



VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

KELIŲ KATEDRA

Gytis Juchnevičius

**LIETUVOS VALSTYBINĖS REIKŠMĖS KELIŲ PRIEŽIŪROS LYGIŲ
NUSTATYMO METODIKOS VERTINIMAS IR TOBULINIMAS**

**EVALUATION AND IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY FOR
DETERMINING MAINTENANCE LEVELS OF LITHUANIA NATIONAL
SIGNIFICANCE ROADS**

Baigiamasis magistro darbas

Kelių saugumo valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211EX044

Kelių saugumo valdymo specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vilnius, 2022

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS

KELIŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

(Parašas)
Viktoras Vorobjovas
(Vardas, pavardė)

(Data)

Gytis Juchnevičius

**LIETUVOS VALSTYBINĖS REIKŠMĖS KELIŲ PRIEŽIŪROS LYGIŲ
NUSTATYMO METODIKOS VERTINIMAS IR TOBULINIMAS**

**EVALUATION AND IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY FOR
DETERMINING MAINTENANCE LEVELS OF LITHUANIA NATIONAL
SIGNIFICANCE ROADS**

Baigiamasis magistro darbas

Kelių saugumo valdymo studijų programa, valstybinis kodas 6211EX044

Kelių saugumo valdymo specializacija

Statybos inžinerijos studijų kryptis

Vadovas

doc. dr. Vytautas Grigonis
(Moksl. laipsnis/pedag. vardas, vardas, pavardė)

(Parašas)

(Data)

Lietuvių kalbos konsultantas

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

(Parašas)

(Data)

Vilnius, 2022

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
APLINKOS INŽINERIJOS FAKULTETAS
KELIŲ KATEDRA

TVIRTINU
Katedros vedėjas

Statybos inžinerija

studijų kryptis

Kelių saugumo valdymas

studijų programa, valstybinis kodas 6211EX044

(Parašas)

Viktoras Vorobjovas

(Vardas, pavardė)

(Data)

MAGISTRO BAIGIAMOJO DARBO
UŽDUOTIS

2022 m. _____ d. Nr.

Vilnius

Studentui (ei) Gyčiui Juchnevičiui

(Vardas, pavardė)

Baigiamojo darbo tema:

Lietuvos valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygių nustatymo metodikos vertinimas ir tobulinimas

Baigiamojo darbo (projekto)

užbaigimo terminas 2022 m. 05 20 d.

BAIGIAMOJO DARBO (PROJEKTO) UŽDUOTIS:

Parengti įvadą, kuriame turi būti suformuluota problema, atskleistas darbo aktualumas, naujumas, apibrėžtas tyrimo objektas, suformuluotas darbo tikslas ir uždaviniai, darbo metodai, teorinė ir praktinė darbo reikšmė. Atlikti mokslinės ir normatyvinės literatūros analizę apie kelių priežiūros ir eismo saugos sąveiką.

Parengti metodinio pagrindimo skyrių, kuriame apžvelgiama preliminarinė tyrimo metodologija, atliekama duomenų poreikio ir šaltinių analizė, suformuluojamos tyrimo eigos nuostatos. Detalizuoti ekspertinio ir daugiakriterinio vertinimo metodikas. Atlikti pirminę kriterijų atranką, kurie gali turėti įtaką kelių priežiūrai. Atlikti preliminarų darbo objektų atranką.

Eksperimentinėje dalyje konkretizuoti darbo objektą (arba objektus), aprašyti atliekamą eksperimentą. Detalizuoti ekspertinės apklausos eigą ir įvertinti rezultatus panaudojant daugiakriterinius vertinimo metodus. Atlikti rezultatų analizę ir rezultatų vertinimą.

Pateikti skaičiavimų rezultatų vizualizacijas.

Suformuluoti darbo išvadas, pateikti siūlymus.

Baigiamojo darbo rengimo konsultantai:

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

Vadovas

(Parašas)

dr. Vytautas Grigonis

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

Užduotį gavau

(Parašas)

Vardas, pavardė

(Data)

Kvalifikuotas elektroninis parašas

VYTAUTAS GRIGONIS

2022-05-04 17:30:33 GMT+3
Paskutinio Parašas

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

Aplinkos inžinerijos fakultetas

Kelių katedra

ISBN

ISSN

Egz. sk.

Data-....-....

Kelių saugumo valdymo studijų programos baigiamasis magistro darbas

Pavadinimas **Lietuvos valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygių nustatymo metodikos vertinimas ir tobulinimas**

Autorius **Gytis Juchnevičius**

Vadovas doc. dr. **Vytautas Grigonis**

Kalba:

lietuvių

Anotacija

Lietuvos valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygiai šiuo metu nustatomi vadovaujantis kriterijais, kurių svoriai nėra mokslškai pagrįsti. Baigiamajame magistro darbe analizuoti pasaulyje taikomi kelių priežiūros lygiai ir jų nustatymo patirtis. Atlikta ekspertų apklausa, motyvuotai papildytas kriterijų, kurie turi reikšmingą įtaką kelių priežiūros lygio nustatymui, sąrašas. Vadovaujantis suderinta ekspertų nuomone apskaičiuoti visų kriterijų svoriai. Sudarytos rodiklių sistemos pagrindu atliktas dalies valstybinės reikšmės kelių tinklo priežiūros lygių ekspertinis vertinimas. Pasiūlyta metodika kelių priežiūros lygiams nustatyti, kuri galėtų būti taikoma visam Lietuvos valstybinės reikšmės kelių tinklui.

Darbo apimtis 66 puslapiai teksto, 4 puslapiai priedų, 11 paveikslų, 31 lentelė ir 43 literatūros šaltiniai.

Prasminiai žodžiai: Lietuvos valstybinės reikšmės keliai, priežiūros lygis, ekspertinė apklausa, kriterijai, svoriai, metodika.

Vilnius Gediminas Technical University
Faculty of Environmental Engineering
Department of Roads

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

Master Degree Studies Road Safety Management study programme Master Graduation Thesis
Title **Evaluation and Improvement of the Methodology for Determining Maintenance
Levels of Lithuania National Significance Roads**

Author **Gytis Juchnevičius**

Academic supervisor **Vytautas Grigonis**

Language:
Lithuanian

Annotation

The levels of maintenance of Lithuanian state importance roads are currently determined based on criteria, however, the weights of such criteria are not scientifically based. In the final master's thesis, the worldwide practice was analysed, particularly the levels of road maintenance applied and the experience of determination of such road maintenance levels. An expert survey was conducted and the list of criteria that have a significant impact on determining the level of road maintenance was supplemented. The weights of all criteria were calculated based on a harmonized expert opinion. Based on the developed system of indicators, an expert assessment of the maintenance levels of a part of the national Lithuanian road network was performed. A methodology has been proposed to determine the levels of road maintenance, which could be applied to the entire Lithuanian national road network.

Thesis consist of 66 pages of text, 4 pages of appendixes, 11 pictures, 31 tables and 43 bibliographical entries.

Keywords: Lithuanian state roads, level of maintenance, expert survey, criteria, weights, methodology.

TURINYS

IVADAS	11
1. KELIŲ PRIEŽIŪROS YPATUMŲ ANALIZĖ	13
1.1. Eismo saugumas	13
1.2. Pasaulinės kelių priežiūros patirties apžvalga	15
1.3. Pasaulyje taikomi kelių priežiūros lygiai	16
1.3.1. Latvijos kelių priežiūros lygiai	16
1.3.2. Estijos kelių priežiūros lygiai	17
1.3.3. Lenkijos kelių priežiūros lygiai	19
1.3.4. Austrijos kelių priežiūros lygiai	20
1.3.5. Šveicarijos kelių priežiūros lygiai	20
1.3.6. Vokietijos kelių priežiūros lygiai	21
1.3.7. Slovėnijos kelių priežiūros lygiai	21
1.3.8. JAV kelių priežiūros lygiai	22
1.4. Pasaulyje taikomi kriterijai kelių priežiūros lygiui nustatyti	23
1.4.1. Latvijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai	23
1.4.2. Estijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai	24
1.4.3. Austrijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai	24
1.4.4. Slovėnijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai	25
1.4.5. Suomijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai	25
1.4.6. JAV kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai	25
1.5. Lietuvos kelių priežiūros apžvalga	26
1.6. Lietuvoje naudojamos kelių priežiūros lygio nustatymo metodikos apžvalga	31
1.6.1. Automobilių kelių ruožų priežiūros lygių nustatymas pagal automobilių kelių priežiūros lygių nustatymo metodiką	32
1.6.2. Metodikos silpnosios pusės	33
1.7. Skyriaus išvados	33
2. KELIŲ PRIEŽIŪROS LYGIŲ NUSTATYMO METODOLOGIJA	35
2.1. Ekspertinė apklausa ir jos organizavimo principai	35
2.2. Daugiakriterio vertinimo principai ir taikymas	35
2.3. Daugiakriterės sistemos taikymas priežiūros lygių nustatymo skaičiavimams	36
2.3.1. Kendall metodas	36

2.3.2. COPRAS metodas	37
2.4. Pasiūlymai metodikos papildymui.....	38
2.5. Kriterijų analizė, pagrindimas ir vertinimo skalės.....	39
2.6. Atrinktų kelių metodinis pagrindimas	42
2.7. Lietuvoje kaupiamų eismo duomenų šaltiniai	43
2.7.1. Lietuvos automobilių kelių informacinė sistema.....	43
2.7.2. Tarva LT	44
2.7.3. Eismo informacijos centras.....	45
2.8. Skyriaus išvados	46
3. EKSPERIMENTINĖ DALIS	48
3.1. Ekspertinė apklausa ir jos vertinimas	48
3.1.1. Pirmasis ekspertinės apklausos etapas.....	48
3.1.2. Antrasis ekspertinės apklausos etapas	50
3.2. Skaičiavimo duomenys	51
3.2.1. Ekspertų nuomonių suderinamumas.....	51
3.2.2. Kriterijų svorių nustatymas Kendall metodu	53
3.2.3. Kriterijų svorių nustatymas COPRAS metodu	53
3.2.4. Skaičiavimo rezultatų palyginimas.....	54
3.3. Siūlomas kelių priežiūros lygio nustatymo metodas	55
3.4. Tiriamųjų kelių priežiūros lygiai pagal siūlomą metodą	57
3.5. Pasiūlymai dėl metodikos taikymo nacionaliniu lygmeniu	60
3.6. Skyriaus išvados	61
IŠVADOS.....	62
LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	64
PRIEDAI	67

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Pagrindiniai veiksniai turintys įtakos eismo saugumui.....	14
1.2 lentelė. Kelių priežiūros lygiai pasaulio šalyse.	23
1.3 lentelė. Estijos kelių priežiūros lygio nustatymo metodika.....	24
1.4 lentelė. Kelio techninės priežiūros skirstymas.	28
1.5 lentelė. Pagrindinių kelio elementų klasifikavimas.....	29
1.6 lentelė. Kelių priežiūros lygių parinkimas, pagal suminį kriterijų reikšmingumo balą.	31
1.7 lentelė. Smulkių homogeninių ruožų įvertinimas. T. Ratkevičius (2021).....	32
1.8 lentelė. Sustambintų homogeninių ruožų įvertinimas. T. Ratkevičius (2021)	32
1.9 lentelė. Homogeniniai kelių ruožai su nustatytais pagal metodiką priežiūros lygiais.....	33
2.1 lentelė. Vidutinio metinio paros eismo intensyvumo reikšmingumo balas.....	39
2.2 lentelė. Sunkiojo transporto vidutinio metinio paros eismo intensyvumo reikšmingumo balas.	39
2.3 lentelė. Kelio funkcinės paskirties reikšmingumo balas.	40
2.4 lentelė. Didžiausio leistino važiavimo greičio reikšmingumo balas.	41
2.5 lentelė. Tikėtinos eismo įvykio rizikos balas.....	41
2.6 lentelė. Viešojo transporto balas.....	41
2.7 lentelė. Kelio dangos tipo balas.....	42
2.8 lentelė. Raseinių kelių tarnybos prižiūrimų valstybinės reikšmės kelių ilgis pagal priežiūros lygį.	42
3.1 lentelė. Ekspertinis kriterijų įvertinimas.....	48
3.2 lentelė. Kriterijų reitingavimas.	50
3.3 lentelė. Ekspertų balų pasiskirstymas.....	50
3.4 lentelė. Transponuoti rangavimo duomenys.....	51
3.5 lentelė. Ekspertų nuomonių suderinamumo skaičiavimo rezultatai.	52
3.6 lentelė. Kriterijų svorių skaičiavimo rezultatai.....	53
3.7 lentelė. Kriterijų svorių skaičiavimo rezultatai.....	54
3.8 lentelė. Kriterijų rangavimo pagal skirtingas metodikas rezultatai.	55
3.9 lentelė. Kriterijų svorių pagal skirtingas metodikas rezultatai.	55
3.10 lentelė. Viešojo transporto maršrutai vykstantys tiriamaisiais keliais (ištrauka).	57
3.11 lentelė. Tikėtini eismo įvykiai tiriamuosiuose keliuose (ištrauka).	57
3.12 lentelė. Kriterijams priskirti balai tiriamuosiuose keliuose (ištrauka).....	58
3.13 lentelė. Suminis kriterijų reikšmingumo balas ir priežiūros lygis tiriamuosiuose keliuose (ištrauka).....	58
3.14 lentelė. Kelių priežiūros lygio pokytis tiriamuosiuose keliuose.....	59

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Latvijos valstybinės reikšmės kelių tinklas.	17
1.2 pav. Estijos valstybinės reikšmės kelių tinklas.....	18
1.3 pav. Lenkijos valstybinės reikšmės kelių tinklas.....	19
1.4 pav. Suomijos valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygio parinkimo metodika.....	25
1.5 pav. Pagrindinės kelių priežiūros veiklos sritys.	27
1.6 pav. Lietuvos kelių priežiūros lygių žemėlapis.	28
2.1 pav. Raseinių kelių tarnybos kelių priežiūros lygių žemėlapis.	43
3.1 pav. Ekspertų nuomonių pasiskirstymas.	49
3.2 pav. Principinė kelių priežiūros lygių nustatymo metodika.	56
3.3 pav. Kelių priežiūros lygių pokytis.....	59
3.4 pav. Kelių priežiūros lygių pokyčių žemėlapis.	60

PRIEDAI

Priedas Nr. 1 Apklausa (I etapas)	67
Priedas Nr. 2 Apklausa (II etapas).....	69

IVADAS

Tyrimo aktualumas.

Pastaraisiais metais tiek Lietuvoje, tiek užsienio valstybėse kelių transporto sektorius susiduria su nepalankia situacija, kai kelių statybos, remonto ir priežiūros finansavimas kasmet nėra didinamas pakankamai arba yra netgi sumažinamas. Nors ir kelių statybos, remonto ir priežiūros kaštai vis didėja, tačiau tuo pačiu reikalaujama išlaikyti aukštus kokybės rodiklius, ne prastesnę nei esamą kelių būklę, o tam tikrais atvejais ją net ir pagerinti. Tokios tendencijos verčia apžvelgti visus praktikoje žinomus būdus ir ieškoti naujų kelių infrastruktūros remonto, statybos ir priežiūros efektyvinimo būdų.

Lietuvos valstybinės reikšmės keliai yra valstybės nuosavybė, o juos patikėjimo teise valdo ir eksploatuoja VĮ „Lietuvos automobilių kelių direkcija“. Valstybinės reikšmės kelių priežiūrą reglamentuoja LR kelių įstatymas, LR saugaus eismo automobilių keliais įstatymas, kelių techninis reglamentas, kelių priežiūros vadovas ir kiti teisės aktai, normatyvai bei metodiniai nurodymai. Vadovaujantis šiais dokumentais valstybinės reikšmės keliai skirstomi į kategorijas, parenkamas jų priežiūros lygis. Priežiūros lygis yra tiesioginis automobilių kelių eksploatacijos ir priežiūros paslaugos teikiamos kelių vartotojams įvertinimas. Nuo priežiūros lygio tiesiogiai priklauso kelio eksploatacijos ir kelio naudotojų išlaidos – kuo geresnė kelių priežiūra, tuo mažesnės kelio naudotojų išlaidos ir atvirkščiai – kuo prastesnė kelių priežiūra, tuo didesnės kelio naudotojų išlaidos.

Tyrimo problema – valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygiai šiuo metu nustatomi vadovaujantis kriterijais, kurių svoriai nėra moksliskai pagrįsti.

Tyrimo objektas – valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygių nustatymo metodika.

Tyrimo tikslas – įvertinti valstybinės reikšmės magistralinių, krašto ir rajoninių kelių priežiūros lygių nustatymo metodiką eismo saugos požiūriu ir pateikti siūlymus metodikai tobulinti.

Uždaviniai:

- Atlikti užsienio šalių mokslinės literatūros analizę apie kelių priežiūroje naudojamus metodikas, nustatyti jų privalumus bei trūkumus;
- Motyvuotai papildyti priežiūros lygių nustatymo metodiką papildomais rodikliais;
- Nustatyti rodiklių svorius panaudojant ekspertinius metodus;
- Sudarytos rodiklių sistemos pagrindu parengti ekspertinį dalies valstybinės reikšmės kelių tinklo priežiūros lygių vertinimą;
- Pateikti išvadas ir rekomendacijas.

Tyrimo metodai:

- Sisteminė analizė;
- Užsienio pavyzdžių analizė;
- Duomenų rinkinių palyginimas;
- Ekspertinė apklausa;
- Daugiakriteris vertinimas;
- Duomenų vizualizavimas.

1. KELIŲ PRIEŽIŪROS YPATUMŲ ANALIZĖ

Kelių infrastruktūros turto valdymas apima dangų valdymo sistemas, kelių priežiūros, nuolatinio stebėjimo ir planavimo darbus. Kad kelių infrastruktūros turto valdymas būtų efektyvesnis, yra svarbu optimizuoti kiekvieną sritį bei jas tarpusavyje suderinti. Efektyvesnei kelių priežiūrai vykdyti, turi būti nuolat renkami duomenys apie kelio infrastruktūros parametrų būklę ir jų įtaką išoriniams aspektams, bei suvedami į ilgametę duomenų bazę, kurios pagrindu būtų galima sukurti kelių priežiūros lygių vertinimo modelį. Priežiūros lygis svarbus tiek žiemos, tiek vasaros darbų atlikimo tvarkai bei reikalavimams apibrėžti. Pagal nustatytą priežiūros lygį, reguliuojama kiek kokių priemonių reikia imtis keliui prižiūrėti ištisus metus.

1.1. Eismo saugumas

Mokslinėje literatūroje automobilių kelių priežiūra yra vertinama kaip viena iš eismo saugumo sudedamųjų dalių, o eismo saugumas yra įvardinamas kaip viena didžiausių ir dažniausių problemų visame pasaulyje. Daugumoje užsienio šalių yra priimti atitinkami įstatymai, taisyklės, ministerijų įsakymai, kodeksai, konstitucijos, taisyklės ir kiti teisės aktai, taikomi kelių tinklo plėtrai, remontui ir priežiūrai. Atsižvelgiant į pasaulinę praktiką kuriami ir atnaujinami norminiai dokumentai, rekomendacijos ir metodikos, keliant galutinį tikslą: užtikrinti laisvą, saugų prekių ir žmonių judėjimą jų taikymo teritorijoje. Vadovaujantis įvairiais kriterijais valstybinės reikšmės keliai yra skirstomi į tam tikras klases, kurios atspindi konkrečių kelių svarbą visame kelių tinkle. Lokalios problemos sprendžiamos analizuojant esamą situaciją, teikiant pasiūlymus, vertinimus. Diegiamos inžinerinės eismo saugumo priemonės, parenkamas priežiūros lygis.

Eismo saugumas turi būti vertinamas kaip kompleksinis reiškinys. S. Dainauskas, I. Bražunienė (2013) akcentuoja, kad vertinant automobilių avaringumą svarbu nustatyti svarbiausius veiksnius ir priežastis, lemiančius didelį eismo įvykių skaičių šalies keliuose. Kompleksinis požiūris į tiriamąjį reiškinį leidžia išanalizuoti priežastis, apimančias ne tik išorinius saugaus eismo problemų aspektus, bet ir vidines tiriamojo reiškinio priežastis. Eismo įvykiai analizuojami kaip viena visuma susidedanti iš kelio, aplinkos, vairuotojo ir automobilio.

Eismo saugumo vertinimo metodai ne visada yra pakankamo tikslumo, todėl mokslininkai ieško būdų kaip juos tobulinti. Pasaulio mokslininkai nustatė, kad R. Lamo pasiūlyto eismo saugumo modulio tikslumas yra nepakankamas. Kadangi teorinių ir ekspertinių tyrimų rezultatai šį požiūrį paneigė, nustatyta, kodėl modulis yra nepakankamo tikslumo. Riboto modulio tikslumo priežastis yra vingiuotumo parametras. Atlikus tyrimus nustatyta, kad eismo saugumo modulio tikslumas reikšmingai padidėja, kai jame naudojamas alternatyvusis vingiuotumas, vietoje paprasto

vingiuotumo koeficiento. Pasaulio mokslininkai E. S. M. M. Zahran, S. J. Tan, E. H. A. Tan., N. A. A. B. Mohamad'Asri Putra, Y. H. Yap & E. K. Abdul Rahman (2019) savo tiriamajame darbe sukūrė tikslesnį metodą, kuriuo galima nustatyti pačias pavojingiausias kelių vietas. Šiam tikslui apjungę eismo įvykių istorinius duomenis, kelių saugumo audito išvadas ir teoriškai nesaugius kelių ruožus, kuriuose dar nėra buvę eismo įvykių. V. Žuraulis (2012) siekdamas nustatyti kelio nuolydžio įtaką eismo saugumui atliko stabdymo automobiliu tyrimą, įvertindamas lėtėjimo pagreičio kitimą priklausomai nuo vertikalių kelio nelygumų. Atlikus tyrimus pateikti pasiūlymai avaringumo nustatymo metodikoms tobulinti. Visi šie moksliniai darbai prisideda prie eismo saugumo vertinimo tikslumo ir patikimumo didinimo.

