



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

KELIŲ KATEDRA

Mantas Rikteris

**PROJEKTO „RAIL BALTICA“ ĮTAKA KAUNO MIESTO SUSISIEKIMO
INFRASTRUKTŪROS SISTEMAI**

**IMPACT OF THE „RAIL BALTICA“ PROJECT ON THE
TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE SYSTEM OF KAUNAS CITY**

Baigiamasis magistro darbas

Išmaniųjų miestų inžinerija, valstybinis kodas 6211EX046

Statybos inžinerijos kryptis

Vilnius, 2024

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

Mantas Rikteris

**PROJEKTO „RAIL BALTICA“ ĮTAKA KAUNO MIESTO SUSISIEKIMO
INFRASTRUKTŪROS SISTEMAI**

**IMPACT OF THE „RAIL BALTICA“ PROJECT ON THE
TRANSPORTATION INFRASTRUCTURE SYSTEM OF KAUNAS CITY**

Baigiamasis magistro darbas

Išmaniųjų miestų inžinerija, valstybinis kodas 6211EX046

Statybos inžinerijos kryptis

Vadovas

doc. dr. Vytautas Palevičius

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

Konsultantas

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

Lietuvių kalbos konsultantė dr. Vitalija Karaciejūtė

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

Vilnius, 2024

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Išmaniųjų miestų inžinerijos studijų programa, valstybinis kodas

6211EX046

**MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO
UŽDUOTIS**

.....Nr.

Vilnius

Studentui Mantui Rikteriui

Baigiamojo darbo tema: Projekto „Rail Baltica“ įtaka Kauno miesto susisiekimo infrastruktūros sistemai

Baigiamojo darbo užbaigimo terminas 2024 m. gegužės 20 d.

BAIGIAMOJO DARBO UŽDUOTIS: darbo tikslas – išnagrinėti Kauno miesto susisiekimo sistemą, įvertinti kokią reikšmę gali suteikti geležinkelio vėžė „Rail Baltica“ ir pateikti galimus susisiekimo scenarijus. Darbas turi susidėti iš: įvado, apžvalginės dalies (užsienio literatūros šaltiniu ir geležinkelių tinklo apžvalga, reikšmės bendrai susisiekimo sistemai, ekonominiai reikšmei, tvarumui) tiriamosios dalies (Kauno bendrojo ir darnaus judumo planų apžvalga, kriterijų kūrimas), analitinės dalies (COPRAS metodu išrinkti tinkamiausias scenarijų Kauno miesto susisiekimo sistemai).

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

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

Vadovas

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

Užduotį gavau

(Vardas, pavardė)

(Data)

Vilniaus Gedimino technikos universiteto egzaminų
sesijų ir baigiamųjų darbų rengimo bei gynimo
organizavimo tvarkos aprašo
2 priedas

(Baigiamojo darbo sąžiningumo deklaracijos forma)
VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

Mantas Rikteris, 20064823

(Studento vardas ir pavardė, studento pažymėjimo Nr.)

Aplinkos inžinerijos fakultetas

(Fakultetas)

Išmaniųjų miestų inžinerija, ISfm-22

(Studijų programa, akademinė grupė)

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO)
SĄŽININGUMO DEKLARACIJA

2024 m. _____ gegužės 20 _____ d.
(Data)

Patvirtinu, kad mano baigiamasis darbas (projektas) tema _____
„Projekto „Rail Baltica“ įtaka Kauno miesto susisiekimo infrastruktūros sistemai“

patvirtintas 20_____ m. _____ d. dekanų potvarkiu Nr. _____,
parašytas savarankiškai. Šiame darbe (projekte) pateikta medžiaga nėra plagijuota. Tiesiogiai ar
netiesiogiai panaudotos kitų šaltinių citatos pažymėtos literatūros nuorodose.

Prenkant ir įvertinant medžiagą bei rengiant baigiamąjį darbą (projektą), mane konsultavo
mokslininkai ir specialistai: _____

Mano darbo (projekto) vadovas _____ doc. dr. Vytautas Palevičius

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

Mantas Rikteris

(Parašas)

(Vardas ir pavardė)

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Kelių katedra

Išmaniųjų miestų inžinerijos studijų programos baigiamasis magistro darbas

Projekto „Rail Baltica“ įtaka Kauno miesto susisiekimo infrastruktūros sistemai

Autorius: Mantas Rikteris

Vadovas: doc. dr. Vytautas Palevičius

Kalba: lietuvių

Anotacija

Baigiamajame magistro darbe nagrinėjama Kauno miesto susisiekimo sistema, problemos, darnaus judumo tikslai, užsienio šalių patirtys susisiekimo ir geležinkelių infrastruktūros srityje. Išnagrinėti pagrindiniai principai, kuriais remiantis planuojama miesto susisiekimo sistema. Naudotas gyventojų apklausos metodas, siekiant nustatyti gyventojų judėjimą mieste, kokiomis transporto priemonėmis naudojamos kasdieniams poreikiams tenkinti ir kaip vertinama esama viešojo transporto sistema. Apklausti ekspertai, kurie susisiekimo sistemoje turi daugiametę patirtį, nustatyti viešojo transporto (geležinkelio) naudojimosi kriterijai ir suskaičiuoti jų svoriai. Baigiamajame magistro darbe taikomi įvairūs daugiatiksliai metodai, kurių pagrindu įvertinti susisiekimo sistemos scenarijai, prioritetinga eile. Gauti tyrimo rezultatai gali būti panaudoti Kauno miesto susisiekimo sistemos tobulinimui.

Darbą sudaro 6 dalys: įvadas, apžvalga, tyrimo metodai, efektyvumo vertinimas, išvados ir siūlymai, literatūros sąrašas.

Darbo apimtis – 64 p. teksto be priedų, 19 iliustracijų, 5 lentelės, 43 bibliografiniai šaltiniai.

Prasminiai žodžiai: geležinkelis, viešasis transportas, tvarumas, judumas, ekonominė reikšmė, žaliasis kursas.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Environmental Engineering
Road Cathedral
Master's thesis of the Smart Cities Engineering study program

Impact of the „Rail Baltica“ project on the transportation infrastructure system of Kaunas city

Author: Mantas Rikteris

Academic supervisor: doc. dr. Vytautas Palevičius

Thesis language – Lithuanian

ANNOTATION

The master's thesis examines the communication system of the city of Kaunas, problems, goals of sustainable mobility, experiences of foreign countries in the field of communication and railway infrastructure. The main principles on the basis of which the city's transportation system is planned have been examined. A population survey method was used in order to determine the movement of the population in the city, what means of transport are used to meet daily needs and how the existing public transport system is evaluated. Experts who have many years of experience in the transportation system were interviewed, the criteria for using public transport (railway) were determined and its value is counted. Various multi-objective methods are applied in the final master's thesis, based on which scenarios of the transportation system are evaluated, priority order. The obtained research results can be used to improve the communication system of the city of Kaunas.

The work consists of 6 parts: introduction, overview, research methods, effectiveness assessment, conclusions and suggestions, bibliography.

The scope of work – 64 p. text without appendices, 19 illustrations, 5 tables, 43 bibliographic sources.

Keywords: railway, public transport, sustainability, mobility, economic significance, green course.

Turinys

ĮVADAS	11
1. GELEŽINKELIŲ KAIP SUSISIEKIMO SISTEMOS DALIES IR KAUNO MIESTO SUSISIEKIMOS APŽVALGA	15
1.1. Geležinkelio raida.....	15
1.2. Geležinkelių techninė strategija	16
1.3. Paslaugų tvarumas	18
1.4. Kauno regionas kelių tinklo atžvilgiu.....	19
1.5. Kauno miesto teritorijos analizė	21
1.6. Darnos principų taikymas mieste	23
1.7. Kauno miesto susisiekimo sistema	24
1.8. Darnaus judumo taikymas mieste.....	28
1.9. Pirmojo skyriaus išvados ir uždavinių formavimas.....	31
2. GELEŽINKELIŲ KAIP SUSISIEKIMO SISTEMOS DALIES TYRIMO METODAI.....	33
2.1. Gyventojų apklausos tyrimas.....	33
2.2. Eksperimento tyrimo atlikimo metodas.....	39
2.3. Viešojo transporto pasiekiamumas.....	41
2.4. Viešojo transporto naudojimo kriterijai kasdienių kelionių metu	42
2.5. Antrojo skyriaus išvados	45
3. GELEŽINKELIO SISTEMOS EFEKTYVUMO VERTINIMAS.....	47
3.1. Susisiekimo scenarijų pagrindimas	47
3.2. Daugiatikslis vertinimas COPRAS metodu.....	50
3.3. Trečiojo skyriaus išvados	58
IŠVADOS IR PASIŪLYMAI	59
NAUDOTOS LITERATŪROS IR KITŲ ŠALTINIŲ SĄRAŠAS.....	61

Paveikslų sąrašas

1 pav. „Rail Baltica“ trasa Lietuvoje ir jungtis su Europos miestais (Susisiekimo ministerija, 2023)...	13
2 pav. Kauno miesto susiekimo infrastruktūros žemėlapis (Bendrojo plano susisiekimo sprendiniai)..	20
3 pav. Kauno miesto savivaldybės bendrasis planas (Aiškinamasis raštas ir sprendiniai)	21
4 pav. Iškarpą iš planuojamos Kauno miesto geležinkelio stoties rekonstrukcijos (Rail Baltica Official Website).....	25
5 pav. Geležinkelio projektiniai sprendiniai į tarptautinį Kauno oro uostą (Rail Baltica Official Website).....	26
6 pav. Transporto srautų kryptys rytinio piko metu (7:00 iki 10:00)(Kauno miesto darnaus judumo planas).....	28
7 pav. Dviračių takų schema (Kauno miesto darnaus judumo planas)	29
8 pav. Pėsčiųjų takų ilgių vidurkiai (Kauno miesto darnaus judumo planas,2018).....	30
9 pav. Apklausoje dalyvavusių gyventojų pasiskirstymas pagal amžių (sudaryta autoriaus).....	33
10 pav. Apklausoje dalyvavusių gyventojų kelionių mieste būdas (sudaryta autoriaus).....	34
11 pav. Priežastys lemiančios gyventojų nenorą keliauti viešuoju transportu (sudaryta autoriaus)	34
12 pav. Gyventojų žinios apie „Rail Baltica“ projektą (sudaryta autoriaus)	36
13 pav. Aplinkybės lemsiančios gyventojų pasirinkimą vykti geležinkelių transportu (sudaryta autoriaus)	36
14 pav. Tarptautinių greitųjų traukinių kryptys (Europos geležinkelių 2019 m. tvarkaraščio duomenys)	38
15 pav. Galimybės pasiekti kitas Europos sostines įvertinimas (sudaryta autoriaus).....	39
16 pav. Tipinė Kendall'o metodo taikymo schema (sudaryta autoriaus)	40
17 pav. Kauno miesto esamo viešojo transporto tinklo pasiekiamumo schema (sudaryta autoriaus)	41
18 pav. Kauno miesto viešojo transporto ryšių su geležinkelio sustojimais schema (sudaryta autoriaus)	48
19 pav. Kauno miesto esama geležinkelio tinklo schema (sudaryta autoriaus).....	49

Lentelių sąrašas

1 lentelė. Kauno miesto susisiekimo sistemą lemiantys kriterijai.....	42
2 lentelė. Ekspertų vertinimo rangai	50
3 lentelė. Kriterijų svorių reikšmės	52
4 lentelė. Sprendimo priėmimo rodiklių duomenys daugiatisliam vertinimui.....	54
5 lentelė. Sprendimo priėmimo rodiklių duomenys ir daugiatislis vertinimas	57

Santrumpos

ES – Europos Sąjunga.

LR – Lietuvos Respublika.

„Rail Baltica“ – geležinkelių transporto infrastruktūros projektas.

KIT – Kauno intermodalinis terminalas.

KUN – Tarptautinis Kauno oro uostas.

GS – geležinkelio stotis.

BP – teritorijų bendrasis planas.

LEZ – laisvoji ekonominė zona.

VT – viešasis transportas.

TEN-T – transeuropinis transporto tinklas.

BVP – bendrasis vidaus produktas.

IVADAS

Viena aktualiausių problemų, su kuria susiduria Lietuvos didžiųjų miestų savivaldybės ir gyventojai, yra viešojo transporto prieinamumas, jo patrauklumo didinimas, darnus judumas, mobilumas, tvarumas ir žaliojo kurso įgyvendinimas. Viešojo transporto patrauklumas sparčiai pradėjo mažėti maždaug prieš tris dešimtmečius – atgavus nepriklausomybę kuomet iš vakarų Europos valstybių buvo masiškai įvežami panaudoti lengvieji automobiliai. Sparčiai didėjantis automobilizacijos lygis, auganti šalies ekonomika ir didėjantis visuomenės gyvenimo lygis sutrikdė susisiekimo sistemos infrastruktūros vystymąsi. Šio scenarijaus pasekmė – miesto gyventojų priklausomybė nuo lengvojo automobilio. Didėjantis gyventojų mobilumas, darbo kelionių atstumas ir kelionės trukmė verčia šeimoje turėti daugiau nei vieną lengvąjį automobilį. Miestai susiduria su spūsčių problemomis, tarša miesto arterinėse gatvėse bei centrinėje miesto dalyje. Siekiant sumažinti automobilio panaudojimą mieste, būtina vystyti konkurencingą viešąjį transportą ir gerinti keleivių pervežimo proceso kokybę. Tam, kad viešasis transportas mieste sėkmingai konkuruotų su automobiliu, būtina skatinti kombinuotas transporto kelionių sistemas, kuomet kelionės derinamos su kitomis viešojo transporto susisiekimo sistemomis (geležinkelis, tramvajus), dviračiais, paspirtukais ar ėjimu pėsčiomis.

Remiantis užsienio šalių patirtimi, sėkminga geležinkelių transporto sistemos veikla priklauso nuo daugybės veiksnių: nuo miesto fizinės struktūros, žemės įsisavinimo galimybės, miesto viešojo transporto skatinimo ir valdymo politikos. Tam, kad geležinkelio sistema Lietuvos didmiesčiuose sėkmingai būtų pritaikoma ir integruojama į bendrą viešojo transporto sistemos tinklą, būtina įvertinti gyventojų nuomonę, atlikti ekspertinę analizę bei atlikti skaičiavimus.

Darbo objektas – geležinkelio infrastruktūra ir jos įtaka bendrai Kauno miesto susisiekimo sistemai.

Darbo tikslas – pateikti, Kauno miesto susisiekimo sistemos tobulinimo galimybių alternatyvas, įvertinant, kokią įtaką turės europinės geležinkelio vėžės „Rail Baltica“ projekto įgyvendinimas, kuris bus įtrauktas į Europos Sąjungos transporto tinklą ir bus skirtas Kauno miesto gyventojams susisiekti ir kroviniams pervežti.

Darbo uždaviniai

1. Atlikti mokslinės literatūros, susijusios su geležinkelių infrastruktūros plėtra, analizę.
2. Atlikti susisiekimo sistemos Kauno mieste vertinimą ir analizę.

3. Nustatyti Kauno miesto gyventojų poreikį naudotis viešuoju transportu.
4. Pasiūlyti patobulinti geležinkelio infrastuktūros sistemos sprendinius, kurie iš dalies padidintų viešojo transporto patrauklumą.
5. Pasiūlyti patobulinti Kauno miesto susisiekimo sistemą ir pateikti reikalavimus susisiekimo sistemos infrastruktūrai planuoti.

Tyrimų metodika

Darbe panaudoti šie tyrimo metodai: mokslinės teorinės literatūros analizės, ekspertinė, daugiatikslė ir gyventojų apklausa.

Naudojant mokslinės teorinės analizės metodą atlikta šiuolaikinės mokslinės literatūros, Europos Komisijos leidinių ir kitų teisinių šaltinių apžvalga. Naudojant gyventojų apklausos metodą nustatytas gyventojų judėjimas mieste, kokiomis transporto priemonėmis naudojamos kasdieniams poreikiams tenkinti ir kaip vertinama esama viešojo transporto sistema, bei kokiomis priemonėmis galima ją patobulinti. Apklausiant ekspertus, kurie susisiekimo sistemoje turi daugiametę patirtį, nustatyti viešojo transporto (geležinkelio) naudojimosi kriterijai ir suskaičiuoti jų svoriai.

Vėliau darbe taikomas daugiatikslis metodas, kurio pagrindu įvertinti susisiekimo sistemos scenarijai, prioritetinga eilė. Nustatyta, nuo kokių kriterijų priklauso gyventojų naudojimasis viešuoju transportu, bei pasiūlyta susisiekimo tobulinimo mieste strategija.

Darbo naujumas

Rengiant magistro darbą buvo gauti šie statybos inžinerijos mokslui nauji rezultatai:

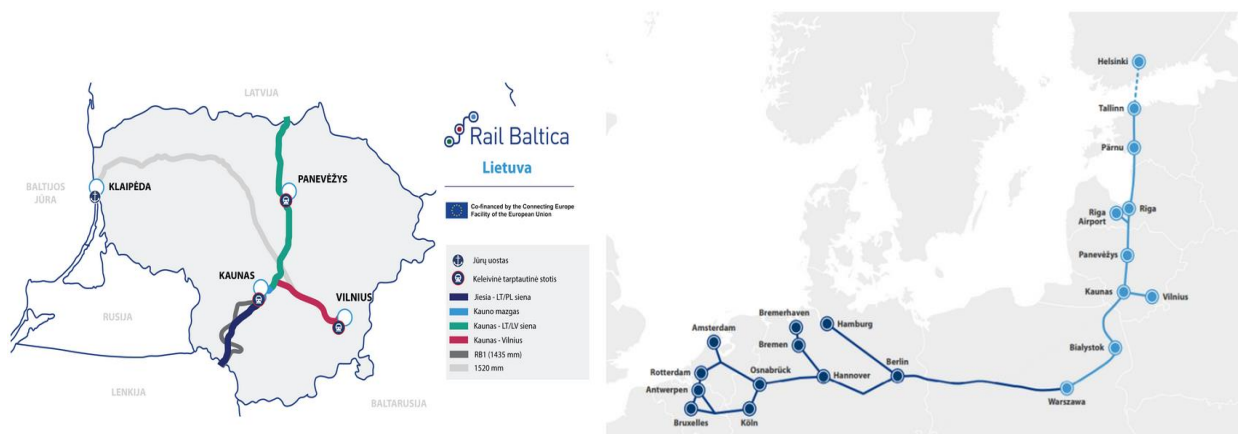
1. Sukurta geležinkelio infrastuktūros plėtros kriterijų sistema, kurią galima naudoti miesto kompleksinio planavimo etape.
2. Pritaikytas Kendall'o (Knight, 1966) metodas kriterijų svorių skaičiavimams ir COPRAS (Zlaugotne ir kt., 2020) alternatyvų skaičiavimo metodas. Gauti kriterijų svorių skaitiniai įverčiai, kurie leido sudaryti teorinius prielaidas dėl geležinkelių infrastruktūros įtakos Kauno miesto susisiekimo sistemai bei pasiūlyti susisiekimo sistemos tobulinimo priemones.

Aktualumas

Didžiausias šiandienos Europos uždavinys ir galimybė iki 2050 m. tapti pirmuoju pasaulyje neutralaus poveikio klimatui žemynu, užtikrinant, jog iki 2050 m. nebeliktų šiltnamio efektą sukeliančių dujų (toliau – ŠESD) grynosios emisijos bei atsieti ekonomikos augimą nuo išteklių

naudojimo. Šie sprendimai yra priimti Europos vadovų tarybos posėdyje, kurio metu Europos Komisija pristatė Europos žaliąjį kursą – plačiausio užmojo priemonių rinkinį, kuris turėtų suteikti Europos piliečiams ir verslo įmonėms galimybių pasinaudoti tvariu perėjimu prie žaliosios ekonomikos. Priemonės, prie kurių pridedamas pradinis pagrindinių politikos sričių veiksmų planas, yra labai įvairios: nuo didelio masto išmetamųjų teršalų kiekio mažinimo iki investicijų į pažangiausius mokslinius tyrimus ir inovacijas ir Europos gamtinės aplinkos išsaugojimo. Žaliasis kursas pabrėžia ekonomikos augimo galimybių ir veiksmų, skirtų mažinti klimato kaitos padarinius, suderinamumą. Būtent tai atspindi Europos Komisijos ambicingumą ir novatoriškumą klimato kaitos srityje. Viena iš priemonių, skirta pasiekti žaliojo kurso tikslus, yra pramonės mobilizavimas švariai žiedinei ekonomikai (Europos vadovų taryba, 2024).

Lietuva taip pat siekia prisidėti prie šių tikslų įgyvendinimo strateginiais projektais: Vilnius–Klaipėda geležinkelio ruožo elektrifikavimas, elektriniai traukiniai varomi elektros energija, pagaminta iš atsinaujinančių energijos šaltinių, keliones traukiniais skatins ir Baltijos šalių europinės vėžės projektas „Rail Baltica“, kuris yra sudėtinė Europos Sąjungos tarptautinio transporto koridoriaus „Šiaurės jūra-Baltijos jūra“ dalis. „Rail Baltica“ yra geležinkelių transporto infrastruktūros projektas, kurio tikslas – sujungti Baltijos šalis su Europos geležinkelių tinklu. Projekte dalyvauja penkios Europos Sąjungos šalys: Estija, Latvija, Lietuva, Lenkija ir netiesiogiai Suomija. Linija sujungs Helsinkį, Taliną, Pernu, Rygą, Panevėžį, Kauną, Vilnių, Varšuvą. 1435 mm vėžės „Rail Baltica“ geležinkelio plėtrą įgyvendina trys Baltijos šalys – Estija, Latvija ir Lietuva, Lenkija – jį modernizuoja. „Rail Baltica“ yra dvikelio geležinkelio elektrifikuota linija, kurios didžiausias projektuojamas greitis 249 km/val. (keleivinių traukinių), 120 km/val. (krovininių traukinių). Linijos ilgis Lietuvoje – 392 km (Susisiekimo ministerija, 2023) (žr. 1 pav.).



