

Environmental engineering Aplinkos inžinerija

DVIRAČIŲ TAKŲ JUNGČIŲ REKREACINĖSE MIESTŲ TERITORIJOSE PLANAVIMO METODIKOS RODIKLIŲ VERTINIMAS

Justė KASPARAVIČIENĖ[✉], Rasa UŠPALYTĖ-VITKŪNIENĖ

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Vilnius, Lietuva

- gauta 2026 m. balandžio 29 d.
- priimta 2026 m. birželio 1 d.

Santrauka. Miestų urbanizacija ir augantis automobilių naudojimas didina aplinkos taršą, eismo spūstis ir neigiamai veikia gyvenimo kokybę. Dviračių transportas laikomas viena svarbiausių darnaus judumo priemonių, tačiau dviračių eismo infrastruktūra miestuose dažnai planuojama atskiriant rekreacines trasas nuo kasdienio susisiekimo maršrutų. Rekreacinės teritorijos – parkai, pakrantės ir žaliosios erdvės – turi didelį potencialą tapti funkcinėmis dviračių jungtimis, užtikrinančiomis saugų, patogų ir patrauklų kasdienį judumą. Remiantis moksliniais šaltiniais išskirti pagrindiniai dviračių maršrutų pasirinkimą lemiantys veiksniai ir planavimo principai, kurie transformuoti į vertinimo kriterijų sistemą. Kriterijų reikšmingumui nustatyti taikytas ekspertinis vertinimas ir Kendall konkordancijos metodas. Nustatyta, kad planuojant funkcinę jungtį per rekreacines teritorijas, svarbiausi kriterijai yra takų junglumas (svoris 0,134) ir trasų kokybė (svoris 0,125), o aplinkos estetiški veiksniai bei maršruto kreivalinijškumas turi mažesnę įtaką kasdienio susisiekimo kontekste. Parengta metodika leidžia sistemškai vertinti dviračių takų jungtis rekreacinėse teritorijose ir gali būti taikoma miestų darnaus judumo planavimo srityje, siekiant skatinti dviračių naudojimą kasdienėms kelionėms.

Reikšminiai žodžiai: dviračių trasų planavimas, metodikos vertinimo kriterijai, dviračių eismo infrastruktūra, rekreacinės teritorijos, darnus judumas, ekspertinis vertinimas, daugiakriteris vertinimas, miestų planavimas.

[✉]Autorius susirašinėti. El. paštas justekasparaviciene@gmail.com

1. Įvadas

Sparti urbanizacija ir augantis automobilių skaičius miestuose didina oro taršą, triukšmą, eismo spūstis ir neigiamai veikia gyventojų gyvenimo kokybę. Transporto sektorius laikomas vienu pagrindinių šiltnamio efektą sukeliančių dujų šaltinių, todėl Europos Sąjungos ir nacionaliniu lygmeniu vis daugiau dėmesio skiriama darnaus judumo sprendiniams (European Commission, 2019). Viena svarbiausių priemonių šiems tikslams pasiekti – nemotorizuoto transporto, ypač dviračių, skatinimas miestuose.

Važiavimas dviračiu teikia naudą tiek susisiekimo sistemai, tiek visuomenei ir aplinkai – mažina eismo spūstis, oro taršą, didina fizinį aktyvumą ir gerina gyventojų sveikatą (Heinen & Götschi, 2022). Nors dviračių infrastruktūra ilgą laiką buvo siejama daugiausia su rekreacija ir laisvalaikio, vis dažniau pabrėžiama jos svarba kasdieniam susisiekimui miestuose (Buehler & Dill, 2016).

Ypač didelį potencialą turi dviračių trasų jungtys per rekreacines teritorijas – parkus, pakrantes, žaliuosius koridorius. Tokios trasos gali užtikrinti ne tik patrauklų važiavimo aplinką, bet ir saugų bei funkcionalų ryšį tarp gyvenamųjų teritorijų ir pagrindinių miesto traukos objektų. Ta-

čiau tiek Lietuvoje, tiek užsienyje trūksta aiškos metodikos, kaip planuoti dviračių trasų jungtis per rekreacines teritorijas, siekiant skatinti jų naudojimą kasdienėms kelionėms.

Dviračių naudojimas miestuose apima skirtingas funkcijas, kurios lemia nevienodus maršrutų pasirinkimo kriterijus. Rekreaciniais tikslais važinėjantys dviračių vairuotojai dažniau renkasi vaizdingus, žalius ir ramesnius maršrutus, kuriuose svarbi aplinkos estetika, emocinė patirtis ir komfortas, o sugaištas laikas ar maršruto tiesumas tampa mažiau reikšmingi (Lu et al., 2019; Bai et al., 2023).

Kasdienėms kelionėms dviračiu būdingi kitokie prioritetai. Tyrimai rodo, kad susisiekimo tikslais dviračių vairuotojai renkasi trumpesnius, tiesesnius ir greitesnius maršrutus, kuriuose užtikrinamas infrastruktūros tęstinumas, saugumas ir minimalus konfliktų su motorizuotu transportu skaičius (Wahlgren & Schantz, 2014). Parkin et al. (2007) nustatė, kad didesni atstumai iki darbo ir intensyvus eismas reikšmingai mažina važiavimą dviračiu.

