

## ATASKAITA

Užsakovas: Šiaulių rajono savivaldybės administracija

Darbo pavadinimas: **ŠIAULIŲ R. KURŠĖNŲ M. MAIRONIO GATVĖS  
LAIKOMOSIOS GEBOS TYRIMAS IR DANGOS  
KONSTRUKCIJOS ATNAUJINIMO SPRENDINIŲ  
PARENGIMAS**

Mokslo sritis: Technologijos mokslai, Statybos inžinerija

2025 m. vasario 14 d. Sutartis Nr. 10.6-1703-21.65-22790

Kelių tyrimo instituto direktorius

Ovidijus Šernas

---

(vardas, pavardė, parašas)

Darbo vadovas

Audrius Vaitkus

---

(vardas, pavardė, parašas)

## TURINYS

Lentelių sąrašas .....	3
Paveikslų sąrašas .....	4
Įvadas .....	5
1. Tyrimo objektas.....	6
2. Vizualus dangos būklės vertinimas .....	7
3. Eismo intensyvumo analizė ir projektinė apkrova .....	8
4. Esamos dangos konstrukcijos sudėtis.....	8
5. Esamos dangos konstrukcijos laikomosios gebos vertinimas .....	14
6. Dangos konstrukcijos atnaujinimo sprendiniai .....	17
7. Reikalavimai hidrauliniams rišikliams surištam pagrindo sluoksniui.....	19
Literatūros sąrašas .....	21

## LENTELIŲ SĄRAŠAS

1.1 lentelė. Informacija apie tiriamą objektą.....	6
3.1 lentelė. Eismo intensyvumo ir sudėties matavimų rezultatai Maironio g. ....	8
3.2 lentelė. Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas Maironio g. ....	8
3.3 lentelė. Projektinė apkrova A Maironio g. ....	8
4.1 lentelė. Esamos dangos konstrukcijos sudėtis Maironio g. ....	9
5.1 lentelė. Matavimo įrangos specifikacijos ir matavimo metodikos rodikliai .....	14
5.2 lentelė. Maironio g. kelio konstrukcijos laikomosios gebos rodikliai.....	17
6.1 lentelė. Dangos konstrukcijos atnaujinimo I variantas Maironio g.....	18
6.2 lentelė. Dangos konstrukcijos atnaujinimo II variantas Maironio g. ....	18
6.3 lentelė. Dangos konstrukcijos atnaujinimo III variantas Maironio g. ....	19
7.1 lentelė. Reikalavimai hidrauliniu rišikliu ir priedais surištam pagrindo sluoksniui (CTB) .....	20

## PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1.1 pav. Situacijos schema (geoportal.lt) .....	6
2.1 pav. Maironio g. dangos būklė .....	7
4.1 pav. Esamos dangos konstrukcijos sudėties tyrimų vietos Maironio g. (geoportal.lt)....	10
5.1 pav. Krintančio svorio deflektometras „Primax 2500“ .....	14
5.2 pav. 50 kN apkrovai normalizuotas ekvivalentinis standumo modulis Maironio g. nuo Ventos g. iki K. Kymantaitės g.....	15
5.3 pav. 50 kN apkrovai normalizuotas ekvivalentinis standumo modulis Maironio g. nuo Taikos g. iki Maironio g. 1A .....	16
5.4 pav. 50 kN apkrovai normalizuotas ekvivalentinis standumo modulis Maironio g. nuo Maironio g. 23B iki Maironio g. 23A.....	16
5.5 pav. 50 kN apkrovai normalizuotas ekvivalentinis standumo modulis Maironio g. nuo Maironio g. 33A iki Maironio g. 33 .....	16

## IVADAS

Šiaulių miesto savivaldybės administracijos (toliau – Užsakovas) užsakymu Vilniaus Gedimino technikos universiteto (toliau – VILNIUS TECH) Aplinkos inžinerijos fakulteto (toliau – AIF) Kelių tyrimo institutas (toliau – KTI) atliko Šiaulių r. Kuršėnų m. Maironio g. su žvyro dangą esamos kelio konstrukcijos tyrimus.

Darbo tikslas – įvertinus gatvės eismo intensyvumą, esamos konstrukcijos būklę, sudėti bei laikomąją gebą ir parengti gatvės dangos konstrukcijos atnaujinimo sprendinius. Sprendiniai apima 3 dangos konstrukcijos atnaujinimo alternatyvas:

1. Atnaujinimas visiškai pakeičiant esamą dangos konstrukciją.
2. Atnaujinimas ant esamos dangos konstrukcijos
3. Atnaujinimas pakeičiant dalį esamos dangos konstrukcijos, kai panaudojant esamos konstrukcijos medžiagas įrengiamas hidrauliniais rišikliais bei jonų mainus gerinančiais priedais surištas pagrindo sluoksnis, asfalto dangą.

Tikslui pasiekti atlikti darbai:

1. Eismo intensyvumo matavimai ir bendro bei sunkiojo transporto vidutinio metinio paros eismo intensyvumo nustatymas.
2. Projektinės apkrovos A apskaičiavimas pagal KPT SDK metodiką.
3. Esamos dangos konstrukcijos laikomosios gebos matavimai ir vertinimas.
4. Esamos dangos konstrukcijos sluoksnių storio ir sudėties nustatymas ir laboratoriniai medžiagų tyrimai. Gruntinio vandens lygio nustatymas atliekant pavienius gręžinius iki 1,5 m gylio.

Darbo vadovas: prof. dr. Audrius Vaitkus

Pagrindinis vykdytojas: dokt. Martynas Karbočius

## 1. TYRIMO OBJEKTAS

Tyrimo objektas – žvyro dangos konstrukcija Maironio gatvėje. Informacija apie tiriamą objektą pateikta 1.1 lentelėje. Situacijos schema pateikta 1.1 paveiksle.

1.1 lentelė. Informacija apie tiriamą objektą

Gatvės (objekto pavadinimas)	Ruožo pradžia	Ruožo pabaiga	Ruožo ilgis, km	Koordinatės LKS-94			
				Ruožo pradžia		Ruožo pabaiga	
				X	Y	X	Y
Maironio g.	Ventos g.	K. Kymantaitės g.	~1,15	6207405	433013	6206571	433259



1.1 pav. Situacijos schema (geportal.lt)

## 2. VIZUALUS DANGOS BŪKLĖS VERTINIMAS

Maironio g. dangos būklės vertinimas atliktas pagal VILNIUS TECH AIF KTI specialistų vizualinę apžiūrą, atliktą 2025 m. gegužės 13 d.

