

**UŽSAKOVAS:** AB „LTG INFRA“

**RANGOVAS:** UAB „EKSPERTIKA“

**SUTARTIS:** 2020 M RUGPJŪČIO 25 D.  
NR. SE20-08/05 (SUT-(LGI)-880)

**OBJEKTAS:** 01 - PĖSČIŪJŲ VIADUKO RADVILIŠKIO STOTYJE.  
192+698 KM TECHNINĖS BŪKLĖS TYRIMAS

**DALIS** SK



**DIREKTORIUS**

**VADOVAS**

## TURINYS

ĮVADAS.....	3
1. VIADUKO ARCHYVINĖ DOKUMENTACIJA .....	6
1.1. VIADUKO BENDRIEJI DUOMENYS.....	6
1.2. VIADUKO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS.....	8
1.3. VIADUKO VIETA .....	9
2. VIADUKO BŪKLĖ.....	10
2.1. BŪKLĖS IR DEFEKTŲ APŽVALGA.....	10
2.1.1. PAŽAIDŲ NUOTRAUKOS .....	12
2.1.2. IŠVADOS PAGAL APŽIŪROS REZULTATUS .....	23
2.2. PERDANGOS IR ATRAMŲ MEDŽIAGŲ TYRIMŲ DUOMENYS .....	24
2.3. PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO KOKYBINIŲ RODIKLIŲ TYRIMAS.....	27
2.3.1. KARBONIZACIJOS TYRIMAS BETONE .....	27
2.4. PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO APSAUGINIŲ SLUOKSNIŲ STORIŲ TYRIMAS	28
2.5. PERDANGOS DEFORMACIJŲ TYRIMO DUOMENYS.....	30
2.6. VIADUKO ATRAMŲ POSVYRIŲ TYRIMO DUOMENYS.....	35
3. VIADUKO ĮRĄŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI.....	37
3.1. PROJEK TINĖS VIADUKO APKROVOS.....	37
3.2. VIADUKO PERDANGOS ĮRĄŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI ESAMAM PERDANGOS SKERSPJŪVIUI.....	38
3.3. VIADUKO PERDANGOS VIRPESIŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI .....	41
4. SIŪLOMO REMONTUOTI VIADUKO PERDANGOS SKERSPVŪVIO ĮRĄŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI.....	46
5. VIADUKO STATINIS BANDYMAS.....	51
6. VIADUKO DINAMINIS BANDYMAS .....	52
6.1. BANDYMO TIKSLAS IR PROGRAMA .....	52
6.2. MATAVIMO PRIETAISAI IR JŲ IŠDĖSTYMAS .....	52
6.3. DINAMINIŲ BANDYMŲ REZULTATAI IR ANALIZĖ .....	54
6.4. VIADUKO PERDANGOS DINAMINIO BANDYMO GRAFIKAI .....	58
6.4.1. Pirmojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo grafikai.....	58
6.4.2. Antrojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo grafikai .....	60
7. VIADUKO PERDANGOS ATITIKIMAS PIRMAM IR ANTRAM RIBINIAMS BŪVIAMS .....	62
8. VIADUKO PERDANGOS SIJŲ LAIKOMOSIOS GALIOS SKAIČIAVIMAS.....	64
8.1. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos sijų S-1-1 ir S-1-2 laikomosios galios skaičiavimas .	64

9. PĒSČIŪJŪ VIADUKO PRITAIKYMAS ŽMONĒMS SU NEGALIA PAGAL PRM TSS REIKALAVIMUS .....	67
10. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS .....	74
LITERATŪRA.....	84
PRIEDAI.....	85

## IVADAS

2020 m. rugpjūčio mėn. 25 d. Uždaroji akcinė bendrovė „Ekspertika“ ir AB „LTG Infra“ pasirašė sutartį Nr. SUT(LG)-880 „Nr. 13370 Pėsčiųjų tiltų, esančių virš geležinkelio kelių, techninės būklės tyrimai“. Vykdydami sutarties sąlygas, UAB „Ekspertika“ specialistai 2020 m. spalio mėn. atliko gelžbetoninio pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje 192+698 km tyrimus.

Viaduko tyrimų metu buvo atlikta ir šioje ataskaitoje pateikta:

- detali visų konstrukcijų apžiūra;
- viaduko perdangos būklės vertinimas;
- atramų konstrukcijų vertinimas;
- laikančiųjų konstrukcijų betono apsauginių sluoksnių storių matavimai;
- laikančiųjų konstrukcijų betono karbonizacijos gylio tyrimai;
- perdangos įrašų teoriniai skaičiavimai nuo projektinių ir LST EN 1991-1 Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms apkrovų;
- perdangos tyrimai pagal I ir II ribinius būvius (Saugos ir tinkamumo ribinių būvių nuostatos įtvirtintos STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“);
- viaduko perdangos dinaminis bandymas;
- nustatytos reikalingos viaduko remonto darbų apimtys, parengtas darbų kiekio žiniaraštis, kad atlikus darbus, pėsčiųjų viadukas atitiktų normatyvinius reikalavimus, nustatytus LR teisės aktuose ir taikomus tokio tipo statiniams bei būtų užtikrintas saugus pėsčiųjų judėjimas;
- išvados ir rekomendacijos dėl viaduko ir jo elementų tolimesnės eksploatacijos.

Išbandant viaduką vadovautasi tiltų bandymų taisyklėmis ST 188710638.10:2005 ir SNIp 3.06.07-86 normomis. Pėsčiųjų viaduko tyrimai ir techninės būklės vertinimas atliktas vadovaujantis Lietuvos Respublikos teisės aktais ir LG normatyviniais dokumentais:

- Lietuvos Respublikos statybos įstatymas;
- STR 1.01.03:2017 „Statinių klasifikavimas“;
- STR 1.04:2017 „Statinio projektavimas, projekto ekspertizė“;
- TR 2.01:2019 „Automobilių kelių ir geležinkelio tiltų ir tunelių projektavimas“;
- STR 1.03.01:2017 „Statybiniai tyrimai“;
- STR 2.01.01(1):2005 „Esminis statinio reikalavimas. Mechaninis atsparumas ir pastovumas“;
- LST EN 1991-1 Eurokodas 1. Poveikiai konstrukcijoms;
- LST EN 12504. Betono bandymas konstrukcijose;
- LST EN 12390. Betono bandymas;

- „Techninio geležinkelių naudojimo nuostatai“ ADV/001;
- „Geležinkelių kelio priežiūros taisyklės“ K/111;
- „Kelio statinių priežiūros instrukcija“ 147/K.

Ataskaitoje priimti viaduko tarpatramių ir perdangų sijų žymėjimai parodyti 1 – 5 paveiksluose, kuriuose žymima:

- raudonos spalvos skaičiai – perdangų tarpatramių numeriai;
- raudonos spalvos skaičiai baltame fone – atramų numeriai;
- žalios spalvos skaičiai baltame fone – laiptų numeriai;
- žalios spalvos skaičiai baltame fone su raide „L“ – laiptų atramų numeriai;
- perdangos sijoms nurodoma perdangos tarpatramio numeris ir krypties, kurioje pusėje yra sija žyma – „V“ arba „K“ (Vilniaus arba Klaipėdos pusė).
- atramų kolonoms nurodoma atramos numeris ir krypties, kurioje pusėje yra kolona žyma – „V“ arba „K“ (Vilniaus arba Klaipėdos pusė).



**1. pav.** Viaduko bendras vaizdas, žiūrint nuo Vilniaus pusės, elementų žymėjimas



2. pav. Pirma viaduko atrama ir pirmieji laiptai



3. pav. Antrieji laiptai ir laiptų atramos



4. pav. Ketvirta ir penkta viaduko atramos ir tretieji laiptai



5. pav. Penkta viaduko atrama ir ketvirtieji laiptai

## 1. VIADUKO ARCHYVINĖ DOKUMENTACIJA

Prieš viaduko tyrimus surinkome ir išanalizavome visą archyvinę dokumentaciją, kurią pavyko surasti apie šį objektą. Surinkta dokumentacija pateikta 1.1 lentelėje.

1.1 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje archyvinė dokumentacija

Dokumento pavadinimas	Dokumento duomenys, rengėjas, data, pastabos
Viaduko techninis pasas	„AB“ Lietuvos geležinkeliai
Viaduko projektai	Gelžbetoniniai pėsčiųjų viadukai virš geležinkelio buvo projektuojami pagal tipinį projektą: Типовые конструкции Серия 3.501-112, „Пешеходные мосты через железные дороги, выпуск 2, Пролетные строения пешеходных мостов длиной 24 и 27 м с высотой балок 90 см из обычного и преднапряженного железобетона с вариантом северного исполнения, инв. N738/5, Москва, 1978 г.“ [1]
Esminių apžiūrų, ir bandymų ataskaitos	Pėsčiųjų viadukui nebuvo atliktos esminės apžiūros, statiniai ir dinaminiai bandymai
Kultūros paveldas	Pėsčiųjų viadukas virš geležinkelio Radviliškio stotyje nepriklauso kultūros paveldui

### 1.1. VIADUKO BENDRIEJI DUOMENYS

Viaduko bendrieji duomenys pateikti 1.2 lentelėje.

1.2 lentelė. Viaduko bendrieji duomenys

Kelių ruožo pavadinimas	Panevėžio kelių ruožas
Linija	Vilnius–Klaipėda
Kilometras, piketas	192+698 km
Kelių skaičius po viaduku	9 keliai
Viaduko ilgis	98,00 m
Viaduko ilgis su laiptasijomis	186,00 m
Viaduko plotis	3,20 m
Einamosios dalies plotis	3,10 m
Gabaritas	6,90 m
Viaduko tarpatramių skaičius ir ilgis	4 tarpatramiai, 27,0 + 22,0 + 22,0 + 27,0 m
Viaduko perdangos skaičiuojamieji ilgiai	26,40 + 21,40 + 21,40 + 26,40 m
Atstumas nuo bėgių pado iki konstrukcijų apačios	7,10 m
Projektavimo normos ir apkrovos	CH 200-62, projektinė kintama apkrova – 4 kN/m <sup>2</sup> su patikimumo koeficientu 1,4
Viaduko statybos metai	1984 m.
Viaduko kapitalinis remontas	Viadukas kapitaliai neremontuotas

Viaduko bendri vaizdai pateikti 1.1 ir 1.2 pav., elementų žymėjimas pateiktas įvade, paveiksluose nuo 1 iki 5.



**1.1 pav.** Viaduko bendras vaizdas, žiūrint nuo Vilniaus pusės



**1.2 pav.** Viaduko einamosios dalies vaizdas, žiūrint nuo pirmos atramos

## 1.2. VIADUKO TECHNINĖS CHARAKTERISTIKOS

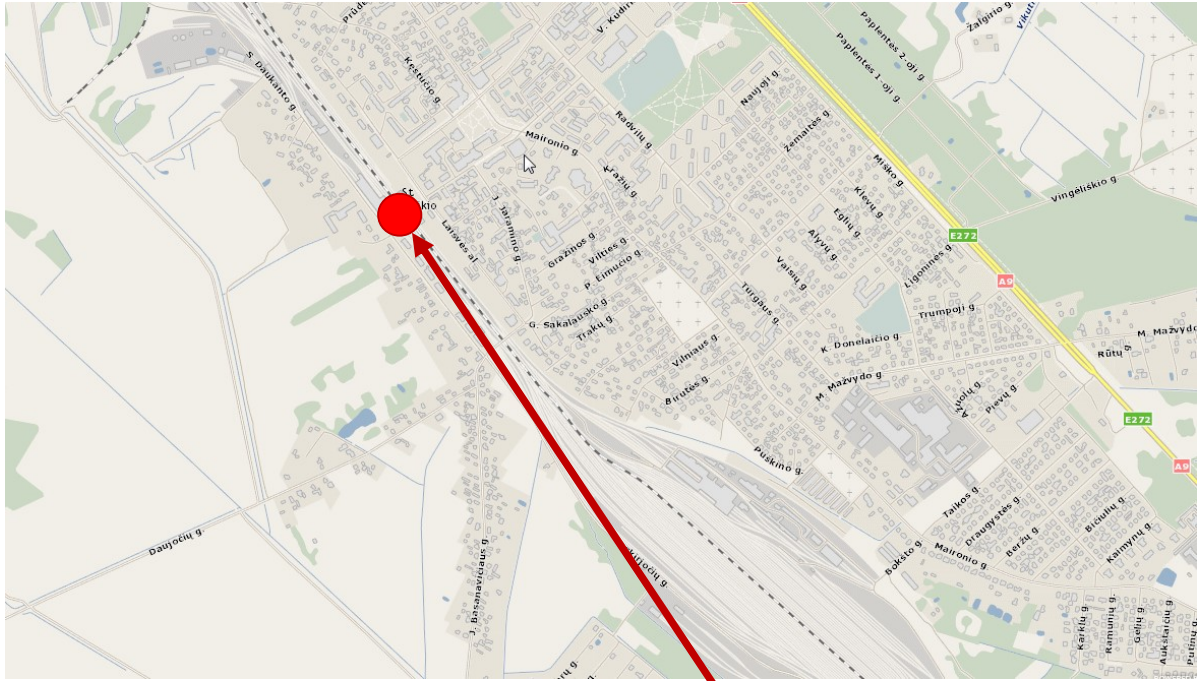
Pėsčiųjų viaduko techninės charakteristikos pateiktos 2.1 lentelėje.

2.1 lentelė. Viaduko techninės charakteristikos

<b>Statinio tipas</b>	Sijinis, gelžbetoninis, surenkamas, karpytos sistemos
<b>Perdanga</b>	Sijinė, gelžbetoninė, surenkama. Perdangą skersine kryptimi sudaro dvi tėjinio skerspjūvio sijos. Sijos aukštis – 0,90 m, sijos sienutės storis – 0,40 m, viršutinės lentynos storis – 0,10 m, sijos sienutės aukštis – 0,80 m. Atstumas tarp sijų centrų – 1,40 m. Gelžbetoninės sijos tempiamoje zonoje armuotos paprasta A-II klasės rumbuota Ø32 mm skersmens armatūra, o gniuždomoje zonoje – Ø22 mm skersmens rumbuota AII klasės armatūra
<b>Einamosios dalies danga</b>	Asfaltbetonis, dangos storis svyruoja nuo 3 iki 5 cm per viaduko ilgį ir plotį
<b>Deformaciniai pjūviai</b>	4 vnt., pjūvių konstrukcija – skardos kompensatorius užpildytas bitumu
<b>Turėklai</b>	Metaliniai, aukštis – 1,12 m. Porankiai – lygiašonis kampuotis 6 x 6 cm, statramsčiai – kvadratiniai metaliniai vamzdžiai, vertikalūs užpildo elementai – apvalūs 1,5 cm skersmens strypai išdėstyti kas 15 cm
<b>Vandens surinkimo ir nuvedimo sistema</b>	Sistema neįrengta, ant pakloto susikaupęs vanduo nuteka į kraštus ir žemyn
<b>Ramtai</b>	Surenkamos, gelžbetoninės, kvadratinio skerspjūvio kolonos. Kolonų viršuje įrengti monolitiniai g/b rygeliai, o virš jų – monolitinės g/b aikštelės perdangos atrėmimui
<b>Taurai</b>	Surenkamos, gelžbetoninės, kvadratinio skerspjūvio kolonos. Kolonų viršuje įrengti monolitiniai g/b rygeliai, o virš jų – monolitinės g/b aikštelės perdangos atrėmimui
<b>Atraminiai guoliai</b>	Metaliniai, paslankūs ir nepaslankūs
<b>Kūgių šlaitai</b>	Elementų nėra
<b>Vandentėkmės reguliavimo statiniai</b>	Elementų nėra
<b>Laiptai į peronus</b>	4 vnt., ties 1 atrama, tarp antros ir trečios atramų, ties 3 ir ties 4 atramomis
<b>Inžinerinės sistemos</b>	Elementų nėra

### 1.3. VIADUKO VIETA

Pėsčiųjų viadukas Radviliškio geležinkelio stotyje 192 + 698 km. Jo vietą žemėlapyje žr. 1.3 paveiksle.



● – pėsčiųjų viadukas Radviliškio geležinkelio stotyje

**3.1 pav.** Pėsčiųjų viadukas Radviliškio geležinkelio stotyje

**2. VIADUKO BŪKLĖ**  
**2.1. BŪKLĖS IR DEFEKTU APŽVALGA**

Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje 192 + 698 km apžiūrą atlikome 2020 m. spalio mėn. Apžiūros metu aptiktų defektų apžvalga pateikta 2.1 lentelėje. Joje ties kiekvienu defektu ir pažaida nurodyta ar jie įtakoja ar neįtakoja statinio laikomąją galią. Nustatytų defektų nuotraukos pateiktos 2.2 skyriuje.

**2.1 lentelė.** Viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje apžiūros rezultatai

<i>Defektas arba pažaida</i>	<b>Defektas įtakoja / neįtakoja viaduko laikomąją galią</b>
<b><i>Pakloto elementai</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Asfalto danga nelygi, supleišėjusi, labiausiai pažeista ties perdangos kraštais. Kai kur ištrupėjusi, užtaisyta ir vėl sutrūkusi (žr. 2.1. ir 2.2. pav.)</li> </ul>	Įtakoja, perdangos plokštė drėkinama
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Turėklų elementuose yra korozijos židinių, labiau parūdijusios statramsčių apačios (žr. 2.3. pav.)</li> </ul>	Neįtakoja
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Deformaciniai pjūviai nesandarūs, per juos prasisunkęs vanduo drėkina perdangos sijų galus ir atramų rygelius (žr. 2.4. ir 2.5. pav.)</li> </ul>	Įtakoja
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Apie perdangos hidroizoliaciją duomėms tipiniame projekte nėra, tačiau manome, kad hidroizoliacija bituminė. Pažaidų dėl nesandarios hidroizoliacijos nenustatyta</li> </ul>	Neįtakoja
<b><i>Perdangos elementai</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Perdangos sijų plokštės kraštai (sijų išorinių plokščių kraštai) patakuoti, apirę (žr. 2.6. pav.)</li> </ul>	Įtakoja
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Perdangos sijose yra nedidelių mechaninių pažeidimų (žr. 2.7. ir 2.8. pav.)</li> </ul>	Įtakoja, jei nebus suremontuota
<b><i>Atramų elementai</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pirmoje atramoje pažaidų nerasta</li> </ul>	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Antros atramos kolonos apatinėje dalyje (ties pamato rostverku) supleišėjusios. Yra plyšys ir pamato rostverke (žr. 2.9. pav.)</li> </ul>	Įtakoja
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Trečios atramos pamato rostverkas supleišėjęs (žr. 2.10. pav.)</li> </ul>	Įtakoja

## 2.1 lentelės pabaiga

<i>Defektas arba pažeidimas</i>	<b>Defektas įtakoja / neįtakoja viaduko laikomąją galią</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ketvirtoje atramoje pažeidimų nerasta</li> </ul>	-
<b><i>Laiptų konstrukcijos</i></b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Laiptai Nr. 1</b></li> </ul>	
- Supleišėjęs 1-2L atramos rygelis (žr. 2.12 pav.)	Įtakoja
- Pirmų laiptų virš 1-1L atramos, maršo armatūra koroduoja (žr. 2.13 pav.)	Įtakoja
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Ketvirtoje atramoje pažeidimų nerasta</li> </ul>	-
- Laiptų turėklai perdažyti, nenuvalius senų dažų (žr. 2.14 pav.)	Neįtakoja
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Laiptai Nr. 2</b></li> </ul>	
- Maršo plokštės apatinėje dalyje yra skersinis plyšys (žr. 2.15 pav.)	Įtakoja
- Laiptasijų armatūra pažeista korozijos (žr. 2.15 pav.)	Įtakoja
- Laiptų pakopų paviršiai apirę, pakopas aprėminantis kampuotis yra aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu lipti laiptais (žr. 2.16 pav.)	Neįtakoja
- Laiptų aikštelių asfalto danga apirusi, supleišėjusi (žr. 2.17 pav.)	Neįtakoja
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Laiptai Nr. 3</b></li> </ul>	
- Laiptasijų ir maršo plokščių konstrukcijos supleišėjusios. Koroduoja laiptasijas jungiančios skersinės sijos armatūra (žr. 2.18 ir 2.19 pav.)	Įtakoja
- Pakopas aprėminantis kampuotis yra aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu. Vanduo nenuteka nuo pakopų ir drėkina konstrukcijas (žr. 2.20 pav.)	Įtakoja
<ul style="list-style-type: none"> <li>● <b>Laiptai Nr. 4</b></li> </ul>	
- Laiptų (visų) sujungimuose su viaduku neįrengta deformacinių pjūvių konstrukcija. Laiptų pakopas aprėminantis kampuotis iškilęs aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu (žr. 2.21 pav.)	Įtakoja
- Laiptasijų armatūra pažeista korozijos. Koroduoja laiptasijas jungiančios skersinės sijos armatūra (žr. 2.22 pav.)	Įtakoja
- Laiptų pakopos apirusios (žr. 2.23 pav.)	Įtakoja

### 2.1.1. PAŽAIDŲ NUOTRAUKOS



**2.1. pav.** Asfalto danga supleišėjusi per visą viaduko ilgį, ties perdangos kraštais apirusi, kai kur suremontuota betonu



**2.2. pav.** Supleišėjusi asfalto danga virš pirmos atramos



**2.3. pav.** Turėklų stulpeliai apatinėje dalyje pažeisti korozijos



**2.4. pav.** Vandens tekėjimo žymės ties sijų galais per nesandarų deformacinį pjūvį, vaizdas ties 2 atrama. Einamojoje dalyje deformacinis pjūvis užbetonuotas



**2.5. pav.** Deformacinis pjūvis virš 4 atramos užglaištytas bitumine mastika, tačiau supleišėjęs ir nesandarus



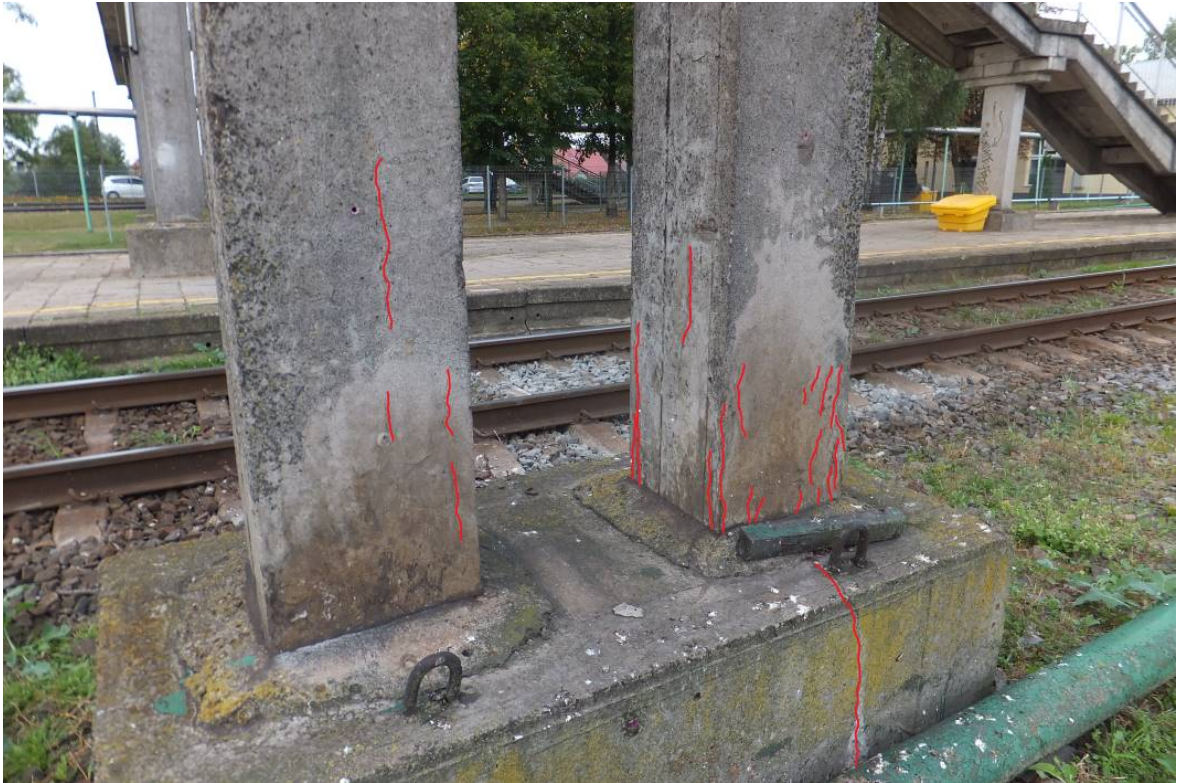
**2.6. pav.** Perdangos sijų kraštai apirę per visą perdangos ilgį



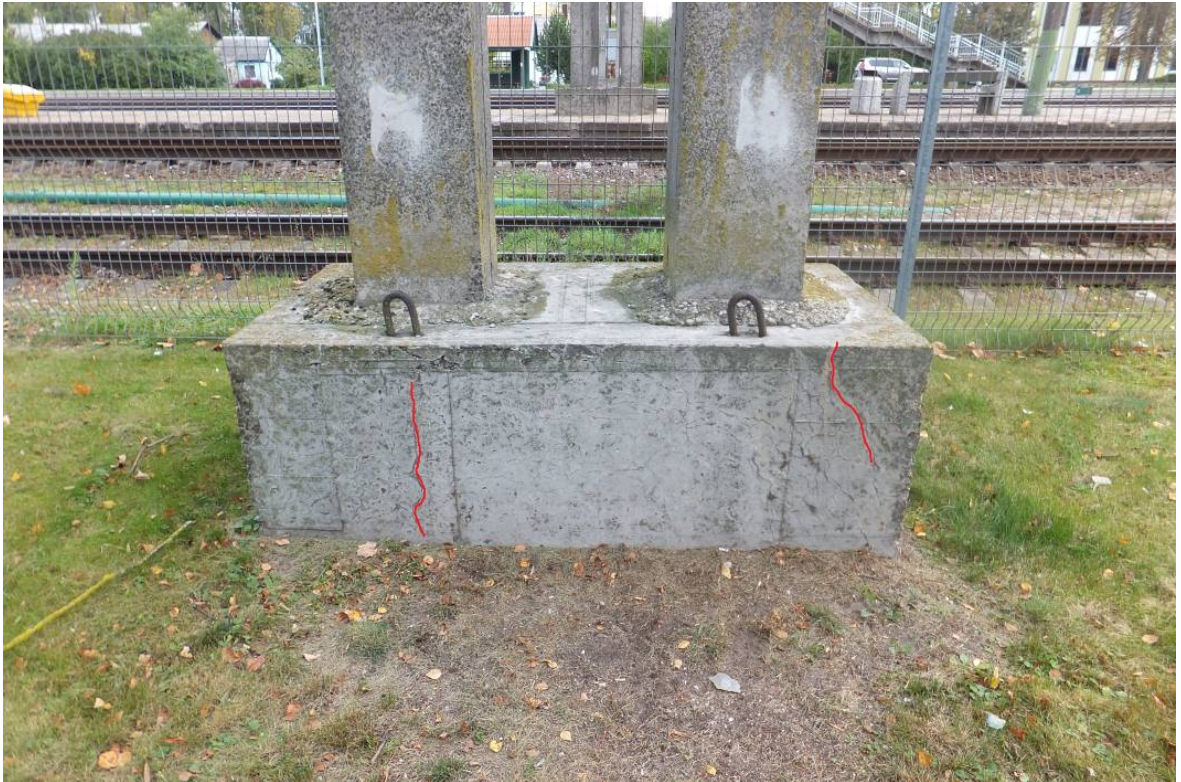
**2.7. pav.** Antrojo tarpatramio perdangos sijos 2V briaunos mechaninis pažeidimas ir pažaida plokštėje ties trečia atrama



**2.8. pav.** Trečio tarpatramio perdangos sijos 3V briaunos mechaninis pažeidimas ties ketvirta atrama



**2.9. pav.** Supleišėjęs 2 atramos pamatas ir apatinė kolonų dalis



**2.10 pav.** Supleišėjęs trečios atramos pamatas



**2.11 pav.** Nedidelės 5 atramos rygelio pažaidos, vaizdas nuo laiptų pusės



**2.12. pav.** Supleišėjęs pirmų laiptų 1-2L atramos rygelio kampas



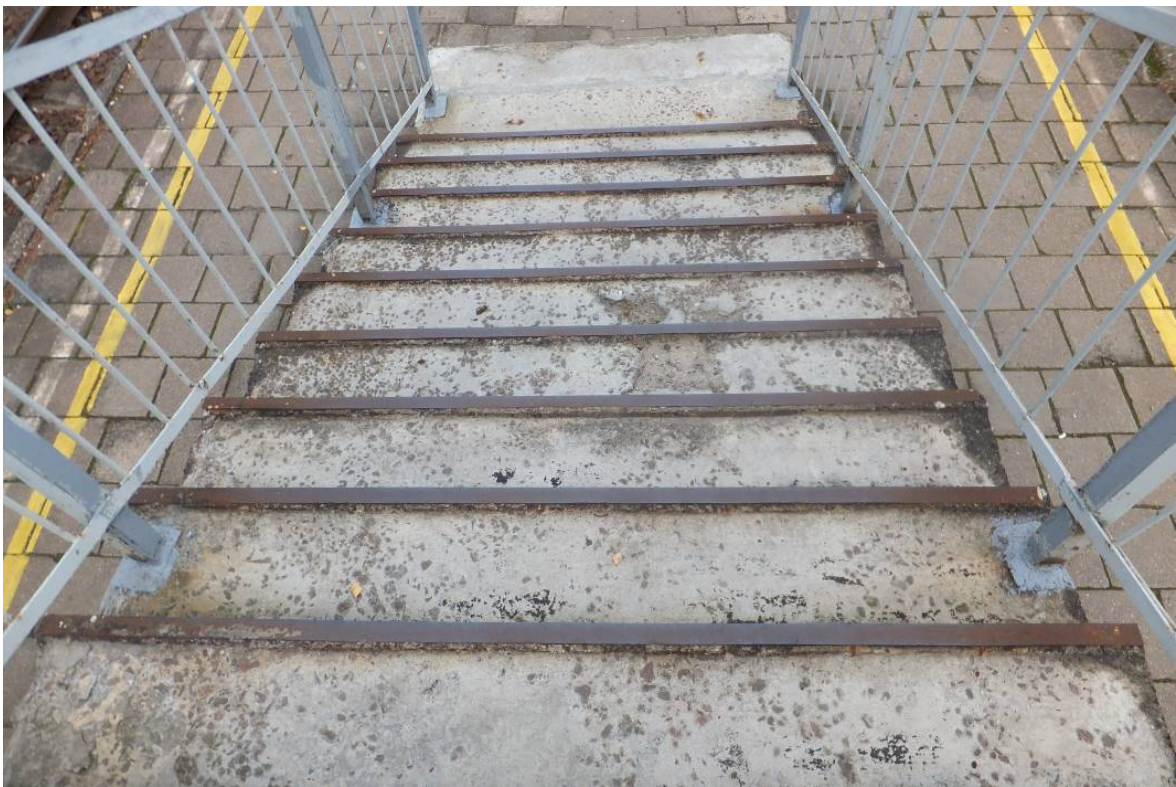
**2.13. pav.** Pirmų laiptų virš 1-1L atramos, maršo armatūros korozija



**2.14. pav.** Pirmų laiptų turėklų elementų korozija. Perdažyta nenuvalius senų dažų



**2.15. pav.** Antrų laiptų maršo plokštėje skersinis plyšys. Apatinėje maršo laiptasijų dalyje koroduoja laiptasijų armatūra



**2.16. pav.** Antrų laiptų pakopų paviršiai apirę, pakopas aprėminantis kampuotis iškilęs aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu, galima užkliūti



**2.17. pav.** Antrų laiptų aikštelių danga supleišėjusi, apirusi



**2.18. pav.** Trečių laiptų laiptasijos ir maršų plokštės supleišėjusios. Korozijos pažeista laiptasijas jungiančios skersinės sijos armatūra



**2.19. pav.** Trečių laiptų laiptasijos ir atramos 3-1L rygelis supleišėję dėl armatūros korozijos



**2.20. pav.** Trečių laiptų pakopas aprėminantis kampuotis iškilęs aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu, be to, nuo pakopų nenuteka vanduo



**2.21. pav.** Laiptų Nr. 4 sujungime su viaduku neįrengta deformacinio pjūvio konstrukcija. Ši konstrukcija neįrengta ties visų laiptų sujungimu. Laiptų pakopas aprėminantis kampuočiai iškilęs aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu.