Mokslinėje literatūroje taip pat pabrėžiama, kad dviračių vairuotojų elgsena skiriasi priklausomai nuo kelionės laiko ir paskirties. Darbo dienomis dažniau pasirenkami funkcionalūs maršrutai, o savaitgaliais – vaizdingesni ir ilgesni (Böcker et al., 2016). Tačiau gerai suplanuotos dviračių trasų jungtys per rekreacines teritorijas gali suderinti

abu šiuos aspektus – pasiūlyti patrauklią aplinką ir kartu užtikrinti efektyvų kasdienį susisiekimą.

Dviračių maršrutų pasirinkimą lemia kompleksinė veiksnių visuma, kuri dažniausiai skirstoma į tris pagrindines grupes: sukurtą aplinką, natūralią aplinką ir socialinius bei demografinius veiksnius (McCreery-Phillips & Heydari, 2023).

Sukurta miesto aplinka ir infrastruktūra laikoma vienu svarbiausių veiksnių, skatinančių arba ribojančių važiavimą dviračiu. Tyrimai rodo, kad dviračių eismo infrastruktūros buvimas, jos tankis ir tęstinumas turi teigiamą poveikį važiavimo dviračiu dažniui (Buehler & Dill, 2016). Dviračių vairuotojai pirmenybę teikia maršrutams, kuriuose infrastruktūra yra nenutrūkstanti ir aiškiai atskirta nuo motorizuoto transporto (Stinson & Bhat, 2005). Cervero et al. (2019) nustatė, kad „mažo streso“ dviračių jungčių koncentracija yra tiesiogiai susijusi su didesniu dviračių naudojimu kasdienėms kelionėms. Priešingai, infrastruktūros fragmentacija, staigios takų pabaigos ir konfliktinės sankryžos mažina maršrutų patrauklumą ir saugumo suvokimą (Parkin et al., 2007).

Natūrali aplinka ypač reikšminga maršrutams, einantiems per rekreacines teritorijas. Reljefas, želdinių struktūra, kraštovaizdžio įvairovė ir mikroklimatinės sąlygos daro tiesioginę įtaką važiavimo komfortui ir emocinei patirčiai (Zabielaitė-Skirmantė ir Burinskienė, 2024). Tyrimai rodo, kad žaliosios erdvės teigiamai koreliuoja su važiavimo dviračiu intensyvumu (Martin et al., 2021).

Nepaisant to, kalvotas reljefas ir nepalankios oro sąlygos gali mažinti dviračių naudojimą, ypač kasdienėms kelionėms (Böcker et al., 2016). Tačiau rekreacinėse teritorijose mažesnis triukšmas, didesnis vizualinis patrauklumas ir atskyrimas nuo intensyvaus eismo gali kompensuoti šiuos neigiamus veiksnius.

Dviračių maršrutų pasirinkimas taip pat priklauso nuo naudotojų amžiaus, fizinių galimybių, patirties, kelionės tikslo ir požiūrio į dviračių transportą (Zabielaitė-Skirmantė ir Burinskienė, 2024). Tyrimai rodo, kad išsilavinimas, užimtumo tipas ir dviračių kultūra daro reikšmingą įtaką sprendimui rinktis dviratį kasdienėms kelionėms (Martin et al., 2021). Apibendrinant galima teigti, kad dviračių maršrutų pasirinkimą lemia infrastruktūros kokybė ir tęstinumas, aplinkos patrauklumas bei naudotojų poreikiai. Šie veiksniai sudaro teorinį pagrindą dviračių takų jungčių vertinimo kriterijų sistemai.

Rekreacinės teritorijos miestuose – parkai, žaliosios erdvės ir pakrantės – tradiciškai siejamos su poilsiu, fiziniu aktyvumu ir gyventojų sveikatingumu, tačiau pastaraisiais metais vis dažniau jos vertinamos ir kaip svarbios funkcinės susisiekimo erdvės (Handy, 2018). Tokios teritorijos gali atlikti dvigubą vaidmenį – užtikinti rekreacines funkcijas ir sudaryti sąlygas kasdieniam judumui, ypač nemotorizuotomis transporto priemonėmis.

Rekreacinės teritorijos atlieka svarbų vaidmenį gyventojų fizinei ir psichologinei sveikatai, mažina streso lygį, skatina fizinį aktyvumą ir gerina gyvenimo kokybę. Tačiau jų potencialas dažnai neišnaudojamas susisiekimo planavimo kontekste. Dviračių trasos tokiose teritorijose daž-

niausiai projektuojamos kaip laisvalaikio ar sporto maršrutai, neatsižvelgiant į galimybes jas pritaikyti kasdienėms kelionėms. Dėl šios priežasties rekreacinės dviračių trasos neretai lieka izoliuotos nuo pagrindinio miesto dviračių tinklo ir nėra patrauklios susisiekimo tikslais.

Integruojant rekreacines erdves į miesto dviračių eismo infrastruktūros sistemą, galima suderinti rekreacinę ir funkcinę infrastruktūros paskirtį. Tokios jungtys leidžia užtikrinti saugesnį, patogesnį ir vizualiai patrauklesnį judėjimą dviračiu, ypač kasdienėms kelionėms, kartu mažinant sąveiką su intensyviu motorizuotu transportu. Todėl rekreacinės teritorijos turi būti vertinamos ne kaip atskiros poilsio zonos, bet kaip integrali miesto susisiekimo sistemos dalis.

