

ATASKAITA

Užsakovas: Šiaulių miesto savivaldybės administracija

Temos pavadinimas: **ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ BŪKLĖS ĮVERTINIMO,
PRIORITETO REMONTUI, REKONSTRAVIMUI SĄRAŠO
SUDARYMO IR DARBŲ ATLIKIMO TECHNOLOGIJŲ PARINKIMAS**

Mokslo sritis: Technologijų mokslai, Statybos inžinerija

2016 m. rugsėjo mėn. 9 d. Sutartis Nr. SŽ-1100/14705

Ataskaitos parengimo data: 2017-11-30

Instituto direktorius

Audrius Vaitkus

(vardas, pavardė, parašas)

Temos vadovas

Audrius Vaitkus

(vardas, pavardė, parašas)

TURINYS

TURINYS.....	2
LENTELIŲ SĄRAŠAS	4
PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS.....	5
SĄVOKOS IR APIBRĖŽIMAI.....	7
ĮVADAS.....	9
1. TYRIMO METODOLOGIJA.....	10
2. DANGOS BŪKLĖS TYRIMAS Šiaulių miesto GATVĖSE	15
2.1 Dangos būklės automatizuotas ir vizualinis tyrimas	16
2.1.1 Dangos nelygumas	16
2.1.2 Provėžos (plastinės deformacijos).....	17
2.1.3 Plyšiai ir defektai	19
2.1.4 Dangos konstrukcijos laikomoji geba	22
2.1.5 Dangos būklės kriterijų matavimo RST metodika.....	22
2.2 Vizualinės gatvių dangos būklės vertinimas.....	23
2.3 Dangos konstrukcijos sudėties ir laikomosios gebos nustatymas	26
2.4 Gatvių dangos būklės vertinimas	32
3. AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO MATAVIMAS ŠIAULIŲ MIESTO GATVĖSE.....	42
4. PRIORITETINIS REMONTUOTINŲ, REKONSTRUOTINŲ GATVIŲ (Ruožų) SĄRAŠAS 46	
4.1 Gatvių ruožų homogenizavimas.....	46
4.2 Techniniai, ekonominiai ir socialiniai veiksniai prioritetiniam sąrašui sudaryti	46
4.3 Gatvių remonto rūšies parinkimas.....	47
4.4 Prioritetinis remontuotinių gatvių sąrašas.....	47
IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS	50

LITERATŪROS SĄRAŠAS.....	51
A PRIEDAS. TECHNINĖ SPECIFIKACIJA.....	52
B PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS ADMINISTRACIJOS URBANISTINĖS PLĖTROS IR ŪKIO DEPARTAMENTO MIESTO ŪKIO IR APLINKOS SKYRIAUS 2017-04-18 RAŠTAS NR. SIF – 439 „DĖL PASLAUGOS ATLIKIMO“	52
C PRIEDAS. AUTOMATIZUOTO DANGOS BŪKLĖS MATAVIMO MOBILIA KELIŲ TYRIMO LABORATORIJA RST-28 REZULTATAI (ŽR. CD I).....	52
D PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ DANGOS BŪKLĖS VIZUALINIO TYRIMO NUOTRAUKOS (ŽR CD II).....	52
E PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ DANGOS KONSTRUKCIJOS SUDĖTIES BANDYMŲ PROTOKOLAI.....	52
F PRIEDAS. DANGOS KONSTRUKCIJOS LAIKOMOSIOS GEBOS MATAVIMO KRINTANČIO SVORIO DEFLEKTOMETRU REZULTATAI (ŽR. CD I).....	52
G PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ RUOŽŲ, TARP SANKRYŽŲ, AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO MATAVIMO REZULTATŲ SUVESTINĖ.....	52
H PRIEDAS. VGTU KTI 2017 M. ATLIKTŲ AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ EISMO INTENSYVUMO MATAVIMŲ PROTOKOLAI.....	52
I PRIEDAS. VŠĮ KELIŲ IR TRANSPORTO TYRIMO INSTITUTO 2017 M. TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO MATAVIMŲ APRAŠAS	52
J PRIEDAS. VŠĮ KELIŲ IR TRANSPORTO TYRIMO INSTITUTO 2017 M. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ RUOŽŲ EISMO INTENSYVUMO NUSTATYMO ATASKAITA.....	52
K PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ HOMOGENINIŲ RUOŽŲ SĄRAŠAS.....	52
L PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO PRIORITETINIS REMONTUOTINŲ, REKONSTRUOTINŲ GATVIŲ RUOŽŲ SĄRAŠAS	52

LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Įvesties parametrų kriterijų poveikis suminiam dangos suirimo laipsniui.....	13
1.2 lentelė. Dangos būklės vertinimas pagal suminį dangos suirimo laipsnį (kriterijų).....	14
2.1 lentelė. Dėl važiuojamosios dalies užstatymo arba dangos tipo neištirtų gatvių ruožų sąrašas..	15
2.2 lentelė. Provėžų tipai ir remonto būdai (Vaitkus et al. 2014: 1–9).....	18
2.3 lentelė. Šiaulių miesto gatvių dangos konstrukcijos sudėties tyrimų suvestinė	27
2.4 lentelė. Dangos įlinkio matavimo vietų koordinavimas.....	30
2.5 lentelė. Dangos nelygumo būklės indekso sąsaja su nustatytais dangos nelygumo vertėmis..	33
2.6 lentelė. Dangos provėžų būklės indekso sąsaja su nustatytais provėžų gylio vertėmis.....	33
2.7 lentelė. Dangos plyšių būklės indekso sąsaja su nustatytais plyšiais pažeisto ploto vertėmis.	33
2.8 lentelė. Dangos paviršiaus defektų būklės indekso sąsaja su nustatytais defektais pažeisto ploto vertėmis	33
2.9 lentelė. Dangos konstrukcijos laikomosios gebos būklės indekso sąsaja su nustatytais dangos įlinkių skirtumo vertėmis	33
2.10 lentelė. Dangos būklės indeksų svoriniai koeficientai suminiam dangos būklės indeksui nustatyti.....	37
3.1 lentelė. Transporto priemonių klasifikavimas pagal EUR13 metodą	43
3.2 lentelė. Transporto priemonių klasifikavimas pagal HI-TRAC 100 metodą	43
3.3 lentelė. Automobilių eismo matavimo panaudojant vamzdelinius klasifikatorius vietų sąrašas.	44
4.1 lentelė. Bendrojo ir visuomeninio transporto eismo intensyvumo koeficientai socialiniams poreikiams įvertinti.....	47
4.2 lentelė. Dangų remonto metodai atsižlegiant į gatvės ruožo suminį dangos suirimo laipsnį.....	47
4.3 lentelė. Prioritetinio remontuotinų, rekonstruotinų gatvių ruožų sąrašo fragmentas.....	48

PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Dangos būklės techninių charakteristikų poveikis kriterijams pagal (COST 354 2008).....	13
2.1 pav. Automatizuota dangų būklės matavimo įranga: a – mobili laboratorijas RST-28; b – krintančio svorio deflektometras Dynatest8000.....	16
2.2 pav. Ketvirčio automobilio judėjimo danga simuliacija dangos nelygumo indeksui nustatyti (Dore et al. 2009).....	17
2.3 pav. Dangos irimas (lukštenimasis)	19
2.4 pav. Bitumo „išplaukimas“ dangos paviršiuje.....	19
2.5 pav. Asfalto dangos provėžos.....	20
2.6 pav. Slinktys asfalto dangoje	20
2.7 pav. Skersinis plyšys asfalto dangoje.....	21
2.8 pav. Išilginis plyšys asfalto dangoje.....	21
2.9 pav. Duobės asfalto dangoje	22
2.10 pav. Išdaužos asfalto dangoje	22
2.11 pav. Aukštabalio gatvė (D2 dešinės pusės antra eismo juosta) 50 m.....	24
2.12 pav. Bačiūnų gatvė (K1 kairės pusės pirma eismo juosta) 410 m	24
2.13 pav. Dubijos gatvė (D1 dešinės pusės pirma eismo juosta) 1810 m.....	25
2.14 pav. Tilžės gatvės (D2 dešinės pusės antra eismo juosta) 960 m	25
2.11 pav. Dangos įlinkio matavimo duomenų failas.....	31
2.12 pav. Nelygumo būklės indekso (BI_N) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle.....	35
2.13 pav. Provėžų būklės indekso (BI_P) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle.....	35
2.14 pav. Plyšių būklės indekso (BI_Pl) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle.....	35
2.15 pav. Paviršiaus defektų būklės indekso (BI_Pd) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle.....	36
2.16 pav. Laikomosios gebos būklės indekso (BI_S) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle.....	36
2.17 pav. Suminio dangos būklės indekso (SDBI) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle	37
2.18 pav. Vidutinis suminis dangos būklės indeksas (SDBI) pagal gatvių kategorijas.....	38

2.19 pav. Labai bloga dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (4,39 - Tilžės g. (258.2) B2, kryptis 1, ruožas nuo 710 m iki 820 m).....	38
2.20 pav. Bloga dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (3,98 - Tilžės g. (258.2) B2, kryptis 2, ruožas nuo 1070 m iki 1460 m).....	39
2.21 pav. Bloga dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (3,32 – J. Basanavičiaus g. (113.2) C1, kryptis 1 ir 2, ruožas nuo 2630 m iki 2740 m).....	39
2.22 pav. Vidutinė dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (2,94 - Tilžės g. (258.3) C1, kryptis 1, ruožas nuo 480 m iki 590 m)	40
2.23 pav. Vidutinė dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (2,90 - Birutės g. (43.2) C2, kryptis 1 ir 2, ruožas nuo 1000 m iki 1120 m)	40
2.24 pav. Gera dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (1,62 - Tilžės g. (358.2) B2, kryptis 1, ruožas nuo 820 m iki 910 m)	41
2.25 pav. Labai gera dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (0,90 - Architektų g. (19) B2, kryptis 1, ruožas nuo 0 m iki 160 m).....	41

SAVOKOS IR APIBRĖŽIMAI

- Danga (anlg. pavement) – vieno arba dviejų sluoksnių viršutinė (dėvimoji) dangos konstrukcijos dalis.
- Dangos konstrukcija – daugiasluoksnė struktūra susidedanti iš dangos ir pagrindo sluoksnių įrengtų ant žemės sankasos. Dangos konstrukcija priklausomai nuo sluoksnius sudarančių medžiagų ir elgsenos skirstoma į standžią, pusiau standžią ir nestandžią.
- Dangos konstrukcijos struktūrinis degradavimas – degradacijos procesai susiję su pagrindo sluoksnių suirimu Dangos konstrukcijos funkcionavimas (anlg. pavement performance) – dangos konstrukcijos būklės analitinis konstrukcijos atsparumo struktūrinių pažaidų susidarymui įvertinimas per projektinį laikotarpį, nustatomas taikant funkcionavimo modelius.
- Dangos konstrukcijos suirimas – reiškinys įtakotas nepakankamos visos struktūros laikomosios gebos ir traktuojamas susidarius vienai iš struktūrinių pažaidų pagrindo sluoksniuose: nuovargio plyšiams ir/arba liekamosioms deformacijoms.
- Funkcionavimo modeliai (anlg. performance models) – modeliai nustatantys ribinį (leistinąjį) apkrovų skaičių pagal projektinės dangos konstrukcijos reakcijos į apkrovą parametrus (įtempimus, deformacijas įlinkius), mechanines sluoksnių savybes bei konkrečių aplinkos ir eksploatacijos sąlygų
- Nuovargio plyšiai – plyšiai, kurių susidarymą įtakoja dangos konstrukcijos nuovargis nuo transporto priemonių apkrovų poveikio, kurie dažniausiai pradeda formuotis asfalto pagrindo sluoksnio apačioje.
- Pažaida – kelio elementų kokybės trūkumas, atsiradęs dėl išorinių veiksnių kelio naudojimo metu, aplinkos, transporto priemonių apkrovų ir dangos konstrukcijos kokybės poveikio.
- Pažangus dangos konstrukcijos projektavimas – projektavimo metodas leidžiantis įvertinti medžiagų mechanines savybes bei prognozuoti dangos konstrukcijos funkcionavimą.
- Projektinė apkrova – ašių apkrovų skaičius nustatytas projektiniam laikotarpiui.
- Projektinė apkrova A – ekvivalentinės 10 t svorio ašies apkrovų skaičius nustatytas projektiniam laikotarpiui.
- Provėža – tai ilgalaikė dangos ir/arba konstrukcijos deformacija, susiformuojanti ratų vėžėse.

BI_N – Dangos nelygumo būklės indeksas

BI_P - Provėžų būklės indeksas

BI_Pd - Defektų būklės indeksas

BI_P1 - Plyšių būklės indeksas

BI_S - Laikomosios gebos būklės indeksas

DB – dangos būklė

DVS – dangų valdymo sistema

SDBI - Suminis dangos būklės indeksas

VMPEI - Vidutinis metinis bendras paros eismo intensyvumas

VMPEI(SV) - Vidutinis metinis krovinio transporto paros eismo intensyvumas

VPEI(VT) - Vidutinis visuomeninio transporto paros eismo intensyvumas

IVADAS

Vilniaus Gedimino technikos universiteto (toliau – VGTU) Aplinkos inžinerijos fakulteto (toliau – AIF) Kelių turimo institutas (toliau – KTI) pagal 2016 m. rugsėjo 9 d. sutartį Nr. SŽ-1100/14705 (toliau - Sutartis) su Šiaulių miesto savivaldybės administracija (toliau – Užsakovas) vykdė „Šiaulių miesto gatvių būklės įvertinimo, prioriteto remontui, rekonstravimui sąrašo sudarymo ir darbų atlikimo technologijų parinkimas“ (toliau – Paslaugos). Paslaugos atliktos pagal Sutarties 1 priedo (žr. A priedą) 1 punktą 2017-04-18 raštu Nr. SIF-439 pateiktam gatvių sąrašui (žr. B priedą).

Darbo tikslas – panaudojant šiuolaikinius automatizuotus eismo intensyvumo ir gatvių dangos būklės bei dangos konstrukcijų laikomosios gebos nustatymo metodus sudaryti Šiaulių miesto gatvių remonto prioritetinį sąrašą.

Tyrimas apėmė 108 Šiaulių miesto B, C ir D kategorijų gatves pagal 2017-04-18 rašto Nr. SIF-439 gatvių sąrašą. Tyrimo metu analizuota 146 km Šiaulių miesto gatvių. Paslaugų pagal techninę užduoties įvykdymui atlikta:

- Dangos būklės automatizuotas ir vizualinis tyrimas pažaidų rūšiai, kiekiui ir mastui nustatyti
- Dangos konstrukcijos sudėties nustatymas ir laikomosios gebos matavimas;
- Dangos būklės analizė ir vertinimas;
- Gatvių ruožų transporto eismo intensyvumo matavimas;
- Prioritetinio remontuotinių, rekonstruotinių gatvių (ruožų) sąrašo sudarymas įvertinant techninius, ekonominius ir socialinius veiksnius.

Šis tyrimas neapėmė inžinerinių geologinių tyrimų ir hidrogeologinės situacijos analizės, todėl ataskaitoje nurodyti kapitalinio remonto sprendiniai priimti tsižvelgiant į atliktų matavimų ir tyrimų duomenis. Priimant konkrečius kapitalinio remonto sprendinius (sluoksnių storius ir medžiagų rūšis) rekomenduojama atlikti išplėstinius tyrimus objekto lygiu bei dangos konstrukcijos modeliavimą. Atlikus išsamią analizę objekto lygiu kai kuriose gatvėse gali susidaryti poreikis įrengti visiškai naują dangos konstrukciją.

Darbo vadovas: dr. Audrius Vaitkus.

Pagrindiniai vykdytojai: dr. Rita Kleizienė, dr. Viktoras Vorobjovas.

Asistentai: Indrė Palionytė ir Martynas Karbočius.

1. TYRIMO METODOLOGIJA

Lietuvos automobilių kelių tinklą sudaro keliai, kurie susijungia tarpusavyje transporto mazguose ir sankryžose, dažniausiai prie miestų arba miestuose. Didėjant automobilizacijos lygiui ir augant automobilių eismo intensyvumui keliuose, tranzitinio transporto mazgai miestuose tampa vis didesnė problema sukianti transporto priemonių spūstis, laiko gaištį, aplinkos ir triukšmo taršą, gatvių dangos dėvėjimąsi. Susisiekimo sistema apjungia gyvenamuosius, gamybinius, visuomeninius, kultūrinius, buitinius, ūkio, pramonės objektus į vieną visumą, todėl efektyvi sistema yra ekonominio ir socialinio augimo dalis. Gatvių tinklas – miesto susisiekimo sistemos dalis skirta autotransportui nuolat besivystanti kartu su miestu plėtra. Plečiantis miesto teritorijoms didėja ir susisiekimo sistema, daugėja transporto priemonių, krovinių pervežimų, didėja gyventojų susisiekimo atstumai. Visa tai lemia ir nuolat didėjantį susiekimo infrastruktūros išlaikymą, išlaidas priežiūrai ir remontui.