Eismo saugumą gerinančios inžinerinės priemonės turi būti diegiamos atsakingai, įvertinant visų eismo dalyvių poreikius. L. Jateikienė (2016). Viena iš pagrindinių eismo įvykių priežasčių automobilių keliuose – greitis, todėl būtina įvertinti diegiamų inžinerinių greičio reguliavimo ir kontrolės priemonių veiksmingumą eismo saugumui. Inžinerinės greičio reguliavimo ir kontrolės priemonės yra vienas iš efektyviausių būdų eismo saugumo užtikrinimui. Todėl šioms priemonėms ir jų plėtrai skiriamas didelis dėmesys. I. Vasiliauskas, A. Vaitkus (2020) ištyrė horizontaliojo ženklinimo atspindžio pokyčius atsižvelgiant į kelių priežiūros ir eismo intensyvumo veiksnus. Tyrimui pritaikyti metodai pagal Europos Sąjungoje galiojančius standartus. Pateiktos rekomendacijos, kaip būtų galima gerinti horizontaliojo kelio ženklinimo priežiūros kokybę. Įvertinus atspindžio rodiklius sausomis ir šlapiomis sąlygomis, pateikti pasiūlymai, kaip pagerinti kelio horizontaliojo ženklinimo atspindį ir kartu eismo saugumą.

Visos inžinerinės eismo saugumo priemonės analizuojamos, tiriamos ir diegiamos siekiant sumažinti eismo įvykių skaičių, sušvelninti jų pasekmes. Pagrindiniai veiksniai turintys įtakos eismo saugumui pateikiami 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Pagrindiniai veiksniai turintys įtakos eismo saugumui

Pagrindiniai veiksniai turintys įtakos eismo saugumui	Apibūdinimas
Vairuotojas	Saugus greitis, nuovargis, neleistini lenkimo manevrai, alkoholis, vairuotojo amžius, saugos diržai.
Kelias	Kelio dangos būklė, matomumas, kelio ženklinimas, sankryžos, nuolydžiai, per žemas kelių priežiūros lygis, nuovažų tankis.
Transporto priemonė	Transporto techninė būklė, TP parametrai, TP gedimai.
Reagavimas	Greitas avarijos vietos paženklinimas, greitas avarinių tarnybų reagavimas.
Socialiniai ir ekonominiai veiksniai	Bendrasis nacionalinis produktas, nedarbo lygis, išsilavinimas, gyventojų gyvenančių mieste skaičius.

1.2. Pasaulinės kelių priežiūros patirties apžvalga

Europoje ir Šiaurės Amerikoje – šalyse, kurios pirmauja pagal kelių išsivystymo lygį, tokie veiksniai, kaip didelis automobilių eismo intensyvumas, aukšta keleivių ir krovinių pervežimo kaina bei kelio naudotojų patiriamos išlaidos ir ribotas kelių priežiūros biudžetas diktuoja aukšto lygio kelių projektavimo, tiesimo ir priežiūros standartus. Esant kelių tūkstančių automobilių per parą eismo intensyvumui, net viena minutė sutaupyto kelionės laiko gali padengti to kelio priežiūros, remonto ar net rekonstrukcijos kaštus. Tačiau, netgi palyginti turtingose šalyse biudžetas yra griežtai ribojamas. Tai verčia ekonomiškai planuoti kelių tinklo priežiūrą ir plėtrą, teisingai įvertinti ekonominius prioritetus – taip, kad planuojama veikla duotų didžiausią naudą pačiam kelių ūkiui ir visuomenei. (T. Ratkevičius 2016).

Nacionalinėse kelių valdymo institucijose gali būti išskiriami pagrindiniai tikslai, kurie turi didžiausią poveikį kelių infrastruktūros turto valdymui:

- kelių priežiūros darbams išleidžiamų lėšų minimizavimas ir optimalus mokesčių mokėtojų pinigų panaudojimas;
- optimalus ir ekonomiškai kelių priežiūrai skiriamų investicijų įsisavinimas/realizavimas bei efektyvus laisvų lėšų panaudojimas;
- vengimas be reikalingo tų pačių kelių priežiūros darbų pakartojimo;
- neigiamo poveikio išorei mažinimas;
- eismo saugumo situacijos gerinimas;
- vengimas dažnų ir pasikartojančių kelio uždarymų, pasiekiamumo didinimas ir naudotojų išlaidų mažinimas.

Pastaraisiais metais pastebima tendencija kaip kelių tinklo infrastruktūros turto valdymo modelis keičiasi iš tradicinio būklės parametrais (angl. condition-based) paremto metodo į kelio naudotojų aptarnavimą (angl. service-based) paremtą metodą. Kelio naudotojų aptarnavimo metodas grindžiamas kelio naudotojo poreikių tenkinimu, t. y. eismo saugumo užtikrinimas, kelionės patikimumas, komfortas, mažas poveikis aplinkai ir panašiai. Kai kurios nacionalinės kelių direkcijos (pvz.: Olandijos) priima infrastruktūros valdymo ir priežiūros sprendimus, pagrįstus kelio naudotojų aptarnavimo lygį nusakančiais vertinamaisiais kriterijais (angl. performance-indicators): patikimumas, prieinamumas, nenutrūkstamumas, eismo sauga, saugumas, sveikata, aplinkosauga, ekonomika ir politika. (T. Ratkevičius 2016).

Kelių priežiūroje pagrindinius kaštus sudaro važiuojamosios kelio dangos priežiūros darbai žiemą (sniego valymas ir slidžios dangos barstymas cheminėmis bei frikeinėmis medžiagomis). Pats svarbiausias priežiūros kokybės matas yra laikas ir operatyvumas t. y. kuo greičiau nustatomos pavojingos važiavimo sąlygos ir kuo operatyviau į jas sureaguoja (pritaikomos priemonės), bei

kuo efektyviau šios priemonės suveikia tuo mažesnės visuomenės patiriamos išlaidos. Todėl būtina nuolat ieškoti būdų, kaip optimizuoti turimus kelių priežiūros resursus, pasitelkiant naujausias šiuolaikines technologijas ir naudojant efektyviausias slidumą kelyje mažinančias medžiagas maksimaliai sutrumpinant nepalankias ir pavojingas (apledėjusios ir apsnigtos) kelio dangos trukmę. Šiuolaikinės technologijos ir naudojamos medžiagos jau šiandieną gali suteikti galimybę praktiškai išvengti kelio dangos apledėjimo, pritaikius apsaugos nuo apledėjimo strategiją (angl. anti-icing). Tačiau šios strategijos efektyviam taikymui, būtina turėti patikimas sprendimų paramos sistemas (Andersson ir Chapman 2011; Giuliani et al. 2012).

Pasaulyje yra taikomi trys pagrindiniai kelių priežiūros vykdymo modeliai. Pirmasis, kai valstybės, pavyzdžiui Latvija, Lietuva, kelių priežiūrą vykdo tik valstybės valdomos įmonės. Antrasis, kai visas valstybinių kelių tinklas yra skaidomas į tam tikras zonas, regionus ar apskritis ir keliams prižiūrėti skelbiami viešieji konkursai. Trečiasis variantas, kurį taiko Švedija, Estija yra mišrus kelių priežiūros modelis, tai yra, kai valstybė skelbia konkursus keliams prižiūrėti, o juose dalyvauja tiek valstybės valdomos įmonės, tiek privataus kapitalo įmonės.

1.3. Pasaulyje taikomi kelių priežiūros lygiai

Kelių priežiūros lygiai turi atitikti kelių valdymo tikslus, visuomenės poreikius ir jiems skiriamą finansavimą. Pagal priskirtus kelių priežiūros lygius keliai turi atitikti jiems keliamus techninės priežiūros reikalavimus. Dėl netinkamo kelio priežiūros lygio galimas greitas kelio būklės prastėjimas, padidėja transporto priemonių eksploatavimo išlaidos, padidėja avarių skaičius ir apskritai sumažėja transporto paslaugų patikimumas. Dangų priežiūros funkcija yra sumažinti dangos irimą ir prailginti dangos tarnavimo laiką. Dangų priežiūra, jei ji neatliekama tinkamu laiku iš anksto suplanuotu būdu, daro neigiamą poveikį transporto eismo saugumui. (Ahmed, S., Vedagiri, P., & Rao, K. K. 2017).

Išnagrinėjus išsivysčiusių pasaulio šalių kelių priežiūros valdymo patirtį nustatyta, kad daugumoje jų taikoma bent trijų lygių kelių priežiūra (I – aukšta, II – vidutinė, III – žema). Kiekvienas priežiūros lygis atitinka skirtingą prižiūrimą objektą, dažnai remiantis eismo intensyvumu ir įvairių kelių tinklo klasifikacija (magistraliniai, krašto ir rajoniniai keliai). (T. Ratkevičius 2016). Apibendrinti kelių priežiūros lygiai įvairiuose pasaulio šalyse pateikiami 1.2 lentelėje. (Vilnius Tech 2015).

1.3.1. Latvijos kelių priežiūros lygiai

2021 m. įsigaliojo nauji Latvijos ministrų kabineto nuostatai, kurie nustato kelių priežiūros, įskaitant ir žiemos priežiūrą, reikalavimus. Didžiausias iššūkis kelių priežiūrai vis dar yra

permainingos ir nestabilios žiemos oro sąlygos su staigiais temperatūros ir kritulių svyravimais, kai važiavimo sąlygos kelyje gali keistis gana greitai. Nors visiems pagrindiniams šalies keliams bus suteikta A – aukščiausias priežiūros lygis, reikia atsižvelgti į tai, kad bendras A priežiūros lygio rajoninių ir vietinės reikšmės kelių ilgis šį žiemos sezoną gerokai sumažėjo. Vairuotojai turėtų atsižvelgti į tai, kad krašto ir rajoninės reikšmės keliuose, kur anksčiau buvo numatyta aukštesnis priežiūros lygis, šį žiemos sezoną jis bus mažesnis – pagal naujus ministrų kabineto nuostatus. (Latvijos respublikos teisės aktai 2021).

Kelio ar jo ruožo priežiūros darbų atlikimas pagal priežiūros lygį užtikrinamas:

- A lygio keliai ar jų atkarpos nuo 5.00 iki 23.00 val.;
- B ir C lygio keliai arba jų ruožai nuo 6.00 – 20.00 val.;
- D lygio keliai ar jų ruožai nuo 8 iki 18 val.;
- E lygio keliai ar jų atkarpos nuo 10 iki 17 val.



1.1 pav. Latvijas valstybinės reikšmės kelių tinklas

1.3.2. Estijos kelių priežiūros lygiai

Estijoje yra išskiriam trys pagrindiniai kelių priežiūros lygiai. Aukščiausias priežiūros lygis dar skirstomas į du po lygius: 3+ ir 3. Estijoje yra 1638 km kelių, kurių priežiūros lygis yra 3+, ir 1649 km valstybinės reikšmės kelių su 3 priežiūros lygiu. Tai pagrindiniai šalies keliai Talinas–Narva, Talinas–Tartu–Võru–Luhamaa, Talinas–Pärnu–Ikla ir pagalbiniai bei pavieniai šalutiniai

keliai, kuriuose vyksta intensyvus eismas. Šio priežiūros lygio keliuose žiemą danga ar bent provėžos turi būti be sniego ir ledo. Sniego valymas atliekamas ne vėliau kaip per 5 valandas po snigimo ar pūgos pabaigos. Kritinio puraus sniego storis neturi viršyti 4 cm, kritinio šlapio sniego storis 2 cm. Slidumo mažinimo darbai atliekami esant 3+ priežiūros lygiui ne vėliau kaip po 2 valandų, o esant 3 priežiūros lygiui – ne vėliau kaip po 4 valandų po slidumo atsiradimo.

Vidutinis priežiūros lygis. 2 priežiūros lygio, asfaltuotų kelių yra 4490 km. Dauguma krašto kelių ir kai kurie rajoniniai intensyvaus eismo keliai yra prižiūrimi tokiu lygiu. Taikomos apsaugos nuo slydimo priemonės, tačiau keliai gali būti padengti sniegu ir ledu. Sniego valymas turi būti atliktas ne vėliau kaip per 12 valandų nuo snigimo ar pūgos pabaigos. Kritinio puraus sniego storis neturi viršyti 8 cm, kritinio šlapio sniego storis 4 cm. Slidumas tikrinamas ne vėliau kaip per 8 valandas nuo slidumo atsiradimo.

Žemiausias priežiūros lygis. 1 priežiūros lygio kelių yra 8828 km kelių arba didžioji dauguma. Taikomos apsaugos nuo slydimo priemonės, tačiau keliai gali būti padengti sniegu ir ledo sluoksniu. Sniego valymas atliekamas ne vėliau kaip per 24 valandas po snigimo ar pūgos pabaigos. Kritinio puraus sniego storis neturi viršyti 10 cm, kritinio šlapio sniego storis 5 cm. Slidumas tikrinamas ne vėliau kaip per 12 valandų nuo slidumo atsiradimo. (Estijos Ūkio reikalų ir infrastruktūros ministerija 2015).



1.2 pav. Estijos valstybinės reikšmės kelių tinklas

1.3.3. Lenkijos kelių priežiūros lygiai

Valstybinės reikšmės keliai Lenkijoje prižiūrimi pagal penkis priežiūros lygius. Aukščiausias priežiūros lygis yra I, o žemiausias – V.

I priežiūros lygis – apima apie 5,1 tūkst km. Vadovaujantis šiuo priežiūros lygiu kelias turi būti valomas ir barstomas po snigimo per visą plotį, įskaitant asfaltbetonio kelkraščius ir neturi būti prispausto sniego sluoksnio. Nustojus snigti purus sniegas turi būti pašalintas per 4 valandas, o po šlapdribos – iki 6 valandų.

II priežiūros lygis – apima apie 11,2 tūkst km. Vadovaujantis šiuo priežiūros lygiu kelias turi būti valomas ir barstomas po snigimo per visą plotį, įskaitant asfaltbetonio kelkraščius ir neturi būti prispausto sniego sluoksnio. Nustojus snigti purus sniegas turi būti pašalintas per 4 valandas, o plikledis ir eismui netrukdančio storio sniego sluoksnis – iki 6 valandų.

III priežiūros lygis – apima apie 2,1 tūkst km. Vadovaujantis šiuo priežiūros lygiu kelias turi būti valomas po snigimo per visą plotį, o žieminis slidumas šalinamas sankryžose su kitais asfaltuotais vietinės reikšmės keliais, sankryžose su geležinkelio linijomis, ruožuose, kurių nuolydis $> 4\%$, autobusų stotelėse ir kitose kelių eismo taisyklių nustatytose vietose. Purus sniegas, apsunkinantis lengvųjų automobilių judėjimą ar sniego pusnys turi būti pašalinti per 6 val. nuo to momento, kai nustos snigti.

V priežiūros lygis – apima apie 2,8 tūkst km. Šiam priežiūros lygiui taikomi žemiausi reikalavimai, keliai valomi tik po gausaus sniego, kai lengviesiems automobiliams tampa sunku arba neįmanoma pravažiuoti keliu. Eismas gali laikinai nutrūkti.



1.3 pav. Lenkijos valstybinės reikšmės kelių tinklas

1.3.4. Austrijos kelių priežiūros lygiai

Visos priežiūros veiklos teisinį pagrindą sudaro kelių eismo taisyklės. Kelių savininkai atsako už kelių priežiūrą visais metų laikais. Greitkelius ir federalines magistrales administruoja Greitkelių ir kelių finansavimo agentūra (Autobahn und Straßen Finanzierungs AG). Krašto ir savivaldybių kelius administruoja regionai (Federalinės Respublikos žemės), miestai ar savivaldybės. Austrijoje nėra centrinės žiemos priežiūros institucijos, teikiančios nurodymus kelių šeimininkams.

Austrijoje keliai kuriems yra nustatyti reikalavimai suskirstyti į 4 grupes:

A Greitkeliai ir federalinės magistralės, tiesiogiai susisiekiančios su greitkeliais;

B Krašto ar savivaldybių keliai, kuriuose žymus eismo intensyvumas (>3 000 per dieną);

C Krašto ar savivaldybių keliai, kuriuose žymus eismo intensyvumas, važinėja maršrutiniai autobusai, mokyklų autobusai ar yra turistinių maršrutų;

D Krašto ar savivaldybių keliai, kuriuose mažas eismo intensyvumas (<1 000 per dieną).

Austrijoje įstatymu yra numatyta prievolė žiemą prižiūrėti visus viešuosius kelius. Barstoma medžiaga priklauso nuo kelio kategorijos (Snow and Ice Databook 2010).

A kategorijos keliuose privaloma barstyti druską, o negalima – žvyro. B ir C kategorijų keliuose kai kur – druską, kai kur – druskos ir smėlio mišinį (pavyzdžiui, 1:10), o kai kur naudojamas tik smėlis (Snow and Ice Databook 2010).

1.3.5. Šveicarijos kelių priežiūros lygiai

Šveicarijoje valstybinės reikšmės kelių priežiūrą užtikrinama įstatymu. Oficialų kelių priežiūros žiemą praktikos kodeksą sudaro 18 dokumentų, apimantys reikalavimus įrangai (technikai), naudojamoms medžiagoms (ledui tirpdyti, keliams barstyti) ir panašiai. Už valstybinės reikšmės kelių priežiūrą žiemą atsakinga valstybinė institucija (konfederacija), kuri sudaro paslaugų teikimo sutartis su 11 Šveicarijos kelių prižiūrinčių teritorinių padalinių. Šveicarijoje už kelių priežiūrą yra atsakingos kelių priežiūros tarnybos. Tačiau kai kuriais atvejais ar iš dalies sutartys dėl kelių priežiūros žiemą sudaromos ir su privačiomis bendrovėmis.

Šveicarijoje keliai kuriems yra nustatyti reikalavimai suskirstyti į 4 grupes:

- magistraliniai keliai ir greitkeliai;
- pagrindinės magistralės, statūs keliai;
- viešojo transporto keliai;
- keliai, vedantys į geležinkelio stotis, ligonines ir panašiai.

Numatomi 4 kelių priežiūros lygiai ir 3 prioritetų lygiai. Visos kelių priežiūros institucijos privalo turėti viso kelių tinklo kelių žemėlapius, kuriuose nurodytos kelių kategorijos, priežiūros ir prioritetų lygiai. (Snow and Ice Databook 2010).

Numatomi 4 kelių priežiūros lygiai:

A lygmuo: pliki keliai, sniegas visiškai nuvalytas, ledo danga reguliuojama;

B lygmuo: apsaugoma nuo slidumo, tarpiniu laikotarpiu keliai pliki;

C lygmuo: keliai pravažiuojami nenaudojant ledo tirpiklių, keliai apsnigti;

D lygmuo: keliai žiemą neprižiūrimi.

Numatomi 3 prioritetų lygiai:

1 lygmuo. Pirmą kartą sniegas nuvalomas per 3 val. (magistraliniuose keliuose – per 2 val.) po kritulių pabaigos. Pirmą kartą pabarstoma per 2 val. po kritulių pabaigos.

2 lygmuo. Pirmą kartą sniegas nuvalomas praėjus 4 val. po kritulių pabaigos. Pirmą kartą pabarstoma per 3 val. po kritulių pabaigos.

3 lygmuo. Pirmą kartą sniegas nuvalomas praėjus 5 val. po kritulių pabaigos. Pirmą kartą pabarstoma per 4 val. po kritulių pabaigos.

1.3.6. Vokietijos kelių priežiūros lygiai

Nuo 1995 m. Vokietijoje pradėtas naudoti žiemos indeksas, kuris leidžia kontroliuoti druskos kiekį, reikalingą efektyviam naudojimui. Žiemos priežiūrai yra sudaromi prioritetiniai planai, nes neįmanoma visur darbų atlikti vienu metu, tad tam yra sudaromas prioritetinis sąrašas.

Vokietijos kelių priežiūrai žiemą yra numatyti 3 priežiūros lygiai:

1. Federaliniai greitkeliai ir papildomi automagistralių ruožai, besijungiantys su greitkelių tinklu ir atliekantys svarbią eismo funkciją.

2. Svarbūs keliai, su intensyviu eismu piko metu, viešuoju transportu.

3. Tolimesni kaimo keliai.

Keliai skirstomi pagal kelio funkciją ir eismo intensyvumą.

1.3.7. Slovėnijos kelių priežiūros lygiai

Slovėnijoje yra išskiriami šeši valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygiai:

1 lygis - priskiriami greitkeliai ir magistraliniai keliai, kurie turi būti pravažiuojami 24 val. per parą. Sningant, užtikrinamas visos važiuojamosios kelio dalies, svarbių sankryžų ir privažiavimų prie didesnių automobilių stovėjimo aikštelių pravažumas, tačiau turi būti pravažiuojami ir kelkraščiai. Smarkiai sningant, turi būti pravažiuojama nors viena važiuojamosios dalies juosta, taip pat privažiavimai prie didesnių automobilių stovėjimo aikštelių.

2 lygis – priskiriami pagrindiniai keliai, pagrindiniai miestų keliai ir svarbūs krašto keliai. Jie turi būti pravažiuojami 5.00–22.00 val. Sningant, 22.00–5.00 val. leistini dviejų valandų eismo sutrikimai.

3 lygis – priskiriami kiti krašto, svarbūs vietinės reikšmės keliai, miesto gatvės, įsiliejančios į magistralinius kelius, ir vietiniai keliai, kurie turi būti pravažiuojami 5.00–22.00 val. Sningant, 22.00–5.00 val. leistini dviejų valandų eismo sutrikimai.

4 lygis – priskiriami visi kiti vietos, miesto ir priemiesčių keliai. Paprastai šie keliai turi būti pravažiuojami 7.00–20.00 val., o sningant eismas gali trumpam nutrūkti. Smarkiai sningant, eismas gali nutrūkti vienai dienai.

5 lygis – priskiriami viešieji takai, automobilių stovėjimo aikštelės ir dviračių takai, kurių pravažumas užtikrinamas atsižvelgiant į vietos gyventojų poreikius. Sningant, eismas gali nutrūkti vienai dienai, o smarkaus sniego atveju, eismo sutrikimai gali būti net ilgesni.

6 lygis – priskiriami keliai, kuriuose eismas žiemos sąlygomis gali būti nutraukiamas (Snow and Ice Databook 2010).

1.3.8. JAV kelių priežiūros lygiai

Jungtinės Amerikos Valstijos (toliau – JAV) neturi nacionalinės žiemos kelių priežiūros strategijos, nes kelių priežiūros finansiniai atskaitymai skiriami valstijos ar vietos valdžiai. Valstijos ar vietos valdžios institucijos eksploatuoja joms priklausančią kelių priežiūros įrangą, samdo rangovus ir pačios nustato pageidaujamus kelių priežiūros paslaugų lygius.

Kelių priežiūros paslaugų reikalavimai gali būti nustatomi atsižvelgiant į pageidaujamą kelio dangos būklę, eismo duomenis ir eismo dalyvių vertinimus. Kelių priežiūra žiemą priklauso nuo klimato sąlygų, tarnybos išteklių ir kelio charakteristikų. Paprastai daugiau dėmesio yra skiriama svarbesnės kategorijos keliams. Dažniausiai nacionalinio kelių tinklo keliai valomi geriau ir sparčiau (Snow and Ice Databook 2010).