Siekiant, kad rekreacinės teritorijos realiai prisidėtų prie kasdienio judumo, jos turi būti funkcionaliai susietos su vietomis, kurias gyventojai pasiekia kasdien. Tokį ryšį užtikrina dviračių takų jungtys, kurios rekreacines teritorijas integruoja į miesto traukos objektų tinklą ir sudaro sąlygas sklandžiam judėjimui tarp skirtingų miesto funkcinių zonų.

Susisiekimo planavimo procese traukos objektai apibrėžiami kaip vietos, generuojančios žmonių srautus – gyvenamieji rajonai, darbo vietos, švietimo ir sveikatos priežiūros įstaigos, paslaugų bei laisvalaikio objektai (Miller, 2018). Šie objektai lemia kasdienio judumo kryptis ir intensyvumą, todėl jų pasiekiamumas yra vienas pagrindinių veiksnių planuojant susisiekimo infrastruktūrą.

Dviračių ir pėsčiųjų eismo infrastruktūros planavimo ir projektavimo taisyklėse nurodoma, kad kasdieniam susisiekimui skirtos dviračių trasos turi jungti gyvenamąsias teritorijas su kuo didesniu traukos objektų skaičiumi (Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija, 2024). Šis principas ypač aktualus planuojant dviračių trasų jungtis per rekreacines teritorijas, kurios gali tapti saugiomis ir patraukliomis susisiekimo ašimis tarp pagrindinių miesto funkcinių centrų.

Integruojant rekreacines teritorijas į miesto dviračių tinklą ir orientuojantis į traukos objektų pasiekiamumą, tokios teritorijos tampa ne tik poilsio erdvėmis, bet ir funkcinėmis jungtimis, didinančiomis maršrutų patrauklumą, saugumą ir naudojimą kasdienėms kelionėms. Šis požiūris sudaro teorinį pagrindą dviračių takų jungčių vertinimo kriterijų sistemai ir tolesniam metodikos formavimui.

Mokslinėje literatūroje pabrėžiama, kad dviračių eismo infrastruktūra turi būti planuojama kaip integrali miesto susisiekimo sistemos dalis, užtikrinanti saugų, patogų ir efektyvų ryšį tarp pagrindinių traukos objektų (Buehler & Dill, 2016). Dviračių naudojimui skatinti svarbūs infrastruktūros planavimo principai, kurie lemia maršrutų patrauklumą ir tinkamumą kasdienėms kelionėms (Weikl & Mayer, 2023).

Vienas svarbiausių principų yra saugumas, kuris apima fizinį atskyrimą nuo motorizuoto transporto, eismo reguliavimo sprendinius sankryžose ir eismo dalyvių sąveikos mažinimą. Tyrimai rodo, kad saugumo suvokimas tiesiogiai susijęs su dviračių naudojimo dažniu, ypač tarp mažiau patyrusių dviračių vairuotojų (Hong et al., 2020).

Patogumas siejamas su fiziniu krūvio mažinimu, maršrutų sklandumu, minimaliu sustojimų skaičiumi ir tinkamais

dviračių takų techniniais parametrais. Patogios trasos leidžia dviračių vairuotojams efektyviai įveikti kasdienes keliones ir didina dviračio konkurencingumą lyginant su kitomis transporto rūšimis (Arellana et al., 2020).

Maršrutų tiesumas yra svarbus kriterijus, susijęs su kelionės laiko ir atstumo trumpinimu. Dviračių vairuotojai linkę rinktis maršrutus, kurie leidžia pasiekti kelionės tikslą be didelių apylankų ir dažnų sustojimų (Wahlgren & Schantz, 2014).

Nuoseklumas ir tęstinumas apibrėžia dviračių takų tinklo vientisumą ir jungiamumą su kitomis miesto susisiekimo dalimis. Nenutrūkstamas dviračių tinklas leidžia pasiekti pagrindinius traukos objektus tiesioginiais maršrutais ir yra būtina sąlyga kasdieniam dviračių naudojimui (Ahmed et al., 2024).

Aplinkos patrauklumas ypač svarbus planuojant dviračių trasų jungtis per rekreacines teritorijas. Žaliosios erdvės, estetiška aplinka ir mažesnis triukšmas didina važiavimo dviračiu patrauklumą ir teigiamai veikia dviračių vairuotojų patirtį (Karolemeas et al., 2022).

Remiantis literatūros analize, dviračių trasų jungčių per rekreacines teritorijas planavimas turėtų būti grindžiamas kriterijų sistema, apimančia saugumą, patogumą, maršrutų tęstinumą ir tiesumą, aplinkos patrauklumą bei traukos objektų pasiekiamumą (Weigl & Mayer, 2023).

Šių kriterijų reikšmingumui nustatyti tikslinga taikyti daugiakriterius vertinimo metodus, paremtus ekspertiniu vertinimu. Tokie metodai leidžia struktūrintai įvertinti skirtingų kriterijų svarbą ir jų tarpusavio santykį planuojant dviračių takų jungtis sudėtingoje urbanistinėje aplinkoje. Parengta metodika sudaro pagrindą tolesniam kriterijų rangavimui ir jų taikymui praktinio planavimo srityje.

Todėl šio darbo tikslas – nustatyti ir ekspertiskai įvertinti rodiklius, lemiančius dviračių takų jungčių rekreacinėse miestų teritorijose tinkamumą kasdieniam susisiekimui.