1 pav. „Rail Baltica“ trasa Lietuvoje ir jungtis su Europos miestais (Susisiekimo ministerija, 2023)

Šiuo geležinkeliu iš Vilniaus Varšuvą bus galima pasiekti per 4 valandas, Rygą per 2 valandas, o Taliną mažiau nei per keturias valandas. Traukinys – ekologiškiausia sausumos transporto priemonė. Europai siekiant tapti pirmuoju neutralaus poveikio klimatui žemynu, 2021-ieji paskelbti Europos geležinkelių metais. Didžioji dalis Europoje esančių geležinkelio linijų yra elektrifikuotos, taigi keliaujant geležinkeliais tas pats atstumas įveikiamas išmetant gerokai mažiau CO₂ nei keliaujant kelių ar oro transporto priemonėmis. Be to, tai vienintelis transporto sektorius, kuriame, net didėjant transporto srautams, nuo 1990 m. beveik nuolatos mažėjo išmetamas CO₂ kiekis: 2016 m. tame sektoriuje išmetamas CO₂ kiekis sudarė tik 0,5 % visų rūšių transporto sektoriuose išmetamo kiekio. Geležinkelių sektoriuje suvartojama tik 2 % viso ES transporto sektoriuje suvartojamo energijos kiekio, nors 2016 m. geležinkeliais vežta 11,2 % visų krovinių ir 6,6 % visų keleivių. 1990–2016 m. geležinkelių sektoriuje suvartota mažiau energijos, taip pat vis dažniau naudojami atsinaujinantieji energijos ištekliai. Nors tyrėjai nustatė, kad didžiuosiuose miestuose sumažėjo kelionių automobiliu ir prognozuojama, kad ateinančiais metais 50 % kelionių vyks viešuoju transportu, dviračiu arba pėsčiomis, naujausi Europos aplinkos agentūros (EAA) tyrimai patvirtina, kad transporto tarša ženkliai padidėjo, palyginti su 1990 m. rodmenimis. Konkrečiai, nuo 1990 iki 2018 m. viso transporto sektoriaus tarša padidėjo 28 %, tai pabrėžia būtinybę skubiai skatinti anglies dioksido neišskiriančius transporto sprendimus visuose Europos miestuose, taip pat ir Lietuvoje (Németh, 2020, p. 6).

1. GELEŽINKELIŲ KAIP SUSISIEKIMO SISTEMOS DALIES IR KAUNO MIESTO SUSISIEKIMOS APŽVALGA

1.1. Geležinkelio raida

Geležinkelis – viena svarbiausių transporto priemonių, atvėrusi kelią pramonės plėtrai XIX a. Lietuvoje, o geografinė padėtis nulėmė, kad Lietuva tapo tranzitine šalimi. Tai patvirtina 150 m. Lietuvos geležinkelio istorija, kurioje atsispindi ir XIX–XX a. sandūros šalies istoriniai, ekonominiai, politiniai bei socialiniai įvykiai. Geležinkelis ypač paveikė tolesnę pramonės ir žemės ūkio raidą ir plėtrą, jo dėka Lietuvai pavyko atsikratyti carinės imperijos užkampio vardo, žmonės išmoko vertinti laiką, spartėjo gyvenimo tempas, keliavimo kokybė, be to, geležinkelis buvo svarbus įrankis carinei Rusijai vykdant savo užsienio politiką (Taparauskaitė, 2010).

Lietuva 1918 m. paskelbusi Nepriklausomybę susidūrė su daugybe problemų, visų pirma Lietuvos valstybei reikėjo gauti pripažinimą de jure, apginti nepriklausomybę, atkurti sugriautą ūkį ir pramonę. Tam pasiekti reikėjo turėti sklandžiai visoje šalyje veikiančią susisiekimą. Nepriklausomoje Lietuvoje svarbiausiu transportu tapo geležinkeliai. Pirmiausia reikėjo sukurti geležinkelių institucijas, kurios turėjo parinkti tinkamus asmenis geležinkelių darbui. Tik sukūrus geležinkelių valdybą, buvo galima pradėti perimti geležinkelius iš Vokietijos okupacinės valdžios, kuri buvo nesuinteresuota sklandžiai ir greitai perduoti geležinkelių materialųjį turtą. Vokietijos okupacinė valdžia stengėsi kiek įmanoma jį išvežti, parduoti ar sugadinti. Geležinkelių strateginę reikšmę suprato ir šalies vyriausybė, kuri skyrė didelį dėmesį geležinkelių transportui. 1923 m. atgavus Klaipėdos kraštą, reikėjo sujungti juose esančius geležinkelius ir uostą su jau esamais geležinkeliais. Tam atlikti buvo planuota nutiesti tris naujas geležinkelių linijas į uostą, tokiu būdu taip pat aprūpinant geležinkeliais mažiau išvystytas šalies teritorijas. Kadangi tam reikėjo daugiau kaip 50 % biudžeto lėšų, buvo siekiama gauti ir paskolą užsienyje. Geležinkelių statybos finansavimas buvo svarstomas Seime. Tačiau Seime geležinkelių tiesimo finansavimas nebuvo patvirtintas ir tai buvo viena iš priežasčių dėl ko atsistatydino E. Galvanausko vadovaujama Vyriausybė. Nuo 1925 m. geležinkelių transportas susidūrė su vis didėjančia autotransporto konkurencija. Siekiant sumažinti konkurencijos padarinius, geležinkelių vadovybė turėjo sumažinti keleivinio pervežimo tarifus, įvesti nuolaidas. Konkurencija su autotransportu lėmė ir geležinkelių gaunamas pajamas. Jos mažėjo iš keleivinių pervežimų, tačiau didėjo iš krovinių gabenimo (Kemeklis, 2011).

Lietuvos geležinkelių valdymas ir sandara keitėsi kelis kartus nuo Pirmojo pasaulinio karo, pokario laikotarpiu, bei Antrojo pasaulinio karo metu ir iki pat nepriklausomybės. Karo laikotarpiu didelę įtaką turėjo tiek vokiečių okupantai, kurie geležinkelio vėžias perdarinėjo į 1435 mm, o Rusijos okupacijos metais buvo vėl rekonstruojamos į 1524 mm.

Bėgant metams geležinkelių transportas nuolatos susidūrė su iššūkiais: nebuvo bendrų reguliavimo reikalavimų, standartų, geležinkelių eksploatavimo sistemų. Geležinkelių tiesimas buvo problemiškas, nes geležinkelių statybai ir priežiūrai reikėjo kvalifikuotų specialistų, kuriems paruošti nebuvo mokslo įstaigų, dėl šių priežasčių geležinkelių sistema netobulėjo (Maskeliūnaitė, 2021).

Nuo 1992 m. Lietuvos geležinkeliai tapo valstybine įmone ir ėmė tvarkytis laisvai ir nepriklausomai. Nuo nepriklausomybės atkūrimo pradžios Lietuvos geležinkelių bendrovė siekė atkurti santykius su tarptautinėmis geležinkelių organizacijomis, palaikyti dalykinius ryšius su Vakarų ir Rytų Europos šalių geležinkeliais.

Pasak straipsnio autorės, Europos bendroji rinka dar neišnaudojo viso savo potencialo geležinkelių transporto sistemoje. „Rail Baltica“ prisidės prie geležinkelių transporto Europoje ir sudarys trūkstantį grandį su Vakarų Europa bei tokiu būdu atkurs istorinį teisingumą. Baltijos šalys vėl bus integruotos į Europos geležinkelių sistemą (Maskeliūnaitė, 2021).

1.2. Geležinkelių techninė strategija

Tolesnis judumo Europoje vystymas geležinkeliu jam tampant vis mobilesniu yra svarbus sėkmingai ekonomikai. Geležinkeliai, kaip Europos transporto ašis, yra svarbus, kad palengvintų žmonių ir prekių judumą. Siekiant išdėstyti šią perspektyvą, 2013 m. geležinkelių sektorius paskelbė verslo vadovaujamą viziją „Iššūkis 2050“. Ji buvo pagrįsta trimis pagrindiniais dėsniais: politikos, technologijų ir paslaugų. 2014 m. ji buvo papildyta išsamiau pažvelgus į ateities technologijas, paskelbus pirmąją geležinkelių techninę strategiją Europoje (rTSE), kurią sukūrė geležinkelių operatorių bendruomenė ROC. Tame dokumente buvo nustatytas įsipareigojimas, kad bus imtasi būtinų priemonių siekiant įgyvendinti viziją. Daugelis dokumente aprašytų temų yra įgyvendintos arba sprendžiamos, tačiau per pastaruosius 5 metus vis sparčiau besivystančioje visuomenėje iškilo naujų iššūkių, tarp kurių – skaitmeninė revoliucija. Atsižvelgdama į didelį geležinkelių operatorių įmonių indėlį į jų plėtrą bei naudodama keletą pagrindinių vizijos „Iššūkis 2050“ ir techninės strategijos rTSE elementų, redakcijos komanda sukūrė patobulintą geležinkelių techninės strategijos Europoje leidimą. Remdamasis šiuo tvirtu techniniu pagrindu, geležinkelių sektoriaus įmonės galės pasiruošti iššūkiams,

susijusiems su sistemos projektavimu, inžineriniais sprendimais, eksploatavimu ir priežiūra. Tai leis pasiruoti patenkinti klientų mobilumo reikalavimus, užtikrins patrauklią ir efektyvią ateities geležinkelių sistemos plėtrą (UIC, 2019).

Atlikus geležinkelių transporto efektyvumo tyrimo lyginamąją analizę tarp 16 šalių (Niu ir kt., 2023), taikant trijų etapų duomenų analizės modeliavimo metodą ir siekiant empiriškai įvertinti atitinkamą efektyvumą, pašalinant išorinės aplinkos ir triukšmo įtaką, nustatyta, kad nagrinėjamų šalių investicijų į tam tikrus sprendinius realus efektyvumas pasižymi panašiu grynuoju veiksmingumu, tačiau labai skiriasi masto efektyvumas, o tai reiškia, kad technologinis tobulinimas turi santykinai mažą efektyvumo didinimo potencialą.

Rezultatai parodė, kad Šveicarija (0,993), Jungtinė Karalystė (0,966) ir JAV (0,966) pirmauja pagal pirmojo etapo efektyvumo (vadinamo kompleksinio efektyvumo) skaičiavus, o visapusiškas geležinkelių transporto efektyvumas per pastaruosius metus daugumos šalių nuolat didėjo. Išorinė aplinka turi įtaką geležinkelių transporto efektyvumui, tačiau jo poveikio stiprumas ir kryptis skiriasi. Pasak, straipsnio autoriaus geležinkelių tankis padidina efektyvumą, o kelių ir gatvių tankis turi priešingą poveikį. Trečiajame etape efektyvumas pagal didžiausią efektyvumo (realaus efektyvumo) įvertinimą pasiskirstė taip: Kinija (0,973), JAV (0,969) ir Jungtinė Karalystė (0,906), kuris toliau buvo išskaidytas į grynąjį ir masto efektyvumą. Kaip teigia minėto straipsnio autorius visos 16 nagrinėjamų šalių pasižymi panašiu grynuoju veiksmingumu, tačiau labai skiriasi masto efektyvumas, o tai reiškia, kad technologinis tobulinimas turi santykinai mažą efektyvumo didinimo potencialą. Galima tik sutikti, kad šioje situacijoje politikų rolė itin svarbi ir galimybės skatinti geležinkelių sektoriaus efektyvumą yra įgyvendinant realias į efektyvumą orientuotas valdymo strategijas, bandant išteklių įvedimą diferencijuoti su išorinės aplinkos įtaką, stiprinant geležinkelių transporto konkurencingumą siekiant masto ekonomijos.

Analizuojat Lietuvos statistikos departamento pateikiamą statistiką, matyti, kad Lietuvoje krovinių gabenimo kiekis tonomis per metus sunkvežimiais yra didžiausias iš visų transporto rūšių ir yra beveik du kartus didesnis už geležinkeliais pervežamų krovinių kiekius (Transportas – Oficialiosios statistikos portalas). Pagal statistikoje pateikiamą informaciją, matome, kad renkamasi dažniausiai krovinius gabenti viešojo naudojimo keliais, kenčia jų būklė, o jų remontas reikalauja didelių finansinių išteklių, kurios kasmet nedidėja, tai lemia blogėjančia kelių, tiltų ir viadukų būklę. Dėl šių priežasčių būtina skirti didesnę dėmesį darniai susisiekimo sistemai, kurios ateitis ir galėtų būti didinant geležinkelių transporto tinklą bei jį derinant su kitomis susisiekimo priemonėmis.

Krovininio transporto perkėlimas iš kelių į geležinkelius yra Europos Sąjungos ketinimas, kuris deklaruojamas „Baltojoje knygoje“ skirtoje transporto sektoriui. Be kitų tikslų, joje teigiama, kad iki 2030 m. 30 % iš keliais pervežamų krovinių būtų perkelta į kitas transporto rūšis, pavyzdžiui, geležinkelių ar vandens transportą, o iki 2050 m. daugiau nei 50 % krovinių būtų pervežama alternatyviomis transporto priemonėmis (Knapcikova, 2018, p. 1).

1.3. Paslaugų tvarumas

Transporto sistemos aktyviai prisideda prie socialinio ir ekonominio šalių vystymosi. Krovinių transportas iš esmės palengvina prieigą prie prekės ir medžiagos, apimančios pagrindinius importo ir eksporto paskirstymo kanalus. Tačiau krovinių gabenimo veikla neigiamai veikia ir prisideda prie pasaulinės atmosferos taršos, ypač kelių transporto sektoriuje. Kaip teigiama straipsnio autorė, jeigu vidutinė pasaulinė temperatūra pakils 2 laipsniais, tikimasi, kad poveikis aplinkos kokybei bus katastrofiškas (Sharma, 2019).

Anot Tarptautinės energetikos agentūros transportas sudaro 30 % visų ES ŠESD, iš kurių, kelių transporte susidarantis kiekis 2016 m. sudarė 72 proc. Nepaisant atitinkamų pastangų kituose ūkio sektoriuose, tarša toliau didėjo transporto sektoriuje, o jos sumažinimas atrodo pernelyg brangus, nes transporto sistema ir visa pasaulinė ekonomika labai priklauso nuo iškastinio kuro vartojimo (www.iea.org, 2023).

Straipsnio autorius ištyrė ar naujos technologijos sąveikauja su krovininiu transportu ar gali pagerinti aplinkos kokybę, kuri susijusi su anglies dvideginio išmetimo mažinimu. Pirma, siekiama nustatyti efektyviausią technologiją, galinčią sumažinti neigiamą transporto (t. y. geležinkelio, vidaus ir oro transporto) pervežimo veiklą. Antra, tai atskleisti būtinybę derinti naujas technologijas ir multimodalumą (t. y. kelių ir geležinkelių) kaip ambicingą taršos mažinimo sprendimą. Trečia, tai - aiškiai pasiūlyti empirinę analizę, kuri kiekybiškai įvertina tikrąjį naujų technologijų naudojimo krovininio transporto srityje poveikį aplinkai. Empiriniai skaičiavimai parodė kokią įtaką aplinkai turi technologijų panaudojimas krovininiame transporte, geležinkelių ir oro transporte. Autoriaus išvados iliustruoja tai, kad telefoninių technologijų pritaikymas krovinių pervežime (geležinkeliais) veiksmingiau mažina taršą nei naudojant kitas naujas technologijas. Technologijų naudojimas yra neabejotinai svarbus valdant organizacijas ar išlaikomos tiekimo grandinės ir stebimas įmonių konkurencingumas (Chatti, 2021).

Toliau analizuojant paslaugų tvarumą būtina diskutuoti apie viešąjį transportą. Šiuo metu pastebima tendencija pirmenybę teikti bei plėtoti individualų automobilių eismą, o ne viešąjį keleivinį transportą visoje Europoje. Pastebėta, kad tai sukelia daug problemų ir neigiamų socialinių padarinių. Daugelis ekspertų pasisako ir neabejoja, kad elektrifikuota geležinkelio transporto sistema yra saugi, ekonomiškai ir nekenksminga aplinkai susisiekimo sistema. Todėl pagrindinis ilgalaikis ES transporto politikos tikslas keleivinio transporto srityje yra panaikinti individualų automobilių transportą ir imtis priemonių viešojo keleivinio transporto plėtrai ir pasiekti, kad geležinkelių transportas taptų pagrindine susisiekimo transporto rūšimi. Atkreiptinas dėmesys į dabartinės keleivių vežimo geležinkeliais padėties ir problemų analizę bei požiūrį į logistikos grandinę. Remiantis ankstesniais tyrimais, keleivinio geležinkelių transporto plėtros priemonės ir vizijos yra metodinis procesas, tvaraus keleivinio geležinkelių transporto infrastruktūrai vystyti. Praktinis tyrimų taikymas turėtų pagerinti geležinkelių transporto planavimą ir organizavimą ir galiausiai padidinti efektyvumą, patrauklumą, geresnį visuomenės įvaizdį keliaujant (Dedík ir kt., 2020).

Miesto ir transporto infrastruktūros plėtros tvarumo iššūkį apibūdina (Khumvongsa ir kt., 2023), nes dažnai atvejais neatsižvelgiama ir neskaičiuojama kiek medžiagų reikia nutiesi keliui, o kiek geležinkelio, naudojamos medžiagos daro tiesioginį poveikį aplinkai. Lyginant keliams ir geležinkelio tiesyti reikalingų medžiagų kiekį, o vėliau tai lyginant su keliais važinėjančių automobilių skaičiaus augimu ir CO₂ išmetamų dujų kiekiu, akivaizdu, kad mažesnė žala aplinkai yra tiesiant geležinkelių infrastruktūrą.

Paslaugų tvarumas įmonėse, kurios vykdo veiklą keleivių vežimo geležinkeliais srityje yra glaudžiai susijęs su pastangomis teikti kokybiškas ir priimtinas laiko atžvilgiu keleiviams paslaugas, siekti taupių procesų, standartizuoti darbo procesus. Nepaisant to, kad geležinkelio transportas yra vienas iš patikimiausių keleivių pervežimo būdų, tačiau nuolatos reikia stebėti ir gerinti pervežimo kokybę. Kaip ir visose paslaugas teikiančiose įmonėse didelis dėmesys kreipiamas į programinės įrangos diegimą traukiniuose, kuri leidžia stebėti rizikas kelyje, apdoroti kelionės duomenis bei juos analizuoti laikui bėgant. Žvelgiant iš ekologiškumo, didelio pervežamų keleivių skaičiaus ir pasaulinės perspektyvos, geležinkelių transportas bus nepakeičiama tvari sistema ateičiai.

1.4. Kauno regionas kelių tinklo atžvilgiu

Kauno apskritis yra svarbių susisiekimo komunikacijų sandūroje. Apskritį kerta du visos Europos transporto koridoriai: I ir IX B automobilių kelių koridoriai, I ir IX D geležinkelio koridoriai.

Apskirtyje yra Kauno tarptautinis oro uostas (Karmėlavos mstl., Kauno r.), Kauno upių uostas, Nemuno upė nuo Kauno hidroelektrinės iki žiočių priskirta tarptautiniam maršrutui E41. Kauno apskrityje yra 345 valstybinių kelių ruožai. Bendras magistralinių kelių ilgis Kauno apskrityje – 344,6 km, krašto kelių – 602,6 km, rajoninių kelių – 1 929,1 km.

Kauno apskrities galimybės Lietuvos mastu yra didelės: dėl savo geografinės padėties, kelių tinklo išsidėstymo, vidaus vandenų transporto plėtos, oro uosto plėtos ir geležinkelio infrastruktūros plėtos galimybių Kauno regionas gali būti pagrindiniu logistikos paslaugų centru šalyje. Dar 2009 m. Kauno apskrities teritorijos bendrajame (generaliniame) plane buvo numatytos strateginės plėtos kryptys dėl automobilių ir geležinkelių. Automobilių transporto srityje numatyti trūkstamas jungtis automobilių kelių susisiekimo sistemai tobulinti. Geležinkelio transporto ir infrastruktūros srityje įrengti greitąjį geležinkelį lygiagrečiai su magistrale Vilnius–Kaunas ir europinės vėžės geležinkelį „Rail Baltica“ su intermodaliniu terminalu (Kauno apskrities teritorijos bendrasis (generalinis) planas). Toliau analizuojamas Kauno miesto susisiekimo infrastruktūros žemėlapis (žr. 2 pav.).



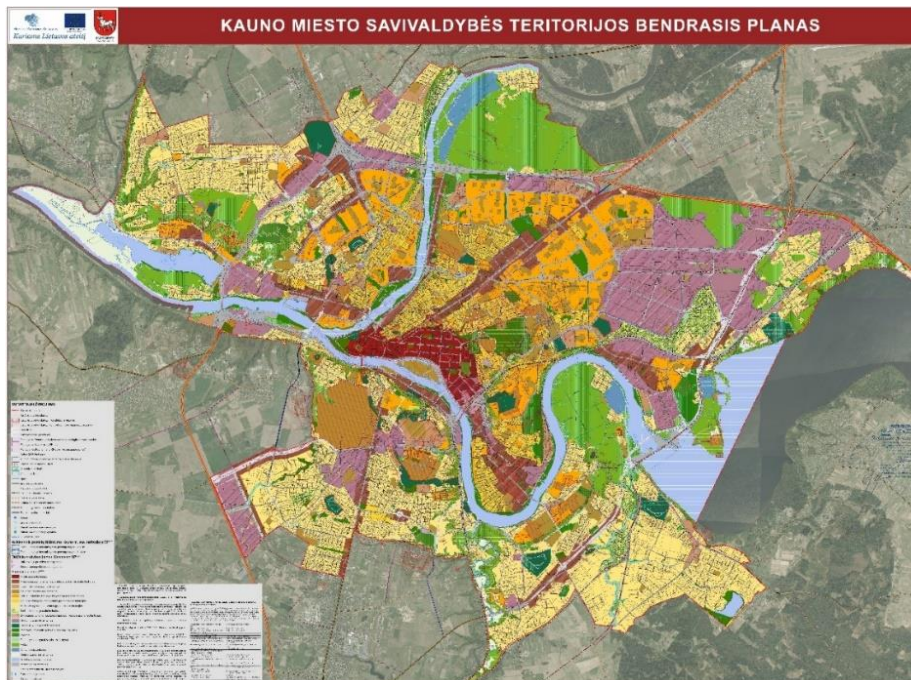
2 pav. Kauno miesto susisiekimo infrastruktūros žemėlapis (Bendrojo plano susisiekimo sprendiniai)

Nepaisant to, kad aukščiau minimas dokumentas jau yra nebegaliojantis, bet jame numatyti darbai aktualūs ir šiandien. Nepakanka tik dalinai įgyvendinti suplanuotų darbų, siekiant, kad susisiekimo sistema būtų funkcionali. Tik dalis automobilių kelių jungčių klausimų yra išspręsti, o su

geležinkelių transportu ir vandens transportu nėra esminių pokyčių. Atsižvelgdamas į galiojančius Kauno miesto teritorijų planavimo dokumentus, manytina, kad juose nėra aiškiai ir sistemiškai aprašyta visa susisiekimo strategija, kur viename dokumente aiškiai matytųsi visa esama ir planuojama susisiekimo infrastruktūra nuo vandens kelių iki geležinkelio tinklų. Gal būt šiuo metu rengiamas Darnaus judumo planas padės atsakyti į pagrindinius klausimus ir bus suformuluotos aiškos gairės dėl viešojo transporto skatinimo, be variklio transporto integravimo, eismo organizavimo tobulinimo, eismo saugumo, miesto logistikos.