**2.22. pav.** Ketvirtų laiptų koroduojanti laiptasijas jungiančios skersinės sijos armatūra ties laiptų atrama 4-1L. Laiptasijų armatūra pažeista korozijos



2.23. pav. Apirusios ketvirtų laiptų pakopos

### 2.1.2. IŠVADOS PAGAL APŽIŪROS REZULTATUS

Viaduko apžiūros metu nustatėme:

#### **Paklotas**

- neįrengta perdangos sijų deformacinių pjūvių konstrukcija;
- neįrengta lietaus vandens surinkimo sistema. Vanduo nuo viaduko nubėga per jo sijų plokščių galus ir drėkina perdangos plokštes;
- apie hidroizoliacijos tipą duomenų nėra, tačiau manome, kad ji bituminė, teptinė. Vandens prasisunkimo požymių nerasta;
- asfalto danga supleišėjusi, ties viaduko kraštais suirusi;
- turėklų elementai perdažyti, tačiau gausu korozijos židinių, jų daugiau ties statramsčių įtvirtinimo vietomis;

#### **Perdanga**

- perdangos sijų bendra būklė yra gera;
- perdangos sijų plokščių kraštai (sijų išorinių plokščių kraštai) patakuoti, vietomis apirę;
- dviejose sijose yra mechaninių pažeidimų, kurios keliamajai galiai įtakos šiuo metu neturi.

#### **Atramos**

- bendra atramų būklė yra gera, išskyrus antrą atramą;

- pirmoje ir ketvirtoje atramose pažaidų nerasta;
- antros atramos abi kolonos apatinėje dalyje (ties pamato rostverku) supleišėjusios. Nustatyta, kad šios atramos kolonų posvyriai yra artimi ribiniams (žiūrėti 2.6. skyrių);
- antros ir trečios atramų pamatų rostverkuose yra atsivėrę vertikalios krypties plyšiai;
- penktoje atramoje užfiksuotos nedidelės rygelio pažaidos;
- atraminių guolių būklė yra gera.

### **Laiptai**

- visų laiptų būklė yra patenkinama;
- laiptų sujungimuose su viaduku neįrengta deformacinių pjūvių konstrukcija;
- laiptasijų ir maršo plokščių konstrukcijos supleišėjusios dėl armatūros korozijos, koroduoja laiptasijas jungiančios skersinės sijos armatūra;
- laiptų pakopų paviršiai apirę (vietomis apirę ne tik paviršiai, bet ir pakopos), aikštelių asfalto danga apirusi, supleišėjusi;
- laiptų pakopas aprėminantis kampuotis iškilęs aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu vaikščioti;
- laiptų turėklai, nors ir perdažyti, tačiau pažeisti korozijos.

**Apibendrinanti vizualinės apžiūros išvada:** apibendrinant pėsčiųjų viaduko apžiūros rezultatus nustatyta, kad bendra statinio (atramų ir perdangos) būklė yra gera, išskyrus antros atramos kolonas ties rostverku, kur atsivėrę plyšiai. Plyšių atsivėrimo priežastimi gali būti atramų kolonų posvyriai, artimi ribiniams (žr. 2.6. skyrių) ir armatūros korozija. Laiptų būklė dar yra patenkinama, bet labai artima blogai.

## **2.2. PERDANGOS IR ATRAMŲ MEDŽIAGŲ TYRIMŲ DUOMENYS**

Viadukas Radviliškio geležinkelio stotyje pastatytas 1984 m. Viadukas suprojektuotas pagal tipinį projektą [1]. Tipiniame projekte nurodoma, kad projektinė laikančiųjų konstrukcijų betono markė – M400. M400 markės betonas pagal LST EN 206 atitinka C30/37 klasės betoną. Charakteristinis M400 markės betono stipris gniuždant –  $f_{ck} = 25,5$  MPa, skaičiuojamasis betono stipris gniuždant –  $f_{cd} = 18,5$  MPa.

Viaduko apžiūros metu neardomaisiais metodais (panaudojant Šmidto plaktuką) buvo išmatuoti: pirmojo tarpatriamio perdangos 1 sijos ir ketvirtojo tarpatriamio perdangos 6 sijos betono stipriai gniuždant, pirmos atramos 1 kolonos ir pirmos atramos rostverko betono stipriai gniuždant, antros atramos 1 kolonos ir antros atramos rostverko betono stipriai gniuždant, trečios atramos 1 kolonos ir trečios atramos rostverko betono stipriai gniuždant, ketvirtos atramos 1 kolonos ir ketvirtos atramos rostverko betono stipriai gniuždant, penktos atramos 2 kolonos ir penktos atramos rostverko betono

stipriai gniuždant, laiptų atramos tarp II ir III atramų antros kolonos ir atramos rostverko betono stipriai gniuždant, laiptasijų ties I, II ir III atramomis betono stipriai gniuždant. Tyrimų rezultatai pateikti 2.2 lentelėje.

**2.2 lentelė.** Perdangos, atramų kolonų, atramų rostverkų ir laiptasijų betono charakteristinis vidutinis cilindrinis stipris gniuždant

Eil. Nr.	Tarpatramio Nr.	Elementas	Elemento Nr.	Betono vidutinis cilindrinis stipris gniuždant, MPa
1	I	I tarpatramio perdangos 1 sija	S-1-1	43,0
2	IV	IV tarpatramio perdangos 2 sija	S-4-2	46,5
3	I	1 atramos 1 kolona	K-1-1	61,5
4	I	1 atramos rostverkas	R-1	64,5
5	I	2 atramos 1 kolona	K-2-1	52,0
6	I	2 atramos rostverkas	R-2	74,0
7	II	3 atramos 1 kolona	K-3-1	64,5
8	II	3 atramos rostverkas	R-3	63,5
9	<u>II</u>	<u>Tarp 2 ir 3 atramų esanti tarpinė 1 kolona</u>	<u>K-1</u>	<u>37,0</u>
10	<u>II</u>	<u>Tarp 2 ir 3 atramų esančių tarpinių kolonų rostverkas</u>	<u>R-6</u>	<u>30,0</u>
11	III	4 atramos 1 kolona	K-4-1	73,0
12	III	4 atramos rostverkas	R-4	67,5
13	IV	5 atramos 2 kolona	K-5-2	76,5
14	IV	5 atramos rostverkas	R-5	77,0
15	I	Laiptasijos ties I atrama	L-1	48,5
16	II	Laiptasijos tarp II ir III atramų	L-3	51,0
17	IV	Laiptasijos ties IV atrama	L-4	56,5

Pagal 2.2 lentelėje pateiktus rezultatus perskaičiuotas perdangos, atramų kolonų, atramų rostverkų ir laiptasijų betono charakteristinis vidutinis cilindrinis stipris gniuždant į charakteristinį vidutinį kubinį stiprį gniuždant pateiktas 2.3 lentelėje.

**2.3 lentelė.** Perdangos, atramų kolonų, atramų rostverkų ir laiptasijų betono charakteristinis vidutinis kubinis stipris gniuždant

Eil. Nr.	Tarpatramio Nr.	Elementas	Elemento Nr.	Betono vidutinis kubinis stipris gniuždant, MPa
1	I	I tarpatramio perdangos 1 sija	S-1-1	35,0
2	IV	IV tarpatramio perdangos 2 sija	S-4-2	38,5
3	I	1 atramos 1 kolona	K-1-1	53,5
4	I	1 atramos rostverkas	R-1	56,5
5	I	2 atramos 1 kolona	K-2-1	44,0
6	I	2 atramos rostverkas	R-2	66,0

### 2.3 lentelės pabaiga

Eil. Nr.	Tarpatramio Nr.	Elementas	Elemento Nr.	Betono kubinis stipris gniuždant, MPa
7	II	3 atramos 1 kolona	K-3-1	56,5
8	II	3 atramos rostverkas	R-3	55,5
9	<u>II</u>	<u>Tarp 2 ir 3 atramų esanti tarpinė 1 kolona</u>	<u>K-1</u>	<u>29,0</u>
10	<u>II</u>	<u>Tarp 2 ir 3 atramų esančių tarpinių kolonų rostverkas</u>	<u>R-6</u>	<u>22,0</u>
11	III	4 atramos 1 kolona	K-4-1	65,0
12	III	4 atramos rostverkas	R-4	59,5
13	IV	5 atramos 2 kolona	K-5-2	68,5
14	IV	5 atramos rostverkas	R-5	69,0
15	I	Laiptasijos ties I atrama	L-1	40,5
16	II	Laiptasijos tarp II ir III atramų	L-3	43,0
17	IV	Laiptasijos ties IV atrama	L-4	48,5

**Išvados:** pagal 2.3 lentelėje pateiktus konstrukcijų betono charakteristinius vidutinius kubinius stiprius gniuždant nustatyta, kad:

- perdangos sijų betono stipris gniuždant atitinka C30/37 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- I ir III atramų kolonų stipris gniuždant atitinka C40/50 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- II atramos kolonų stipris gniuždant atitinka C35/45 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- IV ir V atramų kolonų stipris gniuždant atitinka C50/60 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- tarp II ir III atramų laiptus laikančių kolonų stipris gniuždant atitinka C20/25 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005. Šių kolonų stipris yra ženkliai mažesnis nei kitų, tačiau šiose kolonose užfiksuota didelė karbonizacija;
- I, II, III, IV ir V atramų rostverkų stipris gniuždant atitinka C45/55 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- tarp II ir III atramų laiptus laikančių kolonų rostverko betono stipris gniuždant atitinka C20/25 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- laiptasijų ties I, ties IV ir laiptasijų tarp II ir III atramų sijų betono stipris gniuždant atitinka C30/37 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- apibendrinant viadukui atliktų tyrimų rezultatus nustatyta, kad perdangos sijų betono stipris gniuždant atitinka C30/37 klasės betono stiprį gniuždant, visų atramų ir atramų

rostverkų (išskyrus kolonas ir rostverką tarp II ir III atramų) betono stipris gniuždant yra tarp C35/45 ir C50/60.

- viaduko perdangos, atramų, atramų rostverkų (išskyrus kolonas ir rostverką tarp II ir III atramų) ir laiptų laiptasijų neardomaisiais metodais išmatuoti faktiniai betono stipriai gniuždant atitinka projektinius stiprius.

## **2.3. PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO KOKYBINIŲ RODIKLIŲ TYRIMAS**

### **2.3.1. Karbonizacijos tyrimas betone**

Viaduko apžiūros metu trečiojo ir ketvirtojo tarpatriamųjų perdangų plokštėse ir 1, 2, ir 4 atramų kolonose buvo išmatuotas karbonizacijos gylis betone. Pagrindinės betono karbonizacijos priežastys yra šios: oras, kuriame yra anglies dioksido (CO<sub>2</sub>), cementas, kuriame yra kalkių Ca(OH)<sub>2</sub> ir vanduo betone. Kai betone yra nuo 0,5% iki 1% laisvo vandens, o santykinė drėgmė – nuo 50% iki 60%, vyksta karbonizacijos reakcija: Ca(OH)<sub>2</sub>+CO<sub>2</sub> → CaCO<sub>3</sub>+H<sub>2</sub>O.

Reakcijos metu betone vandenilio jonų aktyvumo rodiklis pH sumažėja nuo 12,6 iki 10,0, jeigu susiformavęs tik kalcio karbonatas (CaCO<sub>3</sub>); tačiau pH gali būti mažesnis, kaip 10,0, jeigu susiformuoja CaCO<sub>3</sub>+Ca(CO<sub>3</sub>H)<sub>2</sub>.

Kai betono karbonizacijos frontas pasiekia armatūrą, jos plona oksidų plėvelė, sauganti armatūrą nuo korozijos, suardoma (pH rodiklis gali būti mažesnis kaip 9). Armatūra pradeda rūdyti. Viaduko apžiūros metu karbonizuoto betono storio matavimų vietos ir išmatuoto karbonizuoto betono sluoksnio storiai pateikti 2.4 lentelėje.

#### **2.4 lentelė. Viaduko apžiūros metu karbonizuoto betono storio matavimų vietos ir rezultatai**

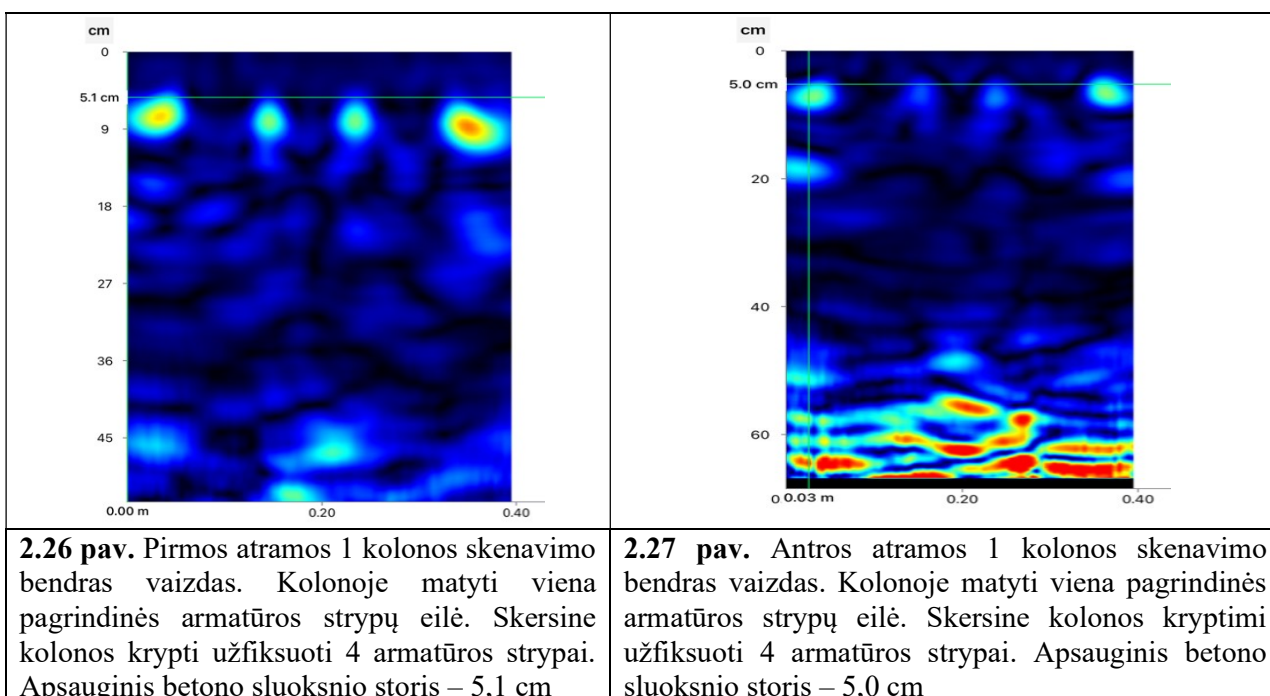
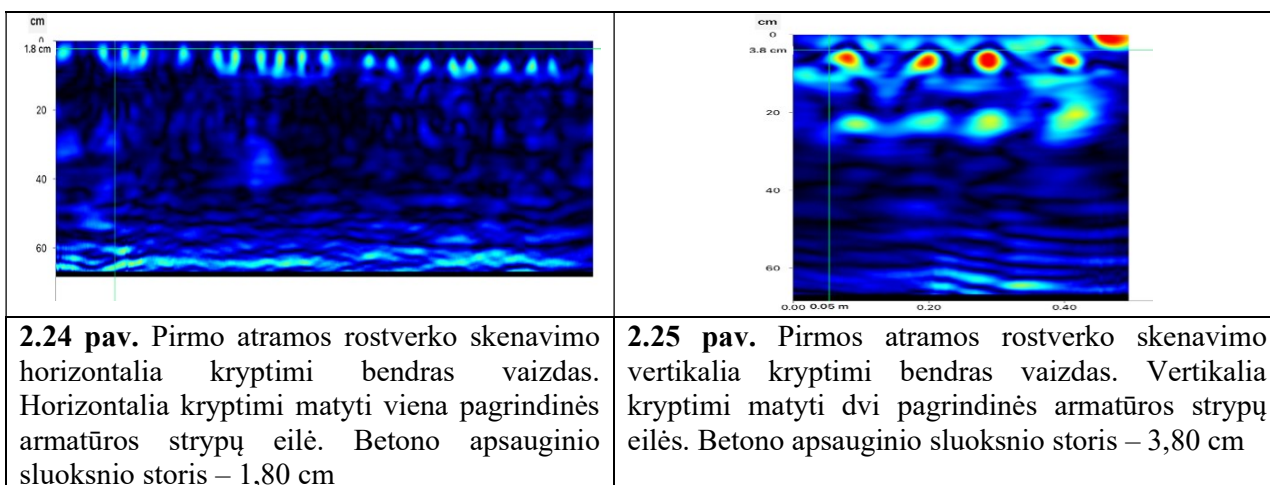
<b>Eil. Nr.</b>	<b>Matavimo vieta</b>	<b>Karbonizuoto betono sluoksnio storis, mm</b>
1	Atramos Nr.1 kolonos (abi)	iki 1
2	Atramos Nr. 1 pamato rostverkas	iki 1
3	Atramos Nr. 2 kolonos (abi)	nuo 10 iki 15
4	Atramos Nr. 2 pamato rostverkas	iki 1
5	Atramos Nr. 4 kolonos (abi)	nuo 2 iki 5
6	Perdangos sijų plokštės (3 ir 4 tarpatriamiai)	0
7	Laiptų maršai	Nuo 1 iki 5

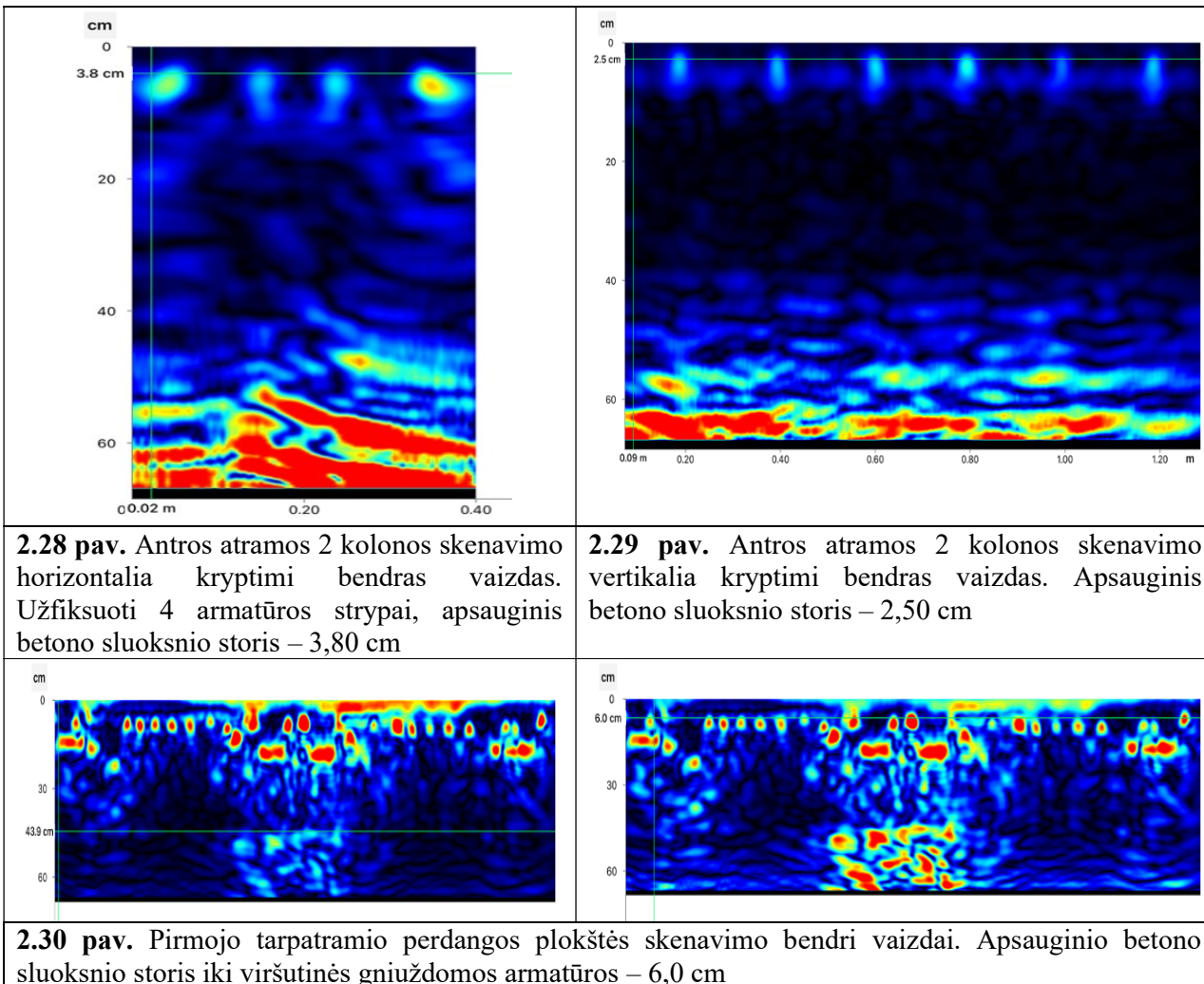
**Išvada:** išanalizavus matavimų rezultatus nustatyta, kad perdangos sijų, atramų konstrukcijų ir laiptų maršų konstrukcijų betonas mažai paveikta karbonizacijos procesu, išskyrus 2 atramos kolonas, kur karbonizacijos procesai jau yra pažengę.

## 2.4. PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO APSAUGINIŲ SLUOKSNIŲ STORIŲ TYRIMAS

Viaduko apžiūros metu panaudojant lazerinį apsauginio sluoksnio storio matavimo prietaisą (Schmidt concrete rebar detector) buvo atliktas pirmos atramos pamato (žr. 2.24 ir 2.25 pav.) skenavimas horizontalia ir vertikalia kryptimis, pirmos atramos 1 kolonos (žr. 2.26 pav.) skenavimas horizontalia kryptimi, antros atramos 1 kolonos (žr. 2.27 pav.) skenavimas horizontalia kryptimi, antros atramos 2 kolonos skenavimas horizontalia ir vertikalia kryptimis (žr. 2.28 ir 2.29 pav.) ir pirmojo tarpatriamio perdangos plokštės (žr. 2.30 pav.) skenavimas. Konstrukcijų skenavimo metu buvo pamatuotas betono apsauginio sluoksnio storis laikančiosiose konstrukcijose.

Laikančiųjų konstrukcijų skenavimo vietas ir jose išmatuoto apsauginio betono sluoksnio storis pateiktas 2.5 lentelėje.





**2.5 lentelė.** Viaduko laikančiųjų konstrukcijų skenavimo vietos ir jose pamatuotas apsauginis betono sluoksnio storis

Eil. Nr.	Matavimo vieta	Apsauginio betono sluoksnio storis, mm
1	Pirmos atramos pamato skenavimas horizontalia kryptimi	18,0
2	Pirmos atramos rostverko skenavimas vertikalia kryptimi	38,0
3	Pirmos atramos 1 kolonos skenavimas horizontalia kryptimi	51,0
4	Antros atramos 1 kolonos skenavimas horizontalia kryptimi	50,0
5	Antros atramos 2 kolonos skenavimas horizontalia kryptimi	38,0
6	Antros atramos 2 kolonos skenavimas vertikalia kryptimi	25,0
6	Pirmojo tarpatramio perdangos plokštės skenavimas	60,0

**Išvados:** pagal 2.5 lentelėje pateiktus rezultatus nustatyta, kad:

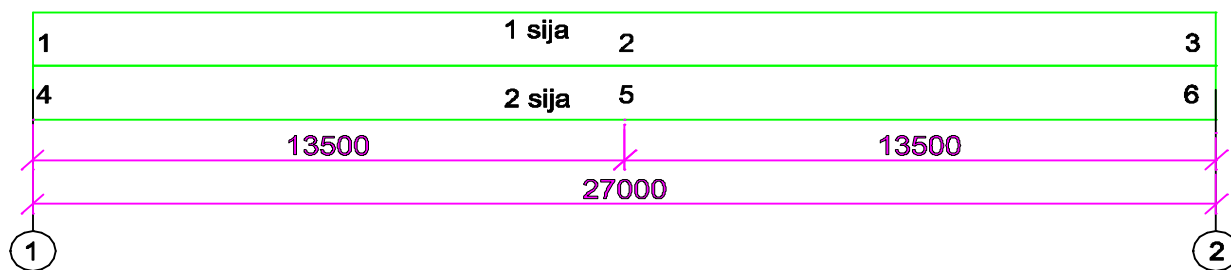
- viaduko kolonų rostverkų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 38,0 mm;
- viaduko kolonų rostverkų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagalbinės armatūros – 18,0 mm;
- viaduko kolonų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 38 – 51 mm;
- viaduko kolonų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagalbinės armatūros – 25 mm;
- viaduko perdangos plokščių apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 60 mm;
- išanalizavus viaduko laikančiųjų konstrukcijų skenavimo rezultatus nustatyta, kad visose konstrukcijose apsauginio betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros yra pakankamas, konstrukcijose pamatuoti apsauginių sluoksnių storiai sutampa su tipiniame projekte [1] pateiktais storiais.

## **2.5. PERDANGOS DEFORMACIJŲ TYRIMO DUOMENYS**

Viaduko apžiūros metu buvo atlikta I, II, III ir IV tarpatramių perdangų sijų niveliacija iš apačios siekiant įvertinti esamų skirtingų tarpatramių perdangų deformacijas (įlinkius), atsiradusius statinio eksploatacijos metu. Pirmojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas pateiktas 2.31 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.32 pav., perdangos sijų niveliacijos duomenys pateikti 2.6 lentelėje., sijų įlinkių / išlinkių rezultatai pateikti 2.7 lentelėje.