Kelių priežiūros lygiai:

IA ir IB: labai aukšto eismo intensyvumo, 2 ir daugiau eismo juostų greitkeliai, einantys per kelias valstijas ir jungiantys didžiuosius JAV miestus. IA keliuose kelių tarnybos dirba ištisą parą, o IB 20 val. per parą. Esant įprastomis žiemiškomis sąlygomis sniegas visiškai nuvalytas, ledo danga reguliuojama.

II: vidutinio eismo intensyvumo greitkeliai, jungiantys svarbius atskiros valstijos regionus (vidutinio dydžio miestus). apsaugoma nuo slidumo, įprastomis žiemiškomis sąlygomis keliai pliki.

IIIA ir IIIB: keliai jungiantys rajonus, greitkelius ar besijungiantys vienas su kitu. Intensyviau prižiūrimi pavojingi kelio ruožai bei ruožai jungiantys su svarbiais infrastruktūros objektais (mokyklomis, ligoninėmis ir pan.). Juose budima tik darbo valandomis. IIIB keliai prižiūrimi nenaudojant ledo tirpiklių, ant kelio dangos gali susidaryti sniego danga.

IV: keliai žiemą neprižiūrimi – uždaromi.

1.2 lentelė. Kelių priežiūros lygiai pasaulio šalyse

Priežiūros lygiai	Estija	Latvija	Austrija	Vokietija	JAV	Slovėnija	Šveicarija	Norvegija	Švedija	Suomija
Aukščiausias	3+	A	A	1	IA	1	A	1	1	Ise
					IB					Is
Vidutinis	3	B	B	2	II	2	B	2	2	Ib
		C	C			3		3	3	Ic
Žemas	2	D	D	3	IIIA	4	C	4	4	II
	1	E			IIIB	5			5	III
Nevykdoma	-	-	-	-	IV	6	D	-	-	-
Viso lygių	3	5	4	3	6	6	4	4	5	6

1.4. Pasaulyje taikomi kriterijai kelių priežiūros lygiui nustatyti

Daugumoje pasaulio valstybių kelių priežiūrai skirtas biudžetas yra limituotas ir dažnu atveju jis nėra pakankamas, norint užtikrinti aukščiausio lygio priežiūrą visuose valstybinės reikšmės keliuose. Todėl vis labiau suvokiama, kad planuojant kelių priežiūros darbus reikia reitinguoti kelius, išskirti kuriems keliams turi būti skiriamas aukštesnis priežiūros, o kuriems žemesnis ar žemiausias priežiūros lygis. Tinklo priežiūros lygmeniu reikia bendrai apsvarstyti įvairius kriterijus, susijusius su inžineriniu, ekonominiu, socialiniu poveikiu ir poveikiu aplinkai. Daugiakriterė kelių priežiūros lygių analizės metodika, turi būti naudojama siekiant optimizuoti lėšas skirtas kelių tinklo priežiūrai. Taikant naudingumo ir sąnaudų santykio metodą, optimaliai parinkti kelių priežiūros lygius pagal kelių svarbą tinkle, jų apkrovimą, funkcinę paskirtį, eismo saugumo charakteristikas. (Odoki, J. B., Di Graziano, A., & Akena, R. 2015).

1.4.1. Latvijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai

Latvijoje valstybinės reikšmės keliai skirstomi į penkis priežiūros lygius. Pažymėtina, kad skirtingos to paties kelio atkarpos gali turėti skirtingas priežiūros lygius. Lygiai nustatomi pagal intensyvumą. Būtent, kuo didesnis transporto priemonių intensyvumas, tuo atitinkamai aukštesnis techninės priežiūros lygis. Pavyzdžiui, prie Rygos rajoninės reikšmės keliuose eismo intensyvumas didesnis nei magistraliniuose valstybinės reikšmės keliuose pasienyje, todėl toks rajoninės reikšmės kelias turės aukštesnį priežiūros lygį nei rajoninis ar magistralinis kelias, kuriame eismas mažas.

Pagal Latvijos ministrų kabineto nuostatas valstybinės reikšmės keliams žiemos sezonu nustatyti penki priežiūros lygiai - A, B, C, D ir E.

Kelių priežiūros lygių nustatymo metodika.

Keliui ar jo atkarpai su asfaltbetonio danga nustatoma:

- A lygis, jei eismas didesnis nei 1000 transporto priemonių;
- B lygis, jei eismas yra nuo 500 iki 1000 transporto priemonių;
- C lygis, skirta eismui nuo 100 iki 499 transporto priemonių;
- D lygis, jei eismas mažesnis nei 100 transporto priemonių.

Keliui ar jo atkarpai su nesurištąja danga nustatoma:

- C lygis, jei eismas didesnis nei 100 transporto priemonių;
- D lygis, jei eismas mažesnis nei 100 transporto priemonių.

E lygis nustatomas keliui ar jo ruožui, jeigu dėl dangos konstrukcijos nusidėvėjimo neįmanoma užtikrinti bent D lygiui atitinkančių reikalavimų įvykdymo.

Jeigu, vykdant eismo intensyvumo apskaitą, eismo intensyvumo reikšmė pasikeičia 5 procentų ribose, kelio valdytojas taiko anksčiau nustatytą lygį.

1.4.2. Estijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai

Estijoje valstybinės reikšmės keliai prižiūrimi trimis skirtingais lygiais. Aukščiausias lygis yra 3, jis dar skirstomas į 3+ ir 3, vidutinis priežiūros lygis 2, o žemiausias 1. Kelio priežiūros lygio parinkimas priklauso nuo dviejų parametrų, tai yra nuo eismo intensyvumo ir kelio kategorijos, kriterijų ir priežiūros lygių reikšmės pateikiamos 1.3 lentelėje:

1.3 lentelė. Estijos kelių priežiūros lygio nustatymo metodika

Eismo intensyvumas	Kelio priežiūros lygis			
	Magistraliniai	Krašto	Rajoniniai	Vietiniai
Greitkelis	3+	-	-	-
≥ 3000	3	3	3	-
1001–3000	3	2	2	2
201–1000	3	1	1	1
≤ 200	-	1	1	1

1.4.3. Austrijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai

Austrijoje valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygis nustatomas atsižvelgiant į:

- Kelio kategoriją.
- Eismo intensyvumą.
- Viešojo transporto maršrutus.
- Turistinius maršrutus.

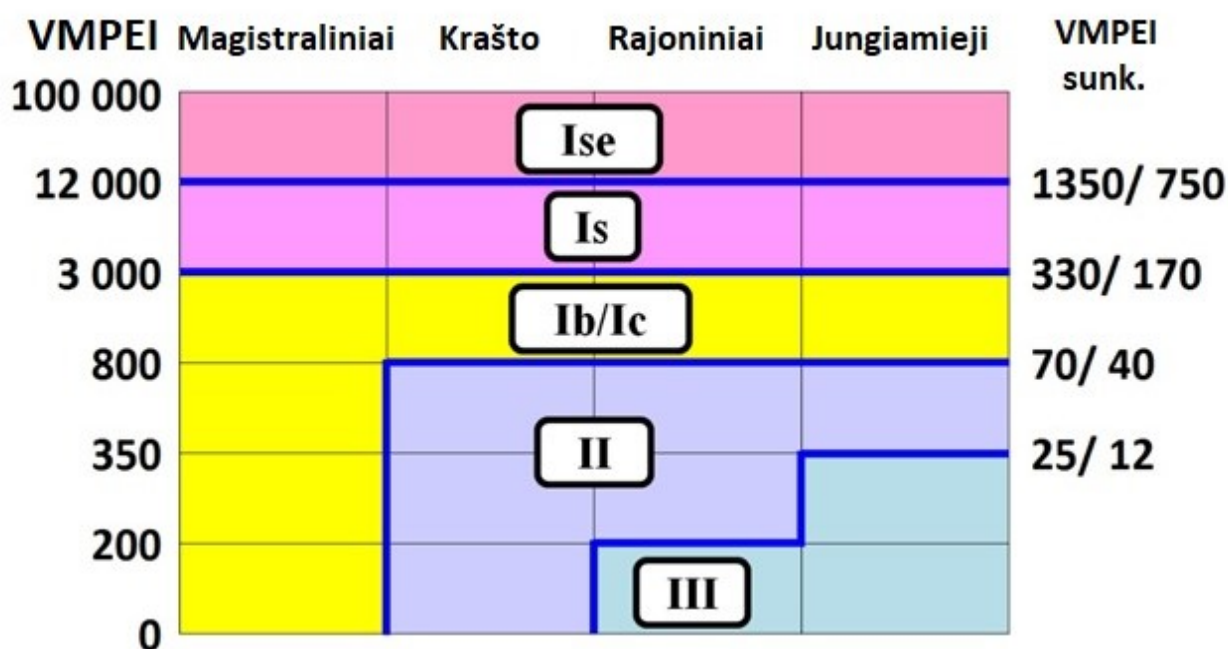
1.4.4. Slovėnijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai

Slovėnijoje valstybinės reikšmės keliai skirstomi į grupes atsižvelgiant į šešis pagrindinius kelių parametrus:

- Kategoriją;
- Eismo intensyvumą;
- Eismo intensyvumo sudėtį;
- Geografines sąlygas;
- Klimato sąlygas;
- Vietos ypatumus.

1.4.5. Suomijos kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai

Suomijoje valstybinės reikšmės keliai skirstomi į magistralinius, krašto, rajoninius ir jungiamuosius kelius. Kelių priežiūros lygis nustatomas vadovautis paprasta metodika, kurioje išskiriami trys kriterijai: bendras kelio eismo intensyvumas, kelio kategorija ir sunkiojo transporto eismo intensyvumas. Suomijos kelių priežiūros lygių nustatymo metodika pateikiama 1.4 paveiksle.



1.4 pav. Suomijos valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygio parinkimo metodika

1.4.6. JAV kelių priežiūros lygių atrankos kriterijai

Kelių techninės priežiūros lygiai USDA tarnybos vadove apibrėžiami kaip konkretaus kelio teikiamų paslaugų lygis ir jam keliami priežiūros reikalavimai. Kelių techninės priežiūros lygiai turi atitikti kelių valdymo tikslus ir techninės priežiūros kriterijus, (United States 2012). Kriterijai, kuriais vadovaujasi parenkant techninės priežiūros lygius:

- Finansavimas, aplinkos apsaugos reikalavimai, vizualinės kokybės tikslai.
- Investicijų į kelius reikalavimai.
- Kelio eksploatavimo laikas ir dabartinė jo būklė.
- Eismo saugumas.
- Eismo intensyvumas ir jo sudėtis.
- Kelio dangos tipas.
- Leistinas greitis.
- Vartotojo komfortas ir patogumas.
- Kelio funkcinė paskirtis.
- Eismo paslaugų lygis

1.5. Lietuvos kelių priežiūros apžvalga

Lietuvos mokslininkai nuolatos atlieka eksperimentus, tyrimus ir vertinimus. Rašo ir publikuoja mokslinius straipsnius siekiant efektyvinti kelių priežiūros veiklą ne tik Lietuvoje, bet ir visame pasaulyje. Publikuoti straipsniai apie efektyviausias sniego tirpinimo medžiagas – A. Laurinavičius; D. Čygas; A. Vaitkus; T. Ratkevičius; M. Bulevičius; D. Mučinis; A. Baltrušaitis (2016), apie dangų priežiūros modelių tobulinimą A. Vaitkus; D. Čygas; A. Motiejūnas; A. Pakalnis; D. Miškinis (2016), apie eismo įvykių prognozavimą V. Jasiūnienė; D. Čygas (2013) ir daugelis kitų.

Atsižvelgiant į Lietuvos valstybinių kelių būklę ir būtinumą užtikrinti saugų judumą, nuolatinę ir periodinę valstybinių kelių priežiūrą, paprastieji kelių remontai yra VI „Lietuvos automobilių kelių direkcijos“ veiklos prioritetas.

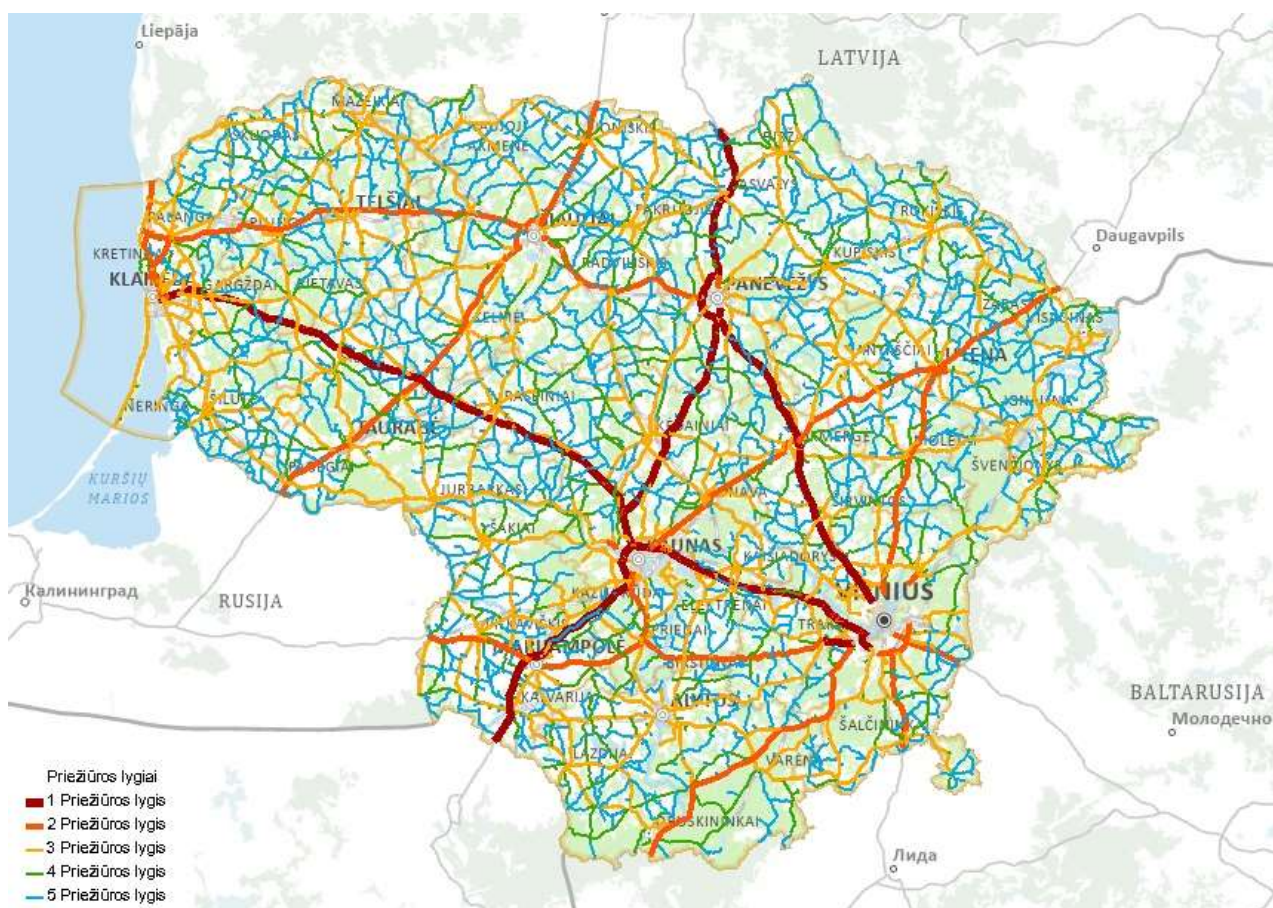
Kelių direkcija įgyvendina priemones siekdama, kad gyventojai gautų kuo kokybiškesnes viešąsias paslaugas, kad jos būtų teikiamos greitai, skaidriai ir efektyviai. Saugaus susisiekimo užtikrinimas, išsaugant kelių tinklo būklę ir nebloginant eksploatacinių savybių, yra viena iš prioritetinių programos sričių.

Kelių priežiūra – tai nuolatiniai kelio elementų priežiūros darbai: sniego valymas ir kelių barstymas žiemą, asfalto dangų defektų (išdaužų, plyšių) taisymas, žvyro dangų profiliavimas, šienavimas, tiltų bei vandens pralaidų priežiūros ir kiti darbai. Pagrindinės sritys nurodytos 1.5 pav.



1.5 pav. Pagrindinės kelių priežiūros veiklos sritys

Svarbiausi Lietuvos valstybinės reikšmės keliai (kuriuose vyksta tarptautinis, tranzitinis eismas) kaip ir anksčiau 2020 m. yra prižiūrimi visą parą ir juose yra užtikrinamos geriausios eismo sąlygos. Aukščiausiu priežiūros lygiu prižiūrimi šie keliai: A1 Vilnius–Kaunas–Klaipėda, Via Baltica (Ryga–Panevėžys–Kėdainiai–Sitkūnai–Kaunas–Marijampolė–Suvalkai), A19 Vilniaus pietinis aplinkkelis, A2 Vilnius–Panevėžys ir kelio A16 Vilnius–Prienai–Marijampolė ruožas nuo Vilniaus iki Trakų (iš viso apie 700 km). Kiti magistraliniai keliai ir intensyviausi krašto keliai (apie 1,23 tūkst. km) prižiūrimi pagal II priežiūros lygį.



1.6 pav. Lietuvos kelių priežiūros lygių žemėlapis

Lietuvos valstybinės reikšmės kelių techninė priežiūra yra skirstoma į dvi pagrindines grupes: nuolatinę ir periodinę kelių priežiūrą. Nuolatinė kelių priežiūra tai nuolatiniai kelio elementų priežiūros darbai: sniego valymas ir kelių barstymas žiemą, nedidelių asfalto dangų defektų taisymas šaltaisiais mišiniais, žvyro dangų profiliavimas, šienavimas, tiltų bei vandens pralaidų priežiūros ir kiti darbai. Periodinė kelių priežiūra tai planuotas kelio pažaidų taisymas, kuris pagerina eismo sąlygas ar atkuria kelio elementų pradinę būklę ir funkcionalumą, tai apima dangų išdaužų, plyšių, nusėdimų, vandens nuvedimo įrenginių, eismo saugumo priemonių ir kiti darbai.

1.4 lentelė. Kelio techninės priežiūros skirstymas

Kelio techninė priežiūra	Nuolatinė priežiūra	Stebėjimas ir apžiūros
		Nuolatinės priežiūros žiemą, apželdintų plotų, kelio zonų švarumo darbai
		Kelio pažaidų šalinimas pagal nuolatinės priežiūros normatyvus
	Periodinė priežiūra	Planuotas kelio pažaidų šalinimas grindžiamas kelių būklės pagerinimo poreikiu
		Paprastojo remonto organizavimas
		Kapitalinio remonto organizavimas

Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių kelių nuolatinės priežiūros valdymo sistemos pagrindas yra Kelių priežiūros vadovo I dalis „Automobilių kelių nuolatinės priežiūros normatyvai KPV PN 19“. Vadovas skirtas juridiniams ir fiziniams asmenims, atliekantiems nuolatinę priežiūrą valstybinės reikšmės keliuose ir gatvėse, kurios yra valstybinės reikšmės kelių tąsa.

Vadove nustatyti skirtingi nuolatinės priežiūros reikalavimai pagal penkis kelių priežiūros lygius. Kelių priežiūros lygiai diferencijuojami pagal vidutinį metinį paros eismo intensyvumą, sunkaus transporto vidutinį metinį paros eismo intensyvumą, maksimalų leidžiamą važiavimo greitį, kelio funkcinę paskirtį ir kelio važiuojamosios dangos tipą:

I priežiūros lygis turi užtikrinti aukštą eismo kokybės lygį, gerą techninę ir estetinę kelio būklę visą parą. Turi būti sudarytos sąlygos transporto priemonėms važiuoti didžiausiu leistinu greičiu. Galimi trumpalaikiai eismo sutrikimai žiemą.

II priežiūros lygis turi užtikrinti pakankamai aukštą eismo kokybės lygį, gerą techninę ir estetinę kelio būklę. Galimas trumpalaikis, ne ilgiau kaip iki 4 val. eismo nutrūkimas esant ypač sudėtingoms meteorologinėms sąlygoms žiemą.

III priežiūros lygis turi užtikrinti vidutinį eismo kokybės lygį, gerą techninę kelio būklę, tačiau mažesnis dėmesys skiriamas jo estetinei būklei. Galimas trumpalaikis, ne ilgiau kaip iki 8 val. eismo nutrūkimas esant ypač sudėtingoms meteorologinėms sąlygoms žiemą.

IV priežiūros lygis turi užtikrinti pakankamą eismo kokybės lygį. Skiriamas mažas dėmesys kelio estetinei būklei. Galimas neilgesnis kaip iki 10 val. eismo nutrūkimas esant ypač sudėtingoms meteorologinėms sąlygoms žiemą.

V priežiūros lygis turi užtikrinti minimalų eismo kokybės lygį ir kelio tinkamumą naudoti. Galimas neilgesnis kaip iki 24 val. eismo nutrūkimas esant ypač sudėtingoms meteorologinėms sąlygoms žiemą.

Pagrindinių priežiūrų kelio elementų klasifikavimas pateikiamas 1.5 lentelėje.

1.5 lentelė. Pagrindinių kelio elementų klasifikavimas

Kelio elementų grupė		Kelio elementas	
1.	Danga	1.1.	Važiuojamoji dalis
		1.2.	Kraštinė, vidinė saugos juosta
		1.3.	Techninė skiriamoji juosta
		1.4.	Sustojimo juosta, sustojimo vieta
		1.5.	Kelkraštis
		1.6.	Nuovaža
		1.7.	Poilsio aikštelė, transporto priemonių stovėjimo aikštelė
		1.8.	Pėsčiųjų ir (arba) dviračių takas, šaligatvis, šalitiltis
2.	Vandens nuleidimo sistemos	2.1.	Pralaida

1.5 lentelės pabaiga.

