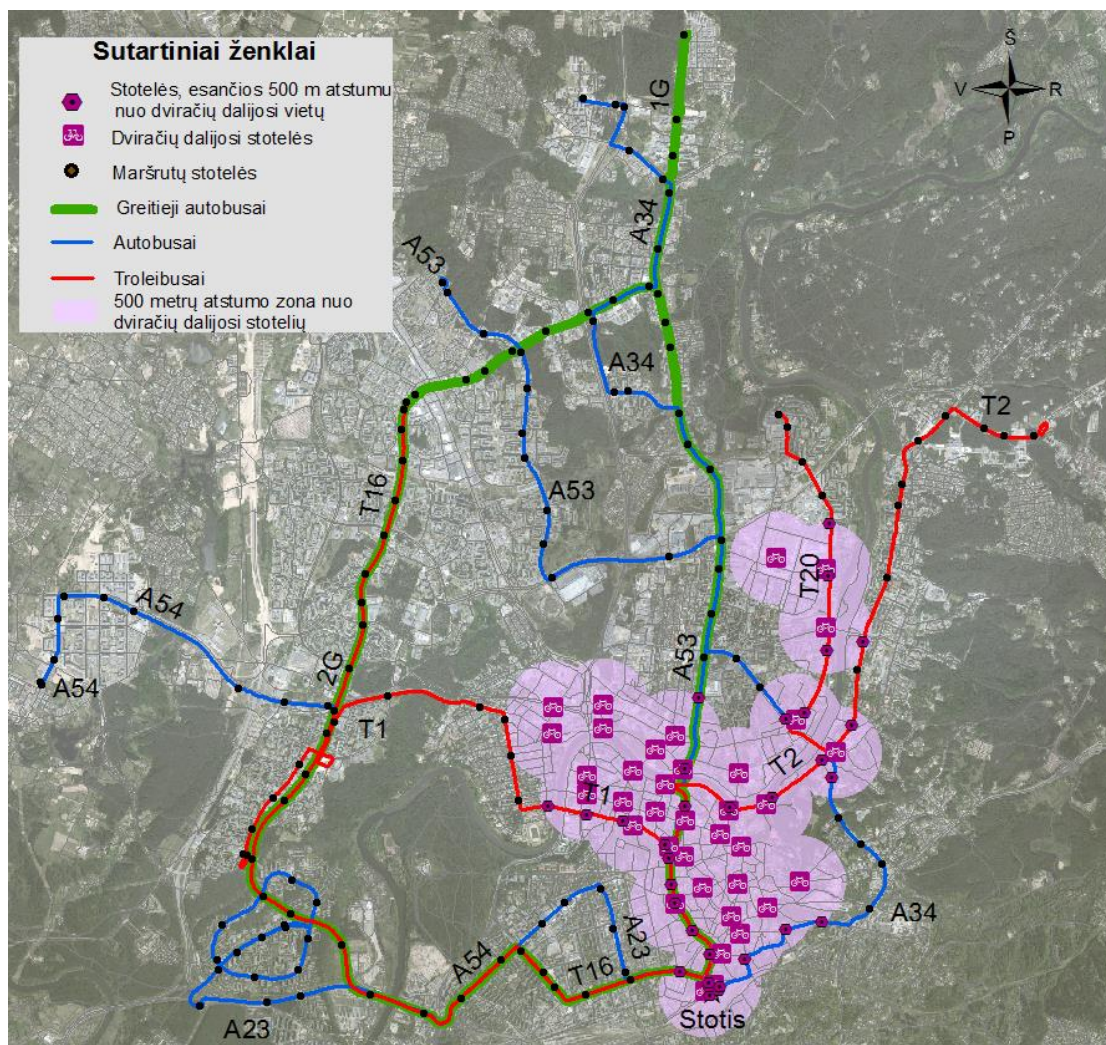
4.5 pav. Nemokamo parkavimosi galimybės prie VT stotelių

Taip pat, vertinant patogumą, VT keleiviui svarbi galimybė apsipirkti kelionės į darbą ar namus metu – tokiu būdu yra sutaupomas laikas, o atstumas nuo prekybos centro iki stotelės reiškia, kad prekių nereikia toli nešti (4.6 lentelė).



4.6 pav. Apsipirkimo galimybės prie VT stotelių

Vertinant miesto darnumą, labai svarbu, kad miesto gyventojas galėtų naudotis skirtingomis judėjimo priemonėmis, lengvai persėsdamas iš vienos į kitą – turi būti užtikrinta įvairių transporto priemonių integracija. Todėl maršrute svarbu nustatyti viešojo transporto stotelių, nuo kurių 500 metrų atstumu pasinaudojant dalijimosi dviračiais infrastruktūra kelionę galima tęsti dviračiais, skaičių (4.7 pav).



4.7 pav. Dalijimosi dviračiais galimybės prie VT stotelių

Toliau lentelėje pateiktas santykis tarp stotelių skaičiaus maršrute ir stotelių skaičiaus, prie kurių galima nemokamai palikti transporto priemonę, yra galimybė apsipirkti 300 metrų atstumu nuo stotelės, yra dalijimosi dviračiais punktas (4.9 lentelė).

4.9 lentelė. Automobilio parkavimo, dalijomisi dviračiai ir apsipirkimo galimybių prie VT maršrutų stotelių įvertinimas

Maršrutas	Parkavimosi galimybės santykis	Apsipirkimo galimybės santykis	Dalijimosi dviračiais galimybės santykis
1 G	0,333	0,785	0,357
2 G	0,409	0,500	0,045
1T	0,167	0,444	0,444
2T	0,150	0,450	0,5
16T	0,333	0,518	0,074
20T	0,250	0,563	0,75
A34	0,321	0,571	0,143
A54	0,231	0,462	0,077
A23	0,409	0,409	0,091
A53	0,136	0,500	0,318

Vertinant oro taršą ir triukšmo lygį pasirinktų maršrutų trasose naudotasi Vilniaus miesto savivaldybės sumodeliuotais oro taršos ir triukšmo žemėlapiiais. Žemėlapiuose buvo identifikuotos

viešojo transporto maršruto stotelių vietas, pagal kurias priskirtos oro teršalų koncentracijos ir triukšmo lygio vertės esančios sumodeliuotuose žemėlapiuose.

Oro tarša įvertinta pagal tris rodiklius – azoto oksidų (NO_2), sieros oksidų (SO_2) ir kietųjų dalelių (KD_{10}) koncentracijos lygį ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Šie oro parametrai labiausiai atspindi oro taršą, kurią sukelia dideli automobilių srautai.

Vidutinė metinė oro taršos NO_2 teršalais koncentracija yra suskirstyta į 9 intervalus:

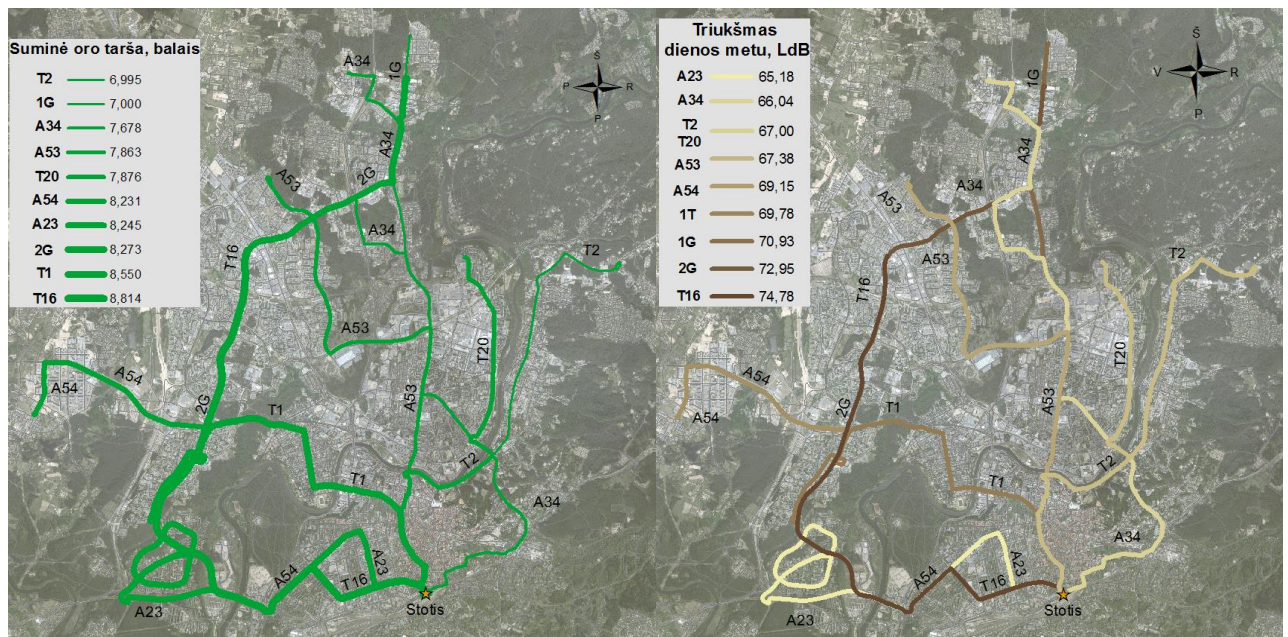
- ≤ 8 – suteikiamas balas – 0,
- 11-16 (1 balas),
- 11-16 (2 balai),
- 16-21 (3 balai),
- 21-27 (4 balai),
- 27-34 (5 balai),
- 34-40 (6 balai),
- 40-50 (7 balai),
- >50 (tai maksimali tarša, todėl jai pridedamas 1 papildomas balas – 9 balai).

Įvertinama kiekvienoje stotelėje esanti NO_2 koncentracijos vertė, jai priskiriamas balas ir išvedamas viso maršruto balų vidurkis.

Kietųjų dalelių metinės koncentracijos suskirstytos į 9 skirtingus intervalus, kurių reikšmės svyruoja nuo minimalios žemėlapyje – $\leq 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki maksimalios - $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ribinė vertė). Sieros dioksido koncentracija taip pat suskirstyta į 9 intervalus ir svyruoja nuo $\leq 2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ iki $>20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (ribinė vertė). SO_2 ir KD_{10} teršalams suteikiami balai pagal aukščiau NO_2 teršalams aprašytą balų įvertinimo sistemą. Apskaičiavus visus teršalus yra gaunamas bendras oro taršos balas (4.8 pav.).

Triukšmo lygis buvo vertintas pagal išmatuotas triukšmo reikšmes dienos metu. Vakaro metu triukšmo lygis pagrindinėse Vilniaus miesto gatvėse sumažėja 5 dB, o nakties metu sumažėja 10-12 dB lyginant su išmatuotomis vertėmis dienos metu. Nustatyta, kad 10 dB garso lygio padidėjimą žmogaus ausis priima kaip dvigubai didesnę juntamą triukšmą.

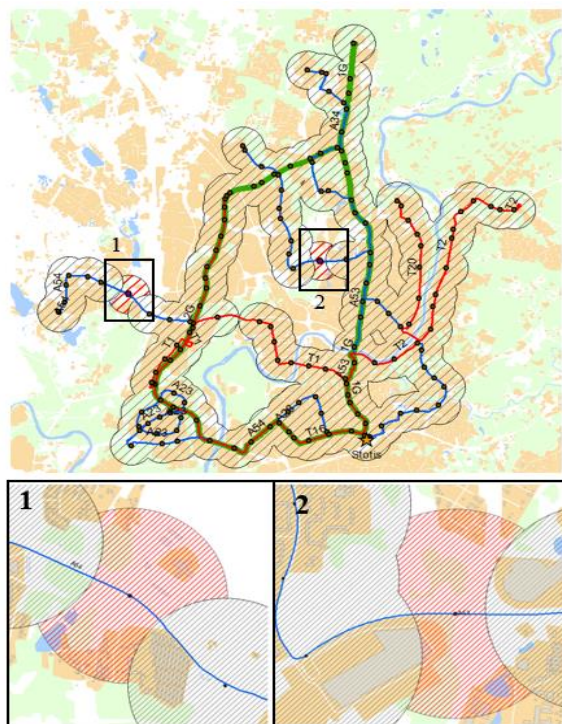
Triukšmo lygio vertė (dB, dienos metu) intervalais suskirstyta į 11 skirtingų intervalų, kurie svyruoja nuo žemiausio 35-39 dB iki aukščiausio > 80 dB. Ribinė leistina triukšmo lygio vertė dienos metu yra 65 dB (4.8 pav.).