Miesto gatvių asfalto dangos darbo sąlygos iš esmės skiriasi nuo užmiesčio kelių asfalto dangos eksploatacijos ir funkcionavimo sąlygų. Eksploatuojant miesto gatves labai svarbu atsižvelgti į gatvės dangos būklės degradacijos prognozę per gatvės dangos eksploatacinį laikotarpį. Nuo gatvės dangos būklės priklauso dangos lygumas ir tolimesnės gatvės dangos degradacijos sparta. Atitinkamai, nuo to priklauso išlaidos dangos priežiūrai (pavyzdžiui, dangos plyšių ir duobių užtaisymui) ir remontams (jei danga irs greičiau, ją reikės dažniau remontuoti), bei gatvės naudotojų išlaidos – transporto priemonių eksploataciniai kaštai, automobilių srauto greitis, o kartu kelionėje sugaištas laikas. Kai kuriais atvejais, nuo to priklauso ir eismo saugumas (pavyzdžiui, avaringumas gali padidėti dėl blogo rato ir dangos sukibimo). Siekiant prognozuoti gatvės dangų būklę ir jos kitimą, būtina nuolatos tirti miesto gatvių dangų eksploatacinius rodiklius ir dangos konstrukcijos būklę.

Miesto gatvėse skirtingai nei užmiesčio keliuose transporto priemonių srautų intensyvumui ir pasiskirstymui turi reikšmės piko valandos (nuo 7 iki 10 val. ryto ir nuo 16 iki 19 val. vakaro) ir savaitės dienos (pirmadienis – penktadienis). Savaitgaliais ir tamsiu paros metu eismas gatvėse ženkliai sumažėja.

Didžiausią ardantį poveikį gatvės dangos konstrukcijai turi mechaniniai veiksniai - transporto priemonių sukeltos apkrovos. Miesto gatvių dangas veikia šios ypatingosios sunkiojo transporto apkrovos:

- dažnas transporto priemonių stabdymas ir greitėjimas (sankryžose, viešojo transporto sustojimuose, prieš greičio apribojimus ir pan.);

- transporto priemonių stovėjimas (transporto priemonių spūsčių metu, prie sankryžų ar viešojo transporto sustojimuose);
- lėtaeigis sunkusis transportas;
- nenutrūkstamas sunkiojo transporto srautas (pvz. viešojo transporto judėjimas viena eismo juosta).

Atstumai tarp transporto priemonių mieste būna mažesni, automobiliai gatvėse dažniausiai juda nepertraukiamu srautu ir perduoda didesnę lyginamąją apkrovą į dangą. Sunkiojo transporto priemonių ratai statiškai ir dinamiškai apkrauna gatvių dangą. Riedėdami ratai daugiau slegia dangos paviršių, o susidarę įtempiai ardo dangą.

Šių apkrovų poveikis didėja dėl klimato sąlygų įtakos. Dėl miestuose susidarančios užuovėjos vasaros metu asfalto dangos temperatūra būna (8–10)°C aukštesnė nei užmiesčio keliuose. Esant aukštai teigiamai temperatūrai (iki +60° ir daugiau) sumažėja bitumo rišamosios savybės, o tai įtakoja asfalto dangos standumo mažėjimą (Paliukaitė ir Vaitkus, 2011). Dėl dažno sunkiojo transporto priemonių stabdymo ir greitėjimo esant aukštai aplinkos temperatūrai gatvių dangose susidaro pažaidos - plastinės deformacijos (provėžos, bangos, raukšlės, slinktytys).

Transporto priemonių apkrovų poveikis gatvės dangos konstrukcijai priklauso nuo važiuojimo greičio. Vidutinis srauto greitis mieste nedidelis apie 40 – 50 km/h. Važiuojant greitai nelygiame kelyje apkrovos pasiskirsto nevienodai, dangos konstrukcijoje susidaro bangos ir impulsai, didinantys apkrovų ardomąją gebą. Impulso poveikis dangos konstrukcijai priklauso nuo eismo intensyvumo. Jei sunkiojo transporto srautas didelis dangoje susidaro nuovargio požymiai ir dangos eksploataavimo trukmė sutrumpėja.

Po gatvių dangų konstrukcijomis yra nutiesti įvairūs požeminiai inžineriniai tinklai. Įrengiant naujas ir remontuojant senas požemines komunikacijas, esančias po važiuojamąją gatvių dalimi, ardoma gatvių danga ir pagrindai. Vykdamas požeminių komunikacijų, esančių gatvės važiuojamojoje dalyje, remonto darbus, dažnai, gatvės dangos konstrukcija atstatoma netinkamai, nepasiekiamas prieš tai buvusi gatvės dangos konstrukcijos būklė. Todėl pablogėja važiuojamosios dalies lygumas bei dangos konstrukcijos stiprumas. Dėl šių priežasčių trumpėja dangų eksploatacijos periodas, blogėja transporto eismo sąlygos.

Dangos eksploatacinis laikotarpis priklauso nuo daug aspektų, kuriuos galima suskirstyti į tris pagrindinius (Braga, 2005):

- gatvės (kelio) dangos konstrukcija ir jos sluoksnių storis, medžiagų rūšis, įrengimo technologija ir kokybė;
- aplinkos poveikis – temperatūra, saulė, laikas, drėgmė ir vanduo.

- transporto priemonių sukeliama apkrova.

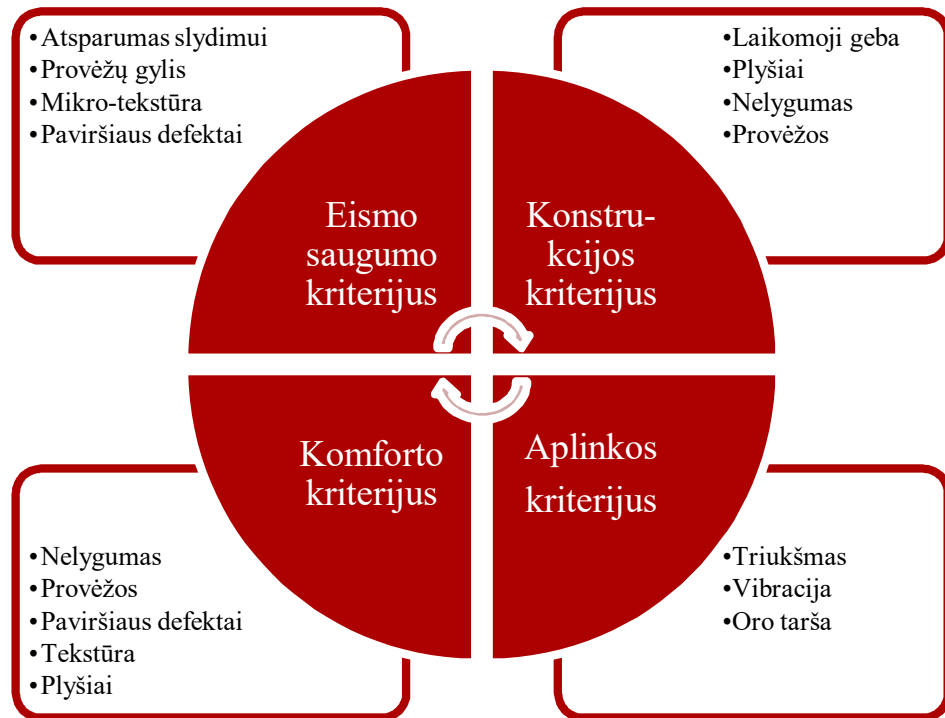
Didžiausią įtaką gatvės (kelio) dangai turi transporto priemonių poveikis, kuris priklauso nuo automobilio masės, ašių skaičiaus, ašies apkrovos, ratų tipo, padangų slėgio į dangą, slėgio į kelio dangą, eismo intensyvumo, sudėties, transporto priemonių judėjimo greičio ir laiko tarpo tarp užkovių (Braga, 2005). Tačiau pastebima, kad asfalto dangos riškilyje nuolat vyksta negrįžtami cheminiai procesai, kurie įtakoja asfalto dangos senėjimą, o taip pat ir degradaciją.

Šis tyrimas orientuotas į vieno pagrindinių gatvių tinklo elemento – važiuojamosios dalies (t.y. dangos) būklės valdymo sistemą, skirtą įvertinti, planuoti, optimizuoti Šiaulių miesto gatvių tinklo dangos būklę.

Visose Europos sąjungos šalyse, kelio dangos būklė tinklo lygiu vertinama naudojant bendrąjį dangos būklės indeksą (PCI – Pavement Condition Index). Lietuvoje taikomas Suminis dangos suirimo laipsnis SDSL taip pat yra bendrasis indeksas, kuris apskaičiuojamas vienoje išraiškoje įvertinant ir kelio dangos defektus, ir kelio dangos nelygumą ir provėžas. Šiaulių miesto gatvėse dangos būklė vertinta ir suskirstyta į homogeninius ruožus pagal Europos bendradarbiavimo mokslinių ir techninių tyrimų srityje (angl. *European COoperation in the field of Scientific and Technical Research*) projekto COST 354 „Kelių dangų eksploatacinių savybių rodikliai“ metodologiją.

Vykdamas projektą, kelio dangos eksploatacinių savybių rodikliai apibrėžti kaip techninių kelio dangos charakteristikų suminė skaitinė vertė, kuri rodo dangos būklę. Eksploatacinių savybių rodiklius galima apibrėžti techninių parametru (matuojamųjų) ir (arba) nematuojamųjų verčių forma. Rodikliams, apibrėžtiems nematuojamaisiais, įvesta verčių sistema nuo 0 iki 5, kur 0 parodo labai gerą konkrečios dangos savybės būklę, o 5- labai prastą.

Šioje ataskaitoje pateikta išsami informacija apie šiuos rodiklius, taip pat nurodymai apie jų praktinį taikymą ir apskaičiavimo metodus, padedančius juos įgyvendinti. Dangos būklės techninių charakteristikų poveikis kriterijams pagal COST 354 pateiktas 1.1 paveiksle.



1.1 pav. Dangos būklės techninių charakteristikų poveikis kriterijams pagal (COST 354 2008)

Įvesties parametų (atskirų ir iš anksto sujungtų eksploatacijos rodiklių) įtaka kompleksinio eksploatacijos rodiklio vertei, viena vertus, yra pati indikatorius vertė ir, kita vertus, indikatorius svarumas. Tyrimui taikyti dangos būklės kriterijų svorio koeficientai pateikti 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Įvesties parametų kriterijų poveikis suminiam dangos suirimo laipsniui

Kriterijus	Kai tirta laikomoji geba
Nelygumas BI_N	0,90
Provėžos BI_P	0,90
Plyšiai BI_PL	0,875
Defektai BI_PD	0,75
Laikomoji geba BI_S	1,00

Apjungiant atskirus rodiklius į kompleksinius, atsižvelgiama į didžiausią rodiklio svertinę vertę, kuriai įtaką daro kitų rodiklių svertiniai koeficientai. Naudojant šį metodą, galima derinti įvairius rodiklius pagal skirtingas išankstines sąlygas.

Šis metodas pasirinktas siekiant užtikrinti, kad galutinė kompleksinio rodiklio vertė būtų stipriai įtakota didžiausią svertinį koeficientą turinčio rodiklio. Praktiniam kombinavimo procedūros taikymui sukurti metodai suteikiantys vartotojui galimybę išnagrinėti kitų rodiklių svertinių koeficientų įtaką.

Šiam tyrimui taikytas 1 metodas pagal COST 354 - vidutinė atskirų eksploatacijos rodiklių svertinių koeficientų vertė, išskyrus didžiausią svertinį koeficientą turintį rodiklį, yra įtakojama koeficiento p .

$$SDSL_i = \min \left[5; I_1 + \frac{p}{100} \cdot \overline{(I_2, I_3, \dots, I_n)} \right] \quad (1.1)$$

čia:

$$I_1 \geq I_2 \geq I_3 \geq \dots \geq I_n;$$

$$I_1 = W_1 \cdot PI_1; I_2 = W_2 \cdot PI_2; \dots I_n = W_n \cdot PI_n. \quad (1.2)$$

PI_1 – didžiausia svertinį koeficientą turintis rodiklis (apatinis indeksas nurodo eilės numerį);

Poveikio koeficientas p leidžia kontroliuoti bendrą atskirų eksploatacijos rodiklių įtaką pagal jų reikšmingumą. Remiantis Vokietijoje atliktais tyrimais ir analize, poveikio koeficientas, apskaičiuojant kombinuotus veiklos rodiklius, turėtų būti nuo 10 iki 20% (žr. Oertelt et al, 2007). Didesnis p koeficientas padidina mažesnę svertinį koeficientą turinčių rodiklių įtaką.

Nustačius kiekvieno gatvės 10 m ilgio ruoželio plotus, pagal dangos būklės panašumo kriterijus ruožai apjungti į ne mažesnius kaip 50 m ilgio homogeninius ruožus.

1.2 lentelė. Dangos būklės vertinimas pagal suminį dangos suirimo laipsnį (kriterijų)

Būklės pavadinimas	Suminis dangos suirimo laipsnis (kriterijus)	Remonto rūšis
Labai gera	[0 : 1)	Nuolatinė priežiūra
Gera	[1 : 2)	Nuolatinė priežiūra
Patenkinama	[2 : 3)	Paprastasis remontas
Bloga	[3 : 4)	Kapitalinis remontas I
Labai bloga	[4 : 5]	Kapitalinis remontas II

2. DANGOS BŪKLĖS TYRIMAS ŠIAULIŲ MIESTO GATVĖSE

Šiaulių miesto gatvių dangos būklei įvertinti atlikti matavimai naudojant automatizuotą įrangą (žr. 2.1 pav.): krintančio svorio deflektometras FWD Dinatest 8000 ir mobili kelių tyrimo laboratorija RST-28. Matavimai Šiaulių mieste vykdyti nuo 2017 m. balandžio 10 d. iki birželio 23 d.