Maironio g. dangos būklė (žr. 2.1 pav.) vidutinė, vyrauja duobės, važiuojamosios dalies kairėje pusėje yra nežymių nusėdimų. Paviršinio vandens nuleidimo nuo dangos konstrukcijos sąlygos vidutinės – griovių nėra, kelkraščiai vietomis užaukštėję.



2.1 pav. Maironio g. dangos būklė

### 3. EISMO INTENSYVUMO ANALIZĖ IR PROJEKTINĖ APKROVA

Eismo intensyvumo ir sudėties matavimai atlikti du kartus 2025 m. balandžio 14 d. ir 23 d. Vieno matavimo trukmė – 4 valandos. Eismo intensyvumo ir sudėties matavimų rezultatai pateikti 3.1 lentelėje.

3.1 lentelė. Eismo intensyvumo ir sudėties matavimų rezultatai Maironio g.

Lengvieji automobiliai	Lengvieji sunkvežimiai/mikroautobusai	Krovininiai be priekabos	Krovininiai su priekaba	Krovininiai su puspriekabe	Autobusai	Kiti
<b>2025-04-14 (stebėjimo laikas: 13:00-17:00)</b>						
52	4	-	1	-	-	-
<b>2025-04-23 (stebėjimo laikas: 8:00-12:00)</b>						
43	8	-	-	-	-	-

Taikant Vidutinio metinio paros eismo intensyvumo apskaičiavimo iš trumpalaikio matavimo duomenų rekomendacijose R VMPEI TM 20 pateiktą metodiką pagal kiekvienos matavimo dienos duomenis apskaičiuotas bendras ir sunkiojo transporto vidutinis metinis paros eismo intensyvumas. Apskaičiuotas bendras vidutinis metinis paros eismo intensyvumas VMPEI yra 194 aut./parą, sunkiojo transporto – 2 aut./parą. Skaičiavimo rezultatai pateikti 3.2 lentelėje.

3.2 lentelė. Vidutinis metinis paros eismo intensyvumas Maironio g.

Eismo intensyvumas	2025-04-14							2025-04-23							VMPEI, aut./parą
	N	K <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	K <sub>Si</sub>	I <sub>S</sub>	K <sub>Mi</sub>	I <sub>M</sub>	N	K <sub>P</sub>	I <sub>P</sub>	K <sub>Si</sub>	I <sub>S</sub>	K <sub>Mi</sub>	I <sub>M</sub>	
Bendras	57	3,54	202	1,00	202	0,999	202	51	3,84	196	0,99	194	0,960	186	194
Sunkiojo transporto	1	3,54	4	1,00	4	0,999	4	0	3,84	0	0,99	0	0,960	0	2

Maironio g. projektinė apkrova A apskaičiuota laikomosios gebos aspektu priimant 20 metų projektinį naudojimo laikotarpį bei taikant apskaičiuotą sunkiojo transporto vidutinį metinį paros eismo intensyvumą  $VPI^{(ST)}$ . Ašių skaičiaus koeficientas  $f_A$  ir bendras apkrovos koeficientas  $q_{Bm}$  patikslintas atsižvelgiant į sunkiojo transporto eismo sudėtį. Projektinė apkrova A pateikta 3.3 lentelėje. Nustatyta, kad projektinė apkrova A yra 0,008 mln. ESA's.

3.3 lentelė. Projektinė apkrova A Maironio g.

$VPI^{(ST)}$	$f_A$	$q_{Bm}$	$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_z$	p	N, metai	Dienos	A, mln. ESA's
2	4,0	0,18	0,50	1,40	1,02	1,22	0,02	20	365	0,008

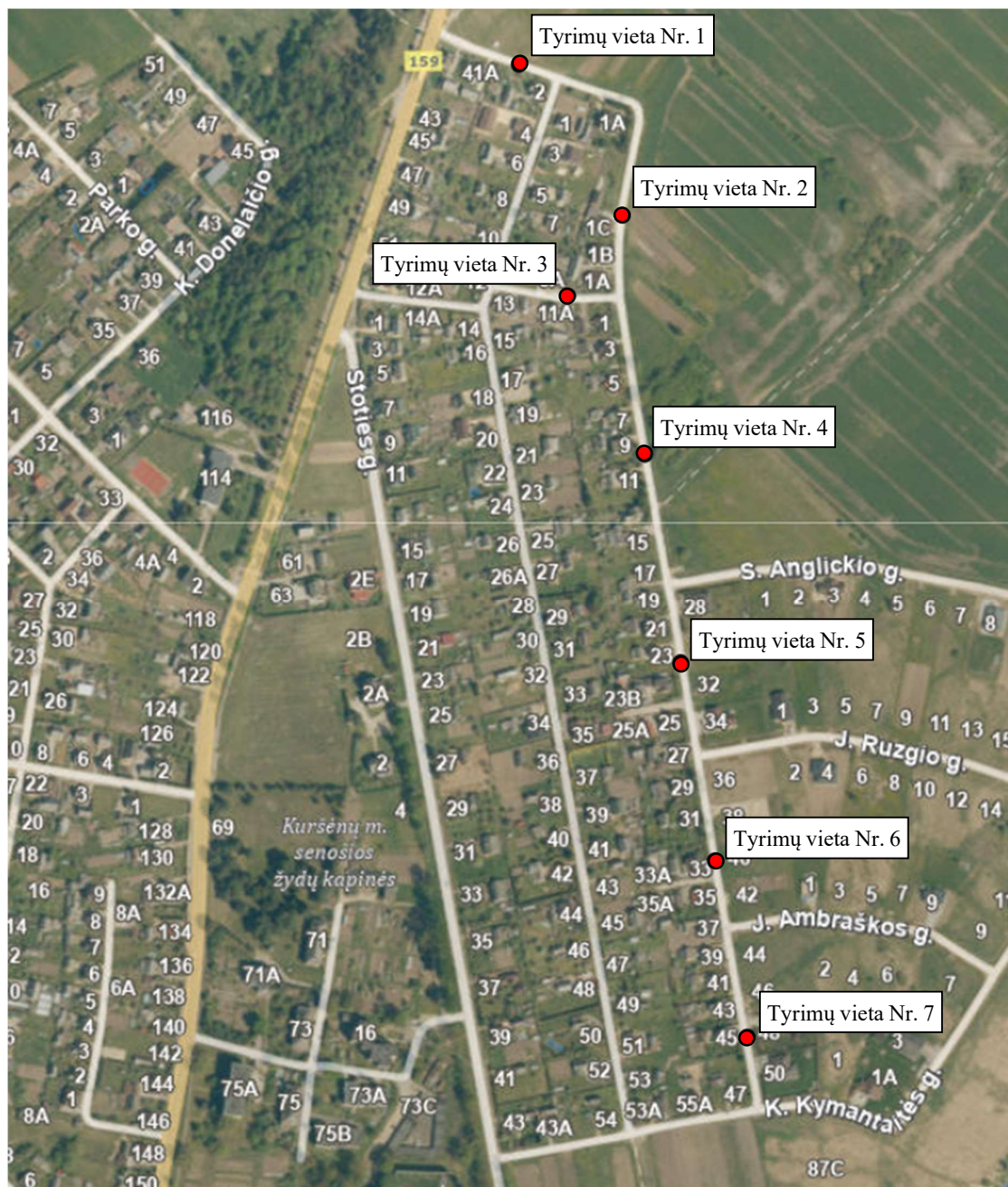
### 4. ESAMOS DANGOS KONSTRUKCIJOS SUDĖTIS