4.8 pav. Suminė oro tarša ir triukšmas dienos metu

Aplinkosauginis rodiklis – besibaigiančių išteklių naudojimas, ekspertų vertinimu užimantis paskutinę, 15 vietą, vertinant viešojo transporto rodiklius nebuvo detalizuojamas – jam priskirta vienoda visiems maršrutams reikšmė – 1 balas.

Stotelių pasiekiamumas buvo vertinamas pasinaudojant „ArcMap“ programine įranga, *Proximity toolset Buffer* funkcija, leidžiančia nustatyti norimą atstumą (500 m) nuo viešojo transporto stotelės. Buvo nustatyta, kad yra tik 2 vietos (Pilaitėje A54 maršrute ir Fabijoniškėse A53 maršrute), kur stotelių pasiekiamumas yra didesnis nei 500 metrų, tačiau šios vietos nėra gausiai apgyvendintos – nėra daug gyvenamosios paskirties pastatų, todėl didesnis nei 500 metrų atstumas yra leidžiamas. Vertinant stotelių pasiekiamumą buvo priimtas vienodas balas – 100 %. Viešojo transporto stotelių pasiekiamumas grafiškai pavaizduotas 4.9 paveiksle.



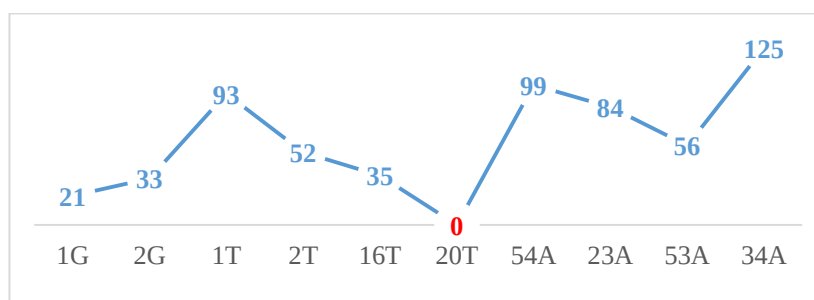
4.9 pav. Stotelių pasiekiamumas

Viešojo transporto priemonių plotas buvo apskaičiuotas atsižvelgiant į jų tipus. Iš viso transporto priemonės ploto buvo atimtas vairuotojui skirtos kabinos plotas – 3,75 m². Pagal A. Tirachinio ir kitų mokslininkų (2014 m.) atliktus tyrimus, sėdinčiam žmogui reikia 0,5 m² erdvės, stovinčiam be jokių daiktų – bent 0,2 m², o turinčiam bagažą, atsižvelgiant į jo dydį – 0,35 – 0,55 m² ploto. Perpildyto autobuso viename kvadratiniam metre gali stovėti 5 – 6 neturintys jokių papildomų daiktų žmonės. Pagal SI „Susisiekimo paslaugos“ pateiktus duomenys, vertinant komforto ribą buvo priimta 50 keleivių standartinės talpos transporto priemonėje ir 80 keleivių prailgintoje transporto priemonėje komforto riba. 4.10 lentelėje pateiktas vienam keleiviui tenkantis plotas, apskaičiuotas pagal nustatytą komforto ribą ir pagal realią galimą situaciją piko metu (užfiksuotą didžiausią keleivių skaičių transporto priemonėje).

4.10 lentelė. Komforto lygis transporto priemonėje

Maršrutas	Naudingas plotas, m ²	Maksimalus keleivių kiekis TP, vnt.	Nustatyta komforto riba, vnt.	Plotas keleiviui pagal ribą, m ²	Plotas keleiviui pagal faktą, m ²	Santykis
1G	41,25	116	80	0,512	0,356	0,690
2G	41,25	104	80	0,516	0,397	0,769
1T	24,6	47	50	0,492	0,523	1,000
2T	24,6	86	50	0,492	0,286	0,581
16T	24,6	63	50	0,492	0,390	0,794
20T	24,6	63	50	0,492	0,390	0,794
54A	26,25	62	50	0,525	0,423	0,806
23A	26,25	52	50	0,525	0,505	0,962
53A	41,25	128	80	0,516	0,322	0,625
34A	26,25	51	50	0,525	0,515	0,980

Žmonėms su negalia yra būtinos žemagrindės transporto priemonės – tik į tokią transporto priemonę, padėdami vairuotojo arba kelionės bendrakeleivių, neįgalieji gali įvažiuoti su neįgaliojo vežimėliu. Tačiau, žmogui su negalia keliauti VT yra labai sunku – Vilniaus viešasis transportas neturi pakankamai žemagrindžių transporto priemonių. Žemiau grafike pavaizduotas laiko intervalas, vidutiniškai kuriuo nurodytame maršrute kursuoja neįgaliajam pritaikyta transporto priemonė (pagal sudarytus maršrutų tvarkaraščius). 20 troleibuso tvarkaraštyje nėra nei vieno geltonai pažymėto laiko, reiškiančio, kad tuo laiku važiuoja žemagrindės transporto priemonės, pritaikytos neįgaliesiems. 4.10 paveiksle atvaizduota vidutiniškai kas kiek minučių VT maršrute kursuoja žemagrindė transporto priemonė.



4.10 pav. Vidutinis žemagrindžių transporto priemonių kursavimo laiko intervalas (min.) maršrute

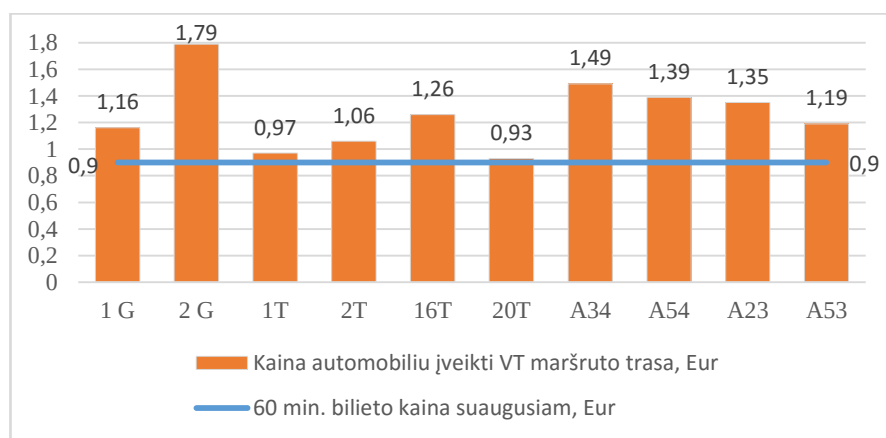
Kelionės laiko įvertinimas, įveikiant VT maršruto trasą automobiliu, buvo atliktas 2018 m. kovo 22 –23 dienomis, naudojantis „Google maps“ programėle, leidžiančia įvertinti realaus laiko situaciją Vilniaus mieste. VT maršruto kelionės laikas buvo vertinamas pagal pateiktus SĮSP duomenimis rytinio piko metu (apie 08:00 valandą). Tokiu metu viešasis transportas nuo tvarkaraščio atsilieka 5-20 min. Tyrimo duomenys pateikti žemiau esančioje 4.11 lentelėje.

4.11 lentelė. Kelionės laiko įvertinimas važiuojant automobiliu ir viešuoju transportu

Maršrutas	Atstumas, įveikiamas VT, min	Atstumas, įveikiamas VT, min (pagal SĮSP duomenis)	Atstumas, įveikiamas automobiliu			Santykis (VT SĮSP duomenys /auto)
	Pagal tvarkaraštį		07:30	8:00	08:30	
1 G	37	50	45	42	36	1,19
2 G	54	69	48	42	39	1,64
1T	35	39	36	32	28	1,22
2T	44	53	39	36	30	1,47
16T	46	62	35	31	27	2
20T	39	50	38	34	30	1,47
A34	52	57	49	44	40	1,30
A54	45	48	39	36	27	1,33
A23 (be lanko Lazdynuose)	27	35	21	17	16	2,05
A53	47	55	47	42	38	1,31

Viešojo transporto bilietų kainos Vilniuje yra suskirstytos pagal keleivių grupes – moksleivio ir studento, senjoro, neįgaliojo ir t.t. Yra skirtingos bilietų rūšys – vienkartiniai bilietai, bilietai perkami iš vairuotojo, terminuoti 30 ir 60 minučių bilietai. Yra bilietai, galiojantys 30 kalendorinių dienų ar bilietai, galiojantys tik darbo dienomis. Skaičiuojant viešojo transporto kelionės kainą įvertinimui pasirenkamas 60 minučių termino be jokios bilieto tarifo nuolaidos e-bilietas suaugusiam keleiviui, kadangi piko metu visos kelionės VT trunka daugiau nei 30 minučių, Bilieto kaina – 0,9 euro.

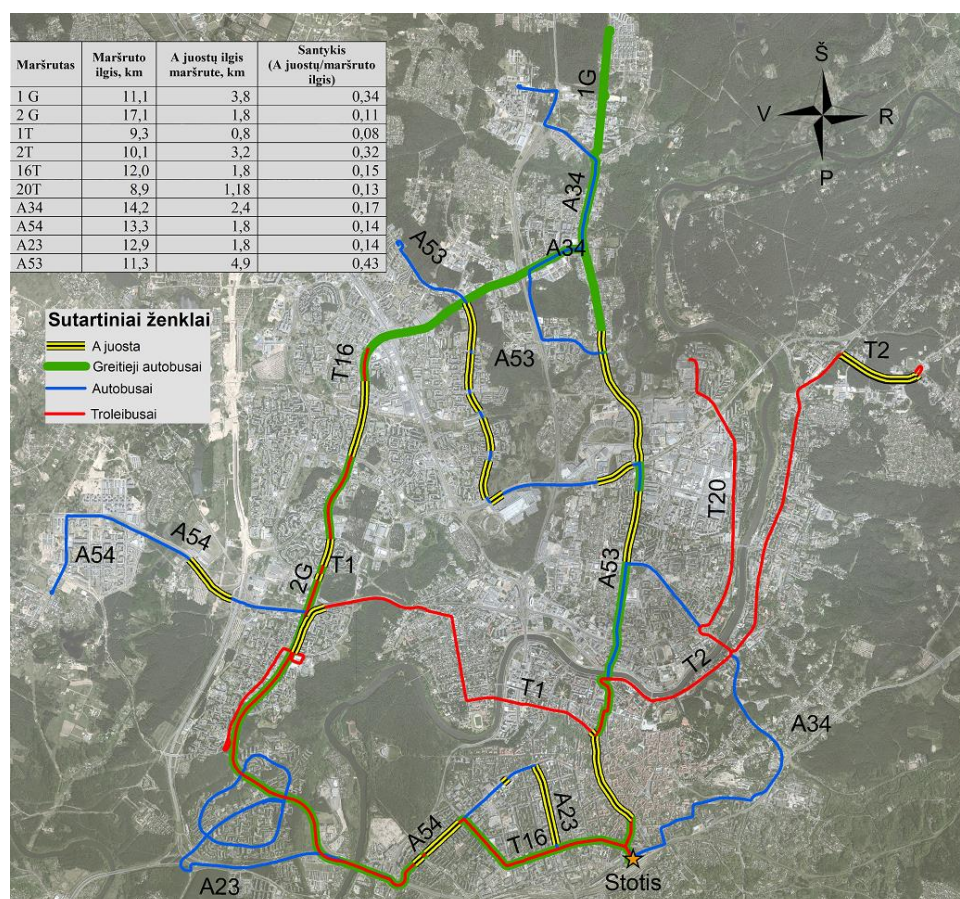
Vertinant kelionės kainą automobiliu, įvertinta nuvažiuotas maršruto atstumas (nuo pradinės stotelės iki galinės stotelės), transporto priemonės kuro sunaudojimas 100 km – 9 litrai. Vidutinė 1 litro kuro kaina – 1,16 euro. Gauti duomenys pateikiami 4.11 pav.