Atliekant Šiaulių miesto gatvių dangos būklės techninių charakteristikų matavimus nustatytos gatvių ilgio ir dangos tipo neatitiktys 18-oje gatvių iš pateikto sąrašo. Pažymima, kad žvyro ir grindinio tipo dangų būklės tyrimams automatizuota įranga negali būti taikoma. Taip pat RST-28 gabaritai yra didesni lyginant su lengvaisiais automobiliais, todėl kelių gatvių atkarpose dangos būklės matavimai taip pat negalėjo būti vykdomi dėl automobilių užstatymo. Dėl važiuojamosios dalies užstatymo arba dangos tipo neištirtų gatvių sąrašas pateiktas 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Dėl važiuojamosios dalies užstatymo arba dangos tipo neištirtų gatvių ruožų sąrašas

Gatvės numeris	Gatvės kategorija	Pavadinimas	Ilgis, m	Pastabos
16	D	Alytaus g.	156	Žvyro danga
65.1	B2	Dubijos g.	140	Sąrašė nurodytas ruožo ilgis neatitiko faktinio
102	D	Gryžuvos g.	148	Ruožas neištirtas dėl neužtikrinto pravažiuojamumo
104.1	D	Gumbinės g.	504	Sąrašė nurodytas ruožo ilgis neatitiko faktinio
124	D	Javų g.	222	Žvyro danga
192	D	M. Valančiaus g.	515	Ruožas neištirtas dėl užstatymo automobiliais. Žvyro danga
198	D	Mažosios Lietuvos g.	655	Žvyro danga
200	D	Medelyno g.	421	Žvyro danga
218	D	Nuklono g.	756	Žvyro danga
235.2	D	Palangos g.	680	Žvyro danga
237	D	Panevėžio g.	866	Žvyro danga
256	D	Poilsio g.	207	Sąrašė nurodytas ruožo ilgis neatitiko faktinio
272	D	Ragainės g.	659	Žvyro danga
288	C	S. Daukanto g.	86	Sąrašė nurodytas ruožo ilgis neatitiko faktinio
299	D	Šatrijos g.	273	Žvyro danga
301	D	Saulės takas	320	Sąrašė nurodytas ruožo ilgis neatitiko faktinio
303	D	Šeduvos g.	434	Žvyro danga
328	D	Sodo g.	660	Žvyro danga
337.1	C	Statybininkų g.	339	Žvyro danga
348	D	Šviesos takas	301	Ruožas neištirtas dėl neužtikrinto pravažiuojamumo
358.3	C	Tilžės g.	677	Sąrašė nurodytas ruožo ilgis neatitiko faktinio
371	D	Ukmergės g.	1063	Žvyro danga
377	D	Užmiesčio g.	232	Žvyro danga
378	D	V. Bielskio g.	46	Sąrašė nurodytas ruožo ilgis neatitiko faktinio
384	D	V. Kudirkos g.	98	Sąrašė nurodytas ruožo ilgis neatitiko faktinio
433.2	D	Žagarės g.	250	Žvyro danga
Neišmatuotų gatvių ruožų ilgis, m			10707	



a)



b)

2.1 pav. Automatizuota dangų būklės matavimo įranga: a – mobili laboratorijas RST-28; b – krintančio svorio deflektometras Dynatest 8000

2.1 Dangos būklės automatizuotas ir vizualinis tyrimas

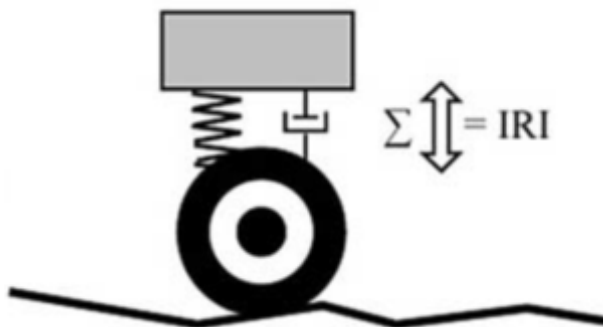
Dangos konstrukcijos laikomoji geba tiesiogiai susijusi su struktūrinėmis pažaidomis, t.y. nuovargio plyšiais ir struktūrinėmis deformacijomis. Todėl atliekant Šiaulių miesto gatvių dangų būklės tyrimus buvo atlikta vizualinė apžiūra ir automatizuotais metodais nustatytos charakteringiausios, dažniausiai pasitaikančios pažaidos. Pasitelkiant inžinerinę ir mokslinę patirtį pažaidos sugrupuotos ir išryškintos jų susidarymo priežastys. Pagal COST 354 „Kelių dangų eksploatacinių savybių rodikliai“ metodologiją dangos būklės įvertinimui tinklo lygiu turi būti nustatytos šios pagrindinės pažaidos (COST 354 2008):

- nelygumas;
- provėžos gylis;
- plyšiai;
- defektai (duobės ir lopai);
- laikomoji geba.

2.1.1 Dangos nelygumas

Gatvės dangos paviršiaus nelygumas yra vienas svarbiausių faktorių nulemiančių važiavimo komfortą, saugumą ir išlaidas transporto priemonių eksploatacijai (Dore et al. 2009). Dangos nelygumo kriterijus apskaičiuojamas pagal kompleksinę funkciją, kuri apima visas dangos pažaidas ir įvertina automobilio pakabos vibraciją. Dažniausiai nelygumas matuojamas integruotu profilometru taikant ketvirčio automobilio (angl. *quarter-car*) metodą (žr. 2.2 pav.). Taikant mechnistinius modelius išmatuotos skaitinės nelygumo vertės konvertuojamos į automobilio

važiuojančio 80 km/h greičius reakciją į išilginį profilį. Tarptautinis nelygumo indeksas (angl. *international roughness index* - IRI) visuotinai priimtas matas apibūdinantis išilginio kelio/gatvės profilio nelygumo lygį. Dangos nelygumo progresavimą nulemia du pagrindiniai faktoriai – sunkusis transportas (per kitų dangos pažaidų formavimąsi) ir aplinkos poveikis (išskylos dėl šalčio).



2.2 pav. Ketvirčio automobilio judėjimo danga simuliacija dangos nelygumo indeksui nustatyti (Dore et al. 2009)

2.1.2 Provėžos (plastinės deformacijos)

Plastinės deformacijos nestandziosiose (asfalto) dangose yra viena aktualiausių problemų. Kadangi asfalto danga yra daugiasluoksnė konstrukcija, kurią paprastai sudaro asfalto sluoksnis įrengtas ant pagrindo sluoksnio, apsauginio šalčiui atsparaus sluoksnio ir sutankintos žemės sankasos, todėl provėžų susidarymą gali įtakoti vieno ar daugiau sluoksnių tankėjimas (susispaudimas) (Yoder et al. 1975). Provėžos dangoje formuojamasi didėjant apkrovos užkrovimo ciklų skaičiui, tačiau esant skirtingoms aplinkos sąlygoms dangos konstrukcijos sluoksniai skirtingai reaguoja į apkrovas. Pavyzdžiui provėžos susidaranti asfalto viršutiniuose sluoksniuose dažniausiai susiformuoja karštuoju vasaros laikotarpiu, tuo tarpu liekamosios deformacijos pagrindo sluoksnyje gali pradėti formotis drėgnuoju pavasario periodu (Hua et al. 2002: 353–376). Kitas labai svarbus veiksnys galintis įtakoti provėžų susidarymą yra atskiruose sluoksniuose susidarantys įtempimai, kurie priklauso nuo dangos konstrukcijos sluoksnių storių, medžiagų savybių ir užkrovimo dydžio.

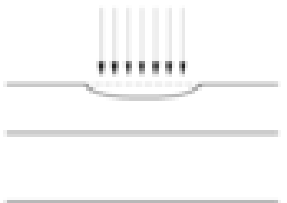
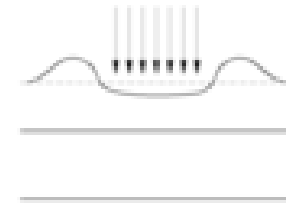
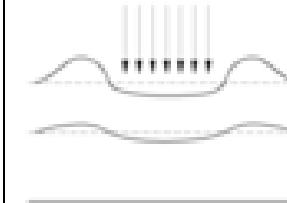
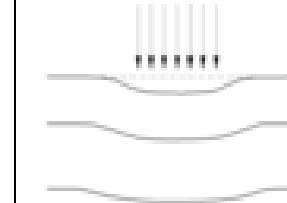
Didžiausi įtempimai pasireiškia asfalto dangos paviršiuje, transporto priemonių ratams kontaktuojant su danga. Asfalto viršutiniame sluoksnyje nustatytos didžiausios įtempimų skaitinės vertės, nes dangos paviršiuje į mažą plotą perduodama koncentruotas transporto priemonės svoris. Apkrovos dydis (spaudimas) didėjant dangos konstrukcijos storiui mažėja (Meyer et al. 1999: 1–8). Asfalto viršutiniajam sluoksniui keliami griežti reikalavimai, nes šis sluoksnis turi būti atsparus įtempimams ir apsaugoti žemiau esančius dangos konstrukcijos sluoksnius. Kadangi automobilių

eismo apkrovos intensyviai veikia asfaltbetonio dangas, dėl to jose atsirandantys įtempimai sukelia įvairaus pobūdžio deformacijas.

Literatūros šaltiniuose (Oginskas 2006; Vaitkus et al. 2014: 1–9) išskiriami trys pagrindiniai provėžų tipai:

- paviršinės provėžos (žr. 2.2 lentelė 1) – deformacijos formuojasi palaipsniui dėl asfalto sluoksnių sutankėjimo ir paviršiaus irties (užpildų nuostolių). Paviršiaus provėžos yra neišvengiamos, tačiau provėžų gylis bus nežymus, jei: tinkamai parinktas asfalto viršutinio sluoksnio mišinys, asfalto mišiniuose bus mažas tuštymių kiekis ir statybos metu sluoksniai bus tinkamai sutankinti;
- šlyties provėžos (žr. 2.2 lentelė 2 ir 3) – viršutiniojo arba viršutiniojo ir apatiniojo asfalto sluoksnių deformacijos susiformuojančios dėl asfalto sluoksnio nuovargio, to pasekoje tampa neatsparus šlyties įtempimams.
- struktūrinės provėžos (žr. 2.2 lentelė 4) – visų dangos konstrukcijos sluoksnių deformacija, o provėžų gylis viršutiniame asfalto sluoksnyje yra deformacijų, susidariusių žemesniuose dangos sluoksniuose, rezultatas. Šių provėžų susidarymą įtakoja: dangos konstrukcijos parinkimas (projektavimas), sluoksnių medžiagų savybės ir dangos įrengimo (statybos) kokybė. Dangos konstrukcijos parinkimo (projektavimo) metu turi būti įvertinti visi struktūrinės provėžos galintys sukelti veiksniai (pvz. eismo apkrovos, žemės sankasos gruntai, drenažas, šalčio poveikis ir kt.);

2.2 lentelė. Provėžų tipai ir remonto būdai (Vaitkus et al. 2014: 1–9)

Paviršinės provėžos 1	Vidutinės šlyties provėžos 2	Šlyties provėžos 3	Struktūrinės provėžos 4
Provėžos susidariusios viršutiniame asfalto sluoksnyje be šlyties deformacijų	Provėžos susidariusios viršutiniame asfalto sluoksnyje su šlyties deformacijomis	Provėžos susidariusios viršutiniame asfalto sluoksnyje su šlyties deformacijomis	Visų sluoksnių deformacija
			
Remonto būdas: • paviršiaus apdorojimas; • asfalto dangos regeneravimas • viršutinio sluoksnio perklojimas	Remonto būdas: • asfalto dangos regeneravimas • apatinio ir viršutinio sluoksnio perklojimas	Remonto būdas: • asfalto dangos stiprinimas pakeičiant asfalto pagrindo ir/arba apatinį sluoksnį	Remonto būdas: • Dangos konstrukcijos pagrindo sluoksnių stiprinimas

2.1.3 Plyšiai ir defektai

Paviršiaus pažaidos dangoje gali susiformuoti dėl netinkamos klojimo technologijos ir netinkamo asfalto mišinio. Paviršiaus irimas (lukštenimasis) - tai rišamosios medžiagos (bitumo) skverbimasis gilyn (žr. 2.3 pav.). Gali būti įtakotas: per mažo bitumo kiekio mišinyje, asfalto senėjimo procesų, prasto sutankinimo įrengimo metu, netinkamos asfalto mišinio sudėties.

Bitumo „išplaukimas“, bitumo iškilimas į dangos paviršių (žr. 2.4 pav.) – dangos paviršiaus pažaida, kai asfalto danga pasidengia plona bitumo plėvele, kuri pablogina sukibimą tarp automobilio rato ir dangos. Bitumo tekėjimas (išplaukimas) prasideda esant aukštai aplinkos, o tuo pačiu ir dangos, temperatūrai, bitumo rišamosios savybės susilpnėja, bitumas užpildo visas ertmes asfalto dangoje, o perteklius pakyla į dangos paviršių. Bitumo „išplaukimą“ gali įtakoti: per didelis rišiklio kiekis asfalto mišinyje (dėl technologinių mišinio maišymo ar mišinio projektavimo klaidų) ir per mažas oro tuštumų kiekis asfalto sluoksnyje.



2.3 pav. Dangos irimas (lukštenimasis)



2.4 pav. Bitumo „išplaukimas“ dangos paviršiuje

Paviršiaus (plastinės) deformacijos – dėl transporto priemonių apkrovų ir aplinkos poveikio asfalto dangoje susiformavę nelygumai. Esant aukštai aplinkos, o tuo pačiu ir dangos, temperatūrai bei veikiant sunkiasvorių transporto priemonių sukeltoms apkrovoms asfalto dangoje gali susiformuoti plastinės deformacijos. Fwa ir kiti (2004) teigia, kad plastinės deformacijos asfalto dangose susidaro dėl:

- stovinčiųjų ar stacionariųjų (ilgalaičių ar statinių) apkrovų;
- pasikartojančiųjų eismo apkrovų (didelis pasikartojimų skaičius);
- stabdymo ar greitėjimo apkrovų.

Dažniausiai asfalto dangoje pasireiškia provėžos (žr. 2.5 pav.), kurios susiformuoja transporto priemonių judėjimo trajektorijoje, rato ir dangos sąveikos vietoje.

Slinktys dangos paviršiuje susiformuoja atliekant sukimo manevrą (žr. 2.6 pav.). Bangos paviršiuje gali susiformuoti dėl transporto priemonių važiavimo pobūdžio, stabdymo ir greitėjimo zonose.



2.5 pav. Asfalto dangos provėžos



2.6 pav. Slinktys asfalto dangoje

Plyšiai dangoje skirstomi į: skersinius, išilginius, bloko, tinklinius ir atsikartojančius. Asfalto dangoje susiformavę statmeni važiuojamajai ašiai skersiniai plyšiai (žr. 2.7 pav.) yra sukelti sezoninių temperatūros pokyčių ir asfalto senėjimo (bitumo kietėjimo) procesų.

Skersinius plyšius sukelia neigiamų temperatūrų poveikis šaltuoju metų periodu arba nepakankamas asfalto sluoksnių atsparumas neigiamai temperatūrai. Skersiniai plyšiai nuo temperatūros svyravimų susiformuoja per pirmuosius 7-10 dangos eksploatavimo metus ir pasikartoja apytiksliai kas 15 m (Walker, 2002). Asfalto senėjimo proceso sukelti skersiniai plyšiai pasikaroja kas 4 - 7 metrus.

Išilginiai plyšiai (žr. 2.8 pav.) susiformuoja transporto judėjimo kryptimi, o jų vieta (dangos viduryje, vėžėje ir tt.) priklauso nuo plyšius sukėlusios priežasties. Centre arba eismo juostų sujungime susidarę išilginiai plyšiai dažniausiai įtakoti netinkamo dangos klojimo. Išilginiai plyšiai ratų vėžėse yra dangos nuovargio plyšiai nuo sunkiojo transporto poveikio. Išilginiai plyšiai 20 - 40 cm nuo dangos krašto yra sukelti netinkamo kelkraščio įrengimo, nefunkcionuojančio drenažo arba šalčio poveikio.



2.7 pav. Skersinis plyšys asfalto dangoje



2.8 pav. Išilginis plyšys asfalto dangoje

Bloko plyšiai – tai susijungę išilginiai ir skersiniai plyšiai, dangos paviršių suskaidantys į kvadratus. Susidariusių kvadratų dydis gali būti nuo 0,3 x 0,3 m iki 3,0 x 3,0 m (Miller; Bellinger, 2003). Tarpai tarp bloko plyšių priklauso nuo asfalto dangos senėjimo procesų ir yra sukelti asfalto kietėjimo ir susitraukimo.

Tinkliniai plyšiai – aligatoriaus odą arba kiaušinio lukštą primenantis plyšių tinklas, kuris dangą sudalina į mažus nuo 2 iki 15 cm dydžio gabaliukus (Walker, 2002). Šiuos plyšius gali sukelti dangos nuovargis nuo transporto priemonių arba kai nėra užtikrinta pakankama pagrindų ar žemės sankasos laikomoji geba.

Atsikartojantys plyšiai – tai plyšiai susiformavę rekonstruotoje arba remontuotoje dangoje dėl apatiniuose sluoksniuose esančių plyšių, kurių susidarymo priežasties neįmanoma nustatyti neatlikus ekspertinio tyrimo, dažniausiai nulemti netinkamų sprendinių rekonstrukcijos metu.

Visų rūšių plyšiai asfalto dangoje pradeda formuotis kaip plauko pavidalo arba siauri įtrūkimai, kurie veikiant aplinkai ir transporto priemonių poveikiui didėja. Duobės (žr. 2.9 pav.) ir išdaužos (žr. 2.10 pav.) susidaro dangos paviršiaus pažaidų, deformacijų ir plyšių vietoje nuo aplinkos sąlygų ir transporto priemonių apkrovų. Todėl labai svarbu ankstyvoje plyšių susidarymo stadijoje užtaisyti plyšius, siekiant sustabdyti plyšio skverbimąsi gilyn ir užtikrinti dangos sandarumą, kad vanduo nepatektų į žemesnius asfalto sluoksnius. Įprastai duobės ir išdaužos pasireiškia tuose ruožuose, kuriuose užsistovi paviršinis vanduo ar neužtikrintas paviršinio vandens nuvedimas.



2.9 pav. Duobės asfalto dangoje



2.10 pav. Išdaužos asfalto dangoje

2.1.4 Dangos konstrukcijos laikomoji geba

Kelio dangos konstrukcijos laikomoji geba nulemia kelio dangos gebėjimą atlaikyti sunkiojo transporto, tarp jų ir visuomeninio transporto, apkrovas. Dangos konstrukcija turi būti suprojektuota ir įrengta taip, kad visu eksploatacijos laikotarpiu dangos konstrukcijoje nesusidarytų ribiniai įtempimai ir deformacijos nulemiančios plyšių ir provėžų formavimąsi. Stipri, standi dangos konstrukcija atsparesnė nuovargiui ir dilimui. Tačiau įrengiant dangas būtina paskaičiuoti jų ekonominį naudingumą.