1.5. Kauno miesto teritorijos analizė

Kauno miesto urbanistinė struktūra susikūrė per ilgą laikotarpį ir yra daugelio amžių miesto plėtros rezultatas. Kauno miesto urbanizacijos procese galima išskirti keturis pagrindinius aspektus: demografinį, teritorinį, ekonominį ir socialinį. Žmonės migravo iš kaimo į miestą, vyko jų kaupimasis mieste, nuolatinis santykinis miestiečių daugėjimas. Miesto teritorijos, kurios iki tol nebuvo naudojamos dėl spartėjančių statybų savo gyvenamosiomis, gamybinėmis ar administracinėmis zonomis. Urbanizacijos poveikį, galime matyti bendrojo plano žemėlapyje (žr. 3 pav.).



3 pav. Kauno miesto savivaldybės bendrasis planas (Aiškinamasis raštas ir sprendiniai)

Gyvenamosios teritorijos Kauno mieste skiriasi viena nuo kitos ne tik savo erdvinio charakteriu, bet ir gyventojų kaitos dinamika. Analizuojant Statistikos departamento duomenis 2008–

2018 m. laikotarpiu matoma tendencija, kad gyventojų skaičius sparčiausiai mažėjo centrinėse miesto teritorijose, sovietmečiu pastatytuose daugiabučių rajonuose ir augo priemiesčiuose. Tai sukuria iššūkių gyvenamuosiuose rajonuose, kur gyventojų skaičius mažėja miesto viešojo infrastruktūra nespėja prisitaikyti prie naujų gyventojų įpročių ir aptarnauja miestiečius iš priemiestinių rajonų, kur sparčiai augantys rajonai neturi pakankamai naujos infrastruktūros naujakurių poreikiams patenkinti.

Kaip pastebi Kauno miesto aplinkos ir išteklių analizės rengėjai, kad savivaldybėje bendrai trūksta strateginio požiūrio į gyvenamųjų teritorijų planavimą, nėra rengiamų kompleksinių atnaujinimo ir plėtros urbanistinių vizijų atskiriems miesto rajonams, užtikrinančių gyvenamosios aplinkos erdvinę kokybę. Mieste teritorijos vystomos gana chaotiškai, vyksta atsitiktiniai plėtros projektai, kurie ne visada sukuria pridėtinę vertę miestui ir aplinkinėms bendruomenėms. Kaunas taip susiduria su keletu struktūrinių problemų, apsunkinančių darnų teritorijų vystymąsi: miestas neturi daug įrankių plėtrai valdyti, negali pasiūlyti pakankamai žemės plotų, nėra išvystytas municipalinis būstas ir neaiškios strategijos tokiam būstui vystyti. Galiausiai, trūksta sinergijos tarp vystytojų ir miesto plėtros planų. Visi šie veiksniai sukuria prielaidas netvariam gyvenimui mieste, ekstensyviai teritorijų naudojimui, kuris kelia grėsmę (Kauno miesto aplinkos ir išteklių analizė, 88 psl.).

Miesto centre kuriasi nauji biurų pastatai, taip besiformuojant į paslaugų sektorių orientuoto miesto įvaizdžiui, o tai leidžia padidinti miesto centro lankytojų įvairovę. Taip pat didėja sutvarkytų viešųjų erdvių skaičius, atnaujinamos gatvės, pėsčiųjų ir dviratininkų takai, todėl miesto centre darosi vis patogiau judėti pėsčiomis, paspirtukais ar dviračiais. Nepaisant to centrinė Kauno miesto dalis turi didelių vis dar neišnaudotų potencialo objektų: Nemuno ir Neries upes, stoties rajoną. Šiuo metu judrus Karaliaus Mindaugo prospektas ir Jonavos gatvė ribojasi su Nemuno ir Neries upėmis ir blokuoja prieigą prie gamtinio karkaso. Tai unikalios miesto vietos, kurios gali smarkiai padidinti tiek miesto centro patrauklumą lankytojams ir gerokai pagerinti gyvenimo ar darbo kokybę centro gyventojams ar darbuotojams.

Verta paminėti, kad būsima „Rail Baltica“ vėžė, kuri bus įrengta centrinėje stotyje, smarkiai padidins stoties rajono patrauklumą, atsiras poreikis naujų būstų ir verslo kūrimuisi šalia naujo tarptautinio mazgo. Čia esantys pastatai bei teritorijos turi potencialo virsti į naują mišrios paskirties rajoną, kuriame persipintų infrastruktūros, industrijos, gamtos charakteriai ir papildytų miesto centro įvaizdį unikalėmis regeneruotomis teritorijomis.

1.6. Darnos principų taikymas mieste

Kaunas – universitetinis Baltijos jūros regiono miestas, mokslo, žinių ekonomikos, inovacijų ir aukštųjų technologijų kūrimo slėnis, multimodalinio transporto ir logistikos centras koridoriuje tarp Rytų ir Vakarų, šalies kultūros židinys, sporto sostinė ir upeivystės centras. Jame patogiai gyvena kūrybinga, veikli, dvasiškai turtinga, sveika ir saugi visuomenė. Integruotos mokslo, verslo ir studijų galimybės įtraukia kiekvieną bendruomenės narį dalyvauti atviro visiems miesto gyvenime, harmoningos aplinkos išsaugojime ir gerovės kūrime. Tai miestas, kuriame kiekvienas gali save realizuoti.

Bendrojo plano urbanistinės vizijos: Kaunas – antrasis savo dydžiu ir svarba Lietuvos miestas, Kauno regiono centras, europinio rango metropolinės sistemos Vilnius–Kaunas dalis. Tai polifunkcinis, raiškios ir optimalios struktūros miestas, kuriame suderinta patraukli gyvenamoji aplinka su verslo, visuomeninėmis, rekreacinėmis zonomis ir išplėta socialine infrastruktūra. Miestas teritoriškai nesiplečia, urbanistiniai pokyčiai vykdomi pertvarkant miesto vidines teritorijas, jas modernizuojant ir konvertuojant pagal poreikį. Kaunas – logistikos ir susisiekimo centras, multimodalinis transporto mazgas (kelių, geležinkelio, oro ir upių transportas, europinio standarto geležinkelio jungtis). Miestas, kuriame istorinė aplinka yra išsaugota ir panaudojama nūdienos reikmėms – turizmui, poilsiui, kultūrai. Miestas su optimaliai išplėta želdynų sistema – miškais, parkais, šlaitais, žaliosiomis jungtimis, gerinančiomis aplinkos būklę ir pritaikytomis poilsiui bei rekreacijai. Miestas, atvertas į upes ir žaliuosius plotus savo viešosiomis erdvėmis – aikštėmis, gatvėmis, krantinėmis, jame nėra nesutvarkytų teritorijų. Miestas yra turizmo, rekreacijos ir sporto centras, pasižymintis stabiliais vietos ir užsienio turistų srautais. Miesto gatvių struktūra aiški ir patogi, gerai organizuotas eismas. Daugelyje visuomeninių ir gyvenamųjų teritorijų prioritetas teikiamas viešajam transportui, transportui be variklių bei pėsčiųjų eismui (Raštas, Sprendiniai, 2013)

Kaip teigia (Burinskiene ir kt., 2011) miestų augimas lemia jų socialinį ir fizinį susiskaldymą. Miestai skirstomi į skirtingos paskirties teritorijas, t. y. gyvenamuosius rajonus, pramonines zonas, paslaugų zonas. Pavyzdžiui, šiandien yra įprasta, kad žmonės gyvena vienoje teritorijoje, dirba kitoje, o laisvalaikį leidžia trečioje teritorijoje. Miesto zonų suskirstymas daro gyventojus vis labiau priklausomus nuo transporto. Viešasis transportas vertinamas kaip tvarus ir aplinkai jautrus transportas, kuris teikia naudą ir galimybes aplinkai, tenkina piliečių, neturinčių asmeninių automobilių, judumo poreikius ir mažina socialinę atskirtį. Siekiant pagrindinio tikslo, t.y. tvarios viešojo transporto

integracijos į miesto plėtros procesus, optimaliai tenkinant žmonių mobilumo poreikius, būtina atsižvelgti į bendrą gyvenamųjų ir verslo zonų plėtros planavimą, kartu plečiant viešąjį transportą.

Kauno miesto 2023–2025 m. strateginiame veiklos plane numatyta skatinti kompaktišką urbanizuotų ir urbanizuojamų teritorijų vystymą, reguliuoti urbanizuotų teritorijų plėtrą, naudojant tankinimą ir užstatytų teritorijų konversiją (antrinį panaudojimą), planuojama keisti Kauno miesto savivaldybės teritorijos bendrąjį planą, o siekiant pagerinti gyvenamosios aplinkos kokybę, išryškinti teritorijų, turinčių prastą urbanistinę kokybę, potencialą, skatinti jų atnaujinimą, išnaudojant šių teritorijų resursus, atsižvelgiant į vietos kontekstą, formuojant fizinį ir socialinį kaimynystės charakterį, stiprinant vietos identitetą – atlikti atskirų miesto dalių bendrojo plano teritorijų (Žemosios Fredos teritorijos bendrojo plano dalies ir kt.) keitimu (Kauno miesto savivaldybė, 2023).

Susipažinus su Kauno miesto teritorijų planavimo, strateginio planavimo dokumentais galima daryti prielaidą, kad užsibrėžti tikslai yra įgyvendinami, o dokumentai vienas kitą papildantys bei nuoseklūs.

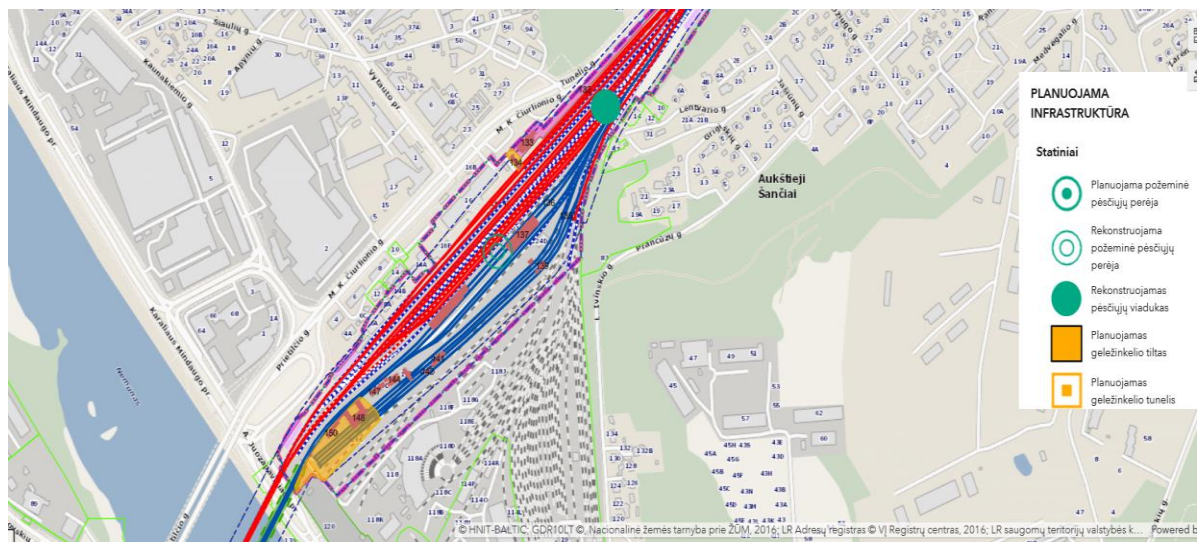
1.7. Kauno miesto susisiekimo sistema

Kauno miesto bendrajame plane numatyta tobulinti ir plėtoti susisiekimo infrastruktūrą, skirtą motoriniam ir be variklių transportui, pėsčiųjų takų sistemą, pateikti pasiūlymus dėl geležinkelio, vandens, oro transporto mieste panaudojimo. Tobulinti ir plėtoti visų rūšių inžinerinę infrastruktūrą mieste ir jo įtakos zonoje, rezervuoti teritorijas, reikalingas miesto infrastruktūros, visuomenės ir miesto poreikiams tenkinti, įvertinus žemėnaudą (Bendrojo plano sprendiniai, 6 psl.).

Įtaką susisiekimo sistemai turės ir naujoji „Rail Baltica“ vėžė, kuri yra sudėtinė Europos Sąjungos tarptautinio transporto koridoriaus dalis. Verta paminėti, kad praėjusio amžiaus 9-ajame dešimtmetyje atkūrus Baltijos šalių nepriklausomybę gimė idėja atstatyti tiesioginį geležinkelių susisiekimą su Vakarų Europos valstybėmis. Lietuva, Latvija ir Estija priėmė sprendimą nutiesti naują Europinio standarto 1435 mm vėžės pločio geležinkelį, kuris sujungtų Baltijos šalis su vakarų Europos valstybėmis. Šiuo metu projekte dalyvauja penkios Europos Sąjungos šalys: Lenkija, Lietuva, Latvija, Estija ir netiesiogiai Suomija. „Rail Baltica“ linija sujungs Helsinkį, Taliną, Pernu, Rygą, Panevėžį, Kauną, Vilnių, Varšuvą. Tai bus didžiausias Baltijos regiono infrastruktūros projektas per pastaruosius 100 metų skirtas keleiviams ir kroviniams vežti, kurio ilgis bus 870 km ir varomas elektra, tad sukels mažiau triukšmo, vibracijos. Siekiant geriausio rezultato, tikslinga peržiūrėti visus Kauno miesto

strateginius dokumentus bei juos pakoreguoti atsižvelgiant į esamą ir būsimą viešojo transporto ir bemotorio transporto situaciją.

Kauno miesto pagrindinis gatvių tinklas susideda iš A1, A2, B1, B2, C1, C2 ir D1 kategorijų gatvių. Žemesnės kategorijos D2 gatvių tinklas planuojamas žemesnio lygmens teritorijų planavimo dokumentais. Bendrojo plano brėžiniuose, kad būtų padidintas jų aiškumas, atvaizduojamos visų kategorijų gatvės. Žemesnės nei D1 kategorijos gatvės brėžiuose vaizduojamos kaip planuojamos, remiantis jau parengtais planais. Siekiant, kad bendrajame plane numatytos gatvės ateityje būtų įrengtos, tikslinga pasirengti vietinės reikšmės kelių ir gatvių specialųjį planą. Norint užtikrinti susisiekimo infrastruktūros plėtrą Kauno mieste, būtina pagerinti junglumą kelių ir gatvių viešuoju transportu tarp gyvenamųjų vietovių, sudarant sąlygas daugiaryšėms kelionėms ir darniam Kauno miesto ir rajono gyventojų mobilumui. Būtina identifikuoti stoties rajono susisiekimo infrastruktūrą, problemines gatvių sankirtas, viešojo transporto maršrutus, probleminius arealus bei pasiūlyti sprendimus šioms situacijoms švelninti arba išspręsti. Įvertinti naujo reikšmingo susisiekimo objekto rekonstrukciją – Kauno geležinkelio stoties ir „Rail Baltica“ vėžės (žr. 4 pav.). Numatyti specialiąsias žemės naudojimo sąlygas, numatyti susisiekimo komunikacijų infrastruktūros ir jos vystymui reikalingų teritorijų apsaugos zonas, įvertinti gatvių, pėsčiųjų, dviračių takų plėtrą bei pateikti siūlymus sudarant prielaidas sklandžiai šių objektų plėtrai.



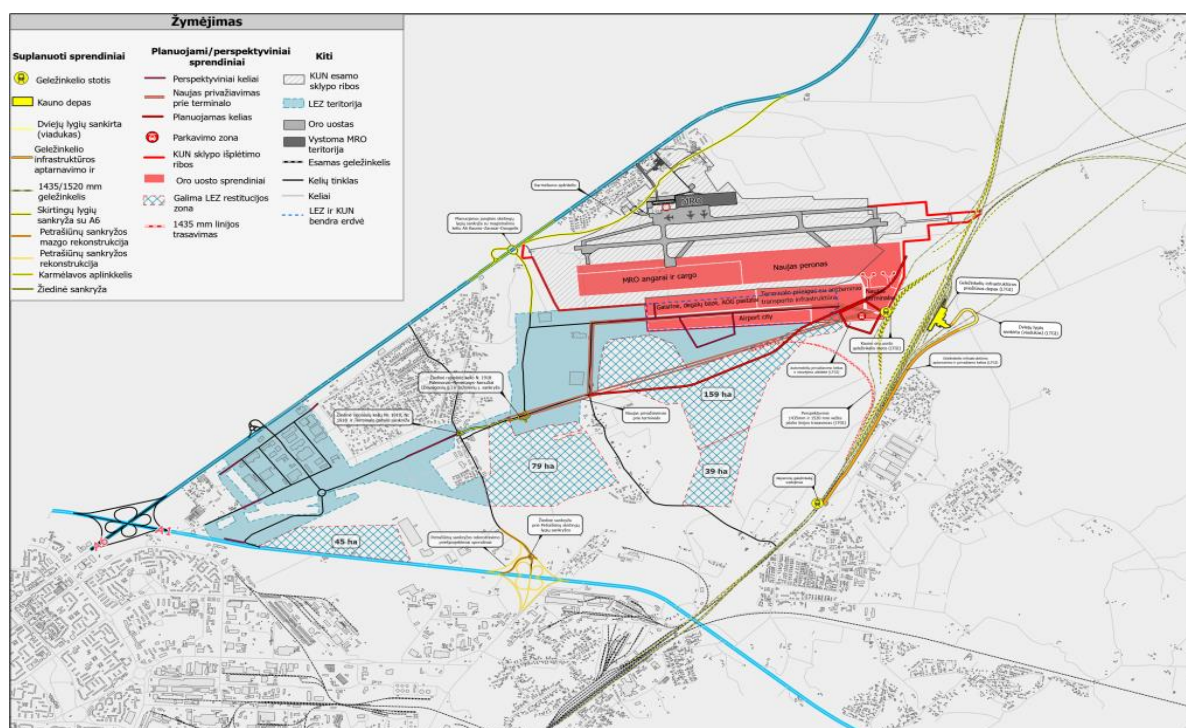
4 pav. Iškarpą iš planuojamos Kauno miesto geležinkelio stoties rekonstrukcijos (Rail Baltica Official Website)

Geležinkelio stoties rekonstrukcijos tikslas, kad geležinkelio vėžė pasiektų tarptautinį Kauno oro uostą ir sudarytų infrastruktūrines galimybes pervežti keleivius bei krovinius. Tai suteiks

įvairiarūšio ir daugiaryšio gabenimo galimybes. Keleiviai dėl „Rail Baltica“ projekto galėtų sutaupyti apie 5,3 mln. valandų kasmet, o tai prilygsta 605 metams.

Su „Rail Baltica“ projektu susieta ir Kauno intermodalinio terminalo (KIT) plėtra. Nors 2015 m. Vilniuje ir Kaune pradėti eksploatuoti du intermodaliniai terminalai, kuriuose buvo užtikrinta kelių ir geležinkelių transporto sąveika. Terminaluose teikiamos muitinės tarpininkų paslaugos, konteinerių krova autotransportui, veikia fitosanitarinės ir veterinarijos tarnybos, siūlomi logistikos sprendimai jūrai. Šiuo metu Vilniaus terminalas konteineriniu traukinuku reguliariai veža konteinerius į Klaipėdą. Tačiau naujajame KIT bus įrengta perkrovimo tarp skirtingų transporto rūšių, krovinių išdėstymo ir saugojimo įranga. Įgyvendinus projektą, KIT taps vienu moderniausių ir svarbiausių geležinkelių mazgų ne tik Lietuvoje, bet ir visame regione. Galimybė pusprikabes gabenti geležinkeliais sumažins krovinių gabenimą ilgais atstumais vietiniais ir valstybiniais keliais, tai prisidės prie krovinio transporto neigiamo poveikio aplinkai mažinimo.

Išanalizavus geležinkelio projektinius sprendinius (žr. 5 pav.) į tarptautinę Kauno oro uostą bei viešai prieinamą informaciją galima apibendrinti esamą situaciją. Pirmas ir daugiausia pažengęs geležinkelio etapas yra Kaunas – Ramygala – LV (Latvijos Respublikos) siena. Tai dviejų kelių 1435 mm ir 1520 mm Europinės vėžės geležinkelis nuo Palemono (Kauno miestas) per Neveronis (Kauno rajono miestelis) į Jonavos pusę.



5 pav. Geležinkelio projektiniai sprendiniai į tarptautinę Kauno oro uostą (Rail Baltica Official Website)

Šis ruožas projektuojamas šalia Neveronių k., Kauno rajone, tai sudarė neigiamą gyventojų požiūrį dėl projektuojamo geležinkelio sustojimo ar iki jo bus tinkamas ir saugus patekimas. Projektuotojams patikslinus sprendinius, projektiniai pasiūlymai buvo patvirtinti ir tęsiamas projekto rengimas. Verta paminėti, kad pagal šio etapo vieną iš projekto dalių, jau yra pradėti labai geležinkelio tilto per Nerį Jonavos rajone statyba.

Schemoje (žr. 5 pav.) galime matyti ir geležinkelių infrastruktūros priežiūros depo projektinę vietą. Jis reikalingas bėgių, pabėgių, sankasos automatikos, ryšių ir kitų inžinerinių statinių priežiūrai. Taip pat depe bus pastatytas ir pagalbinis gaisrinis traukinys, kuris galės vykdyti likviduoti avarijas Kauno ir Ramygalos kryptimi. Į depą projektuojami aštuoni geležinkelio (1435 mm) keliai ir D kategorijos automobilinis kelias. Projektuojamo kelio atsiradimas viešo svarstymo metu taip pat sukėlė gyventojų susirūpinimą, gyventojų nuomone atsiradus naujam keliui padidės automobilių eismas, kuris kels papildomą triukšmą bei nepatogumą gyvenantiems netoliese ar sodų bendrijoje. Tačiau naujai atsirasiančia infrastruktūra, atblokuojant nuo gyventojų garso mažinimo sprendiniais bus išlaikomi visi triukšmui sumažinti reikalavimai.