4.11 pav. Kelionės kainos palyginimas

Viešojo transporto ir automobilio kelionės laiko santykis yra vienas svarbiausių aspektų, galinčių miesto gyventoją priversti svarstyti galimybę persėsti iš automobilio į VT. Kuo kelionės tikslas yra greičiau pasiekiamas viešuoju transportu, tuo mažiau bus žmonių, besinaudojančių automobiliais. A juostų ilgis maršrute turėtų parodyti, kad viešasis transportas maršruto trasoje įgyja pranašumą automobilio atžvilgiu ir keleivis gali greičiau pasiekti kelionės tikslą. Tačiau Vilniuje viešojo transporto A juosta nėra atskirta nuo kitų eismo juostų, galimi posūkiai į kairę, be to, yra nemažai pažeidimų viešojo transporto juostose, kada automobiliai negalimai ja naudojami – privačių transporto priemonių vairuotojai, siekdami išvengti eismo spūsčių, linkę neteisėtai važiuoti autobusų juosta, o taksi vairuotojai sustoja paimti ir/ar išleisti keleivių, tai sukeldami trikdžius autobusams (Kepaptsoglou *et al.* 2011). Viešojo transporto juostų ne vientisumas ir fragmentiškumas yra didelė problema Vilniaus mieste (4.12 pav.).

Siekiant įvertinti važiavimo maršrutiniam transportui skirtomis juostomis pažeidimų mastą, Vilniaus mieste buvo atliktas tyrimas, kuomet piko metu po 2 val. buvo stebimos 23 maršrutiniam transportui skirtos eismo juostos. Tyrimo duomenų analizė parodė, kad per 2 stebėjimo valandas itin intensyviose eismo ruožuose pažeidimų kiekis siekė iki 1,2 tūkst..



4.12 pav. A juostos VT maršrutuose

Maršrutų kursavimo dažnis tiesiogiai susijęs su keleivių lankstumu – kuo VT maršruto tvarkaraštis yra dažnesnis, tuo keleivis yra mažiau „pririštas“ prie tvarkaraščių, kelionės planavimo. Jei viešojo transporto maršrutas kursuoja dažnai, keleiviui net nereikia tikrinti tvarkaraščio – nuėjęs į viešojo transporto stotelę keleivis yra tikras, kad 5-10 minučių bėgyje atvažiuos norimo maršruto transporto priemonė. Keleiviams taip pat labai svarbus yra ir VT priemonės kursavimo laikas. Baigiamajame darbe vertinamas laikas, kada viešojo transporto keleivis ryte ankščiau gali išvažiuoti iš pradinės maršruto stotelės ir kada vėliausiai vakare jis gali grįžti į pradinę maršruto stotelę (4.12 lentelė).

4.12 lentelė. Transporto priemonių kursavimo dažnis ir laikas

Maršrutas	Įveikiančių pilną trasą TP skaičius/h	Darbo dienomis, pirmos maršrute išvažiuojančios TP laikas	Darbo dienomis, paskutinės maršrute grįžtančios TP laikas	Maršrutų kursavimo laikas
1 G	7,26	05:12	23:39	18 h 27 m
2 G	5,74	05:25	23:54	18 h 29 min
1T	3,39	05:18	23:27	18 h 9m
2T	8,21	05:19	23:59	18 h 40 min
16T	6,64	05:04	23:58	18 h 54 min
20T	3,16	05:07	23:53	18 h 46m
A34	2,13	05:03	23:55	18 h 52 m
A54	1,15	05:11	22:33	17 h 22 min
A23	1,44	05:26	22:33	17 h 7 min
A53	6,19	05:17	23:55	18 h 38 min

Vilniaus mieste viešojo transporto paslaugas teikiančios SĮSP misija yra teikti Vilniaus miesto gyventojams ir sostinės svečiams saugias, punktualias ir dėmesingas keleivių vežimo ir aptarnavimo paslaugas. Viešojo transporto stotelės (vieta, kur keleivis laukia transporto priemonės) infrastruktūra turi būti pritaikyta keleivio poreikiams. Viešojo transporto stotelių infrastruktūrą apibūdina šeši kriterijai – įrengtas/neįrengtas laukimo paviljonas (tai statinys saugantis nuo lietaus, sniego, vėjo), apšvietimas, viešojo transporto žemėlapis, realaus laiko švieslentė (elektroninis tvarkaraštis realiu laiku), bortelis, atskiriantis gatvę nuo šaligatvio, galimybė naudotis nemokamu bevieliu internetu. Vertinamų maršrutų stotelių infrastruktūros informacija pateikiama 4.13 lentelėje. Maksimalus kiekvieno maršruto balų skaičius apskaičiuojamas stotelių skaičių dauginant iš kriterijų (6) skaičiaus.

4.13 lentelė. Viešojo transporto stotelių infrastruktūros įvertinimas

Maršrutas	Stotelių sk.	Paviljonų sk.	Apšvietimas	Žemėlapis	Švieslentė	Bortelis	Wifi	Balai, max	Balas	Santykis
1 G	15	14	15	9	5	15	5	90	63	0,70
2 G	24	23	24	9	4	24	7	144	91	0,63
1T	18	18	18	8	3	18	5	108	70	0,65
2T	20	20	20	14	4	20	6	120	84	0,70
16T	27	27	27	12	4	27	7	162	104	0,64
20T	16	16	16	12	3	16	9	96	72	0,75
A34	28	27	27	12	4	27	4	168	101	0,60
A54	27	26	27	13	2	27	7	162	102	0,63
A23	22	22	22	8	0	22	4	132	78	0,59
A53	23	23	23	15	4	23	8	138	96	0,70

4.5. Vilniaus viešojo transporto maršrutų rangavimas SAW metodu

SAW metodas — tai vienas iš paprastesnių ir plačiausiai taikomų daugiatikslių vertinimo metodų. Nustatant varianto racionalumą, atitinkami normalizuotos sprendimo matricos nariai dauginami iš rodiklių reikšmingumų ir gautos sandaugos sumuojamos. Išeities duomenys, taikant šį metodą, yra sprendimų matrica P (sprendimų matrica negali turėti neskaitinių reikšmių) ir kiekvieno efektyvumo rodiklio reikšmingumas $q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$. Spėdžiant šiuo metodu, visų reikšmingumų q suma turi būti lygi 1 (Simanavičienė 2011).

Turint visų VT maršrutų rodiklių duomenis ir rodiklių reikšmingumus, kitas žingsnis yra matricos normalizavimas. Tam yra taikomos šios formulės:

$$\overline{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{ij}^*}, \text{ jei matricos nariai maksimizuojami,} \quad (9)$$

$$\overline{x}_{ij} = \frac{x_{ij}^{\min}}{x_{ij}}, \text{ jei matricos nariai minimizuojami.} \quad (10)$$

Šiuo atveju iš 15 rodiklių minimizuojami yra 6 rodikliai, o 9 – maksimizuojami. 4.14 lentelėje pateikiama normalizuota matrica SAW metodu.

4.14 lentelė. SAW metodu normalizuota matrica

	1G	2G	T1	T2	T16	T20	A34	A54	A23	A53
R1	0,526	0,443	0,450	0,539	0,529	0,500	0,865	0,375	1,000	0,529
R2	0,873	1,000	0,407	0,367	0,815	0,611	0,786	0,564	1,000	0,333
R3	0,915	0,872	0,929	0,945	0,842	0,928	0,927	0,927	1,000	0,955
R4	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
R5	0,885	0,699	0,413	1,000	0,809	0,386	0,259	0,141	0,175	0,754
R6	0,976	0,978	0,960	0,988	1,000	0,993	0,998	0,919	0,906	0,986
R7	0,790	0,246	0,194	0,738	0,349	0,305	0,385	0,320	0,320	1,000
R8	0,650	1,000	0,544	0,593	0,704	0,521	0,833	0,778	0,753	0,662
R9	1,000	0,726	0,975	0,810	0,595	0,810	0,915	0,895	0,580	0,908
R10	0,690	0,769	1,000	0,581	0,794	0,794	0,980	0,806	0,962	0,625
R11	1,000	0,903	0,926	1,000	0,917	0,714	0,859	0,900	0,844	0,994
R12	0,999	0,846	0,818	1,000	0,794	0,888	0,911	0,850	0,848	0,890
R13	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
R14	0,476	0,060	0,592	0,667	0,099	1,000	0,191	0,103	0,121	0,424
R15	0,800	0,764	0,622	0,747	0,968	0,933	1,000	0,862	0,679	0,933

Turint normalizuotą matricą, skaičiuojamos alternatyvos. Nustatant varianto racionalumą, atitinkamai normalizuotos matricos nariai dauginami iš jų reikšmingumų ir sumuojami:

$$A = \max_j \sum_{i=1}^k x_{ij} \cdot w_i, i=1,2,3,...,m. \quad (11)$$

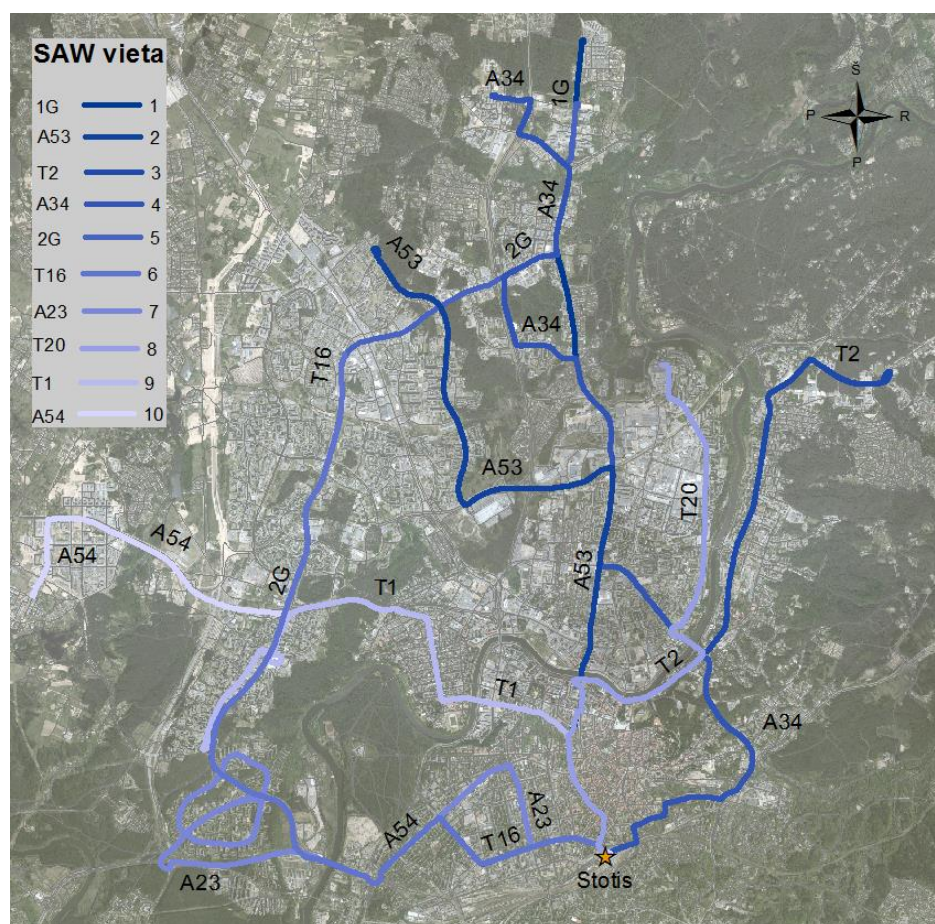
Duomenys, gauti skaičiuojant SAW metodu, pateikti 4.15 lentelėje.