Projektuojant dangas apskaičiuojama ir jos laikomoji geba (stipris). Įrengtų dangų stipris matuojamas krintančio svorio deflektometru FWD DYNATEST 8000 arba Benkelmano sija.

2.1.5 Dangos būklės rodiklių matavimo RST metodika

Gatvių dangos būklės tyrimai atlikti vadovaujantis LST EN 13036-6 „Kelių ir aerodromų dangų paviršių charakteristikos. Bandymo metodai. 6 dalis. Skersinio ir išilginio profilio matavimas lygumo ir megatekstūros bangų ilgių srityse“ standartais. Naudojant šią įrangą nustatyti ir pateikti 10-ties metrų ilgio vienetu šie gatvių dangos kokybiniai rodikliai:

- vidutinis nelygumas pagal tarptautinį nelygumo indeksą IRI (angl. *International Roughness Index*) kairiojo ir dešiniojo ratų pėdsakuose bei šių reikšmių vidurkis, m/km;
- vidutinis provėžų gylis kairiojo ir dešiniojo ratų pėdsakuose ir šių reikšmių vidurkis bei vidutinis provėžos gylis eismo juostoje (prošvaisa);
- dangos pažaidos: skersiniai, išilginiai plyšiai bei plyšių tinklai, lopai, duobės.

Kelių tyrimo mobilia įranga tai pat užfiksuoja informacija apie tiriamąjį objektą:

- matavimo data;

- gatvės pavadinimas;
- kryptis: A – atgal kilometražo didėjimo kryptimi, P – pirmyn kilometražo didėjimo kryptimi;
- juosta: D1 – kryptimi pirmyn 1-oji juosta (dešinė pirma), K1 – kryptimi atgal pirmoji juosta (kairė pirma) ir t.t.;
- vieta – duomenys iki nurodyto atstumo nuo prieš tai esančio piketo (jei reikšmė 10, tai duomenys pateikti intervale nuo 0 iki 10, jei reikšmė 20 – duomenys pateikti intervale nuo 10 iki 20 ir t.t.).
- vidutinis matavimo greitis, km/h;
- koordinatės LKS94 sistemoje bei GPS altitudė.

Plyšiais ir defektais pažeistas plotas gatvių dangose taip pat nustatytas automatizuotu būdu. Laboratorijos-automobilio gale sumontuota automatizuota kelio dangos pažaidų matavimo įranga dPAVUE9, susidedanti iš dviejų aukštos raiškos video kamerų, filmuojančių kelio dangą, ir blykstės, apšviečiančios kelio paviršių. Toks pažaidų nustatymo ir grupavimo metodas užtikrina pakankamo tikslumo pažaidų rūšių identifikavimą išskiriant: temperatūrinius plyšius, nuovargio plyšius, duobes, išdaužas ir kt. Matavimo rezultatai pateikiami %.

Automatizuoto dangos būklės matavimo mobilia kelių tyrimo laboratorija RST-28 rezultatai pateikti C priede.

2.2 Vizualinės gatvių dangos būklės vertinimas

Atlikus Šiaulių miesto gatvių vizualinę apžiūrą, pastebėta, kad gatvių dangos būklė yra panaši, o pažaidos stipriai pažeidusios asfaltą. Dėl pažaidų gausos sunku išskirti charakteringas pažaidas, tačiau galima išskirti išdaužas ir duobes, plyšių tinklus, skersinius ir išilginius plyšius susijungiančius į bloko tipo plyšių tinklus. Tokias pažaidas galime pastebėti B2 kategorijos Aukštabalio gatvės (2.11 pav.) dešinės pusės antroje juostoje. Išilginiai plyšiai, tinkliniai plyšiai, lokalus dangos keitimas (lopai), nutrupėjęs kelkraštis vyrauja B1 kategorijos Bačiūnų gatvėje (2.12 pav.) kairės kelio pusės pirmojoje juostoje. Dubijos gatvėje (2.13 pav.) matomos duobės, skersiniai, tinkliniai ir išilginiai plyšiai, lokalusis dangos keitimas (lopai). Tačiau vizualiai buvo nustatyta ir geros būklės gatvių, kur danga yra pakankamai lygi be didesnių pažeidimų, pavyzdžiui, B1 kategorijos Tilžės gatvės (2.14 pav.) dešinės pusės antra juosta.

Visos Šiaulių miesto gatvių dangos vizualinio tyrimo nuotraukos pateiktos D priede.



2.11 pav. Aukštabalio gatvė (D2 dešinės pusės antra eismo juosta) 50 m



2.12 pav. Bačiūnų gatvė (K1 kairės pusės pirma eismo juosta) 410 m



2.13 pav. Dubijos gatvė (D1 dešinės pusės pirma eismo juosta) 1810 m



2.14 pav. Tilžės gatvės (D2 dešinės pusės antra eismo juosta) 960 m

2.3 Dangos konstrukcijos sudėties ir laikomosios gebos nustatymas

Dangos konstrukcijos storis turi užtikrinti paknakamą laikomąją gebą ir atsparumą šalčiui (LAKD 2008). Šiaulių miesto gatvių dangos konstrukcijų sudėtis nustatyta atliekant dangos konstrukcijos gręžinius ir nustatant konstrukciją sudarančių sluoksnių storius ir šiuos sluoksnius sudarančių medžiagų rūšis. Dangos konstrukcijų tyrimo vietas parinktos pagal poreikį atsižvelgiant į gatvės kategoriją, eismo intensyvumą ir dangos būklę. Dangos konstrukciją sudarančių sluoksnių storiai nustatyti pagal „Automobilių kelių dangos konstrukcijos sluoksnių storio nustatymo metodinius nurodymus MN SSN 15“ VIII ir X skyrių reikalavimus.

Šiaulių miesto gatvių dangos konstrukcijos sudėties tyrimų suvestinė pateikta 2.3 lentelė. Dangos konstrukcijos bandymų protokolai pateikti šios ataskaitos E priede.

Atlikus dangos konstrukcijos matavimus nustatyta, kad vidutinis dangos konstrukcijos storis yra 70,5 cm ir kito nuo 28,9 cm iki 115,8 cm. Nustatyta mažesnio nei 50 cm storio dangos konstrukcija Bačiūnų, Aerouosto, Tilžės (358.2), Vilniaus, Gardino ir Žemaitės gatvėse. Pagal 2012-2014 m. įšalo gylio matavimo Šiaulių rajono apylinkėse duomenis įšalas kelio/gatvės dangos konstrukcijoje gali siekti daugiau kaip 1,6 m gylį. Toks įšalo gylis turi didžiausią ardomąjį poveikį kai yra aukštas gruntinio vandens lygis. Priklausomai nuo dangos konstrukcijos klasės ir žemės sankasos grunto jautrio šalčiui klasės mažiausiais reikalingas šalčiui atsparios dangos konstrukcijos storis kinta nuo 64 cm iki nuo 140 cm.

Tirtų gatvių dangose vidutinis asfalto dangos storis yra 16 cm ir kito nuo 5,5 cm iki 35,4 cm. Nustatyta mažesnio nei 10 cm storio asfalto danga Serbentų, Dubijos, Aerouosto, Bačiūnų, Vyturių, Tilžės (358.2) Gegužių, Gytarių ir S. Dariaus ir S. Girėno gatvėse. Pažymėtina, kad 10 cm storio asfalto danga gali būti įrengiama VI dangos konstrukcijos klasei, kai ekvivalentinių 10 t svorio ašies apkrovų skaičius per naudojimo laikotarpį (įprastai 20 metų) yra $\leq 0,1$ mln.a.a.

Dangos konstrukcijos sluoksnius sudarančių medžiagų fizikinės ir mechaninės savybės laboratorijoje nustatytos pagal poreikį atliekant šiuos bandymo metodus:

- Mineralinių medžiagų granulimetrinės sudėties nustatymas pagal LST EN 933-1:2012;
- Mineralinių mišinių granulimetrinės sudėties nustatymas plaunant ir sijoiant LST EN 933-1:2012 (LST 1360.1:1995);
- Grunto, smėlio vandens laidumo nustatymas LST CEN ISO 17892-11:2005;
- Grunto filtracijos koeficiento nustatymas SR 34-01.

2.3 lentelė. Šiaulių miesto gatvių dangos konstrukcijos sudėties tyrimų suvestinė

Eil. Nr.	Gatvės Nr.	Gatvė	Koordinatė		Dangos tyrimo objektas	Dangos tyrimo data	BP Nr.	Gatvės elementas	Dangos konstrukcija						Dangos konstrukcijos storis, cm	
			X	Y					Sluoksnis ¹	Storis, cm	Sluoksnis ²	Storis, cm	Sluoksnis ³	Storis, cm		ŽS gruntas ⁴
1	411.2	Vilniaus g.	55,925	23,32999	Dangos konstrukcija	2017-06-20	8-1214	1 eismo juosta	AC	19,5	R	8,1	SM	49,4	Ž	77
2	81	Ežero g.	55,92444	23,323555	Dangos konstrukcija	2017-06-20	8-1215	1 eismo juosta	AC	24,3	SK ir Ž	17,4	SM	8,6	SM	50,3
3	258.1	Pramonės g.	55,91463	23,30499	Dangos konstrukcija	2017-06-21	8-1216	1 eismo juosta	AC	16,1	SK	14,4	SM	47	SM	77,5
4	258.3	Pramonės g.	55,90037	23,34346	Dangos konstrukcija	2017-06-21	8-1217	1 eismo juosta	AC	14,6	SK	7,8	SM	27,8	Ž ir S	50,2
5	307	Serbentų g.	55,91393	23,33857	Dangos konstrukcija	2017-06-21	8-1218	1 eismo juosta	AC	9,7	SK	33,7	ŽV	12,9	S	56,3
6	65.1	Dubijos g.	55,9213	23,32182	Dangos konstrukcija	2017-06-21	8-1219	1 eismo juosta	AC	9,6	SK	15,4	GR	60,7	-	85,7
7	65.2	Dubijos g.	55,90521	23,35816	Dangos konstrukcija	2017-06-21	8-1220	1 eismo juosta	AC	17,3	SK ir Ž	18,7	SM	48	-	84
8	4.2	Aerouosto g.	55,89991	23,36537	Dangos konstrukcija	2017-06-22	8-1221	1 eismo juosta	AC	5,5	B	18,7	SK ir ŽV	22,1	S	46,3
9	32.2	Bačiūnų g.	55,90255	23,35482	Dangos konstrukcija	2017-06-22	8-1222	1 eismo juosta	AC	6,5	ŽV	10,7	ŽV	35	Ž	41,5
10	111	Išradėjų g.	55,91093	23,30453	Dangos konstrukcija	2017-06-22	8-1223	1 eismo juosta	AC	26,6	SK	10,1	ŽV	24,7	Ž	61,4
11	431	Vyturių g.	55,88641	23,38235	Dangos konstrukcija	2017-06-22	8-1224	1 eismo juosta	AC	7	SK	8,6	ŽV	43,8	SD	59,4
12	224	P.Motiekaičio g.	55,90949	23,35813	Dangos konstrukcija	2017-08-21	8-1322	1 eismo juosta	AC	11,3	SK	12,2	SM	58,1	GR	70,3
13	271.2	Radviliškio g.	55,91745	23,35833	Dangos konstrukcija	2017-08-23	8-1323	1 eismo juosta	AC	26,4	R	14,8	SM	9,5	S	50,7
14	271.1	Radviliškio g.	55,90743	23,35649	Dangos konstrukcija	2017-08-21	8-1324	1 eismo juosta	AC	11,1	SK	51,4	SM	21,8	SM	84,3

¹ AC - asfalto danga; B - betono danga; TR - trinkelų, plytelių, grindinio danga; Ž - žvyro danga

² HD - hidrauliniais rišikliais surištas pagrindas; SK- skalda; ŽV - žvyras; SK ir Ž - skaldos ir žvyro mišinys; S - smėlis; Ž ir S - žvyro ir smėlio mišinys; GR - gruntas; R - rieduliai, akmenys, grindinys; B - betono danga

³ SK- skalda; ŽV - žvyras; SM - smėlis; GR - gruntas; SK ir ŽV - skaldos ir žvyro mišinys

⁴ R - akmenys, rieduliai, grindinys; Ž - žvyras; S - smėlis; Ž ir S - žvyro ir smėlio mišinys; SD - smėlis dulkingas, smėlio ir dulkių mišinys; SM - smėlis molingas, smėlio ir molio mišinys; M - molis; D - dulkis; OM - molis su organinėmis priemaišomis; OD - dulkis su organinėmis priemaišomis; GR - gruntas; SK ir GR - skaldos ir grunto mišinys

Eil. Nr.	Gatvės Nr.	Gatvė	Koordinatė		Dangos tyrimo objektas	Dangos tyrimo data	BP Nr.	Gatvės elementas	Dangos konstrukcija						Dangos konstrukcijos storis, cm	
			X	Y					Sluoksnis ¹	Storis, cm	Sluoksnis ²	Storis, cm	Sluoksnis ³	Storis, cm		ŽS gruntas ⁴
15	307	Serbentų g.	55,91629	23,34148	Dangos konstrukcija	2017-08-21	8-1325	1 eismo juosta	AC	16,6	SK	13,9	ŽV	42	Ž	72,5
16	337.1	Statybininkų g.	55,90561	23,28375	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1326	1 eismo juosta	AC	19,5	SK	40,9	ŽV	25,1	-	85,5
17	358.2	Tilžės g.	55,91552	23,2814	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1327	1 eismo juosta	AC	7,9	SK	7	ŽV	30,8	Ž	45,7
18	358.1	Tilžės g.	55,90996	23,26914	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1328	1 eismo juosta	AC	11,6	SK	18	SM	48,8	S	78,4
19	358.3	Tilžės g.	55,93977	23,32618	Dangos konstrukcija	2017-08-21	8-1329	1 eismo juosta	AC	17,9	SK	18,4	SM	21,8	Ž ir S	58,1
20	411.3	Vilniaus g.	55,92319	23,35613	Dangos konstrukcija	2017-08-21	8-1330	1 eismo juosta	AC	18,2	SK	17	SM	13	M	48,2
21	19	Architektų g.	55,91751	23,25251	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1331	1 eismo juosta	AC	12,6	SK	12,8	SM	39,7	SM	65,1
22	23	Aukštabalio g.	55,91443	23,28843	Dangos konstrukcija	2017-08-23	8-1332	2 eismo juosta	AC	14,4	SK	22,2	SM	32,1	SM	68,7
23	43.1	Birutės g.	55,94919	23,293994	Dangos konstrukcija	2017-08-21	8-1333	1 eismo juosta	AC	35,4	ŽV	19,8	GR	46,2	-	101,4
24	93	Gardino g.	55,91927	23,26314	Dangos konstrukcija	2017-08-23	8-1334	1 eismo juosta	AC	17,6	SK	17,9	SM	14	M	49,5
25	94	Gegužių g.	55,90715	23,25924	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1335	1 eismo juosta	AC	8,8	SK	31,8	SM	56,5	-	97,1
26	108	Gytarių g.	55,90983	23,24363	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1336	1 eismo juosta	AC	8	SK	9,6	SK ir ŽV	49,8	SK ir GR	67,4
27	113.2	J. Basanavičiaus g.	55,95016	23,31355	Dangos konstrukcija	2017-08-21	8-1337	1 eismo juosta	AC	20,8	SK	19	ŽV	37,2	GR	77
28	116.1	J. Jablonskio g.	55,92581	23,27944	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1338	1 eismo juosta	AC	18,5	SK	19,6	ŽV	38,1	SM	76,2
29	143	Karaliaučiaus g.	55,90173	23,25085	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1339	1 eismo juosta	AC	18,8	ŽV	22,7	SM	60,9	-	102,4
30	187	Lyros g.	55,91447	23,26193	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1340	1 eismo juosta	AC	14,9	SK	10,1	SM	44,1	M	69,1

Eil. Nr.	Gatvės Nr.	Gatvė	Koordinatė		Dangos tyrimo objektas	Dangos tyrimo data	BP Nr.	Gatvės elementas	Dangos konstrukcija						Dangos konstrukcijos storis, cm	
			X	Y					Sluoksnis ¹	Storis, cm	Sluoksnis ²	Storis, cm	Sluoksnis ³	Storis, cm		ŽS gruntas ⁴
31	287	S. Dariaus ir S. Girėno g.	55,89994	23,27025	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1341	1 eismo juosta	AC	9,4	SK	52,7	SM	53,7	-	115,8
32	288	S. Daukanto g.	55,93757	23,29856	Dangos konstrukcija	2017-08-21	8-1342	1 eismo juosta	AC	30,5	SK	11,7	SM	27,9	OM	70,1
33	305.1	Sembos g.	55,89758	23,27289	Dangos konstrukcija	2017-08-22	8-1343	1 eismo juosta	AC	17,4	SK	18,3	ŽV	65,9	-	101,6
34	437.1	Žaliūkų g.	55,92468	23,3002	Dangos konstrukcija	2017-08-23	8-1344	1 eismo juosta	AC	16,2	ŽV	19,6	ŽV	58,5	-	94,3
35	441	Žemaitės g.	55,92571	23,28113	Dangos konstrukcija	2017-08-21	8-1345	1 eismo juosta	AC	12,6	SK	16,3	ŽV	11,4	SM	28,9

Dangos konstrukcijos sudėties ir medžiagų tyrimai atliekami analizuojant gatvių dangos konstrukcijas projekto lygiu. Šiuo metu Lietuvoje prieinamas efektyviausias būdas nustatyti gatvių tinklo dangos būklės laikomosios gebos kriterijų – dangos įlinkio matavimai krintančio svorio deflektometru.