Kelio elementų grupė		Kelio elementas	
2.	Vandens nuleidimo sistemos	2.2.	Kelio griovys
		2.3.	Drenažas, kelio paviršinio vandens nuleidimo įrenginys
		2.4.	Slenkstis, greitvietė, vandens latakas
3.	Apsauginių kelio atitvarų sistemos	3.1.	Transporto priemonių apsauginių atitvarų sistema
		3.2.	Pėsčiųjų apsauginių atitvarų sistema
4.	Techninės eismo reguliavimo priemonės	4.1.	Kelio ženklas
		4.2.	Kitas vertikalusis ženklavimas
		4.3.	Horizontalusis ženklavimas
		4.4.	Inžinerinė eismo saugumo priemonė
5.	Statiniai ir kiti įrenginiai	5.1.	Tiltas, viadukas, estakada, tunelis
		5.2.	Maršrutinio transporto stotelė
		5.3.	Poilsio aikštelė, transporto priemonių stovėjimo aikštelė
		5.4.	Eismo informacinės sistemos (EIS) įrenginys
		5.5.	Apšvietimo įrenginys
		5.6.	Kiti mažosios architektūros elementai ir įrenginiai (šiukšlių dėžė, lauko baldas, gabionas, atraminė sienutė)
6.	Aplinkosaugos įrenginiai	6.1.	Kelio paviršinio vandens sulaikymo, valymo įrenginys
		6.2.	Transporto triukšmą mažinantis įrenginys
		6.3.	Biologinės įvairovės apsaugos įrenginys
7.	Apželdinti plotai	7.1.	Skiriamoji juosta
		7.2.	Pylimų, iškasų šlaitas
		7.3.	Šalikelė
		7.4.	Želdiniai
		7.5.	Kiti elementai, apželdinti veja

Lietuvos valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygiai parenkami neįvertinant visų visuomenės poreikį lemiančių veiksnių, be to kasmet priežiūros kokybę pagrinde apibrėžia ribotas ir dažnai nepakankamas skiriamas finansavimas. 2010 metais VĮ Transporto ir kelių tyrimo instituto atliktoje studijoje „Valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygių optimizavimo priemonių analizė ir pasiūlymų parengimas“ nustatyta, kad visam valstybinių kelių tinklui optimaliai prižiūrėti reikia 164,7 mln. Eur. Apskaičiuota suma užtikrintų tinkamą kelių priežiūrą pagal nustatytus reikalavimus visais metų laikais. Įvertinus infliaciją šių dienų kelių priežiūros biudžetas turėtų siekti apie 200 mln. Eur, tačiau realus finansavimas nesiekia nei pusės šios sumos. 2021 metais kelių priežiūrai buvo skirta tik 79 mln. Eur.

1.6. Lietuvoje naudojamos kelių priežiūros lygio nustatymo metodikos apžvalga

Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių kelių priežiūros lygiai nustatomi vadovaujantis T. Ratkevičiaus (2021) sukurta metodika, pagal 2.1–2.4 lentelėse pateiktus kriterijus ir jų reikšmingumo balą, bei 1-oje formulėje nurodytus svorio koeficientus.

$$SKRB = 40 \% \cdot (VMPEI) + 30 \% \cdot (VMPEI(SV)) + 15 \% \cdot (FP) + 15 \% \cdot (V_{MAX}), \quad (1)$$

čia: SKRB – suminis kriterijų reikšmingumo balas;

VMPEI – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./parą;

VMPEI_(SV) – sunkiojo transporto vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./parą;

FP – kelio funkcinė paskirtis;

V_{MAX} – didžiausias leidžiamas važiavimo greitis, km/h;

40 %, 30 %, 15 % – vertinamųjų kriterijų svoriniai koeficientai.

Nustačius kelio vertinamųjų kriterijų vertes, vadovaujantis 2.1–2.4 lentelėse pateiktais kriterijų reikšmingumo balais, pagal 1 formulę apskaičiuojamas suminis kriterijų reikšmingumo balas ir pagal 1.6 lentelę parenkamas kelio priežiūros lygis nuo 1 iki 5.

1.6 lentelė. Kelių priežiūros lygių parinkimas, pagal suminį kriterijų reikšmingumo balą

Suminis kriterijų reikšmingumo balas	Kelio priežiūros lygis
> 8	1
> 6–8	2
> 4–6	3
> 3–4	4
0–3	5

Siekiant užtikrinti Lietuvos valstybinės reikšmės pagrindinių kelių priežiūros tolygumą, ruožuose, sutampančiuose su Europinės reikšmės magistraliniais keliais (E kategorijos keliais), tikslinga parinkti vienodą priežiūros lygį. Jei atskiruose šių kelių ruožuose nustatomi skirtingi kelių priežiūros lygiai, sprendimą dėl bendro priežiūros lygio nustatymo priima Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos.

Visuose kituose Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių keliuose to paties kelio atskirų ruožų priežiūra gali skirtis tik vienu lygiu. Skirtingas priežiūros lygis viename kelyje gali prasidėti ties gyvenvietės pradžios ar pabaigos riba arba sankryžoje su kitu valstybinės reikšmės keliu.

1.6.1. Automobilių kelių ruožų priežiūros lygių nustatymas pagal automobilių kelių priežiūros lygių nustatymo metodiką

Automobilių kelių ruožų priežiūros lygių nustatymas ir analizė atliekami naudojantis LAKIS informacinės sistemoje sukauptais duomenimis ir pagal, dar nepatvirtintos, metodikos reikalavimus. Priežiūros lygių skaičiavimui panaudoti LAKIS duomenys:

- kelius prižiūrinčių padalinių prižiūrimų kelių ruožų duomenys;
- gyvenviečių ruožų duomenys;
- eismo intensyvumo (VMPEI) duomenys;
- greičio režimų valstybinės reikšmės keliuose duomenys;
- kelio viršutinės dangos duomenys.

Taip pat naudojama nauja grupė duomenų – kelio funkcinė paskirtis. Šių duomenų LAKIS informacinėje sistemoje sukaupta nėra.

Automobilių kelių ruožų priežiūros lygių nustatymas atliekamas suformuojant kelių tinklo homogeninius ruožus pagal LAKIS duomenis. Pasirinkti du homogeninių ruožų formavimo algoritmai. Pirmasis tinklui homogenizuoti naudoja visus aukščiau minėtus LAKIS duomenis. Rezultatas – smulkūs homogeniniai ruožai su kiekvieno iš jų įvertinimu ir priskirtu priežiūros lygiu ir jis pateiktas 1.7 lentelėje.

1.7 lentelė. Smulkių homogeninių ruožų įvertinimas (T. Ratkevičius 2021)

Priedas 1. (tinklo mažų ruožų įvertinimas)					2019.07.30												
nr	Kelio nr.	Pradžia, km	Pabaiga, km	Ilgis, KM	VMPEI	VMPEI balas	VMPEI sunkus	Patob. dalgos ilgis, km	Žvyro dangos ilgis, k m	Dangos balas	Funkcinė paskirtis	Func. paskirtiesbala s	Greitis	Greičio balas	SKRB	Priežiūros lygis	
1	A1	10	10,204	0,204	11953	10	837	6	0,204	0	10	Tranzitinė	10	70	4	8,3	1
1	A1	10,204	12,355	2,151	11953	10	837	6	2,151	0	10	Tranzitinė	10	100	8	8,9	1
1	A1	12,355	15,014	2,659	42673	10	4203	10	2,659	0	10	Tranzitinė	10	100	8	9,7	1
1	A1	15,014	16,307	1,293	42673	10	4203	10	1,293	0	10	Tranzitinė	10	100	8	9,7	1
1	A1	16,307	17,388	1,081	42673	10	4203	10	1,081	0	10	Tranzitinė	10	100	8	9,7	1

Antras algoritmas tinklo homogenizavimui naudoja tik kelius prižiūrinčių padalinių prižiūrimų kelių ruožų, gyvenviečių ruožų duomenis ir VMEI. Rezultatas – sustambinti homogeniniai ruožai su kiekvieno iš jų įvertinimu ir priskirtu priežiūros lygiu. Jis pateiktas 1.8 lentelėje.

1.8 lentelė. Sustambintų homogeninių ruožų įvertinimas (T. Ratkevičius 2021)

Priedas 2. (tinklo sustambintų ruožų įvertinimas)						2019.07.30											
nr	Kelio nr.	Pradžia , km	Pabaiga , km	Ilgis, km	VMPEI	VMPEI balas	VMPEI sunkus	Patob.dal gos ilgis, km	Žvyro dangos ilgis,km	Dangos balas	Funkcinė paskirtis	Funkc. paskirtiesbal as	Greitis	Greičio balas	SKRB	Priežiūros lygis	
1	A1	10	12,355	2,355	11953	10	837	6	2,355	0	10	Tranzitinė	10	100	8	8,9	
1	A1	12,355	17,388	5,033	42673	10	4203	10	5,033	0	10	Tranzitinė	10	100	8	9,7	
1	A1	17,388	17,971	0,583	31180	10	3955	10	0,583	0	10	Tranzitinė	10	100	8	9,7	
1	A1	17,971	24,682	6,711	31180	10	3955	10	6,711	0	10	Tranzitinė	10	120	10	10	
1	A1	24,682	36,31	11,628	27209	10	3835	10	11,628	0	10	Tranzitinė	10	120	10	10	
1	A1	36,31	37,105	0,795	30150	10	4022	10	0,795	0	10	Tranzitinė	10	120	10	10	

Priskyrus priežiūros lygius sustambintiems homogeniniams ruožams, ruožų ilgių pagal priežiūros lygius ataskaita pateikta 1.9 lentelėje.

1.9 lentelė. Homogeniniai kelių ruožai su nustatytais pagal metodiką priežiūros lygiais

Kelių priežiūros lygis	Kelių ruožų ilgis, km
1	713,192
2	1290,03
3	5269,712
4	2565,922
5	4871,134
5ž	6528,403
Viso	21238,39

1.6.2. Metodikos silpnosios pusės

Šiuo metu Kelių priežiūros lygių nustatymo metodika dar nėra patvirtinta. Kriterijų svoriai ir jų reikšmių kitimo intervalai nėra mokliškai įvertinti. Vadovaujantis ja iš esmės keliai skirstomi teritoriniu principu pagal prižiūrinčius padalinius, dažniausia – rajonų ribas.

Metodikoje naudojami kriterijai įvertina transporto srautus, greitį ir kelio funkcinę paskirtį, tačiau nėra vertinami ir kiti kriterijai, kurie taip pat turi reikšmingos įtakos kelio saugumui, eksploatacijai ir priežiūros lygio nustatymui. Remiantis užsienio šalių patirtimi kelio priežiūros lygius gali įtakoti ir kelio saugumo parametrai, kuriuos taip pat tikslinga vertinti parenkant priežiūros lygius:

- Avaringumo rodikliai,
- Viešasis transportas,
- Kelio dangos tipas.

1.7. Skyriaus išvados

Mokslinėje literatūroje automobilių kelių priežiūra yra vertinama kaip viena iš eismo saugumo sudedamųjų dalių, o eismo saugumas yra įvardinamas kaip viena didžiausių ir dažniausių problemų visame pasaulyje, kuriai spręsti pasaulis nuolatos ieško naujų būtų ir galimybių.

Išnagrinėjus išsivysčiusių pasaulio šalių kelių priežiūros valdymo patirtį nustatyta, kad daugumoje jų taikoma bent trijų lygių pagrindinė kelių priežiūros klasifikacija, tai aukštas, vidutinis ir žemas priežiūros lygis. Tačiau yra šalių, kurios išskiria net šešis priežiūros lygius, tai priklauso nuo šalies ar jos regionų ypatumų, klimato ir finansinių galimybių.

Daugumoje pasaulio valstybių kelių priežiūrai skirtas biudžetas yra limituotas ir dažnu atveju jis nėra pakankamas, norint užtikrinti aukščiausio lygio priežiūrą visuose valstybinės reikšmės keliuose. Todėl planuojant kelių priežiūros darbus reikia reitinguoti kelius, išskirti kuriems keliams turi būti skiriamas aukštesnis priežiūros, o kuriems žemesnis ar žemiausias priežiūros lygis. Tinklo priežiūros lygmeniu bendrai apsvarstomi įvairūs kriterijai, susiję su inžineriniu, ekonominiu, socialiniu poveikiu ir poveikiu aplinkai. Šiam tikslui pasiekti naudojamos daugiakriterės kelių priežiūros lygių analizės ir metodikos. Pasaulio valstybėse naudojami kriterijai kelių priežiūros lygiams nustatyti:

- Kelio kategorija
- Kelio funkcija
- Eismo intensyvumas ir jo sudėtis
- Leistinas važiavimo greitis
- Kelio dangos tipas
- Viešasis transportas
- Avaringumo rodikliai
- Eismo saugumo rodikliai
- Visuomenės poreikiai
- Geografinės sąlygos
- Klimato sąlygos

Lietuvoje valstybinės reikšmės automobilių kelius valdo ir eksploatuoja VĮ „Lietuvos automobilių kelių direkcija“, ji nustato keliams keliamus reikalavimus pagal priežiūros lygius. Šiuo metu Lietuvoje yra taikomi penki valstybinės reikšmės automobilių kelių priežiūros lygiai, I – aukščiausias, V – žemiausias.

Kelių priežiūros lygiai diferencijuojami pagal vidutinį metinį paros eismo intensyvumą, sunkaus transporto vidutinį metinį paros eismo intensyvumą, maksimalų leidžiamą važiavimo greitį ir kelio funkcinę paskirtį, tačiau metodikoje naudojami kriterijų svoriai nėra moksliškai pagrįsti.

Atsižvelgiant į pasaulinę patirtį, metodiką būtų galima papildyti avaringumo, dangos tipo ir viešojo transporto eismo kriterijais bei moksliškai pagrįsti jų svorius.

2. KELIŲ PRIEŽIŪROS LYGIŲ NUSTATYMO METODOLOGIJA

2.1. Ekspertinė apklausa ir jos organizavimo principai

Šiame darbe atliktas mokslinis tyrimas bus paremtas surinkta informacija atlikus ekspertinį vertinimą. Kaip teigia Kardelis (2002), ekspertinio vertinimo metodo esmė – racionalus organizuotas problemos tyrimas su nuomonių įvertinimu bei gautų rezultatų apdorojimo analizė. Apibendrinta ekspertų grupės nuomonė pateikiama kaip problemos sprendinys (sprendimo rezultatas). Atlikus ekspertų grupės apklausą apdorojami gauti duomenys. Rezultatų apdorojimo pradinė informacija yra skaitiniai duomenys, rodantys ekspertų teikiamą pirmenybę, ir šių pirmenybių išsamus pagrindimas. Apdorojimo tikslas – gauti apibendrintus duomenis ir naują informaciją, esančią ekspertų vertinimų paslėptoje formoje. Pagal apdorojimo rezultatus formuluojamas problemos sprendimas.

Ekspertų atranka. Įvertinant tyrimo tikslą, jo dalyviai turi būti asmenys, tiesiogiai susiję su valstybinės reikšmės kelių priežiūra ar šią veiklą kuruojantys ir prižiūrintys asmenys, užimti vadovaujančias pareigas, turėti įgiję aukštąjį išsilavinimą. Vadovaujantis šiais kriterijais, dalyvauti tyrime bus pasirinkta 10-15 ekspertų. Jeigu tyrimo dalyvių žinios yra panašios, o darbo patirtis atitinkamoje srityje nėra mažesnė nei penkeri metai yra teigiama, kad užtikrinti tyrimo rezultatų patikimumui užtenka 5-7 respondentų. Didesnis jų skaičius atsakymų suderinamumui didelės įtakos neturi.

Anketuojant eksperto apklausos duomenys surašomi parengtoje anketoje. Be anketos pateikiamas kreipimasis į ekspertus – aiškinamasis raštas, kuriame paaiškinami ekspertizės tikslai ir uždaviniai, suruošiama ekspertui būtina informacija, nurodoma anketos pildymo instrukcija.

Klausimų tikslas – nuodugniau pažinti tiriamąjį reiškinį, gauti išsamesnės informacijos apie elgesio pobūdį. Išskiriamos šios apklausos rūšys: anketinė apklausa, interviu, anketinė apklausa paštu, telefoninė apklausa, apklausa per masinės komunikacijos priemones ir kt. Mūsų šalies mokslinėje praktikoje dominuoja anketinė apklausa (Kardelis, 2002).

2.2. Daugiakriterio vertinimo principai ir taikymas

Visi šiuo metu žinomi ir taikomi daugiakriterio vertinimo veiksnių svorių nustatymo būdai pagrįsti ekspertų nuomone. Vienais atvejais šie svoriai nurodomi tiesiogiai vieneto dalimis, kitais atvejais, vėlgi remiantis ekspertais, nustatomi atliekant sudėtingus skaičiavimus. Bet kuriuo atveju tai yra subjektyvus procesas, todėl rezultatai priklauso nuo daugelio sąlygų, tokių kaip ekspertų kvalifikacija, vertinimo skalės diapazonas ir kt. Veiksnių svorių nustatymo tikslumui ypač didelę reikšmę turi veiksnių skaičius ir svorių nustatymo būdas. Šios dvi sąlygos tarpusavyje susijusios.

Paprasciausia taikyti minėtą tiesioginį vertinimą, kai ekspertai vieneto dalimis iš karto nurodo veiksnių svorius. Kai veiksnių nedaug, jie duoda bene geriausią rezultatą. Šis būdas yra labai paprastas, suprantamas ir patogus taikyti. Deja, gausybė veiksnių taikyti tampa problemiška. Taip atsitinka dėl to, kad ekspertui vis sunkiau nustatyti didėjančio skaičiaus veiksnių svorių teisingus tarpusavio santykius nagrinėjamo reiškinio atžvilgiu. Dėl to nuomonių nesuderinamumas vis didėja, dažnai jis viršija leistinas ribas ir ekspertinių apklausos rezultatų negalima naudoti toliau skaičiuoti. (R. Ginevičius 2006).

Daugiakriterė analizės metodika grindžiama analitinės hierarchijos proceso metodu, kuris sistemingai transformuoja konkuruojančių tikslų analizę į paprastų sudedamųjų elementų palyginimų seriją. siekiant išspręsti klasikinę daugiatakslę optimizavimo problemą pagal biudžeto apribojimus. Naudojami AHP, Kendall, CORPRAS, TOPSIS, VIKOR, SNOD ir kiti metodai. (J. B. Odoki, Di A. Graziano, & R. Akena 2015).

2.3. Daugiakriterės sistemos taikymas priežiūros lygių nustatymo skaičiavimams

2.3.1. Kendall metodas

Atlikus ekspertinę apklausą, reikia įvertinti ekspertų nuomonių suderinamumą. Skaičiuojant koreliacijos koeficientą galima nustatyti ar dviejų ekspertų nuomonės suderintos, tačiau jei ekspertų skaičius yra didesnis, nuomonių suderinamumas skaičiuojamas pagal konkordancijos koeficientą W (Zavadskas, Vilutienė 2006, M. Jakimavičius, M. Burinskienė, M. Gusarovienė, A. Podvieszko 2016).

Pirmiausia nustatoma kiekvieno vertinimo rodiklio rangų suma pagal (2.1) formulę:

$$P_j = \sum_{k=1}^r P_{jk} , \quad (2.1)$$

čia P_{jk} – k -tojo eksperto j -ajam vertinimo rodikliui suteiktas vertinimas, k – ekspertų autoriteto koeficientas.

Toliau paskaičiuojama vidutinė vertinimo rodiklio reikšmė pagal (2.2) formulę:

$$\bar{P}_j = \frac{\sum_{k=1}^r P_{jk}}{r} , \quad (2.2)$$

čia r – ekspertų skaičius.

Nustatoma kiekvieno vertinimo rodiklio įvertinimo rezultatų nukrypimo kvadratų suma pagal (2.3) formulę:

$$S = \sum_{j=1}^m (P_j - \bar{P})^2 , \quad (2.3)$$

čia m – vertinimo rodiklių skaičius.

Vidutinė visų vertinimo rodiklių rangų suma skaičiuojama pagal (2.4) formulę:

$$\bar{p} = \frac{\sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^m p_{jk}}{m}, \quad (2.4)$$

Statistinis skirstinys χ^2 skaičiuojamas konkordancijos koeficientą W pagal (2.5) formulę (Kendall 1975):

$$\chi^2 = W \cdot r \cdot (m - 1) = \frac{12S}{r \cdot m \cdot (m+1)}. \quad (2.5)$$

Jei χ^2 apskaičiuotas pagal (2.5) formulę yra didesnis nei χ^2_{lent} pagal lentelę, gautą iš platinio χ^2 lentelės su tam tikru laisvės laipsniu $\nu = m - 1$, ir imant reikšmingumo lygį $\alpha = 0,05$ (dažniausiai praktikoje taikoma α reikšmė), laikoma, kad ekspertų nuomonės suderintos.

Skaičiuojant vertinimo rodiklių reikšmingumus, geriausia vertė yra didžiausia skaitinė išraiška (N. Gudienė, A. Banaitis, V. Podvezko, N. Banaitienė 2014). Vertinimo rodiklių reikšmingumai skaičiuojami pagal (2.6) formulę:

$$\bar{q}_j = \frac{\bar{p}_j}{\sum_{i=1}^m p_j}. \quad (2.6)$$

Apskaičiuotų vertinimo rodiklių reikšmingumo rodiklių suma lygi 1. Reikšmingumas nurodo kiek kartų vienas vertinimo rodiklis yra svarbesnis už kitą vertinimo rodiklį. Pasinaudojus tuo, galima vykdyti tolesnę vertinimo rodiklių atranką ir pasirinkti tik tuos vertinimo rodiklius, kurie turi didžiausią reikšmę kiekvienoje numatytoje grupėje.

2.3.2. COPRAS metodas

Daugiatikslius sprendimų priėmimo modelius, kur siekiamas tikslas – nustatyti kompromisinį sprendimą, kuriuo galima sukurti daug pagrindinio modelio arba metodo modifikacijų.

Sprendžiant uždavinius su baigtinių sprendimo alternatyvų skaičiumi. Čia modeliui kurti taikoma diskrečioji matematika. Šiuo atveju nekeliamas tikslas – nustatyti optimalų sprendimą. Daugelio šios krypties metodų tikslai – lyginamųjų alternatyvų prioritetų eilės. Nagrinėjama, kiek alternatyvos geresnės viena už kitą. Siekiamas sprendimo rezultatas – optimali sprendimo alternatyvos sąveika tarp esamų sprendimo alternatyvų.

Tokie modeliai dažnai naudojami praktikoje. Taip pat yra sukurta keletas metodų, tačiau sunku nustatyti jų kokybę ir įvertinti geriausią. Abiem atvejais galutinį sprendimą priima žmogus – sprendimo priėmėjas, pasirinkdamas vieną iš galimų. Zavadskas ir Kaklauskas (1996) skirtingiems tikslams suderinti ir variantų prioritetų eilei sudaryti sukūrė daugiatislio kompleksinio proporcingo vertinimo metodą COPRAS. Šiuo metodu sudaroma variantų prioritetų eilutė. Nustatoma, kiek vienas variantas yra geresnis už kitą. (J. Tamošaitienė 2009).

Skaičiuojama pagal tokią metodiką:

$$S_i = \sum_{j=1}^n b_{ij}; \quad j = \overline{1, n} \quad (2.7)$$

Čia:

b_{ij} – i kriterijaus j eksperto įvertinimas balais;

S_i – i kriterijaus visų j ekspertų vertinimų balų suma;

ΔS_i – nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio.