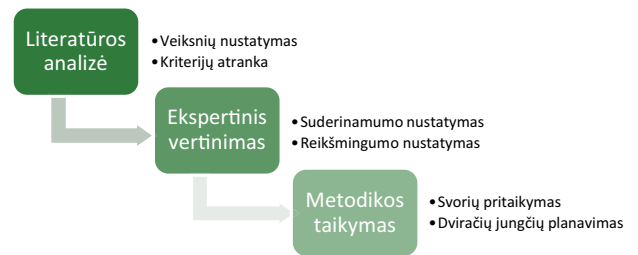
Darbo uždaviniai:

1. Išanalizuoti mokslinę literatūrą apie dviračių transporto planavimo principus.
2. Sudaryti vertinimo kriterijų sistemą, integruojant erdvinčius (GIS) ir funkcinčius rodiklius.
3. Nustatyti pasirinktų kriterijų santykinis svorius ekspertinio vertinimo metodu.
4. Pateikti rekomendacijas rekreacinių jungčių planavimui.

2. Metodika

Šiame tyrime parengtas dviračių takų jungčių per rekreacines miesto teritorijas planavimo metodikos rodiklių vertinimas, grindžiamas literatūros analize ir daugiakriterio vertinimo principais. Metodika orientuota į rekreacinių teritorijų integravimą į miesto dviračių tinklą, atsižvelgiant į kasdienio susisiekimo poreikius ir dviračių vairuotojų maršrutų pasirinkimą lemiančius veiksnius.

Tyrimo metodika apima kelis nuoseklius etapus: dviračių takų jungčių vertinimo kriterijų atranką ir apibrėžimą, kriterijų reikšmingumo nustatymą ekspertinio vertinimo būdu bei ekspertų nuomonių suderinamumo įvertinimą



1 paveikslas. Tyrimo metodikos planas

taikant Kendall konkordancijos koeficientą. Tyrimo metodikos planas pateiktas 1 paveiksle. Parengta metodika sudaro pagrindą tolesniam dviračių takų jungčių vertinimui ir sprendimų priėmimui miestų darnaus judumo planavimo procese.

Sudarant dviračių takų jungčių rekreacinėse miestų teritorijose planavimo metodiką apibrėžti kriterijai, kurie turi įtakos dviračių takų planavimui. Remiantis literatūra, ankstesniais tyrimais, miesto rekreacinės infrastruktūros vertinimo principais ir ekspertų įžvalgomis, sudarytas sąrašas 11 kriterijų, kurie apima susisiekimo, infrastruktūros kokybės, saugumo, aplinkos ir rekreacinės vertės aspektus.

1. *Dviračių eismo srautai.* Šiuo kriterijumi vertinamas dviračių vairuotojų judėjimo intensyvumas rekreacinėje teritorijoje ir per ją einančiose jungtyse. Didesni dviračių eismo srautai rodo jungties funkcinę svarbą, populiarumą ir gerą integraciją į miesto dviračių tinklą. Kriterijus vertinamas pagal dviračių skaičių per valandą (dv./val.), nustatomą natūrinių stebėjimų metu prie pagrindinių įėjimų.
2. *Įėjimų ir išėjimų pasiskirstymas rekreacinės teritorijos perimetre.* Taikant šį kriterijų vertinama, kaip tolygiai ir patogiai rekreacinėje teritorijoje išsidėstę įėjimai ir išėjimai. Didesnis jų skaičius ir tolygus pasiskirstymas užtikrina geresnį teritorijos pasiekiamumą iš skirtingų miesto dalių ir mažina lankytojų srautų koncentraciją. Kriterijus vertinamas pagal įėjimų ir išėjimų skaičių (vnt.).
3. *Takų junglumas.* Šiuo kriterijumi nusakomas dviračių takų tinklo vientisumas ir jungčių tarpusavio ryšys. Aukštas junglumo lygis rodo gerą trasų integraciją bei alternatyvių maršrutų galimybes, didinančias infrastruktūros funkcionalumą ir patrauklumą. Kriterijus vertinamas pagal jungčių skaičių tarp pagrindinių įėjimų ir išėjimų.
4. *Kreivalijiniškumo koeficientas.* Kriterijus apibūdina dviračių trasos tiesumą, apskaičiuojamą kaip faktinio tako ilgio ir tiesaus atstumo tarp trasos pradžios ir pabaigos taškų santykis, vadovaujantis Urbanizuotų teritorijų susisiekimo sistemų planavimo normomis (Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2015). Mažesnė koeficiento reikšmė rodo efektyvesnį ir tiesesnį maršrutą, tinkamesnį kasdieniam susisiekimui, o didesnė reikšmė gali būti siejama su didesne rekreacine ar kraštovaizdine verte.
5. *Traukos objektų aplink rekreacinę teritoriją skaičius.* Šiuo kriterijumi vertinama, kiek rekreacinė teritorija ir

ją kertančios dviračių jungtys yra susietos su aplinkiniais traukos objektais – kultūros, gamtos, turizmo ar paslaugų vietomis. Didesnis traukos objektų skaičius didina teritorijos patrauklumą ir dviračių takų naudojimo intensyvumą. Kriterijus vertinamas objektais vienetais (vnt.).

Vertinant šį kriterijų, aplink rekreacinę teritoriją formuojama 1 km buferinė zona (naudojant ArcGIS Pro programinę įrangą). Šiame spindulyje identifikuojami ir sumuojami pagrindiniai traukos taškai: viešojo transporto stotelės, švietimo ir gydymo įstaigos, prekybos vietos bei gyvenamosios teritorijos (atskirai išskiriant mažaukštę ir daugiaaukštę statybą dėl skirtingo gyventojų tankumo). Toks erdvinis vertinimas leidžia objektyviai nustatyti jungties potencialą tarnauti kasdienėms kelionėms.