4.15 lentelė. SAW metodu suskaičiuotos alternatyvų reikšmės

Maršrutas	1G	2G	T1	T2	T16	T20	A34	A54	A23	A53
Reikšmė	0,846	0,758	0,715	0,800	0,756	0,725	0,784	0,679	0,727	0,804
Vieta	1	5	9	3	6	8	4	10	7	2

Atlikus skaičiavimus, gauta tokia prioritetinga eilutė:

1G → A53 → T2 → A34 → 2G → T16 → A23 → T20 → T1 → A54. Skaičiuojant SAW metodu, optimaliausias maršrutas pagal sudarytą rodiklių sistemą yra 1G autobusas, mažiausiai optimalus — 54 autobusas (4.13 pav).



4.13 pav. Tiriamų VT maršrutų rangavimo SAW metodu rezultatų atvaizdavimas žemėlapyje

4.6. Vilniaus viešojo transporto maršrutų rangavimas TOPSIS metodu

Skaiciuojant TOPSIS (angl. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) metodu, geriausiu laikomas sprendinys, kuris yra arčiausiai idealaus sprendinio (L+) ir toliausiai nuo blogiausio sprendinio (L-). Kiekvienas rodiklis turi savo reikšmingumą (K), nustatant apribojimų nėra, jų suma nebūtinai turi būti lygi vienetui. Šis metodas yra naudojamas esant dideliame rodiklių skaičiui (Simanavičienė 2011).

Skaiciavimas TOPSIS metodu atliekamas sekančia tvarka: normalizuojama pradinė VT maršrutų duomenų matrica pagal formulę:

$$x_{ij} = \frac{x_{-ij}}{\sqrt{\sum_{j=1}^n x_{-ij}^2}}. \quad (12)$$

Pagal 12 formulę atlikus skaičiavimus, gauta normalizuota matrica, pateikiama 4.16 lentelėje.

4.16 lentelė. TOPSIS metodu normalizuota matrica

	1G	2G	T1	T2	T16	T20	A34	A54	A23	A53
R1	0,310	0,368	0,362	0,302	0,308	0,326	0,188	0,435	0,163	0,308
R2	0,385	0,441	0,180	0,162	0,359	0,269	0,346	0,249	0,441	0,147
R3	0,318	0,334	0,313	0,308	0,346	0,314	0,314	0,314	0,291	0,305
R4	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316
R5	0,446	0,353	0,208	0,504	0,408	0,195	0,131	0,071	0,088	0,380
R6	0,318	0,319	0,313	0,322	0,326	0,323	0,325	0,299	0,295	0,321
R7	0,469	0,146	0,115	0,438	0,207	0,181	0,229	0,190	0,190	0,594
R8	0,325	0,211	0,388	0,356	0,300	0,405	0,253	0,271	0,280	0,319
R9	0,247	0,340	0,253	0,305	0,414	0,305	0,269	0,276	0,425	0,271
R10	0,269	0,300	0,389	0,226	0,309	0,309	0,382	0,314	0,375	0,243
R11	0,348	0,314	0,322	0,348	0,319	0,248	0,299	0,313	0,294	0,346
R12	0,278	0,328	0,339	0,277	0,350	0,312	0,305	0,326	0,327	0,312
R13	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316	0,316
R14	0,316	0,040	0,392	0,442	0,065	0,663	0,126	0,068	0,080	0,281
R15	0,301	0,288	0,234	0,281	0,365	0,352	0,377	0,324	0,256	0,352

Normalizuotos matricos nariai dauginami iš rodiklių reikšmingumų. Rezultatai, paskaičiuoti pagal 13 formulę, pateikti 4.17 lentelėje:

$$P^* = [X] \cdot [q]. \quad (13)$$

4.17 lentelė TOPSIS metodu, normalizuota matrica, padauginta iš rodiklių reikšmingumų

	1G	2G	T1	T2	T16	T20	A34	A54	A23	A53
R1	0,023	0,027	0,027	0,022	0,023	0,024	0,014	0,032	0,012	0,023
R2	0,024	0,027	0,011	0,010	0,022	0,017	0,021	0,015	0,027	0,009
R3	0,016	0,017	0,016	0,016	0,018	0,016	0,016	0,016	0,015	0,016
R4	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031	0,031
R5	0,050	0,040	0,023	0,057	0,046	0,022	0,015	0,008	0,010	0,043
R6	0,031	0,031	0,031	0,031	0,032	0,032	0,032	0,029	0,029	0,031
R7	0,035	0,011	0,009	0,033	0,016	0,014	0,017	0,014	0,014	0,045
R8	0,020	0,013	0,023	0,022	0,018	0,025	0,015	0,016	0,017	0,019
R9	0,024	0,033	0,025	0,030	0,040	0,030	0,026	0,027	0,041	0,026
R10	0,022	0,025	0,033	0,019	0,026	0,026	0,032	0,026	0,031	0,020
R11	0,019	0,017	0,018	0,019	0,018	0,014	0,017	0,017	0,016	0,019
R12	0,009	0,011	0,011	0,009	0,011	0,010	0,010	0,011	0,011	0,010
R13	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
R14	0,011	0,001	0,014	0,015	0,002	0,023	0,004	0,002	0,003	0,010
R15	0,015	0,015	0,012	0,014	0,018	0,018	0,019	0,016	0,013	0,018

Toliau, gautos naujos normalizuotos matricos nariai sudauginami iš rodiklių reikšmingumų ir skaičiuojamas jų atstumas iki geriausių ir blogiausių variantų:

$$L_j^+ = \sqrt{\sum_{i=1}^k (f_{ij} - f_j^+)^2}, \quad (14)$$

$$L_j^- = \sqrt{\sum_{i=1}^k (f_{ij} - f_j^-)^2}. \quad (15)$$

Iš 4.17 lentelės išrenkamos kiekvieno stulpelio maksimalios ir minimalios reikšmės. Su maksimalia reikšme skaičiuojama kiekvieno lyginamojo varianto atstumas iki geriausio sprendinio, su minimalia — iki blogiausio (4.18 lentelė).

4.18 lentelė. Minimalūs ir maksimalūs rodiklių dydžiai

	Fj+	Fj-
R1	0,032	0,012
R2	0,027	0,009
R3	0,018	0,015
R4	0,031	0,031
R5	0,057	0,008
R6	0,032	0,029
R7	0,045	0,009
R8	0,025	0,013
R9	0,041	0,024
R10	0,033	0,019
R11	0,019	0,014
R12	0,011	0,009
R13	0,005	0,005
R14	0,023	0,001
R15	0,019	0,012

Turint minimalias ir maksimalias rodiklių reikšmes, naudojantis 14 ir 15 formulėmis nustatomi atstumai iki geriausio ir blogiausio sprendinio, o geriausia alternatyva išrenkama pagal 16 formulę (4.19 lentelė):

$$K = \frac{L_j^+}{L_j^+ + L_j^-} \quad (16)$$

4.19 lentelė. Alternatyvų atstumai iki geriausių ir blogiausių variantų

Maršrutas	L+	L-	K	Vieta
1G	0,0990	0,0889	0,6572	1
2G	0,1008	0,1000	0,4677	5
T1	0,0892	0,0805	0,3534	7
T2	0,0836	0,1011	0,6540	2
T16	0,0814	0,1118	0,5385	4
T20	0,0887	0,0967	0,4014	6
A34	0,0738	0,1108	0,2794	9
A54	0,0999	0,0798	0,2725	10
A23	0,1000	0,0654	0,3143	8
A53	0,0818	0,0887	0,6056	3

Atlikus skaičiavimus TOPSIS metodu, gauta tokia prioritetinė eilutė:

1G → T2 → A53 → T16 → 2G → T20 → T1 → A23. → A34 → A54. Skaičiuojant TOPSIS metodu, optimaliausias maršrutas pagal sudarytą rodiklių sistemą yra 1G, mažiausiai optimalus — A54 (4.14 pav).



4.14 pav. Tiriamų VT maršrutų rangavimo TOPSIS metodu rezultatų atvaizdavimas žemėlapyje

4.7. Daugiakriterių metodų rezultatų lyginamoji analizė

SAW ir TOPSIS metodais sudarytos VT maršrutų alternatyvų eilutės leidžia išrikiuoti juos nuo optimaliausio, labiausiai atitinkančio visus rodiklius iki mažiausiai optimalaus. Skaičiavimų rezultatai šiais dviem metodais truputį skiriasi (nors abiem vertinimo metodais sutampa geriausias maršrutas).

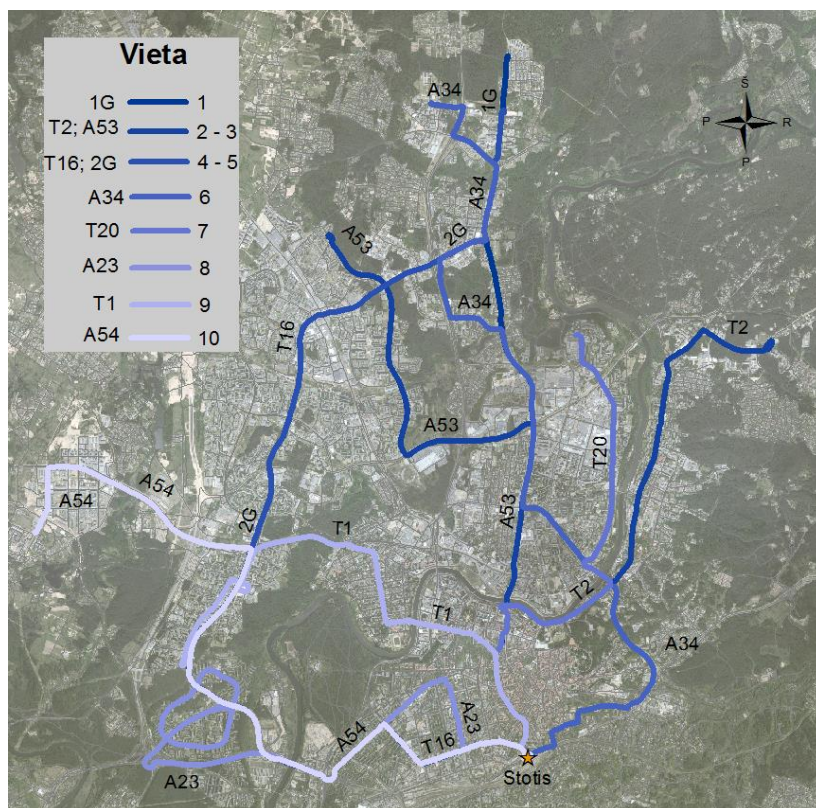
Vertinant pagal abu metodus ir ieškant optimaliausios alternatyvos, yra skaičiuojamas alternatyvų vidurkis ir, po to, sudaroma nauja prioritetinė eilutė (4.20 lentelė).

4.20 lentelė. Vertinimo metodais (SAW ir TOPSIS) suskaičiuotos VT maršrutų vietos

Maršrutas	1G	2G	T1	T2	T16	T20	A34	A54	A23	A53
SAW vieta	1	5	9	3	6	8	4	10	7	2
TOPSIS vieta	1	5	7	2	4	6	9	10	8	3
Vieta	1	4-5	9	2-3	4-5	7	6	10	8	2-3

Apibendrinus rezultatus, gautus skaičiuojant SAW ir TOPSIS metodais pagal 15 rodiklių, kurie suskirstyti į 4 sritis, gauta tokia prioritetinga eilutė (4.15 pav):

1G → T2/A53 → T16/2G → A34 → T20 → A23 → T1 → A54.