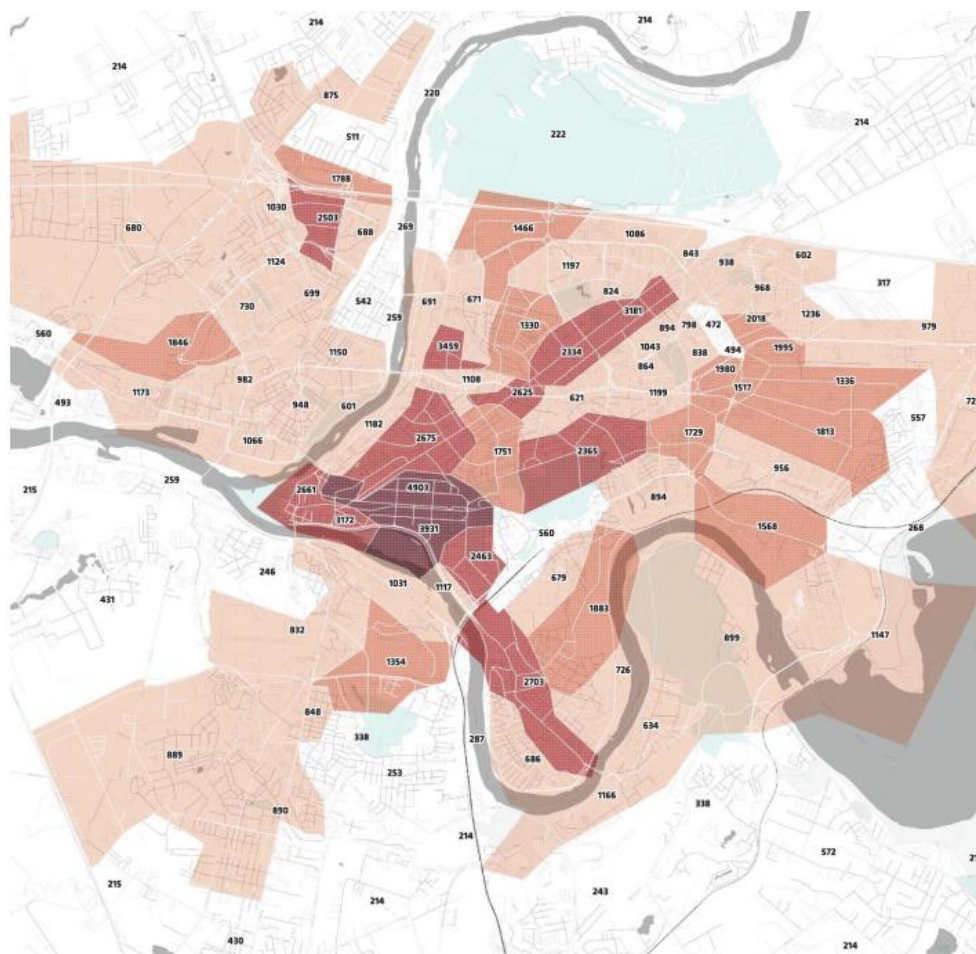
Toliau schemoje (žr. 5 pav.) pavaizduotas geležinkelio vėžės 1435 mm Kaunas–Vilnius etapo dalis, kuri atsišakoja už geležinkelių priežiūros depo Jonavos rajono kryptimi. Šis kelias tai trūkstantis pagrindinio koridoriaus „Šiaurės jūra-Baltijos jūra“ dalis, kurios tikslas sujungti Kauno ir Vilniaus miestus ne tik greitaisiais traukiniais (projektuojama kelionės trukmė 38 min.), bet sujungti ir abudu tarptautinius oro uostus, šiam tikslui pasiekti reikalinga suprojektuoti naują Kauno oro uosto geležinkelio stotį (KUN). Šiuo metu siekiant įgyvendinti šią projekto dalį vykdant žemių išpirkimo procedūrą.

Ketvirtas projektas, kuris vaizduojamas schemoje (žr. 5 pav.) yra kelynas, jo vieta yra Kauno oro uosto teritorijoje. Kelyno paskirtis yra geležinkelių sąstatų formavimui, priėmimui – išvykimui skirstyti, kaupimo procesui užtikrinti, sąstatų apdorojimo procesui ir kita. Ankščiau jis buvo planuotas statyti Kauno mieste (Palemone), bet tokiam statiniui projekto nagrinėjimo etape nebuvo rasta tinkama vieta, todėl nuspręsta projektuoti prie Kauno oro uosto (Karmėlavos mstl., Kauno r.). Kadangi sąstatų formavimui reikalingi tam tikro ilgio geležinkelio keliai, todėl kelyno keliai, projektuojami prie pagrindinių 1435 mm kelių. Nuo šių kelių planuojama sankasa perspektyviniams 1435 mm ir/ar 1520 mm keliams į Kauno laisvosios ekonominės zonos (LEZ) teritoriją. Taip pat projektuojamas automobilinis kelias nuo valstybinės reikšmės kelio 1918 žiedinės sankryžos į tarptautinio Kauno oro uosto geležinkelių stotį ir oro uosto keleivių terminalą.

1.8. Darnaus judumo taikymas mieste

2022 m. buvo užbaigtas Kauno miesto darnaus judumo planas. Pagrindiniai plano tikslai: įvertinti miestiečių judėjimo poreikius ir užtikrinti įvairias judėjimo galimybes mieste, padidinti svarbiausių miesto taškų pasiekiamumą, didinti miesto patrauklumą, gerinti gyvenimo kokybę ir visuomenės sveikatą, gerinti urbanistinės aplinkos kokybę, integruoti skirtingus susisiekimo būdus, prioritetą teikti viešajam transportui, dviračiams, pėstiesiems ir mažai teršiančiam transportui, užtikrinti saugumą bei eismo saugą bei mažinti taršą ir energijos poreikį (Kauno miesto darnaus judumo planas IV Tomas). Siekiant, kad planai būtų įgyvendinti, tikslinga atlikti esamos situacijos analizę (žr. 6 pav.).

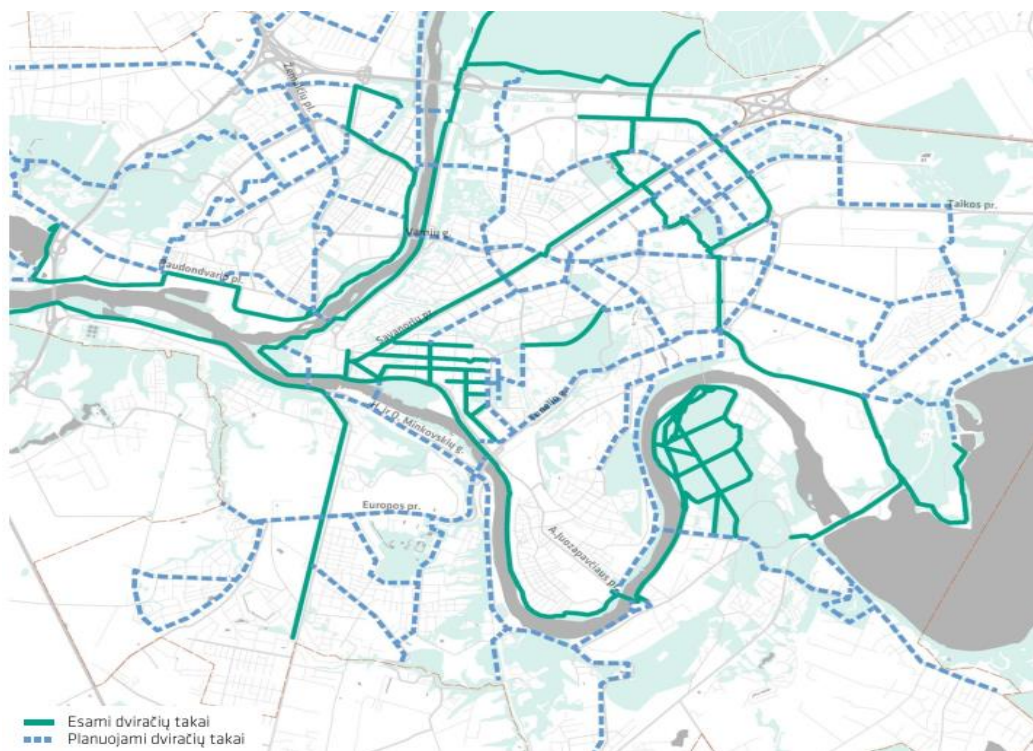
Rytinio piko metu didžioji dauguma gyventojų važiuoja automobiliu. Labai mažai kelionių atliekama pėsčiomis. Išskyrus centrinę miesto dalį, kur gyventojai juda pėsčiomis ir rytinėmis valandomis. Didžiausias apkrovimas yra A1 ir A5 keliuose.



6 pav. Transporto srautų kryptys rytinio piko metu (7:00 iki 10:00)(Kauno miesto darnaus judumo planas)

Pagal kelionių pasiskirstymą, galime matyti, kad visi tiltai yra smarkiai apkrauti rytinio piko metu. Dalinai eismo srautus reguliuoti padeda įrengti išmanūs šviesoforai, kurie paskirsto sankryžose pėsčiųjų ir automobilių srautus. Galima daryti pirmines išvadas, kad Kauno miesto darnaus judumo plano įgyvendinimas vyksta, nes dalis darbų yra įgyvendinta pagal numatytą priemonių planą: eismo saugumo didinimas, viešojo transporto atnaujinimas ir autobusams skirtų juostų įrengimas. Tačiau vis dar trūksta bevariklio transporto skatinimo priemonių bei intelektinių priemonių diegimo ir plėtros, iš dalies suprantama, nes tai reikalauja didelių finansinių išteklių. Ilgalaikėje perspektyvoje apribojant automobilių srautus į centrinę miesto dalį bus sumažinami srautai, tačiau prieš priimant tokius sprendimus tikslinga plėtoti viešojo transporto sistemas.

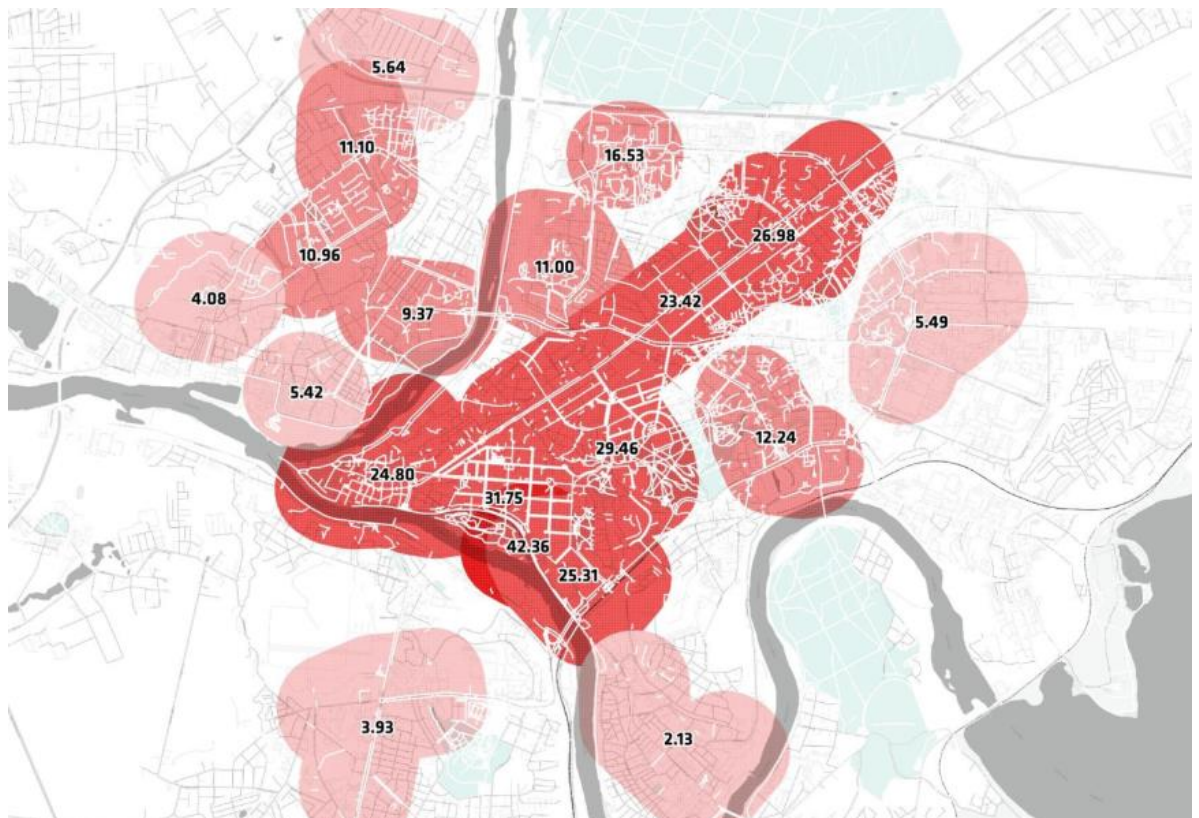
Kasmet Kauno mieste nutiesiama po 2 km. dviračių takų, kurie daugiausiai yra rekreacinės paskirties (žr. 7 pav.). Gyventojų apklausos parodė, kad pagrindinės priežastys kodėl atsisakoma kelionės dviračiu yra: prastas oras, yra pavargę po darbo važiuoti dviračiu, nėra išvystyta infrastruktūra dviračiams palikti (saugyklos), dėl blogų arba nepakankamai išvystytų dviračių takų, dviratis nepatogi transporto priemonė naudotis su dalykine apranga, kelyje yra stačių įkalnių, kelionės trukmė bus ilgesnė nei 20 min. Nepaisant, kad analizuojamuose dokumentuose ir planuose yra diskutuojama ir pabrėžiama darnaus judumo problematika, bet dabartiniais tempais vystant infrastruktūrą tai pasiekti bus galima tik po daugelio metų.



7 pav. Dviračių takų schema (Kauno miesto darnaus judumo planas)

Dviračių takų infrastruktūra labai svarbi, tačiau nemažiau svarbu, kad ji derėtų tarpusavyje su viešojo transporto stotelėmis bei pėsčiųjų takais, kurie yra sudedamoji darnaus judumo dalis.

Pėsčiųjų takų (žr. 8 pav.) infrastruktūros išvystymo lygis yra geriausias Kauno miesto centrinėje dalyje bei Savanorių pr. Pastebima, kad mieste labai sudėtinga judėti specialiųjų poreikių turintiems žmonėms. Didžiosios dalies esamų takų būklė yra prasta, neįrengti nužemėjimai nuo jų, taip pat kliūtimis tampa laiptai ir stačios įkalnės. Miesto centrinėje dalyje viešojo transporto tankis pakankamas, lengvai pasiekiamas visas miestas esamais pėsčiųjų takais. Mieste išvystyta paspirtukų dalijimosi sistema, planuojami nauji dviračių takai, tačiau trūksta parkavimo vietų, jaučiamas didelis foninis triukšmas bei užterštumas. Senieji miesto priemiesčio mikrorajonai gerai pasiekiami troleibusu ar autobusu nepaisant, kad stotelės kiek toliau nuo gyvenamųjų namų. Vystyti tankiau viešojo transporto tinklus nėra galimybės, nes nepakankamas esamų gatvių plotis, tačiau senuose mikrorajonuose tai kompensuoja tankus pėsčiųjų takų tinklas, nemažai žaliųjų zonų ir mano nuomone tai galimybė šiose teritorijose vystyti dviračių takų tinklą bei tobulinti nusidėvėjusią pėsčiųjų infrastruktūrą.



8 pav. Pėsčiųjų takų ilgių vidurkiai (Kauno miesto darnaus judumo planas, 2018)

Pastebėta, kad šalia daugiabučių gyvenamųjų namų teritorijų gerai išvystyta viešojo transporto sistema, tačiau patekimas iki stotelių ne visada patogus, fiziškai ir morališkai nusidėvėjusi pėsčiųjų takų dangos, ne visur apšviesta, nėra dviračių takų, daugiabučių namų kiemuose nepakanka automobilių stovėjimo vietų, automobiliai statomi žaliose zonose.

Pramonės ir paslaugų zonose ribota viešojo transporto pasiūla, trūksta pėsčiųjų takų, nėra dviračių takų, prastas apšvietimas, šias teritorijas lengva pasiekti automobiliu ir netrūksta parkavimo vietų automobiliams. Naujųjų priemiesčių teritorijose prastai išvystytas viešasis transportas arba visai jo nėra, nėra pėsčiųjų takų, nėra dviračių takų, toli nuo darbo vietų, toli nuo paslaugų centrų, nėra apšvietimo, dauguma gyventojų priversti turėti po kelis automobilius.

Apibendrinus galima daryti išvadą, kad tikslingiausia prioriteto tvarka investicijas didinti į daugiabučių mikrorajonus, kur gyventojų koncentracija yra didžiausia, papildomai kur pagerinti viešojo transporto infrastruktūrą, plėsti bei atnaujinti pėsčiųjų ir dviračių takus, įrengti dviračių saugyklas. Kad dviračiai taptų visaverte transporto sistemos dalimi, dviračių saugojimo vietos turėtų būti įrengtos ne tik prie naujai statomų, bet ir prie esamų daugiabučių gyvenamųjų pastatų. Ši priemonė skirta mažinti miesto gyventojų nerimui, kur palikti dviratį atvykus į darbą, ugdymo įstaigą, ir skatinti dviračių naudojimą.

1.9. Pirmojo skyriaus išvados ir uždavinių formavimas

1. Analizuojant geležinkelių kaip keleivių ir krovinių pervežimo svarbą Europoje, Azijoje ir kitose šalyse, pastebėta, kad šiuo metu nediskutuojama ar geležinkelis kaip susisiekimo priemonė yra veiksminga alternatyva kitoms susisiekimo priemonėms, bet kaip sparčiau vystyti šią infrastruktūrą, suderinti su kitomis susisiekimo priemonėmis bei susieti su technologijomis.

2. Geležinkelių susisiekimo sistemoje, siekiama didesnio keleivių srauto augimo, aplinkosaugos problemų sprendimo bei žaliojo kurso laikymosi, tačiau norint tai pasiekti, manau, kad geležinkelių transportas praktiškai turi būti be trūkumų nuo traukinių punktualumo iki integralumo su kitomis viešojo transporto sistemomis.

3. Kauno mieste yra pakankamai gerai išvystytas viešasis transportas, nors jo tankumo trūkumas jaučiamas nutolusiuose mikrorajonuose. Analogiška situacija ir su pėsčiųjų takais ir dviračių takais, kurie koncentruojasi centrinėje miesto dalyje ir prie didžiausių gatvių, tačiau jaučiamas jų poreikis mažesnėse gatvėse, nesudarytos sąlygos saugiai patekti iki viešojo transporto sustojimų.

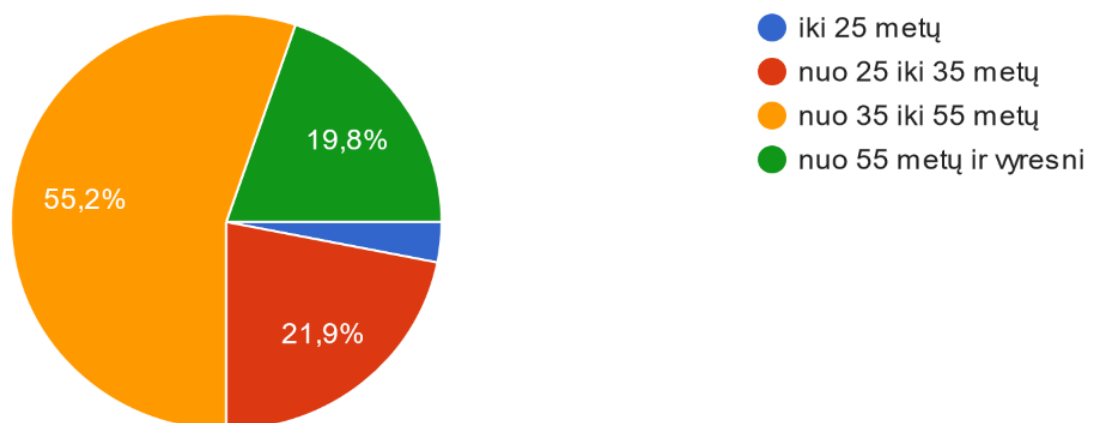
4. Išnagrinėjus esamą Kauno miesto susisiekimo situaciją, galima daryti prielaidą, kad įgyvendinus Kauno miesto infrastruktūros tobulinimo strategiją ir atsiradus „Rail Baltica“ geležinkelio vėžei galimi teigiami pokyčiai susisiekimo sistemai bei pagerintas mobilumas. Šioms prielaidoms patvirtinti ar paneigti būtina atlikti gyventojų apklausą, suformuluoti kriterijus, apklausti ekspertus bei atlikti skaičiavimus.

2. GELEŽINKELIŲ KAIP SUSISIEKIMO SISTEMOS DALIES TYRIMO METODAI

2.1. Gyventojų apklausos tyrimas

Lietuvos didmiesčiuose kaip ir kituose Europos sąjungos šalių miestuose susiduriame su miestų tarša bei klimato kaitos problemomis, o vienas didžiausių veiksnių yra transporto priemonių išmetamųjų dujų kiekis. Vienas sunkiausių uždavinių, kuris susijęs su viešojo transporto paslaugų išplėtimu bei gyventojų skatinimu naudotis viešojo transporto paslaugomis. Konkretus objektas yra pasirinktas geležinkelio viešasis transportas Kauno mieste. Gerinti bei plėsti viešojo susisiekimo infrastruktūrą vienas sunkiausiai įgyvendinamų statybos ir transporto uždavinių. Vienas populiariausių metodų pasaulyje yra gyventojų apklausos metodas, kurio atlikimas galimas žodžiu ir raštu. Naudojant šį metodą, teoriškai ir praktiškai galima gauti daugumą planuoti būtinos statistiškai patikimos ir reprezentatyvios informacijos. Svarbiausia, galima identifikuoti teritorinę problemų diferenciaciją. Oficiali statistika tokios galimybės neduoda, nes jos tiriamo objekto ribose nėra renkamas ir kaupiamas reikalingų duomenų sąrašas. Atlikus gyventojų apklausą galima daryti prielaidą, kad gyventojai noriai naudojami viešuoju transportu, tačiau siekiant didinti tokių gyventojų dalį reikia tobulinti viešojo susisiekimo sistemą įvairiais aspektais, nuo transporto priemonių būklės iki juose esančių patogumų bei susisiekimo dažnio bei greičio.

Šiam uždaviniui spręsti atliekamas tyrimas apklausiant gyventojus raštu, kurio tikslas nustatyti koku būdu keliaujama mieste ir ar yra patrauklios kelionės geležinkelio transportu. Dažnai viešojo transporto paslaugomis naudojasi vyresnio amžiaus gyventojai ir mokyklinio amžiaus vaikai, tad pradedant tyrimą svarbu sužinoti kokio amžiaus (žr. 9 pav.) yra apklausoje dalyvaujantys gyventojai.