6. *Informacija ir nuorodos teritorijoje*. Taikant šį kriterijų vertinamas informacinių ženklų, maršrutų schemų ir kryptinių nuorodų aiškumas bei išdėstymas. Kokybiška navigacija padeda lankytojams lengviau orientuotis teritorijoje, pasirinkti tinkamus maršrutus ir pasiekti norimus objektus. Kriterijus vertinamas balais nuo 1 iki 3.
 7. *Trasų kokybė*. Šiuo kriterijumi vertinama dviračių takų dangos būklė, plotis, ženklavimas ir kiti techniniai parametrai, lemiantys važiavimo komfortą ir saugumą. Aukštesnė trasų kokybė didina dviračių infrastruktūros patrauklumą ir naudojimo intensyvumą. Kriterijus vertinamas balais nuo 1 iki 3.
 8. *Reljefas (jo sudėtingumas)*. Kriterijus apibūdina reljefo poveikį judėjimo komfortui ir fizinėms pastangoms. Dideli aukščių skirtumai ar stačios įkalnės gali riboti dviračių takų prieinamumą mažiau patyrusiems naudotojams, o nuosaikus reljefas didina trasų tinkamumą įvairioms vartotojų grupėms. Kriterijus vertinamas balais nuo 1 iki 3.
 9. *Subjektyvus saugumo jausmas vykstant dviračiu*. Šiuo kriterijumi vertinamas dviračių vairuotojų suvokiamas saugumo lygis, susijęs su apšvietimu, matumu, eismo intensyvumu ir aplinkos atvirumu. Net ir esant objektyviai saugiai infrastruktūrai, prastas subjektyvus saugumo jausmas gali mažinti trasų naudojimą. Kriterijus vertinamas balais nuo 1 iki 3.
 10. *Gamtinio karkaso elementų ir kraštovaizdžio įvairovė*. Kriterijus apibūdina gamtinių elementų ir kraštovaizdžio įvairovę dviračių trasų aplinkoje. Didesnė želdynų, vandens telkinių ar natūralių teritorijų įvairovė didina rekreacinę vertę ir kelionės patrauklumą. Kriterijus vertinamas balais nuo 1 iki 3.
 11. *Galimybė naudoti įvairiems poreikiams*. Šiuo kriterijumi vertinamas dviračių trasų pritaikymas skirtingoms veikloms – kasdieniam judėjimui, rekreacijai, sportui ar šeimų poilsiui. Daugiafunkciškumas didina infrastruktūros socialinę vertę ir naudojimo intensyvumą. Kriterijus vertinamas balais nuo 1 iki 3.
- Parengus kriterijų sąrašą, sudaryta anketa ekspertinei apklausai, kuri naudota kriterijų svarbai nustatyti. Ekspertinis vertinimas atliktas pasitelkiant 12 specialistų, kurie atstovavo skirtingoms, tačiau tyrimui aktualioms

sritims. Ekspertų skaičius parinktas atsižvelgiant į kriterijų kiekį (11 kriterijų) ir siekiant užtikrinti pakankamą vertinimo patikimumą, laikantis metodologinėje literatūroje rekomenduojamo principo, kad ekspertų skaičius būtų ne mažesnis už vertinamų kriterijų skaičių.

Ekspertai atrinkti remiantis šiais kriterijais: ne mažesnė kaip 10 metų profesinė patirtis dviračių eismo infrastruktūros, darnaus judumo, miesto planavimo ar susisiekimo projektų srityje; darbas savivaldybėse, Susisiekimo ministerijoje, universitetuose arba darbas einant susisiekimo projektų vadovo pareigas; gebėjimas vertinti tiek techninius, tiek rekreacinius ir aplinkos aspektus.

Įtraukti ekspertai atstovavo: savivaldybių darnaus judumo, infrastruktūros ir urbanistikos skyriams; Susisiekimo ministerijos specialistams, rengusiems darnaus judumo politikos dokumentus; universitetų dėstytojams ir tyrėjams; susisiekimo ir dviračių infrastruktūros projektų vadovams. Tokia ekspertų sudėtis leidžia užtikrinti tarpdisciplininį vertinimą, o tai – būtina nagrinėjant rekreacinių dviračių jungčių kokybę, kur techniniai, gamtiniai ir socialiniai veiksniai glaudžiai susipina.

Ekspertai buvo paprašyti trumpai nurodyti savo profesinę patirtį, siekiant užtikrinti ekspertų atrankos skaidrumą ir vertinimo patikimumą. Kiekvienas ekspertas surangavo 11 kriterijų pagal jų svarbą dviračių takų jungčių planavimui rekreacinėse teritorijose, kur 1 reiškė svarbiausią, o 11 – mažiausią svarbą kriterijų.

Siekiant užtikrinti ekspertinio kriterijų rangavimo patikimumą, įvertintas ekspertų nuomonių suderinamumas. Tik esant pakankamam ekspertų vertinimų vieningumui, jų pateikti rangai gali būti naudojami kriterijų svorių nustatymui ir tolesniam daugiakriteriam alternatyvų vertinimui.