Rangų sumos vidurkis (S^*) apskaičiuojamas pagal sekančią formulę:

$$S^* = \frac{\sum_{i=1}^m b_{ij}}{m}, \quad j = \overline{1, n} \quad (2.8)$$

Čia:

S_i – kriterijų i įverčių suma;

m – kriterijų skaičius.

Tuomet nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio apskaičiuojamas pagal formulę:

$$\Delta S_i = S_i - S^* \quad (2.9)$$

Kriterijaus svarba nustatoma pagal formulę:

$$q_j = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} \quad (2.10)$$

2.4. Pasiūlymai metodikos papildymui

Siekiant racionaliai nustatyti kelių priežiūros lygius būtų tikslinga į vertinimo formulę įtraukti papildomus kriterijus, kurie įvertintų kelio saugumo, eismo dalyvių sudėties ir dangos tipo parametrus. Taip pat būtina nustatyti ir moksliskai pagrįsti svorinius kriterijų koeficientus.

$$\begin{aligned} \text{SKRB} = & X_1\% \cdot (\text{VMPEI}) + X_2\% \cdot (\text{VMPEI}(\text{SV})) + X_3\% \cdot (\text{FP}) + X_4\% \cdot (\text{VMAX}) + X_5\% \cdot (\text{TEI}) + \\ & + X_6\% \cdot (\text{VT}) + X_7\% \cdot (\text{DT}), \end{aligned} \quad (2)$$

čia: SKRB – suminis kriterijų reikšmingumo balas;

VMPEI – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./parą;

VMPEI_(SV) – sunkiojo transporto vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./parą;

FP – kelio funkcinė paskirtis;

V_{MAX} – didžiausias leidžiamas važiavimo greitis, km/h;

TEI – tikėtini eismo įvykiai kelyje.

VT – viešojo transporto eismas

DT – dangos tipas

$X_1\%$, $X_2\%$... $X_5\%$ –kriterijų svoriniai koeficientai, nustatyti daugiakriteriu ekspertiniu vertinimu.

2.5. Kriterijų analizė, pagrindimas ir vertinimo skalės

Šiame tyrime pateikiami septyni kriterijai, keturi jau naudojami dabartinėje metodikoje, o kiti trys yra naujai pasiūlyti šio darbo rėmuose. Kuriuos kriterijus būtų tikslinga naudoti valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygiams nustatyti bus įvertinta pagal ekspertų nuomonę tolimesniuose skyriuose.

Kriterijai struktūruota forma pateikti ekspertams apklausos metodu, siekiant gauti jų ekspertinį vertinimą ir remiantis šiais duomenimis atlikti skaičiavimus. Siekiant apibrėžti iškeltus kriterijus, iš pradžių yra pateikiama apžvalga ir išsamus kriterijų paaiškinimas.

(1) **VMPEI** – Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, tai vienas pagrindinių rodiklių, nurodantis kaip intensyviai kelias yra naudojamas. Šis kriterijus taikomas esamoje metodikoje.

2.1 lentelė. Vidutinio metinio paros eismo intensyvumo reikšmingumo balas

Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./parą	Reikšmingumo balas
> 10 000	10
10000–5000	8
5000–2500	7
2500–1000	6
1000–750	5
750–500	4
500–250	3
250–100	2
< 100	1

(2) **VMPEI_(sv)** – Vidutinis metinis paros sunkiasvorių transporto priemonių eismo intensyvumas, parodo kiek sunkiasvorių transporto priemonių važiuoja keliu, iš šio rodiklio galima spręsti apie kelio apkrovą ir srauto judėjimo greitį. Šis kriterijus taikomas esamoje metodikoje.

2.2 lentelė. Sunkiojo transporto vidutinio metinio paros eismo intensyvumo reikšmingumo balas

Sunkiojo transporto vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./parą	Reikšmingumo balas
> 2000	10
2000–1500	9
1500–1000	8
1000–750	7

2.2 lentelės pabaiga.

Sunkiojo transporto vidutinis metinis paros eismo intensyvumas, aut./para	Reikšmingumo balas
750–500	6
500–250	5
250–100	4
100–50	2
< 50	1

(3) Kelio funkcija - FP:

Šis kriterijus taikomas esamoje metodikoje.

- **Tranzitinė** – keliai sutampantys su patvirtintais Europiniais transporto koridoriais, kurie turėtų tarnauti tolimojo susisiekimo, visos ES mastu, tranzitinei funkcijai. Lietuvos teritoriją kerta I koridorius Talinas–Ryga–Saločiai–Panevėžys–Kaunas– Kalvarija–Varšuva (sutampa su transporto koridoriumi VIA BALTICA) ir jo šaka – I A koridorius Talinas–Ryga–Šiauliai–Tauragė–Kaliningradas, bei IX koridoriaus B šaka Kijevas–Minskas–Vilnius–Klaipėda ir D šaka Kaunas–Kaliningradas.
- **Tranzitinė-jungiamoji** – kiti keliai sutampantys su patvirtintais Europos sąjungos (ES) „E“ kategorijos keliais Lietuvos teritorijoje ir jungia kaimyninių ES šalių sostines ar svarbias ekonomines – kultūrinės – rekreacines zonas.
- **Jungiamoji** – keliai ypatingai svarbūs tolimajam susisiekimui šalies viduje. Jie dažniausiai jungia valstybės sostinę su regionų centrais ar nacionaliniu požiūriu svarbiomis ekonominėmis – kultūrinėmis – rekreacinėmis zonomis, taip pat Lietuvos regionų centrus su kaimyninėmis šalimis jei ši jungtis nėra svarbi Europos regiono (pavyzdžiui – Baltijos) mastu.
- **Skirstamoji-privažiavimo** – keliai jungiantys šalies regionų, rajonų apylinkių centrus tarpusavyje ar su svarbiomis, rajono reikšmės, ekonominėmis – kultūrinėmis – rekreacinėmis zonomis bei apylinkių centrais. Taip pat keliai suteikiantys galimybę pasiekti Lietuvos valstybinį kelių tinklą iš įvairios paskirties gyvenamųjų, ūkinių, kultūrinių ar rekreacinių objektų ar teritorijų.

2.3 lentelė. Kelio funkcinės paskirties reikšmingumo balas

Kelio funkcinė paskirtis	Reikšmingumo balas
Tranzitinė	10
Tranzitinė-jungiamoji	7
Jungiamoji	5
Skirstamoji	3
Privažiavimo	1

(4) Didžiausias leistinas greitis $V_{\max}$.

Važiavimo greitis yra vienas svarbiausių faktorių, kuris turi tiesioginį ryšį su eismo įvykio rizika ir jo pasekmėmis. $V_{\max} > 90$ km/h ar $V_{\max} \leq 90$ km/h. Šis kriterijus taikomas esamoje metodikoje.

2.4 lentelė. Didžiausio leistino važiavimo greičio reikšmingumo balas

Didžiausias leistinas važiavimo greitis, km/h	Reikšmingumo balas
>90	10
≤ 90	5

(5) Tikėtina eismo įvykio rizika.

Tikėtina eismo įvykio rizika nustatoma vadovaujantis TARVALT duomenimis, kurie paremti valstybinės reikšmės kelių analize saugaus eismo požiūriu. Įvertinus duomenis, nustatyta, kad jie tiesiogiai negali būti naudojami, nes juose tikėtinas eismo įvykių skaičius skaičiuotas atskirai ruožuose tarp sankryžų ir sankryžose, vertinant visą kelią bus naudojamas išvestinis rodiklis, kuris nurodys vidutinę tikėtiną eismo įvykio riziką vienam kelio kilometrui per vienerius metus. Šis kriterijus yra siūlomas metodikos papildymui.

2.5 lentelė. Tikėtinios eismo įvykio rizikos balas

Tikėtini eismo įvykiai	Reikšmingumo balas
$>0,08$	10
$\leq 0,08$	8
$\leq 0,06$	6
$\leq 0,04$	4
$\leq 0,02$	2

(6) Viešojo transporto eismas.

Labai svarbu užtikrinti viešojo transporto sklandų ir tolygų judėjimą mūsų valstybinės reikšmės keliais. Dėl žemo priežiūros lygio tikėtinas ir viešojo eismo nutrūkimas, kas lemtų pakankamai didelius nuostolius dėl žmonių neatvykimo darbą, į mokyklas, gydymo įstaigas. Reikšmingumo balui nustatyti bus naudojama vietinio ir tolimojo susisiekimo maršrutų informacija. Vertinama koks maršrutų skaičius numatytas tam tikru valstybinės reikšmės keliu. Šis kriterijus yra siūlomas metodikos papildymui.

2.6 lentelė. Viešojo transporto balas

Viešojo transporto maršrutų skaičius	Reikšmingumo balas
>20	10

2.6 lentelės pabaiga.

Viešojo transporto maršrutų skaičius	Reikšmingumo balas
≤20	8
≤15	6
≤10	4
≤5	2
Nevyksta	0

(7) Dangos tipas.

Prenkant kelio priežiūros lygį reikia atsižvelgti ir kelio dangos tipą, nes nuo kelio dangos tipo priklauso atliekamų kelio priežiūros tipas bei jam taikomi atlikimo metodai. Šis kriterijus yra siūlomas metodikos papildymui.

2.7 lentelė. Kelio dangos tipo balas

Kelio dangos tipas	Reikšmingumo balas
Asfaltbetonio danga	10
Nesurištojo mišinio danga	0

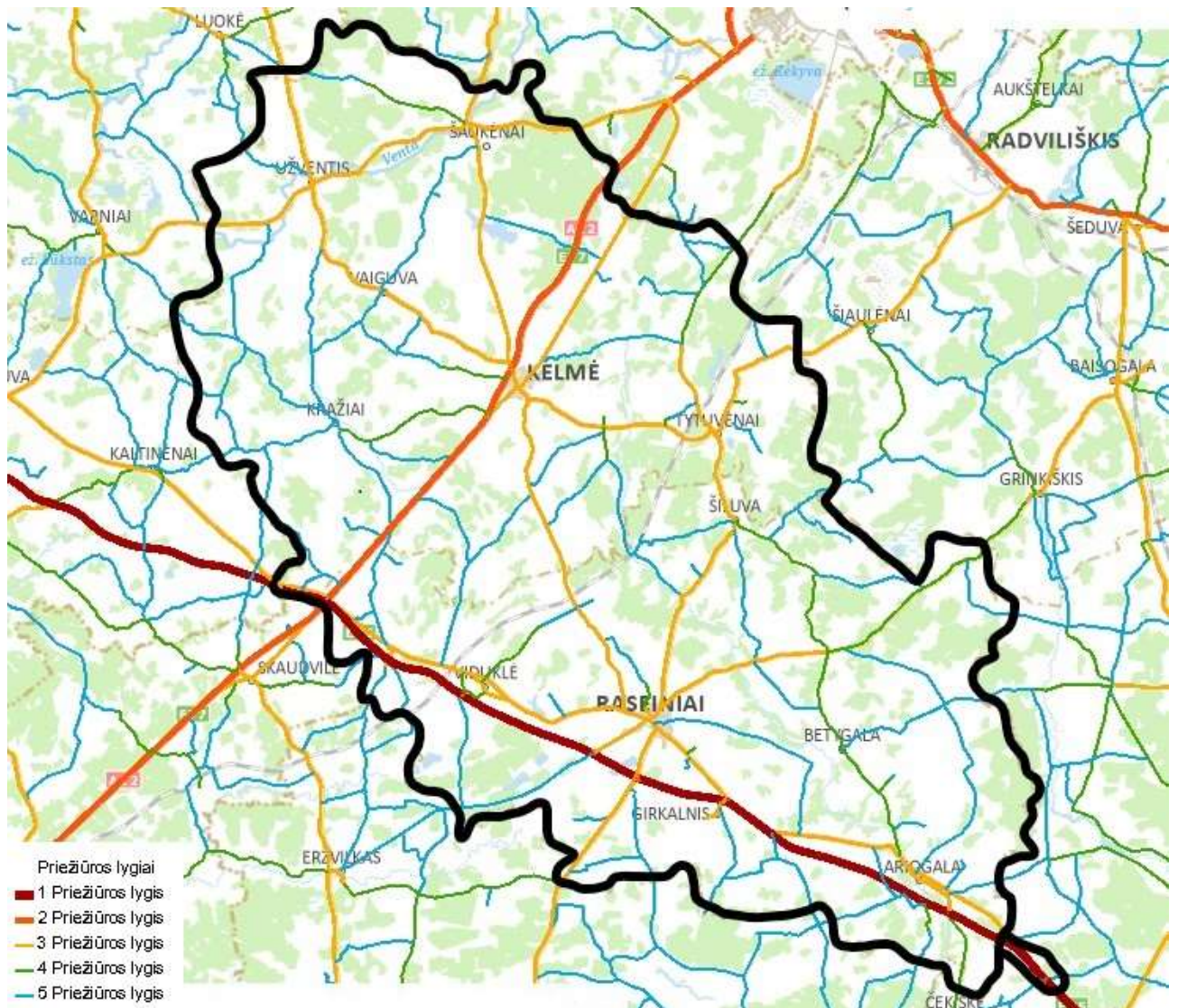
2.6. Atrinktų kelių metodinis pagrindimas

Kelių priežiūros lygio kitimui pagal esamą ir siūlomą naują metodikas nustatyti pasirinktas AB „Kelių priežiūra“ Šiaurės regiono Raseinių kelių tarnybos priežiūrimas valstybinės reikšmės kelių tinklas. Ši kelių tarnyba pasirinkta, nes jos priežiūrimoje teritorijoje yra visų priežiūros lygio kelių, taikomų pagal esamą metodiką. Taip pat mano žinios ir patirtis apie šios kelių tarnybos priežiūrimus kelius yra giliausios.

2.8 lentelė. Raseinių kelių tarnybos priežiūrimų valstybinės reikšmės kelių ilgis pagal priežiūros lygį

Kelio priežiūros lygis	Priežiūrimų kilometrų skaičius
1	60,5
2	42,997
3	319,051
4	108,589
5	544,305
Viso:	1075,442

Raseinių kelių tarnyba susideda iš trijų meistrijų: Ariogalos, Kelmės ir Raseinių. Kelių tarnyba priežiūri visus valstybinės reikšmės kelius Kelmės ir Raseinių rajonuose, taip pat priežiūrimo kelio A1 Vilnius-Kaunas-Klaipėda atkarpa driekiasi dalyje Kėdainių rajono.



2.1 pav. Raseinių kelių tarnybos kelių priežiūros lygių žemėlapis

2.7. Lietuvoje kaupiamų eismo duomenų šaltiniai

2.7.1. Lietuvos automobilių kelių informacinė sistema

Duomenų teikimo ir tvarkymo Valstybinės reikšmės kelių informacinėje sistemoje tvarkos aprašas nustato duomenų atnaujinimo ir teikimo į valstybinės reikšmės kelių informacinę sistemą organizavimo ir vykdymo tvarką, pagal kurią duomenų teikėjai privalo teikti duomenis apie valstybinės reikšmės kelius.

Duomenys apie planuojamą ir vykdomą veiklą valstybinės reikšmės keliuose:

- Kelių planavimo ir plėtros skyrius teikia patvirtintą Valstybinės reikšmės kelių priežiūros ir plėtros ilgalaikės ir trumpalaikės programos objektų sąrašai;
- Viešųjų pirkimų skyrius teikia patvirtintą LAKD planuojamų pirkimų suvestinę ir jos pasikeitimus;

- Atsakingi LAKD skyriai teikia planuojamų vykdyti objektų keliuose sąrašus;

Informacinės sistemos „Kelių projektai“ imami duomenys:

- LAKD įsigytos paslaugos ir (ar) darbai, jų atlikimo terminai, kelių ruožai;
- Einamųjų metų vykdomos veiklos keliuose objektų sąrašas;

LAKD Projektų įgyvendinimo ir techninės priežiūros skyrius teikia duomenis apie įgyvendinamus darbus objektuose;

LAKD Valstybės turto skyrius teikia duomenis apie rengiamus teisės aktų projektus;

Duomenys apie valstybinės reikšmės kelių statinių ir elementų pasikeitimus, teikiami pagal Valstybinės reikšmės kelių techninės inventORIZACIJOS instrukcijos 2.7. papunktį;

Duomenys apie kelių planavimo dokumentus (projektinius pasiūlymus, teritorijų planavimo dokumentus ir t. t.):

Duomenys apie techninius projektus;

Duomenys apie statybos darbus: rangovai, darbų rūšys, kelio dangos konstrukcinius sluoksnius, kokybinius rodiklius;

Duomenys apie kelių priežiūrą:

- Kelių priežiūrinčios įmonės teikia kelių infrastruktūros priežiūros darbų duomenis apie:
- Kelio ruožą (kelio numeris, adresas, darbų rūšis, ruožo pradžios ir pabaigos geografinės koordinatės, priežiūros lygis);
- Kelio elementus (aikštes, kelio ženklus, atitvarus ir t. t.);
- Priežiūrimus kelių ruožus (pagal įmones, kelių tarnybas ir savivaldybes);
- Viršutinę kelio dangą ir skersinį profilį;
- Tiltus;
- Tiltų apžiūras;

Duomenys apie kelių priklausomybės ir nuosavybės pasikeitimus:

Statistiniai ir tyrinėjimų duomenys: kokybiniai rodikliai, kelio ir jo aplinkos nuotraukos, eismo intensyvumo duomenys, avaringų ruožų ir juodųjų dėmių duomenys.

2.7.2. Tarva LT

Lietuvoje šiuo metu naudojama Suomijoje sukurta eismo saugumą gerinančių priemonių vertinimo metodikos TARVA adaptuota lietuviškoji versija TARVAL bei jos pagrindu sukurta kompiuterinė programa Tarva LT, kuri suteikia galimybę vartotojui, atliekant nesudėtingus veiksmus bei neįvedant papildomos informacijos, prognozuoti tikėtina eismo įvykių skaičių kelyje bei vertinti eismo saugumą gerinančių priemonių poveikį prognozuojamam avaringumui.

Pasirenkant nepriklausomus kintamuosius matematiniams eismo įvykių prognozavimo modeliams, atsižvelgta į mokslinėje literatūroje pateiktas rekomendacijas.

Pagrindiniai kintamieji įtraukti į matematinį prognozavimo modelį yra:

- Kelio funkcinė paskirtis;
- Kelią supanti aplinka;
- Kelio skersinis profilis;
- VMPEI;
- Leistinas važiavimo greitis.

Minėta informacija leidžia išskirti pavojingiausius eismo saugumo požiūriu kelių ruožus pagal tikėtiną eismo įvykių skaičių ir inicijuoti kelio ruožų rekonstravimą ar didesnę dėmesį priežiūrai. Pavojingiausių ruožų nustatymas, ištyrimas ir analizė suteikia galimybę tikslingai nukreipti eismo saugumui ir priežiūrai skiriamas lėšas. Vykdyti prevenciją, siekiant išvengti „juodųjų dėmių“ susidarymo.

Tikėtinas eismo įvykių skaičius parodo, kiek eismo įvykių tikimasi per prognozuojamą laikotarpį. Tarva LT prognozuoja eismo įvykių skaičių ateinantiems vieneriems metams. Pvz.: į Tarva LT suvesti 2014-2018 m. duomenys leis prognozuoti tikėtiną eismo įvykių skaičių 2019 m. (V. Jasiūnienė 2012).

2.7.3. Eismo informacijos centras

2011 m. baigta kurti pirmoji Baltijos šalyse Valstybinės reikšmės kelių eismo informacinė sistema, trumpiau vadinama EIS. Šios sistemos sukūrimo tikslas – suteikti galimybę eismo dalyviams ir kelius prižiūrinčioms įmonėms naudotis automatizuotai surinktais ir vienoje vietoje sukauptais eismo duomenimis.

Duomenys į EIS renkami iš kelių oro sąlygų automatinių stotelių, trumpiau vadinamų KOS stotelėmis. Tai šalia kelio esantys įrenginiai su jutikliais, kurie matuoja parametrus, reikalingus kelių būklei ir eismo sąlygoms nustatyti (kelio dangos paviršiaus temperatūrą, oro temperatūrą ir santykinę drėgmę, rasos tašką, vėjo kryptį, greitį ir gūsius, kritulių intensyvumą ir tipą, matomumą, kelio dangos būklę, kelio konstrukcijos įšalo gylį ir kt.). Sistemoje kaupiami ir vaizdo duomenys, kurie renkami iš KOS stotelėse įrengtų ir papildomai pastatytų kamerų.

EIS sistema tobulinama, plečiama, pritaikoma naudotojų poreikiams. Nuolat diegiami nauji eismo stebėjimo ir valdymo įrenginiai keliuose. 2014 metai pradėta įrenginėti kintamos informacijos greičio ribojimo ir įspėjimo kelio ženklus, kurie valdomi atsižvelgiant į eismo sąlygas valdomame

ruože. Visi surinkti duomenys patenka į EIS. Gauta informacija padeda organizuoti kelių priežiūros darbus, gerina darbų kokybę, taupo lėšas.

Kitas ir ne mažiau svarbus EIS tikslas – informuoti eismo dalyvius apie eismo sąlygas, eismo sutrikimus, taikomas eismo valdymo priemones keliuose ir suteikti galimybę patiems naudotojams automatizuotai atlikti eismo duomenų analizę. Šiam tikslui įgyvendinti įkurtas Eismo informacijos centras ir sukurta ši internetinė svetainė – eismoinfo.lt. Eismo informacijos centre visą parą dirbantys operatoriai renka, kaupia, sistemina ir teikia informaciją apie eismo sąlygas valstybinės reikšmės keliuose.

Informacija teikiama eismo dalyviams:

- Šaltuoju metų laiku aktualiausia informacija – kokios eismo sąlygos, kokia kelio dangos būklė, kokios meteorologinės sąlygos sunkina eismą. Visa ši informacija skelbiama šioje svetainėje tekstine bei garsine forma ir interaktyviame žemėlapyje.
- Šiltuoju metų laiku keliaujantiems aktualu – kur ir kokie apribojimai keliuose dėl darbų ar kitų priežasčių. Šią informaciją ir dar su paaiškinimais, koks apribojimas ir iki kada jis bus, taip pat paprasta surasti šioje svetainėje.
- Pavasarį ir rudenį ypač padaugėja masės apribojimų keliuose, todėl sunkiasvorių transporto priemonių vairuotojams būtų itin pravartu sudarinėjant važiavimo maršrutą svetainėje pažiūrėti, kuriuose keliuose ir koks yra masės ribojimas.
- Visus metus svetainėje teikiama informacija apie apribojimus dėl eismo įvykių, dėl to atsiradusias spūstis ar draudžiamą eismą, rekomenduojamas apylankas.
- Esantys kelyje visą informaciją gali sužinoti išmaniesiems telefonams pritaikytoje svetainės versijoje.