4.15 pav. Tiriamų VT maršrutų rangavimo daugiakriteriniais metodais rezultatų atvaizdavimas žemėlapyje

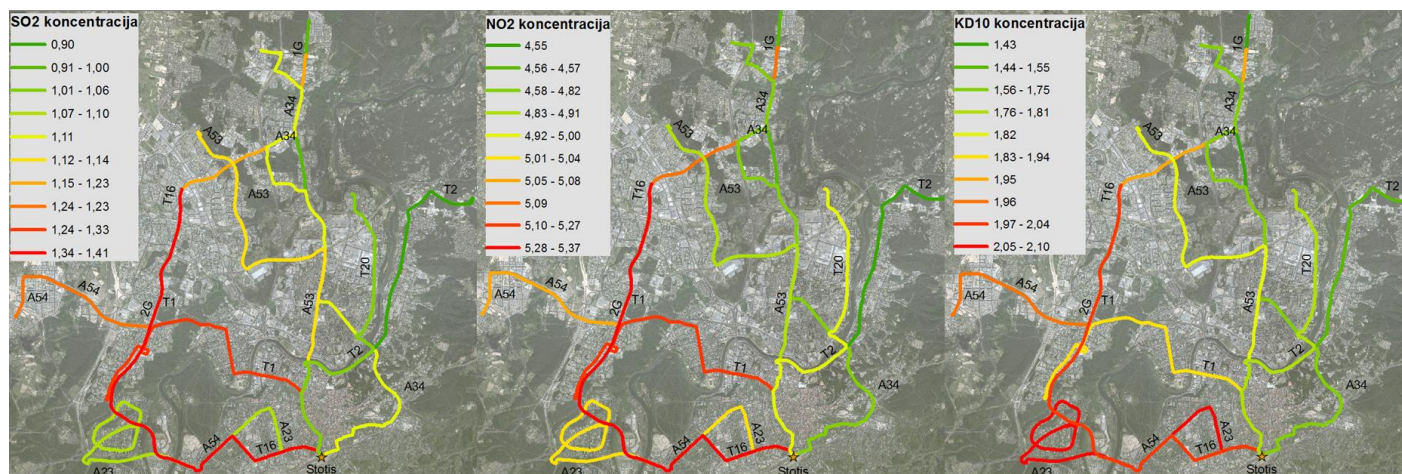
4.8. Vilniaus viešojo transporto maršrutų aplinkosauginės srities įvertinimas

Sudaryta rodiklių vertinimo sistema leidžia įvertinti VT įvairiais aspektais. Nors žmogaus mąstymui aplinkosauginės problemos sunkiai suvokiamos ir į jas dažniau žvelgiama tik globaliai, jos turi labai didelį ilgalaikį poveikį planetai, žmonių sveikatai ir gyvenimo kokybei. Pasirinkus aplinkosauginės srities rodiklius (R3 – triukšmas, R12 – miesto aplinkos būklės gerinimas, R13 – besibaigiančių išteklių naudojimas, R14 – dalijimosi dviračiais stotelių skaičius) ir atlikus maršrutų daugiakriterinę analizę, galima nuspręsti, kuris maršrutas yra „draugiškiausias“ aplinkai.

Aplinkosauginiai rodikliai, kaip nurodyta 4.2 skyriaus „Rodiklių sistema“ 4.3 lentelėje yra šie:

- R3 – triukšmas;
- R12 – miesto aplinkos būklės gerinimas;
- R13 – besibaigiančių išteklių naudojimas;
- R14 – dalijimosi dviračiais stotelių skaičius.

R12 vertės rodiklis išskirtas į 3 vienodas dalis, nes oro tarša vertinama pagal NO₂, SO₂ ir KD₁₀ oro taršos parametrus (4.16 pav).



4.16 pav. Oro taršos (SO₂, NO₂, KD₁₀) vertės VT maršrutų trasose

Pagal keturis aplinkosauginius rodiklius, remiantis ekspertų apklausos duomenimis, perskaičiuoti jų reikšmingumai (4.21 lentelė).

4.21 lentelė. Aplinkosauginių rodiklių reikšmingumai ir reikšmės

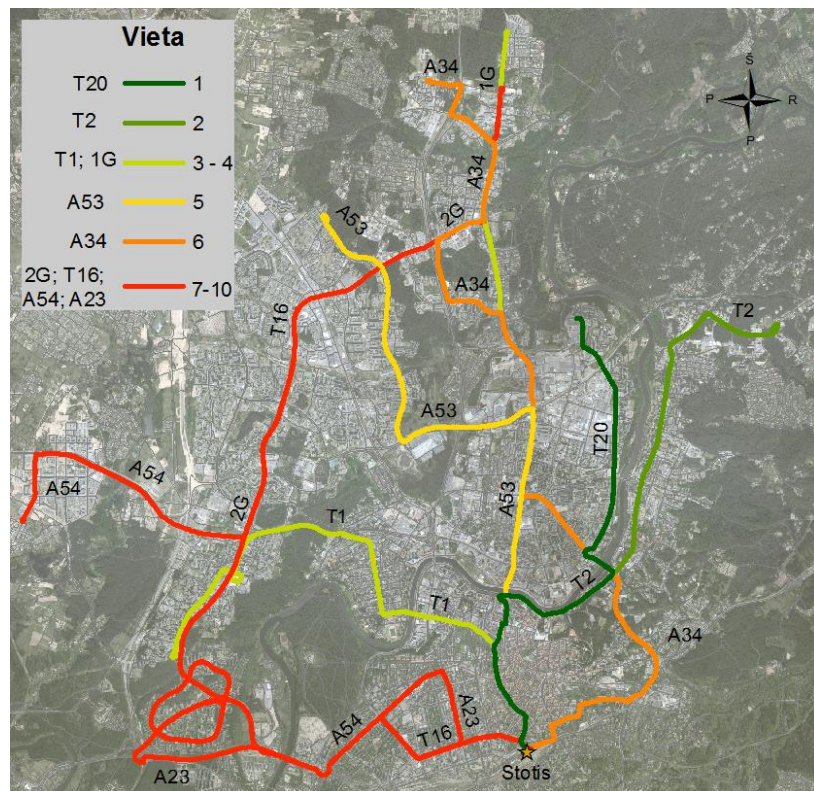
	Svoris	1G	2G	1T	2T	16T	20T	34A	54	23	53
R3	0,3784	70,9	73,0	69,8	67,0	74,78	67,0	66,1	69,2	65,2	67,4
R12	0,0811	4,6	5,1	5,3	4,5	5,4	5,0	4,8	5,0	5,0	4,9
R12	0,0811	1,4	2,0	1,9	1,6	2,0	1,8	1,8	2,0	2,1	1,8
R12	0,0811	1,0	1,2	1,3	0,9	1,4	1,1	1,1	1,2	1,1	1,1
R13	0,1197	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
R14	0,2587	0,4	0,0	0,4	0,5	0,1	0,8	0,1	0,1	0,1	0,3

SAW ir TOPSIS metodais apskaičiuotos alternatyvų reikšmės ir užimamos vietos pateikiamos lentelėje:

4.22 lentelė. SAW ir TOPSIS metodais įvertinti VT maršrutai pagal aplinkosauginės srities rodiklius

Maršrutas	1G	2G	T1	T2	T16	T20	A34	A54	A23	A53
Reikšmė SAW	0,824	0,656	0,809	0,887	0,641	0,936	0,728	0,689	0,724	0,794
Reikšmė TOPSIS	0,2784	0,0002	0,7411	0,8965	0,0009	0,9999	0,0010	0,0001	0,0001	0,1357
Vieta SAW	3	9	4	2	10	1	6	8	7	5
Vieta TOPSIS	4	8	3	2	7	1	6	9	10	5
Vieta	3-4	7-10	3-4	2	7-10	1	6	7-10	7-10	5

Atlikus skaičiavimus gauta tokia prioritetinga eilutė: T20 → T2 → T1/1G → A53 → A34 → 2G/T16/A54/A23 (4.17 pav).



4.17 pav. Tiriamų VT maršrutų aplinkosauginės srities rodiklių, apskaičiuotų daugiakriteriniais metodais, rezultatų atvaizdavimas žemėlapyje

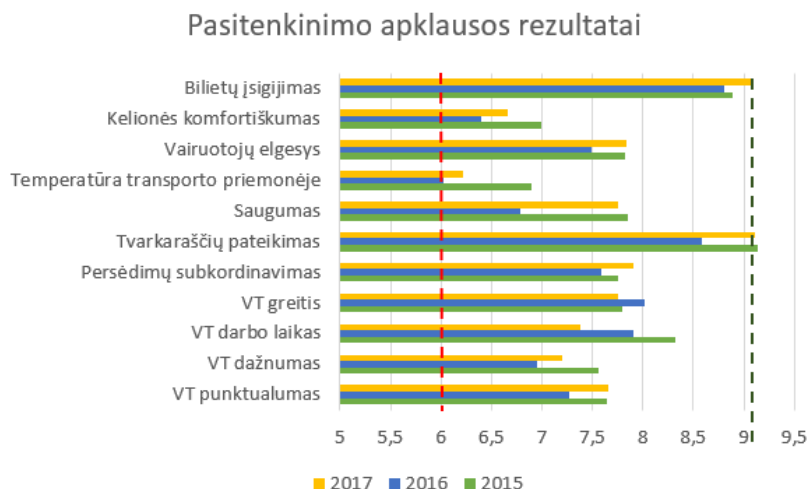
Apibendrinus rezultatus, gautus skaičiuojant SAW ir TOPSIS metodais, pagal nustatytus rodiklius aplinkosauginiu požiūriu optimaliausias maršrutas yra T20, 2 vietą užima T2, o mažiausiai optimalūs yra 2G, T16, A54 ir A23 maršrutai. Pagal gautus rezultatus, juos vertinant bendrai, tai turėtų reikšti, kad 20 troleibuso maršruto trasoje yra mažiausias aplinkos poveikis žmogui – mažiausias triukšmo lygis, mažiausia oro tarša NO_2 , SO_2 , KD_{10} teršalais ir yra daugiausiai dviračių dalijimosi stotelių, kurias galima pasiekti 500 metrų atstumu nuo VT maršruto stotelės. Įvertinus rodiklius, verta pastebėti, kad T20 didelį privalumą kitų maršrutų atžvilgiu suteikė tai, kad jo maršrute yra daugiausiai dalijimosi dviračiais stotelių (12/16). Tai skatina miestiečių fizinį aktyvumą ir sveikesnę gyvenseną.

4.9. Rezultatų palyginimas su pasitenkinimo apklausomis

Savivaldybės įmonė „Savivaldybės Paslaugos“ nuolatos vykdo keleivių apklausas, stengdamiesi nustatyti keleivių pasitenkinimo lygį viešuoju transportu. Šios apklauso yra vykdomos anketiniu būdu arba mobiliojoje programėlėje m.Ticket. Anketinė apklausa dažniausiai vykdoma darbo dienomis rytinio ir vakarinio piko metu viešojo transporto stotelėse. Anketinės apklauso respondentai – reguliariai (ne mažiau nei 4 kartus per savaitę) viešuoju transportu keliaujantys keleiviai, esantys ne jaunesni nei 16 m. Tuo tarpu m.Ticket programėlėje yra skaičiuojamas vertintojų bei jų vertinimų skaičius ir parašytų komentarų skaičius.

Anketinės apklauso metu keleiviai buvo paprašyti įvertinti VT rodiklius vertindami skalėje nuo 1 iki 10. Klausimai buvo susiję su viešojo transporto punktualumu, dažnumu, viešojo transporto

darbo laiko (pirmo/paskutinio reisų laikai) priimtinumu, VT greičio konkurencingumu, informacija apie tvarkaraščius, vairuotojų įpročius, komforto lygį, bilietų įsigijimo galimybes bei bendraviešojo transporto paslaugų kokybę. Anketinės pasitenkinimo apklausos rezultatai pateikiami 4.18 pav.



4.18 pav. 2015-2017 metų anketinės pasitenkinimo apklausos rezultatų vidurkis

Gautų rezultatų vidurkis svyruoja nuo blogiausiai įvertinto vidurkio – temperatūros transporto priemonėje (apie 6,5 balai) iki geriausiai įvertintų rodiklių – bilietų įsigijimas ir tvarkaraščių pateikimas (apie 9 balai). Gauti rezultatai rodo, kad keleiviai labiausiai nepatenkinti su keleivių komfortu susijusiais rodikliais – temperatūros transporto priemonėje ir VT dažnumu.