**2.31 pav.** Pirmojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas. Perdangos ilgis – 27,0 m



2.32 pav. Pirmojo tarpatramio perdangos sijų niveliavimo taškai

2.6 lentelė. Pirmojo tarpatramio perdangos niveliacijos duomenys

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė
1	1	Atrama Nr. 1 (1)	131,520
2		Vidury (2)	131,528
3		Atrama Nr. 2 (3)	131,520
4	2	Atrama Nr. 1 (4)	131,549
5		Vidury (5)	131,540
6		Atrama Nr. 2 (6)	131,522

2.7 lentelė. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos sijų niveliacijos rezultatai

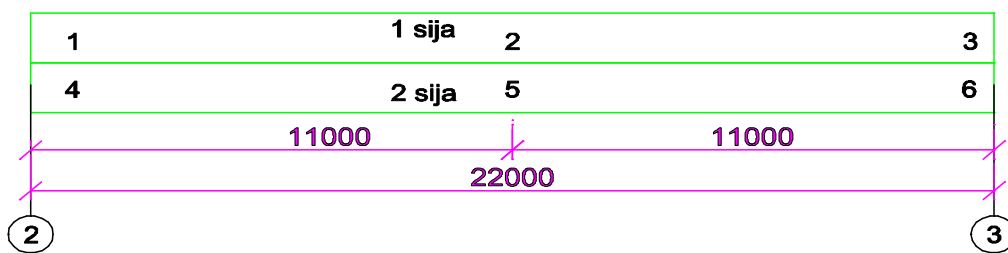
Eil. Nr.	Tarpatramis	Sijos Nr.	Įlinkis (-) / išlinkis (+)
1	I	1	+8,0 mm
2		2	+4,5 mm

**Pastabos:** (-) ženklas rodo, kad sija yra įlinkusi.  
 (+) ženklas rodo, kad sija yra išlinkusi į viršų (turi statybinę pakylą)

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas pateiktas 2.33 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.34 pav., perdangos sijų niveliacijos duomenys pateikti 2.8 lentelėje., sijų įlinkių / išlinkių rezultatai pateikti 2.9 lentelėje.



2.33 pav. Antrojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas. Perdangos ilgis – 22,0 m



2.34 pav. Antrojo tarpatramio perdangos sijų niveliavimo taškai

2.8 lentelė. Antrojo tarpatramio perdangos niveliacijos duomenys

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė
1	1	Atrama Nr. 2 (1)	131,557
2		Vidury (2)	131,589
3		Atrama Nr. 3 (3)	131,524
4	2	Atrama Nr. 2 (4)	131,562
5		Vidury (5)	131,586
6		Atrama Nr. 3 (6)	131,545

2.9 lentelė. Viaduko antrojo tarpatramio perdangos sijų niveliacijos rezultatai

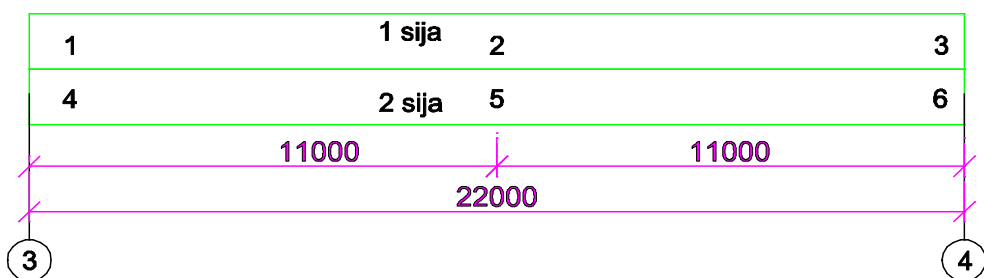
Eil. Nr.	Tarpatramis	Sijos Nr.	Įlinkis (-) / išlinkis (+)
1	II	1	+48,50 mm
2		2	+32,50 mm

**Pastabos:** (-) ženklas rodo, kad sija yra įlinkusi.  
 (+) ženklas rodo, kad sija yra išlinkusi į viršų (turi statybinę pakylą)

Viaduko trečiojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas 2.35 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.36 pav., perdangos sijų niveliacijos duomenys pateikti 2.10 lentelėje., sijų įlinkių / išlinkių rezultatai pateikti 2.11 lentelėje.



2.35 pav. Trečiojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas. Perdangos ilgis – 22,0 m



2.36 pav. Trečiojo tarpatramio perdangos sijų niveliavimo taškai

2.10 lentelė. Trečiojo tarpatramio perdangos niveliacijos duomenys

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė
1	1	Atrama Nr. 3 (1)	131,498
2		Viduryš (2)	131,570
3		Atrama Nr.4 (3)	131,547
4	2	Atrama Nr. 3 (4)	131,482
5		Viduryš (5)	131,567
6		Atrama Nr. 4 (6)	131,547

2.11 lentelė. Viaduko trečiojo tarpatramio perdangos sijų niveliacijos rezultatai

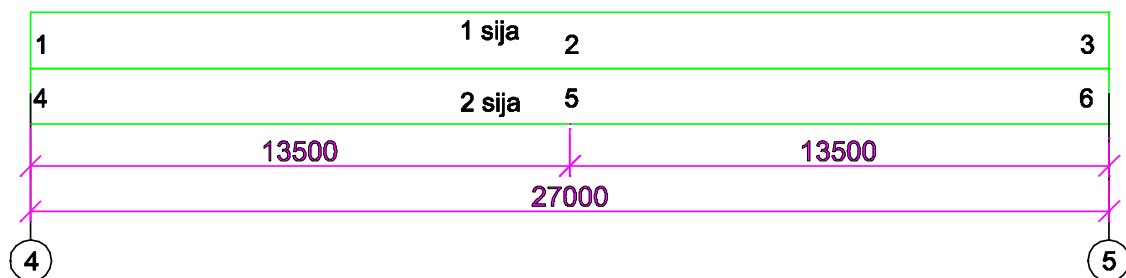
Eil. Nr.	Tarpatramis	Sijos Nr.	Įlinkis (-) / išlinkis (+)
1	III	1	+47,50 mm
2		2	+52,50 mm

**Pastabos:** (-) ženklas rodo, kad sija yra įlinkusi.  
 (+) ženklas rodo, kad sija yra išlinkusi į viršų (turi statybinę pakylą)

Viaduko ketvirtojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas 2.37 pav., sijų niveliavimo taškai pateikti 2.38 pav., perdangos sijų niveliacijos rezultatai pateikti 2.12 lentelėje., sijų įlinkių / išlinkių rezultatai pateikti 2.13 lentelėje.



2.37 pav. Ketvirtojo tarpatramio perdangos bendras vaizdas. Perdangos ilgis – 27,0 m



2.38 pav. Ketvirtojo tarpatramio perdangos sijų niveliavimo taškai

2.12 lentelė. Ketvirtojo tarpatramio perdangos niveliacijos duomenys

Eil. Nr.	Sija	Niveliavimo taškai	Altitudė
1	1	Atrama Nr. 4 (1)	131,558
2		Viduryš (2)	131,531
3		Atrama Nr. 5 (3)	131,492
4	2	Atrama Nr. 4 (4)	131,547
5		Viduryš (5)	131,529
6		Atrama Nr. 5 (6)	131,476

2.13 lentelė. Viaduko ketvirtojo tarpatramio perdangos sijų niveliacijos rezultatai

Eil. Nr.	Tarpatramis	Sijos Nr.	Įlinkis (-) / išlinkis (+)
1	IV	1	+6,0 mm
2		2	+17,50 mm

**Pastabos:** (-) ženklas rodo, kad sija yra įlinkusi.  
 (+) ženklas rodo, kad sija yra išlinkusi į viršų (turi statybinę pakylą)

Pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 ribinis perdangos įlinkis ( $f_u = 1/(600 \cdot l)$ ) apskaičiuojamas:

- kai sijos skaičiuojamasis ilgis 26,40 m, tai  $f_u = (1/600) \cdot 26,40 = 0,0440 \text{ m} = 44,0 \text{ mm}$ ;
- kai sijos skaičiuojamasis ilgis 21,40 m, tai  $f_u = (1/600) \cdot 11,0 = 0,0357 \text{ m} = 35,70 \text{ mm}$ ;

Pagal CH 200-62 19 psl. 5 lentelę ribinis perdangos įlinkis ( $f_u = 1/(800 \cdot l)$ ) apskaičiuojamas:

- kai sijos skaičiuojamasis ilgis 26,40 m, tai  $f_u = (1/800) \cdot 26,40 = 0,033 \text{ m} = 33,0 \text{ mm}$ ;
- kai sijos skaičiuojamasis ilgis 21,40 m, tai  $f_u = (1/800) \cdot 21,40 = 0,02675 \text{ m} = 26,75 \text{ mm}$ ;

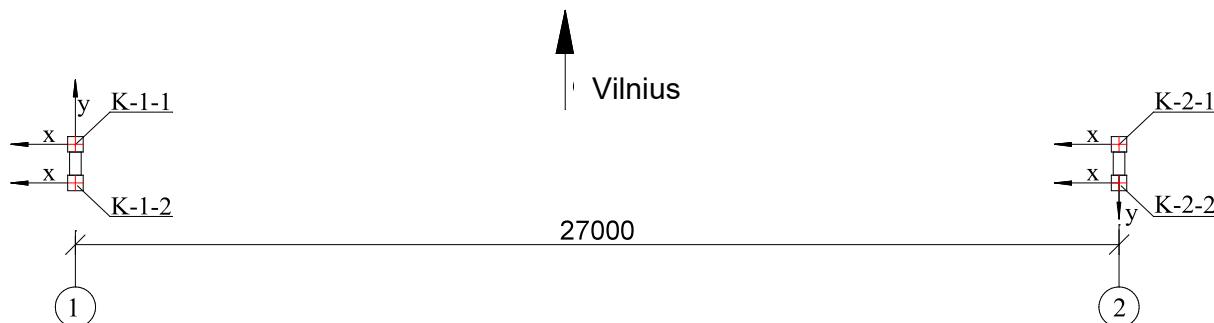
**Išvados:** išanalizavus 2.7, 2.9, 2.11 ir 2.13 lentelės pateiktus viaduko perdangų sijų niveliacijos rezultatus nustatyta, kad:

- pirmojo tarpatramio perdangos sijų vidutinis išlinkis į viršų yra +6,25 mm;
- antrojo tarpatramio perdangos sijų vidutinis išlinkis į viršų yra +40,50 mm;
- trečiojo tarpatramio perdangos sijų vidutinis išlinkis į viršų yra +50,0 mm;
- ketvirtojo tarpatramio perdangos sijų vidutinis išlinkis į viršų yra +11,75 mm;

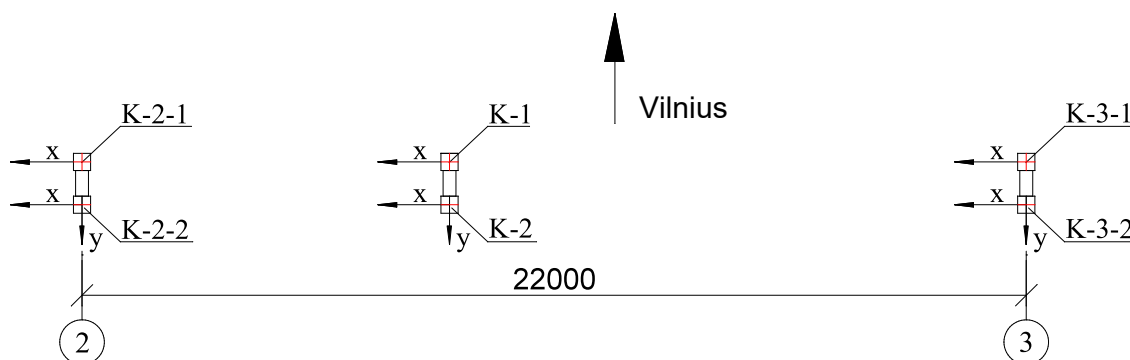
- viaduko visų tarpatramių perdangų sijos yra išlinkusios į viršų ir tenkina LST EN 1990:2002 A1:2005 ir CH 200-62 normų reikalavimus.

## **2.6. VIADUKO ATRAMŲ POSVYRIŲ TYRIMO DUOMENYS**

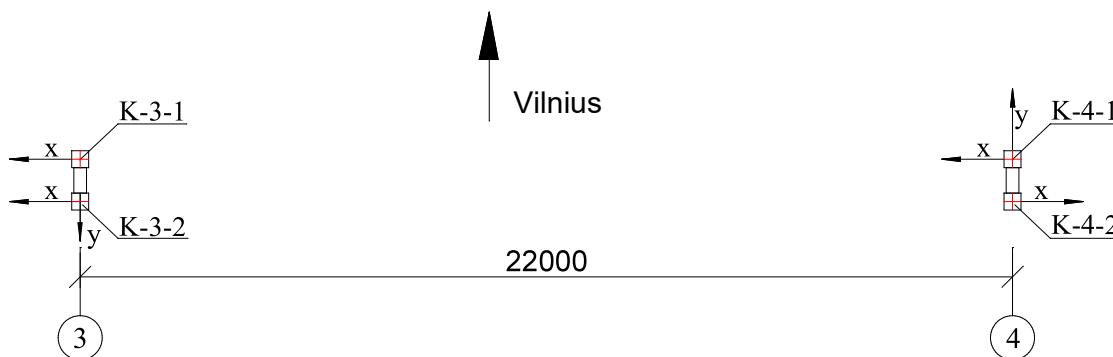
Viaduko apžiūros metu buvo atliktas visų viaduko atramų kolonų posvyrių matavimas x ir y kryptimis (x kryptis – išilgai viaduko, y kryptis – skersine viaduko kryptimi). Atramų kolonų išdėstymo schemas pateiktos 2.39, 2.40, 2.41 ir 2.42 pav.



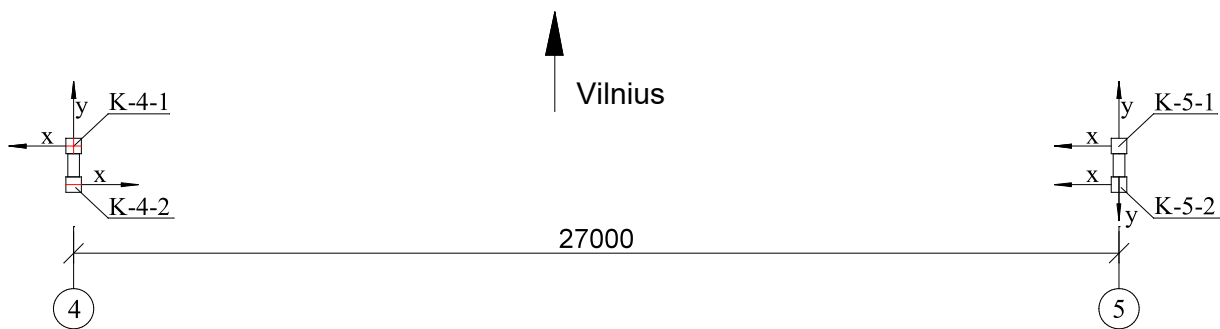
**2.39 pav.** Pirmos ir antros atramų kolonų išdėstymo schema



**2.40 pav.** Antros ir trečios, bei tarpe jų esančios atramos kolonų išdėstymo schema



**2.41 pav.** Trečios ir ketvirtos atramų kolonų išdėstymo schema



2.42 pav. Ketvirtos ir penktos atramų kolonų išdėstymo schema

Viaduko atramų kolonų posvyrių x ir y kryptimis tyrimų rezultatai pateikti 2.14 lentelėje.

2.14 lentelė. Viaduko atramų kolonų posvyrių x ir y kryptimis tyrimų rezultatai

Eil. Nr.	Tarpatramio Nr.	Atramos Nr.	Kolonos Nr.	Kolonos posvyris (x) kryptimi mm	Kolonos posvyris (y) kryptimi mm
1	I	1	K-1-1	13	52
2			K-1-2	17	38
3	I	2	K-2-1	64	10
4			K-2-2	56	13
5	II	-	K-1	18	39
6			K-2	29	44
7	II	3	K-3-1	33	5
8			K-3-2	29	11
9	III	4	K-4-1	20	11
10			K-4-2	4	21
11	IV	5	K-5-1	29	15
12			K-5-2	53	8

**Išvada:** pagal 2.14 lentelės rezultatus nustatyta, kad visose kolonose yra užfiksuoti posvyriai x ir y kryptimis. Kadangi nėra ankstesnių viaduko kolonų posvyrių tyrimų, todėl negalima objektyviai įvertinti gautų rezultatų. Gali būti, kad kai kurios kolonos jau sumontuotos su posvyriais.

Pagal STR 1.03.01:2016 „Statybiniai tyrimai. Statinio avarija“, ribinis kolonos posvyris yra  $(1/100) \times l_{sk}$ . Didžiausi kolonų posvyriai užfiksuoti 2 atramos kolonose išilgine viaduko kryptimi. Nustatyti kolonų posvyriai – 64 mm ir 56 mm yra artimi ribiniam kolonos posvyriui  $(1/100) \times l_{sk}$ , kurio dydis 70 mm. Kolonos yra pasvirusios į tą pusę, kurioje atsivėrę plyšiai, todėl galima teigti, kad jų supleišėjimo priežastis gali būti betono leistinų gniuždymo įtempių viršijimas.

Kitų viaduko kolonų posvyriai žymiai mažesni.

### 3. VIADUKO ĮRAŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI

#### 3.1. PROJEKTINĖS VIADUKO APKROVOS

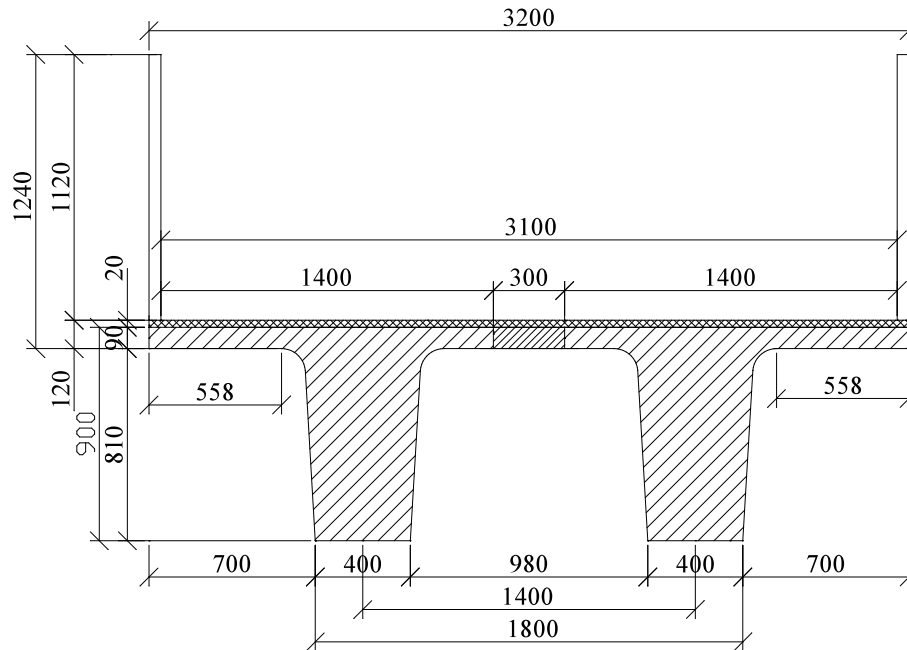
Pėsčiųjų viadukas Radviliškio stotyje pastatytas 1984 m. Viaduko perdangos sijos suprojektuotos pagal 1978 m. patvirtintą tipinį projektą (Типовые конструкции Серия 3.501-112). Pagrindinės laikančiųjų konstrukcijų skaičiavimui naudotos medžiagų, apkrovų, virpesių charakteristikos pagal minėtą tipinį projektą pateiktos 3.1 lentelėje. Viaduko perdangos skerspjūvis pateiktas 3.1 pav.

**3.1 lentelė.** Pagrindinės techninės charakteristikos laikančiųjų konstrukcijų projektavimui pagal 1978 m. tipinį projektą (Типовые конструкции Серия 3.501-112)

Eil. Nr.	Charakteristika	Skaitinė reikšmė
<b>Gelžbetoninių perdangos sijų medžiagų charakteristikos</b>		
1	Projektinis betonas	M400
2	Betono atsparumas šalčiui	300
3	Skaičiuojamasis betono stipris gniuždant	$R_{pr.} = 185 \text{ kg/cm}^2 = 18,5 \text{ MPa}$
<b>Gelžbetoninių perdangos sijų medžiagų charakteristikos</b>		
4	Charakteristinis betono stipris lenkiant	$R_u = 205 \text{ kg/cm}^2 = 20,50 \text{ MPa}$
5	Betono tamprumo modulis	$E_c = 350000 \text{ kg/cm}^2 = 35000 \text{ MPa}$
6	Armatūros plieno markė	Bcm.5сп2
7	Išilginės tempiamos ir gniuždomos armatūros klasė	AII
8	Armatūros skaičiuojamasis atsparumas	$R_a = 2400 \text{ kg/cm}^2 = 240 \text{ MPa}$
9	Armatūros tamprumo modulis	$E_a = 2,1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
<b>Skaičiavimuose priimtos apkrovos vienai sijai</b>		
1	Sijos masė su turėklais	1,263 t/m = 12,39 kN/m
2	Savojo svorio patikimumo koeficientas	1,10
3	Einamosios dalies asfalto svoris	0,064 t/m = 0,628 kN/m
4	Asfalto apkrovos patikimumo koeficientas	1,50
5	Žmonių minia	$400 \text{ kg/m}^2 = 3,92 \text{ kN/m}^2$
6	Žmonių minios patikimumo koeficientas	1,40
7	Charakteristinė apkrova skaičiuojant plyšių atsivėrimui	1,927 t/m = 18,90 kN/m
8	Skaičiuojamoji apkrova	2,386 t/m = 23,41 kN/m
<b>Statybinės sijų pakyls</b>		
1	24 m ilgio sija	12 cm
2	27 m ilgio sija	16 cm
<b>Virpesių periodai</b>		
1	24 m ilgio sijos vertikalių svyravimų periodas be apkrovos	$T = 0,32 \text{ s}$
2	24 m ilgio sijos vertikalių svyravimų periodas priėmus $150 \text{ kg/m}^2$ žmonių minią	$T = 0,35 \text{ s}$
3	27 m ilgio sijos vertikalių svyravimų periodas be apkrovos	$T = 0,40 \text{ s}$
4	27 m ilgio sijos vertikalių svyravimų periodas priėmus $150 \text{ kg/m}^2$ žmonių minią	$T = 0,43 \text{ s}$
<b>Sijų įrašos</b>		
1	Atlaikomasis 24 m ilgio sijos lenkimo momentas	$M_{atl.} = 179 \text{ tm} = 1756 \text{ kNm}$
2	Atlaikomasis 27 m ilgio sijos lenkimo momentas	$M_{atl.} = 230 \text{ tm} = 2256 \text{ kNm}$
<b>Perdangos sijų įlinkiai skaičiuojant pagal CH 200-62</b>		
1	24 m sijos įlinkis nuo visos pastovios apkrovos	$f = 3,30 \text{ cm}$
2	24 m sijos įlinkis nuo laikinos apkrovos	$f = 1,44 \text{ cm}$

### 3.1 lentelės pabaiga

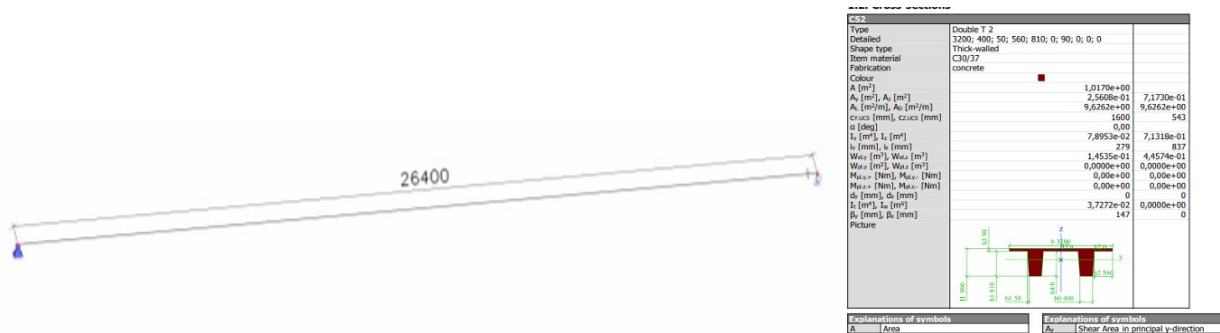
Perdangos sijų įlinkiai skaičiuojant pagal CH 200-62		
3	27 m sijos įlinkis nuo visos pastovios apkrovos	$f = 5,18 \text{ cm}$
4	27 m sijos įlinkis nuo laikinos apkrovos	$f = 2,03 \text{ cm}$



3.1 pav. Viaduko perdangos skerspjūvis

### 3.2. VIADUKO PERDANGOS ĮRAŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI ESAMAM PERDANGOS SKERSPJŪVIUI

Su kompiuterine programa „SCIA ENGINEERING“ (licencijos Nr. 660246) buvo sumodeliuotos viaduko pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangos (žr. 3.2 ir 3.3 pav.).



3.2 pav. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos modelis



1.2. Cross-sections		
C3		
Type	Double T 2	
Detailed	3200; 400; 50; 560; 810; 0; 90; 0; 0; 0	
Shape type	Thick-walled	
Item material	C30/37	
Fabrication	concrete	
Colour	■	
A [m <sup>2</sup> ]	1,0170e+00	
A <sub>x</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> ]	2,5608e-01	7,1730e-01
A <sub>x</sub> [m <sup>2</sup> ], A <sub>y</sub> [m <sup>2</sup> /m]	9,6262e+00	9,6262e+00
cx <sub>axis</sub> [mm], cz <sub>axis</sub> [mm]	1600	543
α [deg]	0,00	
I <sub>x</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ]	7,8953e-02	7,1118e-01
I <sub>x</sub> [mm <sup>4</sup> ], I <sub>y</sub> [mm <sup>4</sup> ]	279	837
W <sub>elx</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>ely</sub> [m <sup>3</sup> ]	1,4535e-01	4,4574e-01
W <sub>plx</sub> [m <sup>3</sup> ], W <sub>ply</sub> [m <sup>3</sup> ]	0,0000e+00	0,0000e+00
M <sub>elx</sub> [Nm], M <sub>ely</sub> [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
M <sub>plx</sub> [Nm], M <sub>ply</sub> [Nm]	0,00e+00	0,00e+00
d <sub>x</sub> [mm], d <sub>y</sub> [mm]	0	0
I <sub>x</sub> [m <sup>4</sup> ], I <sub>y</sub> [m <sup>4</sup> ]	3,7272e-02	0,0000e+00
B <sub>x</sub> [mm], B <sub>y</sub> [mm]	147	0
Picture		

3.3 pav. Viaduko antrojo tarpatramio perdangos modelis

Pagal viaduko tipiniame projekte (Типовые конструкции Серия 3.501-112) pateiktas nuolatinės ir kintamos apkrovos (žmonių minia) buvo atlikti pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangų įrašų ir deformacijų teoriniai skaičiavimai pavojingiausiuose perdangų pjūviuose.

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo projektinės nuolatinės apkrovos pateiktas 3.2 lentelėje, o nuo projektinės kintamos apkrovos pateiktas 3.3 lentelėje.

3.2 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos sijos pavojingiausiuose pjūviuose atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo projektinės nuolatinės apkrovos

Įrašos tipas	Projektinė nuolatinė apkrova sijai	Pjūvis	Apkrovos tipas	
			Įrašos atsirandančios nuo projektinės charakteristinės apkrovos	Įrašos atsirandančios nuo projektinės skaičiuojamosios apkrovos
Lenkimo momentas, kNm	12,39+0,628	Perdangos vidurys	1134	1269
Skersinė jėga, kN	kN/m	Virš 1 atramos	172	192

3.3 lentelė. Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos sijos pavojingiausiuose pjūviuose atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo projektinės kintamos apkrovos

Įrašos tipas	Projektinė kintama apkrova sijai	Pjūvis	Apkrovos tipas	
			Įrašos atsirandančios nuo projektinės charakteristinės apkrovos	Įrašos atsirandančios nuo projektinės skaičiuojamosios apkrovos
Lenkimo momentas, kNm	5,68 kN/m	Perdangos vidurys	495	693
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	75	105

**Pastabos:**

- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas

nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio –  $M_{ch} = 1134 + 495 = 1629$  kNm;

- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio –  $M_{sk} = 1269 + 693 = 1962$  kNm;
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomasis momentas  $M_{atl} = 2458$  kNm.
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio –  $RF = 2458 / 1962 = 1,25$ .

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo projektinės nuolatinės apkrovos pateiktas 3.4 lentelėje, o nuo projektinės kintamos apkrovos pateiktas 3.5 lentelėje.

**3.4 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje antrojo tarpatramio perdangos sijos pavojingiausiuose pjūviuose atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo projektinės nuolatinės apkrovos

Įrašos tipas	Projektinė nuolatinė apkrova sijai	Pjūvis	Apkrovos tipas	
			Įrašos atsirandančios nuo projektinės charakteristinės apkrovos	Įrašos atsirandančios nuo projektinės skaičiuojamosios apkrovos
Lenkimo momentas, kNm	12,39+0,628 kN/m	Perdangos vidurys	745	834
Skersinė jėga, kN		Virš 2 atramos	139	156

**3.5 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje antrojo tarpatramio perdangos sijos pavojingiausiuose pjūviuose atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo projektinės kintamos apkrovos

Įrašos tipas	Projektinė kintama apkrova sijai	Pjūvis	Apkrovos tipas	
			Įrašos atsirandančios nuo projektinės charakteristinės apkrovos	Įrašos atsirandančios nuo projektinės skaičiuojamosios apkrovos
Lenkimo momentas, kNm	5,68 kN/m <sup>2</sup>	Perdangos vidurys	325	455
Skersinė jėga, kN		Virš 2 atramos	61	85

**Pastabos:**

- antrojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio –  $M_{ch} = 745 + 325 = 1070$  kNm;
- antrojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio –  $M_{sk} = 834 + 455 = 1289$  kNm;
- antrojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomasis momentas  $M_{atl} = 1937$  kNm.

- antrojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio –  $RF = 1937 / 1289 = 1,50$ .

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinės ir kintamos apkrovų poveikio pateikti 3.6 lentelėje, o antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pateikti 3.7 lentelėje.

**3.6 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio

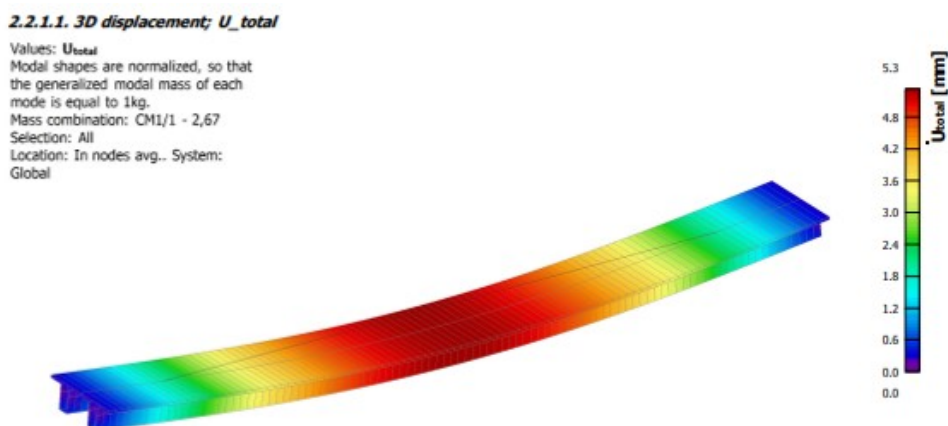
Deformacijos tipas	Apkrovos tipas	Pjūvis	Perdangos deformacijos
Įlinkis	Nuolatinė apkrova	Perdangos vidurys	43,8 mm
	Kintama apkrova		21,5 mm
Suminės perdangos deformacijos nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų			<b>65,3 mm</b>

**3.7 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio

Deformacijos tipas	Apkrovos tipas	Pjūvis	Perdangos deformacijos
Įlinkis	Nuolatinė apkrova	Perdangos vidurys	20,3 mm
	Kintama apkrova		10,0 mm
Suminės perdangos deformacijos nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų			<b>30,3 mm</b>

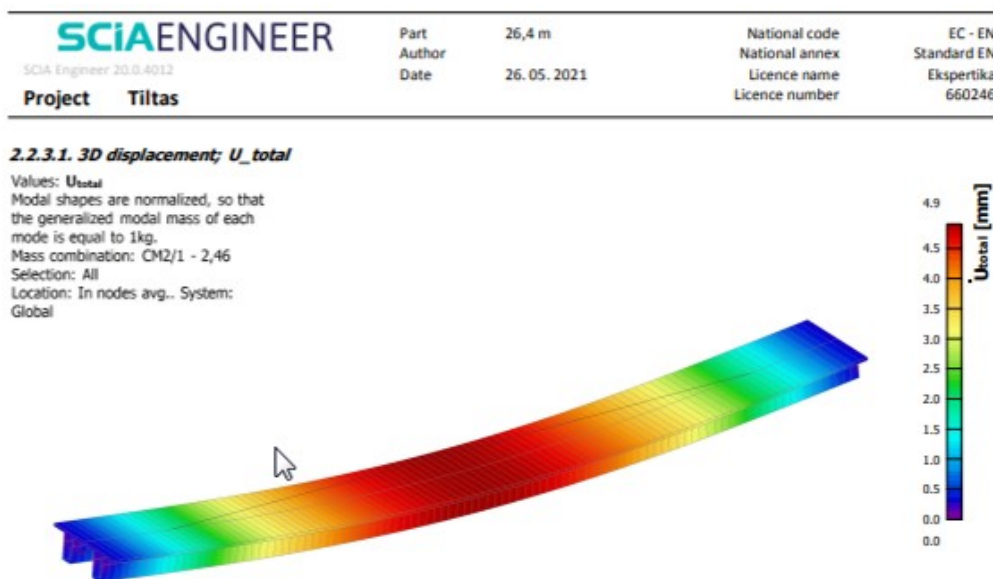
### 3.3. VIADUKO PERDANGOS VIRPESIŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI

Su kompiuterine programa „SCIA ENGINEERING“ (licencijos Nr. 660246) buvo atlikti pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangų savųjų virpesių skaičiavimai vertikalia ir horizontalia kryptimis. Pirmojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant tik perdangos savąjį svorį, pateikti 3.4 pav.



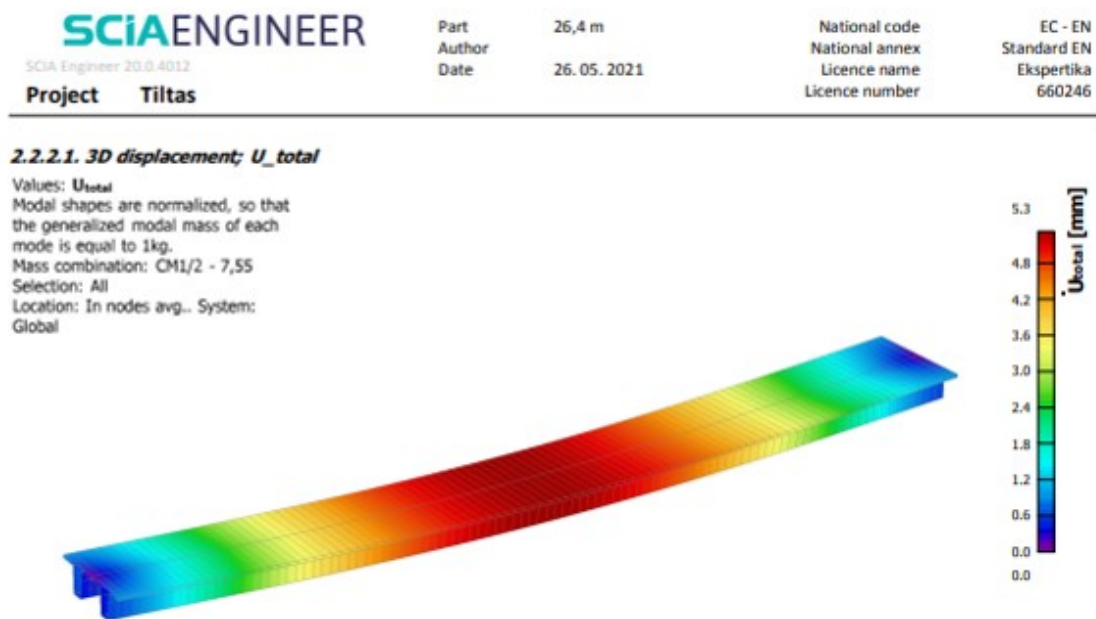
**3.4 pav.** Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) I vertikalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio apkrovos – 2,67 Hz

Pirmojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis, vertinant perdangos savąjį svorį ir  $150 \text{ kg/m}^2$  žmonių minios įtaką, pateikti 3.5 pav.



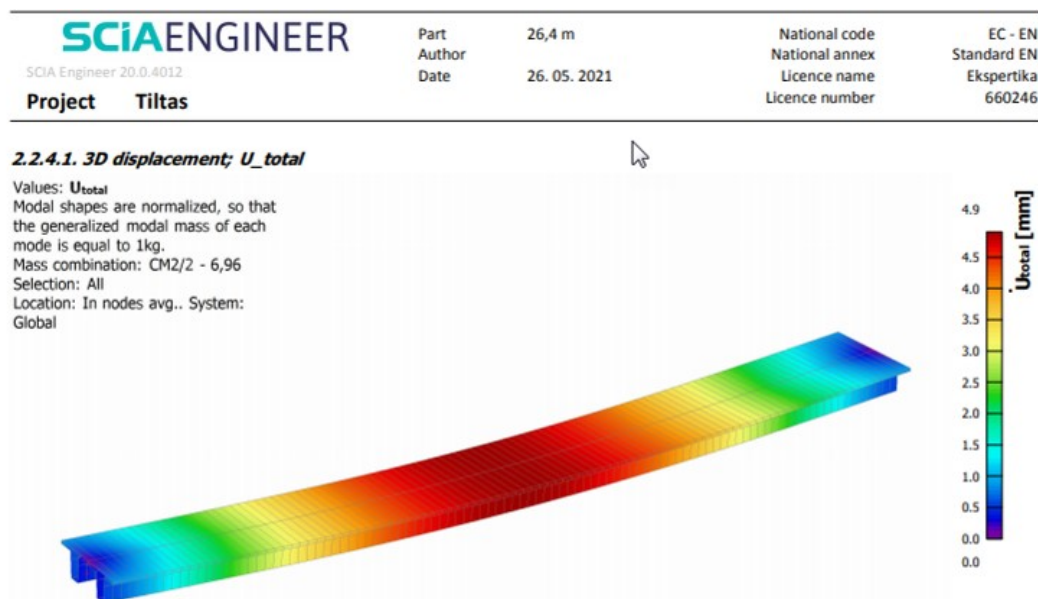
**3.5 pav.** Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) I vertikalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio ir  $150 \text{ kg/m}^2$  žmonių minios apkrovos – 2,46 Hz

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos I horizontalių savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant tik perdangos savąjį svorį pateiktas 3.6 pav.



**3.6 pav.** Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) I horizontalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio apkrovos – 7,55 Hz

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos I vertikalųjų savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant perdangos savąjį svorį ir  $150 \text{ kg/m}^2$  žmonių minios įtaką pateikta 3.7 pav.



**3.7 pav.** Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) I horizontalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio ir  $150 \text{ kg/m}^2$  žmonių minios apkrovos – 6,99 Hz

Pėsčiųjų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti pirmojo tarpatramio perdangos I vertikalųjų ir I horizontalių virpesių dažniai pateikti 3.8 lentelėje.

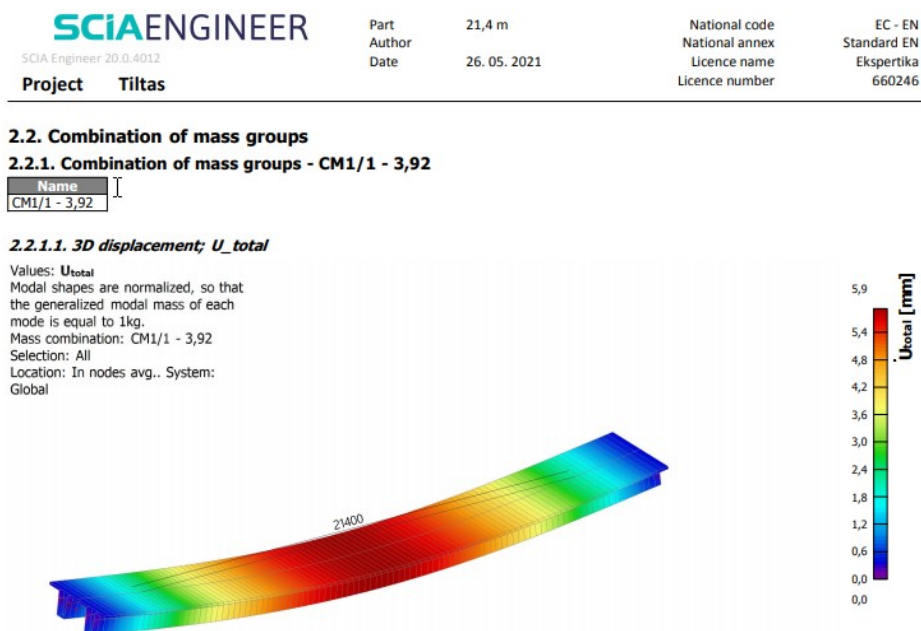
**3.8 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti pirmojo tarpatramio perdangos I vertikalųjų ir I horizontalių virpesių dažniai

Eil. Nr.	Tarpatramis	Virpesių tipas	Apkrovos tipas	Perdangos lankstymosi forma	Dažnis, Hz	Periodas, s
1	I	Vertikalūs virpesiai	Perdangos savas svoris	I	2,67	0,38
2	I	Vertikalūs virpesiai	Perdangos savas svoris ir $150 \text{ kg/m}^2$ minios apkrova	I	7,55	0,13
3	I	Horizontalūs virpesiai	Perdangos savas svoris	I	2,46	0,41
4	I	Horizontalūs virpesiai	Perdangos savas svoris ir $150 \text{ kg/m}^2$ minios apkrova	I	6,99	0,14

**Pastaba:** viaduko tipiniame projekte [1] pateikta, kad 27 m ilgio perdangos vertikalųjų svyravimų periodas be apkrovos – 0,40 s, o su  $150 \text{ kg/m}^2$  apkrova – 0,43 s.

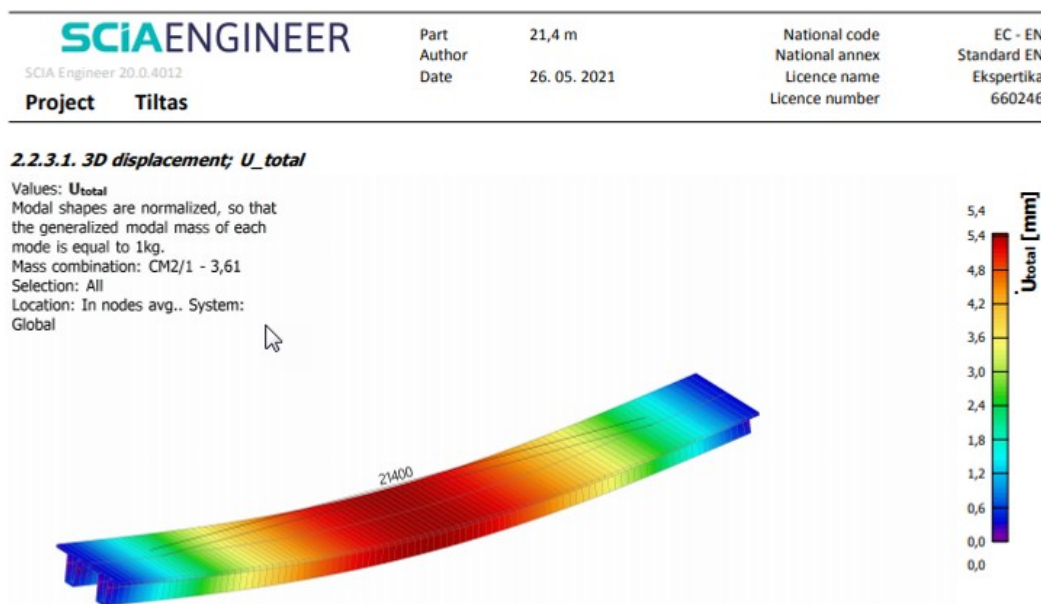
**Išvada:** palyginus pirmojo tarpatramio perdangos (27 m) teoriniu būdu apskaičiuotus vertikalųjų svyravimų periodus be apkrovos ir su  $150 \text{ kg/m}^2$  žmonių minios apkrova su vertikalųjų svyravimų periodais pateiktas tipiniame projekte [1] nustatyta, kad jie yra labai panašūs.

Pėsčiųjų viaduko antrojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis vertinant tik perdangos savąjį svorį, pateikta 3.8 pav.



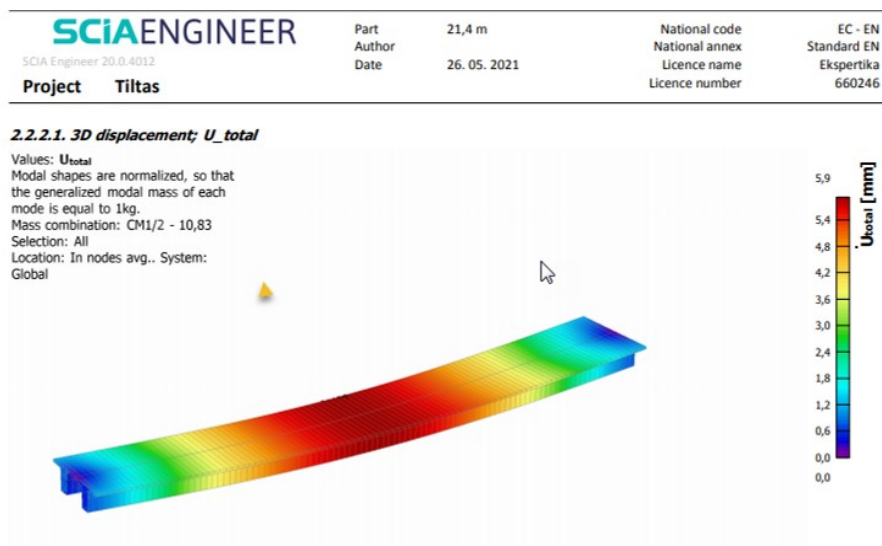
**3.8 pav.** Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) I vertikalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio apkrovos – 3,92 Hz

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos I vertikalių savųjų svyravimų forma ir dažnis, vertinant perdangos savąjį svorį ir 150 kg/m<sup>2</sup> žmonių minios įtaką, pateikti 3.9 pav.



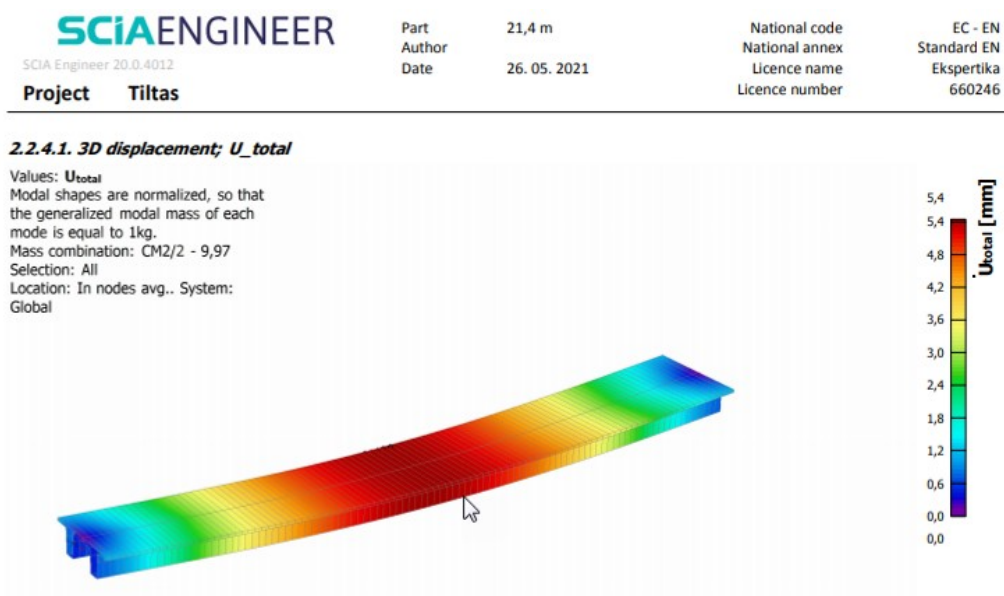
**3.9 pav.** Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) I vertikalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio ir 150 kg/m<sup>2</sup> žmonių minios apkrovos – 3,61 Hz

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos I horizontalių savųjų svyravimų forma ir dažnis, vertinant tik perdangos savąjį svorį, pateikti 3.10 pav.



3.10 pav. Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) I horizontalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio apkrovos – 10,83 Hz

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos I horizontalių savųjų svyravimų forma ir dažnis, vertinant perdangos savąjį svorį ir 150 kg/m<sup>2</sup> žmonių minios įtaką, pateikti 3.11 pav.



3.11 pav. Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (27,0 m) I horizontalių virpesių forma. Apskaičiuotas perdangos dažnis nuo jos savojo svorio ir 150 kg/m<sup>2</sup> žmonių minios apkrovos – 9,97 Hz

Pėsčijų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti antrojo tarpatramio perdangos I vertikalų ir I horizontalų virpesių dažniai pateikti 3.9 lentelėje.

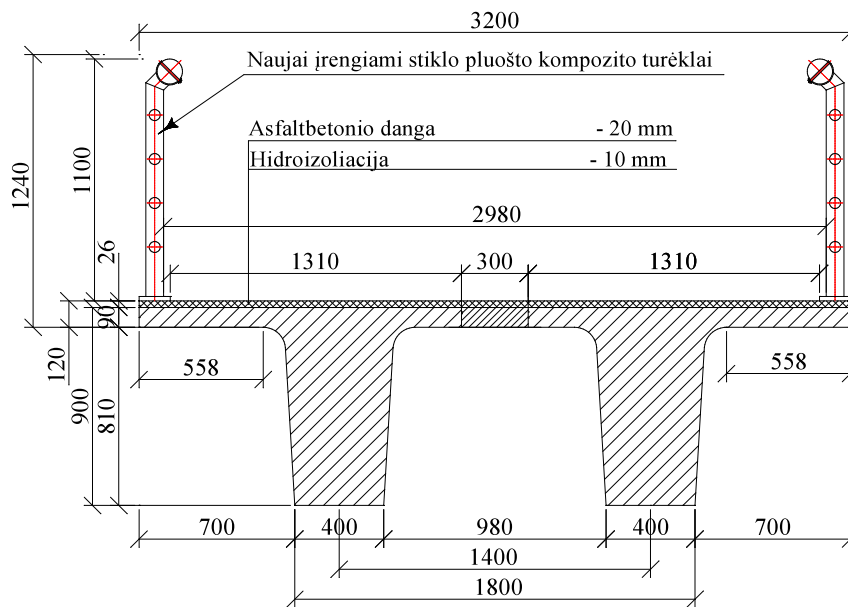
**3.9 lentelė.** Pėsčijų viaduko teoriniu būdu apskaičiuoti antrojo tarpatramio perdangos I vertikalų ir I horizontalų virpesių dažniai

Eil. Nr.	Tarpatramis	Virpesių tipas	Apkrovos tipas	Perdangos lankstymosi forma	Dažnis, Hz	Periodas, s
1	II	Vertikalūs virpesiai	Perdangos savas svoris	I	3,92	0,26
2	II	Vertikalūs virpesiai	Perdangos savas svoris ir 150 kg/m <sup>2</sup> minios apkrova	I	3,61	0,28
3	II	Horizontalūs virpesiai	Perdangos savas svoris	I	10,83	0,09
4	II	Horizontalūs virpesiai	Perdangos savas svoris ir 150 kg/m <sup>2</sup> minios apkrova	I	9,97	0,10

**Pastaba:** viaduko tipiniame projekte [1] 22 m ilgio perdangai vertikalų svyravimų periodai be apkrovos ir su apkrova nėra pateikti, todėl palyginti su teoriškai apskaičiuotais nėra galimybių.

#### 4. SIŪLOMO REMONTUOTI VIADUKO PERDANGOS SKERSPVŪVIO ĮRĄŽŲ TEORINIAI SKAIČIAVIMAI

Pagal viaduko apžiūros rezultatus nustatyta, kad bendra perdangos būklė yra gera, tačiau yra nusidėvėję pakloto elementai. Pritaikant viaduką žmonėms su negalia, būtina pakeisti esamus pakloto elementus: asfaltbetonio dangą, hidroizoliaciją ir turėklus. Turėklai gali būti nekeičiami, juos nušveičiant ir perdažant, tokiu atveju perdangos apkrova lieka esama. Pakloto elementų keitimo metu nedidinama nuolatinė apkrova. Siūlomas projektuoti viaduko perdangos skerspjūvis su naujais pakloto elementais pateiktas 4.1 pav.



**4.1 pav.** Siūlomo remontuoti viaduko perdangos skerspjūvis su naujais pakloto elementais

Nuolatinų apkrovų skaičiavimas viaduko perdangos sijai pagal LST EN 1991-1 ir vertinant siūlomus projektinius sprendinius pateiktas 4.1 lentelėje.

**4.1 lentelė.** Nuolatinų apkrovų skaičiavimas viaduko perdangos sijai pagal LST EN 1991-1 vertinant siūlomus projektinius sprendinius

Apkrovos rūšis	Apkrova kN/m		Apkrovos patikimumo koeficientas
	Charakteristinė	Skaičiuojamoji	
<b><u>Nuolatinės apkrovos</u></b>			
Perdangos sijos masė, $A_{sijos} = 0,498 \text{ m}^2$ , $\rho = 2500 \text{ kg/m}^3$	12,21	13,43	1,10
Hidroizoliacijos sluoksnis, $t_{vid} = 10 \text{ mm}$ , $\rho = 1800 \text{ kg/m}^3$ , plotis tenkantis vienai sijai – $b = 1,45 \text{ m}$	0,26	0,35	1,35
Asfaltbetonio danga $t_{vid} = 20 \text{ mm}$ , $\rho = 2200 \text{ kg/m}^3$ , plotis tenkantis 1 sijai – $b = 1,45 \text{ m}$	0,62	0,84	1,35
Stiklo pluošto kompozitinių turėklų ir įdėtinių detalių svoris, $6,50 \text{ kg/m}$	0,001	0,0014	1,35
<u>Suminė nuolatinė pakloto apkrova</u>	0,881	1,19	1,35
<b><u>Kintama apkrova</u></b>			
Žmonių minia $5 \text{ kN/m}^2$ , plotis tenkantis vienai sijai – $b = 1,45 \text{ m}$	7,25	9,79	1,35

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas pagal 4.1 lentelėje pateiktas nuolatinės apkrovas pateiktas 4.2 lentelėje.

**4.2 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) sijos pavojingiausiuose pjūviuose atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo nuolatinų apkrovų (žr. 4.1 lentelę) poveikio

Įrašos tipas	Nuolatinė apkrova pagal 4.1 lentelę	Pjūvis	Apkrovos tipas	
			Įrašos atsirandančios nuo nuolatinės charakteristinės apkrovos	Įrašos atsirandančios nuo nuolatinės skaičiuojamosios apkrovos
Lenkimo momentas, kNm	12,21+0,881 kN/m	Perdangos vidurys	1140	1274
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	173	193

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas pagal 4.1 lentelėje pateiktas kintamas apkrovas pateiktas 4.3 lentelėje.

**4.3 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) sijos pavojingiausiuose pjūviuose atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo kintamų apkrovų (žr. 4.1 lentelę) poveikio

Įrašos tipas	Kintama apkrova pagal 4.1 lentelę	Pjūvis	Apkrovos tipas	
			Įrašos atsirandančios nuo kintamos charakteristinės apkrovos	Įrašos atsirandančios nuo kintamos skaičiuojamosios apkrovos
Lenkimo momentas, kNm	5 kN/m <sup>2</sup> , pagal LST EN 1991-1	Perdangos vidurys	632	853
Skersinė jėga, kN		Virš 1 atramos	96	129

Pėsčiųjų viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio (pagal 4.1 lentelėje pateiktas nuolatinės ir kintamas apkrovas) pateikti 4.4 lentelėje.

**4.4 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio (žr. 4.1 lentelę)

Deformacijos tipas	Apkrovos tipas	Pjūvis	Perdangos deformacijos
Įlinkis	Nuolatinė apkrova	Perdangos vidurys	44,0 mm
	Kintama apkrova		26,9 mm
Suminės perdangos deformacijos nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų			<b>70,9 mm</b>

**Pastabos:**

- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $M_{ch} = 1140 + 632 = 1772$  kNm yra apie 9% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ( $M_{ch} = 1629$  kNm);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $M_{sk} = 1274 + 853 = 2127$  kNm yra apie 8% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ( $M_{ch} = 1962$  kNm);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomasis momentas  $M_{atl} = 2458$  kNm (žr. 8 skyrių);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $RF = 2458 / 2127 = 1,16$ ;

- pirmojo tarpatramio perdangos suminis įlinkis (70,9 mm), apskaičiuotas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal 4.1 lentelėje pateiktas apkrovas, yra apie 9% didesnis lyginant su perdangos įlinkiu (65,3 mm), apskaičiuotu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal tipinį projektą.

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas, pagal 4.1 lentelėje pateiktas nuolatinės apkrovas, pateiktas 4.5 lentelėje.

**4.5 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) sijos pavojingiausiuose pjūviuose atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo nuolatinių apkrovų (žr. 4.1 lentelę) poveikio

Įrašos tipas	Nuolatinė apkrova pagal 4.1 lentelę	Pjūvis	Apkrovos tipas	
			Įrašos atsirandančios nuo nuolatinės charakteristinės apkrovos	Įrašos atsirandančios nuo nuolatinės skaičiuojamosios apkrovos
Lenkimo momentas, kNm	12,21+0,881	Perdangos vidurys	749	837
Skersinė jėga, kN	kN/m	Virš 2 atramos	140	156

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos (22,0) sijoje atsirandančių įrašų skaičiavimas, pagal 4.1 lentelėje pateiktas kintamas apkrovas, pateiktas 4.6 lentelėje.