Šiaulių miesto gatvių dangos konstrukcijos laikomosios gebos tyrimas atliktas matuojant dangos įlinkį nuo apkrovos, atitinkančios 707 kPa slėgį į dangą. Slėgis į dangą perduodamas 30 cm diametro plokšte. Įlinkių davikliai išdėstyti atstumais nuo apkrovos taško: 0, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 150 ir 180 cm.

Matavimo taškų vieta fiksuojama planšetiniu kompiuteriu iš vairuotojo vietos. Planšetinio kompiuterio fiksuojamos koordinatės tikslumas idealiomis sąlygomis yra ± 4 metrai, tačiau esant trukdžiams (aukšti pastatai, medžiai ir t.t.) arba esant netinkamam palydovų išsidėstymui fiksuojamos koordinatės paklaida gali siekti ir daugiau kaip 12 metrų. Užfiksuota matuojamo taško koordinatė nesutampa su centrinio įlinkio vieta, kadangi koordinatės fiksuojamos iš vairuotojo vietos. Failuose kryptimi pirmyn faktinė matavimo vietos koordinatė bus 7,8 m prieš užfiksuotą koordinatę, o kryptimi atgal 7,8 m už užfiksuotos koordinatės. Koordinatės yra pateiktos exl. faile, kurio fragmentas pateiktas 2.4 lentelėje.

Dangos įlinkio matavimo duomenų failas pateiktas 2.15 pav. Dangos konstrukcijos laikomosios gebos matavimo krintančio svorio deflektometru rezultatai pateikti F priede.

Eilės nr.	Failo pavadinimas	Vieta, km	x	y
4,1	4,1-Aerouosto-D-P-1	0,1	459893,15	6197317,12
4,1	4,1-Aerouosto-D-P-1	0,16	459817,33	6197348,11
4,1	4,1-Aerouosto-D-P-1	0,2	459982,38	6197271,89
4,1	4,1-Aerouosto-D-P-1	0,275	460017,01	6197207,16
4,1	4,1-Aerouosto-D-P-1	0,335	460025,60	6197146,89
4,1	4,1-Aerouosto-D-P-1	0,437	459955,49	6197071,70
4,1	4,1-Aerouosto-D-P-1	0,533	459953,60	6196975,75
4,1	4,1-Aerouosto-D-P-1	0,637	459962,26	6196872,79
4,2	4,2-Aerouosto-C2-P-1	0,01	459973,89	6196782,51
4,2	4,2-Aerouosto-C2-P-2	0,2	460089,06	6196631,48
4,2	4,2-Aerouosto-C2-P-3	0,4	460208,39	6196476,68
4,2	4,2-Aerouosto-C2-P-4	0,6	460328,62	6196310,83

2.4 lentelė. Dangos įlinkio matavimo vietų koordinavimas

DANGOS ŽILKIO MATAVIMO DUOMENŲ FAJLAS									
NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
51	51	51	51	51	51	51	51	51	51
52	52	52	52	52	52	52	52	52	52
53	53	53	53	53	53	53	53	53	53
54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
56	56	56	56	56	56	56	56	56	56
57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
58	58	58	58	58	58	58	58	58	58
59	59	59	59	59	59	59	59	59	59
60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
61	61	61	61	61	61	61	61	61	61
62	62	62	62	62	62	62	62	62	62
63	63	63	63	63	63	63	63	63	63
64	64	64	64	64	64	64	64	64	64
65	65	65	65	65	65	65	65	65	65
66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
67	67	67	67	67	67	67	67	67	67
68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
69	69	69	69	69	69	69	69	69	69
70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
71	71	71	71	71	71	71	71	71	71
72	72	72	72	72	72	72	72	72	72
73	73	73	73	73	73	73	73	73	73
74	74	74	74	74	74	74	74	74	74
75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
76	76	76	76	76	76	76	76	76	76
77	77	77	77	77	77	77	77	77	77
78	78	78	78	78	78	78	78	78	78
79	79	79	79	79	79	79	79	79	79
80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
82	82	82	82	82	82	82	82	82	82
83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
85	85	85	85	85	85	85	85	85	85
86	86	86	86	86	86	86	86	86	86
87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
88	88	88	88	88	88	88	88	88	88
89	89	89	89	89	89	89	89	89	89
90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
91	91	91	91	91	91	91	91	91	91
92	92	92	92	92	92	92	92	92	92
93	93	93	93	93	93	93	93	93	93
94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
97	97	97	97	97	97	97	97	97	97
98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
99	99	99	99	99	99	99	99	99	99
100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

2.15 pav. Dangos žilki matavimo duomenų failas

2.4 Gatvių dangos būklės vertinimas

Gatvių dangos būklės vertinimas atliktas analizuojant automatizuotais ir vizualiais metodais nustatytus tyrimų duomenis pagal kiekvienos pažaidos mastą bei suminį dangos suirimo laipsnį (SDSL). Dangos nelygumas, provėžų gylis, plyšiais ir defektais pažeistas plotas bei dangos konstrukcijos laikomoji geba vertinta penkių balų sistemoje. Taikant transponavimo funkcijas nustatytoms pažaidų vertėms sugrupuoti į penkis intervalus.

Nelygumo transponavimo funkcija nelygumo būklės indeksui (BI_N) nustatyti pateikta (2.1 formulėje. Dangos nelygumo būklės indekso sąsaja su nustatytomis dangos nelygumo vertėmis patiekta 2.5 lentelėje.

Provėžų gylio transponavimo funkcija provėžų būklės indeksui (BI_P) nustatyti pateikta (2.2 formulėje. Dangos provėžų būklės indekso sąsaja su nustatytomis provėžų gylio vertėmis patiekta 2.6 lentelėje.

Plyšiais pažeisto ploto transponavimo funkcija plyšių būklės indeksui (BI_Pl) nustatyti pateikta (2.3 formulėje. Dangos plyšių būklės indekso sąsaja su nustatytomis plyšiais pažeisto ploto vertėmis patiekta 2.7 lentelėje.

Paviršiaus defektais pažeisto ploto transponavimo funkcija paviršiaus defektų būklės indeksui (BI_Pd) nustatyti pateikta (2.4 formulėje. Dangos paviršiaus defektų būklės indekso sąsaja su nustatytomis paviršiaus defektais pažeisto ploto vertėmis patiekta 2.8 lentelėje.

Dangos konstrukcijos laikomosios gebos transponavimo funkcija laikomosios gebos būklės indeksui (BI_S) nustatyti pateikta (2.5 formulėje. Dangos konstrukcijos laikomosios gebos būklės indekso sąsaja su nustatytomis įlinkio vertėmis patiekta 2.9 lentelėje.

$$BI_N = \text{MAX}(0; \text{MIN}(5; 0,6667 \cdot IRI)) \quad (2.1)$$

$$BI_P = \begin{cases} RUT > 45,01; & 5 \\ RUT \leq 45,01; & \text{MAX}(0; \text{MIN}(5; -0,0021 \cdot RUT^2 + 0,1967 \cdot RUT)) \end{cases} \quad (2.2)$$

$$BI_{Pl} = \text{MAX}(0; \text{MIN}(5; 0,2364 \cdot TP_{Pl})) \quad (2.3)$$

$$BI_{Pd} = \text{MAX}(0; \text{MIN}(5; 0,2364 \cdot TP_{Pd})) \quad (2.4)$$

$$BI_S = \text{MAX}(0; \text{MIN}(5; SCI300/129)) \quad (2.5)$$

čia:

BI_N – dangos nelygumo būklės indeksas;

IRI – išmatuota nelygumo vertė, m/km;

BI_P – dangos provėžų būklės indeksas;

RUT – išmatuota provėžų gylio vertė, mm;

BI_Pl – dangos plyšių būklės indeksas;

TP_Pl – dangos suminis plyšių (skersinių, išilginių, plyšių tinklų priimant, kad danga pažeista 0,50 m pločiu plyšio vietoje) kiekis, %;

BI_Pd – dangos paviršiaus defektų būklės indeksas;

TP_Pd – dangos suminis paviršiaus defektų (duobių ir lopus) kiekis, %;

BI_S – dangos stiprumo būklės indeksas;

SCI300 – dangos įlinkio skirtumo rodiklis, μm .

2.5 lentelė. Dangos nelygumo būklės indekso sąsaja su nustatytomis dangos nelygumo vertėmis

Nr.	Būklė	Nelygumo indekso balo ribos	IRI, m/km
1	Labai gera	(0 – 1)	< 1,5
2	Gera	[1 – 2)	[1,5 – 3,0)
3	Patenkinama	[2 – 3)	[3,0 – 4,5)
4	Bloga	[3 – 4)	[4,5 – 6,0)
5	Labai bloga	[4 – 5)	≥ 6

2.6 lentelė. Dangos provėžų būklės indekso sąsaja su nustatytomis provėžų gylio vertėmis

Nr.	Būklė	Provėžų indekso balo ribos	RUT gylis, mm
1	Labai gera	(0 – 1)	< 5,4
2	Gera	[1 – 2)	[5,4 – 11,6)
3	Patenkinama	[2 – 3)	[11,6 – 19,2)
4	Bloga	[3 – 4)	[19,2 – 29,9)
5	Labai bloga	[4 – 5)	$\geq 29,9$

2.7 lentelė. Dangos plyšių būklės indekso sąsaja su nustatytomis plyšiais pažeisto ploto vertėmis

Nr.	Būklė	Plyšių būklės indekso ribos	TP_Pl pažeistas plotas, %
1	Labai gera	(0 – 1)	< 4,2
2	Gera	[1 – 2)	[4,2 – 8,5)
3	Patenkinama	[2 – 3)	[8,5 – 12,7)
4	Bloga	[3 – 4)	[12,7 – 16,9)
5	Labai bloga	[4 – 5)	$\geq 16,9$

2.8 lentelė. Dangos paviršiaus defektų būklės indekso sąsaja su nustatytomis defektais pažeisto ploto vertėmis

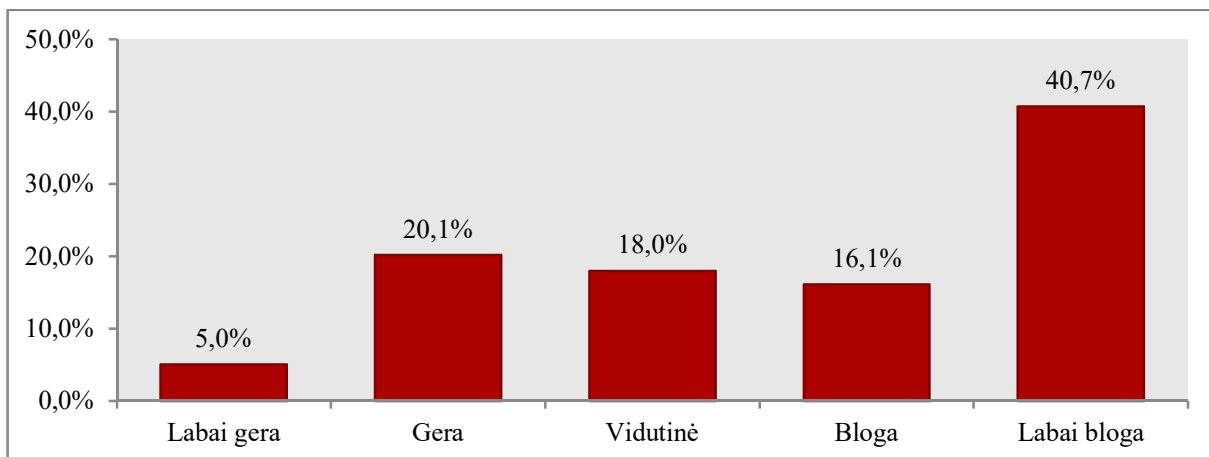
Nr.	Būklė	Paviršiaus defektų būklės indekso ribos	TP_Pd pažeistas plotas, %
1	Labai gera	(0 – 1)	< 4,2
2	Gera	[1 – 2)	4,2 – 8,5
3	Patenkinama	[2 – 3)	8,5 – 12,7
4	Bloga	[3 – 4)	12,7 – 16,9
5	Labai bloga	[4 – 5)	$\geq 16,9$

2.9 lentelė. Dangos konstrukcijos laikomosios gebos būklės indekso sąsaja su nustatytomis dangos įlinkių skirtumo vertėmis

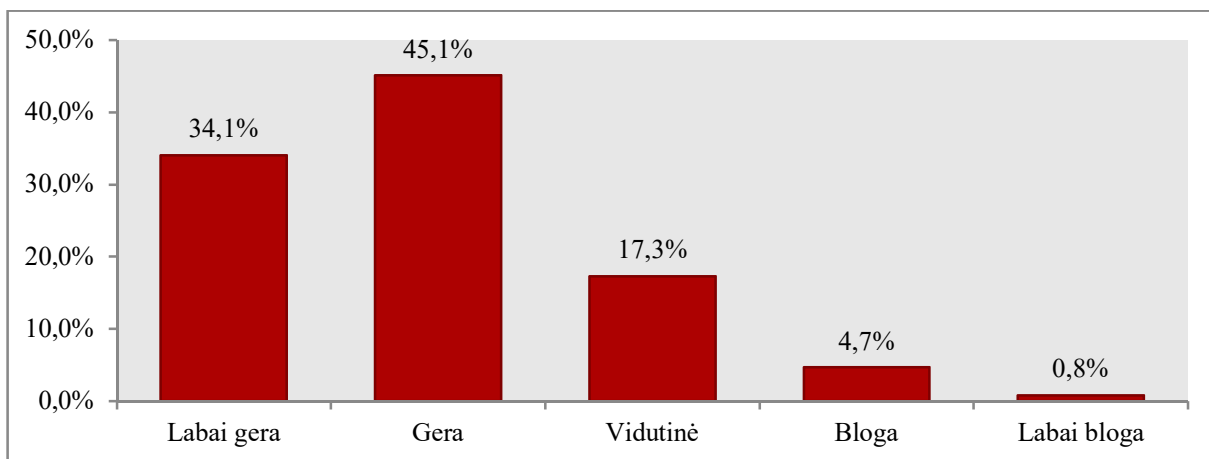
Nr.	Būklė	Dangos konstrukcijos laikomosios gebos būklės indekso ribos	SCI300, μm
1	Labai gera	(0 – 1)	< 129
2	Gera	[1 – 2)	129 – 258
3	Patenkinama	[2 – 3)	258 – 387
4	Bloga	[3 – 4)	387 – 516
5	Labai bloga	[4 – 5)	≥ 516

Analizuojant Šiaulių miesto gatvių tinklo dangos būklę pagal atskirus dangos būklės indeksus – dangos nelygumo, provėžų, plyšių, paviršiaus defektų, ir stiprumo nustatyta:

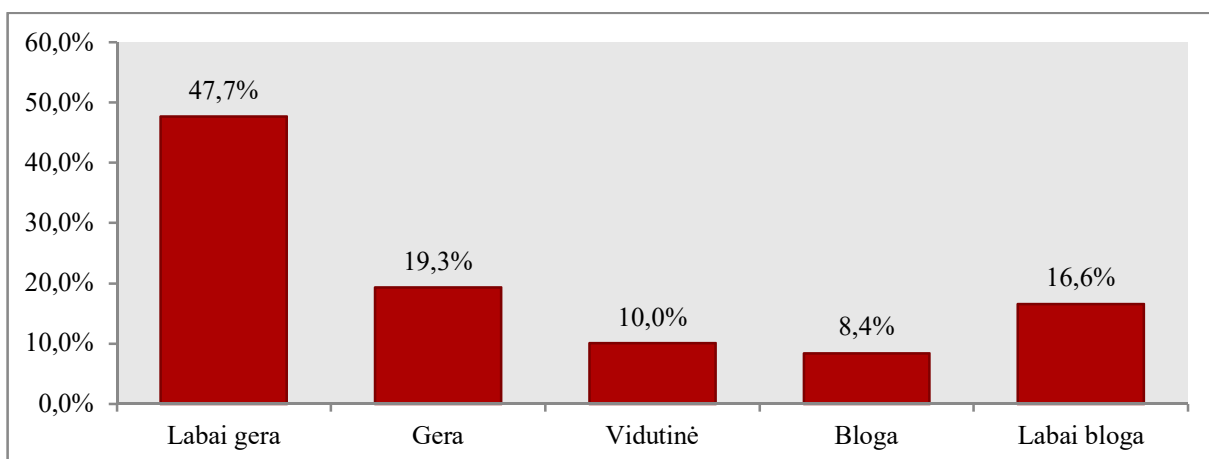
- Šiaulių miesto gatvių tinklo vidutinis nelygumo būklės indeksas - 3,26, kuris identifikuoja blogą gatvių tinklo būklę. Atsižvelgiant į tai, galima teigti, kad charakteringiausia Šiaulių miesto gatvių tinklo pažaida – dangos nelygumas. Nustatyta, kad 40,7 % (65,65 km) ištirtų gatvių yra labai blogos ir 16,1 % (25,95 km) – blogos būklės pagal dangos nelygumą (žr. 2.16 pav.).
- Vidutinis provėžų būklės indeksas – 1,45, kuris nurodo gerą Šiaulių miesto gatvių tinklo būklę pagal provėžas. Nustatyta, kad 0,8% (1,3 km) ištirtų gatvių fiksuotos gilesnės nei 29,9 mm provėžos identifikuoja labai blogą būklę, ir 4,7 % (7,56 km) fiksuotos gilesnės nei 19,2 mm provėžos - blogą būklę (žr. 2.17 pav.). Pažymėtina, kad provėžos kelia didžiausią riziką eismui, nes esant krituliams provėžose gali pasireikšti akvaplaningas, o šalant – susidaryti plikledis.
- Šiaulių miesto gatvių tinklo vidutinis plyšių būklės indeksas – 1,58, kuris nurodo gerą tinklo būklę pagal plyšiais (skersiniais, išilginiais, plyšių tinklais) pažeistą plotą. Nustatyta, kad 16,6 % (26,69 km) ištirtų gatvių plyšiais pažeista daugiau kaip 16,9 % dangos ploto, tai identifikuoja labai blogą būklę, o 8,4 % (13,47 km) bloga dangos būklė pagal plyšius (žr. 2.18 pav.). Pažymėtina, kad siekiant sustabdyti plyšių plitimą, duobių formavimąsi ir dangos degradaciją jie turi būti užsandarinti pagal „Asfalto dangų plyšių, siūlių ir prijungčių su defektais taisymo rekomendacijose R PT 11“ (LAKD 2011).
- Vidutinis paviršiaus defektų būklės indeksas – 1,88 rodo gerą Šiaulių miesto gatvių tinklo būklę pagal duobėmis ir lopais pažeistą plotą, tačiau pagal mastą šio tipo pažaida traktuotina kaip charakteringa. Nustatyta, kad 28,6 % (46,01 km) ištirtose gatvėse duobėmis ir lopai pažeista daugiau kaip 16,9 % dangos ploto, tai identifikuoja labai blogą būklę, o 4,9 % (7,88 km) bloga dangos būklė pagal paviršiaus defektus (žr. 2.19 pav.).
- Šiaulių miesto gatvių tinklo vidutinis laikomosios gebos būklės indeksas – 1,45, kuris nurodo gerą tinklo būklę pagal dangos konstrukcijos laikomąją gebą. Nustatyta, kad labai maža ir mažai dangos konstrukcijos laikomoji geba yra atitinkamai 3,2 % (5,18 km) ir 5,6 % (9 km) ištirtų gatvių (žr. 2.20 pav.). Pažymėtina, kad itin maža dangos konstrukcijos laikomoji geba fiksuota (išvardinta prioriteto tvarka): Sembos (305.2), Poilsio (256), Užmiesčio (377), K. Venčlauskio g. (134) ir Žaliūkų (437.2) gatvėse.



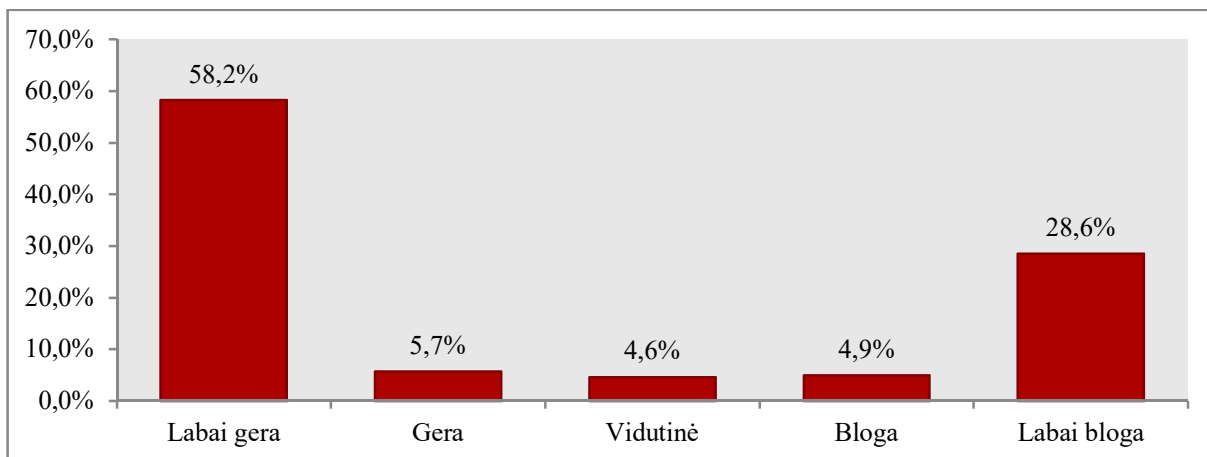
2.16 pav. Nelygumo būklės indeksas (BI_N) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle



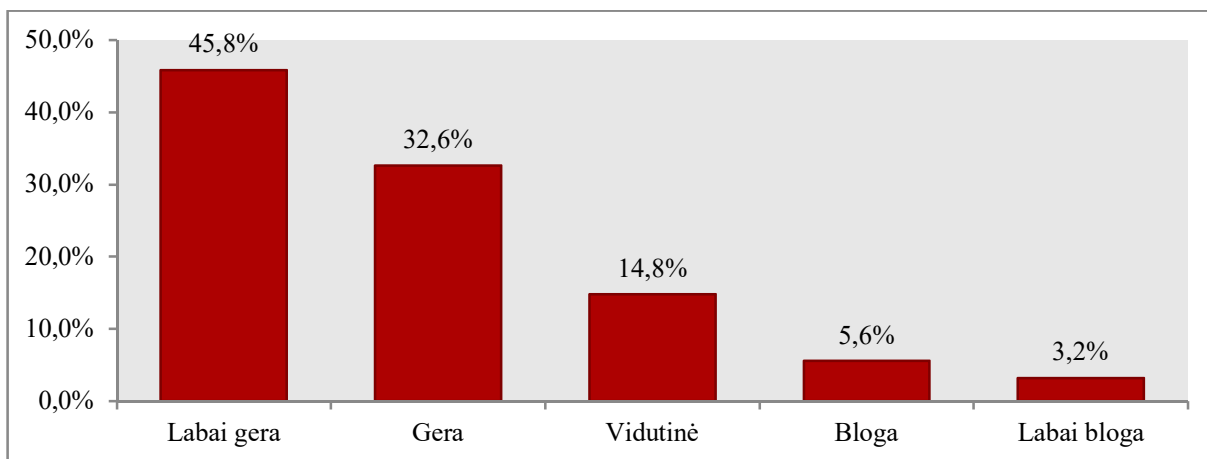
2.17 pav. Provėžų būklės indeksas (BI_P) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle



2.18 pav. Plyšių būklės indeksas (BI_Pl) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle



2.19 pav. Paviršiaus defektų būklės indekso (BI_Pd) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle



2.20 pav. Laikomosios gebos būklės indekso (BI_S) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle

Suminis dangos būklės indeksas (SDBI) apskaičiuotas kiekvienam 10 m ilgio ruoželiui pagal (2.6 formulę, identifikuojant didžiausio mašto pažaidos būklės indeksą sumuojant su likusių pažaidų būklės indekso vidurkiu. SDBI metodas leidžia įvesti svorinius koeficientus dangos būklės indeksams.

$$SDBI = \min \left[5; I_1 + \frac{p}{100} \cdot \overline{(I_2, I_3, \dots, I_n)} \right] \quad (2.6)$$

čia:

p – įtakos faktorius procentais (priimta – 10 %, pagal COST 354);

I_n – būklės indeksai su svoriniais koeficientais;

$I_1 \geq I_2 \geq I_3 \geq \dots \geq I_n$;

$I_1 = W_1 \cdot BI_1; I_2 = W_2 \cdot BI_2; \dots; I_n = W_n \cdot BI_n$.

W_n – dangos būklės indeksų svoriniai koeficientai (žr. 2.10 lentelę);

BI_n – dangos būklės indeksai.

Apskaičiavus SDBI, kuris apima atskirus būklės indeksus, nustatytas Šiaulių miesto gatvių tinklo svertinis vidurkis – 3,43, kuris identifikuoja blogą bendrą gatvių tinklo dangos būklės lygį. Suminio dangos būklės indekso (SDBI) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle pateiktas 2.21 pav.

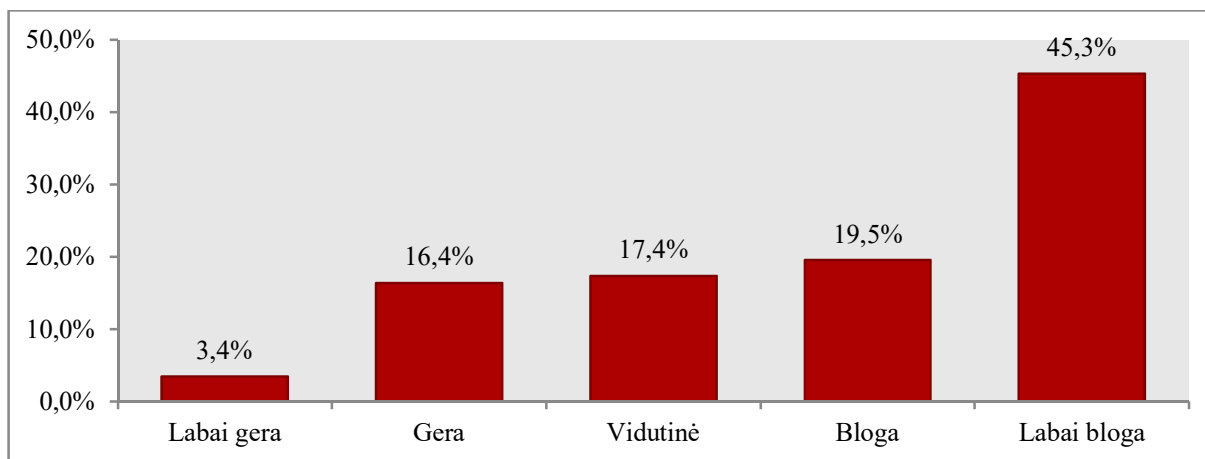
Labai gera dangos būklė nustatyta 3,4 % (5,5 km) gatvių tinklo, gera – 16,4 % (26,42 km), vidutinė – 17,4 % (27,98 km), bloga – 19,5 % (31,43 km) ir labai bloga dangos būklė 45,3 % (73,0 km).

Vidutinis suminis dangos būklės indeksas (SDBI) pagal gatvių kategorijas pateiktas 2.22 pav. Nustatyta, kad B1, B2 ir C1 kategorijų gatvėse SDBI rodo vidutinę dangos būklę, bloga dangos būklė nustatyta C2 ir D kategorijų gatvėse.

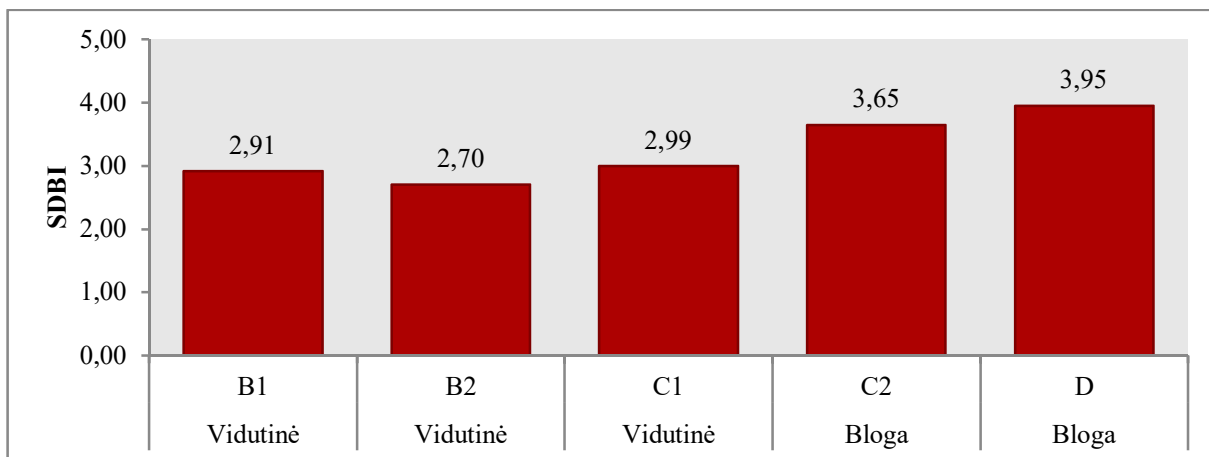
Automatizuotas dangos būklės vertinimu labai bloga dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą pateikta 2.23 pav., bloga dangos būklė - 2.24 pav. ir 2.25 pav., vidutinė dangos būklė - 2.26 pav. ir 2.27 pav., gera - 2.28 pav. ir labai gera - 2.29 pav.

2.10 lentelė. Dangos būklės indeksų svoriniai koeficientai suminiam dangos būklės indeksui nustatyti

Dangos būklės indeksas	Svorinis koeficientas W_n
Nelygumo (BI_N)	0,9
Provėžų (BI_P)	0,9
Plyšių (BI_PI)	0,875
Paviršiaus defektų (BI_Pd)	0,75
Laikomosios gebos (BI_S)	1,0



2.21 pav. Suminio dangos būklės indekso (SDBI) procentinis pasiskirstymas tirtame Šiaulių miesto gatvių tinkle



2.22 pav. Vidutinis suminis dangos būklės indeksas (SDBI) pagal gatvių kategorijas



2.23 pav. Labai bloga dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (4,39 - Tilžės g. (258.2) B2, kryptis 1, ruožas nuo 710 m iki 820 m)



2.24 pav. Bloga dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (3,98 - Tilžės g. (258.2) B2, kryptis 2, ruožas nuo 1070 m iki 1460 m)



2.25 pav. Bloga dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (3,32 – J. Basanavičiaus g. (113.2) C1, kryptis 1 ir 2, ruožas nuo 2630 m iki 2740 m)



2.26 pav. Vidutinė dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (2,94 - Tilžės g. (258.3) C1, kryptis 1, ruožas nuo 480 m iki 590 m)



2.27 pav. Vidutinė dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (2,90 - Birutės g. (43.2) C2, kryptis 1 ir 2, ruožas nuo 1000 m iki 1120 m)



2.28 pav. Gera dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (1,62 - Tilžės g. (358.2) B2, kryptis 1, ruožas nuo 820 m iki 910 m)



2.29 pav. Labai gera dangos būklė pagal suminį dangos būklės indeksą (0,90 - Architektų g. (19) B2, kryptis 1, ruožas nuo 0 m iki 160 m)

3. AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO MATAVIMAS ŠIAULIŲ MIESTO GATVĖSE

Eismo intensyvumas Šiaulių miesto gatvėse matuotas tarp sankryžų panaudojant vamzdelinius ir radaro tipų skaitiklius įgalinančius klasifikuoti transporto priemonių eismą pagal ašių skaičių į 13-ka ir daugiau klasių. Transporto priemonių eismo Šiaulių miesto gatvėse apskaita atlikta 2017 m. balandžio - rugsėjo mėnesiais. Visuomeninio transporto eismo intensyvumas patikslintas pagal 2017 m. visuomeninio transporto maršrutų tvarkaraščius (prieiga tinkle: <http://www.busturas.lt/lt/miesto>).