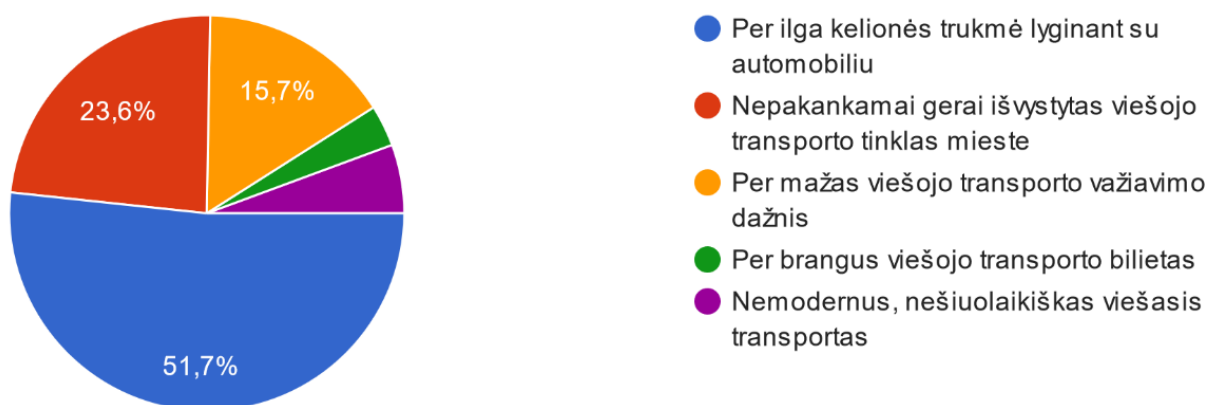
9 pav. Apklausoje dalyvavusių gyventojų pasiskirstymas pagal amžių (sudaryta autoriaus)

Apklausoje aktyviausiai dalyvavo vidutinio amžiaus asmenys, kurie greičiausiai yra dirbantys ir aktyvus piliečiai. Mažesnę dalį sudarė jaunimas ir vyresnio amžiaus gyventojai. Tolimesniems tyrimams pagrįsti svarbu žinoti (žr. 10 pav.) kokiomis susisiekimo priemonėmis naudojasi gyventojais kasdienėms kelionėms.



10 pav. Apklausoje dalyvavusių gyventojų kelionių mieste būdas (sudaryta autoriaus)

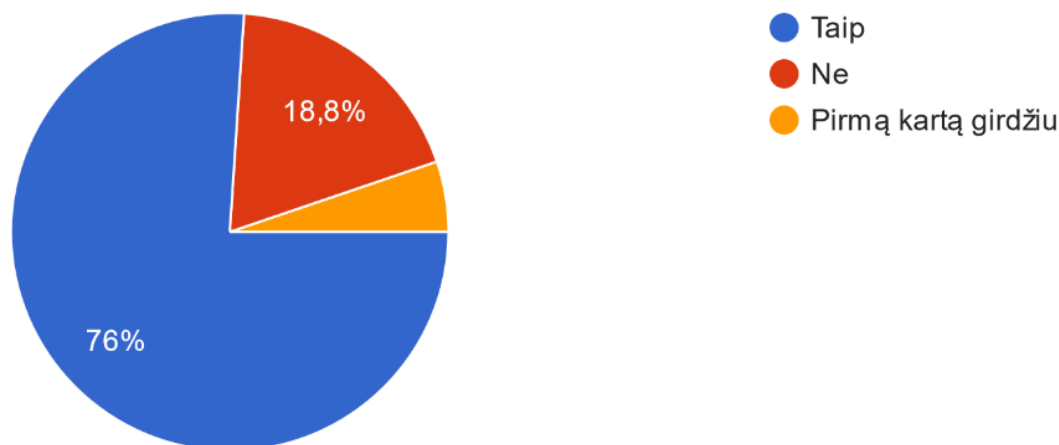
Apklaustos rezultatai parodė, kad daugiau kaip 77 proc. gyventojų renkasi keliones automobiliu kasdieniams poreikiams tenkinti. Šie skaičiai neigiamai veikia miesto infrastruktūros sistema, kuri piko valandomis yra perkrauta, susidaro spūstys arterinėse miesto gatvėse bei ties pagrindiniais įvažiavimais bei išvažiavimais. Siekiant sužinoti aplinkybes (žr. 11 pav.) gyventojai buvo apklausti prašant nurodyti pagrindines priežastis, kodėl nesinaudojama viešuoju transportu.



11 pav. Priežastys lemiančios gyventojų nenorą keliauti viešuoju transportu (sudaryta autoriaus)

Dabartinė Kauno miesto viešojo transporto infrastruktūra nėra pakankamai gerai išvystyta, daugelyje gatvių nėra atskiros juostos viešajam transportui, dėl to kelionės viešuoju transportu užtrunka gana ilgai, lyginant su kelionės trukme automobiliu. Šį teiginį pagrindė ir apklausti gyventojai, kurie akcentavo nepakankamą VT dažnumą bei trūkstantį tinklo tankumą. Pagal apklausos duomenis

viešuoju transportu naudojasi tik 12,5 % apklaustųjų, o automobiliu 77,1 %. Pagrindiniai kasdienių kelionių tikslai yra darbas, pramogų, kultūros, sporto, poilsio, viešųjų erdvių, socialinių ir gydymo įstaigų lankymas. Pėsčiųjų takų tinklas išvystytas gerai arba patenkinamai, tačiau šiuo būdu keliauja tik 3,1 % apklaustųjų. Didžiausia koncentracija darbo vietų yra senamiestyje arba netoli jo, tad daroma prielaida, kad gyventojai pėsčiomis keliauja šioje miesto dalyje, nes ir gyvenamas būstas yra netoliese. Dviračių takų tinklo išvystymą gerai arba patenkinamai gyventojai įvertino 88,5 %, tačiau dviratį kaip susisiekimo priemonę naudoja tik 1,0 % apklaustųjų. Važiavimas dviračiu yra sveikas, pigus ir tausojantis aplinką sprendimas, tačiau ši nauda lieka neišnaudota kuomet yra važiuojama automobiliais. Išanalizavus kitose valstybėse dviračių, kaip susisiekimo priemonės, naudojimą kasdienėms kelionėms matyti, kad Lietuvoje šis rodiklis gerokai per mažas. Vasarą (nuo birželio iki rugpjūčio) olandai važiuoja dviračiais 23,0 % kelionių, palyginti su maždaug 16,7 % vokiečiais. Straipsnio autorius (Hudde, 2023), analizuoja dviračių važiavimo rodiklius Olandijos miestuose, kurie yra gana aukšti ištisus metus, bet ne Vokietijos miestuose. Nepaisant, kad kaimyninių šalių klimatinės sąlygos skiriasi nežymiai, tačiau Vokietijoje žmonės į temperatūros pokyčius ir dienos ilgumą, reaguoja maždaug dvigubai stipriau. Tačiau nauda iš dalies lieka nepanaudota, jei vyrauja sezoniškumas važiuojant dviračiu, tai yra, kai žmonės daugiausia važinėja dviračiu vasarą, bet ne žiemą. Šis sezoniškumas pasirenkant transportą yra toliau neefektyvus infrastruktūrai ir viešajai erdvei. Blogiausiu atveju, dviračių takai vasarą perpildyti, o žiemą tušti. Aktyvios kelionės (vaikščiojimas ar važiavimas dviračiu) yra laikomos tvariausiomis ir mažai anglies dioksido į aplinką išskiriančiomis kelionėmis nuo A iki B. Tačiau grynasis aktyvių kelionių pokyčių poveikis su mobilumu susijusiems CO₂ emisijų pokyčiams yra sudėtingas ir nepakankamai ištirtas. Kaip teigia straipsnio (Brand ir kt., 2021) autorius, jeigu vidutinis žmogus dviračiu važiuoja 1 kelione per dieną daugiau ir 200 dienų per metus važiuojant 1 kelione per dieną mažiau, su judumu susijusio gyvavimo ciklo CO₂ emisija sumažėtų maždaug 0,5 tonos CO₂ per metus. Aplinkai galima nauda yra didelė, kadangi vidutinis vienam gyventojui tenkantis transporto išmetamo CO₂ kiekis svyruoja nuo 1,8 t CO₂ iki 2,7 t CO₂ žmogui per metus. Galima daryti išvadą, kad ne visuomet infrastruktūros būklė lemia gyventojų pasirinkimą keliauti, tačiau požiūris, patogumas ir kiti socialiniai veiksniai. Siekiant pagerinti situaciją ir paskatinti gyventojus naudotis alternatyviomis keliavimo priemonėmis, reikia investuoti į švietėjišką veiklą. Tai atskleidžia ir tolimesni gyventojų apklausos rezultatai (žr. 12 pav.), kuriame beveik ketvirtadalis gyventojų nėra susipažinę su valstybinės reikšmės projektu „Rail Baltica“.



12 pav. Gyventojų žinios apie „Rail Baltica“ projektą (sudaryta autoriaus)

Pagal apklausų rezultatus matome, kad didžioji dalis žmonių žino kas yra projektas „Rail Baltica“, tačiau beveik 19 proc. apklaustųjų sužinojo tik iš apklausos arba visai nebuvo girdėję 5 proc. gyventojų. Šios apklausos duomenys atskleidė, kad apie projekto svarbą yra nepakankamai žinoma. Įgyvendinat valstybinės reikšmės projektą yra paimamos žemės visuomenės poreikiams, tikėtina, kad didžioji dalis žmonių apie projektą ir sužino būtent šiame etape ir tai sukelia pasipriešinimą, neigiamą reakciją. Žmonių išitraukimą sustiprintų viešinimo kompanijos, kurios būtų organizuojamos pasitelkiant televiziją, radiją, internetą, spaudą ir kitus medijos kanalus, tai padėtų pasiekti daugiau žmonių. Labai svarbus aspektas skaidrumas, būtų nuolat informuojama apie projekto eigą, įgyvendinimo etapus, skiriamą finansavimą, tai sukeltų mažiau neigiamų pasekmių, o tuo pačiu ir sustiprintų svarbumą.

Analizuojat gyventojų mobilumą ir naudojimąsi geležinkelių transportu (žr. 13 pav.), buvo atskleista kokios priežastys lemtų gyventojų naudojimąsi šia alternatyvia susisiekimo priemone.

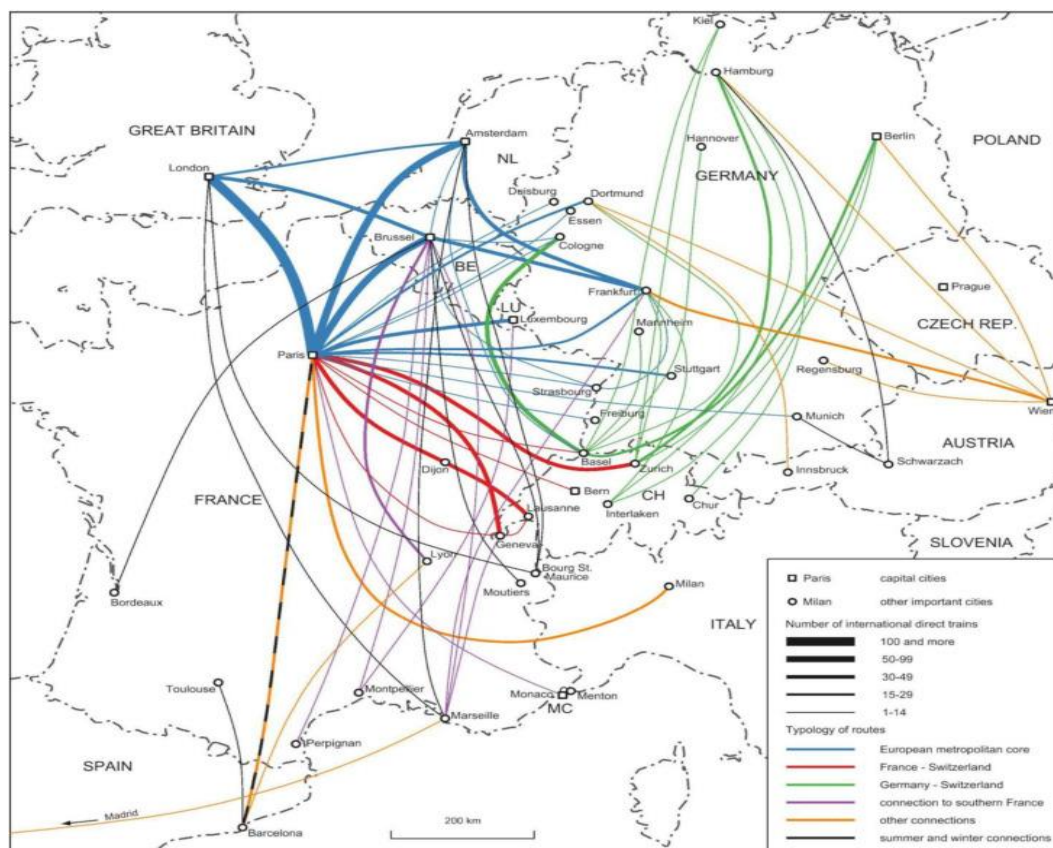


13 pav. Aplinkybės lemsiančios gyventojų pasirinkimą vykti geležinkelių transportu (sudaryta autoriaus)

Apklaustos rezultatai patvirtino, kad gyventojams svarbi papildoma viešojo transporto alternatyva, bet svarbiausia komfortiškai keliauti ir tuo pačiu metu tvarkyti darbo ir kitus reikalus bei sutaupytas laikas. Tačiau savivalda, turi kur kas didesnių iššūkių siekdama suvaldyti mieste esančias spūstis, didinti viešojo transporto patrauklumą ir gyventojų mobilumą.

Pasaulyje yra atliekama daug įvairių tyrimų susijusių su naujų viešojo transporto įdiegimo galimybėmis, alternatyvomis ir visuomenės požiūriu į tai. Tačiau vienas iš nedaugelio autorių (J. Wang ir kt., 2023) atliko pirmąjį pagrįstą natūrinį eksperimentinį tyrimą, kuris įvertino naujai įdiegtų geležinkelių tranzito infrastruktūrų poveikį kelionių elgsenai. Bendras poveikis buvo įvertintas atskirai pagal įvairius kelionės režimo rezultatus, atskleidžiant modalinio perėjimo modelį, reaguojant į geležinkelio tranzito infrastruktūrą. Naujų geležinkelių tranzito sistemų įdiegimas žymiai padidino važiavimo geležinkeliu kelionių skaičių, o autobusų, automobilių ir transporto priemonių dalis sumažėjo. Išvados rodo, kad perėjimas nuo autobusų ir automobilių gali būti priežastis, kodėl dėl intervencijos padidėjo kelionių skaičius geležinkeliu. Naudojimosi viešuoju transportu, kaip automobilių naudojimo pakaitalo, skatinimas yra esminis laukiamas investicijų į miesto geležinkelius rezultatas. Ankstesni tyrimai parodė, kad asmenys, gyvenantys netoli geležinkelio stočių, yra linkę rečiau naudoti savo asmenines transporto priemones, galbūt dėl to, kad yra patogus tranzitas, ypač vietovėse, kurioms būdingos didelės eismo spūstys.

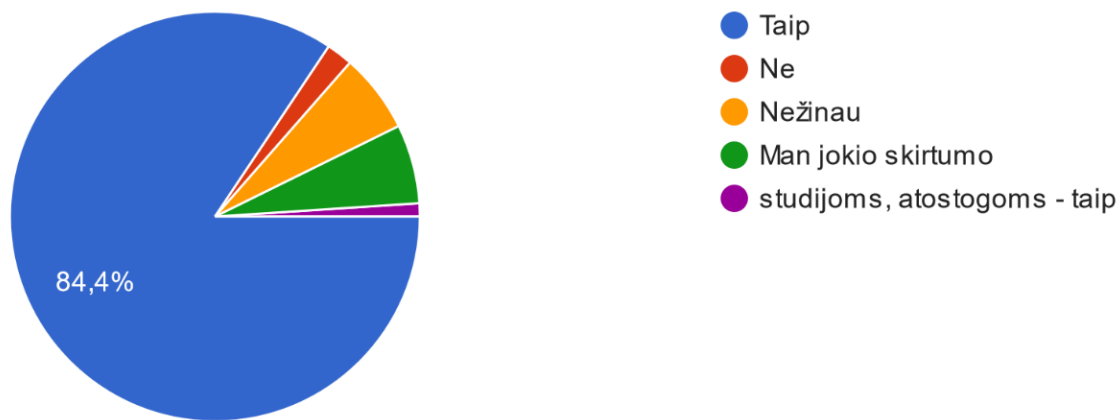
Geležinkelių transporto padėtis pervežimų rinkoje pradėjo būti gana sudėtinga XX a. Pagrindinė priežastis buvo konkuruojančių transporto rūšių, daugiausia automobilių ir lėktuvų, atsiradimas ir greitas vystymasis. Idėja į naują rinkos situaciją reaguoti eksploatuojant greitesnius geležinkelius kilo anksti, tačiau naujos greitojo keleivinio transporto sistemos buvo pradėtos statyti tik XX amžiaus antroje pusėje, o ES teisės aktų pasikeitimai įvyko tik 1990 m. Europos Parlamentui 1996 m. priėmus transeuropinio transporto tinklo (TEN-T) plėtros gaires (Europos Parlamentas, 1996 m.), buvo patvirtinta sujungtos Europos idėja, o nacionaliniai greitojo geležinkelio tinklai pradėjo lėtai jungtis. Esamų tarptautinių greitųjų traukinių maršrutai pavaizduotas (žr. 14 pav.), jungtys pateiktos schematiškai, linijos neatspindi tikrosios geležinkelių infrastruktūros.



14 pav. Tarptautinių greitųjų traukinių kryptys (Europos geležinkelių 2019 m. tvarkaraščio duomenys)

Pagal Europos tvaraus transporto žaliąjį kursą, geležinkelių ir ypač greitųjų geležinkelių (HSR), svarba išaugs. 2017 m. buvo nuspręsta, kad TEN-T bus išplėstas į Vidurio ir Rytų Europą ir apims Rytų partnerystės valstybes nares. Kaip teigia straipsnio autorė (Vrāna ir kt., 2023), kad dar trūksta daug tarpvalstybinių jungčių ir jos turi būti įtrauktos į Europos rinkas. Todėl, norint, kad Europos transporto politika atliktų integracinį vaidmenį ir sudarytų vieną iš prielaidų tolesnei ekonominei, darbo ar socialinei integracijai, būtina sutelkti dėmesį į kitas sritis. Visų pirma reikėtų pabrėžti galimybes skatinti tolimojo susisiekimo geležinkelių paslaugas ir padaryti jas patrauklesnes, įskaitant ekonomiškai periferinių krypčių įtraukimą. Šis aspektas būtinas, kad Europos geležinkelių politikos pasekmės pirmiausiai paveiktų ne tik paslaugas, teikiamas Europos metropolijos branduolyje ir regionuose, kurie jau yra taip glaudžiai tarpusavyje susiję kalbiniu ir ekonominiu požiūriu (Prancūzija, Šveicarija ir Vokietija).

Prie greitojo keleivinio transporto sistemos bus prijungta ir „Rail Baltica“ geležinkelio vėžė, kaip pavaizduota (žr. 15 pav.), didžioji apklaustų gyventojų dalis šį projektą vertina teigiamai. Taip pat didžioji dalis apklaustųjų sutiko, kad galimybė geležinkelio transportu pasiekti kitas Europos sostines sudarytų geresnes sąlygas studijuoti, dirbti ar atostogauti.



15 pav. Galimybės pasiekti kitas Europos sostines įvertinimas (sudaryta autoriaus)

Įgyvendinus infrastruktūrinius projektus, svarbiausias tikslas yra įvertinti ne tik tarptautinių maršrutų pobūdį Europos šalyse, atsižvelgiant į kelionės trukmę, apimtį, pasiskirstymą tarp Europos tarpvalstybinių HSR jungčių, bet kokią praktinę reikšmę, potencialą turės nagrinėjamai Kauno miesto susisiekimo sistemai.

2.2. Eksperimento tyrimo atlikimo metodas

Neatsiejama viešojo transporto susisiekimo dalis yra keleivių vežimas geležinkeliais, tačiau daugeliu atvejų mažiau prieinama transporto rūšis miestų ar kaimų gyventojams dėl geležinkelio stotelių ar stočių išsidėstymo. Dėl šios priežasties daugelis keliautojų renkasi paprasčiausią kelionės nuo durų iki durų sprendimą asmeniniu automobiliu. Šiandien, kai miestai susiduria su vis didėjančiomis eismo problemomis ir aplinkosauginiais iššūkiais, novatoriški būdai piliečių judumui gerinti būtini. Vienas iš tokių sprendimų yra mikromobilumas. Mikromobilumo transporto priemonės gali būti dviračiai, paspirtukai, riedlentės, elektroniniai dviračiai, taip pat mopedai, motoroleriai ir kita. Kaip teigia straipsnio autorius (Pribula ir kt., 2024) mikromobilumas orientuotas į alternatyvių transporto priemonių panaudojimą trumpiems atstumams, kurios gali turėti reikšmingą įtaką pagrindinio transporto pasiekiamumui ir kelionės patogumui. Vienas iš labai reikšmingų mikromobilumo privalumų yra jo galimas teigiamas ryšys su geležinkelių transportu. Mikromobilumas gali būti idealus būdas įveikti „pirmą kilometrą“ ir „paskutinį kilometrą“ keliaujant geležinkeliu, kai įlaipinimo ir išlipimo vietos nėra tokios prieinamos kaip, pavyzdžiui, miesto viešasis transportas. Be to, daugelyje geležinkelio stočių ar stotelių nėra parkavimo zonų. Žmonės negali pasinaudoti mikromobilumu ir patogiai iš namų nuvažiuoti į traukinių stotį, o tada iš geležinkelio stoties į paskirties

vieta. Mikromobilumas gali padidinti geležinkelio stočių prieinamumą, tačiau nėra vienos priemonės ar būdo, kuris nulemtų, kad jis taptų pagrindine viešojo transporto alternatyva, tačiau geležinkelio transportas gali prisidėti prie esamos viešojo transporto susisiekimo sistemos gerinimo.

Mokslinėje literatūroje galime rasti taikomąjį ekspertų metodą. Tai ekspertų apklausa, kurios svarbiausi požymiai yra susiję su reikalavimais ekspertų kvalifikacijos lygiui įvertinti, būtinam jų skaičiui nustatyti, klausimyno turiniui, atsakymams įvertinti ir analizei naudojant matematinę statistiką (Juškevičius, 2013).