Esamos dangos konstrukcijos sudėčiai nustatyti atliktas šurfavimas. Tyrimai atlikti 2025 m. gegužės 6 d. 7 vietose. Visos tyrimų vietose nustatytas sluoksnių storis ir paimitos dangos

konstrukcijos sluoksnių medžiagos granulimetrinei sudėčiai ir pralaidumo vandeniui koeficientui nustatyti. Tyrimo vietoje Nr. 4 taip pat atliktas mažo skersmens gręžinio gręžimas iki 1,5 m gylio gruntinio vandens lygiui nustatyti. Esamos dangos konstrukcijos sudėties duomenys pateikti 4.1 lentelėje. Tyrimų vietos pateiktos 4.1 paveiksle.

4.1 lentelė. Esamos dangos konstrukcijos sudėtis Maironio g.

Tyrimo vietos Nr.	Sluoksnis	Storis, cm	Smulkiųjų dalelių < 0,063 mm kiekis, %	Pralaidumo vandeniui koeficientas $k_{10}$ , $10^{-5}$ m/s	Grunto jautrumo šalčiui klasė	Dangos konstrukcijos storis, cm
1 X: 6207380 Y: 433077	Dolomito skaldos mišinys fr. 0/32	9,2	9,3	-	-	30,5
	Žvyro mišinys fr. 0/22	21,3	11,8	-	-	
	Dulkingas smėlis SD0	14,2	32,8	-	F3	
	Mažo plastiškumo dulkis DL	>15,8	-	-	F3	
2 X: 6207263 Y: 433156	Dolomito skaldos mišinys fr. 0/32	7,2	9,3	-	-	40,9
	Žvyro mišinys fr. 0/22	33,7	11,8	-	-	
	Mažo plastiškumo dulkis DL	>19,2	-	-	F3	
3 X: 6207200 Y: 433114	Dolomito skaldos mišinys fr. 0/32	9,4	9,3	-	-	31,1
	Žvyro mišinys fr. 0/32	21,7	11,2	0,1	-	
	Dulkingas smėlis SD0	>23,9	25,1	-	F3	
4 X: 6207077 Y: 433174	Dolomito skaldos mišinys fr. 0/32	16,3	9,3	-	-	57,5
	Žvyro mišinys fr. 0/32	41,2	11,2	0,1	-	
	Mažo plastiškumo dulkis DL	>15,5	-	-	F3	
5 X: 6206916 Y: 433202	Dolomito skaldos mišinys fr. 0/32	14,9	9,3	-	-	45,7
	Žvyro mišinys fr. 0/32	30,8	11,2	0,1	-	
	Mažai dulkingas žvyras ŽD su statybiniais laukais	>24,6	11,7	-	-	
6 X: 6206763 Y: 433228	Dolomito skaldos mišinys fr. 0/32	9,5	9,3	-	-	22,1
	Žvyro mišinys fr. 0/32	12,6	11,2	0,1	-	
	Mažai dulkingas žvyras ŽD su statybiniais laukais	13,7	10,8	-	F2	
	Dulkingas smėlis SD0 su augaliniu gruntu	>28,1	37,8	-	F3	
7 X: 6206627 Y: 433253	Dolomito skaldos mišinys fr. 0/32	8,6	9,3	-	-	32,6
	Žvyro ir grunto mišinys fr. 0/32	24,0	11,8	0,1	-	
	Mažai dulkingas žvyras ŽD su statybiniais laukais	29,0	10,8	-	F2	
	Mažai dulkingas smėlis SD	>10,5	5,8	-	F2	



4.1 pav. Esamos dangos konstrukcijos sudėties tyrimų vietos Maironio g. (geoportal.lt)

### **Tyrimų vieta Nr. 1**

Tyrimų vietoje Nr. 1 nustatyta, kad esamą konstrukciją sudaro 9,2 cm storio dolomito skaldos mišinio fr. 0/32 sluoksnis ir 21,3 cm storio žvyro mišinio fr. 0/22 sluoksnis. Žemiau slūgso 32,8 cm storio dulkingo smėlio SD<sub>0</sub> sluoksnis ir mažo plastiškumo dulquio DL sluoksnis, kurio padas iki 60,5 cm gylio nepasiekta.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį viršutinį sluoksnį sudarantis esamas dolomito skaldos mišinys fr. 0/32 atitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimą mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 9,3 %, kai reikalaujama ≤ 10,0 %.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį esamas žvyro mišinys fr. 0/22 neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 11,8 %, kai reikalaujama ≤ 10,0 %.

Esamas gruntas pagal LST 1331:2022 priklauso įvairiagrūdžiams gruntams ir yra priskiriamas dulkingam smėliui SD<sub>0</sub> bei atitinka F3 jautrumo šalčiui klasę. Žemiau slūgsantis gruntas priskiriamas mažo plastiškumo dulquiui DL ir atitinka F3 jautrumo šalčiui klasę.

### **Tyrimų vieta Nr. 2**

Tyrimų vietoje Nr. 2 nustatyta, kad esamą konstrukciją sudaro 7,2 cm storio dolomito skaldos mišinio fr. 0/32 sluoksnis ir 33,7 cm storio žvyro mišinio fr. 0/22 sluoksnis. Žemiau slūgso mažo plastiškumo dulquio DL sluoksnis, kurio padas iki 60,1 cm gylio nepasiekta.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį viršutinį sluoksnį sudarantis esamas dolomito skaldos mišinys fr. 0/32 atitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimą mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 9,3 %, kai reikalaujama ≤ 10,0 %.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį esamas žvyro mišinys fr. 0/22 neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 11,8 %, kai reikalaujama ≤ 10,0 %.