Transporto eismo intensyvumas nustatytas tiriamų gatvių 324-iose ruožuose tarp sankryžų. Transporto priemonių klasifikavimas pagal EUR13 metodą atliktas taikant vamzdelinius skaitiklius pateiktas 3.1 lentelėje. Transporto priemonių klasifikavimas pagal HI-TRAC 100 metodą atliktas taikant radaro tipo skaitiklius pateiktas 3.2 lentelėje. Automobilių eismo matavimo panaudojant vamzdelinius klasifikatorius vietų sąrašas pateiktas 3.3 lentelėje. Transporto eismo matavimų rezultatai pateikti prieduose H, I ir J.

Atsižvelgiant į transporto eismo matavimų trukmę bei taikant „Vidutinio metinio paros eismo intensyvumo apskaičiavimo iš trumpalaikio matavimo duomenų metodiką“ (KTTI, 2004) apskaičiuotas vidutinis metinis paros eismo intensyvumas (VMPEI). Pagal atliktus transporto priemonių eismo intensyvumo matavimus VMPEI skaičiavimo etapai yra:

- Vidutinio paros eismo intensyvumo nustatymas PEI:

$$I_p = N \cdot K_p \quad (3.1)$$

čia: I_p – matavimo paros eismo intensyvumas (aut./p.);

N – transporto priemonių, pravažiavusių per matavimo laikotarpį, skaičius (aut.);

K_p – matavimo paros EI koeficientas.

- Vidutinio savaitės paros eismo intensyvumo nustatymas VSPEI:

$$I_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{pi} K_{Si} \quad (3.2)$$

čia: I_{pi} – i-osios matavimo dienos PEI (aut./p.);

K_{Si} – savaitės paros EI koeficientas,

n – matavimo dienų skaičius.

- Vidutinio paros eismo intensyvumo nustatymas VMPEI:

$$I_M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{Si} K_{Mi} \quad (3.3)$$

čia: I_M – VMPEI (aut./p.);

I_{Si} – i-tojo matavimo savaitės VSPEI (aut./p.);

K_{Mi} – metų savaitės EI koeficientas;

n– matavimo savaičių skaičius per metus.

Apskaičiuotų vidutinio metinio paros eismo intensyvumo suvestinė pateikta G priede. Apskaičiuoti vidutinio metinio paros eismo intensyvumo duomenys panaudoti, kaip reikšmingas įvertis prioritetiniam remontuotinų gatvių (ruožų) sąrašui parengti.

3.1 lentelė. Transporto priemonių klasifikavimas pagal EUR13 metodą

Klasė	Klasės sudėtis
1	Lengvieji automobiliai, mini autobusai, lengvi krovininiai automobiliai, lengvieji automobiliai su priekabomis
2	Krovininiai 2-ašiai automobiliai
3	Krovininiai 3-ašiai automobiliai
4	Krovininiai 4-ašiai automobiliai
5	Krovininiai 2-ašiai automobiliai su priekabomis
6	Krovininiai 3-ašiai automobiliai su priekabomis
7	Krovininiai 2-ašiai vilkikai su 1-ašėmis puspriekabėmis
8	Krovininiai 2-ašiai vilkikai su 2-ašėmis puspriekabėmis
9	Krovininiai 2-ašiai vilkikai su 3-ašėmis puspriekabėmis
10	Krovininiai 2-ašiai vilkikai su 1-aše arba 2-aše puspriekabėmis
11	Krovininiai 3-ašiai vilkikai su 3-ašėmis puspriekabėmis
12	2-ašiai ar 3-ašiai autobusai
13	Automobiliai su 7 ar daugiau ašių, automobiliai nepatekę į kitas klases

3.2 lentelė. Transporto priemonių klasifikavimas pagal HI-TRAC 100 metodą

Klasė	Transporto priemonių klasifikacija
C	Dviratis
0	Motociklas
1	Lengvasis automobilis
2	Lengvasis krovininis automobilis
21	Lengvasis krovininis automobilis su priekaba
31	2 ašių krovininis automobilis
32	3 ašių krovininis automobilis
33	4 ašių krovininis automobilis
41	2 ašių krovininis automobilis su 1 ar 2 ašių priekaba
42	2 ašių krovininis automobilis su 3 ašių priekaba
43	3 ašių krovininis automobilis su 2 ašių priekaba
44	3 ašių krovininis automobilis su 3 ašių priekaba
51	2 ašių vilkikas su 1 ašies puspriekabe
52	2 ašių vilkikas su 2 ašių puspriekabe
53	3 ašių vilkikas su 1 ašies puspriekabe
54	3 ašių vilkikas su 2 ašių puspriekabe
55	2 ašių vilkikas su 3 ašių puspriekabe
56	3 ašių vilkikas su 3 ašių puspriekabe
61	2 ašių autobusai
	3 ašių autobusai
7	7 ar daugiau ašių transporto priemonės

3.3 lentelė. Automobilių eismo matavimo panaudojant vamzdelinius klasifikatorius vietų sąrašas

EIM taško Nr.	WGS koordinatės		Gatvės pavadinimas	Eismo apskaitos							Kryptis	Matavimo būdas
	Platuma	Ilguma		Data	Savaitės diena	Savai- tė	Vala nda	Pra- džia	Pa- baiga	Truk mė, val.		
1	55.92275	23.27117	Architektų g.	2017-07-03	1	27	12	12:20	16:20	04:00	Link Jablonskio g.	Vamzdeliniai sk.
1	55.92275	23.27117	Architektų g.	2017-07-03	1	27	12	12:20	16:20	04:00	Nuo Jablonskio g.	Vamzdeliniai sk.
2	55.91833	23.25542	Architektų g.	2017-07-03	1	27	12	12:10	16:10	04:00	Link Jablonskio g.	Vamzdeliniai sk.
2	55.91833	23.25542	Architektų g.	2017-07-03	1	27	12	12:10	16:10	04:00	Nuo Jablonskio g.	Vamzdeliniai sk.
3	55.91708	23.33432	Dubijos g.	2017-07-04	2	27	13	13:00	17:00	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
3	55.91708	23.33432	Dubijos g.	2017-07-04	2	27	13	13:00	17:00	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
4	55.92245	23.31787	Dubijos g.	2017-07-03	1	27	13	13:30	17:30	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
4	55.92245	23.31787	Dubijos g.	2017-07-03	1	27	13	13:30	17:30	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
5	55.92513	23.31155	Dubijos g.	2017-07-03	1	27	13	13:30	17:30	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
5	55.92513	23.31155	Dubijos g.	2017-07-03	1	27	13	13:30	17:30	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
6	55.91373	23.34385	Dubijos g.	2017-07-03	1	27	13	13:50	17:50	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
6	55.91373	23.34385	Dubijos g.	2017-07-03	1	27	13	13:50	17:50	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
7	55.90715	23.25925	Gegužių g.	2017-07-04	2	27	10	10:00	14:00	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
7	55.90715	23.25925	Gegužių g.	2017-07-04	2	27	10	10:00	14:00	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
8	55.90398	23.26375	Gegužių g.	2017-07-03	1	27	12	12:00	16:00	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
8	55.90398	23.26375	Gegužių g.	2017-07-03	1	27	12	12:00	16:00	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
9	55.94367	23.31055	J. Basanavičiaus	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Akmenės	Vamzdeliniai sk.
9	55.94367	23.31055	J. Basanavičiaus	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Nuo Akmenės	Vamzdeliniai sk.
10	55.95877	23.31758	J. Basanavičiaus	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Akmenės	Vamzdeliniai sk.
10	55.95877	23.31758	J. Basanavičiaus	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Nuo Akmenės	Vamzdeliniai sk.
11	55.9187	23.28508	Jablonskio g.	2017-07-03	1	27	12	12:40	16:40	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
11	55.9187	23.28508	Jablonskio g.	2017-07-03	1	27	12	12:40	16:40	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
12	55.91852	23.29543	Pramonės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
12	55.91852	23.29543	Pramonės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
13	55.9043	23.33058	Pramonės g.	2017-07-04	2	27	13	13:10	17:10	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
13	55.9043	23.33058	Pramonės g.	2017-07-04	2	27	13	13:10	17:10	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
14	55.89813	23.27213	Sembos g.	2017-07-03	1	27	12	12:00	16:00	04:00	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
14	55.89813	23.27213	Sembos g.	2017-07-03	1	27	12	12:00	16:00	04:00	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
15	55.91908	23.34537	Serbentų g.	2017-07-04	2	27	9	09:00	13:00	04:00	Link Vilniaus g.	Vamzdeliniai sk.
15	55.91908	23.34537	Serbentų g.	2017-07-04	2	27	9	09:00	13:00	04:00	Nuo Vilniaus g.	Vamzdeliniai sk.
16	55.91132	23.3349	Serbentų g.	2017-07-03	1	27	14	14:00	18:00	04:00	Link Vilniaus g.	Vamzdeliniai sk.
16	55.91132	23.3349	Serbentų g.	2017-07-03	1	27	14	14:00	18:00	04:00	Nuo Vilniaus g.	Vamzdeliniai sk.
17	55.90997	23.26912	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Akropolio	Vamzdeliniai sk.
17	55.90997	23.26912	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Centro	Vamzdeliniai sk.
18	55.91458	23.27937	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Akropolio	Vamzdeliniai sk.

EIM taško Nr.	WGS koordinatės		Gatvės pavadinimas	Eismo apskaitos							Kryptis	Matavimo būdas
	Platuma	Ilguma		Data	Savaitės diena	Savai- tė	Vala nda	Pra- džia	Pa- baiga	Truk mė, val.		
18	55.91458	23.27937	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Centro	Vamzdeliniai sk.
19	55.91922	23.28955	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Akropolio	Vamzdeliniai sk.
19	55.91922	23.28955	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Centro	Vamzdeliniai sk.
20	55.92235	23.2965	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Akropolio	Vamzdeliniai sk.
20	55.92235	23.2965	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Centro	Vamzdeliniai sk.
21	55.92492	23.30222	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Akropolio	Vamzdeliniai sk.
21	55.92492	23.30222	Tilžės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Centro	Vamzdeliniai sk.
22	55.92535	23.32693	Vilniaus g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Vytauto g.	Vamzdeliniai sk.
22	55.92535	23.32693	Vilniaus g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Nuo Vytauto g.	Vamzdeliniai sk.
23	55.94032	23.29513	Vilniaus g.	2017-07-04	2	27	8	08:10	12:10	04:00	Link Žemaitės g.	Vamzdeliniai sk.
23	55.94032	23.29513	Vilniaus g.	2017-07-04	2	27	8	08:10	12:10	04:00	Nuo Žemaitės g.	Vamzdeliniai sk.
24	55.92877	23.29358	Žemaitės g.	2017-07-03	1	27	13	13:00	17:00	04:00	Link Dubijos g.	Vamzdeliniai sk.
24	55.92877	23.29358	Žemaitės g.	2017-07-03	1	27	13	13:00	17:00	04:00	nuo Dubijos g.	Vamzdeliniai sk.
25	55.93542	23.30552	Žemaitės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Vilniaus g.	Vamzdeliniai sk.
25	55.93542	23.30552	Žemaitės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Nuo Vilniaus g.	Vamzdeliniai sk.
26	55.94243	23.31433	Žemaitės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Link Centro	Vamzdeliniai sk.
26	55.94243	23.31433	Žemaitės g.	2017-07-04	2	27	8	08:00	12:00	04:00	Nuo Centro	Vamzdeliniai sk.
A	6197082	459773	Aerouosto g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Link Radviliškio g.	Vamzdeliniai sk.
A	6197082	459773	Aerouosto g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Nuo Radviliškio g.	Vamzdeliniai sk.
B	6195993	460588	Aerouosto g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Nuo Dubijos g.	Vamzdeliniai sk.
B	6195993	460588	Aerouosto g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Link Dubijos g.	Vamzdeliniai sk.
C	6198266	455410	Aukštabalio g.	2017-04-10	1	15	11	11:00	11:00	24	Nuo Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
C	6198266	455410	Aukštabalio g.	2017-04-10	1	15	11	11:00	11:00	24	Link Tilžės g.	Vamzdeliniai sk.
D	6197434	459875	P. Motiekaičio g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Link Radviliškio g.	Vamzdeliniai sk.
D	6197434	459875	P. Motiekaičio g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Nuo Radviliškio g.	Vamzdeliniai sk.
E	6197330	459788	Radviliškio (B1) g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Nuo Dubijos g.	Vamzdeliniai sk.
E	6197330	459788	Radviliškio (B1) g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Link Dubijos g.	Vamzdeliniai sk.
F	6197422	459807	Radviliškio (B1) g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Nuo Dubijos g.	Vamzdeliniai sk.
F	6197422	459807	Radviliškio (B1) g.	2017-04-10	1	15	12	12:00	12:00	24	Link Dubijos g.	Vamzdeliniai sk.

4. PRIORITETINIS REMONTUOTINŲ GATVIŲ (RUOŽŲ) SĄRAŠAS

4.1 Gatvių ruožų homogenizavimas

Atsižvelgiant į Šiaulių miesto gatvių tinklą tyrimų duomenys apimtys 342,75 km iš 108 gatvių (visos eismo juostos) apjungtos į dvi eismo juostas. Matavimų duomenys apjungti į dviem būdais įvertinant gatvės eismo juostų skaičių:

- iki dviejų eismo juostų gatvė be skiriamosios juostos ir be dvigubos ištisinės linijos, traktuojama kaip turinti vieną (bendrą) važiuojamąją dalį (žymima – 0);
- daugiau kaip trijų eismo juostų gatvė su skiriamąja juosta arba dviguba ištisine linija, traktuojama kaip turinti dvi skirtingų krypčių važiuojamąsias dalis, t.y pirmyn (žymima – 1) ir atgal (žymima – 2).

Gatvių važiuojamųjų dalių nustatymas atliktas pagal tyrimo metu išmatuotų eismo juostų skaičių. Gatvės pradžia ir pabaiga bei važiavimo kryptis nustatyta pagal Šiaulių miesto savivaldybės pateiktą informaciją (žr. B Priedą).

Apjungiant išmatuotus kiekvienos eismo juostos duomenis dangos būklės vertinimui atrinktos labiausiai pažeisto dangos ploto techninės charakteristikos bei dangos būklės indeksai. Apskaičiuotas suminis dangos būklės indeksas 10 m ilgio atkarpoms charakterizuojantis dangos būklę dviem eismo juostoms. Gatvių važiuojamosios dalys suskirstytos į homogeninius ruožus pagal dangos surimo lygį, apjungiant į ne mažesnius kaip 50 m ilgio ruoželius. Iš viso nustatyta 619 skirtingos dangos būklės ruožų, kurie apima 164,15 km ne mažiau kaip dviejų eismo juostų Šiaulių miesto gatvių.

Kiekvienam gatvės ruožui pateiktos jo pradžios ir pabaigos koordinatės, važiavimo kryptis ilgis, ruožo, vidutinės dangos būklės indeksų vertės, suminis dangos suirimo laipsnis.

4.2 Techniniai, ekonominiai ir socialiniai veiksniai prioritetiniam sąrašui sudaryti

Prioritetinio remontuotinių, rekonstruotinių gatvių ruožų sąrašui sudaryti vertinami techniniai, ekonominiai ir socialiniai veiksniai. Esminis veiksnys prioritetiniam sąrašui – techninis – tai suminis dangos būklės indeksas. Ekonominis veiksnys įvertintas parenkant gatvių remonto rūšį ir apskaičiuojant preliminarią remonto kainą. Socialiniai veiksniai apima transporto eismo intensyvumo ir visuomeninio transporto eismo intensyvumo kriterijus. Bendrojo ir visuomeninio transporto eismo intensyvumo koeficientai socialiniams poreikiams įvertinti pateikti 4.1 lentelėje.

4.1 lentelė. Bendrojo ir visuomeninio transporto eismo intensyvumo koeficientai socialiniams poreikiams įvertinti

Koeficientai	Vidutinis metinis paros eismo intensyvumo intervalai, aut./p.	Visuomeninio transporto paros eismo intensyvumo intervalai, aut./p.
1	< 3000	< 100
1,2	[3000 – 6000)	[100 – 200)
1,4	[6000 – 12000)	[200 – 400)
1,6	> 12000	> 400

4.3 Gatvių remonto rūšies parinkimas

Atsižvelgiant į suminį dangos būklės indeksą priimta taikyti tris remonto veiklas (žr. 4.2 lentelę): paprastąjį remontą, kapitalinį remontą I ir kapitalinį remontą II. Pažymėtina, kad ruožuose, kuriuose vidutinis laikomosios gebos indeksas BI_S yra didesnis kaip 1,1 turi būti įvertintas dangos konstrukcijos stiprinimo poreikis.