Pagal ekspertų kriterijų vertinimas, toliau skaičiavimai atliekami Kendall'o metodu. Šį metodą, padedantį išskirti nesuderinamus vertinimus, pirmasis ir pasiūlė M. Kendall'as (Abdi, 2007). Ekspertinis vertinimas paremtas prielaida, kad sprendimas gali būti gautas tik esant ekspertų nuomonių suderinamumui, todėl iš ekspertų grupės pašalinami ekspertai, kurių nuomonės skiriasi nuo daugumos. Jei ekspertų nuomonės pasiskirsto į dvi ar daugiau grupių, tokiu atveju, vis tiek pasiekiamas vertinimo tikslas – nustatoma, kad bendros nuomonės nėra. Siekiant patikrinti ekspertų nuomonių suderinamumą naudojamas konkordancijos koeficientas.



16 pav. Tipinė Kendall'o metodo taikymo schema (sudaryta autoriaus)

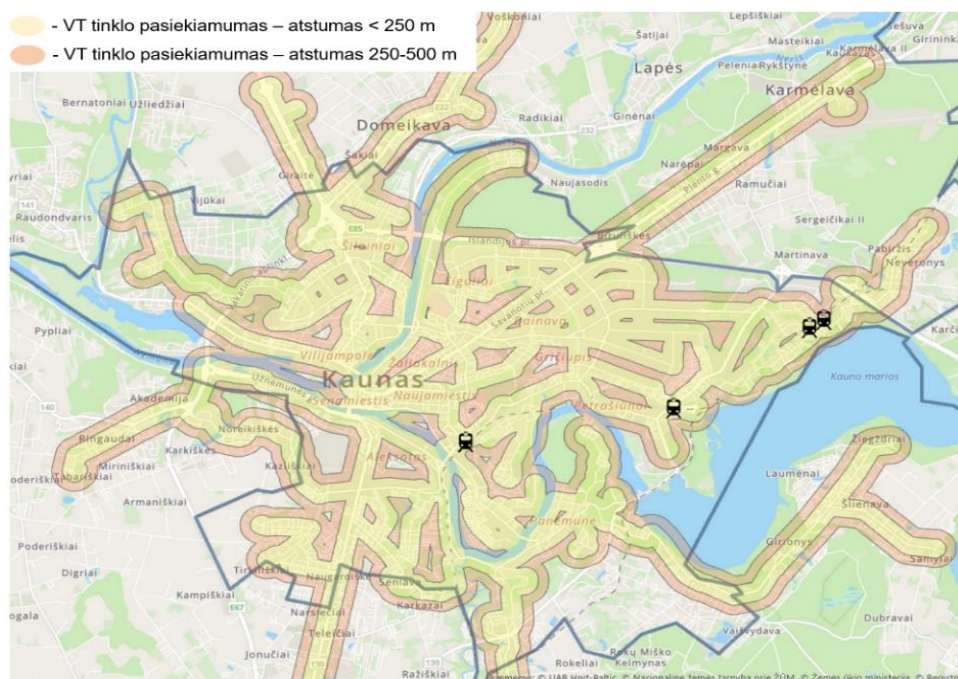
Bendroji individualaus eksperto suderinamumo kriterijaus sudarymo schema sudaryta iš kelių etapų:

1. parenkamas ekspertų nuomonių suderinamumo matas.

2. nustatomas prieštaringų vertinimų „etaloninis“ modelis.
3. apskaičiuojamas pasirinkto modelio mato skirstinys darant tam tikras prielaidas apie modelio parametrus.

2.3. Viešojo transporto pasiekiamumas

Magistro darbe nagrinėjama „Rail Baltica“ įtaka Kauno miesto susisiekimo sistemai. Siekiant nustatyti „Rail Baltica“ įtaką Kauno miesto susisiekimo sistemai būtina pagal kompleksinius vertinimo kriterijus, sudaryti hierarchinį vertinimo modelį, daugiakriteriniais metodais palyginti susisiekimo sistemos scenarijus. Atsižvelgiant į (žr. 17 pav.) išmatuotą viešojo transporto tinklo pasiekiamumą – matome, kad vyrauja atstumai nuo esamo viešojo transporto tinklo iki 250 m arba 250–500 m atstumai, kurie gali būti įveikiami pėsčiomis.



17 pav. Kauno miesto esamo viešojo transporto tinklo pasiekiamumo schema (sudaryta autoriaus)

Tačiau yra teritorijų, kuriose viešasis transportas yra neišvystytas arba iki jo atstumai yra didesni nei 500 m. Iš analizuotų dokumentų bei įvertinus esamą gatvių tinklą bei gatvėmis važiuojančio viešojo transporto kiekį (jo dinamiką) bei pasiskirstymą, darau išvadą, kad gatvių tinklas yra artimas optimaliam ir tinkamas Kauno miesto naudotojams, kurie gali judėti miesto viduje, taip pat yra jungtys su Kauno rajonu.

2.4. Viešojo transporto naudojimo kriterijai kasdienių kelionių metu

Kiekvieną dieną Kauno miesto gyventojai keliauja į darbą, mokyklą, studijuoti arba veža mažus vaikus į darželį, važiuoja apsipirkti ar pramogauti. Tokiam tikslui gyventojai dažnai renkasi automobilį su kuriuos greičiau pasiekia kelionės tikslą bei tai atlieka komfortiškai. Tačiau siekiant pakeisti įpročius ir didinti viešojo transporto patrauklumą reikia atlikti analizę, kokioms aplinkybėms esant ši situacija galėtų pasikeisti.

Kriterijų sąrašas sudarytas ekspertizės būdu, tai yra mokslinio darbo vadovas ir magistrantas kartu atrinko ir pateikė ekspertams kriterijus. Ekspertų grupę sudarė teritorijų planavimo ir susisiekimo sistemų specialistai. Jie buvo parinkti atsižvelgiant į jų darbo stažą, tai yra darbo trukmė ne mažesnė nei 10 metų, ir patirtį (Zavadskas et al. 2010a). Apklausti 12 ekspertų, kuriems pateikti 11 kriterijų (žr. 1 lentelę).

1 lentelė. Kauno miesto susisiekimo sistemą lemiantys kriterijai

Kriterijaus Numeris	Kriterijaus pavadinimas	Matavimo vienetai	Nuomonė dėl kriterijaus būtinumo dalyvauti vertinime
A1	Traukinio bilieto kaina	Eur.	1. Traukinio bilieto kaina mažesnė nei autobuso 2. Lygi autobuso kainai 3. Didesnė kaina, tačiau susisiekimas nuo taško A iki B patogesnis, greitesnis ekologiškesnis
A2	Integruotas bilietas	Balai nuo 1 iki 3	1 – integruotas bilietas su kitomis miesto ir rajono viešojo transporto priemonėmis 2 – integruotas su regiono transportu 3 – integruotas bilietas su kitais Lietuvos miestais
A3	Kelionės trukmė	min.	Kelionė traukiniu užtrunka trumpiau pasiekti miesto centrą
A4	Geležinkelio stočių pasiekiamumas su kitomis miesto transporto rūšimis	proc.	Nuo geležinkelių stočių keliones galima tęsti kitu viešuoju transportu, pritaikomumo įvertinimas
A5	Paslaugų komforto išvystymo lygis	Balais nuo 1 iki 3	1 – ekonominės klasės patogumai 2 – aukštesni nei ekonominės klasės patogumai, WiFi, tualetas, kondicionierius 3 – nemokami gėrimai, aukščiausios kokybės sėdimos vietos ir kt. paslaugos esančios 2 scenarijuje
A6	Kauno mazge visų pravažiuojančių	proc.	Geležinkelio transportas netarši transporto priemonė, planuojama elektrifikuoti visa

	traukinių CO2 tarša		apimtimi, priemonė atitinka ES žaliojo kurso teisingą pertvarką
A7	Viešojo transporto patrauklumo didinimas	Balais nuo 1 iki 5	1 – niekas nepasikeičia 2 – padaugėja kelionių viešuoju transportu 3 – sumažėja individualių transporto priemonių skaičius miesto centre 4 – mieste išplečiamos juostos viešajam transportui 5 – atsiranda autonominis viešasis transportas
A8	Turistinių kelionių augimas	Nuo 0 iki 10 proc.	1 – dėl pagerėjusios susisiekimo su Kauno oro uostu turistų skaičiaus augimas iki 1 proc. 2 – dėl pagerėjusios susisiekimo su Kauno oro uostu turistų skaičiaus augimas iki 3 proc. 3 – dėl pagerėjusios susisiekimo su Kauno oro uostu turistų skaičiaus augimas iki 5 proc. Tikėtinas didesnis turistų skaičius iš Baltijos šalių ir Lenkijos dėl pasirašytos trišalės sutarties tarp „Rail Baltica, LTG Infra ir „PKP Polskie Linie Kolejowe“
A9	Kauno miesto ir rajono viešojo transporto sistemos išvystymo lygis	Balai nuo 1 iki 5	1 – greitieji autobusai 2 – elektra varomas viešasis transportas 3 – atsiranda pakankamai elektros pakrovimų stotelių 4 – modernios persėdimo stotys su dviračių saugyklomis 5 – tramvajaus atsiradimas Kauno mieste
A10	„Rail Baltica“ koridoriaus įtaka Kauno miesto gatvių susisiekimo tinklui	min.	Kai kuriose Kauno miesto vietose dėl „Rail Baltica“ statybų gerėja susisiekimas gatvėmis (pvz.: Pietrytinio aplinkkelio statyba ties Amaliais). Kelionių trukmė automobiliu „Rail Baltica“ paveiktuose mazguose galimai sutrumpės
A11	Dviguba infrastruktūros nauda krovinių pervežimui ir kariniam mobilumui	t./metus	Pervežamų krovinių kiekis per metus galimai padidės prie krovinių pervežimo galima priskirti karinės technikos gabenimą, kuri reikalinga dėl šalies saugumo situacijos tiek gynybos, tiek ir karinių konfliktų atgrasymo prasme

A1 – geležinkelio transporto kaina tiesiogiai priklauso nuo pervežamų keleivių skaičiaus, kuo naudojimasis šia viešojo transporto rūšimi bus didesnis, tuo galima pasiūlyti žemesnes kainas. Taip pat tai susiję ir su kito viešojo transporto paslaugų kainomis bei integralumu.

A2 – integracija yra organizacinis procesas, kurio elementai viešojo transporto sistemos (tinklas ir infrastruktūra, bilietų kainos ir bilietus, informaciją ir rinkodarą ir kt.) aptarnauja įvairūs operatoriai, kurie naudojami skirtingomis transporto rūšimis, bendrauti efektyviau ir glaudžiau. Tai lemia apskritai kelionių sąlygų ir paslaugų kokybės gerinimas. Paprastai miesto viešojo transporto paslaugose žodis „integracija“ naudojama sprendimams, garantuojantiems paslaugos tęstinumą „nuo durų iki durų“ (Poliak ir kt., 2017).

A3 – siekiant gyventojus pritraukti naudotis viešuoju transportu turi būti užtikrinta sklandi ir greitai bendra kelionė iš priemiesčio geležinkelio tinklo iki miesto centro trukmė, kad keleiviai išvengtų persėdimų arba jie būtų trumpi, nes būtų sukurta trūkstama jungtis tarp autobusų (troleibusų) ir geležinkelio tinklo.

A4 – sudarant galimybes iš priemiesčio geležinkelio transportu pasiekti miesto centrinę dalį, būtina užtikrinti, kad tiek nuo priemiesčio stoties, tiek nuo miesto centrinės stoties būtų sklandūs persėdimai į kitą viešojo transporto rūšį.

A5 – paslaugų komforto lygis yra susijęs su fiziniais pokyčiais, tokiais kaip transporto priemonių įrengimas, komforto lygis juose. Fizinė integracija siekiama planuoti sistema kruopščiai per gerą stoties dizainą, patogius pėsčiųjų takus, taip pat integracija naujų maršrutų ir persėdimų punktų pertvarkos. Ne mažiau svarbus aspektas autobusų stotelių, stočių ir persėdimų centrų vieta ir įrengimas, taip pat jų dizainas.

A6 – traukinys ekologiškiausia sausumos transporto priemonė. Didžioji dalis Europoje esančių geležinkelio linijų yra elektrifikuotos, tad keliaujant geležinkeliais tas pats atstumas įveikiamas išmetant gerokai mažiau CO₂ nei keliaujant kelių ar oro transporto priemonėmis. Be to, tai vienintelis transporto sektorius, kuriame, net didėjant transporto srautams, nuo 1990 m. beveik nuolatos mažėjo išmetamas CO₂ kiekis. Siekiama, kad geležinkelio transportas būtų elektrifikuotas 100 proc., tačiau išlieka tikimybė, kad pereinamuoju laikotarpiu bus naudojami ir esamos taršesnės transporto priemonės.

A7 – tradicinis požiūris į viešąjį transportą yra toks, kad keliautojai pervežimus suvokia kaip neigiamą patirtį dėl didelių laiko sąnaudų, neapibrėžtumų, viešojo transporto vėlavimo. Siekiant didinti viešojo transporto patrauklumą reikia suderinamumo tarp bilietų kainos, laukimo tarp persėdimų,

komforto sukūrimo, sugaištamo kelionės laiko. Išsprendus šiuos klausimus ir jiems derant tarpusavyje viešojo transporto pasisiekimas geležinkeliu yra perspektyvus.

A8 – daugelyje šalių turizmas yra svarbus, kuriant BVP, papildomas darbo vietas, aktyvuoja tarptautinės prekybos balansą. Turizmas turi didelės įtakos statybai, žemės ūkiui, plataus vartojimo prekių gamybai, todėl analizuojamas kaip socialinės – ekonominės raidos katalizatorius ir daugelyje šalių, taip pat ir Lietuvoje, pripažįstamas prioritetine ūkine veikla (Labanauskaitė, 2008).

Kiekviena tarptautiniuose turizmo mainuose dalyvaujanti šalis siekia skatinti atvykstantąjį turizmą, siekdama stiprinti jo sąlygotą teigiamą poveikį ekonomikai. Kuriant atvykstantojo turizmo produktą, turistus priimanči šalis yra žymiai aktyvesnė, jai atvykstantojo turizmo produkto eksporto grynujų pajamų pavidalu vidutiniškai atitenka iki 80 proc. visų su kelione susijusių lankytojo išlaidų.

A9 – transporto infrastruktūros plėtra yra viena prioritetinių Lietuvos krypčių. Pastaraisiais metais stebimas didesnis dėmesys nacionalinio lygmens transporto linijų statybos projektams, bet ES kontekste infrastruktūros būklė ir viešojo transporto išsivystymas yra nepakankamas. Siekiant geresnių rodiklių būtina atnaujinti esamą viešąjį transportą, investuoti į atsinaujinančios energijos priemones.

A10 – kiekvieno miesto susisiekimo sistema ir jos išvystymo lygis yra skirtingas, kuris dažnu atveju priklauso nuo istoriškai susiklosčiusio gatvių tinklo, įvairios paskirties pastatų išsidėstymo, gamtinių objektų (upės, ežerai, kalnai ir pan.) ir kitų mažiau svarbių objektų. Kai kuriose Kauno miesto vietose dėl „Rail Baltica“ statybų gerėja susisiekimas gatvėmis (pvz.: Pietrytinio aplinkkelio statyba ties Amaliais). Kelionių trukmė automobiliu „Rail Baltica“ paveiktuose mazguose galimai sutrumpės. Įtaka gali būti tiek dėl konkrečių darbų, tiek dėl besikeičiančių įpročių.

A11 – šis kriterijus šių dienų kontekste gana svarbus, nes geležinkelio transporto atsiradimas yra dviguba infrastruktūros nauda krovinių pervežimui ir karinio mobilumo didinimui. Pervežamų krovinių kiekis per metus galimai padidės, prie to galima tiesiogiai ir netiesiogiai priskirti Lietuvos gynybai skiriamų lėšų dalį, kuri reikalinga dėl šalies saugumo situacijos gynybos ir karinių konfliktų atgrasymo prasme.

2.5. Antrojo skyriaus išvados

1. Nustatyta, kad Kauno miesto viešojo transporto susisiekimo tinklas pakankamai gerai išvystytas, vyrauja atstumai iki 250 m arba 250–500 m atstumai, kurie gali būti įveikiami pėsčiomis. Tačiau dalyje miesto yra teritorijų, kuriose viešasis transportas yra neišvystytas arba iki jo atstumai yra didesni nei 500 m.

2. Kauno mieste mobilumo teritorija didėja ir vis daugiau gyventojų keliai gyventi į miesto kraštinius mikrorajonus bei miesto priemiestį. Dėl šios priežasties išaugo važiuojančių iš priemiestinės zonos į miesto centrą automobilių srautai, o tai sukelia papildomas automobilių spūstis ir didina anglies dioksido išmetimo kiekius.

3. Siekiant pateikti galima alternatyvas Kauno miesto susisiekimo sistemos tobulinimui, sudarytas kriterijų sąrašas, kuris pateiktas ekspertams įvertinti ir nustatyti jų reikšmingumą susisiekimo sistemai.

3. GELEŽINKELIO SISTEMOS EFEKTYVUMO VERTINIMAS

3.1. Susisiekimo scenarijų pagrindimas

Patikimos miesto augimo prognozės padeda suprasti ir spręsti daugialypes problemas, su kuriomis susiduria visuomenė. Šiame darbe ištyrėme galimą „Rail Baltica“ projekto ir atsirasiančios infrastruktūros poveikį Kauno miesto susisiekimo sistemai, pagal kriterijus palygindami miesto projekcijas keliais scenarijais.

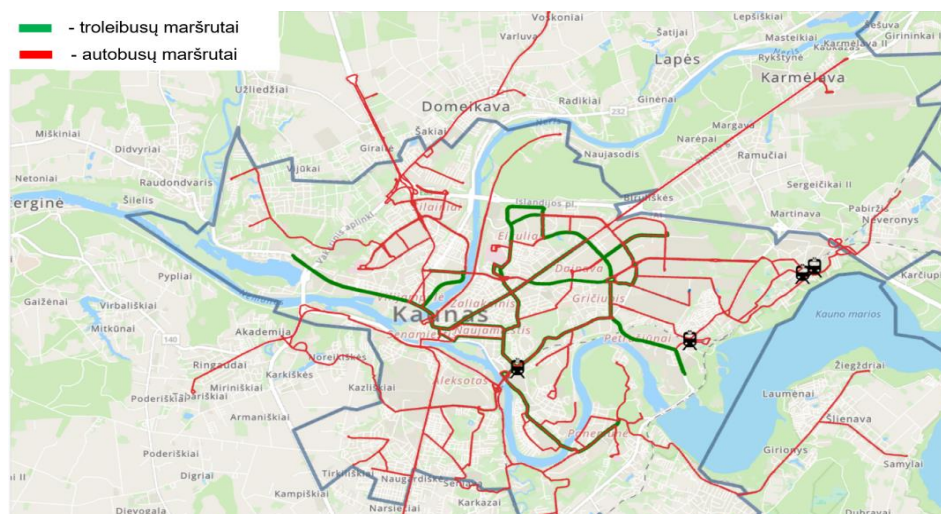
Esminis mokslinių tyrimų prioritetas – kaip visapusiškai išnaudoti miesto geležinkelių tranzito tinklą, jį išnaudojant teikiamų transporto paslaugų efektyvumui ir užtikrinant patikimą bei greitą jų plėtrą. Tai taip pat yra tvarios miesto transporto sistemos kūrimo pagrindas, suteikiantis teorinį pagrindą geresniam moksliniam planavimui, išlaidų taupymui ir geresniam keleivių aptarnavimui (L. Wang ir kt., 2023).

Daugiau nei pusė pasaulio gyventojų nuo 2018 m. gyvena miestuose. Manoma, kad iki 2050 m. miestų gyventojų skaičius pasieks 68 % pasaulio gyventojų, o maždaug 90 % šio padidėjimo įvyks Azijoje ir Afrikoje (Jungtinės Tautos). Miesto gyventojų skaičiaus padidėjimas lemia urbanizaciją, kuri apibrėžiama kaip vietovės žemės dangos pasikeitimą iš laukų į miesto tipą (pvz., pastatai, keliai). Urbanizacijos lygis yra pagrindinis tvarių miestų vertinimo ir projektavimo parametras. Naudodamiesi šia informacija, planuotojai ir mokslininkai gali įvertinti socialines ir ekonomines sąlygas bei riziką aplinkai. Pavyzdžiui, pasaulinio masto miestų klimato kaitos prognozėse klimato modeliams reikia numatyti žemės dangą ir socialines bei ekonomines sąlygas kaip paviršiaus ribas, kad būtų galima tinkamai modeliuoti sinergetinę miestų, jų artimiausios aplinkos ir atmosferos sąveiką (Galang ir kt., 2023). Tobulėjant miestų ir rajonų susisiekimo tinklui, vis daugiau keleivių derina viešojo transporto ir privataus transporto naudojimą kartu. Norint teikti kokybiškesnes paslaugas, būtina integruoti ir prognozuoti geležinkelio tinklo keleivių srautus, kad būtų pagerintas skirtingų transporto rūšių susisiekimas tarpusavyje. Daugiapakopio geležinkelio tranzito keleivių srauto prognozavimo sudėtingumas slypi dėl duomenų erdvinių ir laiko charakteristikų sudėtingumo, skirtingų keleivių srautų sudėties charakteristikų ir tyrimo sudėtingumo. Kaip teigia (Feng ir kt., 2023) šiuo metu didžioji dalis tyrimų orientuota į vieną susisiekimo rūšį arba keleivių srautą mieste, o išsamios keleivių srautų analizės pagal įvairias transporto rūšis yra mažiau.

Pasak (De Aloe ir kt., 2023) pastaruoju metu daugelis vidutinio dydžio Europos miestų pašalino geležinkelio bėgius iš miestų gatvių ir apribojo regioninius traukinius iki stočių, kurios anksčiau buvo

mažiau patrauklios daugeliui keleivių. Vidutiniuose ir mažuose miestuose, kur masinio greitojo tranzito sistemų diegimas gali būti gana brangus, technologijos gali padėti sukurti perspektyvų sprendimą dėl antžeminių geležinkelių transporto priemonių tranzito sistemų sąveikos, ribojant investicijas į infrastruktūrą. Kauno mieste tokių pokyčių atlikti nereikia, nes planuojama geležinkelio vėžė bus atskirta nuo kito transporto, bet turės pagrindinę geležinkelio stotį netoli miesto centrinės dalies.