Todėl šiame tyrime ekspertų nuomonių suderinamumui įvertinti buvo taikomas Kendall konkordancijos koeficientas W , kuris leido nustatyti bendrą ekspertų vertinimų suderinamumo lygį, kai vertinimo procese dalyvauja daugiau nei du ekspertai. Nuomonių suderinamumas skaičiuotas pagal konkordancijos koeficientą W (Zavadskas & Vilutienė, 2006; Jakimavičius et al., 2016).

Pirmiausia nustatyta kiekvieno vertinimo rodiklio rangų suma pagal (1) formulę:

$$R_j = \sum_{k=1}^r R_{jk}, j = \overline{1, n}, \quad (1)$$

čia r – ekspertų skaičius, n – vertinimo rodiklių skaičius, R_j – j -ojo rodiklio rangų suma pagal visų ekspertų vertinimus, R_{jk} – k -tojo eksperto j -ajam vertinimo rodikliui suteiktas rangas.

Toliau apskaičiuotas rangų vidurkis pagal (2) formulę:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n R_j. \quad (2)$$

Nustatyta kiekvieno vertinimo rodiklio rangų nuokrypio nuo vidurkio kvadratų suma pagal (3) formulę:

$$S = \sum_{j=1}^n (R_j - \bar{R})^2. \quad (3)$$

Radus visus reikiamus dydžius, apskaičiuotas konkordancijos koeficientas W pagal (4) formulę:

$$W = \frac{12S}{r^2 \cdot n(n^2 - 1)}. \quad (4)$$

Konkordancijos koeficiento reikšmingumui įvertinti taikytas χ^2 kriterijus. Statistinis skirstinys χ^2 apskaičiuotas pagal (5) formulę (Kendall, 1975):

$$\chi^2 = \frac{12S}{r \cdot n(n+1)} = W \cdot r \cdot (n-1). \quad (5)$$

Jei χ^2 reikšmė, apskaičiuota pagal (5) formulę, yra didesnė už kritinę χ^2 reikšmę, gaunamą iš χ^2 skirstinio lentelės su laisvės laipsnių skaičiumi $v = n - 1$ ir pasirinktu reikšmingumo lygmeniu $\alpha = 0,05$, laikoma, kad ekspertų nuomonės yra suderintos.

Apskaičiavus ekspertų vertinimų rangų sumas ir nustatius jų suderinamumą pagal Kendall konkordancijos koeficientą W , toliau apskaičiuoti vertinimo kriterijų svoriai (reikšmingumai). Kriterijų svoriai parodo kiekvieno kriterijaus santykinę svarbą bendrame daugiakriterio vertinimo procese.

Kriterijų svoriai apskaičiuojami normalizuojant rangų sumas pagal (6) formulę:

$$q_j = \frac{n+1-\bar{R}_j}{\sum_{j=1}^n (n+1-\bar{R}_j)}, \quad (6)$$

čia q_j – j -ojo kriterijaus svoris (reikšmingumas), n – vertinimo rodiklių skaičius, $\bar{R}_j$ – j -ojo rodiklio vidutinis rangas.

Kadangi tyrime ekspertai kriterijus rangavo nuo 1 (svarbiausias) iki 11 (mažiausiai svarbus), mažesnis rangas reiškia didesnę kriterijaus svarbą. Todėl kriterijų reikšmingumai skaičiuojami atvirkščiai proporcingai rangų dydžiams.

Apskaičiuoti kriterijų svoriai normalizuojami taip, kad jų suma būtų lygi 1:

$$\sum_{j=1}^n q_j = 1. \quad (7)$$

Gauti kriterijų svoriai gali būti naudojami tolesniuose tyrimo etapuose atliekant dviračių takų jungčių alternatyvų vertinimą taikant daugiakriterius sprendimų priėmimo metodus.

3. Rezultatai

Atlikus ekspertinio vertinimo duomenų analizę nustatyta, kad ekspertų nuomonės yra pakankamai suderintos. Apskaičiuota Kendall konkordancijos koeficiento W reikšmė ($W = 0,2832$) rodo vidutinį ekspertų vertinimų suderinamumą. Taip pat apskaičiuota χ^2 reikšmė ($\chi^2 = 33,9848$) viršijo kritinę reikšmę esant $\alpha = 0,05$ reikšmingumo lygiui ($\chi^2_{krit} = 18,307$), todėl laikoma, kad ekspertų vertinimai yra statistiškai suderinti ir tinkami kriterijų reikšmingumui nustatyti.

Remiantis ekspertinio vertinimo rezultatais, buvo nustatyti dviračių takų jungčių per rekreacines teritorijas

vertinimo kriterijų svoriai ir jų reikšmingumo rangai. Gauti kriterijų svoriai atspindi ekspertų nuomonę apie atskirų kriterijų svarbą planuojant dviračių takų jungtis kasdieniam susisiekimui. Vertinimo kriterijų svoriai ir rangai pateikiami 1 lentelėje.