Esamas gruntas pagal LST 1331:2022 priklauso smulkiagrūdžiams gruntams ir yra priskiriamas priskiriamas mažo plastiškumo dulquiui DL bei atitinka F3 jautrumo šalčiui klasę.

### **Tyrimų vieta Nr. 3**

Tyrimų vietoje Nr. 3 nustatyta, kad esamą konstrukciją sudaro 9,4 cm storio dolomito skaldos mišinio fr. 0/32 sluoksnis ir 21,7 cm storio žvyro mišinio fr. 0/32 sluoksnis. Žemiau slūgso mažo plastiškumo dulquio DL sluoksnis, kurio padas iki 55,0 cm gylio nepasiekta.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį viršutinį sluoksnį sudarantis esamas dolomito skaldos mišinys fr. 0/32 atitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimą mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 9,3 %, kai reikalaujama ≤ 10,0 %.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį esamas žvyro mišinys fr. 0/32 neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 11,2 %, kai reikalaujama  $\leq 10,0$  %. Nustatytas pralaidumo vandeniui koeficientas  $k_{10} = 0,1 \times 10^{-5}$  m/s neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo ( $k_{10} \geq 0,5 \times 10^{-5}$  m/s).

Esamas gruntas pagal LST 1331:2022 priklauso įvairiagrūdžiams gruntams ir yra priskiriamas dulkingam smėliui SD<sub>0</sub> bei atitinka F3 jautrumo šalčiui klasę.

#### **Tyrimų vieta Nr. 4**

Tyrimų vietoje Nr. 4 nustatyta, kad esamą konstrukciją sudaro 16,3 cm storio dolomito skaldos mišinio fr. 0/32 sluoksnis ir 41,2 cm storio žvyro mišinio fr. 0/32 sluoksnis. Žemiau slūgso mažo plastiškumo dulgio DL sluoksnis, kurio padas iki 73,0 cm gylio nepasiektas.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį viršutinį sluoksnį sudarantis esamas dolomito skaldos mišinys fr. 0/32 atitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimą mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 9,3 %, kai reikalaujama  $\leq 10,0$  %.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį esamas žvyro mišinys fr. 0/32 neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 11,2 %, kai reikalaujama  $\leq 10,0$  %. Nustatytas pralaidumo vandeniui koeficientas  $k_{10} = 0,1 \times 10^{-5}$  m/s neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo ( $k_{10} \geq 0,5 \times 10^{-5}$  m/s).

Esamas gruntas pagal LST 1331:2022 priklauso smulkiagrūdžiams gruntams ir yra priskiriamas mažo plastiškumo dulkiui bei atitinka F3 jautrumo šalčiui klasę.

Tyrimų metų gruntinis vanduo tyrimo vietoje Nr. 4 iki 1,5 m gylio neaptiktas.

#### **Tyrimų vieta Nr. 5**

Tyrimų vietoje Nr. 5 nustatyta, kad esamą konstrukciją sudaro 14,9 cm storio dolomito skaldos mišinio fr. 0/32 sluoksnis ir 30,8 cm storio žvyro mišinio fr. 0/32 sluoksnis. Žemiau slūgso mažai dulkingo žvyro ŽD su statybinio laužo priemaiša sluoksnis, kurio padas iki 70,3 cm gylio nepasiektas.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį viršutinį sluoksnį sudarantis esamas dolomito skaldos mišinys fr. 0/32 atitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimą mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 9,3 %, kai reikalaujama  $\leq 10,0$  %.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį esamas žvyro mišinys fr. 0/32 neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 11,2 %, kai reikalaujama  $\leq 10,0$  %. Nustatytas pralaidumo vandeniui koeficientas  $k_{10} = 0,1 \times 10^{-5}$  m/s neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo ( $k_{10} \geq 0,5 \times 10^{-5}$  m/s).

Esamas gruntas pagal LST 1331:2022 priklauso įvairiagrūdžiams gruntams ir yra priskiriamas mažai dulkingam žvyru ŽD bei atitinka F2 jautrumo šalčiui klasę.

### **Tyrimų vieta Nr. 6**

Tyrimų vietoje Nr. 6 nustatyta, kad esamą konstrukciją sudaro 9,5 cm storio dolomito skaldos mišinio fr. 0/32 sluoksnis ir 12,6 cm storio žvyro mišinio fr. 0/32 sluoksnis. Žemiau slūgso 13,7 cm storio mažai dulkingo žvyro ŽD su statybinio laužo priemaiša sluoksnis, ir dulkingo smėlio SD<sub>0</sub> su augaliniu gruntu sluoksnis, kurio padas iki 76,2 cm gylio nepasiekta.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį viršutinį sluoksnį sudarantis esamas dolomito skaldos mišinys fr. 0/32 atitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimą mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 9,3 %, kai reikalaujama ≤ 10,0 %.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį esamas žvyro mišinys fr. 0/32 neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 11,2 %, kai reikalaujama ≤ 10,0 %. Nustatytas pralaidumo vandeniui koeficientas  $k_{10} = 0,1 \times 10^{-5}$  m/s neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo ( $k_{10} \geq 0,5 \times 10^{-5}$  m/s).

Esamas gruntas pagal LST 1331:2022 priklauso įvairiagrūdžiams gruntams ir yra priskiriamas mažai dulkingam žvyru ŽD bei atitinka F2 jautrumo šalčiui klasę. Žemiau slūgsantis gruntas priklauso įvairiagrūdžiams gruntams ir yra priskiriamas dulkingam smėliui SD<sub>0</sub> bei atitinka F3 jautrumo šalčiui klasę.

### **Tyrimų vieta Nr. 7**

Tyrimų vietoje Nr. 7 nustatyta, kad esamą konstrukciją sudaro 8,6 cm storio dolomito skaldos mišinio fr. 0/32 sluoksnis ir 24,0 cm storio žvyro mišinio fr. 0/32 sluoksnis. Žemiau slūgso 13,7 cm storio mažai dulkingo žvyro ŽD su statybinio laužo priemaiša sluoksnis, ir mažai dulkingo smėlio SD sluoksnis, kurio padas iki 76,2 cm gylio nepasiekta.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį viršutinį sluoksnį sudarantis esamas dolomito skaldos mišinys fr. 0/32 atitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimą mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 9,3 %, kai reikalaujama ≤ 10,0 %.

Pagal faktinę granulimetrinę sudėtį esamas žvyro mišinys fr. 0/32 neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo mineralinių dulkių <0,063 mm kiekiui, faktinė išbira pro 0,063 mm sietą – 11,2 %, kai reikalaujama ≤ 10,0 %. Nustatytas pralaidumo vandeniui koeficientas  $k_{10} = 0,1 \times 10^{-5}$  m/s neatitinka KPT SDK 178.1 p. reikalavimo ( $k_{10} \geq 0,5 \times 10^{-5}$  m/s).