„Rail Baltica“ regioninės stotys ir stotelės bus įrengtos taip, kad užtikrintų regioninio transporto paslaugas. Regioninių stotelių ir stočių įrengimas bus kiekvienos Baltijos šalies nacionalinė atsakomybė. Atsižvelgiant į keleivių kiekį, regioninės stotys ir stotelės bus trijų tipų: paprastoji, didžioji ir perono. „Rail Baltica“ veiklos plane numatytas toks regioninių stočių ir stotelių skaičius: Estijoje – 12, Latvijoje – 15, Lietuvoje – 10. Visos regioninės stotys ir stotelės bus projektuojamos taip, kad būtų prieinamos visoms keleivių grupėms ir pasiekiamos įvairiomis transporto rūšimis: dviračiais, visuomeniniu transportu, automobiliais. Kiekvienoje stotyje ir stotelėje bus įrengta automobilių stovėjimo aikštelė, elektromobilių įkrovimo stotelė, dviračių stovėjimo aikštelė. Esamos ir planuojamos stotys pavaizduotos (žr. 18 pav.).



18 pav. Kauno miesto viešojo transporto ryšių su geležinkelio sustojimais schema (sudaryta autoriaus)

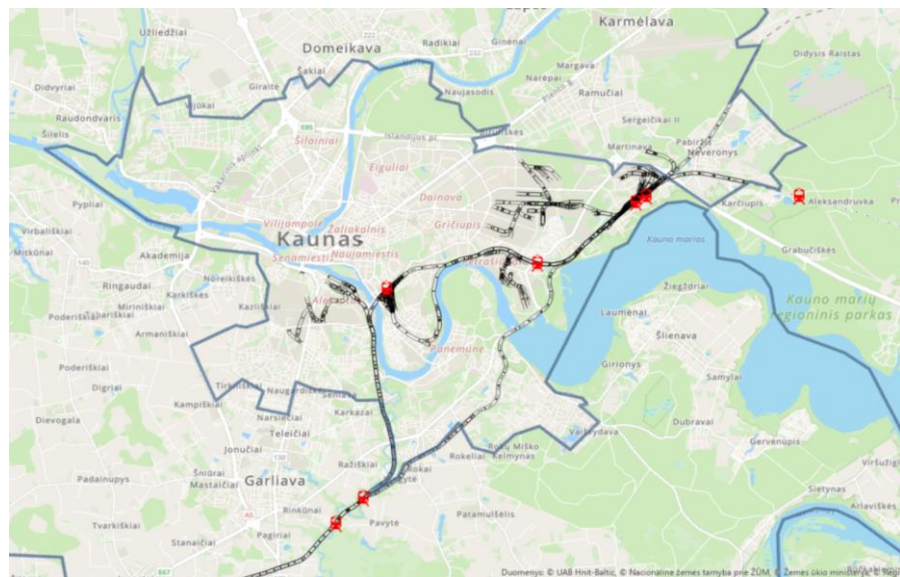
Prieš atliekant viešojo transporto naudojimo galimų scenarijų tyrimus, buvo suformuluoti ir pagrįsti kriterijai, susieti su susisiekimo sistema mieste. Atrinkau 11 kriterijų susietų su gyventojų poreikiu naudotis viešuoju transportu. Pagal kriterijus suformulavau tris galimus scenarijus:

- A – „Rail Baltica“ geležinkelio vėžė labai pagerins Kauno miesto susisiekimo sistemą.
- B – „Rail Baltica“ geležinkelio vėžė iš dalies pagerins Kauno miesto susisiekimo sistemą.
- C – „Rail Baltica“ geležinkelio vėžė neįtakos Kauno miesto susisiekimo sistemos.

Pagal UAB „Kauno autobusai“ atliekamus keleivių pasitenkinimo viešuoju transportu apklausos duomenis, dauguma viešojo transporto (VT) keleivių yra mokiniai, studentai, vyresnio amžiaus žmonės – t. y. grupės, kurios renkasi VT, nes neturi asmeninio automobilio, gauna mažesnes pajamas. Atlikus anketinę gyventojų apklausą ir iš jos galima daryti išvadą, kad pagrindinis faktorius lemiantis naudojimąsi VT yra jo greitis bei išvystymo lygis, šios aplinkybės yra apčiuopiamos ir įgyvendinamos, be jų yra ir subjektyvios aplinkybės. Aš pastebėjau, kad ilgalaikėje darnaus judumo strategijoje VT turi perspektyvų augti ir prie to gali prisidėti geležinkelio transportas.

ES regioninės politikos tikslas – nuosekliai mažinti regionų socialinius ir ekonominius skirtumus ir skatinti tolygią visos ES raidą. Todėl bendrasis ES regioninės politikos tikslas yra socialinė ir ekonominė sanglauda, kuria siekiama spartesnio bendro šalies ekonominio bei visuomenės gyvenimo kokybės gerėjimo mažiau išsivysčiusiuose regionuose. Formuoti socialinius ir ekonominius bei aplinkosaugos reikalavimus atitinkančią infrastruktūrą (materialios ir nematerialios investicijos į ilgalaikį turtą, žmogiškuosius išteklius).

Pastebėjau, kad Kauno miesto darnumo plane nedaug yra analizuojamas esamas geležinkelis (žr. 19 pav.) kaip miesto susisiekimo sistemos dalis, tačiau įvertinus planus dėl viešojo transporto plėtros, darnaus judumo, bemotorio transporto įgyvendinimo, galima daryti prielaidą, kad geležinkelio sistema turi galimybių reikšmingai prisidėti prie planuose numatytų tikslų įgyvendinimo.



19 pav. Kauno miesto esama geležinkelio tinklo schema (sudaryta autoriaus)

Iš parengtos schemos matyti, kad mieste yra geležinkelių trasos fragmentų, kurie jungiasi su centrine geležinkelio arterija ir yra netoli kitų geležinkelio sustojimų, galima daryti prielaidą ateityje šį tinklą patobulinti ir turėti papildomus viešojo transporto maršrutus ir vietovių, kurios anksčiau buvo pramoniniai rajonai, o dabar konvertuojasi į gyvenamuosius rajonus.

3.2. Daugiatikslis vertinimas COPRAS metodu

Ekspertų grupės nuomonių suderinamumo lygį nustato konkordancijos koeficientas (W) (Abdi, 2007) (1, 2, ..., r ; 1, 2, ..., m), čia r – ekspertų skaičius, m – lyginamų kriterijų skaičius. Konkordancijos koeficientui skaičiuoti būtinas ekspertų kriterijų rangavimas. Vienodiems vertinimams priskiriamas tas pats rangas – eilinių rangų aritmetinis vidurkis. Ekspertai rangavo pateiktus 11 kriterijų, išdėstydami juos eilės tvarka, vertinimo tikslo svarbumo atžvilgiu. Svarbiausiam kriterijui buvo priskirta aukščiausia reikšmė, lygi vienetui, sekančiam kriterijui – 2 ir taip toliau, mažiausiai svarbiam kriterijui – 11. Rangavimas leidžia ekspertams išskirti svarbiausius ir ne tokius svarbius kriterijus, įvertina jų reikšmingumą. Matematinės statistikos metodais nustatomas ekspertų nuomonių suderinamumas. Pagal svorių mažėjimą galima sureitinguoti kiekvieno eksperto vertinimus ir suskaičiuoti konkordancijos koeficientą. Kriterijų rangavimo rezultatai pateikti (žr. 2 lentelę).

2 lentelė. Ekspertų vertinimo rangai

Ekspertai, i=1,2,...n	Kriterijai j=1,2,...m										
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	q11
E1	8	9	1	2	4	10	6	7	5	3	11
E2	3	2	4	5	7	11	6	8	9	1	10
E3	5	7	1	2	4	6	11	8	9	10	3
E4	3	5	1	2	4	11	7	9	6	8	10
E5	10	5	1	4	3	11	2	7	6	8	9
E6	9	10	1	2	8	7	4	11	5	3	6
E7	1	4	2	3	6	5	7	8	9	10	11
E8	7	11	9	1	3	10	4	2	8	5	6
E9	4	10	1	2	3	11	5	9	7	8	6
E10	6	7	2	3	8	9	4	10	5	11	1
E11	5	11	1	3	9	4	10	6	7	8	2
E12	3	7	1	5	8	9	4	2	6	10	11
R _{ij} rangų suma	64	88	25	34	67	104	70	87	82	85	86
Vieta	3	10	1	2	4	11	5	9	6	7	8
R _{ij} skirtumas	-8	16	-47	-38	-5	32	-2	15	10	13	14
Vidutinis rangas R _j	5,333	7,333	2,083	2,833	5,583	8,666	5,833	7,25	6,833	7,083	7,166
R _{ij} skirtumo kvadratas	64	256	2209	1444	25	1024	4	225	100	169	196

Konkordancijos koeficiento W skaičiavimui reikia žinoti: kiekvieno kriterijaus rangų sumą, bendrą vidurkį, dydžių nuokrypių nuo bendro vidurkio kvadratų sumą. Radus visus reikiamus dydžius, toliau skaičiuojamas konkordancijos koeficientas. Rangų suma suskaičiuojama pagal formulę ir surašoma į (žr. 2 lentelę):

$$\sum_{i=1}^n R_{ij} = R_j. \quad (1)$$

Rangų vidurkis apskaičiuojamas iš gautų duomenų (2 lentelė) ir formulę:

$$\bar{R}_j = \frac{\sum_{i=1}^n R_{ij}}{n}. \quad (2)$$

čia: n – ekspertų skaičius.

Rangų skirtumas skaičiuojamas:

$$\sum_{i=1}^n - \frac{n(m+1)}{2}. \quad (3)$$

čia: n – ekspertų skaičius, m – kriterijų skaičius. Skirtumai pakeliami kvadratu ir apskaičiuojama jų suma, kuri lygi $S = 5716$.

Prieš skaičiuojant Kendall'o konkordancijos koeficientą, ekspertų vertinimai ranguojami. Iš pradžių, kiekviename stulpelyje esančios reikšmės keičiamos rangais. Tikrinama ar ekspertų vertinimai dera tarpusavyje. Radus reikiamus dydžius, toliau skaičiuojamas konkordancijos koeficientas pagal 4 formulę. Konkordancijos koeficientas skaičiuojamas:

$$W = \frac{12S}{n^2(m^3-m)}. \quad (4)$$

čia: n – ekspertų skaičius, m – kriterijų skaičius.

Apskaičiuotas konkordancijos koeficientas $W = 0,3609$.

Konkordancijos koeficiento reikšmingumas ir grupės ekspertų vertinimų reikšmingumas apskaičiuojamas pagal 5 formulę.

Konkordancijos koeficiento reikšmingumas apskaičiuojamas:

$$X^2 = n(m-1)W. \quad (5)$$

čia: X^2 – konkordancijos reikšmingumas, n – ekspertų skaičius, m – kriterijų skaičius.

$$X^2 = 43,303.$$

$W_{\min}$ apskaičiuojamas:

$$W_{\min} = \frac{X_{\chi^2, \alpha}^2}{n(m-1)}. \quad (6)$$

čia: X^2 – konkordancijos reikšmingumas, n – ekspertų skaičius, m – kriterijų skaičius.

$$W_{\min}=0,169$$

Apskaičiuotas $W_{\min} \lll W$, todėl šiuo atveju $0,169 \lll 0,3609$ laikoma, jog ekspertų nuomonės suderintos.

Pagal gautas reikšmes, skaičiuojame kriterijų svorius Q pagal formulę:

$$Q = \frac{(m+1) - \bar{R}_j}{\sum_{j=1}^{10} \bar{R}_j}. \quad (7)$$

čia: Q – svorių kriterijus, m – kriterijų skaičius.

Remiantis (7) formule, suskaičiuoti visos 12 ekspertų svorių reikšmės suteiktiems vienuolikai kriterijų. Ekspertų kriterijų svorių reikšmių vidurkiai pateikti (žr. 3 lentelę).

3 lentelė. Kriterijų svorių reikšmės

q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7	q8	q9	q10	q11	q suma
0,1010	0,0707	0,1502	0,1388	0,0972	0,0505	0,0934	0,0719	0,078	0,0744	0,0732	1,00

Pagal ekspertų apklausos duomenis, svarbiausias rodiklis yra kelionės trukmė, jo reikšmingumas siekia net – 0,1502. Antroje vietoje liko geležinkelio stočių pasiekiamumas su kitomis transporto rūšimis – 0,1388, toliau sekė traukinio bilieto kaina – 0,1010. Respondentų nuomone mažiausiai reikšmingas yra Kauno mazge visų pravažiuojančių traukinių CO₂ taršos kriterijus – 0,0505.

Siekiant apskaičiuoti, kuri iš galimų alternatyvų yra realiausia, skaičiavimams atlikti naudosis COPRAS metodą (Zavadskas, 1996).

Siekiant, kad pasitvirtintų A scenarijus turi būti įgyvendintos tiek žaliajo kurso, tiek darnaus judumo planų strategijos bei pasiekti infrastruktūriniai bei socialiniai pokyčiai. Be minėto viešojo transporto skatinimo, infrastuktūros plėtros, mikromobilumo didėjimo, susisiekimo priemonių patogumo ir kitų veiksmų, turi pasikeisti ir gyventojų elgsena. Šiuo metu maža dalis gyventojų naudojami VT, kuris sąlyginai tik pritaikytas vežti dviračius, nekalbant apie dviračių saugyklų plėtrą šalia sustojimų. Taip pat turi būti įgyvendintos ir kitos priemonės, kad iki sustojimo terminalų būtų galima sklandžiai atvykti ir kitomis priemonėmis: viešuoju transportu, pėsčiomis ar dviračiu. Neįgyvendinus darnaus judumo priemonių šis scenarijus sunkiai įgyvendinamas, nes geležinkelio transportas tik viena jo iš susidedamųjų dalių, kuris gali prisidėti prie VT naudojimosi skatinimo.

Scenarijaus B perspektyvos gali būti siejamos su darnaus judumo planuose numatyto modaliniu kelionių pasiskirstymu, kuomet mieste ar Kauno rajone gyvenantys gyventojai rinksis mišrų keliavimo būdą į miesto centre esančius darbus, pramogų vietas. Siekiant įgyvendinti šį scenarijų, spinduliniu principu turėtų būti įrengtos automobilių laikymo aikštelės, nuo kurių patogiai persėdus į autobusus,

troleibusus ar geležinkelio transportą, kurių pagalba būtų galima pasiekti miesto centrinę dalį. Manau, kad geležinkelių transportas gali prisidėti ir prie skatinimo naudotis dviračius, nes juose yra galimybė juos vežtis, ne taip kaip kitame viešajame transporte.

Scenarijaus C siejamas su darnaus judumo plano neįgyvendinimu, kuriame dominuoja automobiliai, tai neatitinka ES tikslų, neužtikrina triukšmo ir oro taršos mažėjimo, neužtikrina pažeidžiamoms grupėms (mažesnių pajamų, vyresnio amžiaus žmonės, mokiniai ir studentai) galimybių judėti mieste. Tokiu atveju automobilių skaičius didės dėl geresnio pragyvenimo lygio, o eismo organizavimo tobulinimas ir judumo valdymas neturės reikšmingos įtakos, nepaisant mažinamo transporto srauto ir automobilių stovėjimo poreikio senamiestyje, apmokestinimo didinimo.

Pagrindinis COPRAS metodo principas – lyginamųjų alternatyvų santykinis reikšmingumas Q_i nustatomas remiantis juos apibūdinančiomis teigiamomis $S+i$ ir neigiamomis $S-i$ savybėmis. Kuo Q_i reikšmė didesnė, tuo alternatyva labiau atitinka sprendimą priimančio asmens poreikius.

Prioritetinės alternatyvos skaičiavimui naudoju sprendimų paramos sistemų programinę įrangą, skirta skaičiuoti COPRAS metodu. Suvedžiau jau anksčiau Kendall metodu gautus kriterijų reikšmingumo laipsnius, rodiklių minimizavimo/maksimizavimo kryptis bei kiekybinių rodiklių reikšmes į skaičiavimo programą. Skaičiuojant prioritetinę alternatyvą COPRAS metodu, suvedžiau visus jau anksčiau nagrinėtus kriterijus, jų optimizavimo kryptis (maksimizavimas ar minimizavimas), matavimo vienetus bei anksčiau Kendall metodu apskaičiuotas kiekvieno kriterijaus reikšmes – Q .

Sudaroma sprendimų matrica:

$$P = [x_{ij}]_{[m \times n]}, (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}) \quad (8)$$

Kurioje eilutės žymi nagrinėjamas alternatyvas (m – alternatyvų skaičius), stulpeliai – efektyvumo rodiklius (n – efektyvumo rodiklių skaičius), pagal kuriuos vertinamos alternatyvos. Apskaičiuojamos efektyvumo rodiklių reikšmingumo reikšmės.

Sprendimų matricos P elementai normalizuojami pagal formulę:

$$\hat{x}_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}}, (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}) \quad (9)$$

čia: x_{ij} – i -osios alternatyvos j -ojo rodiklio reikšmė. Gauta normalizuota sprendimų matrica apskaičiuojama:

$$\hat{P} = [\hat{x}_{ij}]_{[m \times n]}, (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}) \quad (10)$$

Normalizuotos sprendimų matricos elementus dauginant iš atitinkamų rodiklių reikšmingumo reikšmių, gaunama svartinė normalizuota sprendimų matrica:

$$\tilde{P} = [\tilde{x}_{ij}]_{[m \times n]}, (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}) \quad (11)$$

Tarkim turim efektyvumo rodiklių integruoto reikšmingumo reikšmių vektorių $(q_1^*, q_2^*, \dots, q_n^*)$, tuomet svertinės normalizuotos sprendimų matricos elementai apskaičiuojami pagal formulę:

$$x_{ij} - x_{ij} \cdot q_i^*, (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}). \quad (12)$$

Apskaičiuojamos i-osios alternatyvos, svertinėje normalizuotoje sprendimų matricoje, maksimizuojamų ir minimizuojamų rodiklių sumos, atitinkamai S_{+i} ir S_{-i} . Jos apskaičiuojamos pagal formules:

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^k \tilde{x}_{ij}, (i = \overline{1, m}). \quad (13)$$

$$S_{-i} = \sum_{j=1}^n \tilde{x}_{ij}, (i = \overline{1, m}). \quad (14)$$

čia: k – maksimizuojamų rodiklių skaičius; n-k – minimizuojamų rodiklių skaičius.

Alternatyvų santykinis reikšmingumas (efektyvumas) Q_i nustatomas pagal formulę:

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-min} \cdot \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \cdot \sum_{i=1}^m \frac{S_{-min}}{S_{-i}}}, (j = \overline{1, n}) \quad (15)$$

$$\text{čia } S_{-min} = \min S_{-i}, (i = \overline{1, m}). \quad (16)$$

Atlikus skaičiavimus sudaroma alternatyvų prioritentinė eilė (alternatyvas suranguojame). Kuo didesnis Q_i , tuo alternatyvos racionalumas (efektyvumas) yra didesnis (Zavadskas, 1996).

4 lentelė. Sprendimo priėmimo rodiklių duomenys daugiatiksliam vertinimui

Kriterijus	Rodiklio, minimizavimas, maksimizavimas, min, max	Reikšmin-gumas	Matavimo vienetai	A alternatyva (pagerins iš esmės)	B alternatyva (pagerės iš dalies)	C alternatyva (neįtakos)
A1	min	0,1010	Eur.	2,5	2,0	1,8
A2	max	0,0707	balas	3	2	1
A3	min	0,1502	min.	15	27	45
A4	max	0,1388	proc.	95	50	30
A5	max	0,0972	balas	3	2	1
A6	min	0,0505	proc.	1	25	50
A7	max	0,0934	balas	5	3	1
A8	max	0,0719	proc.	5	3	1
A9	max	0,078	balas	5	3	1
A10	min	0,0744	min.	23	26	32
A11	max	0,0732	t./metus	65000	60000	56775

Daugiatikslio vertinimo metodas miestų planavimo srityje gali būti taikomas įvertinant esamą padėtį, galimų pokyčių rodiklius ir pasekmes bendrai miesto susisiekimo sistemai, jei nebus imtasi jokių priemonių. Remiantis nustatytais kriterijų svoriais (žr. 3 lentelę), toliau apskaičiuojama daugiatikslio vertinimo metodu surašius skaitines vertes (žr. 4 lentelę). Pagal tai atlikta geležinkelio vėžės „Rail Baltica“ daugiatikslė analizė, kuri įvertinta ir taikoma galutiniams darbo rezultatams pasiekti. Pagal Kauno miesto esamo viešojo transporto pasiskirstymą (žr. 18 pav.), matome, kad susiekimas viešuoju transportu nuo planuojamos Kauno geležinkelio stoties iki Palemono, Neveronių k. ir Kauno oro uosto šiuo metu vyksta autobusais. Vertinau „Rail Baltica“ įtaką Kauno miesto susisiekimo sistemai ir parinkau 3 galimus scenarijus. Atliekant skaičiavimus visiems kriterijų rodikliams suteikiamos skaitinės reikšmės (žr. 4 lentelę).

Pirmoji skaitinė reikšmė traukinio bilieto kaina, alternatyvoje C pasirinkau (0,8 Eur), tai mažesnė nei šiuo metu (1,00 Eur) norint iš geležinkelio stoties pasiekti Palemono geležinkelio sustojimą, tačiau atvykus į šią stotelę reiktų persėsti į greitąjį autobusą ir bendra kelionės kaina siektų 1,8 Eur. Kita šio kriterijaus alternatyva B, kad geležinkelio transportu iš stoties galima pasiekti Palemono, Neveronių k. sustojimus, o iš ten reikės persėsti į greitąjį autobusą ir bendrai kelionė kainuotų 2,0 Eur. Esant alternatyvai A, iki Neveronių k. nutiesus „Rail Baltica“ ir įrengus sustojimą bei nuo jo nutiesus papildomą atšaką iki Kauno oro uosto, dėl pirminių didelių investicijų traukinio bilieto kaina gali siekti 2,5 Eur nuo Kauno geležinkelio stoties, tačiau įvertinu, kad tai patogesnis, greitesnis susisiekimas su oro uostu nei kitų alternatyvų, nepaisant didžiausios kainos.

Antrojo kriterijaus alternatyvoms pasiskirsti balai, alternatyva C esant integruotam bilietui su kitomis Kauno miesto ir rajono viešojo transporto susisiekimo priemonėmis skiriamas 1 balas, alternatyva B integruotas bilietas visame regione 2 balai ir alternatyva A bilietas integruotas visoje Lietuvoje 3 balai.

Trečiojo kriterijaus alternatyvos susiskirstytos pagal kelionės laiką (min.), kadangi kelionės trukmė vienas iš svarbiausių kriterijų, kuriuos pažymėjo ekspertai. Šiuo metu kelionė autobusu nuo geležinkelio stoties iki Kauno oro uosto pagal (www.stops.lt/kaunas/, 2024) duomenis užtrunka 45 min. Alternatyva C, kuomet niekas nesikeičia esama kelionės trukmė 45 min., alternatyva B įgyvendinus „Rail Baltica“ projektą ir nutiesus geležinkelio vėžę iki Neveronių k., o nuo ten važiuojant greituoju autobusu, kelionės trukmė pagal galėtų būti 27 min., o alternatyva A geležinkelio infrastruktūrą išvysčius iki pat oro uosto, kelionės trukmė sumažėtų iki 15 min.