Pagal 4.2 skyriuje (4.2 lentelė) sudarytą rodiklių sistemą, kuri buvo pateikta ekspertams įvertinti, yra du rodikliai susiję su komforto lygiu. Tai VT amžius (R1) (užima 7 vietą ir pagal ekspertinės apklausos rezultatus, sudaro 7,41 % visų 15 rodiklių svarbos) ir dažnumas (R5) (pagal ekspertinių apklausos rezultatus užima 1 vietą ir sudaro net 11,2 % visų rodiklių svarbą). Rodiklis, susijęs su informacijos pateikimu yra VT infrastruktūra (R11) (pagal ekspertinės apklausos rezultatus, pagal svarbą užima 10 vietą ir sudaro 5,5 % visų rodiklių svarbos). Palyginus keleivių pasitenkinimo VT anketinės apklausos rezultatus su ekspertinės apklausos rezultatais, matyti, kad keleiviai nėra patenkinti rodikliais, kuriuos ekspertai įvardijo svarbiais renkantis viešąjį transportą. Šių rodiklių vertinimo rezultatai – vieni prasčiausių.

Taip pat, anketinės apklausos metu respondentų buvo paprašyta įvardinti kaip galima būtų gerinti VT paslaugų kokybę. 28 % respondentų atsakė, kad turėtų būti atnaujinimas VT priemonių parkas naujomis transporto priemonėmis, techniškai sutvarkomos senos transporto priemonės bei didinimas kelionės komfortas sureguliuojant vidaus temperatūrą. 20% respondentų pasiūlė peržiūrėti VT darbo organizavimą – darbo laiką, punktualumą, maršrutų tinklo koregavimą ir t.t. Dar 14 % respondentų buvo tikri, kad turėtų būti didesnė VT priemonių talpa ir didesnis dažnumas. Kiti keleivių pasiūlymai – stotelių infrastruktūros gerinimas, A juostų įrengimas, vairuotojų kvalifikacijos kėlimas, švara VT priemonėse, saugumas. Šie keleivių pasiūlymai įrodo, kad socialiniai rodikliai, kurie ekspertinės apklausos rezultatais įvardinti kaip vieni svarbiausių rodiklių renkantis VT, yra labai

svarbūs ir keleiviams, tačiau Vilniaus VT keleiviai jais yra nusivylę. Reikia pažymėti, kad didžioji dauguma respondentų (77%) neturi asmeninės transporto priemonės, todėl jie, neturėdami alternatyvos, ir taip naudojami viešuoju transportu. Miestiečiai, kurie yra pripratę prie individualios transporto priemonės, kurioje turi pakankamai asmeninės erdvės ir gali reguliuoti temperatūrą transporto priemonės viduje, palaikyti švarą ir džiaugtis važiavimo ypatumais, kadangi patys yra vairuotojai, šiuos VT rodiklius, tikėtina, vertintų dar skeptiškiau.

Vertinant m.Ticket programėlės apklausą, nustatyta, kad prasčiausiai vertinami rodikliai sutampa su anketinės apklausos rezultatais – daugiausiai neigiamų įvertinimų sulaukė techninė transporto priemonių būklė, švara, temperatūra salone, taip pat vairuotojų darbas ir VT punktualumas. Analizuojant įvertinimų laiką pastebima, kad VT darbas dažniausiai vertinamas rytinio ir vakarinio piko metu.

VT maršrutų populiarumas buvo vertinimas pagal atliktų kelionių skaičių per dieną. Šie rezultatai buvo lyginami su gautomis alternatyvomis įvertinus SAW ir TOPSIS metodais VT maršrutus. Rezultatai pateikiami 4.23 lentelėje.

4.23 lentelė. Kelionių skaičiaus per dieną maršrute ir gautų rezultatų, įvertinus SAW ir TOPSIS metodais, palyginimas

Maršrutas	Kelionių skaičius per dieną, vnt.	Vieta pagal kelionių skaičių per dieną	VT maršrutų rangavimas pagal SAW ir TOPSIS metodus, vieta	Skirtumas, pozicijų skaičius
1G	26637	2	1	1
2G	27867	1	4-5	3-4
1T	5399	7	9	2
2T	19661	4	2-3	1-2
16T	18360	5	4-5	0-1
20T	4570	8	7	1
54A	2580	9	10	1
53A	24095	3	2-3	0-1
23A	2128	10	8	2
34A	6012	6	6	0

Iš lentelės matoma, kad, lyginant optimaliausių alternatyvų sąrašą pagal sudarytus rodiklius ir vertinant per dieną maršrute atliktų kelionių skaičių, rezultatai stipriai nesiskiria (rezultatai arba sutampa arba skiriasi daugiausiai per 2 pozicijas). Išimtis yra tik 2G autobuso maršrutas. Tai populiariausias pagal kelionių skaičių per dieną maršrutas – juo kasdien įvykdoma beveik 28 tūkstančiai kelionių. Šis pozicijų skirtumas galimas dėl to, kad 2G autobuso trasa yra ilgiausia, o maršrutas kursuoja pro miegamuosius rajonus – todėl šiuo maršrutu ir atliekama daugiausiai kelionių per dieną. Pastebėtina, kad žmonės renkasi automobilius dėl prastos viešojo transporto paslaugų kokybės ir nelanksčios jo sistemos. Viešasis transportas privalo teikti patikimas paslaugas – tokias, kokių tikisi keleivis.

5. SPRENDIMAI, GALINTYS PADĖTI POPULIARINTI VIEŠĄJĮ TRANSPORTĄ

Būtina atkreipti dėmesį, jog pagrindinis tikslas gerinant miesto judumą - tai užtikrinti keleivių (ar eismo dalyvių), o ne kitų transporto priemonių pralaidumą. Dėl to yra svarbu derinti viešojo transporto ir asmeninio transporto alternatyvas ir pralaidumo didinimo priemones koncentruoti į tas transporto priemonių rūšis, kurios atitinkamoje vietoje veža (ar siekiama, kad vežtų) didesnę keleivių srautą. Piko valandomis miesto gatvėse ir sankryžose viešajam transportui turėtų būti sudaromos prioritetinės eismo sąlygos. Augant automobilizacijos lygiui ir didėjant spūstims, vis mažiau yra tenkinami viešojo transporto keleivių lūkesčiai – važiuoti greitai, komfortabiliai. Dėl to mažėja pervežamų keleivių skaičius ir viešojo transporto įvaždis. Pagrindiniais VT vartotojais tampa tik tie žmonės, kurie neturi automobilio arba turintys labai menkas pajamas.

Yra keletas būdų, kaip galima būtų padidinti naudojimąsi viešuoju transportu Vilniaus mieste:

- Eismo sistemos tobulinimas (šviesoforų režimai, kelių platinimai, kt.);
- Pirmenybės suteikimas keleiviniam transportui (atskiros, ne fragmentiškos “A” juostos, įvertinta galimybė atskirti A juostas nuo pagrindinio srauto);
- Analizuoti ir tobulinti transporto darbą – išanalizuoti gyventojų transportinius ryšius, išsiaiškinti didesnių įstaigų, įmonių, mokyklų darbo laikus, pagal galimybės priderinti VT tvarkaraščius ir dažnumą prie šių įstaigų darbo laiko;
- Pagal keleivių srautus peržvelgti stotelių išdėstymą ir jų naudojimą piko metu – ne visose stotelėse gyventojai įlipa ar išlipa piko metu (atsižvelgiant į važiavimo kryptį), o viešasis transportas vis tiek turi sustoti. Galimas STOP mygtuko įvedimas;
- Viešojo transporto parkų atnaujinimas, didesnis komforto lygis VT priemonėse, konkurencingumo padidinimas;
- Nemokamo terminuoto bilieto sukūrimas (VT išbandymui) ir jo populiarinimas įmonėse, mokyklose, organizacijų lygmenyse;
- Politikos formavimas ir visuomenės švietimas. Labiausiai linkusių rinktis viešąjį transportą tikslinių grupių sudarymas ir sukuriamos švietimo programos.

Suteikus pirmenybę keleiviniam transportui prieš individualius automobilius dviejų ar daugiau juostų keliuose, pastarųjų vairuotojai susidurtų su dilema: automobilio naudojimas kelionėms į darbą taptų nebe toks efektyvus laiko atžvilgiu, nes sutrumpėtų kelionės į darbą ir VT (vis tik reikia pripažinti, kad jos tokios ilgos ne dėl didelio stotelių skaičiaus, o dėl individualių automobilių gausos gatvėse ir iš to išplaukiančių padarinių), o kelionė individualiu automobiliu taptų ilgesnė. Daugumoje Europos šalių sostinių keleivinis transportas turi privilegiją važiuoti išskirtinai

savo juosta, ir, skirtingai nei Lietuvoje, į keleivinio transporto juostas individualūs automobiliai neįvažiuoja.

Dar vienas VT populiarinimo būdas – tai šviesoforų ir jų reguliavimo sistemos peržiūrėjimas (Burinskienė *et al.* 2009). Bereikalingi šviesoforai mažina VT greitį, nes autobusus/troleibusus (kitaip nei lengvasis automobilis) sveria daugiau ir, tai savaime, lemia didesnį greitėjimo ar stabdymo laiką. Prieš įrengiant šviesoforus, reikėtų išanalizuoti, kiek laiko prie šviesoforų prastovi viešasis transportas. Šiose situacijose nėra pasinaudojama viešojo transporto priemonėse esančia GPS įranga, kuri galėtų siusti signalus į reguliavimo stotį, kad šviesoforai į tai atsižvelgtų ir žalia šviesa užsidegtų privažiavus autobusui ar troleibusui prie šviesoforo.

Reikėtų peržiūrėti VT maršrutus ir įvertinti stotelių poreikį skirtingu paros laiku. Vienose stotelėse rytais žmonės net neįlipa ir neišlipa - jos populiarios tik dienos metu. Būtų galima organizuoti transportą, kad šis tam tikru paros metu nestotų tam tikrose stotelėse, arba įvesti „stop“ paspaudimo sistemą, kad norintys išlipti keleiviai paspaustų tam skirtą mygtuką, o gatvėje – gestu parodytų, kad laukia būtent šio autobuso. Miesto centre dėl siauresnių gatvių, perėjų, sankryžų, automobilių greitis mažėja, tad čia vėlgi asmeniniai automobiliai neturi greičio pranašumo prieš greituosius maršrutinius autobusus. Todėl reikėtų siekti, kad į miesto centrą važiuotų kuo mažiau individualių automobilių. Vilniaus miesto savivaldybė bando tai įgyvendinti, keldama automobilių stovėjimo mokesčio kainą, tačiau namų, parduotuvių kiemai vis dar yra laisvai įvažiuojami, todėl tų namų gyventojai ar parduotuvių klientai susiduria su problemomis, statydami savus automobilius.

Būtina pažymėti, kad, skatinant VT naudojimą, dažnai individualias transporto priemones besirenkantys asmenys gyvena ten, kur viešasis transportas yra sunkiai prieinamas arba jo grafikas jiems yra nepatogus. Apie 55 % Vilniaus teritorijos viešojo transporto aptarnavimas yra neefektyvus (Burinskienė ir Gusarovienė 2015). Efektyvumą taip greitai padidinti sunku, tačiau galima skatinti gyventojus naudotis viešuoju transportu nuo tos vietos, kur susisiekimas tampa patogiu. Prie didžiųjų viešojo transporto mazgų (kur prasideda greitųjų autobusų maršrutai arba pirmosios populiariausios stotelės) galima būtų įrengti automobilių aikšteles, kuriose gyventojai galėtų palikti savo transporto priemones ir toliau kelionę į darbą tęsti viešuoju transportu.

Svarbu yra plėtoti subalansuotą transporto sistemą, pirmenybę teikiant miesto viešajam transportui. Būtina miesto transportą pritaikyti ir neįgaliesiems. Viešojo transporto prioritetu turėtų būti visų transporto rūšių – troleibusų, autobusų, greitųjų autobusų, taip pat priemiesčio transporto centralizuotas valdymas, kad keleiviai galėtų patogiai keliauti vienu bilietu, maršrutai būtų sukoordinuoti, o sistema, valdanti viešąjį transportą – susisteminta.