Esamas gruntas pagal LST 1331:2022 priklauso įvairiagrūdžiams gruntams ir yra priskiriamas mažai dulkingam žvyru ŽD bei atitinka F2 jautrumo šalčiui klasę. Žemiau slūgsantis gruntas priklauso įvairiagrūdžiams gruntams ir yra priskiriamas mažai dulkingam smėliui SD bei atitinka F2 jautrumo šalčiui klasę.

## 5. ESAMOS DANGOS KONSTRUKCIJOS LAIKOMOSIOS GEBOS VERTINIMAS

Dangos konstrukcijos laikomosios gebos tyrimas neardančiaisiais metodais pagrįstas dinaminės apkrovos suteikimu į dangos konstrukciją ir dangos įlinkio (reakcijos) matavimu davikliais, pridėtais ant dangos paviršiaus. Šiems matavimams dažniausiai taikomi deflektometrai, sukuriantys pulsinę apkrovą.

Esamos kelio konstrukcijos laikomosios gebos matavimai krintančio svorio deflektometru „PRIMAX 2500“ (toliau – FWD) (žr. 5.1 pav.) atlikti 2025 m. gegužės 13 d. Matavimų metu fiksuota oro ir dangos paviršiaus temperatūra. Dangos paviršiaus įlinkis matuotas -60, -45, -30, 0, 20, 30, 45, 60, 75, 90, 120, 150, 180, 210 cm atstumu nuo 30 cm skersmens apkrovos plokštės centro. Matavimo metu konstrukcijai suteikta 50 kN apkrova, atitinkanti 707 kPa slėgį į dangą. Matavimai atlikti apie 1 m nuo dešiniojo kelkraščio (matavimo kryptis A) ir apie 1 m nuo kairiojo kelkraščio (matavimo kryptis B) 15 m žingsniu, taškus tarp matavimo krypčių praslenkant 7,5 m atstumu. Laikomosios gebos matavimai atlikti iš viso 117 taškuose. Matavimo įrangos ir matavimo metodikos rodikliai pateikti 5.1 lentelėje.



5.1 pav. Krintančio svorio deflektometras „Primax 2500“

5.1 lentelė. Matavimo įrangos specifikacijos ir matavimo metodikos rodikliai

Apkrova		Apkrovos perdavimo plokštės skersmuo, cm	Įlinkio daviklių atstumas nuo apkrovos perdavimo plokštės centro, cm														Matavimo taškų skaičius, vnt.
kN	kPa		-60	-45	-30	0	20	30	45	60	75	90	120	150	180	210	
50	707	30	-60	-45	-30	0	20	30	45	60	75	90	120	150	180	210	117

Dangos konstrukcijos laikomosios gebos rodikliai analizuoti po apkrovos normalizavimo.

Matavimų metu apkrova į paviršių kito  $\pm 5$  kN diapazone, todėl taikytas dangos įlinkio normalizavimas konvertuojant išmatuotą įlinkį prie pastovios 50 kN apkrovos. Centriniam

deformacijos jutiklyje (geofone) faktiniam apkrovos impulsui išmatuotas įlinkis normalizuotas prie standartinės apkrovos pagal formulę (1).

$$w_0 = w_{0,m} \cdot \frac{F_d}{F_m}; \quad (1)$$

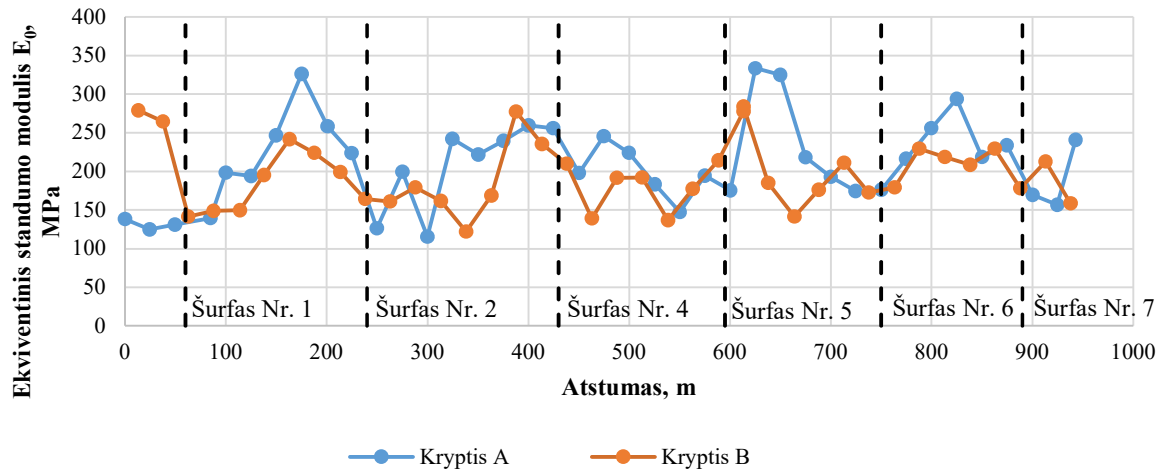
čia:  $w_0$  – normalizuotas įlinkis apkrovos centre, mm;  $w_{0,m}$  – matavimais nustatytas įlinkis apkrovos centre, mm;  $F_m$  – apkrovos impulsas matavimo metu, kN;  $F_d$  – apkrovos impulso standartas 50 kN.

Normalizuotas ekvivalentinis standumo modulis apskaičiuojamas pagal lygtį (2):

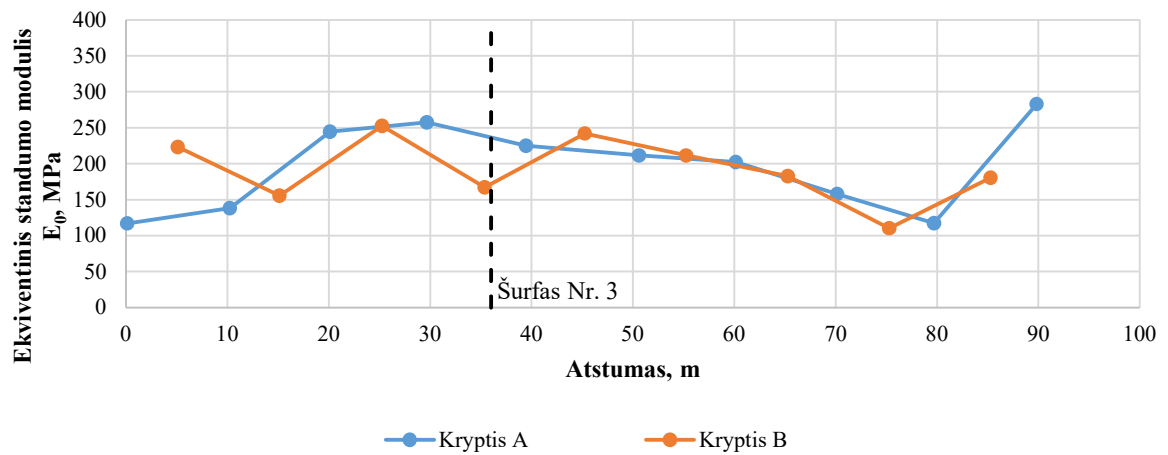
$$E_0 = \frac{2(1-\nu^2)\sigma_0 a}{w_0}; \quad (2)$$