1 lentelė. Gauti kriterijų svoriai ir rangai

Rodikliai	Sviai	Rangai
Takų junglumas	0,134	1
Trasų kokybė	0,125	2
Traukos objektų aplink rekreacinę teritoriją skaičius	0,115	3
Dviračių eismo sratai	0,110	4
Subjektyvus saugumo jausmas vykstant dviračiu	0,091	5
Įėjimų ir išėjimų pasiskirstymas rekreacinės teritorijos perimetre	0,086	6
Reljefas (jo sudėtingumas)	0,085	7
Gamtinio karkaso elementų ir kraštovaizdžio įvairovė	0,072	8
Informacija ir nuorodos teritorijoje	0,069	9
Galimybė naudoti įvairiems poreikiams	0,058	10
Kreivalinijškumo koeficientas	0,056	11

Ekspertinio vertinimo rezultatai parodė, kad didžiausią reikšmę dviračių takų jungčių planavimui per rekreacines teritorijas turi kriterijai, susiję su takų junglumu, trasų kokybe, traukos objektų skaičiumi ir dviračių srautais. Šie kriterijai laikytini esminiais užtikrinant dviračių takų tinkamumą kasdienėms kelionėms.

Mažesnę reikšmę ekspertai skyrė kriterijams, susijusiems su papildomais rekreaciniais elementais ir aplinkos estetine savybėmis, kreivalinijškumu, informacija ir nuorodomis teritorijoje. Tai rodo, kad nors rekreacinė aplinka didina maršrutų patrauklumą, kasdienio susisieki mo kontekste pirmenybė teikiama funkciniais infrastruktūros aspektams.

4. Išvados

1. Atliktas dviračių takų jungčių per rekreacines miesto teritorijas planavimo metodikos rodiklių vertinimas, pagrįstas literatūros analize ir daugiakriteriu vertinimu, leidžia sistemingai įvertinti rekreacinių teritorijų potencialą kasdieniam susisiekimui dviračiais.
2. Literatūros analizė parodė, kad rekreacinės teritorijos gali atlikti ne tik poilsio, bet ir funkcinį susisieki mo vaidmenį, jei jos yra integruotos į miesto dviračių tinklą ir sujungtos su pagrindiniais traukos objektais. Tai sudaro teorinį pagrindą rekreacinių teritorijų vertinimui kaip kasdienio judumo ašių.
3. Remiantis ekspertiniu vertinimu ir Kendall konkordancijos metodu nustatyta, kad ekspertų nuomonės yra statistiškai suderintos, o suformuota kriterijų sistema ir apskaičiuoti kriterijų svoriai yra tinkami tolesniam taikymui planavimo procese.

4. Tyrimo rezultatai parodė, kad didžiausią reikšmę dviračių takų jungčių planavimui per rekreacines teritorijas turi kriterijai, susiję su takų junglumu, trasų kokybe, traukos objektų pasiekiamumu ir dviračių eismo srautais. Tai patvirtina, kad kasdieniam susisiekimui svarbiausi yra funkciniai infrastruktūros aspektai.
5. Atliktas dviračių takų jungčių rekreacinėse miestų teritorijose planavimo metodikos rodiklių vertinimas gali būti taikomas miestų darnaus judumo planavimo procese kaip sprendimų priėmimo pagalbinė priemonė, leidžianti pagrįsti dviračių takų jungčių plėtrą rekreacinėse teritorijose ir prisidėti prie dviračių naudojimo kasdienės keliuonės skatinimo.

Funkcinės jungties vertinimas yra neatsiejamas nuo erdvinės analizės, todėl bus atliktas tolesnis tyrimas, kuriame bus integruoti ArcGIS Pro metodai, formuojant 1 km pasiekiamumo buferį, kuriame bus identifikuoti esamos dviračių trasos, mišriosios jungtys (viešojo transporto stotelės) bei diferencijuoti traukos objektai (mažaaukštė ir daugiaaukštė statyba, paslaugų centrai, gydymo, švietimo įstaigos), pažymimos trasos, esančios rekreacinėje teritorijoje, pažymėti dviračių srautai, taip objektyviau pagrindžiant investicijų į rekreacines jungtis prioritetus.