Politikos formavimo ir skatinimo kryptis. Teisinga populiarinimo kryptis ir minimalūs tvarkaraščio pritaikymai pagal visuomenės poreikius gali pagerinti žmonių požiūrį į viešąjį transportą. Tiesioginės rinkodaros kompanijų metu esamiems ir potencialiems keleiviams pateikiama

pritaikyta informacija įvairiomis informavimo priemonėmis – renginius, asmenines konsultacijas, individualius tvarkaraščio sudarymus žmonėms, kurie nėra taip gerai įvaldę technologijų, VT populiarinimas socialinėje erdvėje žymių žmonių pagalba (interesų grupėms galima skirtingai reklamuoti VT privalumus ir taip didinti skirtingų socialinių grupių sąmoningumą), neigiamo požiūrio apie viešąjį transportą pašalinimas. Siekiant gerinti viešojo transporto paslaugas turi būti suformuota aiški strategija ir numatytos švietimo ir populiarinimo kryptys. Vilniaus VT turėtų sudaryti modernios, patikimos ir komfortą suteikiančios sistemos įvaizdį. Miesto gyventojai turi girdėti vis daugiau teigiamų atsiliepimų apie viešąjį transportą.

Būtina mokyti vaikus naudotis viešuoju transportu. Sutvarkyti kiek įmanoma daugiau pėsčiųjų ir dviračių takų, sudaryti galimybę saugiai palikti dviračius prie didesnių viešojo transporto stotelių. Jauni žmonės yra reikšmingi viešojo transporto naudotojai, tačiau dažnai paslaugų tiekėjų nelaikomi vertingais klientais dėl mažo pajamų potencialo. Tačiau vaikų ir jaunimo įpročiai daro įtaką ir suaugusiųjų veiksams. Daugelyje tyrimų pabrėžiama, kad svarbu išsiklausyti į jaunų žmonių nuomonę apie transporto paslaugas. Viešojo transporto suvokimas išsivysto trimis etapais: jaunesni vaikai vertina įdomius transporto naudojimosi aspektus. Paaugliai vertina nepriklausomybę – galimybę keliauti individualiai nuo tėvų. Studentai dažnai naudojami viešuoju transportu dėl mažesnių išlaidų. Todėl programos skatinančios jaunimą naudotis viešuoju transportu turėtų būti vienos iš prioritetinių sričių – vaikai gali paveikti tėvus irgi naudotis viešuoju transportu.

Siekiant paskatinti viešojo transporto naudojimą, turėtų būti pasiūlytos paskatos, kurios padėtų miesto gyventojui įsitikinti viešojo transporto privalumais. Tam galima būtų įvesti nemokamą terminuotą viešojo transporto bilietą (tarkim 5 darbo dienų) ir juos populiarinti įmonėse. Kitos paskatos apimtų darbdavių teikiamas subsidijas, kompensacijas darbuotojams, kurie naudojami VT arba keliavimą automobiliui alternatyviomis transporto priemonėmis.

Skatinimo ir konkursų rengimų iniciatyvos mokyklose ar darbo įstaigose leidžia ieškoti ir nestandartinių sprendimų. Tvaraus konkurso rengimas – CO₂ pėdsako skaičiavimas – leistų apsvarstyti ir keisti žmonių įpročius, skatintų rinktis alternatyvius individualiai transporto priemonei keliavimo būdus, kartu tausotų gamtą. Tokie konkursai galėtų būti rengiami klasių, švietimo įstaigų, darboviečių skyrių lygmenyse.

VT transporto tinklo gerinimas ir miesto viešojo transporto sistemos įvaizdis – tai:

- Autobusų/troleibusų parko atnaujinamas – reikėtų pagalvoti ne tik apie dabartinę situaciją, bet įvertinti ir ilgalaikes perspektyvas – elektrinius autobusus ir suslėgtomis gamtinėmis dujomis varomus autobusus;
- stotelių atnaujinimas – paviljonų būklės gerinimas, informacinių skydų ir pan., realaus laiko švieslenčių įrengimas;
- pėsčiųjų ir dviračių prieigos gerinimas ir saugumo užtikrinimas;

- investavimas į VT priemonių atnaujinimo programas – esamų transporto priemonių salono atnaujinimas – sėdynių perdengimas, LED apšvietimas, oro reguliavimo sistemų įrengimas, vėdinimo galimybės, – transporto priemonių išorės perdažymas;
- nemokamo belaidžio interneto įrengimas visose erdvėse – tiek VT stotelėse, tiek autobuse/troleibuse;
- VT vairuotojų vairavimo ypatumų gerinimas, reprezentatyvus elgesys ir išvaizda, vairuotojo vertinimo apklausa transporto priemonėje realiu laiku, vairuotojų skatinimo programos, visuomenės požiūrio pakeitimas, kad viešojo transporto vairuotojas – mandagus ir visada padedantis;
- Skatinimo programos naudotis dviračių ar automobilių dalijimosi priemonėmis. Gali būti sukurtos nuolaidų programos – nusipirkus VT mėnesinį bilietą, kartu gauni ir nuolaidą dalijimosi dviračiais ar automobiliu priemonėmis. Tai kartu leistų piko metu naudotis viešuoju transportu, o esant būtinybei – pigiau naudotis dalijimosi priemonėmis.

Tai turėtų įtakos kuriant Vilniaus miesto susisiekimo sistemos modernų stilių, gerinant miesto viešojo transporto įvaizdį ir užtikrinant aukštesnį komforto lygį, o integruoti transporto sprendimai galėtų padėti sumažinti žmonių priklausomybę nuo automobilio.

Kartu turėtų būti kuriamos programos, kurios sunkintų asmeninės transporto priemonės naudojimo galimybes. Tai galėtų būti automobilio mokesčio įvedimas, rinkliavos, registracijos mokesčiai, kuro, draudimo mokesčiai proporcingi automobilio nuvažiuotam atstumui, stovėjimo vietų kainos kėlimai miesto centre, prekybos vietų, privačių kiemų užtvėrimo galimybės, kad vairuotojai nerastų spragų, leidžiančių nemokamai pastatyti automobilį miesto centre.

IŠVADOS

1. Išnagrinėti užsienio literatūroje minimi viešojo transporto vertinimo rodikliai, nustatyta jų svarba renkantis viešąjį transportą, pateikti asmeninės transporto priemonės naudojimosi motyvai, pateikti viešojo transporto ir asmeninės transporto priemonės naudojimo privalumai ir trūkumai, pateiktos VT skatinimo kryptys ir galimi sunkumai, įvertintas transporto neigiamas poveikis aplinkai ir žmonių sveikatai.

2. Tyrimo objektu buvo pasirinkta 10 Vilniaus viešojo transporto maršrutų, kurių galutinė stotelė – Stotis. Pasirinkti nagrinėti VT maršrutai – 2 greitųjų autobusų (1G, 2G), 4 autobusų (A23, A34, A53 ir A54) bei 4 troleibusų (T1, T2, T16 ir T20) maršrutai.

3. Norint nustatyti VT populiarumą lemiančius veiksnius, sudarytas 15 vertinimo rodiklių sąrašas. Rodikliai suskirstyti į 4 skirtingas sritis – socialinę, ekonominę, technologinę ir aplinkosauginę. Rodiklis galėjo patekti į kelias sritis. Ekspertinės apklausos pagrindu sudaryta rodiklių rangavimo matrica. Paskaičiavus Kendallo konkordacijos koeficientą ir jo reikšmingumą, nustatyta, kad ekspertų nuomonės yra suderintos, todėl daroma išvada, kad rodiklių reitingavimas turi prasmę.

4. Išanalizavus ekspertinės apklausos rezultatus, nustatyti, kad iš nagrinėtų 15 rodiklių daugiausiai įtakos renkantis VT ir jo maršrutus, ekspertų apklausos požiūriu, turi socialinės srities rodikliai – R5 – maršrutų kursavimo dažnis (11,2 %), R6 – kursavimo laikas (9,8 %). Mažiausiai, kaip ir buvo tikėtasi, reikšmingi yra aplinkosauginės srities rodikliai – R12 – miesto aplinkos būklės gerinimas (3,3 %) ir R13 – besibaigiančių išteklių naudojimas (vos 1,16 %). Socialinės srities rodikliai (R1, R2, R4, R5, R6, R9, R10, R11, R14 ir R15) sudaro net 76,4 % visų rodiklių svarbumo reikšmės; technologinės srities rodikliai (R2, R4, R7, R11 ir R14) – 32,5 %; ekonominės srities rodikliai (R1, R2, R8, R9, R13) – 31 %; o aplinkosauginės srities rodikliai (R3, R12, R13 ir R14) – vos 13,5 % visų rodiklių reikšmės. Keturi pirmaujantys rodikliai (visi jie – socialinės srities), ekspertų nuomone, lemia net 41 % žmonių pasirinkimo naudotis viešuoju transportu. Iš rezultatų matyti, kad vienas pirmaujantis socialinis rodiklis (11,2 %) yra beveik lygiavertis 4 aplinkosauginiams rodikliams (13,5 %).

5. VT maršrutų tyrimų duomenys, daugiakriterinio vertinimo rezultatai pateikiami skaitmeniniuose žemėlapiuose.

6. Panaudojus SAW daugiakriterinį skaičiavimo metodą, nustatyta, kad optimaliausia alternatyva iš tirtų VT maršrutų pagal sudarytą rodiklių sistemą – 1G autobusas, o sudaryta prioritentinė eilutė yra tokia: 1G → A53 → T2 → A34 → 2G → T16 → A23 → T20 → T1 → A54. Panaudojus TOPSIS daugiakriterinį skaičiavimo metodą, paskaičiuotas geriausiai 15 kriterijų atitinkantis VT maršrutas – 1G autobusas, o sudaryta prioritentinė eilutė yra tokia: 1G → T2 → A53

→ T16 → 2G → T20 → T1 → A23. → A34 → A54. Kadangi rezultatai SAW ir TOPSIS metodais truputį skiriasi, buvo sudaryta apibendrinta prioritėtinė eilutė: 1G → T2/A53 → T16/2G → A34 → T20 → A23 → T1 → A54.

7. Įvertinus tik aplinkosauginės srities rodiklius (atlikus skaičiavimus SAW ir TOPSIS metodais), nustatyta, kad „draugiškiausia“ aplinkai yra 20 troleibuso maršruto trasa, o prioritėtinė eilutė pagal aplinkosauginės srities rodiklius yra tokia: T20→ T2 → T1/1G → A53 → A34 → 2G/T16/A54/A23.

8. Palyginus keleivių pasitenkinimo VT anketinės apklausos rezultatus su ekspertinės apklausos rezultatais, matyti, kad keleiviai nėra patenkinti rodikliais, kuriuos ekspertai įvardijo svarbiais renkantis viešąjį transportą (komforto lygį transporto priemonėje, VT priemonės amžių, VT kursavimo dažnį). Keleivių apklausa rodo, kad šių rodiklių vertinimo rezultatai – vieni prasčiausių. Žmonės renka automobilius dėl prastos viešojo transporto paslaugų kokybės ir nelanksčios sistemos. Viešasis transportas privalo teikti patikimas paslaugas – tokias, kokių tikisi keleivis.

9. Lyginant optimaliausių alternatyvų sąrašą pagal sudarytus rodiklius ir vertinant per dieną maršrute atliktų kelionių skaičių, rezultatai stipriai nesiskiria (rezultatai arba sutampa arba skiriasi daugiausiai per 2 pozicijas).

10. Rodiklių sistemas galima naudoti kartu arba pasirinkti konkrečią vertinimo sritį. Ši vertinimo sistema yra nepriklausoma nuo sistemos naudotojo, todėl sėkmingai gali būti naudojama vertinant VT maršrutų rodiklius ir charakteristikas kituose miestuose, taip pat ir susiejant gautus rezultatus su keleivių pasitenkinimo apklausomis.