čia:  $\nu$  – Puasono koeficientas;  $\sigma_0$  – normalizuota apkrova, MPa;  $a$  – apkrovos plokštės skersmuo, mm;  $w_0$  – normalizuota deformacija, išmatuota apkrovos plokštės centre, mm.

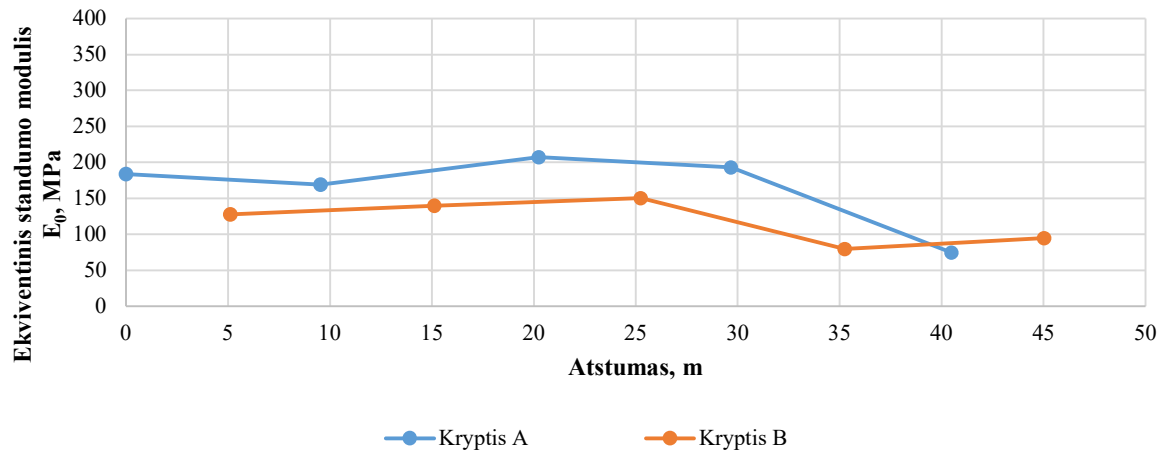
Analizuojant tiriamo Maironio g. ruožo ekvivalentinį standumo modulį (žr. 5.2-5.5 pav. ir 5.2 lentelę) nustatyta, kad normalizuoto ekvivalentinio standumo modulio vertės kinta nuo kinta nuo 74 MPa iki 334 MPa, vidurkis yra 192 MPa, vidutinis standartinis nuokrypis yra 53 MPa. Atsižvelgiant į išmatuotų kelio konstrukcijos laikomosios gebos rodiklių sklaidą tiriamas ruožas laikytinas nehomogenišku. Variacijos koeficientas (santykis tarp rodiklio standartinio nuokrypio ir vidurkio) siekia 27 %, kai orientacinė ribinė vertė yra 20 % (European Commission Directorate-General for Mobility and Transport 2005).



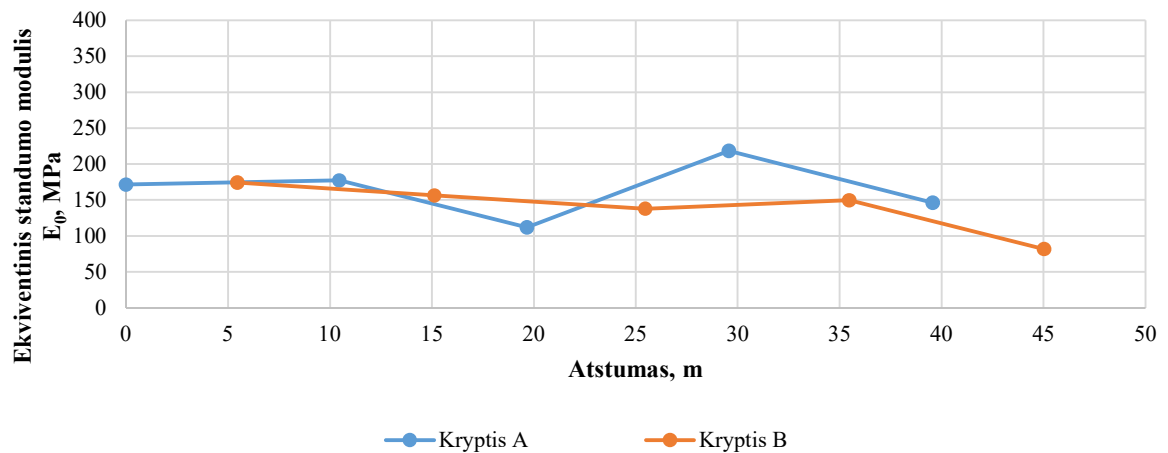
5.2 pav. 50 kN apkrovai normalizuotas ekvivalentinis standumo modulis Maironio g. nuo Ventos g. iki K. Kymantaitės g.



5.3 pav. 50 kN apkrovai normalizuotas ekvivalentinis standumo modulis Maironio g. nuo Taikos g. iki Maironio g. 1A



5.4 pav. 50 kN apkrovai normalizuotas ekvivalentinis standumo modulis Maironio g. nuo Maironio g. 23B iki Maironio g. 23A



5.5 pav. 50 kN apkrovai normalizuotas ekvivalentinis standumo modulis Maironio g. nuo Maironio g. 33A iki Maironio g. 33

**5.2 lentelė.** Maironio g. kelio konstrukcijos laikomosios gebos rodikliai

Atkarpa	Statistiniai rodikliai				
	Vid., MPa	Min, MPa	Max, MPa	SN, MPa	CV, %
nuo Ventos g. iki K. Kymantaitės g.	203	115	334	50	44
nuo Taikos g. iki Maironio g. 1A	194	110	283	52	47
nuo Maironio g. 23B iki Maironio g. 23A	142	74	207	48	64
nuo Maironio g. 33A iki Maironio g. 33	153	82	218	38	46

## **6. DANGOS KONSTRUKCIJOS ATNAUJINIMO SPRENDINIAI**

Įvertinus apskaičiuotą projektinę apkrovą, esamos konstrukcijos sudėties tyrimų ir laikomosios gebos matavimų rezultatus teikiamos trys dangos konstrukcijos atnaujinimo alternatyvos.