2.8. Skyriaus išvados

Visi šiuo metu žinomi ir taikomi daugiakriterio vertinimo veiksnių svorių nustatymo būdai pagrįsti ekspertų nuomone. Vienais atvejais šie svoriai nurodomi tiesiogiai vieneto dalimis, kitais atvejais, vėlgi remiantis ekspertais, nustatomi atliekant sudėtingus skaičiavimus pavyzdžiui AHP, Kendall, CORPRAS, TOPSIS, VIKOR, SNOD ir kitais metodais. Bet kuriuo atveju tai yra subjektyvus procesas, todėl rezultatai priklauso nuo daugelio sąlygų, tokių kaip ekspertų kvalifikacija, vertinimo skalės diapazonas ir kt. Ekspertų nuomonei nustatyti darbe bus naudojama anketinė apklausa, nuomonių suderinamumui ir kriterijų svoriams nustatyti bus naudojami Kendall ir COPRAS metodai.

Siekiant racionaliai nustatyti kelių priežiūros lygius siūloma į vertinimo formulę įtraukti tris naujus kriterijus, paliekant vietos ekspertų nuomonei. Siūlomi papildomi kriterijai:

- Tikėtini eismo įvykiai kelyje;
- Viešojo transporto eismas;
- Kelio dangos tipas.

Duomenys skaičiavimams gali būti gaunami iš VĮ „Lietuvos automobilių kelių direkcijos“ kuruojamų duomenų bazių, Lietuvos automobilių kelių informacinės sistemos, eismo informacinės sistemos ir TARVA LT.

3. EKSPERIMENTINĖ DALIS

3.1. Ekspertinė apklausa ir jos vertinimas

Ekspertų grupė sudaroma iš šios srities specialistų ir mokslininkų, kurie yra įgiję aukštąjį išsilavinimą, turi sukaupę didesnę nei dešimties metų patirtį kelių priežiūros ir eismo saugumo srityse. Atsakyti į klausimus pakviesta dvylika ekspertų iš visų su šiuo klausimu susijusių įstaigų ir įmonių, tai du ekspertai iš LR Susisiekimo ministerijos, du ekspertai iš VĮ „LAKD“, keturi ekspertai iš „Vilnius Tech“ ir 4 ekspertai iš AB „Kelių priežiūra“.

Ekspertinė apklausa atliekama dviem etapais. Pirmuoju etapu siekiama išsiaiškinti kurie kriterijai ekspertų nuomone iš tikrųjų turi reikšmę nustatant kelių priežiūros lygį. Antruoju etapu ekspertų prašoma sureitinguoti atrinktus kriterijus pagal svarbumą ir suteikti jiems balus.

3.1.1. Pirmasis ekspertinės apklausos etapas

Pirmuoju etapu apklausoje pateikiami kriterijai, kuriais vadovaujantis galėtų būti nustatomas valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygis. Ekspertai savo nuožiūra sužymi kriterijus, kurie jų nuomone yra svarbūs nustatant kelių priežiūros lygį, taip pat apklausoje prašoma įvardinti papildomus kriterijus, kurie gali turėti įtakos kelio priežiūros lygio nustatymui. Kriterijus vertinas kaip svarbus jei bent 50 proc. ekspertų įvardija, kad jis turi reikšmę nustatant kelio priežiūros lygį. Pirmajame apklausos etape sudalyvavo dvylika ekspertų. Du ekspertai pasiūlė papildomą kriterijų – „Kelias jungiantis traukos objektus (mokyklas, ligonines ir pan.“ ir vienas ekspertas pasiūlė papildomą kriterijų – „Kiti transporto statiniai (tiltai, viadukai)“. Detalus kriterijų vertinimas pateikiamas 3.1 lentelėje.

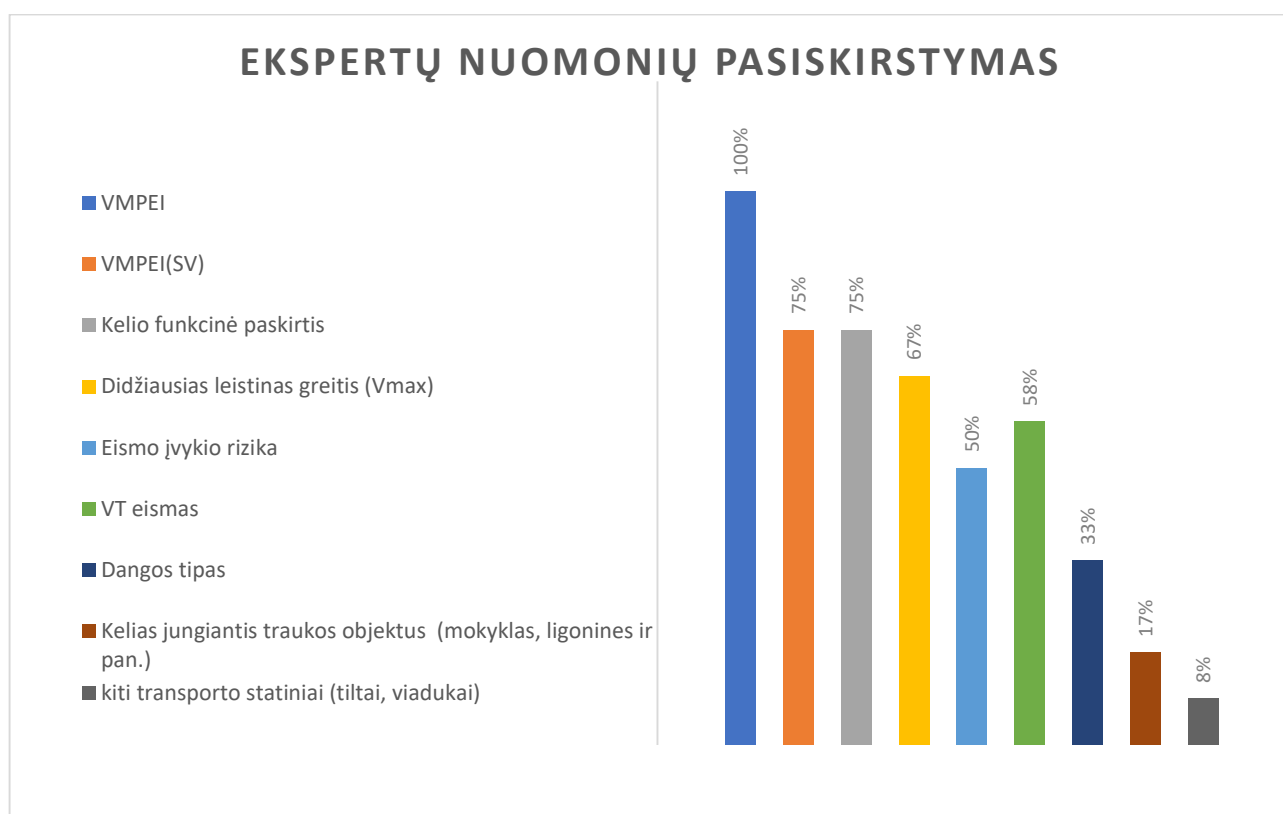
3.1 lentelė. Ekspertinis kriterijų įvertinimas

Eil. Nr.	Kriterijus	Ekspertai												Vertinimų suma
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	
1	VMPEI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
2	VMPEI(SV)			1	1	1	1	1		1	1	1	1	9
3	Kelio funkcinė paskirtis	1	1	1		1		1	1		1	1	1	9
4	Didžiausias leistinas greitis (Vmax)			1	1		1	1		1	1	1	1	8
5	Eismo įvykio rizika		1	1			1		1	1		1		6
6	VT eismas	1	1	1	1			1	1		1			7
7	Dangos tipas		1	1			1					1		4

3.1 lentelės pabaiga.

Eil. Nr.	Kriterijus	Ekspertai												Vertinimų suma
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	
8	Kelias jungiantis traukos objektus (mokyklas, ligonines ir pan.)	1	1											2
9	Kiti transporto statiniai (tiltai, viadukai)							1						1

Išanalizavus ekspertų įvertinimus, nustatyta, kad įtaką kelio priežiūros lygio nustatymui turi šeši kriterijai. Ekspertų nuomone įtaką kelio priežiūros lygiui nustatyti turi VMPEI (teigiamai atsakė 100 % respondentų), VMPEI(sv) ir kelio funkcinė paskirtis (teigiamai atsakė po 75 % respondentų), didžiausias leistinas greitis V_{max} (teigiamai atsakė 67 % respondentų), VT eismas (teigiamai atsakė 58 % respondentų) ir eismo įvykio rizika (teigiamai atsakė 50 % respondentų). Ekspertų nuomone įtakos kelio priežiūros lygio nustatymui neturi dangos tipas (teigiamai atsakė 33 % respondentų), kelias jungiantis traukos objektus (teigiamai atsakė 17 % respondentų) ir kiti transporto statiniai (teigiamai atsakė 8 % respondentų). Duomenų grafinis atvaizdavimas pateikiamas 3.1 paveiksle.



3.1 pav. Ekspertų nuomonių pasiskirstymas

3.1.2. Antrasis ekspertinės apklausos etapas

Antrasis ekspertinės apklausos etapas susideda iš dviejų dalių. Pirmojoje dalyje ekspertų prašoma sureitinguoti pirmuoju etapu atrinktus šešis kriterijus balais. Svarbiausiam kriterijui skiriamas 1 balas, o mažiausiai svarbiui skiriami 6 balai. Įverčių reikšmės negali kartotis. Antrajame etape savo nuomonę išreiškė vienuolika ekspertų. Gauti antrojo etapo pirmosios dalies rezultatai pateikiami 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Kriterijų reitingavimas

Eil. Nr.	Kriterijus	Ekspertai											Suma
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	
1	VMPEI	1	1	1	2	1	1	2	2	1	1	1	14
2	VMPEI(sv)	5	6	2	1	3	2	6	5	5	3	2	40
3	Kelio funkcinė paskirtis	2	2	3	4	2	4	1	1	3	2	5	29
4	Didžiausias leistinas greitis (Vmax)	6	4	5	3	5	3	4	4	2	4	3	43
5	Eismo įvykio rizika	4	5	4	5	4	5	5	3	4	5	4	48
6	VT eismas	3	3	6	6	6	6	3	6	6	6	6	57

Išanalizavus duomenis, nustatyta, kad aukščiausią reitingą ekspertai skyrė VMEI, antrą pagal svarbumą kelio funkciniai paskirčiai, trečią – VMPEI(sv), ketvirtą – didžiausiam leistinam greičiui, penktą – eismo įvykio rizikai ir žemiausią reitingą suteikė VT eismui.

Antrojo etapo antrojoje dalyje ekspertų prašoma išskirstyti 100 balų atskiriems kriterijams. Įrašyti savo vertinimą, kiek balų iš 100 turėtų tekti atskiram kriterijui nustatant valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygį. Bendra paskirstyta procentinė suma neturi viršyti 100 balų. Gauti antrojo etapo antrosios dalies rezultatai pateikiami 3.3 lentelėje.

3.3 lentelė. Ekspertų balų pasiskirstymas

Eil. Nr.	Kriterijus	Ekspertai											Suma
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	
1	VMPEI	30	33	29	10	30	40	24	20	30	45	40	331
2	VMPEI(SV)	12	7	24	30	20	25	5	10	10	15	25	183
3	Kelio funkcinė paskirtis	25	27	19	10	20	10	26	25	15	20	5	202
4	Didžiausias leistinas greitis (Vmax)	5	10	10	20	10	10	15	10	20	10	15	135
5	Eismo įvykio rizika	10	8	13	15	15	10	10	20	15	5	10	131
6	VT eismas	18	15	5	15	5	5	20	15	10	5	5	118

Išanalizavus duomenis, nustatyta, kad daugiausia balų ekspertai skyrė VMEI, antroje vietoje kelio funkciniai paskirčiai, trečioje – VMPEI(sv), ketvirtoje – didžiausias leistinas greitis, penktoje – eismo įvykio rizika ir mažiausiai balų suteikė VT eismui.

3.2. Skaičiavimo duomenys

3.2.1. Ekspertų nuomonių suderinamumas

Ekspertų nuomonių suderinamumas vertinamas Kendall metodu, pagal ekspertų kriterijams priskirtus rangus antrajame apklausos etape, pirmojoje dalyje. Tačiau norint apskaičiuoti kriterijų svorius reikia transponuoti duomenų lentelę, nes kriterijų reikšmingumas gali būti vertinamas teisingai tik tada kai svarbiausiam kriterijui yra suteikiama didžiausia skaitinė reikšmė. Transponuota duomenų lentelė pateikiama 3.4 lentelėje.

3.4 lentelė. Transponuoti rangavimo duomenys

Eil. Nr.	Kriterijus	Ekspertai										
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
1	VMPEI	6	6	6	5	6	6	5	5	6	6	6
2	VMPEI(SV)	2	1	5	6	4	5	1	2	2	4	5
3	Kelio funkcinė paskirtis	5	5	4	3	5	3	6	6	4	5	2
4	Didžiausias leistinas greitis (Vmax)	1	3	2	4	2	4	3	3	5	3	4
5	Eismo įvykio rizika	3	2	3	2	3	2	2	4	3	2	3
6	VT eismas	4	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1

Pirmiausia nustatoma kiekvieno vertinamo kriterijaus rangų suma pagal (2.1) formulę, visi skaičiavimo rezultatai pateikiami 3.5 lentelėje:

$$P_{VMPEI} = \sum_{k=1}^r P_{jk} = 6 + 6 + 6 + 5 + 6 + 6 + 6 + 5 + 5 + 6 + 6 + 6 = 63$$

Toliau paskaičiuojama vidutinė vertinimo kriterijaus reikšmė pagal (2.2) formulę, visi skaičiavimo rezultatai pateikiami 3.5 lentelėje:

$$\overline{P_{VMPEI}} = \frac{\sum_{k=1}^r P_{jk}}{r} = \frac{63}{12} = 5,727$$

Nustatoma kiekvieno vertinimo kriterijaus įvertinimo rezultatų nukrypimo kvadratų suma pagal (2.3) formulę, visi skaičiavimo rezultatai pateikiami 3.5 lentelėje:

$$S = \sum_{j=1}^m (P_j - \overline{P})^2 = (63 - 5,727)^2 + \dots + (20 - 1,818)^2 = 1145,5$$

Vidutinė visų vertinimo kriterijų rangų suma skaičiuojama pagal (2.4) formulę, visi skaičiavimo rezultatai pateikiami 3.5 lentelėje:

$$\bar{P} = \frac{\sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^m P_{jk}}{m} = \frac{231}{6} = 38,5$$

Statistinis skirstinys χ^2 skaičiuojamas konkordancijos koeficiento W pagalba pagal (2.5) formulę (Kendall 1975):

$$\chi^2 = W \cdot r \cdot (m - 1) = \frac{12S}{r \cdot m \cdot (m + 1)} = \frac{12 \cdot 1145,5}{11 \cdot 6(6 + 1)} = 29,7532$$

Tikrinama ar apskaičiuotas χ^2 pagal (2.5) formulę yra didesnis nei χ^2_{lent} pagal lentelę, gautą iš platinio χ^2 lentelės. Reikšmei nustatomas laisvės laipsnis $v = m - 1 = 5$, ir priskiriamas reikšmingumo lygis $\alpha = 0,05$ (dažniausiai praktikoje taikoma α reikšmė). χ^2_{lent} yra lygus 11,070.

$$\chi^2 \geq \chi^2_{lent}$$

$$29,7535 \geq 11,070$$

Atlikus skaičiavimus gauta, kad χ^2 reikšmė yra didesnė už χ^2_{lent} , todėl galima teigti jog ekspertų nuomonės yra suderintos.

3.5 lentelė. Ekspertų nuomonių suderinamumo skaičiavimo rezultatai

Kriterijus	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	Rangų suma	Rangų sumos vidurkis	Sj
VMPEI	6	6	6	5	6	6	5	5	6	6	6	63	38,5	600,25
VMPEI(SV)	2	1	5	6	4	5	1	2	2	4	5	37		2,25
Kelio funkcinė paskirtis	5	5	4	3	5	3	6	6	4	5	2	48		90,25
Didžiausias leistinas greitis (Vmax)	1	3	2	4	2	4	3	3	5	3	4	34		20,25
Eismo įvykio rizika	3	2	3	2	3	2	2	4	3	2	3	29		90,25
VT eismas	4	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	20		342,25
													S =	1145,5
													W =	0,5410
													Chi_kv =	29,7532
													Chi_kv(0,05; n-1)	11,070

3.2.2. Kriterijų svorių nustatymas Kendall metodu

Skaiciuojant vertinimo rodiklių reikšmingumus, geriausia vertė yra didžiausia skaitinė išraiška. Vertinimo rodiklių reikšmingumai skaičiuojami pagal (2.6) formulę ir pateikiami 3.6 lentelėje:

$$\bar{q}_{VMPEI} = \frac{\bar{P}_{VMPEI}}{\sum_{i=1}^m P_j} = \frac{5,727}{21} = 0,27$$

3.6 lentelė. Kriterijų svorių skaičiavimo rezultatai

<i>Pertvarkyta</i>	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	Rangų vid.	Svoriai
VMPEI	6	6	6	5	6	6	5	5	6	6	6	5,727	0,27
VMPEI(SV)	2	1	5	6	4	5	1	2	2	4	5	3,364	0,16
Kelio funkcinė paskirtis	5	5	4	3	5	3	6	6	4	5	2	4,364	0,21
Didžiausias leistinas greitis (Vmax)	1	3	2	4	2	4	3	3	5	3	4	3,091	0,15
Eismo įvykio rizika	3	2	3	2	3	2	2	4	3	2	3	2,636	0,12
VT eismas	4	4	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1,818	0,09
	Sumos											21	1

Apskaičiuotų vertinimo rodiklių svorių suma lygi 1. Svoris nurodo kiek kartų vienas vertinimo rodiklis yra svarbesnis už kitą vertinimo rodiklį. Vadovaujantis atliktais skaičiavimais, galima sudaryti suminę kriterijų reikšmingumo balo skaičiavimo formulę, pagal kurią galėtų būti nustatomi valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygiai:

$$\begin{aligned} SKRB = & 0,27 \cdot (VMPEI) + 0,16 \cdot (VMPEI(SV)) + 0,21 \cdot (FP) + 0,15 \cdot (VMAX) + 0,12 \cdot (TEI) + \\ & + 0,09 \cdot (VT) \end{aligned} \quad (3.1)$$

3.2.3. Kriterijų svorių nustatymas COPRAS metodu

COPRAS metodu analizuojami apklausos antrojo etapo antrosios dalies duomenys, kur ekspertai įvertino kiekvieno kriterijaus reikšmingumą balais. Šis papildomas metodas pasirinktas siekiant nustatyti ar ekspertų bendra nuomonė dėl kriterijų svarbos laipsnio (rango) išlieka tokia pati vertinant ir kitokiu vertinimo metodu.

Skaičiuojama kriterijaus visų ekspertų vertinimo balų suma pagal (2.7) formulę, visi skaičiavimo rezultatai pateikiami 3.7 lentelėje:

$$S_{VMPEI} = \sum_{j=1}^n b_{ij} = 30 + 33 + 29 + \dots + 30 + 45 + 40 = 331$$

Rangų sumos vidurkis (S^*) apskaičiuojamas pagal sekančią (2.8) formulę:

$$S_{VMPEI}^* = \frac{\sum_i^m b_{ij}}{m} = \frac{30 + 33 + 29 + \dots + 30 + 45 + 40}{11} = 30,09$$

Tuomet nuokrypis nuo rangų sumos vidurkio apskaičiuojamas pagal (2.9) formulę:

$$\Delta S_{VMPEI} = S_i - S^* = 331 - 30,09 = 300,91$$

Kriterijaus svarba nustatoma pagal (2.10) formulę:

$$q_{VMPEI} = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} = \frac{331}{1100} = 0,30$$

3.7 lentelė. Kriterijų svorių skaičiavimo rezultatai

Kriterijus	Ekspertai					Vidurkis S*	Si	Vieta	Delta S	Delta S2	Svarba
	E1	E2	...	E10	E11						
VMPEI	30	33	...	45	40	30,09	331,00	1	300,91	90546,28	0,30
VMPEI(SV)	12	7	...	15	25	16,64	183,00	3	166,36	27676,86	0,17
Kelio funkcinė paskirtis	25	27	...	20	5	18,36	202,00	2	183,64	33722,31	0,18
Didžiausias leistinas greitis (Vmax)	5	10	...	10	15	12,27	135,00	4	122,73	15061,98	0,12
Eismo įvykio rizika	10	8	...	5	10	11,91	131,00	5	119,09	14182,64	0,12
VT eismas	18	15	...	5	5	10,73	118,00	6	107,27	11507,44	0,11

3.2.4. Skaičiavimo rezultatų palyginimas

Atlikus detalius skaičiavimus nustatyta, kad abejomis metodikomis kriterijų rangai yra tokie patys. Tai reiškia, kad ekspertai nepaisant vertinimo sistemų skirtumų, vieningai sutaria dėl kriterijų svarbumo išsidėstymo. Rangų išsidėstymas pagal metodikas pateikiamas 3.8 lentelėje.

3.8 lentelė. Kriterijų rangavimo pagal skirtingas metodikas rezultatai

Kriterijus	Rangai	
	Kendall	COPRAS
VMPEI	1	1
VMPEI(SV)	3	3
Kelio funkcinė paskirtis	2	2
Didžiausias leistinas greitis (Vmax)	4	4
Eismo įvykio rizika	5	5
VT eismas	6	6

Iš 3.8 lentelės duomenų matome, kad svarbiausias kriterijus yra VMPEI, antrasis – kelio funkcinė paskirtis, trečiasis – VMPEI(sv), ketvirtasis – Didžiausias leistinas greitis, penktasis – Eismo įvykio rizika, šeštasis – VT eismas.

Kriterijų svoriai pagal skirtingas metodikas skiriasi, tačiau skirtumai nėra kardinalūs. Atskirų kriterijų svorių reikšmės skiriasi iki trijų procentų. Detalus svorių palyginimas pagal skirtingas skaičiavimo metodikas pateikiamas 3.9 lentelėje.