Literatūra

- Ahmed, T., Pirdavani, A., Wets, G., & Janssens, D. (2024). Bicycle infrastructure design principles in urban bikeability indices: A systematic review. *Sustainability*, 16(6), Article 2545. <https://doi.org/10.3390/su16062545>
- Arellana, J., Saltařin, M., Larrařaga, A. M., Gonzalez, V. I., & Henao, C. A. (2020). Developing an urban bikeability index for different types of cyclists as a tool to prioritise bicycle infrastructure investments. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 139, 310–334. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.07.010>
- Bai, Y., Bai, Y., Wang, R., Yang, T., Song, X., & Bai, B. (2023). Exploring associations between the built environment and cycling behaviour around urban greenways from a human-scale perspective. *Land*, 12(3), Article 619. <https://doi.org/10.3390/land12030619>
- Bocker, L., Dijst, M., & Faber, J. (2016). Weather, transport mode choices and emotional travel experiences. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 94, 360–373. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2016.09.021>
- Buehler, R., & Dill, J. (2016). Bikeway networks: A review of effects on cycling. *Transport Reviews*, 36(1), 9–27. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1069908>
- Cervero, R., Denman, S., & Jin, Y. (2019). Network design, built and natural environments, and bicycle commuting: Evidence from British cities and towns. *Transport Policy*, 74, 153–164. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.09.007>
- European Commission. (2019). *The European Green Deal*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM:2019:640:FIN>
- Handy, S. (2018). *Enough with the "D's" already – Let's Get Back to "A"*. <https://transfersmagazine.org/magazine-article/issue-1/enough-with-the-ds-already-lets-get-back-to-a/>
- Heinen, E., & Gotschi, T. (2022). Chapter one – Cycling: Past, current and future. *Advances in Transport Policy and Planning*, 10, 1–6. <https://doi.org/10.1016/bs.atpp.2022.04.001>
- Hong, J., McArthur, D. Ph., & Stewart, J. L. (2020). Can providing safe cycling infrastructure encourage people to cycle more when it rains? The use of crowdsourced cycling data (Strava). *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 133, 109–121. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.01.008>
- Jakimavičius, M., Burinskienė, M., Gusarovienė, M., & Podviezko, A. (2016). Assessing multiple criteria for rapid bus routes in the public transport system in Vilnius. *Public Transport*, 8, 365–385. <https://doi.org/10.1007/s12469-016-0146-7>
- Karolemeas, C., Vassi, A., Tsigdinos, S., & Bakogiannis, D. E. (2022). Measure the ability of cities to be biked via weighted parameters, using GIS tools. The case study of Zografou in Greece. *Transportation Research Procedia*, 62, 59–66. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.008>
- Kendall, M. G. (1975). *Rank correlation methods* (4th ed.). Charles Griffin.
- Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. (2015). *Urbanizuotų teritorijų susisiekimo sistemų planavimo normos*. <https://www.e-tar.lt/portal/de/legalAct/832fadf074ed11e6b969d7ae07280e89>
- Lietuvos Respublikos susisiekimo ministerija. (2024). *Dviračių ir pėsčiųjų eismo infrastruktūros planavimo ir projektavimo taisyklės*. <https://e-seimas.lrs.lt/portal/legalAct/lt/TAD/4b1abe31ac3611efaae6a4c601761171?jfwid=n3y3fwa09>
- Lu, Y., Yang, Y., Sun, G., & Gou, Z. (2019). Associations between overhead-view and eye-level urban greenness and cycling behaviors. *Cities*, 88, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2019.01.003>
- Martin, A., Morciano, M., & Suhrcke, M. (2021). Determinants of bicycle commuting and the effect of bicycle infrastructure investment in London: Evidence from UK census microdata. *Economics & Human Biology*, 41, Article 100945. <https://doi.org/10.1016/j.ehb.2020.100945>
- McCreery-Phillips, S., & Heydari, S. (2023). Neighbourhood characteristics and bicycle commuting in the Greater London area. *Transport Policy*, 142, 152–161. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.08.007>
- Miller, E. J. (2018). Accessibility: Measurement and application in transportation planning. *Transport Reviews*, 38(5), 551–555. <https://doi.org/10.1080/01441647.2018.1492778>
- Parkin, J., Wardman, M., & Page, M. (2007). Estimation of the determinants of bicycle mode share for the journey to work using census data. *Transportation*, 35, 93–109. <https://doi.org/10.1007/s11116-007-9137-5>
- Stinson, M. A., & Bhat, C. R. (2005). A comparison of the route preferences of experienced and inexperienced bicycle commuters. In *TRB 84th Annual Meeting Compendium of Papers* (No. 05-1434). ResearchGate.
- Wahlgren, L., & Schantz, P. (2014). Exploring bikeability in a suburban metropolitan area using the active commuting route environment scale (ACRES). *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11(8), 8276–8300. <https://doi.org/10.3390/ijerph110808276>
- Weikl, S., & Mayer, P. (2023). Data-driven quality assessment of cycling networks. *Frontiers in Future Transportation*, 4. <https://doi.org/10.3389/ffutr.2023.1127742>
- Zabielaity-Skirmantė, M. ir Burinskienė, M. (2024, birželio 14 d.). Veiksnių, lemiančių pasirinkimą atlikti keliones dviračiais, ir eismo įvykių, susijusių su keliuonėmis dviračiais, analizė. Iš 27-osios Jaunųjų mokslininkų konferencijos „Mokslas – Lietuvos ateitis“ teminės konferencijos Darni Aplinka straipsnių rinkinio (p. 1–9). Vilniaus Gedimino technikos universitetas. <https://doi.org/10.3846/da.2024.016>

Zavadskas, E. K., & Vilutienė, T. (2006). A multiple criteria evaluation of multi-family apartment block's maintenance contractors: I-Model for maintenance contractor evaluation and the determination of its selection criteria. *Building and Environment*, 41(5), 621–632.

<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.02.019>

METHODOLOGY FOR PLANNING BICYCLE PATH CONNECTIONS THROUGH URBAN RECREATIONAL AREAS

Abstract. Urbanization and the increasing use of private cars lead to higher levels of environmental pollution, traffic congestion, and a negative impact on quality of life. Cycling is considered one of the most important measures for promoting sustainable mobility; however, cycling infrastructure in cities is often planned by separating recreational routes from everyday transport corridors. Recreational areas – such as parks, waterfronts, and green spaces – have significant potential to function as cycling connections that ensure safe, comfortable, and attractive daily mobility. Based on scientific literature, the main factors influencing cyclists' route choice and planning principles were identified and transformed into an evaluation criteria system. The relative importance of the criteria was determined using expert judgement and the Kendall coefficient of concordance. The results of the expert evaluation revealed that path connectivity (weight 0.134) and route quality (weight 0.125) are the most significant criteria for functional cycling connections, whereas environmental aesthetics and route curvature are perceived as less important in the context of everyday commuting. The proposed methodology enables a systematic assessment of cycling connections within recreational areas and can be applied in sustainable urban mobility planning to encourage the use of bicycles for everyday trips.

Keywords: bicycle path planning, evaluation criteria, cycling infrastructure, recreational areas, sustainable mobility, expert judgment, multicriteria evaluation, urban planning.