Remonto kainai patikslinti eismo juostų skaičius ir plotis nustatytas vizualiai vertinant tyrimo metu surinktus duomenis (žr. D Priedą).

4.2 lentelė. Dangų remonto metodai atsižvelgiant į gatvės ruožo suminį dangos suirimo laipsnį

Suminis dangos būklės indeksas		Veikla	Remonto metodas	Preliminari 1 m ² kaina, Eur su PVM
Labai gera	<1	Nuolatinė priežiūra	Plyšių taisymas, paviršiaus apdorojimas	Nevertinta
Gera	[1:2)	Nuolatinė priežiūra	Plyšių taisymas, paviršiaus apdorojimas	Nevertinta
Vidutinė	[2:3)	Paprastais remontas (PR)	Pagal IT APM 10 ir TRA APM 10 (asfalto viršutinio sluoksnio pakeitimas arba karštasis regeneravimas kelyje)	15,00
Bloga	[3:4)	Kapitalinis remontas I (KR-1)	Dangos frezavimas, asfalto išlyginamojo, apatinio (6 cm AC 16 AS su PMB) ir viršutinio (3,5 cm SMA 11 S su PMB) sluoksnių įrengimas	32,50
Labai bloga	>4	Kapitalinis remontas II (KR-2)	Dangos frezavimas, asfalto išlyginamojo, apatinio (12 cm AC 16(22) AS su PMB) ir viršutinio (3,5 cm SMA 11 S su PMB) sluoksnių įrengimas	45,20

4.4 Prioritetinis remontuotinių gatvių sąrašas

Dėl didelės prioritetinio sąrašo apimties šiame skyriuje pateikiamas pirmų 50-ies pozicijų sąrašas (žr. 4.3 lentelė). Visas prioritetinis remontuotinių gatvių (ruožų) sąrašas pateiktas L priede.

Skaičiavimais nustatyta preliminari remonto kaina Šiaulių miesto gatvių ruožams remontuoti 45,843 mln. Eur su PVM.

4.3 lentelė. Prioritetinio remontuotinių, rekonstruotinių gatvių ruožų sąrašo fragmentas

Eil. Nr.	Gatvės Nr.	Gatvės pavadinimas	Kategorija	Kryptis	Eismo juosta	Atstumas, m		Ilgis, m	BI S	SDBI	Suminis balas	Eismo juostų skaičius	Eismo juostos plotis, m	Rekomenduojam a remonto rūšis	Preliminari remonto kaina, Eur su PVM	Preliminarios remonto kainos suma, mln. Eur su PVM
						nuo	iki		Vid.	Vid.						
1	358.3	Tilzes g	C1	1	D1 ir D2	720	780	60	0,69	4,39	11,2	2	3,5	KR-2	22971	0,93
2	358.3	Tilzes g	C1	1	D1 ir D2	1730	1950	220	0,48	4,23	10,8	2	3,5	KR-2	84226	
3	358.3	Tilzes g	C1	1	D1 ir D2	1100	1230	130	0,24	4,05	10,4	2	3,5	KR-2	49770	
4	358.3	Tilzes g	C1	1	D1 ir D2	2050	2150	100	0,45	4,03	10,3	2	3,5	KR-2	38285	
5	358.2	Tilzes g	B2	1	D1 ir D2	520	620	100	2,20	4,48	10,0	2	3,7	KR-2	40473	
6	358.3	Tilzes g	C1	1	D1 ir D2	0	50	50	0,83	4,42	9,9	2	3,5	KR-2	19143	
7	358.2	Tilzes g	B2	2	K1 ir K2	0	80	80	0,42	4,40	9,9	2	3,7	KR-2	32378	
8	358.2	Tilzes g	B2	1	D1 ir D2	710	820	110	1,24	4,39	9,8	2	3,7	KR-2	44520	
9	358.2	Tilzes g	B2	1	D1 ir D2	420	520	100	1,87	4,29	9,6	2	3,7	KR-2	40473	
10	441	Zemaites g	C1	0	K1 ir D1	1650	2190	540	0,86	4,26	9,5	4	3,7	KR-2	437099	
11	358.2	Tilzes g	B2	1	D1 ir D2	0	310	310	1,61	4,24	9,5	2	3,7	KR-2	125464	
12	358.3	Tilzes g	C1	2	K1 ir K2	1550	2160	610	0,52	4,15	9,3	2	3,5	KR-2	233535	
13	358.2	Tilzes g	B2	1	D1 ir D2	1360	1465	105	0,65	4,13	9,2	2	3,7	KR-2	42496	
14	358.3	Tilzes g	C1	2	K1 ir K2	1400	1450	50	0,61	4,11	9,2	2	3,5	KR-2	19143	
15	258.2	Pramones g	C2	0	K1 ir D1	1020	1130	110	1,94	4,11	9,2	4	3,7	KR-2	89039	
16	358.2	Tilzes g	B2	1	D1 ir D2	620	710	90	2,42	4,08	9,1	2	3,7	KR-2	36425	
17	258.1	Pramones g	C2	0	K1 ir D1	730	960	230	1,10	4,57	9,0	2	5	KR-2	125792	
18	25	Ausros al	D	0	K1 ir D1	0	1530	1530	0,95	3,98	8,9	2	3,7	KR-1	445238	
19	358.2	Tilzes g	B2	2	K1 ir K2	1070	1459,5	389,5	0,77	3,94	8,8	2	3,7	KR-1	113347	
20	258.1	Pramones g	C2	0	K1 ir D1	0	130	130	1,17	4,49	8,8	2	5	KR-2	71100	
21	43.2	Birutes g	C2	0	K1 ir D1	940	1000	60	0,87	4,49	8,8	2	3,7	KR-2	24284	
22	258.1	Pramones g	C2	0	K1 ir D1	1120	1280	160	0,88	4,45	8,7	2	5	KR-2	87508	
23	113.2	J. Basanaviciaus g	C1	0	K1 ir D1	690	1710	1020	1,35	4,44	8,7	2	4	KR-2	446287	
24	358.2	Tilzes g	B2	2	K1 ir K2	80	840	760	0,70	3,87	8,7	2	3,7	KR-1	221164	
25	187	Lyros g	C2	0	K2 ir D2	780	1017,5	237,5	1,55	4,50	8,6	4	3,5	KR-2	181851	
26	358.3	Tilzes g	C1	1	D1 ir D2	1390	1730	340	0,28	3,37	8,6	2	3,5	KR-1	93594	
27	411.2	Vilniaus g	C1	0	K1 ir D1	0	150	150	1,34	4,36	8,6	4	3,2	KR-2	105009	
28	441	Zemaites g	C1	0	K1 ir D1	2510	2820	310	1,48	3,80	8,5	2	3,7	KR-1	90212	
29	358.2	Tilzes g	B2	1	D1 ir D2	1070	1170	100	0,95	3,80	8,5	2	3,7	KR-1	29101	
30	358.3	Tilzes g	C1	2	K1 ir K2	2490	2590	100	0,93	3,78	8,5	2	3,5	KR-1	27528	

EĶ. Nr.	Gatvės Nr.	Gatvės pavadinimas	Kategorija	Kryptis	Eismo juosta	Atstumas, m		Ilgis, m	BI S	SDBI	Suminis balas	Eismo juostų skaičius	Eismo juostos plotis, m	Rekomenduojam a remonto rūšis	Preliminari remonto kaina, Eur su PVM	Preliminarios remonto kainos suma, mln. Eur su PVM
						nuo	iki		Vid.	Vid.						
31	187	Lyros_g	C2	0	K2 ir D2	0	700	700	1,52	4,38	8,4	4	3,5	KR-2	535982	5,14
32	441	Zemaites_g	C1	0	K1 ir D1	1010	1230	220	0,67	3,74	8,4	4	3,7	KR-1	128043	
33	93	Gardino_g	C2	0	K1 ir D1	0	340	340	1,20	4,22	8,3	4	3,7	KR-2	275211	
34	358.3	Tilzes_g	C1	2	K1 ir K2	0	100	100	0,27	3,66	8,2	2	3,5	KR-1	27528	
35	358.3	Tilzes_g	C1	2	K1 ir K2	2250	2390	140	0,92	3,62	8,1	2	3,5	KR-1	38539	
36	411.2	Vilniaus_g	C1	0	K1 ir D1	1940	2010	70	0,33	4,12	8,1	4	3,2	KR-2	49005	
37	358.3	Tilzes_g	C1	1	D1 ir D2	1230	1320	90	0,25	3,14	8,0	2	3,5	KR-1	24775	
38	258.2	Pramones_g	C2	0	K1 ir D1	1250	1389	139	0,62	3,57	8,0	4	3,7	KR-1	80900	
39	411.2	Vilniaus_g	C1	0	K1 ir D1	310	570	260	1,47	4,05	7,9	4	3,2	KR-2	182015	
40	358.3	Tilzes_g	C1	1	D1 ir D2	2860	3060	200	0,37	3,07	7,8	2	3,5	KR-1	55055	
41	358.3	Tilzes_g	C1	2	K1 ir K2	2750	2878,5	128,5	0,79	3,50	7,8	2	3,5	KR-1	35373	
42	384	V_Kudirkos_g	D	0	K1 ir D1	0	840	840	3,62	4,66	7,8	2	3,2	KR-2	294025	
43	43.2	Birutes_g	C2	0	K1 ir D1	770	860	90	0,25	3,98	7,8	2	3,7	KR-1	26191	
44	358.2	Tilzes_g	B2	1	D1 ir D2	1170	1360	190	1,07	3,48	7,8	2	3,7	KR-1	55291	
45	391	Vaidoto_g	D	0	K1 ir D1	810	880	70	0,56	4,62	7,8	2	3,7	KR-2	28331	
46	358.3	Tilzes_g	C1	2	K1 ir K2	1450	1550	100	0,59	3,45	7,7	2	3,5	KR-1	27528	
47	427	Vytauto_g	D	0	K1 ir D1	1140	1280	140	0,81	3,88	7,6	2	4	KR-1	44044	
48	441	Zemaites_g	C1	0	K1 ir D1	4570	5016	446	1,42	4,52	7,6	2	3,7	KR-2	180506	
49	411.2	Vilniaus_g	C1	0	K1 ir D1	760	1800	1040	0,43	3,87	7,6	4	3,2	KR-1	523495	6,03

IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS

1. Šiaulių miesto gatvių su asfalto danga būklei nustatyti taikyti inovatyvūs ir automatizuoti metodai, kurie įgalino ištirti, išanalizuoti, susisteminti, bei sudaryti prioritetinį gatvių remonto sąrašą 164 km ilgo gatvių tinklui (skaičiuojant dviejų eismo juostų pločiu).
2. Apskaičiavus SDBI, kuris apima atskirus būklės indeksus, nustatytas Šiaulių miesto gatvių tinklo svertinis vidurkis – 3,43, kuris identifikuoja blogą bendrą gatvių tinklo dangos būklės lygį.
3. Šiaulių miesto B ir C kategorijų gatvių dangos remontui parinktos trys rūšys:
 - Paprastas remontas – pakeičiant asfalto viršutinį sluoksnį (iki 4 cm) arba taikant karštą regeneravimą kelyje;
 - Kapitalinis remontas I – pakeičiant ne mažiau kaip 9,5 cm storio asfalto dangos sluoksnių;
 - Kapitalinis remontas II – pakeičiant ne mažiau kaip 15,5 cm storio asfalto dangos sluoksnių.
4. Skaičiavimais nustatyta preliminari remonto kaina Šiaulių miesto gatvių ruožams remontuoti 45,843 mln. Eur su PVM. Siūlomų remonto sprendinių finansų poreikis apima remonto poreikį pagal didžiausių išrinktų pažaidų sumą (dviejų eismo juostų atveju), todėl atliekant detalius tyrimus objekto lygiu, lėšų poreikis gali padidėti arba sumažėti. Lėšų poreikis gali būti sumažintas taikant nestandartinius optimizuotų dangos konstrukcijų sprendinius.
5. Rekomenduojama kuo skubiau pradėti taikyti sudaryta prioritetinį remontuotinų gatvių (ruožų) sąrašą planuojant 2018 ir vėlesnių metų Šiaulių miesto gatvių remontus. Būtina pabrėžti, kad kiekvienu atveju turi būti įvertinta gatvės būklė ir specifika objekto lygiu bei remonto sprendiniai patikslinti techniniame projekte arba remonto apraše.

LITERATŪROS SĄRAŠAS

- COST 354 2008. *COST 354 Performance Indicators for Road Pavements - The way forward for pavement performance indicators in Europe* Prieiga per internetą: <http://cost354.zag.si/index.php?id=102>.
- Dore G., Zubeck H.K., Doré G., Ph D. 2009. *Cold Regions Pavement Engineering* 1st ed. L. S. Hager, sud.American Society of Civil Engineers.
- Hua J., White T. 2002. A Study of Nonlinear Tire Contact Pressure Effects on HMA Rutting, *International Journal of Geomechanics* 2(3): 353–376. DOI: 10.1061/(ASCE)1532-3641(2002)2:3(353) [Žiūrėta sausio 1, 2014].
- Yoder E.J., Witczak M.W. 1975. *Pinciples of pavement design* 2nd ed. John Wiley & Sons, Inc.
- LAKD 2011. *Asfalto dangų plyšių, siūlių ir prijungčių su defektais taisymo rekomendacijose R PT 11*, Vilnius.
- LAKD 2008. *Automobilių kelių standartizuotų dangų konstrukcijų projektavimo taisyklės KPT SDK 07*, Vilnius.
- Meyer N., Elias J.M., Frankfurt F., Elias J.M., Geosynthetics C. 1999. Design Methods for Roads Reinforced with Multifunctional Geogrid Composites for Subbase Stabilization, *Kunststoffe in der Geotechnik*: 1–8.
- Oginskas R. 2006. Provēžų, susijusių su šlyties deformacijomis automobilių kelių asfaltbetonio dangose, mažinimas naudojant geosintetines medžiagas.
- Vaitkus A., Čygas D., Kleizienė R. 2014. Research of Asphalt Pavement Rutting in Vilnius City Streets *Proc. of the 9th International Conference „Environmental Engineering 2014“, 22-23 May, 2014, Vilnius, Lithuania.* , Vilnius, Lithuania: Vilnius Gediminas Technical University Press “Technika” 2014. DOI: 10.3846/enviro.2014.172 .

A PRIEDAS. TECHNINĖ SPECIFIKACIJA

B PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO SAVIVALDYBĖS ADMINISTRACIJOS URBANISTINĖS PLĖTROS IR ŪKIO DEPARTAMENTO MIESTO ŪKIO IR APLINKOS SKYRIAUS 2017-04-18 RAŠTAS NR. SIF – 439 „DĖL PASLAUGOS ATLIKIMO“

C PRIEDAS. AUTOMATIZUOTO DANGOS BŪKLĖS MATAVIMO MOBILIA KELIŲ TYRIMO LABORATORIJA RST-28 REZULTATAI (ŽR. CD I)

D PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ DANGOS BŪKLĖS VIZUALINIO TYRIMO NUOTRAUKOS (ŽR CD II)

E PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ DANGOS KONSTRUKCIJOS SUDĖTIES BANDYMŲ PROTOKOLAI

F PRIEDAS. DANGOS KONSTRUKCIJOS LAIKOMOSIOS GEBOS MATAVIMO KRINTANČIO SVORIO DEFLEKTOMETRU REZULTATAI (ŽR. CD I)

G PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ RUOŽŲ, TARP SANKRYŽŲ, AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO MATAVIMO REZULTATŲ SUVESTINĖ

H PRIEDAS. VGTU KTI 2017 M. ATLIKTŲ AUTOMOBILIŲ TRANSPORTO PRIEMONIŲ EISMO INTENSYVUMO MATAVIMŲ PROTOKOLAI

I PRIEDAS. VŠĮ KELIŲ IR TRANSPORTO TYRIMO INSTITUTO 2017 M. TRANSPORTO EISMO INTENSYVUMO MATAVIMŲ APRAŠAS

J PRIEDAS. VŠĮ KELIŲ IR TRANSPORTO TYRIMO INSTITUTO 2017 M. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ RUOŽŲ EISMO INTENSYVUMO NUSTATYMO ATASKAITA

K PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO GATVIŲ HOMOGENINIŲ RUOŽŲ SĄRAŠAS

L PRIEDAS. ŠIAULIŲ MIESTO PRIORITETINIS REMONTUOTINŲ, REKONSTRUOTINŲ GATVIŲ RUOŽŲ SĄRAŠAS