Ketvirtojo kriterijaus alternatyvos išreikštos (proc.), kadangi esant nepalankiausiai alternatyvai C niekas nesikeistų Kauno viešojo transporto sistemoje, tai galime teigti, kad iš dalies yra pritaikyta ir

šiandien vykti kitu viešuoju transportu, o tai sudaro 30 proc. Alternatyvai B suteikiamas 50 proc. pritaikomumo rodiklis, kuriam priskyriau autobusus, troleibusus, paspirtukus, dviračius ir jiems skirtas saugyklas, kurių pagalba geležinkelio sustojimų pasiekiamumas padidėtų, o alternatyvai C 95 proc. pritaikomumo rodiklį, kuomet visos anksčiau aptartos pasiekiamumo galimybės išnaudotos ir papildomai būtų išvystytos automobilių saugyklos bei įgyvendinta planuojama tramvajaus linija.

Penktojo kriterijaus alternatyvoms pasiskirsti balai, kuomet alternatyvoje C geležinkelio traukiniuose būtų ekonominės klasės patogumai – 1 balas, alternatyvoje B aukštesnės kategorijos patogumai nei ekonominė klasė – 2 balai ir alternatyvoje A aukščiausios kokybės patogumai nuo komfortiškų sėdinių iki nemokamų gėrimų – 3 balai.

Šeštojo kriterijaus alternatyvos išreikštos (proc.), kurie parodo taršos lygį esant vienam iš scenarijų. Kadangi šiuo metu Kauno miesto gatvėmis važinėja (www.kaunoautobusai.lt, 2024) duomenimis 421 autobusas ir troleibusas, ir tik pusė jų yra netaršūs, situacijai nesikeičiant iš esmės alternatyvai C priskiriamas 50 proc. taršos lygis, alternatyvai B priskiriame 25 proc. taršos, nes dalį kelionių gyventojai atliktų vis tiek įprastu viešuoju transportu, nors ir siekiama kaip galima greičiau įsigyti elektra varomus autobusus, alternatyvai A priskyriau 1 proc. taršos, kadangi geležinkelio linijos elektrifikuotos, jų kelionių skaičius išauga lyginant su kitu viešuoju transportu, kuris taip pat atsinaujina ir elektrifikuojasi.

Septintojo kriterijaus alternatyvoms priskirti balai, kuomet niekas nepasikeičia alternatyva C – 1 balas, mieste sumažėja individualaus transporto, naudojamosi pagerėjusiu viešojo transporto integralumu alternatyva B – 3 balai, viešasis transportas elektrifikuojasi, atsirado autonominis transportas alternatyva A – 5 balai.

Aštuntojo kriterijaus alternatyvos išreikštos (proc.), kiek viešojo transporto išsivystymo lygis įtakoja turistinių kelionių skaičių. Pagal (<https://visit.kaunas.lt/lt/>, 2024) duomenis Kauno miestą 2023 metais aplankė 307 636 svečių, šis rodiklis kasmet keičiasi nežymiai. Esant C alternatyvai, kuomet turistų skaičiaus augimas sudarytų – 1 proc., esant B alternatyvai, turistų skaičiaus augimas – 3 proc., o A alternatyvos atveju, turistų skaičius išaugų – 5 proc.

Devintojo kriterijaus alternatyvoms priskirti balai, kuomet Kauno miesto ir rajono viešojo transporto sistemų išsivystymo lygis aukščiausio lygio, tai darytų reikšmingą poveikį geresnei susisiekimo sistemai. C alternatyvai skiriamas – 1 balas, B alternatyvai – 3 balai, A alternatyvai – 5 balai.

Dešimtojo kriterijaus alternatyvos susiskirstytos pagal kelionės laiką (min.), įgyvendinus kitus infrastruktūrinius sprendinius, susijusius su „Rail Baltica“ geležinkelio trasa Kauno mieste, kai

kuriuose mazguose sutrumpėjo kelionės dėl atsiradusio pietrytinio aplinkkelio ties Amaliais. Išbandžiau atkarpą nuo geležinkelio stoties iki planuojamos Neveronių k. stoties nuvažiuoti automobiliu, ir įsitikinau, kad jau dabar atlikus dalį numatytų darbų yra sutaupomas laikas. C alternatyva, važiuojant nuo geležinkelio stoties iki Neveronių k. įprastu maršrutu užtrunkama – 32 min., B alternatyva, važiuojant naujai įrengtu aplinkkeliu kelionės trukmė – 26 min., esant C alternatyvai ir įgyvendinus likusius inžinerinius sprendinius, bet sutvarkius numatytas gatves Kauno mieste, kelionės trukmė galėtų sutrumpėti 23 min.

Vienuolikto kriterijaus alternatyvos suskirstytos pagal pervežamų krovinių kiekį tonomis per metus ir (Statistikos departamentas, 2024) duomenimis geležinkelių transportu 2018 m. pervežamas krovinių kiekis buvo 56775 t. C alternatyva, kuomet šis kiekis išliks toks pat – 56775 t., B alternatyva krovinių skaičius dėl pagerėjusios infrastruktūros išaugs – 60000 t., C alternatyva – 65000 t. Krovinių pervežimas geležinkelio transporto prisideda prie CO₂ taršos mažinimo, tai neabejotinai vienas svarbiausių geležinkelio transporto privalumu elektrifikuojant linijas.

Atlikti skaičiavimai COPRAS metodu ir pateikti duomenys (žr. 5 lentelę), parodė, kurios alternatyvos tikimybė yra didžiausia.

5 lentelė. Sprendimo priėmimo rodiklių duomenys ir daugiatikslis vertinimas

Kriterijus	Rodiklio, minimizavimas, maksimizavimas, min, max	Reikšmingumas	Matavimo vienetai	A alternatyva (pagerins iš esmės)	B alternatyva (pagerės iš dalies)	C alternatyva (neįtakos)
A1	min	0,1010	Eur.	0,0400	0,0320	0,0288
A2	max	0,0707	balas	0,0353	0,0235	0,0117
A3	min	0,1502	min.	0,0258	0,0466	0,0776
A4	max	0,1388	proc.	0,0753	0,0396	0,0237
A5	max	0,0972	balas	0,0486	0,0324	0,0162
A6	min	0,0505	proc.	0,0006	0,0166	0,0332
A7	max	0,0934	balas	0,0518	0,0311	0,0103
A8	max	0,0719	proc.	0,0399	0,0239	0,0079
A9	max	0,078	balas	0,0433	0,026	0,0086
A10	min	0,0744	min.	0,0211	0,0238	0,0293
A11	max	0,0732	t./metus	0,0261	0,0241	0,0228
				Max	0,3206	0,2008
				Min	0,0877	0,1191
				Alternatyva	0,4874	0,3237
						0,1881

Tyrimė dalyvavo 12 ekspertų, kurie vertino 11 kriterijų. Šiame tyrime alternatyvų skaitinės reikšmės buvo pasirinktos iš viešai prieinamų duomenų bei atlikus bandymus natūra. Dalis kriterijų

buvo vertinti balais, o visi kiti skaitinėmis reikšmėmis. Visa tai leidžia gana nuodugniai ir tiksliai ištirti nagrinėjamas alternatyvas. Lyginamųjų alternatyvų COPRAS daigiatikslio skaičiavimo būdu gauti rezultatai surašyti (žr. 5 lentelę) bei jų rezultatų pasiskirstymas.

3.3. Trečiojo skyriaus išvados

1. Buvo atlikta ekspertinė analizė pasirinktuose susisiekimo sistemos tobulinimo alternatyvose. Nustatyti susisiekimo sistemos kriterijai, kurie turi įtakos Kauno miesto susisiekimo sistemą. Visais atvejais ekspertų nuomonės suderintos.

2. Planuojamos reformos išbandomos pirmiausia įsitikinant prielaidų pagrįstumu ir įgyvendinant bandomuosius projektus, remiamasi gerosios tarptautinės praktikos pavyzdžiais. Šiuo daigiatiksliu tyrimu siekiau prisidėti prie teorijos ir praktikos. Žvelgiant iš teorinės perspektyvos, tai papildys žinias apie geležinkelio transporto gyvybingumą/pagrįstumą vidutinio dydžio miestuose ir taps naudingu etalonu atliekant kitus tyrimus. Kalbant apie praktinę pusę, šis tyrimas miestų ir transporto planuotojams bei sprendimų priėmėjams pateiks tyrimais grįstą analizę, kurie kriterijai ir kuris scenarijus gali būti taikomas priimant sprendimus dėl Kauno miesto susisiekimo sistemos tobulinimo.

3. Naudojant daigiakriterinį COPRAS metodą buvo atlikta prioritentinė geležinkelio „Rail Baltica“ reikšmė susisiekimo sistemai. Atlikus Kendall kriterijų svorių skaičiavimus, kurių metu gautos svorių reikšmės toliau naudotos COPRAS skaičiavime. COPRAS metodu apskaičiavus prioritetinę alternatyvų eilę gauta, jog alternatyvos A koeficientas – 0,4874, ši alternatyva turi didžiausią potencialą būti įgyvendinta, dėl spartėjančios geležinkelių elektrifikacijos, Kauno miesto darnaus judumo planų įgyvendinimo ir esamos viešojo transporto tobulinimo, alternatyvos B koeficientas – 0,3237, ši alternatyva yra gyvybinga ir dalis su ja susijusių sprendinių gali būti įgyvendinti greičiau nei bus užbaigta „Rail Baltica“ geležinkelio vėžė, tai numato Kauno miesto strateginis ir darnaus judumo planai, alternatyvos C koeficientas – 0,1881, ši alternatyva mažiausiai tikėtina, nes tiek ES teisės aktai, tiek valstybės ir Kauno miesto politika yra skatinti darnų judumą ir tai yra neišvengiama ir bus pasiekti artimiausiu metu net ir neįgyvendinus „Rail Baltica“ projekto.

IŠVADOS IR PASIŪLYMAI

1. Atlikta mokslinės literatūros miestų viešojo transporto, darnaus judumo, mobilumo infrastruktūros analizė parodė, kad sparčiai augantis automobilizacijos lygis perauga į miesto susisiekimo sistemos problemas: gatvėse susidaro transporto grūstys, ilgėja kasdieninių kelionių trukmė, sumažėja VT greitis. Vadovaujantis užsienio šalies mokslininkų patirtimi, pasaulyje yra daug miestų, kuriems iš dalies pavyko išspręsti spūsčių miestuose problemas, gerinant viešojo transporto pasiekiamumą ir integruojant geležinkelių transportą.

2. Atlikus gyventojų apklausą, literatūros analizę ir nustačius susisiekimo sistemai įtaką turinčius kriterijus buvo atlikta ekspertinė analizė. Nustatyta kriterijų svarba, kurie turi įtakos miesto susisiekimo sistemai. Visais atvejais ekspertų nuomonės suderintos.

3. Atlikus geležinkelio vėžės įtakos susisiekimo sistemai galimų scenarijų daugiatakslę vertinimo analizę, nustatyta Kauno susisiekimo sistemos scenarijų eilė. Šis tyrimas miestų ir transporto planuotojams bei sprendimų priėmėjams pateiks tyrimais grįstą analizę, kurie kriterijai turi didžiausią įtaką priimant sprendimus dėl susisiekimo sistemos tobulinimo, optimizuojant ir patenkinti piliečių judumo poreikius, bet kartu sprendžiant ir aplinkosauginius klausimus.

4. Atlikta prioritentinė geležinkelio „Rail Baltica“ reikšmė susisiekimo sistemai, naudojant daugiakriterinį metodą. COPRAS metodu apskaičiavus prioritetinę alternatyvų eilę gauta, jog alternatyvos A (labai pagerins Kauno miesto susisiekimo sistemą) koeficientas – 0,4874, ši alternatyva turi didžiausią potencialą būti įgyvendinta, dėl spartėjančios geležinkelių elektrifikacijos, Kauno miesto darnaus judumo planų įgyvendinimo ir esamos viešojo transporto tobulinimo, alternatyvos B (iš dalies pagerins Kauno miesto susisiekimo sistemą) koeficientas – 0,3237, ši alternatyva yra gyvybinga ir dalis su ja susijusių sprendinių gali būti įgyvendinti greičiau nei bus užbaigta „Rail Baltica“ geležinkelio vėžė, tai numato Kauno miesto strateginis ir darnaus judumo planai, alternatyvos C (neįtakos Kauno miesto susisiekimo sistemos) koeficientas – 0,1881, ši alternatyva mažiausiai tikėtina, nes tiek ES teisės aktai, tiek valstybės ir miesto politika yra skatinti darnų judumą, ir Kauno miesto susisiekimo sistema neišvengiamai gerės net ir neįgyvendinus „Rail Baltica“ projekto.

5. Išnagrinėjus geležinkelio transporto įtaką miesto susisiekimo sistemai daugiakriteriniu metodu, atlikta analizė ir apskaičiuota optimaliausia alternatyva A Kauno miesto susisiekimo sistemai. Žinant šiuos rezultatus siūlau keisti, tobulinti miesto Bendrąjį planą, darnaus judumo planą, strateginį veiklos planą ir kitus norminių dokumentus, siekiant saugaus, socialiai atsakingo viešojo transporto.

Siekiant didinti viešojo transporto patrauklumą yra tikslas pasiekti tvarią viešojo transporto integraciją į miesto plėtros procesus, optimizuoti ir patenkinti piliečių judumo poreikius, bet kartu užtikrinti taršos mažinimą.

6. Išnagrinėjus geležinkelio infrastruktūros „Rail Baltica“ sprendinius, siūlau atsižvelgti į esamą geležinkelio infrastruktūros tinklą Kauno mieste bei planuojamą tramvajaus sprendinį, išnagrinėti galimų jungčių vietas, taip sudarant ateityje galimybes darniam tinklo vystymuisi bei naujoms galimybėms krovinių ir keleivių pervežimui.

NAUDOTOS LITERATŪROS IR KITŲ ŠALTINIŲ SĄRAŠAS

1. Abdi, H. (2007). The Kendall Rank Correlation Coefficient. <http://www.utd.edu/>
2. Brand, C., Götschi, T., Dons, E., Gerike, R., Anaya-Boig, E., Avila-Palencia, I., de Nazelle, A., Gascon, M., Gaupp-Berghausen, M., Iacorossi, F., Kahlmeier, S., Int Panis, L., Racioppi, F., Rojas-Rueda, D., Standaert, A., Stigell, E., Sulikova, S., Wegener, S., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2021). The climate change mitigation impacts of active travel: Evidence from a longitudinal panel study in seven European cities. *Global Environmental Change*, 67. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102224>
3. Burinskiene, M., Vitkuniene, R. U., & Tuminienė, F. (2011). Viešojo transporto ir miesto planavimo integracija. *Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 6(2), 84–90. <https://doi.org/10.3846/bjrbe.2011.11>
4. Chatti, W. (2021). Moving towards environmental sustainability: information and communication technology (ICT), freight transport, and CO2 emissions. *Heliyon*, 7(10). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08190>
5. Civitta. (2021). KAUNO MIESTO APLINKOS IR IŠTEKLIŲ ANALIZĖ.
6. De Aloe, M., Ventura, R., Bonera, M., Barabino, B., & Maternini, G. (2023). Applying cost–benefit analysis to the economic evaluation of a tram-train system: Evidence from Brescia (Italy). *Research in Transportation Business & Management*, 47, 100916. <https://doi.org/10.1016/J.RTBM.2022.100916>
7. Dedík, M., Čechovič, L., & Gašparík, J. (2020). Methodical Process for Innovative Management of the Sustainable Railway Passenger Transport. *Transportation Research Procedia*, 44. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.02.038>
8. Europos vadovų taryba. (2024). Europos žaliasis kursas - Consilium. <https://www.consilium.europa.eu/lt/policies/green-deal/>
9. Feng, F., Zou, Z., Liu, C., Zhou, Q., & Liu, C. (2023). Forecast of Short-Term Passenger Flow in Multi-Level Rail Transit Network Based on a Multi-Task Learning Model. *Sustainability (Switzerland)*, 15(4). <https://doi.org/10.3390/su15043296>
10. Galang, A. C., Dong, S., Hanaoka, S., & Kanda, M. (2023). Evaluating future railway-induced urban growth of twelve cities using multiple SLEUTH models with open-source geospatial inputs. *Sustainable Cities and Society*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104442>
11. <https://visit.kaunas.lt/lt/>. (2024). <https://visit.kaunas.lt/lt/>.

12. Hudde, A. (2023). It's the mobility culture, stupid! Winter conditions strongly reduce bicycle usage in German cities, but not in Dutch ones. *Journal of Transport Geography*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103503>
13. Juškevičius, P. (2013). *Urbanistika: procesai, problemos, planavimas, plėtra: vadovėlis* [Book]. Technika.
14. Kauno miesto darnaus judumo planas III Tomas Judumo mieste variantai 2018 m. Vilnius. (s.a.).
15. Kauno miesto darnaus judumo planas IV Tomas. (s.a.).
16. Kauno miesto savivaldybė. (2023). *Kauno-miesto-savivaldybes-2023-2025-metu-strateginis-veiklos-planas*.
17. Kemeklis, M., & Grodis, A. (2011). *Geležinkelių transporto raida Lietuvoje 1918 - 1928 metais : bakalauro darbas / Marius Kemeklis ; Vilniaus universitetas. Istorijos fakultetas (Grodis Andrius & Vilniaus universitetas Istorijos fakultetas, Sud.)* [Book]. Vilniaus universitetas.
18. Khumvongsa, K., Guo, J., Theepharakspan, S., Shirakawa, H., & Tanikawa, H. (2023). Uncovering urban transportation infrastructure expansion and sustainability challenge in Bangkok: Insights from a material stock perspective. *Journal of Industrial Ecology*, 27(2). <https://doi.org/10.1111/jiec.13342>
19. Knapcikova. (2018). EUROPEAN RAILWAY INFRASTRUCTURE: A REVIEW. *Acta logistica*, 5(3), 71–77. <https://doi.org/10.22306/al.v5i3.97>
20. Knight, W. R. (1966). A Computer Method for Calculating Kendall's Tau with Ungrouped Data. *Journal of the American Statistical Association*, 61(314). <https://doi.org/10.1080/01621459.1966.10480879>
21. Labanauskaitė, D. (2008). LIETUVOS ATVYKSTAMOJO TURIZMO PLĖTROS EKONOMINIS VERTINIMAS.
22. LR vyriausybė. (2009). KAUNO APSKRITIES TERITORIJOS BENDRASIS (GENERALINIS) PLANAS.
23. Maskeliūnaitė, L. (2021). RAILWAYS IN LITHUANIA: FROM TSARIST RUSSIA TO RAIL BALTICA. *Transport*, 36(4). <https://doi.org/10.3846/transport.2021.16086>
24. Németh, & Schmalholz. (2020). Autoriai POLIS-Europos miestų ir regionų tinklas novatoriškiems transporto sprendimams.

25. Niu, Y., Li, X., Zhang, J., Deng, X., & Chang, Y. (2023). Efficiency of railway transport: A comparative analysis for 16 countries. *Transport Policy*, 141, 42–53. <https://doi.org/10.1016/J.TRANPOL.2023.07.007>
26. Poliak, M., Mrnikova, M., Jaskiewicz, M., Jurecki, R., & Kaciakova, B. (2017). Public Transport Integration. *Communications - Scientific letters of the University of Zilina*, 19(2), 127–132. <https://doi.org/10.26552/com.C.2017.2.127-132>
27. Pribula, D., Zitricky, V., & Kendra, M. (2024). Micromobility as a Feeder for Railway Passenger Transport. *Transportation Research Procedia*, 77, 18–25. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2024.01.003>
28. Raštas, A., & Sprendiniai, T. (2013). KAUNO MIESTO SAVIVALDYBĖS TERITORIJOS BENDRASIS PLANAS.
29. Sharma, J., & Ravindranath, N. H. (2019). Applying IPCC 2014 framework for hazard-specific vulnerability assessment under climate change. *Environmental Research Communications* (T. 1, Numeris 5). <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ab24ed>
30. Statistikos departamentas. (2024). Statistikos departamentas.
31. Susisiekimo ministerija. (2023). „Rail Baltica“ projektas | Susisiekimo ministerija. <https://sumin.lrv.lt/lt/veiklos-sritys/lt/veiklos-sritys/gelezinkeliu-transportas-1/rail-baltica-projektas-2>
32. Taparauskaitė, I. (2010). Lietuvos geležinkelių raida [Articles]. *Žiemgala*, 37.
33. Transportas - Oficialiosios statistikos portalas. (s.a.). Gauta 2024 m. gegužės 5 d., <https://osp.stat.gov.lt/liuvos-statistikos-metrastis/lsm-2019/transportas-ir-ryšiai/transportas>
34. UIC. (2019). *Railway Technical Strategy Europe 2019*. UIC Communications Departement-ETF.
35. Vrána, M., Hlisnikovský, P., Surmařová, S., Pařil, V., & Kasa, M. (2023). High-speed rail in Europe: Analysis and typology of international connections. *Journal of Rail Transport Planning and Management*, 28. <https://doi.org/10.1016/j.jrtpm.2023.100419>
36. Wang, J., Cheng, W., Lu, Y., & Wang, D. (2023). Effect of rail transit on travel behavior: A systematic review and meta-analysis. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 122. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.103882>
37. Wang, L., Han, B., Zhang, Q., & Zhang, C. (2023). Simulation-Based Optimization of Transport Efficiency of an Urban Rail Transit Network. <https://doi.org/10.3390/app13031471>

38. [www.iea.org](https://www.iea.org/search?q=CO2). (2023). IEA – International Energy Agency - IEA. <https://www.iea.org/search?q=CO2>
39. www.kaunoautobusai.lt. (2024). www.kaunoautobusai.lt.
40. www.railbaltica.org. (2024). Rail Baltica Official Website | Rail Baltica. <https://www.railbaltica.org/>
41. www.stops.lt/kaunas/. (2024). www.stops.lt/kaunas/.
42. Zavadskas, E. K., & Kaklauskas, A. (1996). Pastatų sistemotechninis įvertinimas [Book]. Technika.
43. Zlaugotne, B., Zihare, L., Balode, L., Kalnbalkite, A., Khabdullin, A., & Blumberga, D. (2020). Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison. Environmental and Climate Technologies, 24(1), 454–471. <https://doi.org/10.2478/rtuect-2020-0028>