3.9 lentelė. Kriterijų svorių pagal skirtingas metodikas rezultatai

Kriterijus	Svoriai	
	Kendall	COPRAS
VMPEI	0,27	0,30
VMPEI(SV)	0,16	0,17
Kelio funkcinė paskirtis	0,21	0,18
Didžiausias leistinas greitis (Vmax)	0,15	0,12
Eismo įvykio rizika	0,12	0,12
VT eismas	0,09	0,11

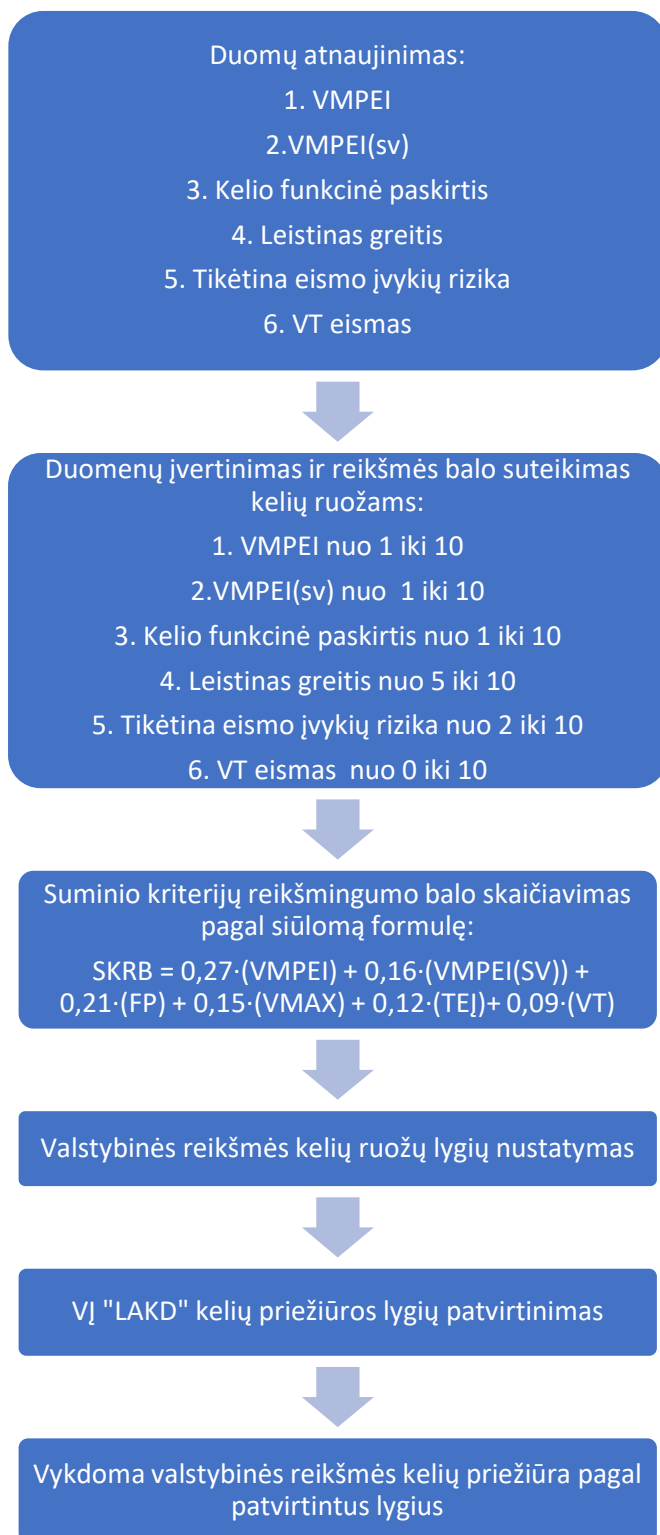
Tolimesniems skaičiavimas ir kelių priežiūros lygių nustatymo metodikai vertinti bus naudojami Kendall metodu gauti kriterijų svoriai pagal 3.1 formulę, nes COPRAS metodu negalima aiškiai ir teisingai įvertinti ekspertų nuomonių suderinamumo, taip pat šis metodas yra orientuotas į kriterijų suskirstymą rangais.

$$SKRB = 0,27 \cdot (VMPEI) + 0,16 \cdot (VMPEI(SV)) + 0,21 \cdot (FP) + 0,15 \cdot (VMAX) + 0,12 \cdot (TEI) + 0,09 \cdot (VT) \quad (3.1)$$

3.3. Siūlomas kelių priežiūros lygio nustatymo metodas

Siūlomas kelių priežiūros lygio nustatymas metodas turėtų susidaryti iš kelių skirtingų etapų. Pirmuoju etapu reikia atnaujinti visus kelių priežiūros lygio nustatymui reikalingus duomenis. Antruoju etapu duomenis susisteminti ir priskirti kriterijaus balą pagal 2.2 skyriuje siūlomas

vertinimo skales. Trečiajame etape skaičiuojamas suminis kriterijų reikšmingumo balas kiekvienam keliui ar jo ruožui. Ketvirtajame etape kiekvienam valstybinės reikšmės keliui ar jo ruožui priskiriamas priežiūros lygis. Penktajame etape sudarytas valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygių sąrašas turėtų būti patvirtintas VĮ „LAKD“. Paskutinis etapas – valstybinės reikšmės kelių priežiūra pagal patvirtintus lygius. Principinė metodikos eiga pateikiama 3.2 paveiksle.



3.2 pav. Principinė kelių priežiūros lygių nustatymo metodika

3.4. Tiriamųjų kelių priežiūros lygiai pagal siūlomą metodą

Tiriamasis objektas – Raseinių kelių tarnybos prižiūrimi valstybinės reikšmės keliai. Norint nustatyti naujus kelių priežiūros lygius tiriamuose keliuose reikia papildomai surinkti duomenis apie viešojo transporto maršrutus vykstančius tiriamaisiais keliais ir duomenis apie tikėtinus eismo įvykius juose. Viešojo transporto maršrutų duomenys pateikiami 3.10 lentelėje. (Lietuvos transporto... 2022, Kelmės autobusų... 2022, Raseinių autobusų... 2022).

3.10 lentelė. Viešojo transporto maršrutai vykstantys tiriamaisiais keliais (ištrauka)

Kelio Nr.	Vietinių maršrutų skaičius	Tolimųjų maršrutų skaičius	Suma
A1	0	16	16
A12	9	6	15
146	2	2	4
148	11	5	16
157	17	4	21
158	16	2	18
...	...	...	...
4512	0	0	0
4516	0	0	0
4617	4	0	4

Duomenys apie tikėtinus eismo įvykius surinkti iš TARVA LT duomenų paketo ir pateikiami 3.11 lentelėje.

3.11 lentelė. Tikėtini eismo įvykiai tiriamuosiuose keliuose (ištrauka)

Kelio Nr.	Kelio ilgis, Km	Tikėtinas eismo įvykių skaičius	Vidutinis tikėtinas EĮ skaičius tenkantis 1 km kelio
A1	306,234	55,58	0,1815
A12	185,766	21,54	0,1160
146	34,920	2,42	0,0693
148	62,957	4,90	0,0778
157	18,868	2,97	0,1574
158	27,314	1,97	0,0721
...	...	...	...
4512	12,443	0,24	0,0193
4516	19,645	0,23	0,0117
4617	13,392	0,10	0,0075

Surinktus duomenis kiekvienam keliui nustatomas kriterijaus balas. Balai skiriami vadovaujantis 2.2 skyriuje siūlomomis vertinimo skalėmis. Rezultatai pateikiami 3.12 lentelėje.

3.12 lentelė. Kriterijams priskirti balai tiriamuosiuose keliuose (ištrauka)

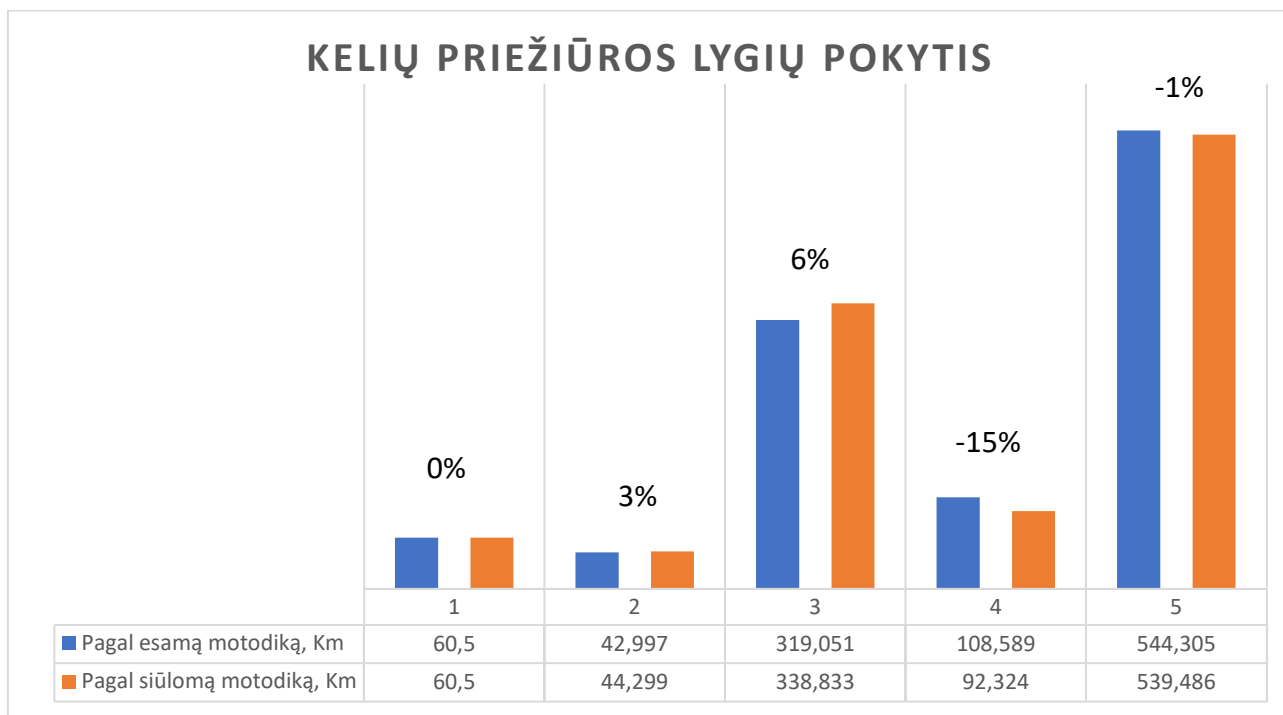
Kelio Nr.	VMPE I	VMPE I balas	VMPEI sunkus	VMPEI sunkus balas	Funkcinė paskirtis	Funkc. Paskirties balas	Greitis	Greičio balas	Eismo įvykio rizika	Eismo įvykio rizikos balas	VT eismas	VT eismo balas
A1	16442	10	2878	10	Tranzitinė	10	130	10	0,1815	10	16	8
A1	15234	10	2791	10	Tranzitinė	10	130	10	0,1815	10	16	8
A1	15810	10	2659	10	Tranzitinė	10	130	10	0,1815	10	16	8
A1	14541	10	2839	10	Tranzitinė	10	130	10	0,1815	10	16	8
A1	13077	10	2719	10	Tranzitinė	10	130	10	0,1815	10	16	8
A1	13007	10	2798	10	Tranzitinė	10	130	10	0,1815	10	16	8
A12	3439	7	729	6	Tranzitinė-jungiamoji	7	<=90	5	0,1160	10	15	6
A12	4449	7	815	7	Tranzitinė-jungiamoji	7	<=90	5	0,1160	10	15	6
146	3554	7	215	4	Skirstomoji	3	<=90	5	0,0693	8	4	2

Toliau skaičiuojamas suminis reikšmingumo balas pagal 3.1 formulę ir nustatomas kelio priežiūros lygis pagal 1.6 lentelę. Detalūs skaičiavimai pateikiami 3.13 lentelėje:

3.13 lentelė. Suminis kriterijų reikšmingumo balas ir priežiūros lygis tiriamuosiuose keliuose (ištrauka)

Kelio Nr.	Pradžia, km	Pabaiga, km	Ilgis, km	VMPEI	VMPEI balas	VMPEI sunkus	VMPEI sunkus balas	Funkcinė paskirtis	Funkc. paskirties balas	Greitis	Greičio balas	SKRB	KPL pagal esamą metodiką	Eismo įvykio rizika	Eismo įvykio rizikos balas	VT eismas	VT eismo balas	SKRB pagal siūlomą metodiką	KPL naujas
A1	129,5	137,601	8,101	16442	10	2878	10	Tranzitinė	10	130	10	10	1	0,1815	10	16	8	9,82	1
A1	137,601	144,71	7,109	15234	10	2791	10	Tranzitinė	10	130	10	10	1	0,1815	10	16	8	9,82	1
A1	144,71	166,01	21,3	15810	10	2659	10	Tranzitinė	10	130	10	10	1	0,1815	10	16	8	9,82	1
A1	166,01	173,71	7,7	14541	10	2839	10	Tranzitinė	10	130	10	10	1	0,1815	10	16	8	9,82	1
A1	173,71	189,99	16,28	13077	10	2719	10	Tranzitinė	10	130	10	10	1	0,1815	10	16	8	9,82	1
A1	189,99	190	0,01	13007	10	2798	10	Tranzitinė	10	130	10	10	1	0,1815	10	16	8	9,82	1
A12	77,056	94,95	17,894	3439	7	729	6	Tranzitinė-jungiamoji	7	<=90	5	6,4	2	0,1160	10	15	6	6,81	2
A12	94,95	120,053	25,103	4449	7	815	7	Tranzitinė-jungiamoji	7	<=90	5	6,7	2	0,1160	10	15	6	6,97	2
146	0	4,538	4,538	3554	7	215	4	Skirstomoji	3	<=90	5	5,2	3	0,0693	8	4	2	5,05	3

Atlikus visus skaičiavimus pagal siūlomą metodiką ir palyginus su esamais kelių priežiūros lygiais nustatyta, kad I priežiūros lygio kelių apimtis liko nepakitusi, II priežiūros lygio kelių apimtis padidėjo trimis procentais, III priežiūros lygio apimtis padidėjo šešiais procentais, IV priežiūros lygio apimtis sumažėjo penkiolika procentų ir V priežiūros lygio apimtis sumažėjo vienu procentu. Grafinis palyginimas pateikiamas 3.3 paveiksle.

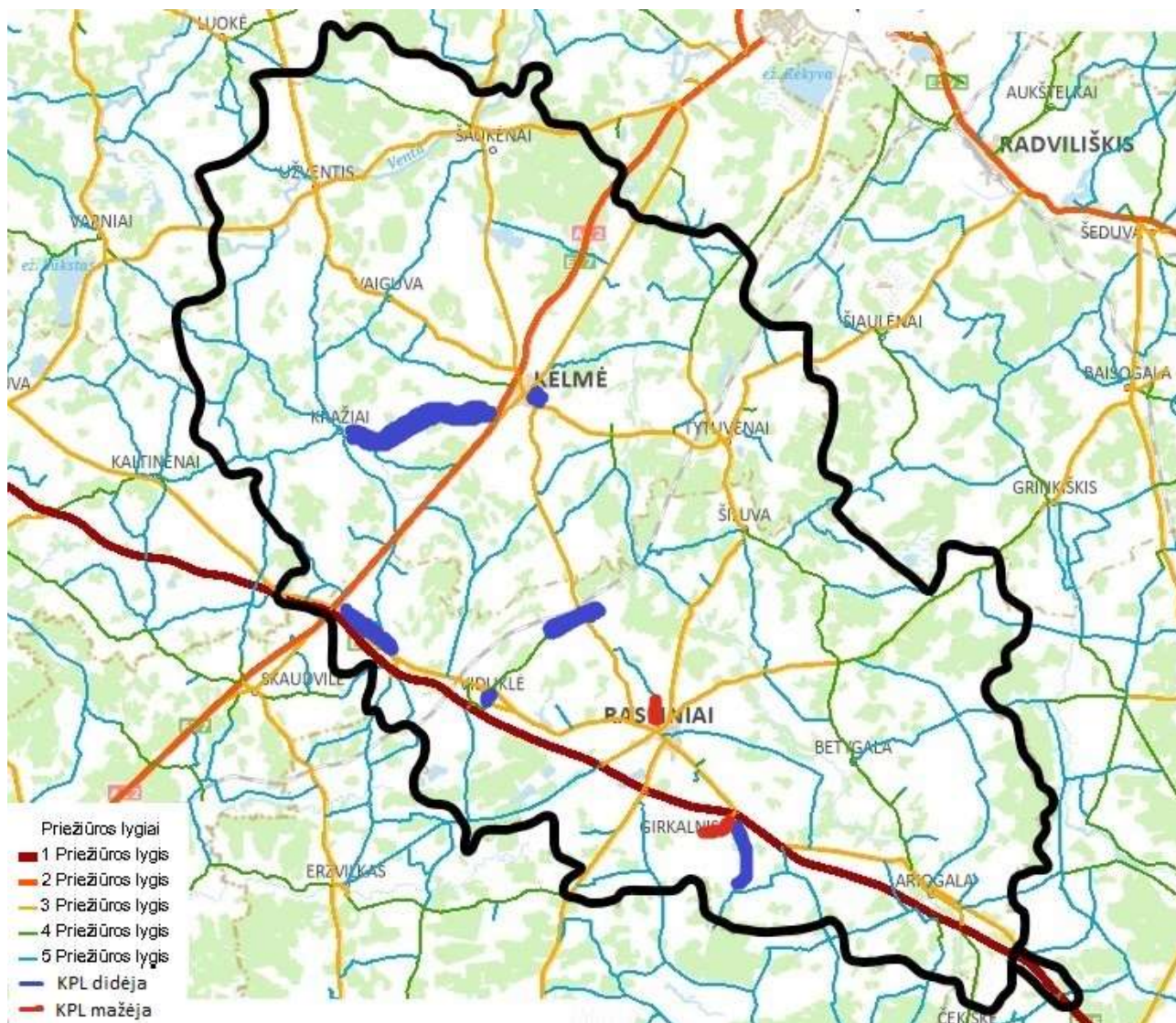


3.3 pav. Kelių priežiūros lygių pokytis

Išanalizavus, pagal siūlomą metodiką, apskaičiuotus kelių priežiūros lygius ir esamus kelių priežiūros lygius pastebima, kad didžiosios dalies tiriamųjų kelių priežiūros lygis nesikeičia. Kelių priežiūros lygis pasikeitė tik 38,291 km ruožuose iš 1075,422 km tirtųjų kelių, tai sudaro apie 3,6 procento nuo viso tirtų kelių tinklo. Keliuose ar jų ruožuose, kur priežiūros lygis keičiasi, jis kinta tik per vieną lygį. Vadovaujantis skaičiavimais kelių priežiūros lygis ne tik didėtų, bet ir būtų kelių, kuriuose jis sumažėtų. Detalūs kelių ruožai ir jų pokyčiai pateikiami 3.14 lentelėje, o grafinis pokyčių atvaizdavimas pateikiamas 3.4 paveiksle.

3.14 lentelė. Kelių priežiūros lygio pokytis tiriamuosiuose keliuose

Kelio Nr.	Pradžia, km	Pabaiga, km	Ilgis, km	SKRB pagal esamą metodiką	KPL pagal esamą metodiką	SKRB pagal siūlomą metodiką	KPL pagal siūlomą metodiką
157	0	1,302	1,302	5,9	3	6,44	2
196	62,296	69,290	6,994	3,3	4	4,49	3
2104	0,000	8,431	8,431	3,8	4	4,31	3
2104	8,431	14,09	5,659	3,4	4	4,04	3
3509	0	0,524	0,524	2,7	5	3,01	4
3509	7,168	10,519	3,351	2,7	5	3,01	4
3518	0,975	7,462	6,487	2,7	5	3,01	4
3529	0	3,415	3,415	3,1	4	2,86	5
3535	0	2,128	2,128	3,5	4	2,87	5



3.4 pav. Kelių priežiūros lygių pokyčių žemėlapis

3.5. Pasiūlymai dėl metodikos taikymo nacionaliniu lygmeniu

Pasiūlytas metodikos modelis sukurtas vadovaujantis suderinta ekspertų nuomone. Kriterijų svariai moksliskai pagrįsti. Siūloma metodika padėtų ekonomiškai pagrįsti lėšų poreikį, pateikiant ekonominę naudą per sumažėjusias kelio naudotojų išlaidas (eismo įvykiai, kelionės trukmė, kuro sąnaudos ir poveikis aplinkai), taip pat leistų nuolatos reaguoti į besikeičiančią situaciją valstybinės reikšmės keliuose, ją valdyti ir užtikrinti tinkamus kelių priežiūros lygius ten, kur iš tikrųjų to reikia.

Išanalizuotas tiriamasis kelių tinklas parodė, kad pagal siūlomą metodiką nustatyti kelių priežiūros lygiai detalčiau įvertina kriterijų visumą ir tikėtina, kad labiau atliepia realius visuomenės poreikius. Dalyje kelių priežiūros lygis padidėjo, o dalyje sumažėjo. Nors pokyčiai ir nėra labai dideli, tačiau jie labai reikšmingi kelių naudotojams. Todėl siūloma metodiką pritaikyti visiems valstybinės reikšmės keliams.

3.6. Skyriaus išvados

Ekspertų apklausa atlikta dviem etapais. Pirmuoju etapu išsiaiškinta kokie kriterijai turi įtakos kelių priežiūros lygio nustatymui, Antruoju etapu ekspertai reitingavo ir įvertino balais atrinktus kriterijus.

Išanalizavus pirmojo etapo duomenis, nustatyta, kad įtaką kelio priežiūros lygio nustatymui turi šeši kriterijai, tai VMPEI (teigiamai atsakė 100 % respondentų), VMPEI(sv) ir kelio funkcinė paskirtis (teigiamai atsakė po 75 % respondentų), didžiausias leistinas greitis Vmax (teigiamai atsakė 67 % respondentų), VT eismas (teigiamai atsakė 58 % respondentų) ir eismo įvykio rizika (teigiamai atsakė 50 % respondentų). Ekspertų nuomone, įtakos kelio priežiūros lygio nustatymui neturi dangos tipas (teigiamai atsakė 33 % respondentų), kelias jungiantis traukos objektus (teigiamai atsakė 17 % respondentų) ir kiti transporto statiniai (teigiamai atsakė 8 % respondentų).

Vadovaujantis antrojo apklausos etapo duomenimis buvo tikrinamas ekspertų nuomonių suderinamumas Kendall metodu. Atlikus skaičiavimus nustatyta, kad ekspertų nuomonės yra suderintos. COPRAS metodas patvirtino, kad ekspertai turi vienodą nuomonę, nes kriterijų rangai suskaičiuoti tokie patys kaip ir Kendall metodu.

Atliktas kriterijų svorių skaičiavimas. Pasiūlyta formulė suminiam kriterijų reikšmių balui skaičiuoti:

$$\text{SKRB} = 0,27 \cdot (\text{VMPEI}) + 0,16 \cdot (\text{VMPEI}(\text{SV})) + 0,21 \cdot (\text{FP}) + 0,15 \cdot (\text{VMAX}) + 0,12 \cdot (\text{TEI}) + 0,09 \cdot (\text{VT})$$

Pasiūlyta principinė kelių priežiūros lygio nustatymo metodika susidedanti iš šešių etapų.