**4.6 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) sijos pavojingiausiuose pjūviuose atsirandančių įrašų skaičiavimas nuo kintamų apkrovų (žr. 4.1 lentelę) poveikio

Įrašos tipas	Kintama apkrova pagal 4.1 lentelę	Pjūvis	Apkrovos tipas	
			Įrašos atsirandančios nuo kintamos charakteristinės apkrovos	Įrašos atsirandančios nuo kintamos skaičiuojamosios apkrovos
Lenkimo momentas, kNm	5 kN/m <sup>2</sup> , pagal LST	Perdangos vidurys	415	558
Skersinė jėga, kN	EN 1991-1	Virš 2 atramos	78	104

Pėsčiųjų viaduko antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio (pagal 4.1 lentelėje pateiktas nuolatinės ir kintamas apkrovas) pateikti 4.7 lentelėje.

**4.7 lentelė.** Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje antrojo tarpatramio perdangos (22,0 m) įlinkio skaičiavimo rezultatai nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio (žr. 4.1 lentelę)

Deformacijos tipas	Apkrovos tipas	Pjūvis	Perdangos deformacijos
Įlinkis	Nuolatinė apkrova	Perdangos vidurys	20,5 mm
	Kintama apkrova		12,5 mm
Suminės perdangos deformacijos nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų			<b>33,0 mm</b>

**Pastabos:**

- antrojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $M_{ch} = 749 + 415 = 1164$  kNm yra apie 9% didesnis lyginant su charakteristiniu lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ( $M_{ch} = 1070$  kNm);
- antrojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $M_{sk} = 837 + 558 = 1395$  kNm yra apie 8% didesnis lyginant su skaičiuojamuoju lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ( $M_{ch} = 1289$  kNm);
- antrojo tarpatramio perdangos sijos atlaikomasis momentas  $M_{atl} = 1937$  kNm (žr. 8 skyrių);
- antrojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo 4.1 lentelėje pateiktų nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $RF = 1937 / 1395 = 1,39$ ;
- antrojo tarpatramio perdangos suminis įlinkis (33,0 mm), apskaičiuotas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal 4.1 lentelėje pateiktas apkrovas, yra apie 9% didesnis lyginant su perdangos įlinkiu (30,3 mm), apskaičiuotu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal tipinį projektą.

**Išvados:**

- viaduko remonto metu pirmojo tarpatramio perdangos sijoms nedidinant nuolatinių apkrovų jas galima saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai (5 kN/m<sup>2</sup> pagal LST EN 1991-1), nes įrašos perdangos sijose padidėja tik iki 8% ir bendra sijų stiprumo atsarga yra pakankama. Tai galioja ir ketvirtojo tarpatramio perdangai, nes sijų ilgiai yra vienodi.
- viaduko remonto metu antrojo tarpatramio perdangos sijoms nedidinant nuolatinių apkrovų jas galima saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai (5 kN/m<sup>2</sup> pagal LST EN 1991-1), nes įrašos perdangos sijose padidėja tik iki 8% ir bendra sijų stiprumo atsarga yra pakankama. Tai galioja ir trečiojo tarpatramio perdangai, nes sijų ilgiai yra vienodi.

- palyginus viaduko pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangų teoriniu būdu apskaičiuotus įlinkius nuo nuolatinių ir kintamų projektinių apkrovų poveikio (žr. 4.1 lentelės apkrovas) su įlinkiais apskaičiuotais nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio nustatyta, kad padidėjus kintamai apkrovai nuo  $4 \text{ kN/m}^2$  (projektinė žmonių minios apkrova) iki  $5 \text{ kN/m}^2$  (žmonių minios apkrova pagal LST EN 1991-1) suminis nuolatinių ir kintamų apkrovų įlinkis pirmame ir antrame tarpatramiuose padidėja iki 9%.
- pagal viaduko įrašų ir deformacijų teorinių skaičiavimų rezultatus nustatyta, kad jį galima saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai ( $5 \text{ kN/m}^2$  pagal LST EN 1991-1), nes bendra perdangos sijų būklė yra gera, visos sijos turi statybinę pakylą ir jų stiprumas yra pakankamas.

## 5. VIADUKO STATINIS BANDYMAS

Pagal ST 188710638.10:2005 reikalavimus tilto statinis bandymas yra atliekamas siekiant išsiaiškinti pavienių konstrukcijų ar visą laikomosios galios rezervą, kuriuos patikimai vien tik analitiniais metodais ar detaliaja apžiūra neįmanoma nustatyti ir įvertinti. Laikomosios galios rezervas nustatomas, kai padidėja nuolatinė statinio apkrova arba, kai padidėja laikinoji apkrova pasikeitus normatyvinių dokumentų reikalavimams.

Pagal viaduko vizualios apžiūros rezultatus ir teorinius įrašų nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų, bei nuo projektinių apkrovų pagal LST EN 1991-1 skaičiavimus nustatyta, kad:

- bendra perdangos ir atramų būklė yra gera;
- viaduko visų tarpatramių perdangų sijos yra išlinkusios į viršų ir tenkina LST EN 1990:2002 A1:2005 ir CH 200-62 normų reikalavimus. Neleistinų deformacijų sijose nėra, todėl jos tenkina II ribinio būvio (Tinkamumo ribinis būvis) reikalavimus pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“;
- dėl saugaus viaduko eksploatavimo būtina suremontuoti pažeistas lokalias laikančiųjų konstrukcijų vietas, įrengti naujus (analogiškus projektiniams) pakloto elementus nedidinant suminės nuolatinės apkrovos viaduko perdangai;
- viaduką galima saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai ( $5 \text{ kN/m}^2$  pagal LST EN 1991-1), nes visų tarpatramių perdangų sijų stiprumas yra pakankamas (27 m. ilgio sijų stiprumo atsargos koeficientas yra 1,06, o 22 m ilgio sijų – 1,02). Viaduko perdangos sijos tenkina I ribinio būvio (Saugos ribinis būvis) reikalavimus pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

Vadovaujantis aukščiau išvardintais punktais ekspertų manymu detalus viso viaduko statinis bandymas yra perteklinis ir nereikalingas.

## **6. VIADUKO DINAMINIS BANDYMAS**

### **6.1. BANDYMO TIKSLAS IR PROGRAMA**

Pėsčiųjų viaduko dinaminio bandymo tikslas – pateikti išvadas apie viaduką tinkamumą eksploatacijai pagal dinaminio bandymo rezultatus.

Viaduko dinaminis bandymas buvo atliekamas pagal ST 188710638.10:2005 „Automobilių kelių tiltų bandymas“ reikalavimus. Dinaminio bandymo metu buvo fiksuojami ir iš bandymo duomenų apskaičiuojami šie dinaminiai rodikliai:

- tilto perdangos pirmos formos vertikalių savųjų svyravimų dažnis;
- tilto perdangos vertikalių virpesių pagreičiai;
- tilto perdangos logaritminiai slopinimo dekrementai;
- tilto perdangos slopinimo koeficientai.

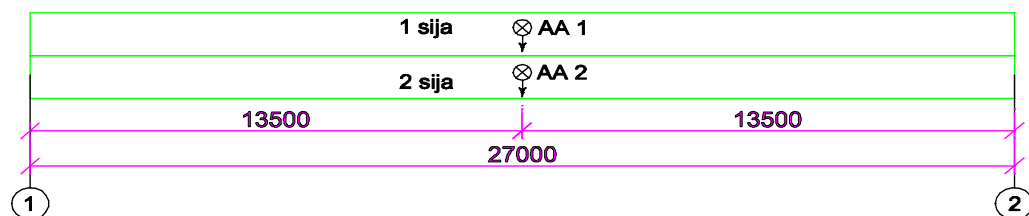
Išbandant viaduko perdangą dinaminė apkrova buvo sukeliama atliekant skirtingus dinaminės apkrovos sužadinius:

- žmonių grupei einant įprastu žingsniu per viaduką;
- žmonių grupei bėgant per viaduką;
- žmonių grupei ritmiškai (koja kojon) einant vienodu žingsniu per viaduką;
- skirtingų tarpatramių perdangų viduryje vienu metu į viršų pašokant žmonių grupei ir nusileidžiant.

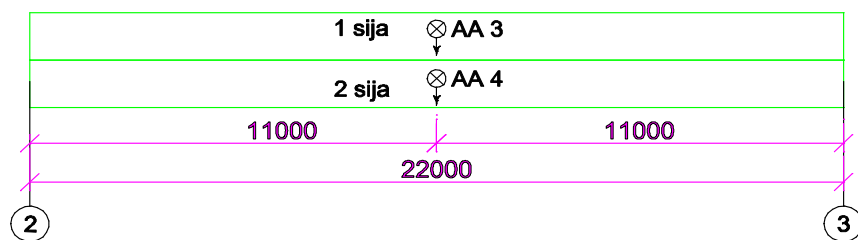
Kiekvienas viaduko perdangos dinaminės apkrovos sužadinimas buvo atliekamas po 2 – 3 kartus.

### **6.2. MATAVIMO PRIETAISAI IR JU IŠDĖSTYMAS**

Pėsčiųjų viaduko dinaminio bandymo metu perdangos virpesiai bus fiksuojami 4 elektroniniais bevieliais pagreičių jutikliais (AA1, AA2, AA3, AA4), kurių diapazonas  $\pm 2$  g. Matavimo prietaisų išdėstymas pirmojo tarpatramio perdangos viduryje pateiktas 6.1 pav., o antrojo tarpatramio perdangos viduryje – 6.2 pav.



**6.1 pav.** Matavimo prietaisų išdėstymas pirmame tarpatramyje



**6.2 pav.** Matavimo prietaisų išdėstymas antrame tarpatramyje

Viaduko perdangoje sukeltus virpesius programinė įranga registravo 250 Hz dažniu. Bandymo duomenų blokuose virpesių dažnio turinio analizei naudotos greitosios Furje transformacijos ir laipsniškas spektrinio tankio tyrimas.

Pėsčiųjų viaduko dinaminio bandymo metu naudotų matavimo prietaisų suvestinė pateikta 6.1 lentelėje.

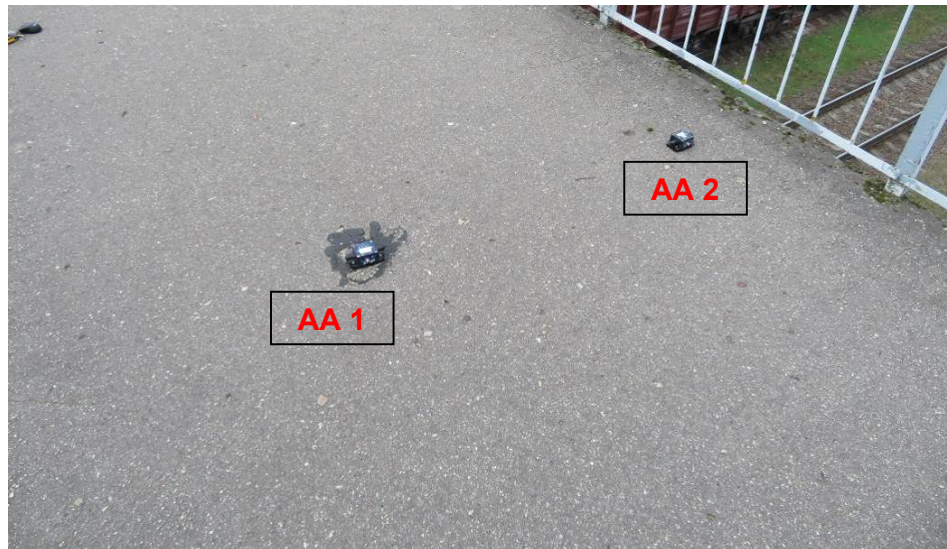
**6.1 lentelė.** Dinaminio bandymo metu naudotų matavimo prietaisų suvestinė

Eil. Nr.	Prietaisas	Vienetų skaičius	Matavimo diapazonas	Prietaiso tikslumas	Kanalo numeris
1	Elektroniniai pagreičių jutikliai (AA)	3	$\pm 2g$	0,04 g	1, 2, 3
<b>Viso prietaisų</b>	<b>3</b>				

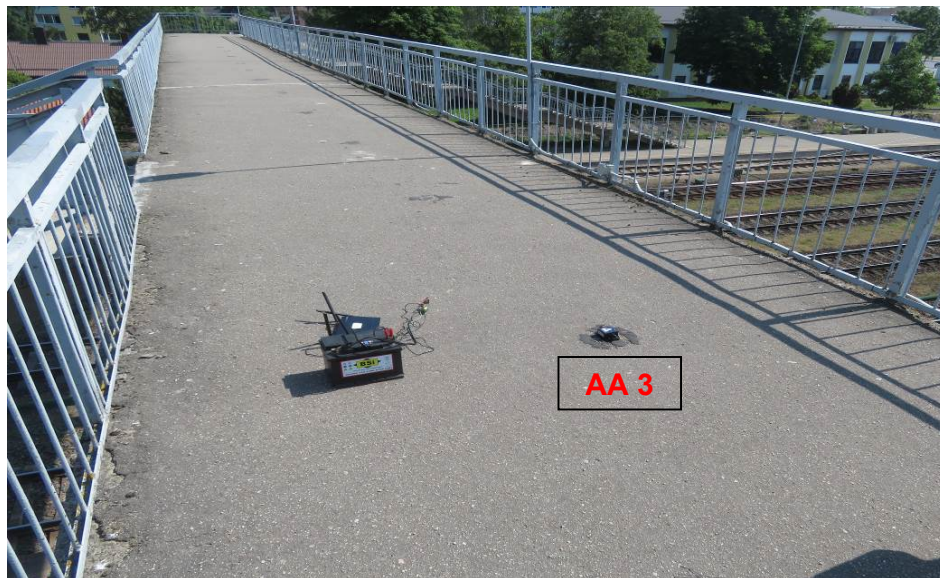
Pėsčiųjų viaduko dinaminio bandymo metu naudotų prietaisų išdėstymas pirmojo tarpatramio perdangoje pateiktas 6.3 ir 6.4 pav., antrojo tarpatramio perdangoje – 6.5 pav.



**6.3 pav.** Matavimo prietaisų išdėstymas pirmojo tarpatramio perdangos viduryje



6.4 pav. Matavimo prietaisų išdėstymas pirmojo tarpatramio perdangos viduryje



6.5 pav. Matavimo prietaisų išdėstymas antrojo tarpatramio perdangos viduryje

### **6.3. DINAMINIŲ BANDYMŲ REZULTATAI IR ANALIZĖ**

Pėsčiųjų viaduko dinaminio bandymo rezultatai (pagreičių, virpesių dažnių ir virpesių gesimo grafikai) pateikti 6.4 skyriuje. Pateiktų grafikų apačioje nurodytas bandymo numeris, jutiklio numeris ir būdingi dinaminiai rodikliai.

Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos dinaminiai rodikliai pateikti 6.2 lentelėje, o antrojo tarpatramio perdangos – 6.3 lentelėje.

6.2 lentelė. Pirmojo tarpatramio perdangos dinaminiai rodikliai užfiksuoti dinaminio bandymo metu

Ban- dymo Nr.	Virpesių sužadinimo tipas	Savasis pirmos vertikalių svyravimų formos dažnis f, Hz	Savasis pirmos formos periodas T, s	Vertikalių virpesių pagreitis, m/s <sup>2</sup>	Logarit- minis slopinimo dekrementas	Slopinimo koefici- entas
1	1 žmogus prabėga per viaduką	2,59	0,39	0,392	0,046	0,015
2		2,58	0,39	0,441	0,035	0,011
3	3 žmonių grupė prabėga per viaduką	2,56	0,39	0,481	0,046	0,015
4	3 žmonių grupė eina įprastu žingsniu per viaduką	2,53	0,40	<b>0,638</b>	0,052	0,017
5	3 žmonių grupė eina koja kojon vienodu žingsniu	2,51	0,39	<b>0,706</b>	–	–
6	3 žmonių grupė vienu metu pašoka perdangos viduryje	2,20	0,45	<b>0,804</b>	0,092	<b>0,014</b>
<b>Vidurkis</b>		<b>2,50</b>	<b>0,40</b>			

6.3 lentelė. Viaduko antrojo tarpatramio perdangos dinaminiai rodikliai užfiksuoti dinaminio bandymo metu

Ban- dymo Nr.	Virpesių sužadinimo tipas	Savasis pirmos vertikalių svyravimų formos dažnis f, Hz	Savasis pirmos formos periodas T, s	Vertikalių virpesių pagreitis, m/s <sup>2</sup>	Logarit- minis slopinimo dekrementas	Slopinimo koefici- entas
1	1 žmogus prabėga per viaduką	2,10	0,48	0,196	–	–
2		2,10	0,48	0,206	–	–
3	3 žmonių grupė prabėga per viaduką	2,10	0,48	0,118	–	–
4	3 žmonių grupė eina įprastu žingsniu per viaduką	2,10	0,48	0,137	0,347	0,055
5	3 žmonių grupė eina koja kojon vienodu žingsniu per viaduką	2,10	0,48	<b>0,314</b>	0,291	0,046
6	3 žmonių grupė vienu metu pašoka perdangos viduryje	2,10	0,48	<b>0,402</b>	0,282	<b>0,045</b>
<b>Vidurkis</b>		<b>2,10</b>	<b>0,48</b>			

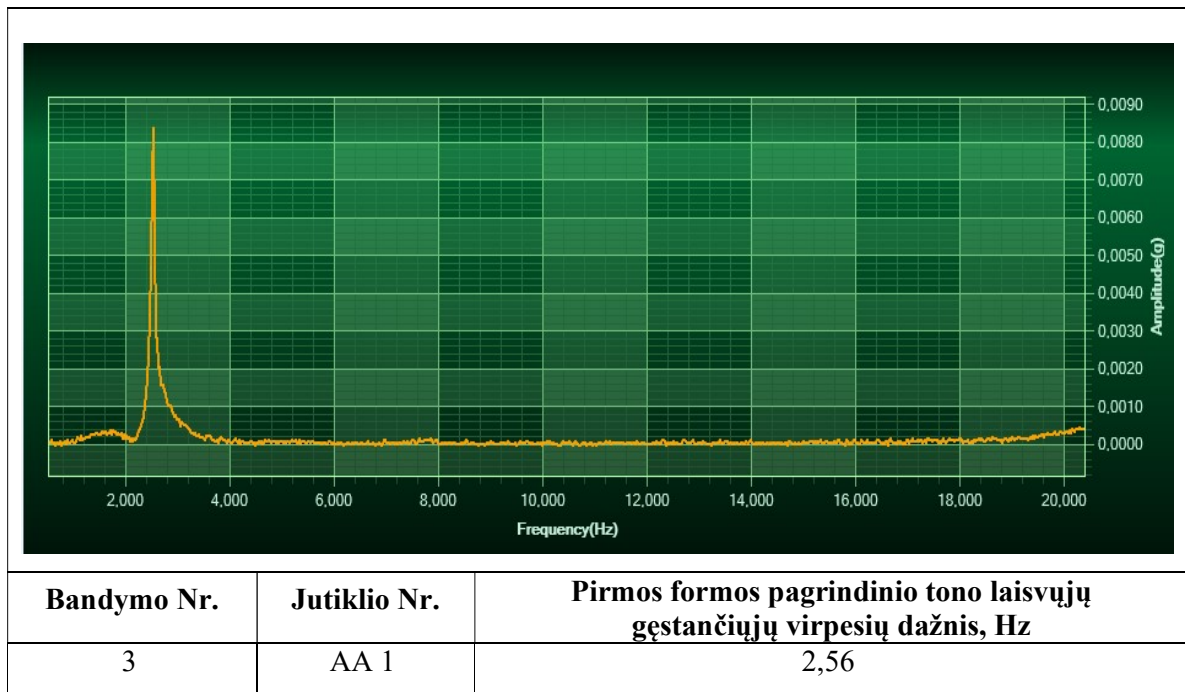
**Išvados:**

- Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – 2,50 Hz, antrojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – 2,10 Hz. Abiejų tarpatramių perdangų vertikalių svyravimų dažniai tenkina LST EN 1991-2/NA reikalavimus. Pagal LST EN 1991-2/NA pėsčiųjų apkrovų dinaminiai modeliai nepateikiami.
- Viaduko pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangų dinaminio bandymo metu užfiksuotas labai silpnas horizontalių virpesių dažnis, artimas triukšmui, todėl šia kryptimi dinaminė analizė nebuvo atlikta. Viaduko tipiniame projekte [1] taip pat nenurodomas horizontalių virpesių periodas (27 m ir 22 m).
- Dinaminio bandymo metu užfiksuotas viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) vertikalių savųjų svyravimų periodas be apkrovos (0,39 s) ir su 3 žmonių minios apkrova (0,45 s) sutampa su viaduko tipiniame projekte [1] pateiktu vertikalių svyravimų periodu be apkrovos (0,40 s) ir su apkrova (0,43 s).
- Viaduko antrojo tarpatramio perdangos vertikalių savųjų svyravimų periodo (0,48 s) palyginti su projektiniu nėra galimybės, nes tipiniame projekte [1] pateikiami 27 m ir 24 m ilgio sijų savųjų svyravimų periodai, o antrojo tarpatramio perdangos ilgis yra 22,0 m.
- Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką ( $0,638 \text{ m/s}^2$ ) tenkina EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus vertikaliesiems svyravimams pagreičiai yra leistini iki  $0,7 \text{ m/s}^2$ . Viaduko perdanga komfortiška pėsčiųjų eismui.
- Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei vienu metu pašokant ir vienu metu nusileidžiant ant viaduko perdangos ( $0,804 \text{ m/s}^2$ ). Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus smūgio metu sukeltiems vertikaliesiems svyravimams pagreičiai nepateikiami.
- Viaduko antrojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką ( $0,137 \text{ m/s}^2$ ) tenkina EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus vertikaliesiems svyravimams pagreičiai yra leistini iki  $0,7 \text{ m/s}^2$ . Antrojo tarpatramio perdanga yra komfortiška pėsčiųjų eismui.
- Viaduko antrojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei vienu metu pašokant ir vienu metu nusileidžiant ant viaduko perdangos ( $0,402 \text{ m/s}^2$ ). Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus smūgio metu sukeltiems vertikaliesiems svyravimams pagreičiai nepateikiami.

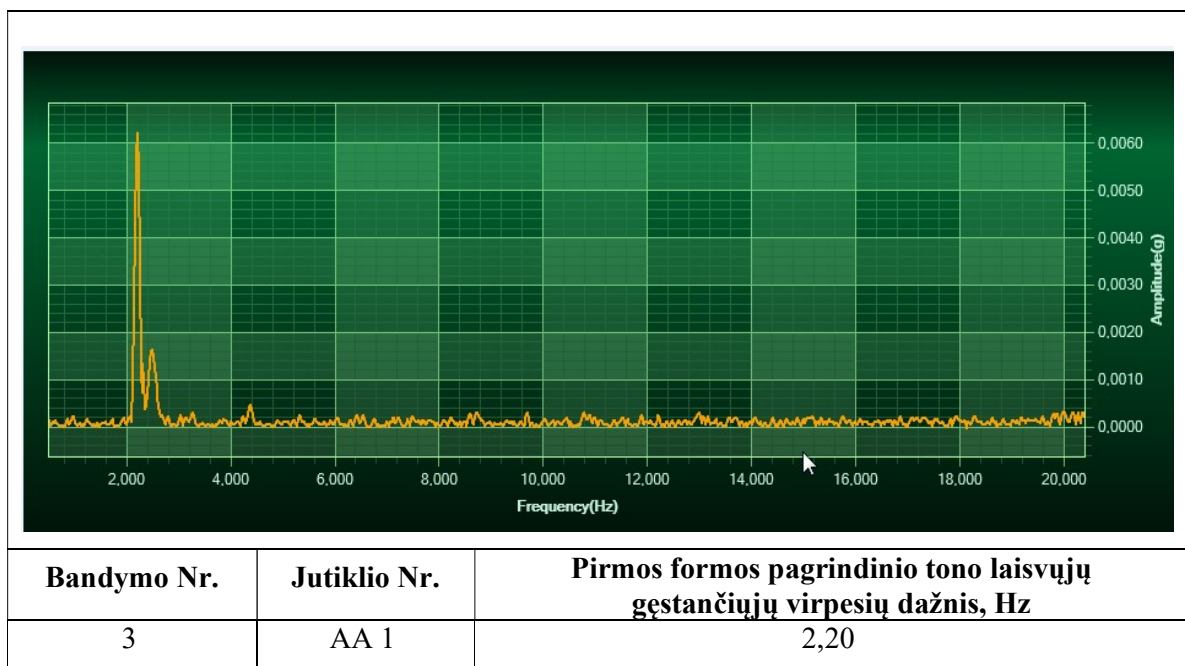
- Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos mažiausias vertikalių svyravimų slopinimo koeficientas užfiksuotas bandymo metu –  $\xi = 0,011$ , o antrojo tarpatramio perdangos mažiausias vertikalių svyravimų slopinimo koeficientas užfiksuotas bandymo metu –  $\xi = 0,045$ . Užsienio literatūroje nurodoma, kad nesupleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,02 iki 0,04. Bandymo metu gauti abiejų tarpatramių perdangų slopinimo koeficientai yra artimi literatūroje pateikiamiems slopinimo koeficientams.
- Apibendrinant pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad viaduko perdanga tenkina LST EN 1991-2/NA ir EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Viaduko perdangą galima saugiai eksploatuoti pėsčiųjų eismui.