NAUDOTA LITERATŪRA

- AARP Public Policy Institute. 2005. *Livable Communities: An Evaluation Guide* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-02]. Prieiga per internetą: <<https://www.aarp.org/content/dam/aarp/livable-communities/plan/assessments/livable-communities-an-evaluation-guide-2005-aarp.pdf>>.
- Anwar Mehbub, A. H. M. 2009. Paradox between Public Transport and Private Car as a Modal Choise in Policy Formulation in *Journal of Bangladesh Institute of Planners* 2009, Vol 2: 71–77.
- Aplinkos apsaugos agentūra. *Oro taršos žemėlapiai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-03-17]. Prieiga per internetą: <<http://oras.gamta.lt/cms/index?rubricId=bba8f911-e9f6-42f0-8599-d05e3ab259c7>>.
- Baltrėnas, P., *et al.* 2008. *Aplinkos Apsauga*. Vilnius: Technika. 564 p.
- Barysienė, J.; Speičytė, E. 2009. Darnaus transporto plėtojimo Lietuvoje analizė in *Mokslas – Lietuvos ateitis*, 1 (6): 77–80.
- Basagana, X., *et al.* 2017. Effect of Public Transport Strike on Air Pollution Levels in Barcelona (Spain) in *Science of The Total Environment* Vol. 610-611, January: 1076–1082.
- Belter, T.; Von Harten, M.; Sorof, S. 2012. *Research paper about the Advantages and disadvantages of free public transport services* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-02]. Prieiga per internetą: <energitee.eu/files/dokumente/.../SustraMM_Free_public_transport.pdf>.
- Berg van Den, J. C. M. 1999. *Handbook of Environmental and Resource Economics in Northampton: Edward Elgar Publishing. Guide* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-03-15]. Prieiga per internetą: <http://paperroom.ipsa.org/papers/paper_16235.pdf>.
- Bicycling. *I tried bike every day for a week* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-02]. Prieiga per internetą: <https://www.bicycling.com/rides/a20039285/i-tried-bike-commuting-every-day-for-a-week-and-this-is-what-happened/>
- Black, W. R. 2010. *Social and Economic Factors in Transportation* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-03-14]. Prieiga per internetą: <<http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/millennium/00100.pdf>> .
- Blumenberg, E., *et al.* 2012. *What's Youth Got to Do with It? Exploring the Travel Behavior of Teens and Young Adults* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-03-20]. Prieiga per internetą: <<https://escholarship.org/uc/item/9c14p6d5>>.
- Burinskienė, M.; Paliulis, G. M.; Ušpalytė – Vitkūnienė, R. 2009. *Miestų viešasis transportas*. Vilnius: Technika, 192 p.
- Burinskienė, M.; Gusarovienė, M. 2015. Miestų urbanistinės plėtros įtaka teritorijų viešojo transporto organizavimo lygiui. Vilnius. Technika. *Mokslas – Lietuvos ateitis*, 110–120.
- BusVic. 2010. *Public Transport Use a Ticket to Health, Briefing Paper*, Bus Association Victoria [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-05]. Prieiga per internetą: <www.busvic.asn.au>.
- Chakrabarti, S. 2017. How can public transit get people out of their cars? An analysis of transit mode choice for commute trips in Los Angeles in *Transport Policy* 54: 80–89.
- Chen, T. 2012. Multi-criteria decision making methods with optimism and pessimism based on Atanassov's intuitionistic fuzzy sets in *International Journal of systems Science* 43(5): 920–938.

- Choocharukul, K.; Fujii, S. 2007. Psychological factors influencing behavioral intention of private car use in future work trips in *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol 7:211-222.
- Chow, A. S. Y. 2014. Urban design, transport sustainability and residents' perceived sustainability: a case study of transit-oriented development in Hong Kong, *Journal of Comparative Asian Development* 13(1): 73–104.
- Černa, A. 2012, Economic and social harmonization of sustainable public transport, in *Prague Economic Papers*, 1:83–100.
- Dhinghi, C. 2011. *Measuring Public Transport Performance – Lessons For Developing Cities: Sustainable Transport Sourcebook* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-04]. Prieiga per internetą: <www.sutp.org/index.php?option=com_content&task=view&id=2826>.
- Edwards, R. D. 2008. Public Transit, Obesity, And Medical Costs: Assessing The Magnitudes in *Preventive Medicine* Vol. 46, Issue 1, January: 14–21.
- European Environment Agency (EEA). 2009. *Transport research Knowledge centre. Transport and the Environment* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-03-15] Prieiga per internetą: <http://www.transport-research.info/sites/default/files/brochure/20090818_124030_53136_TRKC_Transport_and_the_Environment.pdf>
- Europos komisija. 2011. *Baltoji knyga. Bendros Europos transporto erdvės kūrimo planas. Konkurencingos efektyviu išteklių naudojimu grindžiamos transporto sistemos kūrimas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-03-15]. Prieiga per internetą: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0144:FIN:LT:PDF>>
- Eurostat. *Duomenys apie transportą* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-02]. Prieiga per internetą: <<http://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/data/database>>.
- Gardner, B.; Abraham, C. 2007. What drives car use? A grounded theory analysis of commuters, reasons for driving in *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Traffic Behavior*, vol. 10 (3): 187–200.
- Geurs, T. K.; Boon, W.; Wee, B.V. 2009. Social Impacts of Transport: Literature Review and the State of the Practice of Transport Appraisal in *the Netherlands and the United Kingdom Transport Reviews*, Vol. 29, No. 1: 69–90.
- Hale, C. A. 2011. New Approaches To Strategic Urban Transport Assessment in *Australian Planner* Vol. 48/3: 173–182.
- Hine, J.; Scott, J. 2000. Seamless, accessible travel: users' views of the public transport journey and interchange in *Transport Policy* 2000, vol. 7, issue 3: 217-226.
- Jakimavičius, M. 2008. *Gyvenamųjų teritorijų transporto sistemų plėtros daugiataktis vertinimas darnos požiūriu*. Vilnius: Technika, 24 p.
- Jakimavičius, M.; Burinskienė, M. 2009. Assessment of Vilnius city development scenarios based on transport system modelling and multicriteria analysis in *Journal of Civil Engineering and Management* 15(4): 361–368.
- Jarašiūnienė, A. 2011. *Specialybės įvadas. Transporto inžinerinė ekonomika ir vadyba: mokomoji knyga*. Vilnius: Technika, 195 p.

- Jiang, S.; Xue, H.; Li, Z.-X. 2010. Measuring and Evaluation on Priority Lanes in *I.J. Intelligent Systems and Applications* 2(2): 56–63.
- Jučas, P. 2011. *Autotransporto deginių toksiškumas ir jo mažinimo galimybės. Žmogaus ir gamtos sauga*. Akademija, 127 p.
- Kepaptsoglou, K.; Pyrialakou, D.; Milioti, C.; Karlaftis, M .G.; Tsamboulas, D. 2011. Bus lane violations: an exploration of causes in *European Transport* No. 48: 87–98.
- Lawrence Frank, D., *et al.* 2010. Carbonless Footprints: Promoting Health and Climate Stabilization Through Active Transportation in *Preventive Medicine*, Vol. 50, Supplement 1: 99–105;
- Levinger, D.; McGehee, M. 2008. Connectivity: Responding to New Trends Through a Usability Approach,” in *Community Transportation* Spring 2008: 33–37.
- Lietuvos Automobilių kelių direkcijos prie Susisiekimo ministerijos direktoriaus 2015 m. lapkričio 26 d. įsakymas Nr. VE -23 „Dėl automobilių kelių investicijų vadovo patvirtinimo“, Vilnius.
- Litman, T. 2006. The Future Isn't What It Used To Be in *ITE Journal*, Vol. 76, No. 9, September: 27–33.
- Litman, T. 2008. Valuing Transit Service Quality Improvements in *Journal of Public Transportation*, Vol. 11, No. 2, Spring: 43–64.
- Litman, T. 2014. *Smart Congestion Relief: Comprehensive Analysis Of Traffic Congestion Costs and Congestion Reduction Benefits*. Victoria Transport Policy Institute [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-03-28]. Prieiga per internetą: <www.vtpi.org/cong_relief.pdf>.
- Litman, T. 2017. *Evaluating Public Transit Benefits and Costs. Best Practices Guidebook* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-03-28]. Prieiga per internetą: <<http://www.vtpi.org/tranben.pdf>>.
- LKTP. 2018. *Eismo įvykių statistika Lietuvoje* [interaktyvus] [žiūrėta 2018-03-02]. Prieiga per internetą: <<http://lkpt.policija.lrv.lt/uploads/lkpt.policija/documents/files/statistika/201712.pdf>>.
- Miestų autobusų viešasis transportas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-10]. Prieiga per internetą: <<http://fotobus.msk.ru/list.php?did=1072>>.
- Mogridge, M. J. 1978. The influence of the oil crisis on the growth in the ownership and use of cars in *Transportation*, 7: 45–67.
- New Zealand Transport Agency (NZTA). 2010. *Economic Evaluation Manual, Volumes 1 and 2* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-10]. Prieiga per internetą: <www.nzta.govt.nz/resources/economic-evaluation-manual/volume-1/index.html>; <www.nzta.govt.nz/resources/economic-evaluation-manual/volume-2/docs/eem2-july-2010.pdf>.
- Poškas G. 2011. Kompleksiškų technologinių projektų įgyvendinimo strategijos pasirinkimas grindžiamas daugiakriteriniais sprendimų priėmimo metodais. Ignalinos AE įrangos išmontavimo projekto atvejis [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-27]. Prieiga per internetą: <talpykla.elaba.lt/elaba-fedora/objects/elaba:1996117/datastreams/.../content>.
- Raimond, T.; Milthorpe, F. 2010. Why are young people driving less? Trends in Licence-holding and travel behaviour in *Australasian Transport Research Forum 2010*. Canberra, Australia.
- SĮ „Susisiekimo paslaugos“ pateikta informacija.

- Simanavičienė, R. 2011. Kiekybinių daugiakriterio sprendimo priėmimo metodų jautrumo analizė. Vilnius, Technika, 148 p.
- Skaržauskas, V. 2008. *Nuostolių, patiriamų dėl transporto poveikio urbanistinėse zonose įvertinimas. Vilniaus Gedimino technikos universitetas* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-04-02]. Prieiga per internetą: <https://sumin.lrv.lt/uploads/sumin/documents/files/Teisine_informacija/Tyrimai_ir_analizes/SV_EKOTRANS_2009.pdf>.
- Statistinių rodiklių analizė. *Transportas*. 2017. [interaktyvus], [žiūrėta 2017-05-11]. Prieiga per internetą: <<https://osp.stat.gov.lt/documents/10180/3329771/Transportas.pdf>>.
- Steg, L. 2006. Sustainable Transportation. A Psychological Perspective in *IATSS Research Volume* 31, Issue 2: 58–66.
- Tirachini, A.; Hensber David, A.; Rose John, M. 2014. Multimodal pricing and optimal design of urban public transport: The interplay between traffic congestion and bus crowding in *Transport Research Part B*: 61: 33–54.
- Ušpalytė-Vitkūnienė, R. 2006. *Miesto viešojo transporto maršrutinio tinklo modeliavimas ir plėtra. (Vilniaus miesto pavyzdžiu). Daktaro disertacija*. Vilnius, Technika, 131 p.
- Vilniaus miesto savivaldybė. *Vilniaus miesto oro ir triuškmės taršos žemėlapiai* [interaktyvus]. [žiūrėta 2018-03-17]. Prieiga per internetą <<http://www.aplinka.vilnius.lt/lt>>.
- Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A.; Bejder, E.; Motekūnas, T. 1992. Pastato statybos ir eksploatacijos daugiakriterio selektonovacija. Vilnius: Technika, 84 p.
- Zavadskas, E. K., et. al. 2006. Evaluation of ranking accuracy in multicriteria decisions in *Informatica*, 17(4): 601–618.