Dangos konstrukcijų atnaujinimo sprendiniai, apimantis visišką esamos dangos konstrukcijos pakeitimą arba atnaujinimą pakeičiant dalį esamos dangos konstrukcijos ir įrengiant hidraulinius rišikliais ir jonų mainų reakcijas greitinančiais priedais surištą pagrindo sluoksnį, užtikrina ilgalaikį dangos konstrukcijų patvarumą ir ilgesnį su tuo susijusių funkcinių dangos savybių, tokių kaip lygumas, išlaikymą. Dangos konstrukcijos atnaujinimo sprendiniai, apimantys atnaujinimą ant esamos dangos konstrukcijos, padidina esamos dangos konstrukcijos laikomąją gebą bei įgyvendina ekonomiškai pagrįstą siekiamybę išsaugoti kiek įmanoma daugiau esamos dangos konstrukcijos sluoksnių arba pakartotinai panaudoti antrines medžiagas. Tačiau priklausomai nuo esamos dangos konstrukcijos sudėties tolygumo ir medžiagų savybių bei su tuo susijusio galimo mažesnio atsparumo šalčio poveikiui, atnaujintos dangos konstrukcijos nėra visiškai lygiavertės esamų dangos konstrukcijų atnaujinimui pakeičiant visą arba dalį dangos konstrukcijos pagal funkcinių savybių ir važiavimo komforto lygio, sietino su dangos lygumu, kitimą ilguoju laikotarpiu.

Dangos konstrukcijos atnaujinimo sprendiniai grindžiami techninėse specifikacijose numatyta tyrimų apimtimi. Atsižvelgiant į tai, kad esamos dangos konstrukcijos plotis gali būti siauresnis nei projektuojamas asfalto dangos plotis, rengiant projektą parenkant gatvės pločio gabaritą būtina atsižvelgti į galimus esamos dangos konstrukcijos sudėties nuokrypius ties esamos dangos konstrukcijos briaunomis nuo šioje ataskaitoje pateiktų tyrimų duomenų. Atsižvelgiant į tai, būtina įvertinti siūlomų dangos konstrukcijos atnaujinimo sprendinių tinkamumą numatomo dangos pločio kraštuose. Pagrindo sluoksnis po danga turi būti nemažiau kaip 20 cm platesnis nei danga.

Maironio g. siūlomi trys dangos konstrukcijos variantai:

- I variantas – atnaujinimas pakeičiant visą dangos konstrukciją;
- II variantas – atnaujinimas ant esamos dangos konstrukcijos;
- III variantas – atnaujinimas pakeičiant dalį dangos konstrukcijos.

### Dangos konstrukcijos atnaujinimo I variantas

Maironio g. dangos konstrukcija įrengiama pagal Automobilių kelių standartizuotų dangų konstrukcijų projektavimo taisyklių KPT SDK 19 12 lentelę, parenkant minkštojo asfalto viensluksnės dangos konstrukciją (kai  $A \leq 0,03$ ). Dangos konstrukcijos atnaujinimo I variantas pateiktas 6.1 lentelėje.

**6.1 lentelė.** Dangos konstrukcijos atnaujinimo I variantas Maironio g.

Sluoksnis	Medžiaga	Storis, cm	Savybės
Asfalto dangos	Minkštasis asfaltas	5	Pagal MN MAS 15
Skaldos pagrindo	Pagal TRA SBR 19	15	$E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}$
Apsauginis šalčiui atsparus	Pagal TRA SBR 19	35	$E_{v2} \geq 80 \text{ MPa}^{1)}$
Žemės sankasa	Esami gruntai	–	$E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}^{1)}$

Pastabos:  
1) Remiantis Automobilių kelių dangos iš minkštojo asfalto įrengimo nurodymais MN MAS 15  $E_{v2}$  vertės ant apsauginio šalčiui atsparaus sluoksnio ir žemės sankasos yra rekomendacinės.

Sprendinys, nurodytas 6.1 lentelėje, užtikrina pagal KPT SDK 19 reikalavimus numatytą šalčiui atsparios dangos konstrukcijos storį ir laikomąją gebą, tačiau atsižvelgiant į gatvės pobūdį, eismo intensyvumą, tikėtiną transporto priemonių greitį (iki 50 km/h) bei apkrovas yra laikytinas mažiau ekonomiškai racionaliu.

### Dangos konstrukcijos atnaujinimo II variantas

II dangos konstrukcijos atnaujinimo sprendinio variantas numato atnaujinimą ant esamos dangos konstrukcijos, kai įrengiamas skaldos pagrindo sluoksnis ir minkštojo asfalto danga. Dangos konstrukcijos atnaujinimo II variantas pateiktas 6.2 lentelėje.

Dangos konstrukcijos atnaujinimo II variantas padidina esamos dangos konstrukcijos laikomąją gebą bei įgyvendina ekonomiškai pagrįstą siekiamybę išsaugoti kiek įmanoma daugiau esamos dangos konstrukcijos sluoksnių arba pakartotinai panaudoti antrines medžiagas, tačiau atsižvelgiant į netolygų bendrą šalčiui atsparios esamos dangos konstrukcijos storį, taikant II dangos konstrukcijos atnaujinimo variantą galimas lokalus dangos pažaidų (iškylos, pavieniai plyšiai), susijusių su neigiamu šalčio poveikiu, susidarymas. Šių pažaidų susidarymas neturėtų turėti esminės įtakos atnaujintos dangos konstrukcijos patvarumui.

**6.2 lentelė.** Dangos konstrukcijos atnaujinimo II variantas Maironio g.

Sluoksnis	Medžiaga	Storis, cm	Savybės
Asfalto dangos	Minkštasis asfaltas	5	Pagal MN MAS 15
Skaldos pagrindo	Pagal TRA SBR 19	15	$E_{v2} \geq 120 \text{ MPa}^{1)}$
Esama dangos konstrukcija <sup>1)</sup>	Esami nesurištieji mišiniai ir gruntai	–	–

Pastabos:  
1) Įrengiamas nesurištasis pagrindo sluoksnis turi atitikti IT SBR 19 reikalavimus sluoksnio sutankinimui, deformacijos moduliui, lygumui, profilio padėčiai.