## 6.4. VIADUKO PERDANGOS DINAMINIO BANDYMO GRAFIKAI

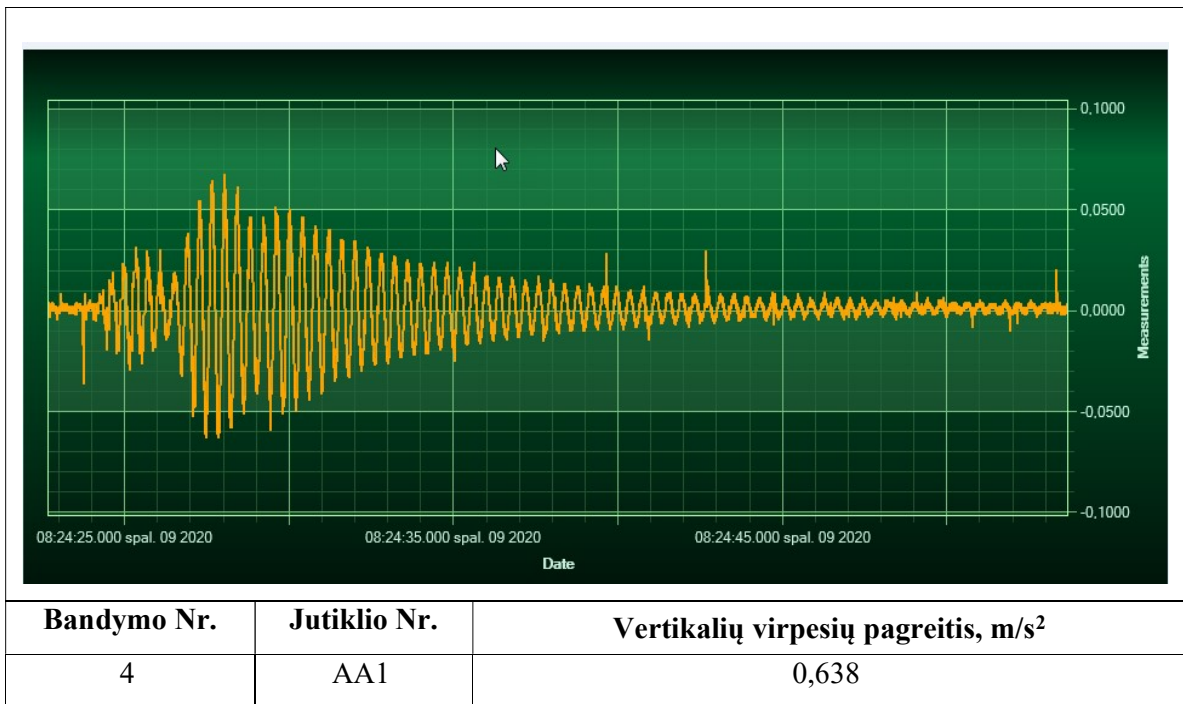
### 6.4.1. Pirmojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo grafikai



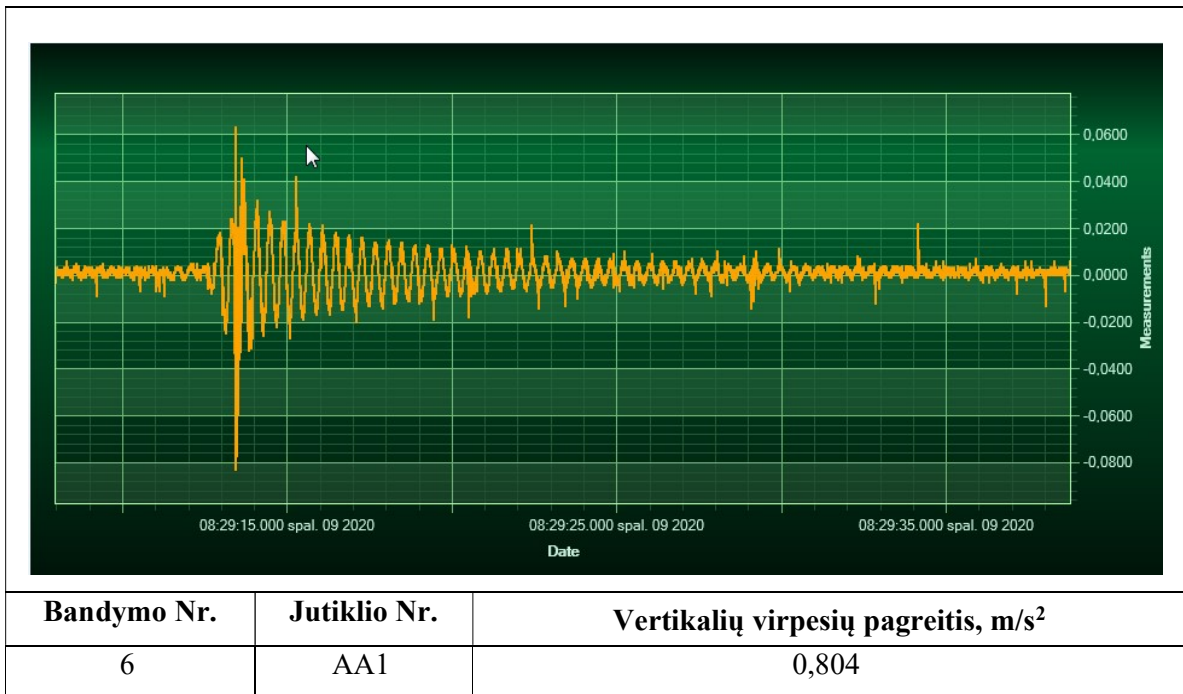
6.6 pav. Pagreičių jutikliu, pirmojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas pirmos formos vertikaliųjų virpesių dažnių grafikas. Užregistruotas perdangos dažnis be žmonių minios apkrovos



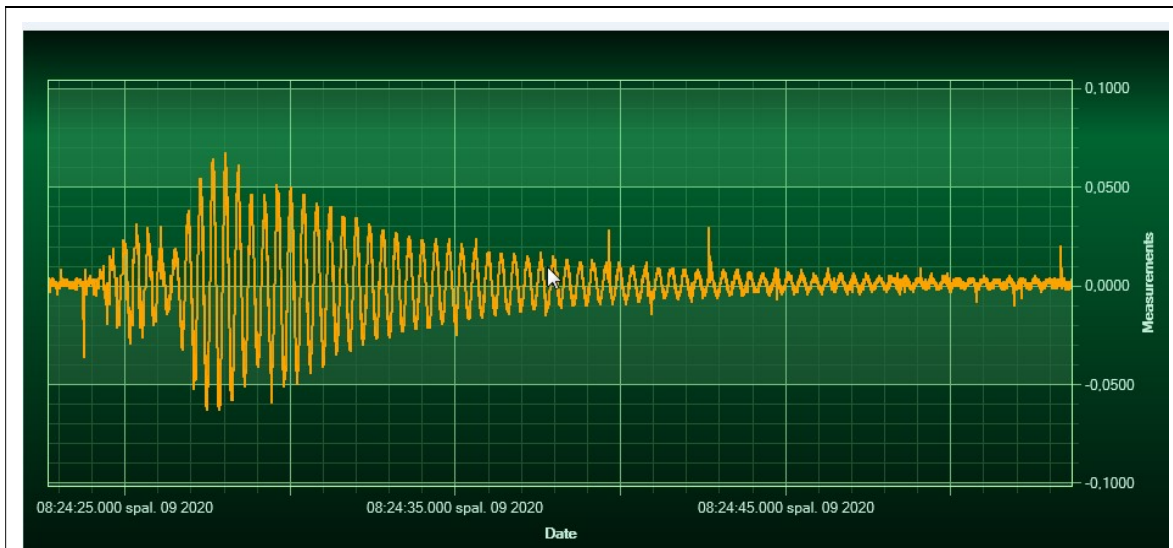
6.7 pav. Pagreičių jutikliu, pirmojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas pirmos formos vertikaliųjų virpesių dažnių grafikas. Užregistruotas perdangos dažnis nuo 3 žmonių išorinės apkrovos



**6.8 pav.** Pagreičių jutikliu, pirmojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių pagreitis. Pagreitis užregistruotas įprastu žingsniu 3 žmonių grupei einant per viaduką



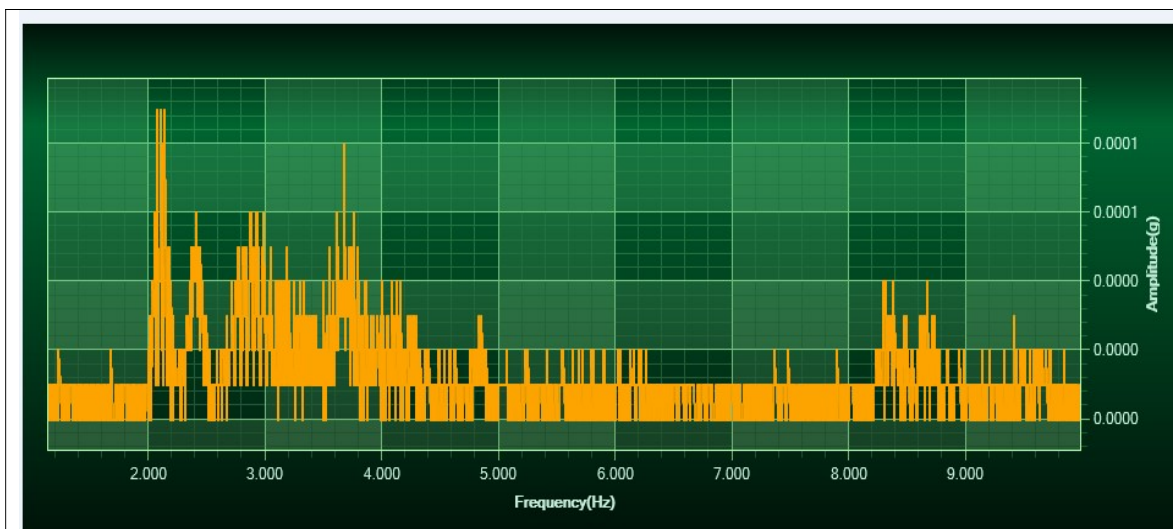
**6.9 pav.** Pagreičių jutikliu, pirmojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių pagreitis. Pagreitis užregistruotas trims žmonėms vienu metu pašokant viaduko perdangos vidury



Bandymo Nr.	Jutiklio Nr.	Vertikalių virpesių logaritminis gesimo dekrementas
4	AA 1	0,052

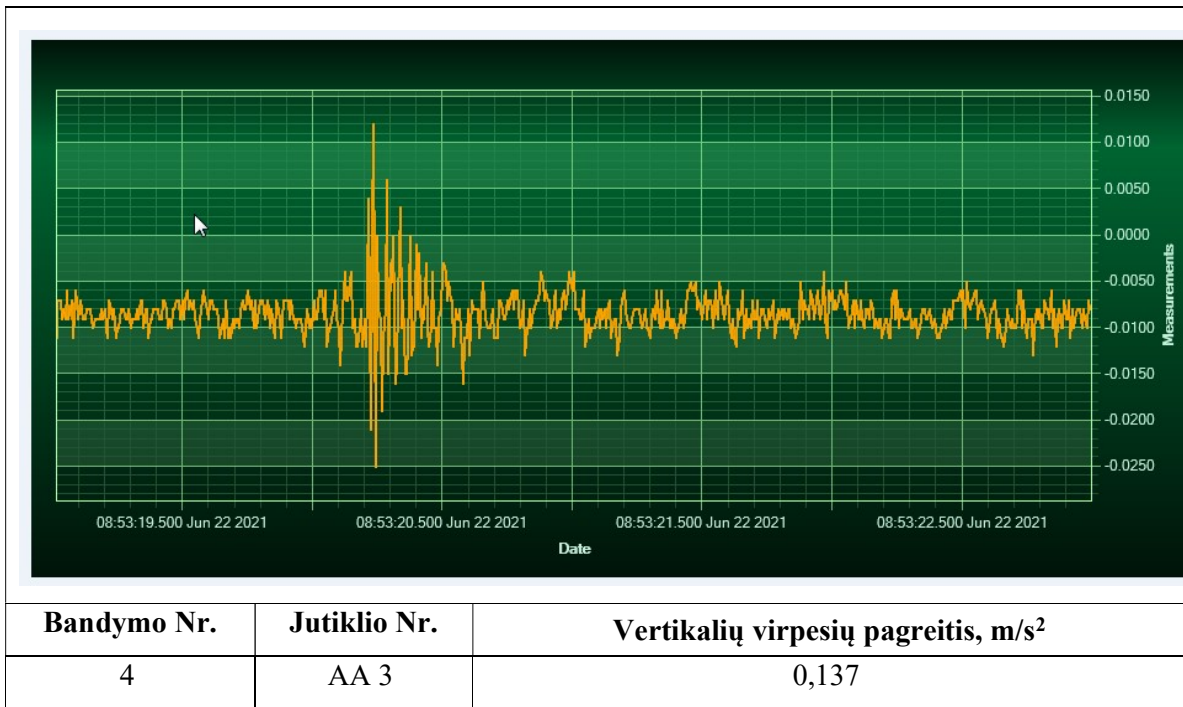
**6.10 pav.** Pagreičių jutikliu, pirmojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių gesimo grafikas

#### 6.4.2. Antrojo tarpatramio perdangos dinaminio bandymo grafikai

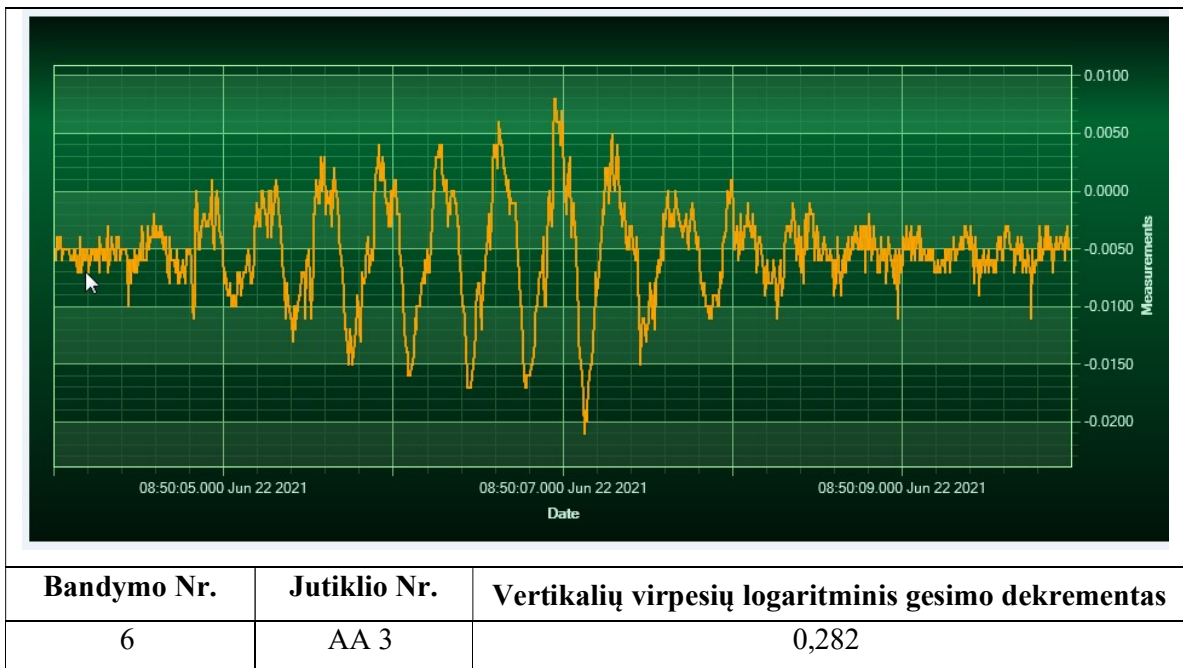


Bandymo Nr.	Jutiklio Nr.	Pirmos formos pagrindinio tono laisvųjų gėstančiųjų virpesių dažnis, Hz
3	AA 3	2,10

**6.11 pav.** Pagreičių jutikliu, antrojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas pirmos formos dažnių grafikas



6.12 pav. Pagreičių jutikliu, antrojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių pagreitis



6.13 pav. Pagreičių jutikliu, antrojo tarpatramio perdangos viduryje, užregistruotas vertikalių virpesių gesimo grafikas

## 7. VIADUKO PERDANGOS ATITIKIMAS PIRMAM IR ANTRAM RIBINIAMS BŪVIAMS

Analizuojant viaduko perdangos konstrukcijų atitikimą saugos (I-ojo) ribinio būvio reikalavimams tikrinamos tokios sąlygos:

$$M_{atl\_1\ sijos} < M_{k,ch\_proj\_nuolat\_1} * \gamma_{f,1} + M_{k,ch\_proj\_kint\_1} * \gamma_{f,2}; \quad (1)$$

$$M_{atl\_1\ sijos} < M_{k,ch\_proj\_nuolat\_2} * \gamma_{f,3} + M_{k,ch\_proj\_kint\_2} * \gamma_{f,4}; \quad (2)$$

čia:  $M_{k,ch\_proj\_nuolat\_1}$  – charakteristinis lenkimo momentas perdangos sijos viduryje nuo maksimalios projektinės nuolatinės apkrovos (paimta iš tipinio projekto [1]);

$M_{k,ch\_proj\_kint\_1}$  – charakteristinis lenkimo momentas perdangos sijos viduryje nuo maksimalios projektinės kintamos apkrovos (4 kN/m<sup>2</sup>);

$\gamma_{f,1}$  – projektinės nuolatinės apkrovos patikimumo koeficientas (sijos savas svoris – 1,10, pakloto apkrova – 1,50). Koeficientai paimti iš tipinio projekto [1];

$\gamma_{f,2}$  – projektinės kintamos apkrovos patikimumo koeficientas (žmonių minios apkrovai – 1,40). Koeficientas paimtas iš tipinio projekto [1];

$M_{k,ch\_proj\_nuolat\_2}$  – charakteristinis lenkimo momentas perdangos sijos viduryje nuo maksimalios projektinės nuolatinės apkrovos pagal LST EN 1991-1;

$M_{k,ch\_proj\_kint\_2}$  – charakteristinis lenkimo momentas perdangos sijos viduryje nuo maksimalios projektinės kintamos apkrovos (5 kN/m<sup>2</sup> pagal LST EN 1991-1);

$\gamma_{f,3}$  – projektinės nuolatinės apkrovos patikimumo koeficientas pagal LST EN 1991-1 (1,35);

$\gamma_{f,4}$  – projektinės kintamos apkrovos patikimumo koeficientas pagal LST EN 1991-1 (1,35);

$M_{atl\_1\ sijos}$  – maksimalus lenkimo momentas kurį atlaiko sija (žr. 8 skyrių).

Tikrinama saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga pirmojo tarpatramio perdangai:

$$M_{atl\_1\ sijos} = 2458 \text{ kNm (žr. 8 skyrių);}$$

$$M_{k,ch\_proj\_nuolat\_1} * \gamma_{f,1} + M_{k,ch\_proj\_kint\_1} * \gamma_{f,2} = 1079 * 1,10 + 55 * 1,50 = 1269 \text{ kNm;}$$

$$M_{k,ch\_proj\_kint\_1} * \gamma_{f,2} = 495 * 1,40 = 693 \text{ kNm;}$$

$$2458 > 1269 + 696 = 1962 \text{ kNm. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga tenkinama.}$$

$$M_{k,ch\_proj\_nuolat\_2} * \gamma_{f,3} = 1079 * 1,10 + 77 * 1,35 = 1291 \text{ kNm;}$$

$$M_{k,ch\_proj\_kint\_2} * \gamma_{f,4} = 632 * 1,35 = 853 \text{ kNm;}$$

$$2458 > 1291 + 853 = 2144 \text{ kNm. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga tenkinama.}$$

**Išvada:** 27 m ilgio sijos stiprumas yra pakankamas, todėl viaduko pirmojo ir ketvirtojo tarpatramių perdangas galima saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai (5 kN/m<sup>2</sup> pagal LST EN 1991-1).

Tikrinama saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga antrojo tarpatramio perdangai:

$$M_{atl\_1\ sijos} = 1937 \text{ kNm (žr. 8 skyrių);}$$

$$M_{k,ch\_proj\_nuolat\_1} * \gamma_{f,1} + M_{k,ch\_proj\_kint\_1} * \gamma_{f,2} = 709 * 1,10 + 36 * 1,50 = 834 \text{ kNm;}$$

$$M_{k,ch\_proj\_kint\_1} * \gamma_{f,2} = 325 * 1,40 = 455 \text{ kNm;}$$

$$1937 > 834 + 455 = 1289 \text{ kNm. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga tenkinama.}$$

$$M_{k,ch\_proj\_nuolat\_2} * \gamma_{f,3} = 699 * 1,10 + 50 * 1,35 = 837 \text{ kNm;}$$

$$M_{k,ch\_proj\_kint} * \gamma_{f,4} = 415 * 1,35 = 560 \text{ kNm;}$$

$$1937 > 837 + 560 = 1397 \text{ kNm. Saugos (I-ojo) ribinio būvio sąlyga tenkinama.}$$

**Išvada:** 22 m ilgio sijos stiprumas yra pakankamas, todėl viaduko antrojo ir trečiojo tarpatramių perdangas galima saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai (5 kN/m<sup>2</sup> pagal LST EN 1991-1).

Analizuojant viaduko perdangos konstrukcijų atitikimą tinkamumo (II-ojo) ribinio būvio reikalavimams tikrinamos tokios sąlygos:

$$f_{fakt.} < f_u \quad (3)$$

čia:  $f_{fakt.}$  – didžiausias faktinis perdangos įlinkis pagal sijų niveliacijos rezultatus

$f_u$  – ribinis viaduko perdangos įlinkis. Pagal LST EN 1990:2002 A1:2005 ( $f_u = 1/(600 * l)$ ).

Pagal CH 200-62 19 psl. 5 lentelę ribinis perdangos įlinkis ( $f_u = 1/(400 * l)$ ).

Tikrinama tinkamumo (II-ojo) ribinio būvio sąlyga pirmojo tarpatramio perdangai:

$f_{fakt.} = +6,25 \text{ mm}$  (pirmojo tarpatramio perdangos sijos turi statybinę pakylą).

$f_{fakt.} < f_u$  (pagal CH 200-62 ir pagal LST EN 1990:2002 A1:2005);

$f_u = 1/(400 * l) = 66 \text{ mm}$ , pagal CH 200-62;

$f_u = 1/(600 * l) = 44 \text{ mm}$ , pagal LST EN 1990:2002 A1:2005.

**Išvada:** viaduko pirmojo tarpatramio perdangų sijų (27 m) vidutinis išlinkis į viršų yra +6,25 mm, o ketvirtojo tarpatramio perdangų sijų (27 m) vidutinis išlinkis į viršų yra +11,75 mm. Abiejų tarpatramių perdangų sijos turi statybinę pakylą, todėl jos tenkina tinkamumo (II-ojo) ribinio būvio sąlygas pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

Tikrinama tinkamumo (II-ojo) ribinio būvio sąlyga antrojo tarpatramio perdangai:

$f_{fakt.} = +40,50 \text{ mm}$  (antrojo tarpatramio perdangos sijos turi statybinę pakylą).

$f_{fakt.} < f_u$  (pagal CH 200-62 ir pagal LST EN 1990:2002 A1:2005);

$$f_u = 1/(400 \cdot 1) = 54 \text{ mm, pagal CH 200-62;}$$

$$f_u = 1/(600 \cdot 1) = 44 \text{ mm, pagal LST EN 1990:2002 A1:2005.}$$

**Išvada:** viaduko antrojo tarpatramio perdangų sijų (22 m) vidutinis išlinkis į viršų yra +40,5 mm, o trečiojo tarpatramio perdangų sijų (22 m) vidutinis išlinkis į viršų yra +50,0 mm. Abiejų tarpatramių perdangų sijos turi statybines pakylas, todėl jos tenkina tinkamumo (II-ojo) ribinio būvio sąlygas pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

## 8. VIADUKO PERDANGOS SIJŲ LAIKOMOSIOS GALIOS SKAIČIAVIMAS

### 8.1. Viaduko pirmojo tarpatramio perdangos sijų S-1-1 ir S-1-2 laikomosios galios skaičiavimas

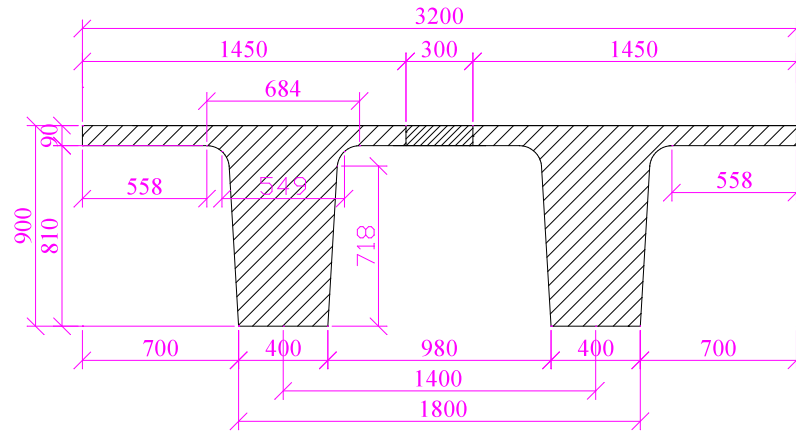
Viaduko perdangos sijų laikomoji galia apskaičiuota atsižvelgiant į sijų būklę ir jų tyrimo rezultatus. Perdangų sijų (27 m) armavimas paimtas iš tipinio projekto [1].

Pirmojo tarpatramio perdangos sijų (27,0 m) laikomosios galios skaičiavimui pagrindiniai parametrai pateikti 8.1 lentelėje.

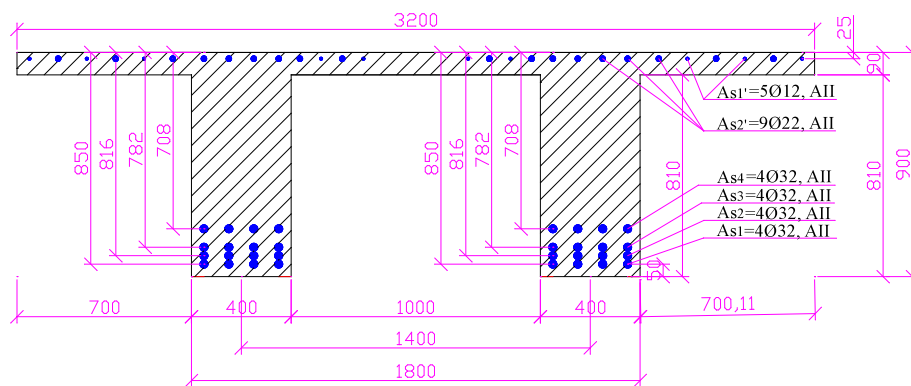
**8.1 lentelė.** Pirmojo tarpatramio (27 m) perdangos sijų S-1-1 ir S-1-2 medžiagų ir redukuoto skerspjūvio pagrindiniai parametrai

Eil. Nr.	Pavadinimas	Skaitinė vertė
<b>Gelžbetoninių sijų S-1-1 ir S-1-2 medžiagų charakteristikos</b>		
1	Projektinė betono klasė – M400	–
2	Projektinis charakteristinis betono stipris gniuždant, $f_{ck}$	30 MPa
3	Projektinis skaičiuojamasis betono stipris gniuždant, $f_{cd}$	18,5 MPa
4	Projektinė tempiamos armatūros klasė – AII	–
5	Projektinis charakteristinis AII armatūros stipris tempiant, $f_{yk}$	280 MPa
6	Projektinis skaičiuojamasis S400 armatūros stipris tempiant, $f_{yd}$	240 MPa
7	Projektinė gniuždomos armatūros klasė – AII	–
8	Projektinis charakteristinis AII armatūros stipris, $f_{yk}$	280 MPa
9	Projektinis skaičiuojamasis AII armatūros stipris, $f_{yd}$	240 MPa
10	Tyrimų metu nustatyta, kad perdangos sijų betonas atitinka C30/37 klasės betoną, todėl sijų S-1-1 ir S-1-2 charakteristinis betono stipris, $f_{ck}$	<u>30 MPa</u>
11	Sijų S-1-1 ir S-1-2 skaičiuojamasis betono stipris, $f_{cd}$	<u>18,0 MPa</u>
<b>Redukuotos sijos S-1-1 geometrinės charakteristikos</b>		
12	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s1}$	0,003215 m <sup>2</sup>
13	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s2}$	0,003215 m <sup>2</sup>
14	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s3}$	0,003215 m <sup>2</sup>
15	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s4}$	0,003215 m <sup>2</sup>
16	Gniuždomos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s1}'$	0,000565 m <sup>2</sup>
17	Gniuždomos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s2}'$	0,00342 m <sup>2</sup>
18	Sijos viršutinės lentynos plotis, $b_f'$	1,45 m
19	Sijos viršutinės lentynos aukštis, $h_f'$	0,090 m
20	Sijos sienutės aukštis, $h_1$	0,810 m
21	Sijos sienutės plotis, $b$	0,400 m
22	Atstumas nuo sijos apačios iki apatinės tempiamos armatūros, $a_s$	0,05 m
23	Darbo aukštis, $d$	0,850 m
24	Bendras sijos aukštis, $h$	0,90 m

Perdangos sijų S-1-1 ir S-1-2 skerspjūvis (iš tipinio projekto) su tempiamos armatūros išdėstymu pateiktas 8.1 pav. Redukuotas sijų skerspjūvis pateiktas 8.2 pav.



8.1 pav. Perdangos sijų S-1-1 ir S-1-2 skerspjūvis iš tipinio projekto



8.2 pav. Redukuotas sijų S-1-1 ir S-1-2 skerspjūvis ir jų armavimas

### Perdangos sijų S-1-1 ir S-1-2 laikomosios galios skaičiavimas

1. Naudingas sijos skerspjūvio darbo aukštis apskaičiuojamas:  $d = h - a_{s1} = 0,875 \text{ m}$ ;
2. Santykinis gniuždomos zonos aukštis, kai tempiamos armatūros įtempiai dėl išorinės apkrovos lygus nuliui apskaičiuojamas:  $w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,706 \text{ MPa}$ ;
3. Gniuždomos zonos sąlyginės armatūros ribiniai įtempiai priimami:  $\sigma_{scu} = 400 \text{ MPa}$ ;
4. Ribinis santykinis gniuždomos zonos aukštis išreiškiamas:  $\xi_{lim} = w / (1 + f_{yd} / \sigma_{scu} \cdot (1 - w / 1,1)) = 0,263$
5. Gniuždomos zonos aukštis, kai neutrali ašis yra lentynoje, apskaičiuojamas:  

$$x = (f_{yd}A_{s1} + f_{yd}A_{s2} + f_{yd}A_{s3} + f_{yd}A_{s4} - f_{yd}A_{s1'} - f_{yd}A_{s2'}) / (f_{cd} \cdot b_f') = 0,082 \text{ m}$$
6. Santykinis gniuždomos zonos aukštis apskaičiuojamas:  

$$\xi = x / d = 0,094 \text{ m}$$

7. Sijos skerspjūvis nėra perarmuotas, nes  $\xi < \xi_{lim}$ , t.y.  $0,094 < 0,263$ ;

8. Sijų S-1-1 ir S-1-2 laikomoji galia apskaičiuojama:

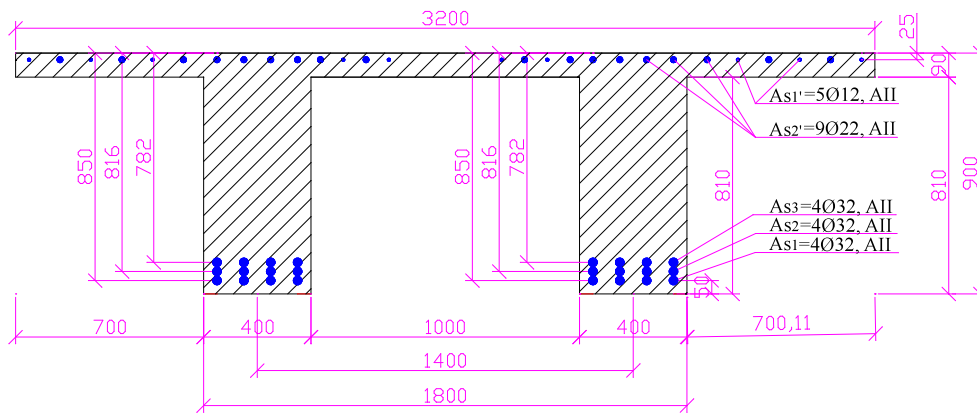
$$M_u = f_{cd} \cdot b_f' \cdot x \cdot (d - x \cdot 0,5) + f_{yd} \cdot A_{s1}' \cdot (d - a_s') + f_{yd} \cdot A_{s2}' \cdot (d - a_s') - f_{yd} \cdot A_{s4}' \cdot d' = 2,458 \text{ MNm.}$$

Viaduko antrojo tarpatramio perdangos sijų (22,0 m) laikomosios galios skaičiavimui pagrindiniai parametrai pateikti 8.2 lentelėje.