Remiantis metodika, išanalizuotas Raseinių kelių tarnybos valstybinės reikšmės kelių tinklas. Palyginus pagal siūlomą metodiką suskaičiuotus ir esamus kelių priežiūros lygius nustatyta, kad didžiosios dalies tiriamųjų kelių priežiūros lygis nesikeičia. Kelių priežiūros lygis pasikeitė tik 38,291 km ruožuose iš 1075,422 km tirtųjų kelių, tai sudaro apie 3,6 procento viso tirtų kelių tinklo. Keliuose ar jų ruožuose priežiūros lygis keičiasi tik per vieną lygį. Vadovaujantis skaičiavimais kelių priežiūros lygis ne tik didėja, bet dalyje kelių ir sumažėja.

IŠVADOS

1. 1. Išnagrinėjus išsivysčiusių pasaulio šalių kelių priežiūros valdymo patirtį nustatyta, kad daugumoje jų taikoma bent trijų lygių pagrindinė kelių priežiūros klasifikacija, tai aukštas, vidutinis ir žemas priežiūros lygis. Tačiau yra šalių, kurios išskiria net šešis priežiūros lygius, tai priklauso nuo šalies ar jos regionų ypatumų, klimato ir finansinių galimybių.

Daugumoje pasaulio valstybių kelių priežiūrai skirtas biudžetas yra limituotas ir dažnu atveju jis nėra pakankamas, norint užtikrinti aukščiausio lygio priežiūrą visuose valstybinės reikšmės keliuose. Todėl planuojant kelių priežiūros darbus reikia reitinguoti kelius, išskirti kuriems keliams turi būti skiriamas aukštesnis priežiūros, o kuriems žemesnis ar žemiausias priežiūros lygis. Tinklo priežiūros lygmeniu bendrai apsvarstomi įvairūs kriterijai, susiję su inžineriniu, ekonominiu, socialiniu poveikiu ir poveikiu aplinkai. Šiam tikslui pasiekti naudojamos daugiakriterės kelių priežiūros lygių analizės ir metodikos, pavyzdžiui AHP, Kendall, CORPRAS, TOPSIS, VIKOR, SNOD ir kitos.

1. 2. Lietuvoje naudojami penki kelių priežiūros lygiai. Jie diferencijuojami pagal vidutinį metinį paros eismo intensyvumą, sunkaus transporto vidutinį metinį paros eismo intensyvumą, maksimalų leidžiamą važiavimo greitį ir kelio funkcinę paskirtį, tačiau metodikoje naudojami kriterijų svoriai nėra moksliskai pagrįsti.

Atsižvelgiant į pasaulinę patirtį, metodiką siūloma papildyti avaringumo, dangos tipo ir viešojo transporto eismo kriterijais bei moksliskai pagrįsti jų svorius.

2. Atlikus ekspertinę apklausą, nustatyta, kad įtaką kelio priežiūros lygio nustatymui turi šeši kriterijai, tai VMPEI (teigiamai atsakė 100 % respondentų), VMPEI(sv) ir kelio funkcinė paskirtis (teigiamai atsakė po 75 % respondentų), didžiausias leistinas greitis Vmax (teigiamai atsakė 67 % respondentų), VT eismas (teigiamai atsakė 58 % respondentų) ir eismo įvykio rizika (teigiamai atsakė 50 % respondentų). Ekspertų nuomone, įtakos kelio priežiūros lygio nustatymui neturi dangos tipas (teigiamai atsakė 33 % respondentų), kelias jungiantis traukos objektus (teigiamai atsakė 17 % respondentų) ir kiti transporto statiniai (teigiamai atsakė 8 % respondentų). Ekspertų nuomonės suderinamumas patvirtintas atlikus skaičiavimus Kelndall metodu. Taip pat rangavimo eiliškumas patikrintas COPRAS metodu.

3. Apklausoje ekspertai atrinktiems kriterijams suteikė rangus ir balus, šios apklausos pagrindu sudaryta kelių ruožų vertinimo metodika, ekspertų nuomonė suderinta. Atlikus skaičiavimus Kendall metodu nustatyti kriterijų svoriai. Sudaryta siūloma suminė kriterijų reikšmingumo balų skaičiavimo formulė:

$$\begin{aligned} \text{SKRB} = & 0,27 \cdot (\text{VMPEI}) + 0,16 \cdot (\text{VMPEI}(\text{SV})) + 0,21 \cdot (\text{FP}) + 0,15 \cdot (\text{VMAX}) + 0,12 \cdot (\text{TEI}) + \\ & + 0,09 \cdot (\text{VT}) \end{aligned}$$

4. Sudarytos rodiklių sistemos pagrindu parengtas ekspertinis Raseinių kelių tarnybos valstybinės reikšmės kelių tinklo priežiūros lygių vertinimas. Atlikus visus skaičiavimus pagal siūlomą metodiką ir palyginus su esamais kelių priežiūros lygiais nustatyta, kad I priežiūros lygio kelių apimtis liko nepakitusi, II priežiūros lygio kelių apimtis padidėjo trimis procentais, III priežiūros lygio apimtis padidėjo šešiais procentais, IV priežiūros lygio apimtis sumažėjo penkiolika procentų ir V priežiūros lygio apimtis sumažėjo vienu procentu. Kelių priežiūros lygis pasikeitė tik 38,291 km ruožuose iš 1075,422 km tirtųjų kelių, tai sudaro apie 3,6 procento viso tirtų kelių tinklo. Nors pokyčiai ir nėra labai dideli, tačiau jie labai reikšmingi kelių naudotojams.

5. Sukurta kelių priežiūros lygių nustatymo metodika gali būti siūloma kelių valdytojais VĮ „LAKD“ ir įvykus motyvuotam aptarimui, taikoma visam Lietuvos valstybinės reikšmės kelių tinklui, nes metodikos modelis sukurtas vadovaujantis suderinta ekspertų nuomone, kriterijų svariai moksliškai pagrįsti. Siūloma metodika padėtų ekonomiškai pagrįsti lėšų poreikį, pateikiant ekonominę naudą per sumažėjusias kelio naudotojų išlaidas (eismo įvykiai, kelionės trukmė, kuro sąnaudos ir poveikis aplinkai), taip pat leistų nuolat reaguoti į besikeičiančią situaciją valstybinės reikšmės keliuose, ją valdyti ir nustatyti moksliškai pagrįstus kelių priežiūros lygius.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- Ahmed, S., Vedagiri, P., & Rao, K. K. (2017). Prioritization of pavement maintenance sections using objective based Analytic Hierarchy Process. *International Journal of Pavement Research and Technology*, 10(2), 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.ijprt.2017.01.001>
- Andersson, A. K., & Chapman, L. (2011). The impact of climate change on winter road maintenance and traffic accidents in West Midlands, UK. *Accident Analysis & Prevention*, 43(1), 284–289. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.08.025>
- Chatterjee, S., Saeedfar, P., Tofangchi, S., & Kolbe, L. M. (2018). Intelligent Road Maintenance: a Machine Learning Approach for surface Defect Detection. In *ECIS* (p. 194).
- Dainauskas, S., & Bražukienė, I. (2013). Lietuvos automobilių kelių avaringumo teritorinė analizė. *Geografija*, 49(1).
- Estijos Ūkio reikalų ir infrastruktūros ministerija. „Kelio būklės reikalavimai“ (2015). https://www-riigiteataja-e.translate.google.com/akt/115072015013?_x_tr_sl=et&_x_tr_tl=lt&_x_tr_hl=lt&_x_tr_pto=sc (žiūrėta 2022-04-07).
- Ginevičius, R., & Podvezko, V. (2008). Daugiakriterinio vertinimo būdų suderinamumas. *Business: theory and practice*, 9, 73.
- Ginevičius, R. (2006). Daugiakriterinio vertinimo rodiklių svorių nustatymas, remiantis jų tarpusavio sąveika. *Verslas: teorija ir praktika*, (1), 3-13. DOI: [10.3846/btp.2006.01](https://doi.org/10.3846/btp.2006.01)
- Giuliani, F., Merusi, F., Polacco, G., Filippi, S., & Paci, M. (2012). Effectiveness of sodium chloride-based anti-icing filler in asphalt mixtures. *Construction and Building Materials*, 30, 174–179. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.12.036>
- Gudienė, N., Banaitis, A., Podvezko, V., & Banaitienė, N. (2014). Identification and evaluation of the critical success factors for construction projects in Lithuania: AHP approach. *Journal of Civil Engineering and Management*, 20(3), 350–359. <https://doi.org/10.3846/13923730.2014.914082>
- Tamošaitienė, J. (2009). The multi-attribute assessment of management decisions at the stage of construction planning. <https://vb.vgtu.lt/object/elaba:1788576/>
- Jakimavičius, M., Burinskienė, M., Gusarovienė, M., & Podvezko, A. (2016). Assessing multiple criteria for rapid bus routes in the public transport system in Vilnius. *Public transport*, 8(3), 365–385. doi: [10.1016/j.cities.2011.04.003](https://doi.org/10.1016/j.cities.2011.04.003)
- Jasiūnienė Vilma (2012). *Eismo įvykių prognozavimo modelis Lietuvos valstybinės reikšmės automobilių keliams: daktaro disertacija*, VGTU leidykla „Technika“). <https://vb.vgtu.lt/object/elaba:1924251/>
- Jasiūnienė Vilma; Čygas Donatas. (2013) *Road accident prediction model for the roads of national significance of Lithuania. The Baltic journal of road and bridge engineering*. Vilnius: Technika. ISSN 1822-427X. Vol. 8, no. 1 (2013), p. 66–73. [M.kr.:T 002] [Aut.lankų sk.: 0.571] DOI: [10.3846/bjrbe.2013.09](https://doi.org/10.3846/bjrbe.2013.09)

- Jateikienė Laura (2016) Automobilių keliuose diegiamų inžinerinių greičio reguliavimo ir kontrolės priemonių veiksmingumo eismo saugumui įvertinimo modelis: daktaro disertacija. Vilnius: Technika, 168 p. <http://dspace.vgtu.lt/handle/1/3125>
- Jooste, F. J., & Costello, S. B. (2020). Efficient and Stable Road Maintenance Strategy Evaluation Algorithm Utilizing a Trigger Horizon. *Transportation Research Record*, 2674(11), 424–439. <https://doi.org/10.1177/0361198120945323>
- Kardelis, K. (2002). Mokslinių tyrimų metodologija ir metodai: (edukologija ir kiti socialiniai mokslai) : vadovėlis (2-asis patais. ir papild. leid., p. 398). Kaunas: Judex.
- Kastanovskis, J. (2021, November). Comparison Of Winter Maintenance Requirements (Estonia, Latvia, Lithuania). In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 1202, No. 1, p. 012039). IOP Publishing.
- Kelmės autobusų parkas. „Tvarkaraščiai“. http://www.kelmesautobusai.lt/?page_id=46 (žiūrėta 2022-04-06)
- Latvijos respublikos teisės aktai. „Valstybės ir savivaldybių kelių kasdieninės priežiūros reikalavimų ir jų vykdymo kontrolės nuostatai“ (2021) <https://likumi.lv/ta/id/320192-noteikumi-par-valsts-un-pasvaldibu-autocelu-ikdienas-uzturesanas-prasibam-un-to-izpildes-kontroli> (žiūrėta 2022-04-07).
- Laurinavičius, A., Čygas, D., Vaitkus, A., Ratkevičius, T., Bulevičius, M., Mučinis, D., & Baltrušaitis, A. (2016). Research of snow melting materials performance efficiency for road winter maintenance. *Transport (Vilnius, Lithuania)*, 31(3), 322–332. <https://doi.org/10.3846/16484142.2016.1211551>
- Lietuvos automobilių kelių direkcija, Įsakymas dėl kelių priežiūros vadovo I dalies „automobilių kelių nuolatinės priežiūros normatyvai KPV PN 19“ patvirtinimo. 2019 m. gruodžio 30 d. Nr. V-197 Vilnius. <https://www.e-tar.lt/portal/lt/legalAct/bde86f002ae711eabe008ea93139d588> (žiūrėta 2022-04-04).
- Lietuvos transporto saugos administracija. „Lietuvos viešojo transporto maršrutai“. <https://www.visimarsrutai.lt/> (žiūrėta 2022-04-06)
- Miskinis, D., & Lingaitis, V. (2006). Maintenance Costs of Road Pavement and Motor Vehicles on the Route Vilnius-Kaunas-Klaipėda. *Transport: Research Journal of Vilnius Gediminas Technical University and Lithuanian Academy of Sciences*, 21(2). <https://doi.org/10.3846/16484142.2006.9638054>
- Mukherjee, R., Iqbal, H., Marzban, S., Badar, A., Brouns, T., Gowda, S., ... & Zonooz, B. (2021). AI Driven Road Maintenance Inspection. *arXiv preprint arXiv:2106.02567*.
- Odoki, J. B., Di Graziano, A., & Akena, R. (2015, February). A multi-criteria methodology for optimising road investments. In *Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport* (Vol. 168, No. 1, pp. 34–47). Thomas Telford Ltd. <https://doi.org/10.1680/tran.12.00053>
- Perrier, N., Langevin, A., & Campbell, J. F. (2006). A survey of models and algorithms for winter road maintenance. Part I: system design for spreading and plowing. *Computers & Operations Research*, 33(1), 209–238. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2004.07.006>
- Ratkevičius, T. (2016). *Valstybinės reikšmės automobilių kelių priežiūros žiemą optimizavimas* (Doctoral dissertation, VGTU leidykla „Technika“). <http://dspace.vgtu.lt/handle/1/3123>

Ratkevičius, T. (2021). Lietuvos automobilių kelių direkcija, Valstybinės reikšmės automobilių kelių priežiūros lygio nustatymo tvarka. (autorinė medžiaga).

Raseinių autobusų parkas. „Priemiestinių autobusų tvarkaraštis“

<https://raseiniuautobusuparkas.lt/priemiestiniai-autobusu-tvarkarasciai/> (žiūrėta 2022-04-06)

Robinson, R., Danielson, U., & Snaith, M. S. (1998). *Road maintenance management: concepts and systems*. Macmillan International Higher Education.

„Snow and Ice Databook 2010“, PIARC, 2010.

Surbakti, M., & Doan, A. (2018, February). Priority of road maintenance management based on halda reading range on NAASRA method. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 309, No. 1, p. 012114). IOP Publishing.

Siswanto, H., Supriyanto, B., Pranoto, Prihatditya, R. P., & Friansa, M. A. (2019, June). District road maintenance priority using analytical hierarchy process. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2114, No. 1, p. 060019). AIP Publishing LLC. <https://doi.org/10.1063/1.5112490>

Šernaitė, A. (2013). Kelių priežiūros žiemą metodų ir priemonių analizė bei vertinimas: baigiamasis magistro darbas. Vilniaus Gedimino technikos universitetas.

Tamošaitienė, J. (2009). Daugiatiksliis valdymo sprendimų vertinimas statybos planavimo etape.

United States of America, Department of agriculture. „Guidelines for road maintenance levels“ (2012) https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprd3793545.pdf

Vaitkus, A., Čygas, D., Motiejūnas, A., Pakalnis, A., & Miškinis, D. (2016). Improvement of road pavement maintenance models and technologies. *The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering*, 11(3), 242–249. <https://doi.org/10.3846/bjrbe.2016.28>

Vasiliauskas, I., & Vaitkus, A. (2020). Study of road and street horizontal marking reflectivity. *Mokslas–Lietuvos ateitis/Science–Future of Lithuania*, 12. DOI: <https://doi.org/10.3846/mla.2020.13069>

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, kelių tyrimo institutas (2015). „Valstybinės reikšmės automobilių kelių priežiūra žiema“

Wheat, P. (2017). Scale, quality and efficiency in road maintenance: Evidence for English local authorities. *Transport Policy*, 59, 46-53. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.06.002>

Zavadskas, E. K.; Kaklauskas, A. 1996. *Multiple criteria evaluation of buildings*. Vilnius: Technika (in Lithuanian).

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.

Zahran, E. S. M. M., Tan, S. J., Yap, Y. H., Tan, E. H., Pena, C. M. F., Yee, H. F., & Uddin, M. R. (2019, September). An investigation into the impact of alternate road lighting on road traffic accident hotspots using spatial analysis. In *2019 4th International Conference on Intelligent Transportation Engineering (ICITE)* (pp. 242–246). IEEE. DOI: [10.1109/ICITE.2019.8880263](https://doi.org/10.1109/ICITE.2019.8880263)

Žuraulis, V. (2012). Išilginio kelio profilio įtaka automobilio lėtėjimo pagreičiui. *Mokslas - Lietuvos ateitis : Statyba. transportas, aviacinės technologijos - 2012*, 4(4), 403–407. <https://doi.org/10.3846/mla.2012.65>

PRIEDAI

Priedas Nr. 1 APKLAUSA (I etapas)

Šioje apklausoje pateikiami kriterijai, kuriais vadovaujantis galėtų būti nustatomas *valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygis (toliau – Priežiūros lygis)*. Priežiūros lygis svarbus, nes tai yra tiesioginis automobilių kelių eksploatacijos ir priežiūros paslaugos teikiamos kelių vartotojams įvertinimas, nuo kurio tiesiogiai priklauso kelio priežiūros ir kelio naudotojų išlaidos – kuo geresnė kelių priežiūra, tuo mažesnės kelio naudotojų išlaidos ir atvirkščiai. Ekspertų rezultatai bus naudojami, rengiant magistro darbą.

Ši apklausa yra pirmas žingsnis, kurio metu siekiama ekspertiniu balsavimu įvertinti ar kriterijus gali svariai įtakoti kelio priežiūros parinkimą. Kai bus nustatyti svarbūs įtakojantys kriterijai, antruoju žingsniu bus siekiama nustatyti atitinkamų kriterijų svorius apklausiant tuos pačius ekspertus.

Pažymėkite varnele ar, Jūsų nuomone, kriterijus yra svarbus arba nesvarbus nustatant valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygį. Jeigu manote, kad reikėtų vertinti papildomus kriterijus nenurodytus sąraše, įrašykite juos paskutinėse eilutėse.

	Svarbus	Nesvarbus
VMPEI		
VMPEI _(SV)		
Kelio funkcinė paskirtis		
Didžiausias leistinas greitis ($V_{\max}$)		
Eismo įvykio rizika		
VT eismas		
Dangos tipas		
Kita - _____		
Kita - _____		

Kriterijų reikšmės:

VMPEI – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas valstybinės reikšmės kelio ruože, aut./parą;

VMPEI_(sv) – sunkiojo transporto vidutinis metinis paros eismo intensyvumas valstybinės reikšmės kelio ruože, aut./parą;

Kelio funkcinė paskirtis: valstybinės reikšmės kelio ruožo funkcinė paskirtis, kuri gali būti tranzitinė, tranzitinė – jungiamoji, jungiamoji, skirstomoji – privažiavimo);

Didžiausias leistinas greitis ($V_{\max}$) – didžiausias leidžiamas važiavimo greitis valstybinės reikšmės kelio ruože, km/h;

Eismo įvykio rizika – tikėtina eismo įvykio rizika valstybinės reikšmės kelio ruože, kuri nustatoma vadovaujantis TARVALT duomenimis, o šie duomenys paremti valstybinės reikšmės kelių analize saugaus eismo požiūriu.

VT eismas – įvertinama, ar valstybinės reikšmės kelio ruože vyksta viešojo transporto eismas.

Dangos tipas – įvertinama, kokia yra valstybinės reikšmės kelio ruožo danga, pvz. nesurištojo mineralinių medžiagų dangos sluoksnis, asfaltbetonio danga.

Priedas Nr. 2 APKLAUSA (II etapas)

Šioje apklausoje pateikiami pirmos apklausos metu nustatyti svarbūs kriterijai, kuriais vadovaujantis turėtų būti nustatomas *valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygis (toliau – Priežiūros lygis)*. Priežiūros lygis svarbus, nes tai yra tiesioginis automobilių kelių eksploatacijos ir priežiūros paslaugos teikiamos kelių vartotojams įvertinimas, nuo kurio tiesiogiai priklauso kelio priežiūros ir kelio naudotojų išlaidos – kuo geresnė kelių priežiūra, tuo mažesnės kelio naudotojų išlaidos ir atvirkščiai. Ekspertų rezultatai bus naudojami, rengiant magistro darbą.

Ši apklausa yra antras žingsnis ir susideda iš dviejų skirtingų metodų, kurių metu siekiama nustatyti atitinkamų kriterijų svorius apklausiant tuos pačius ekspertus.

I metodas

Sureitinguokite kriterijus balais, nuo 1 iki 6. Jūsų nuomone, įrašykite, kuris kriterijus nustatant valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygį yra svarbiausias – 1 balas, o mažiausiai svarbus – 6 balai. Balai kartotis negali.

	Vertinimas
VMPEI	
VMPEI _(SV)	
Kelio funkcinė paskirtis	
Didžiausias leistinas greitis ($V_{\max}$)	
Eismo įvykio rizika	
VT eismas	

II metodas

Išskirstykite 100 balų atskiriems kriterijams. Įrašykite Jūsų vertinimą kiek balų iš 100 turėtų tekti atskiram kriterijui nustatant valstybinės reikšmės kelių priežiūros lygį. Bendra paskirstyta procentinė suma neturi viršyti 100.

	Vertinimas
VMPEI	
VMPEI _(SV)	
Kelio funkcinė paskirtis	
Didžiausias leistinas greitis ($V_{\max}$)	
Eismo įvykio rizika	
VT eismas	

Kriterijų reikšmės:

VMPEI – vidutinis metinis paros eismo intensyvumas valstybinės reikšmės kelio ruože, aut./parą;
VMPEI_(SV) – sunkiojo transporto vidutinis metinis paros eismo intensyvumas valstybinės reikšmės kelio ruože, aut./parą;

Kelio funkcinė paskirtis: valstybinės reikšmės kelio ruožo funkcinė paskirtis, kuri gali būti tranzitinė, tranzitinė – jungiamoji, jungiamoji, skirstomoji – privažiavimo);

Didžiausias leistinas greitis ($V_{\max}$) – didžiausias leidžiamas važiavimo greitis valstybinės reikšmės kelio ruože, km/h;

Eismo įvykio rizika – tikėtina eismo įvykio rizika valstybinės reikšmės kelio ruože, kuri nustatoma vadovaujantis TARVALT duomenimis, o šie duomenys paremti valstybinės reikšmės kelių analize saugaus eismo požiūriu.

VT eismas – įvertinama, ar valstybinės reikšmės kelio ruože vyksta viešojo transporto eismas.