### Dangos konstrukcijos atnaujinimo III variantas

III dangos konstrukcijos atnaujinimo sprendinio variantas numato atnaujinimą pakeičiant dalį esamos dangos konstrukcijos, kai esamos dangos konstrukcijos sluoksniai sustiprinami hidrauliniu rišikliu ir jonų mainus gerinančiais priedais bei įrengiama asfalto danga. Dangos konstrukcijos atnaujinimo II variantas padidina dangos konstrukcijos laikomąją gebą ir atsparumą šalčio poveikiui bei įgyvendina ekonomiškai pagrįstą siekiamybę išsaugoti kiek įmanoma daugiau esamos dangos konstrukcijos sluoksnių arba pakartotinai panaudoti antrines medžiagas. Dangos konstrukcijos atnaujinimo III variantas pateiktas 6.3 lentelėje.

**6.3 lentelė.** Dangos konstrukcijos atnaujinimo III variantas Maironio g.

Sluoksnis	Medžiaga	Storis, cm	Savybės
Asfalto dangos	Minkštasis asfaltas	5	Pagal MN MAS 15
CTB	Esamos dangos konstrukcijos medžiagos ir gruntai, surišti hidrauliniiais rišikliais ir jonų mainų reakcijas greitinančiais priedais <sup>1)</sup> pagal MN GPSR 12	30	Pagal 7.1 lentelę
Žemės sankasa	Esami gruntai	–	–

## 7. REIKALAVIMAI HIDRAULINIAIS RIŠIKLIAIS SURIŠTAM PAGRINDO SLUOKSNIUI

Įrengiant hidrauliškai surištą pagrindo sluoksnį turi būti vadovaujama įrengimo taisyklėse IT ŽS 17 ir metodiniuose nurodymuose MN GPSR 12 pateiktomis darbų atlikimo nuostatomis. Gruntams apdoroti naudojamas cementas, tenkinantis standarto LST EN 197-1 reikalavimus (tipas – CEM I arba CEM II/A-LL, stiprumo klasė – 42,5 N). Taip pat turi būti naudojamas grunto jonų mainus gerinantis priedas. Skystas koncentruotas preparatas originaliose gamyklinėse pakuotėse, kurį prieš naudojant reikia praskiesti vandeniu pagal pateiktą instrukciją. Įprastai minimalus grynojo priedo kiekis sustiprintame (stabilizuotame) grunte priklausomai nuo grunto rūšies turi būti:

- 0,2 L/m<sup>3</sup> grunto (taikomas grunto rūšims pagal LST 1331 – ŽB, ŽG, ŽP, SB, SG, SP, ŽD, ŽM, SD, SM, ŽD<sub>0</sub>, ŽM<sub>0</sub>, SD<sub>0</sub>, SM<sub>0</sub>, DL, DV, DR).

Jeigu statybinių medžiagų mišinių gamybai naudojamas ne geriamasis vanduo, tai statybos darbams atlikti numatomo naudoti vandens tinkamumas turi būti įrodomas. Nustatytu laiku prieš darbų pradžią rangovas turi įrodyti numatytą naudoti statybinių medžiagų ir jų mišinių bei gruntų tinkamumą, pateikdamas tinkamumo bandymų ataskaitą. Tinkamumo (cemento kiekio) bandymai turi būti atliekami akredituotoje laboratorijoje. Rangovas pateikia tinkamumo bandymais nustatytą rišiklio kiekį, tuo prisiimdamas atsakomybę už tiesimo darbų kokybę.

Reikalavimai hidrauliniu rišikliu ir priedais surištam pagrindo sluoksniui (CTB) pateikti 7.1 lentelėje.

**7.1 lentelė.** Reikalavimai hidrauliniu rišikliu ir priedais surištam pagrindo sluoksniui (CTB)

Savybė	Reikalavimas	Pastabos
Stipris gniuždant	$\geq 2,5 \text{ MPa}^{1)}$	Stipris gniuždant po 28 parų – bandiniai 14 parų laikomi drėgnoje aplinkoje ir 14 parų vandenyje. Po mirkymo atliekamas stiprio gniuždant bandymas.
Atsparumas šalčiui	Bandinių po šaldymo ir atšildymo ciklą bei referencinių bandinių (po 28 parų) stiprio gniuždant santykis ne mažiau kaip 0,7.	Atliekant atsparumo šalčiui bandymus, bandiniai laikomi 13 dienų drėgnoje aplinkoje, po to 1 parą laikomi panardinti kambario temperatūros vandenyje, po to jiems taikoma 14 užšaldymo ir atšildymo ciklą. Vienu užšaldymo ir atšildymo ciklu bandiniai (ištraukti iš vandens) $-23^{\circ}\text{C}$ temperatūroje 8 valandas šaldomi ir 16 valandų atšildomi kambario temperatūros vandenyje. Po šaldymo atšildymo ciklą atliekamas stiprio gniuždant bandymas.
Deformacijos modulis $E_{v2}$	$\geq 400 \text{ MPa}$	Deformacijos modulis nustatytas antruoju apkrovimo ciklu spaudžiant sluoksnį štampu pagal LST 1360-5.
Deformacijos modulio $E_{v2}/E_{v1}$ santykis arba Sutankinimo laipsnis $D_{pr}$	$\leq 2,3^{2)}$ $\geq 100 \%^{2)3)}$	–
Pastabos: 1) Rangovui turint patirtį, suformuoti bandiniai gali būti bandomi po 7 parų. Pasiekus 90 % projektinės gniuždomojo stiprio vertės yra laikoma, kad po 28 parų bus pasiektas projektinis gniuždomasis stipris. 2) Matavimai atliekami iškart po sluoksnio įrengimo. 3) Sutankinimo rodiklis $D_{pr}$ nustatomas tiesioginiu būdu.		

## LITERATŪROS SĄRAŠAS

- European Commission Directorate-General for Mobility and Transport. 2005. *COST 336. Use of Falling Weight Deflectometers in Pavement Evaluation.*
- Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. 2019. *Automobilių kelių dangos konstrukcijos sluoksnių be rišiklių įrengimo taisyklės IT SBR 19 19.*
- Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos. 2019. *Automobilių kelių standartizuotų dangų konstrukcijų projektavimo taisyklės KPT SDK 19.*
- Lietuvos standartizacijos departamentas. 2015. *LST 1331:2015. Gruntai, skirti keliams ir jų statiniams. Klasifikacija.*
- Walker, D. (1989). *Gravel-Paser Manual: Pavement Surface Evaluation and Rating.*