**8.2 lentelė.** Antrojo tarpatramio (22 m) perdangos sijų S-2-1 ir S-2-2 medžiagų ir redukuoto skerspjūvio pagrindiniai duomenys

Eil. Nr.	Pavadinimas	Skaitinė vertė
<b>Gelžbetoninių sijų S-1-1 ir S-1-2 medžiagų charakteristikos</b>		
1	Projektinė betono klasė – M400	–
2	Projektinis charakteristinis betono stipris gniuždant, $f_{ck}$	30 MPa
3	Projektinis skaičiuojamasis betono stipris gniuždant, $f_{cd}$	18,5 MPa
4	Projektinė tempiamos armatūros klasė – AII	–
5	Projektinis charakteristinis AII armatūros stipris tempiant, $f_{yk}$	280 MPa
6	Projektinis skaičiuojamasis S400 armatūros stipris tempiant, $f_{yd}$	240 MPa
7	Projektinė gniuždomos armatūros klasė – AII	–
8	Projektinis charakteristinis AII armatūros stipris, $f_{yk}$	280 MPa
9	Projektinis skaičiuojamasis AII armatūros stipris, $f_{yd}$	240 MPa
10	Tyrimų metu nustatyta, kad perdangos sijų betonas atitinka C30/37 klasės betoną, todėl sijų S-2-1 ir S-2-2 charakteristinis betono stipris, $f_{ck}$	<u>30 MPa</u>
11	Sijų S-1-1 ir S-1-2 skaičiuojamasis betono stipris, $f_{cd}$	<u>18,0 MPa</u>
<b>Redukuotos sijos S-1-1 geometrinės charakteristikos</b>		
12	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s1}$	0,003215 m <sup>2</sup>
13	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s2}$	0,003215 m <sup>2</sup>
14	Tempiamos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s3}$	0,003215 m <sup>2</sup>
15	Gniuždomos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s1}'$	0,000565 m <sup>2</sup>
16	Gniuždomos armatūros skerspjūvio plotas, $A_{s2}'$	0,00342 m <sup>2</sup>
17	Sijos viršutinės lentynos plotis, $b_f'$	1,45 m
18	Sijos viršutinės lentynos aukštis, $h_f'$	0,090 m
19	Sijos sienutės aukštis, $h_1$	0,810 m
20	Sijos sienutės plotis, $b$	0,400 m
21	Atstumas nuo sijos apačios iki apatinės tempiamos armatūros, $a_s$	0,05 m
22	Darbo aukštis, $d$	0,850 m
23	Bendras sijos aukštis, $h$	0,90 m

Redukuotas perdangos sijų S-2-1 ir S-2-2 skerspjūvis pateiktas 8.3 pav.



8.2 pav. Redukuotas sijų S-2-1 ir S-2-2 skerspjūvis ir jų armavimas

### **Perdangos sijų S-2-1 ir S-2-2 laikomosios galios skaičiavimas**

1. Naudingas sijos skerspjūvio darbo aukštis apskaičiuojamas:  $d = h - a_{s1} = 0,875$  m;
2. Santykinis gniuždomos zonos aukštis, kai tempiamos armatūros įtempiai dėl išorinės apkrovos lygus nuliui apskaičiuojamas:  $w = 0,85 - 0,008 \cdot f_{cd} = 0,706$  MPa;
3. Gniuždomos zonos sąlyginės armatūros ribiniai įtempiai priimami:  $\sigma_{scu} = 400$  MPa;
4. Ribinis santykinis gniuždomos zonos aukštis išreiškiamas:  $\xi_{lim} = w / (1 + f_{yd} / \sigma_{scu} \cdot (1 - w / 1,1)) = 0,263$
5. Gniuždomos zonos aukštis, kai neutrali ašis yra lentynoje, apskaičiuojamas:  

$$x = (f_{yd}A_{s1} + f_{yd}A_{s2} + f_{yd}A_{s3} - f_{yd}A_{s1'} - f_{yd}A_{s2'}) / (f_{cd} \cdot b_f') = 0,052$$
 m;
6. Santykinis gniuždomos zonos aukštis apskaičiuojamas:  

$$\xi = x / d = 0,059$$
 m;
7. Sijos skerspjūvis nėra perarmuotas, nes  $\xi < \xi_{lim}$ , t.y.  $0,059 < 0,263$ ;
8. Sijų S-2-1 ir S-2-2 laikomoji galia apskaičiuojama:  

$$M_u = f_{cd} \cdot b_f' \cdot x \cdot (d - x \cdot 0,5) + f_{yd} \cdot A_{s1'} \cdot (d - a_s') + f_{yd} \cdot A_{s2'} \cdot (d - a_s') - f_{yd} \cdot A_{s4} \cdot d' = 1,937$$
 MNm.

**Išvada:** teoriniu būdu atlikus viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangų sijų laikomosios galios skaičiavimus nustatyta, kad:

- pirmojo tarpatramio perdangos sijos (27 m) laikomoji galia – 2,458 MNm = 2458 kNm;
- antrojo tarpatramio perdangos sijų (22 m) laikomoji galia – 1,937 MNm = 1937 kNm.

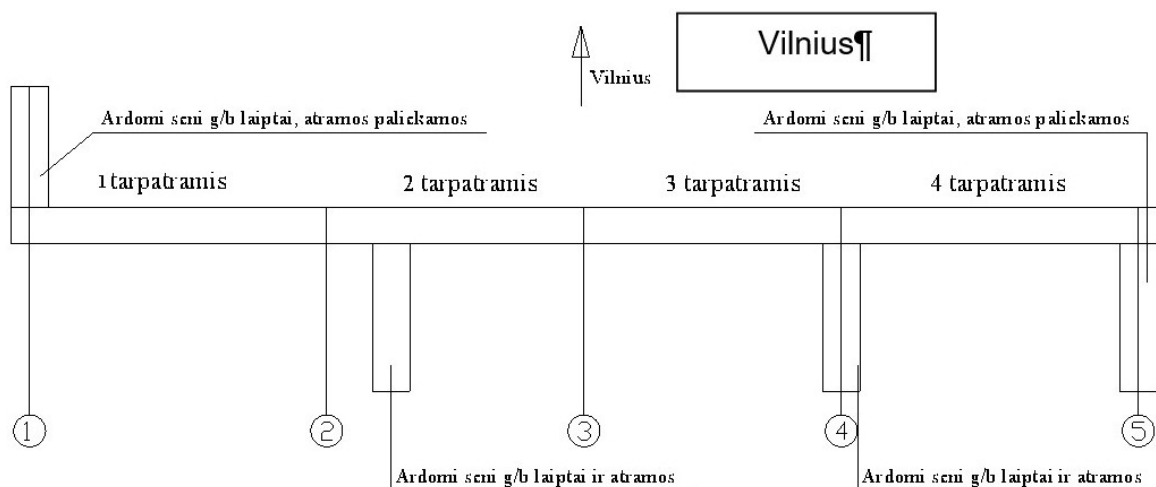
## **9. PĖSČIŪJŲ VIADUKO PRITAIKYMAS ŽMONĖMS SU NEGALIA PAGAL PRM TSS REIKALAVIMUS**

Pagal viaduko apžiūros rezultatus nustatyta, kad bendra statinio būklė yra gera (išskyrus antrą atramą), tačiau norint viaduką saugiai eksploatuoti ir pritaikyti žmonių su negalia poreikiams pagal

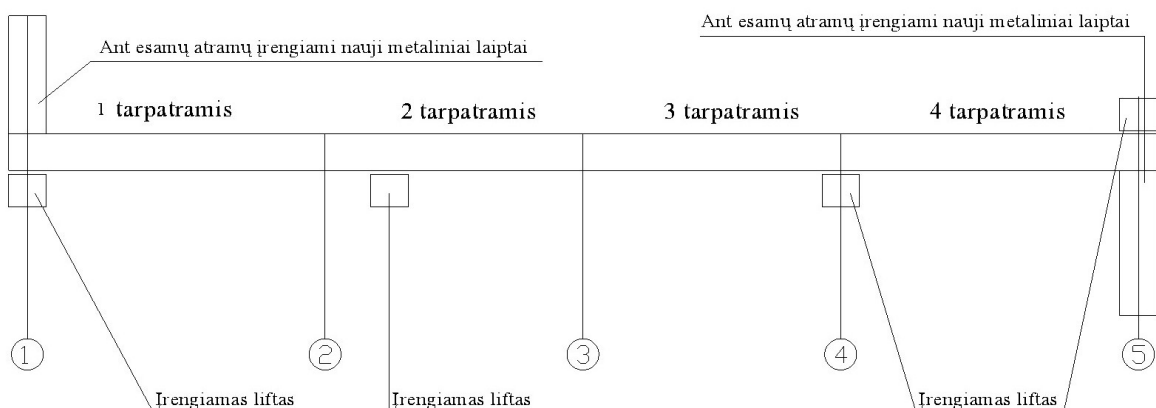
PRM TSS reikalavimus būtina parengti viaduko kapitalinio remonto projektą, kuriame būtų numatyta atlikti šiuos remonto darbus:

- demontuoti esamus pakloto elementus (nuardyti esamus metalinius turėklus, nuardyti esamą einamosios dalies dangą, nuardyti esamą (jei jis yra) hidroizoliacijos sluoksnį, išardyti esamas deformacinių pjūvių konstrukcijas;
- nuardžius pakloto elementus po 20 cm nuo perdangos plokštės kraštų nukapoti pažeistą perdangos plokštės betoną;
- vietoje nukapoto betono, sumontavus klojinį, po 20 cm į šonus išbetonuoti naujus perdangos plokštės kraštus, tačiau bendras plokštės plotis po remonto turi išlikti toks pats, koks buvo prieš remontą;
- nekeičiant perdangos savojo svorio įrengti naujus pakloto elementus: (naują hidroizoliacijos sluoksnį (1 cm storio), naujus bituminius deformacinius pjūvius, naują asfaltbetonio dangą (2 cm storio), naujus stiklo pluošto kompozito turėklus;
- sustiprinti II atramos kolonas ir rostverką;
- perdangoje virš I, III ir IV atramų įrengti naujus apšvietimo stulpus su visais įvadais;
- remontiniais betono mišiniais suremontuoti pažeistas perdangos ir atramų elementų vietas (žr. 2 skyrių, viaduko apžiūra);
- ties I atrama nuardyti pažeistus g/b laiptų elementus (laiptų turėklus, g/b laiptų maršus ir g/b laiptasijas), tačiau būtina palikti esamas atramas ir atramų elementus, kurie laiko laiptasijas;
- ties I atrama, miesto pusėje, būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;
- būtina išardyti g/b laiptų konstrukcijas (laiptų turėklus, g/b laiptų pakopas, g/b laiptų maršus, g/b laiptasijas ir jas laikančias atramas bei jų pamatus) tarp II ir III atramų. Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;
- būtina išardyti g/b laiptų konstrukcijas (laiptų turėklus, g/b laiptų pakopas, g/b laiptų maršus, g/b laiptasijas ir jas laikančias atramas bei jų pamatus) ties IV atrama. Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;
- ties V atrama nuardyti pažeistus g/b laiptų elementus (laiptų turėklus, g/b laiptų maršus ir g/b laiptasijas), tačiau būtina palikti esamas atramas ir atramų elementus, kurie laiko laiptasijas.

Esama viaduko situacija iš viršaus pateikta 9.1 pav. Siūlomo projektuoti viaduko situacija iš viršaus pateikta 9.2 pav.



9.1 pav. Esama viaduko su laiptais situacija



9.2 pav. Projektuojamo viaduko su laiptais ir liftais situacija

Darbų kiekių žiniaraštis siekiant užtikrinti saugų viaduko naudojimą pagal jo detalios apžiūros rezultatus ir siekiant statinį pritaikyti žmonėms su negalia pagal PRM TSS reikalavimus pateiktas 9.1 lentelėje.

9.1 lentelė. Darbų kiekių žiniaraštis

Eil. Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Elementų kiekis	Bendras kiekis
<b>PAKLOTO REMONTO DARBAI</b>				
1	Esamų metalinių turėklų nuardymas (98 m)	kg	2	3920
2	Esamų deformacinių pjūvių išardymas (4 vnt.)	vnt.	4	4
3	Einamosios dangos išardymas	m <sup>3</sup>	-	6,27
4	Seno hidroizoliacinio sluoksnio išardymas	m <sup>2</sup>	-	313,60
5	Perdangos plokštės kraštų nuardymas po 20 cm iš abiejų šonų	m <sup>3</sup>	-	3,53
6	Perdangos plokštės kraštų atstatymas (C30/37 klasės betonu) po 20 cm iš abiejų šonų	m <sup>3</sup>	-	3,53

## 9.1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Elementų kiekis	Bendras kiekis
7	Perdangos plokštės kraštų apskardinimas suformuojant vandens nubėgimo laštakus	m	–	196
8	Naujų bituminių deformacinių pjūvių įrengimas	vnt.	4	4
9	Naujo hidroizoliacinio sluoksnio (1 cm storio) įrengimas	m <sup>2</sup>	–	313,60
10	Naujos asfaltbetonio dangos (2 cm storio) paklojimas	m <sup>3</sup>	–	6,27
11	Naujų stiklo pluošto kompozito turėklų įrengimas (98 m)	m	2	1274
12	Naujų apšvietimo stulpų įrengimas	vnt.	3	3
<b>PERDANGOS REMONTO DARBAI</b>				
13	Antro tarpatramio perdangos 2 sijos remontas remontiniu betono mišiniu	m <sup>3</sup>	1	0,012
14	Antro tarpatramio perdangos sijos 2V briaunos remontas remontiniu betono mišiniu	m <sup>3</sup>	1	0,013
15	Trečiojo tarpatramio perdangos sijos sienutės remontas remontiniu betono mišiniu	m <sup>3</sup>	1	0,001
<b>VIADUKO KOLONŲ IR PAMATŲ REMONTO – STIPRINIMO DARBAI</b>				
16	Antros atramos kolonų supleišėjusio betono nukapojimas	m <sup>3</sup>	2	0,128
17	Antros atramos kolonų pagrindinių ir pagalbinių armatūros strypų valymas su smėliasrove	m <sup>2</sup>	2	3,20
18	Antros atramos kolonų stiprinimas betonas armatūra	m <sup>3</sup> kg	2	1,2 220
19	Antros atramos rostverko stiprinimas betonas armatūra	vnt. m <sup>3</sup> kg	1	1,60 130
20	Trečios atramos kolonų pamato remontas remontiniais betono mišiniais	m <sup>2</sup>	1	1,60
21	Penktos atramos rygelio mechaninės pažaidos remontas remontiniu betono mišiniu	m <sup>3</sup>	1	0,002
<b>VIADUKO GELŽBETONINIŲ LAIPTŲ REMONTAS</b>				
<b>Laiptai ties I atrama</b>				
22	Gelžbetoninių laiptų ties I atrama turėklų išardymas	kg	2	951,60
23	Gelžbetoninių laiptų maršų ties I atrama išardymas	m <sup>3</sup>	–	8,153
24	Gelžbetoninių laiptų aikštelių ties I atrama išardymas	m <sup>3</sup>	4	3,192
25	Gelžbetoninių laiptų laiptasijų ties I atrama išardymas	m <sup>3</sup>	4	3,73
26	Naujo plieninio laiptasijų karkaso įrengimas ant esamų atramų: valciuoti profiliai, juostinis plienas S355, S275 cinkuoti varžtai M12/ M16 paviršiaus padengimas cinku paviršiaus dažymas	vnt. kg kg m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	2	2 8000 55/40 238 238

## 9.1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Elementų kiekis	Bendras kiekis
27	Surenkamos naujos gelžbetoninės aikštelės:	vnt.	4	4
	betonas C30/37			
	aikštelių paviršių dažymas apsauginiais dažais	m <sup>3</sup>		3,192
	epoksidinė danga su kvarco smėlio pabarstu	m <sup>2</sup>		16,80
	h = 8 mm	m <sup>2</sup>		16,80
	cinkuoti tvirtinimo elementai M16	vnt.		70
28	Surenkami gelžbetoniniai maršai:	vnt.	4	4
	betonas C30/37 XC2 XF3	m <sup>3</sup>		9,50
	maršų paviršių dažymas apsauginiais dažais	m <sup>2</sup>		58,0
	epoksidinė danga su kvarco smėlio pabarstu	m <sup>2</sup>		61,0
	h = 8 mm			
29	Cinkuotų plieninių turėklų įrengimas: plienas S235	kg	2	951,60
<b>Lifto šachtos ir lifto ties I atrama įrengimas</b>				
30	Gręžtinių polių įrengimas:	m	6	48
	gręžtiniai poliai Ø450, l = 8,0 m	kg	–	800
	armatūra S500	m <sup>3</sup>	–	7,65
	betonas C25/30 XC2			
31	Gelžbetoninio monolitinio pamato įrengimas:	vnt.	1	
	sutankintas skaldos sluoksnis t = 200 mm	m <sup>3</sup>		1,75
	betonas C30/37 XC2 XF3	m <sup>3</sup>		6,0
	armatūra S500	kg		525
	cinkuoti inkariniai varžtai M16x700	vnt.		26,50
	cinkuotas plienas S235	kg		18
	teptinė hidroizoliacija 2 sl.	m <sup>2</sup>		21
polistireninis putplastis 10 cm storio	m <sup>3</sup>		1,0	
32	Plieninis lifto karkasas:	vnt.	1	1
	plienas S355	kg		3800
	paviršiaus dažymas	m <sup>2</sup>		85
33	Keleivinio lifto konstrukcija	vnt.		1
<b>Laiptai tarp II ir III atramų</b>				
34	Gelžbetoninių laiptų tarp II ir III atramų turėklų išardymas	kg	2	951,60
35	Gelžbetoninių laiptų maršų tarp II ir III atramų išardymas	m <sup>3</sup>	–	8,153
36	Gelžbetoninių laiptų aikštelių tarp II ir III atramų išardymas	m <sup>3</sup>	–	3,192
37	Gelžbetoninių laiptų laiptasijų tarp II ir III atramų išardymas	m <sup>3</sup>	4	3,73
38	Gelžbetoninių laiptų kolonų po laiptasijomis išardymas	m <sup>3</sup>	1	0,33
<b>Lifto šachtos ir lifto tarp II ir III atramų (vietoje išardytų laiptų) įrengimas</b>				
39	Gręžtinių polių įrengimas:	m	6	48
	gręžtiniai poliai Ø450, l = 8,0 m	kg	–	800
	armatūra S500	m <sup>3</sup>	–	7,65
	betonas C25/30 XC2			

## 9.1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Elementų kiekis	Bendras kiekis
40	Gelžbetoninio monolitinio pamato įrengimas:	vnt.	1	
	sutankintas skaldos sluoksnis t = 200 mm	m <sup>3</sup>		1,75
	betonas C30/37 XC2 XF3	m <sup>3</sup>		6,0
	armatūra S500	kg		525
	cinkuoti inkariniai varžtai M16x700	vnt.		26,50
	cinkuotas plienas S235	kg		18
	teptinė hidroizoliacija 2 sl.	m <sup>2</sup>		21
polistireninis putplastis 10 cm storio	m <sup>3</sup>		1,0	
41	Plieninis lifto karkasas:	vnt.	1	1
	plienas S355	kg		3800
	paviršiaus dažymas	m <sup>2</sup>		85
42	Keleivinio lifto konstrukcija	vnt.	1	1
<b>VIADUKO GELŽBETONINIŲ LAIPTŲ REMONTAS</b>				
<b>Laiptai ties IV atrama</b>				
43	Gelžbetoninių laiptų ties IV atrama turėklų išardymas	kg	2	951,60
44	Gelžbetoninių laiptų maršų ties IV atrama išardymas	m <sup>3</sup>	–	8,153
45	Gelžbetoninių laiptų aikštelių ties IV atrama išardymas	m <sup>3</sup>	4	3,192
46	Gelžbetoninių laiptų laiptasijų ties IV atrama išardymas	m <sup>3</sup>	4	3,73
47	Gelžbetoninių laiptų kolonų po laiptasijomis išardymas	m <sup>3</sup>	1	0,33
<b>Lifto šachtos ir lifto ties IV atrama (vietoje išardytų laiptų) įrengimas</b>				
48	Gręžtinių polių įrengimas:	m	6	48
	gręžtiniai poliai Ø450, l = 8,0 m	kg	–	800
	armatūra S500	m <sup>3</sup>	–	7,65
49	betonas C25/30 XC2			
	Gelžbetoninio monolitinio pamato įrengimas:	vnt.	1	
	sutankintas skaldos sluoksnis t = 200 mm	m <sup>3</sup>		1,75
	betonas C30/37 XC2 XF3	m <sup>3</sup>		6,0
	armatūra S500	kg		525
	cinkuoti inkariniai varžtai M16x700	vnt.		26,50
	cinkuotas plienas S235	kg		18
teptinė hidroizoliacija 2 sl.	m <sup>2</sup>		21	
polistireninis putplastis 10 cm storio	m <sup>3</sup>		1,0	
50	Plieninis lifto karkasas:	vnt.	1	1
	plienas S355	kg		3800
	paviršiaus dažymas	m <sup>2</sup>		85
51	Keleivinio lifto konstrukcija	vnt.	1	1
<b>Laiptai ties V atrama</b>				
52	Gelžbetoninių laiptų ties IV atrama turėklų išardymas	kg	2	951,60
53	Gelžbetoninių laiptų maršų ties IV atrama išardymas	m <sup>3</sup>	–	8,153
54	Gelžbet. laiptų aikštelių ties IV atrama išardymas	m <sup>3</sup>	4	3,192

## 9.1 lentelės tęsinys

Eil. Nr.	Pavadinimas ir techninės charakteristikos	Mato vnt.	Elementų kiekis	Bendras kiekis
55	Gelžbetoninių laiptų laiptasijų ties V atrama išardymas	m <sup>3</sup>	4	3,73
56	Naujo plieninio laiptasijų karkaso įrengimas ant esamų atramų: valciuoti profiliai, juostinis plienas S355, S275 cinkuoti varžtai M12 cinkuoti varžtai M16 paviršiaus padengimas cinku paviršiaus dažymas	vnt. kg kg kg m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	2	2 8000 55 40 238 238
<b>Laiptai ties V atrama (jei būtų pasirinktas g/b laiptų variantas)</b>				
57	Surenkamos naujos gelžbetoninės aikštelės: betonas C30/37 aikštelių paviršių dažymas apsauginiais dažais epoksidinė danga su kvarco smėlio pabarstu h = 8 mm cinkuoti tvirtinimo elementai M16	vnt. m <sup>3</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup> vnt.	4	4 3,192 16,80 16,80 70
58	Surenkami gelžbetoniniai maršai: betonas C30/37 XC2 XF3 maršų paviršių dažymas apsauginiais dažais epoksidinė danga su kvarco smėlio pabarstu h = 8 mm	vnt. m <sup>3</sup> m <sup>2</sup> m <sup>2</sup>	4	4 9,50 58,0 61,0
59	Cinkuotų plieninių turėklų įrengimas: plienas S235	kg		951,60

## **10. IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS**

### **PAGAL APŽIŪROS REZULTATUS**

Viaduko apžiūros metu detaliai apžiūrėjus pakloto, perdangos, atramų ir prietilčių elementus nustatyta, kad:

#### **Paklotas**

- neįrengta perdangos sijų deformacinių pjūvių konstrukcija;
- neįrengta lietaus vandens surinkimo sistema. Vanduo nuo viaduko nubėga per jo sijų plokščių galus ir drėkina perdangos plokštes;
- apie hidroizoliacijos tipą duomenų nėra, tačiau manome, kad ji bituminė, teptinė. Vandens prasisunkimo požymių nerasta;
- asfalto danga supleišėjusi, ties viaduko kraštais suirusi;
- turėklų elementai perdažyti, tačiau gausu korozijos židinių, jų daugiau ties statramsčių įtvirtinimo vietomis;

#### **Perdanga**

- perdangos sijų bendra būklė yra gera;
- perdangos sijų plokščių kraštai (sijų išorinių plokščių kraštai) patakuoti, vietomis apirę;
- dviejose sijose yra mechaninių pažeidimų, kurios keliamajai galiai įtakos šiuo metu neturi.

#### **Atramos**

- bendra atramų būklė yra gera, išskyrus antrą atramą;
- pirmoje ir ketvirtoje atramos pažeidimų nerasta;
- antros atramos abi kolonos apatinėje dalyje (ties pamato rostverku) supleišėjusios. Nustatyta, kad šios atramos kolonų posvyriai yra artimi ribiniams;
- antros ir trečios atramų pamatų rostverkuose yra atsivėrę vertikalios krypties plyšiai;
- penktoje atramoje užfiksuotos nedidelės rygelio pažeidimos;
- atraminių guolių būklė yra gera.

#### **Laiptai**

- visų laiptų būklė yra patenkinama;
- laiptų sujungimuose su viaduku neįrengta deformacinių pjūvių konstrukcija;
- laiptasijų ir maršo plokščių konstrukcijos supleišėjusios dėl armatūros korozijos, koroduoja laiptasijas jungiančios skersinės sijos armatūra;
- laiptų pakopų paviršiai apirę (vietomis apirę ne tik paviršiai, bet ir pakopos), aikštelių asfalto danga apirusi, supleišėjusi;
- laiptų pakopas aprėminantis kampuotis iškilęs aukščiau pakopų paviršiaus, nesaugu vaikščioti;

– laiptų turėklai, nors ir perdažyti, tačiau pažeisti korozijos.

**Apibendrinanti vizualinės apžiūros išvada:** apibendrinant pėsčiųjų viaduko apžiūros rezultatus nustatyta, kad bendra statinio (atramų ir perdangos) būklė yra gera, išskyrus antros atramos kolonas ties rostverku, kur atsivėrę plyšiai dėl atramos posvyrio, kuris artimas ribiniam. Laiptų būklė dar yra patenkinama, bet labai artima blogai.

## **PAGAL PERDANGOS IR ATRAMŲ MEDŽAIAGŲ TYRIMU REZULTATUS**

Neardomaisiais metodais ištyrus viaduko perdangos, atramų, atramų kolonų ir laiptus laikančių atramų betono stiprį gniuždant nustatyta, kad:

- perdangos sijų betono stipris gniuždant atitinka C30/37 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- I ir III atramų kolonų stipris gniuždant atitinka C40/50 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- II atramos kolonų stipris gniuždant atitinka C35/45 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- IV ir V atramų kolonų stipris gniuždant atitinka C50/60 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- tarp II ir III atramų laiptus laikančių kolonų stipris gniuždant atitinka C20/25 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005. Šių kolonų stipris yra ženkliai mažesnis nei kitų, tačiau šiose kolonose užfiksuota didelė karbonizacija;
- I, II, III, IV ir V atramų rostverkų stipris gniuždant atitinka C45/55 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- tarp II ir III atramų laiptus laikančių kolonų rostverko betono stipris gniuždant atitinka C20/25 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- laiptasijų ties I, ties IV ir laiptasijų tarp II ir III atramų sijų betono stipris gniuždant atitinka C30/37 klasės betono stiprį gniuždant pagal STR 2.05.05:2005;
- apibendrinant viadukui atliktų tyrimų rezultatus nustatyta, kad perdangos sijų betono stipris gniuždant atitinka C30/37 klasės betono stiprį gniuždant, visų atramų ir atramų rostverkų (išskyrus kolonas ir rostverką tarp II ir III atramų) betono stipris gniuždant yra tarp C35/45 ir C50/60.
- viaduko perdangos, atramų, atramų rostverkų (išskyrus kolonas ir rostverką tarp II ir III atramų) ir laiptų laiptasijų neardomaisiais metodais išmatuoti faktiniai betono stipriai gniuždant atitinka projektinius stiprius.

## **PAGAL PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO KOKYBINIŲ RODIKLIŲ TYRIMU**

### **REZULTATUS**

Išanalizavus matavimų rezultatus nustatyta, kad perdangos sijų, atramų konstrukcijų ir laiptų maršų konstrukcijų betonas mažai paveikta karbonizacijos procesų, išskyrus 2 atramos kolonas, kur karbonizacijos procesai jau yra pažengę.

## **PAGAL PERDANGOS IR ATRAMŲ BETONO APSAUGINIŲ SLUOKSNIŲ STORIŲ**

### **TYRIMŲ REZULTATUS**

Viaduko apžiūros metu išmatavus kolonų ir perdangų sijų apsauginius betono sluoksnio storius nustatyta, kad:

- viaduko kolonų rostverkų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 38,0 mm;
- viaduko kolonų rostverkų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagalbinės armatūros – 18,0 mm;
- viaduko kolonų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 38 – 51 mm;
- viaduko kolonų apsauginis betono sluoksnio storis iki pagalbinės armatūros – 25 mm;
- viaduko perdangos plokščių apsauginis betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros – 60 mm;

Išanalizavus viaduko laikančiųjų konstrukcijų skenavimo rezultatus nustatyta, kad visose konstrukcijose apsauginio betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros yra pakankamas, konstrukcijose pamatuoti apsauginių sluoksnių storiai sutampa su tipiniame projekte [1] pateiktais storiais.

## **PAGAL PERDANGOS DEFORMACIJŲ TYRIMO REZULTATUS**

Išanalizavus viaduko perdangų sijų niveliacijos rezultatus nustatyta, kad:

- pirmojo tarpatramio perdangos sijų vidutinis išlinkis į viršų yra +6,25 mm;
- antrojo tarpatramio perdangos sijų vidutinis išlinkis į viršų yra +40,50 mm;
- trečiojo tarpatramio perdangos sijų vidutinis išlinkis į viršų yra +50,0 mm;
- ketvirtojo tarpatramio perdangos sijų vidutinis išlinkis į viršų yra +11,75 mm.

Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje visų tarpatramių perdangų sijos yra išlinkusios į viršų ir tenkina LST EN 1990:2002 A1:2005 ir CH 200-62 normų reikalavimus.

## **PAGAL VIADUKO ATRAMŲ POSVYRIŲ TYRIMO REZULTATUS**

Pagal viaduko atramų posvyrių tyrimo rezultatus nustatyta, kad visose kolonose yra užfiksuoti posvyriai x ir y kryptimis. Kadangi nėra ankstesnių viaduko kolonų posvyrių tyrimų rezultatų, todėl negalima objektyviai įvertinti gautų rezultatų. Gali būti, kad kolonos jų montavimo metu jau buvo sumontuotos su šiais posvyriais.

Pagal STR 1.03.01:2016 „Statybiniai tyrimai. Statinio avarija“, ribinis kolonos posvyris yra  $(1/100) \times l_{sk}$ . Didžiausi kolonų posvyriai užfiksuoti 2 atramos kolonose išilgine viaduko kryptimi. Nustatyti kolonų posvyriai – 64 mm ir 56 mm yra artimi ribiniam kolonos posvyriui  $(1/100) \times l_{sk}$ , kurio dydis 70 mm. Kolonos yra pasvirusios į tą pusę, kurioje atsivėrę plyšiai, todėl galima teigti, kad jų supleišėjimo priežastis betono leistinų gniuždymo įtempių viršijimas.

Kitų viaduko kolonų posvyriai žymiai mažesni.

## **PAGAL VIADUKO PERDANGOS ĮRAŽŲ TEORINIUS SKAIČIAVIMO REZULTATUS**

Pagal viaduko pirmojo tarpatramio perdangos įrašų teorinius skaičiavimo rezultatus nuo LST EN 1991-1 ir projektinių apkrovų nustatyta, kad:

- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $M_{ch} = 1140 + 632 = 1772$  kNm yra apie 9% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ( $M_{ch} = 1629$  kNm);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $M_{sk} = 1274 + 853 = 2127$  kNm yra apie 8% didesnis lyginant su lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ( $M_{ch} = 1962$  kNm);
- pirmojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $RF = 2458 / 2127 = 1,16$ ;
- pirmojo tarpatramio perdangos suminis įlinkis (70,9 mm), apskaičiuotas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1, yra apie 9% didesnis lyginant su perdangos įlinkiu (65,3 mm), apskaičiuotu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal tipinį projektą.

Pagal viaduko antrojo tarpatramio perdangos įrašų teorinius skaičiavimo rezultatus nuo LST EN 1991-1 ir projektinių apkrovų nustatyta, kad:

- antrojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis charakteristinis lenkimo momentas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $M_{ch} = 749 + 415 =$

1164 kNm yra apie 9% didesnis lyginant su charakteristiniu lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ( $M_{ch} = 1070$  kNm);

- antrojo tarpatramio perdangos sijos viduryje suminis skaičiuojamasis lenkimo momentas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $M_{sk} = 837 + 558 = 1395$  kNm yra apie 8% didesnis lyginant su skaičiuojamuoju lenkimo momentu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų ( $M_{ch} = 1289$  kNm);
- antrojo tarpatramio perdangos sijos stiprumo atsargos koeficientas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 –  $RF = 1937 / 1395 = 1,39$ ;
- antrojo tarpatramio perdangos suminis įlinkis (33,0 mm), apskaičiuotas nuo nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal LST EN 1991-1 apkrovas, yra apie 9% didesnis lyginant su perdangos įlinkiu (30,3 mm), apskaičiuotu nuo projektinių nuolatinių ir kintamų apkrovų poveikio pagal tipinį projektą.

Pagal viaduko įrašų ir deformacijų teorinių skaičiavimų rezultatus nustatyta, kad jį galima saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai ( $5 \text{ kN/m}^2$  pagal LST EN 1991-1), nes bendra perdangos sijų būklė yra gera, visos sijos turi statybinę pakylą ir jų stiprumas yra pakankamas.

### **PAGAL VIADUKO DINAMINIO BANDYMO REZULTATUS**

Pagal viaduko pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangų dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad:

- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – 2,50 Hz, antrojo tarpatramio perdangos I formos vertikalių savųjų svyravimų vidutinis dažnis – 2,10 Hz. Abiejų tarpatramių perdangų vertikalių svyravimų dažniai tenkina LST EN 1991-2/NA reikalavimus. Pagal LST EN 1991-2/NA pėsčiųjų apkrovų dinaminiai modeliai nepateikiami;
- viaduko pirmojo ir antrojo tarpatramių perdangų dinaminio bandymo metu užfiksuotas labai silpnas horizontalių virpesių dažnis, artimas triukšmui, todėl šia kryptimi dinaminė analizė nebuvo atlikta. Viaduko tipiniame projekte [1] taip pat nenurodomas horizontalių virpesių periodas (27 m ir 22 m);
- dinaminio bandymo metu užfiksuotas viaduko pirmojo tarpatramio perdangos (27,0 m) vertikalių savųjų svyravimų periodas be apkrovos (0,39 s) ir su 3 žmonių minios apkrova (0,45 s) sutampa su viaduko tipiniame projekte [1] pateiktu vertikalių svyravimų periodu be apkrovos (0,40 s) ir su apkrova (0,43 s);
- viaduko antrojo tarpatramio perdangos vertikalių savųjų svyravimų periodo (0,48 s) palyginti su projektiniu nėra galimybės, nes tipiniame projekte [1] pateikiami 27 m ir

24 m ilgio sijų savųjų svyravimų periodai, o antrojo tarpatramio perdangos ilgis yra 22,0 m;

- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką ( $0,638 \text{ m/s}^2$ ) tenkina EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus vertikaliesiems svyravimams pagreičiai yra leistini iki  $0,7 \text{ m/s}^2$ . Viaduko perdanga komfortiška pėsčiųjų eismui;
- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei vienu metu pašokant ir vienu metu nusileidžiant ant viaduko perdangos ( $0,804 \text{ m/s}^2$ ). Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus smūgio metu sukeltiems vertikaliesiems svyravimams pagreičiai nepateikiami;
- viaduko antrojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei normaliu žingsniu einant per viaduką ( $0,137 \text{ m/s}^2$ ) tenkina EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus vertikaliesiems svyravimams pagreičiai yra leistini iki  $0,7 \text{ m/s}^2$ . Antrojo tarpatramio perdanga yra komfortiška pėsčiųjų eismui;
- viaduko antrojo tarpatramio perdangos didžiausias vertikalių svyravimų pagreitis užregistruotas 3 žmonių grupei vienu metu pašokant ir vienu metu nusileidžiant ant viaduko perdangos ( $0,402 \text{ m/s}^2$ ). Pagal EN 1990:2002/A1 reikalavimus smūgio metu sukeltiems vertikaliesiems svyravimams pagreičiai nepateikiami;
- viaduko pirmojo tarpatramio perdangos mažiausias vertikalių svyravimų slopinimo koeficientas užfiksuotas bandymo metu –  $\xi = 0,008$ , o antrojo tarpatramio perdangos mažiausias vertikalių svyravimų slopinimo koeficientas užfiksuotas bandymo metu –  $\xi = 0,045$ . Užsienio literatūroje nurodoma, kad nesupleišėjusių gelžbetoninių tiltų perdangų slopinimo koeficientai kinta ribose nuo 0,002 iki 0,003. Bandymo metu gauti abiejų tarpatramių perdangų slopinimo koeficientai yra didesni už pateikiamus literatūroje, o tai rodo, kad viaduko perdangose nepasireiškia nuovargio požymių;
- apibendrinant pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad viaduko perdanga tenkina LST EN 1991-2/NA ir EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Viaduko perdangą galima saugiai eksploatuoti pėsčiųjų eismui.

## **PAGAL PERDANGOS ATITIKIMĄ PIRMAM IR ANTRAM RIBINIAMS BŪVIAMS**

Pėsčiųjų viaduko perdanga tenkina saugos (I – ojo ribinio būvio) ir tinkamumo (II – ojo ribinio būvio) reikalavimus pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

### **DĖL PĖSČIŪJŲ VIADUKO PRITAIKYMO ŽMONĖMS SU NEGALIA PAGAL PRM TSS REIKALAVIMUS**

Pagal viaduko apžiūros rezultatus nustatyta, kad bendra statinio būklė yra gera, išskyrus antros atramos konstrukcijas. Norint viaduką saugiai eksploatuoti ir pritaikyti žmonių su negalia poreikiams pagal PRM TSS reikalavimus būtina parengti viaduko kapitalinio remonto projektą, kuriame būtų numatyta atlikti šiuos remonto darbus:

- sustiprinti antros atramos kolonas ir rostverką;
- demontuoti esamus pakloto elementus: nuardyti esamus metalinius turėklus (arba juos nušveisti ir perdažyti), nuardyti esamą einamosios dalies dangą, nuardyti esamą (jei jis yra) hidroizoliacijos sluoksnį, išardyti esamas deformacinių pjūvių konstrukcijas;
- nuardžius pakloto elementus po 20 cm nuo perdangos plokštės kraštų nukapati pažeistą perdangos plokštės betoną;
- vietoje nukapoto betono, sumontavus klojinį, po 20 cm į šonus išbetonuoti naujus perdangos plokštės kraštus, tačiau bendras plokštės plotis po remonto turi išlikti toks pats, koks buvo prieš remontą;
- nekeičiant perdangos savojo svorio įrengti naujus pakloto elementus: (naują hidroizoliacijos sluoksnį (1 cm storio), naujus bituminius deformacinius pjūvius, naują asfaltbetonio dangą (2 cm storio), naujus stiklo pluošto kompozito turėklus);
- perdangoje virš I, III ir IV atramų įrengti naujus apšvietimo stulpus su visais priedais;
- remontiniais betono mišiniais suremontuoti pažeistas perdangos ir atramų elementų vietas (žr. 2 skyrių, viaduko apžiūra);
- ties I atrama nuardyti pažeistus g/b laiptų elementus (laiptų turėklus, g/b laiptų maršus ir g/b laiptasijas), tačiau būtina palikti esamas atramas ir atramų elementus, kurie laiko laiptasijas;
- ties I atrama, miesto pusėje, būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;
- būtina išardyti g/b laiptų konstrukcijas (laiptų turėklus, g/b laiptų pakopas, g/b laiptų maršus, g/b laiptasijas ir jas laikančias atramas bei jų pamatus) tarp II ir III atramų. Vietoje

išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;

- būtina išardyti g/b laiptų konstrukcijas (laiptų turėklus, g/b laiptų pakopas, g/b laiptų maršus, g/b laiptasijas ir jas laikančias atramas bei jų pamatus) ties IV atrama. Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;
- ties V atrama nuardyti pažeistus g/b laiptų elementus (laiptų turėklus, g/b laiptų maršus ir g/b laiptasijas), tačiau būtina palikti esamas atramas ir atramų elementus, kurie laiko laiptasijas.

## **APIBENDRINTOS VIADUKO RADVILIŠKIO GELEŽINKELIO STOTYJE IŠVADOS IR REKOMENDACIJOS**

- Viaduko apžiūros metu nustatyta, kad pakloto elementų būklė patenkinama, perdangos ir atramų elementų būklė yra gera, išskyrus antrą atramą. Laiptų būklė yra patenkinama, tačiau labai artima blogai.
- Atlikus viaduke panaudotų medžiagų tyrimus nustatyta, kad perdangos sijų betono stipris gniuždant atitinka C30/37 klasės betono stiprį gniuždant, visų atramų ir atramų rostverkų (išskyrus kolonas ir rostverką tarp II ir III atramų) betono stipris gniuždant yra tarp C35/45 ir C50/60.
- Išanalizavus viaduko laikančiųjų konstrukcijų skenavimo rezultatus nustatyta, kad visose konstrukcijose apsauginio betono sluoksnio storis iki pagrindinės armatūros yra pakankamas.
- Pėsčiųjų viaduko Radviliškio geležinkelio stotyje visų tarpatramių perdangų sijos yra išlinkusios į viršų ir tenkina LST EN 1990:2002 A1:2005 ir CH 200-62 normų reikalavimus.
- Pagal dinaminio bandymo rezultatus nustatyta, kad viaduko perdanga tenkina LST EN 1991-2/NA ir EN 1990:2002/A1 reikalavimus. Viaduko perdangą galima saugiai eksploatuoti pėsčiųjų eismui.
- Pagal viaduko įrašų ir deformacijų teorinių skaičiavimų rezultatus nustatyta, kad, sustiprinus antrą atramą, jį galima saugiai eksploatuoti didesnei kintamai žmonių minios apkrovai (5 kN/m<sup>2</sup> pagal LST EN 1991-1), nes bendra perdangos sijų būklė yra gera, visos sijos turi statybinę pakylą ir jų stiprumas yra pakankamas.
- Pėsčiųjų viaduko perdanga tenkina saugos (I – ojo ribinio būvio) ir tinkamumo (II – ojo ribinio būvio) reikalavimus pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.
- Viaduko atramos, išskyrus antrąją atramą, tenkina saugos (I – ojo ribinio būvio) ir tinkamumo (II – ojo ribinio būvio) reikalavimus pagal STR 2.05.04:2003 „Poveikiai ir apkrovos“.

- Nustatyti antros atramos kolonų posvyriai – 64 mm ir 56 mm yra artimi ribiniam kolonos posvyriui, kurio dydis pagal STR 1.03.01:2016 „Statybiniai tyrimai. Statinio avarija“  $(1/100) \times I_{sk} = 70$  mm. Kolonos yra pasvirusios į tą pusę, kurioje atsivėrę plyšiai, todėl galima teigti, kad jų supleišėjimo priežastis gali būti betono leistinių gniuždymo įtempių viršijimas.

## REKOMENDACIJOS

Atsižvelgiant į viaduko apžiūros ir atramų posvyrių tyrimų rezultatus rekomenduojame iki viaduko kapitalinio remonto laikinomis priemonėmis, taikant paprastąjį viaduko remontą, suvaržyti antros atramos kolonų posvyrius išilgine viaduko kryptimi. Vienas iš galimų kolonų posvyrių suvaržymo būdų yra laikinų metalinių templeių įrengimas priešingoje kolonų pasvirimo pusėje, inkaruojant templeis į kolonos pamatą. Metalinėms templems gali būti naudojami 20 mm skersmens strypai arba trosai, kurie viduryje turi metalinę movą templeių įtempimo kontroliavimui. Kiekvienai antros atramos kolonai rekomenduojame naudoti po dvi metalines templeis.

Iki viaduko antros atramos remonto būtina stebėti kolonų posvyrius, juos matuojant ne rečiau, kaip kartą per du mėnesius. Pastebėjus posvyrių didėjimą, ir pasiekus posvyriui ribinę reikšmę (70 mm), būtina uždaryti pėsčiųjų eismą viaduku ir imtis skubių atramos stiprinimo priemonių.

Viaduko kapitalinio remonto metu atramos kolonų stiprinimas galėtų būti jų skerspjūvio padidinimas betonuojant ir papildomai armuojant kolonas.

Pritaikant žmonių su negalia poreikiams pagal PRM TSS reikalavimus reikia parengti viaduko kapitalinio remonto projektą, kuriame būtų numatyta atlikti šiuos remonto darbus:

- sustiprinti antros atramos kolonas ir rostverką;
- demontuoti esamus pakloto elementus: nuardyti esamus metalinius turėklus (arba nušveisti ir perdažyti esamus), nuardyti esamą einamosios dalies dangą, nuardyti esamą (jei jis yra) hidroizoliacijos sluoksnį, išardyti esamas deformacinių pjūvių konstrukcijas;
- nuardžius pakloto elementus po 20 cm nuo perdangos plokštės kraštų nukapati pažeistą perdangos plokštės betoną;
- vietoje nukapoto betono, sumontavus klojinį, po 20 cm į šonus išbetonuoti naujus perdangos plokštės kraštus, tačiau bendras plokštės plotis po remonto turi išlikti toks pats, koks buvo prieš remontą;
- nekeičiant perdangos savojo svorio įrengti naujus pakloto elementus: (naują hidroizoliacijos sluoksnį (1 cm storio), naujus bituminius deformacinius pjūvius, naują asfaltbetonio dangą (2 cm storio), naujus stiklo pluošto kompozito turėklus (arba suremontuoti esamus);
- perdangoje virš I, III ir IV atramų įrengti naujus apšvietimo stulpus su visais priedais;

- remontiniais betono mišiniais suremontuoti pažeistas perdangos ir atramų elementų vietas (žr. 2 skyrių, viaduko apžiūra);
- ties I atrama nuardyti pažeistus g/b laiptų elementus (laiptų turėklus, g/b laiptų maršus ir g/b laiptasijas), tačiau būtina palikti esamas atramas ir atramų elementus, kurie laiko laiptasijas. Vietoje nuardytų g/b laiptų ant esamų atramų reikia įrengti naujus metalinius laiptus. Įrašos į atramas nuo naujų konstrukcijų nuosavo svorio ir laikinos apkrovos, turi būti ne didesnės, kaip įrašos nuo buvusių apkrovų. Jei įrašos didesnės, laiptų atramas reikia stiprinti;
- ties I atrama, miesto pusėje, reikia įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;
- reikia išardyti g/b laiptų konstrukcijas (laiptų turėklus, g/b laiptų pakopas, g/b laiptų maršus, g/b laiptasijas ir jas laikančias atramas bei jų pamatus) tarp II ir III atramų. Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;
- reikia išardyti g/b laiptų konstrukcijas (laiptų turėklus, g/b laiptų pakopas, g/b laiptų maršus, g/b laiptasijas ir jas laikančias atramas bei jų pamatus) ties IV atrama. Vietoje išardytų g/b laiptų būtina įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;
- ties V atrama nuardyti pažeistus g/b laiptų elementus (laiptų turėklus, g/b laiptų maršus ir g/b laiptasijas), tačiau reikia palikti esamas atramas ir atramų elementus, kurie laiko laiptasijas. Vietoje nuardytų g/b laiptų ant esamų atramų reikia įrengti naujus metalinius laiptus. Įrašos į atramas nuo naujų konstrukcijų nuosavo svorio ir laikinos apkrovos, turi būti ne didesnės, kaip įrašos nuo buvusių apkrovų. Jei įrašos didesnės, laiptų atramas reikia stiprinti;
- ties V atrama reikia įrengti lifto šachtą, kaip atskirą elementą, kuri nebūtų sujungta su viaduko kolonomis;

Siekiant viaduką Radviliškio geležinkelio stotyje pritaikyti žmonių su negalia poreikiams pagal PRM TSS reikalavimus, racionaliausias sprendinys yra liftų įrengimas. Kadangi laiptų būklė yra artima blogai, manome, kad alternatyvūs sprendiniai (naujų laiptų ir nuolydžių, pritaikytų neįgaliesiems įrengimas) yra neperspektyvūs ir neekonomiški.

## LITERATŪRA

1. Gelžbetoniniai pėsčiųjų viadukai virš geležinkelio buvo projektuojami pagal tipinį projektą: Типовые конструкции Серия 3.501-112, „Пешеходные мосты через железные дороги, выпуск 2, Пролетные строения пешеходных мостов длиной 24 и 27 м с высотой балок 90 см из обычного и преднапряженного железобетона с вариантом северного исполнения, инв. N738/5, Москва, 1978 г.“
2. Kelio statinių priežiūros instrukcija 147/K, Vilnius, 2001 m., 94 p.
3. STR 1.01.03:2017 „Statinių klasifikavimas“.
4. STR 1.04:2017 „Statinio projektavimas, projekto ekspertizė“.
5. STR 2.06.02:2001 „Tiltai ir tuneliai. Bendrieji reikalavimai“.
6. STR 1.03.01:2017 „Statybiniai tyrimai“.
7. LST EN 12390. „Betono bandymas“.
8. STR 2.01.01(1):2005 „Esminis statinio reikalavimas. Mechaninis atsparumas ir pastovumas“. LR Aplinkos ministerija, Vilnius, 2005 m.
9. Eurokodas1. Poveikiai konstrukcijoms. 2 dalis. Tiltų eismo apkrovos LST EN 1991–2:2004.
10. Eurokodas1. Projektavimo pagrindai ir poveikiai konstrukcijoms. 3 dalis. Tiltų eismo apkrovos LST L ENV 1991–3:2000.
11. Технические условия проектирования железнодорожных, автодорожных и городских мостов и труб. СН 200-62. Москва, 1962 г.
12. LST EN 1990:2004/A1:2007. Eurokodas. Konstrukcijų projektavimo pagrindai. Lietuvos standartizacijos departamentas.
13. LST EN 1992-1-1:2005/AC:2010. Eurokodas 2. Gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. 1-1 dalis. Bendrosios ir pastatų taisyklės. Lietuvos standartizacijos departamentas, 2008 m.
14. LST EN 1990/A1:2006 lt. Lietuvos standartas. Konstrukcijų projektavimo pagrindai. A2 priedas. Taikomas tiltams. 2006.
15. Miesto transporto statiniai. J. Kivilša, Z. Kamaitis, A. Steponavičius, Vilnius 1981 m.
16. STR 2.05.05:2005 Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. Gelžbetoninės konstrukcijos. Moksl. Redact. Dr. prof. A. Kudzys, Vilnius 1978 m.
17. TR 2.01:2019 „Automobilių kelių ir geležinkelio tiltų ir tunelių projektavimas“.
18. STR 2.05.05:2005. Betoninių ir gelžbetoninių konstrukcijų projektavimas. LR Aplinkos ministerija, Vilnius, 2005 m.
19. ST 188710638.10:2005. Automobilių kelių tiltų bandymas. Lietuvos automobilių kelių direkcija prie Susisiekimo ministerijos, 2005 m.

## PRIEDAS

### VIADUKTO TYRIMAMS NAUDOTŲ PRIETAISŲ PATIKROS SERTIFIKATAI



LIETUVOS  
NACIONALINIS  
AKREDITACIJOS  
BIURAS

KALIBRAVIMAS  
ISO/IEC 17025

Nr. LA82403

#### **KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS Nr. VMC-V-K-003906**

Užsakovas	135840360	UAB EKSPERTIKA	
	A. Baranausko g.19, Kaunas, Lietuva		
Kalibruotas objektas	Vibracijos jutiklis	WILOW-AX3D	Nr. 7CEC79F59E480000
Objekto būklė	MP neturi mechaninių ar kitokių pažeidimų		
Kalibravimo metodas	Kalibravimo procedūra AV2.3 (2011-10-03) palyginimo metodas, 1 leidimas		
Kalibravimą atliko	AB "Vilniaus metrologijos centras" Vilniaus regiono laboratorija, Dariaus ir Girėno g. 23, LT-02189, Vilnius		
Kalibravimo atlikimo vieta	Dariaus ir Girėno 23, Vilnius		
Aplinkos sąlygos	Temperatūra	(23,1 ± 0,12) °C	
	Santykinė drėgmė	(46,3 ± 0,95) %	
	Atmosferinis slėgis	(99,7 ± 0,5) kPa	
Kalibravimo data	2021-06-11		
Sietis	Matavimai buvo atlikti su šiais, kalibravimo būdu susietais etalonais:		
	Multimetras	HP34401A	Nr. 4938064752
	Vibracijos jutiklis	PCB 301A03	Nr. 1162
Kalibravimo liudijimo išdavimo data	2021-06-17		
Vadovybės atstovė kokybei			

AB „Vilniaus metrologijos centras“  
Įmonės kodas 120229395  
Dariaus ir Girėno g. 23, LT-02189 Vilnius  
8 5 233 3393  
vmc@vmc.lt

1(2)

Nacionalinis akreditacijos biuras yra  
EA MLA, ILAC MRA ir  
IAF MLA signataras

**KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS Nr.  
KALIBRAVIMO REZULTATAI**

**VMC-V-K-003906**

**Vibracijos jutiklis WILOW-AX3D Nr. 7CEC79F59E480000 X ašis**

Dažnis	Matuojamas vibracijos pagreitis	Jutiklio jautrio koeficientas	Jutiklio sistemos išmatuotas vibracijos pagreitis	Išplėstinė neapibrėžtis
Hz	m/s <sup>2</sup>	mV/m/s <sup>2</sup>	m/s <sup>2</sup>	%
159,2	10,017	20,844	10,222	0,43

Matavimai atlikti esant 9,8144 m/s<sup>2</sup> laisvojo kritimo pagreičiui

Išplėstinė neapibrėžtis apskaičiuota suminę standartinę neapibrėžtį padauginus iš koeficiento k=2, kuris, esant normaliniam skirstiniui, atitinka 95% pasikliautinumo lygmenį

Standartinė neapibrėžtis paskaičiuota pagal EA-4/02M.

Kalibravimo rezultatai susiję tik su kalibruojamu objektu

Kalibravimo liudijimas gali būti dauginamas tik pilnai. Atskiras kalibravimo liudijimo dalis galima dauginti tik gavus raštišką laboratorijos leidimą



## KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS

Nr. 070201

Lapų skaičius	2
Lapas	1
Savininkas	Įm. k. 135840360 UAB EKSPERTIKA A. Barausko g.19, Kaunas, Lietuva Užsakymas Nr. UZ-46296
Kalibruojamas objektas	PROCEQ CL090 betono stiprumo matuoklis SILVER SCHMIDT, tipas N Nr.SH01-002-0912
Kalibravimo metodas	Kalibravimas atliekamas pagal kalibravimo procedūrą J24.3 (2014-04-06)
Kalibravimą atliko	Vilniaus regiono laboratorija, Dariaus ir Girėno g. 23, 02189 Vilnius, +37052333393, vilnius@vmc.lt Geometrinių, mechaninių ir judesio parametrų matavimų skyrius
Aplinkos sąlygos	Temperatūra (22 ± 0,5) °C
Kalibravimo periodas	2021-02-04
Rezultatai	Žūrėš 2 puslapi, Kalibravimo protokolo Nr. 46296-1
Sietis	Matavimai buvo atlikti su šiais etalonais, susietais su tarptautiniais etalonais: SCHMIDT Priekalas Nr. E08-198 kalibruotas PROCEQ (Šveicarija)
Kalibravimo liudijimo išdavimo data	2021-02-04

Neapibrėžtis. Išplėstinė neapibrėžtis apskaičiuota suminę standartinę neapibrėžtį padauginus iš koeficiento k=2, kuri, esant normaliam skirstiniui, atitinka 95% pasikliautinumo lygmenį. Standartinė neapibrėžtis paskaičiuota pagal EA-4/02M.

AB „Vilniaus metrologijos centras“  
Dariaus ir Girėno g. 23  
LT-02189 Vilnius, LIETUVA  
Tel. (8 5) 2333393  
El. paštas vmc@vmc.lt  
Internetas www.vmc.lt

Kalibravimo liudijimas gali būti dauginamas tik pilnai.  
Atskiras kalibravimo liudijimo duomenų galimybė dauginama  
tik gavus raštinį kalibravimo laboratorijos leidimą.

# KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS

Nr. 070201

Lapų skaičius 2  
Lapas 2

## Kalibravimo rezultatai

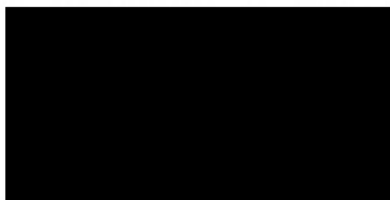
PROCEQ CL090 betono stipumo matuoklis SILVER SCHMIDT,  
tipas N Nr.SH01-002-0912

Kalbruojama SCHMIDT betono stipumo matuoklio vertė

91 R

Etaloninė SCHMIDT vertė	Išmatuota SCHMIDT matuoklio vertė										
	91,0	90,0	91,0	91,5	90,5	91,0	92,0	89,0	90,5	91,0	
91	91,0	90,0	91,0	91,5	90,5	91,0	92,0	89,0	90,5	91,0	

MP rodmenų vidurkis $V_{vid}$	Paklaida	Išplėstinė neapibrėžtis, ( $\pm U$ )
90,75	-0,3	$\pm 3,9$





LIetuvių  
METROLOGIJOS  
AKADEMIJOS  
INSTITUTAS

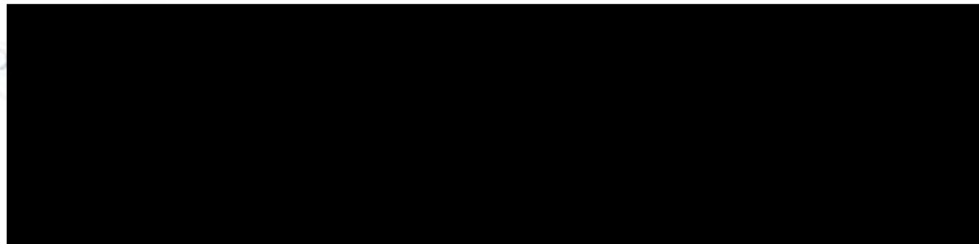
KALIBRAVIMAS  
ISO/IEC 17025

№. I.A. 02.023

## KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS

Nr. 075102

Puslapių skaičius	2
Puslapis	1
Savininkas	UAB Eksperita, A. Baranausko g.19, LT-50238 Kaunas, jm.k. 135840360, užsakymo Nr. UZ-21461
Kalibruojamas dydis	Mikroskopas, MTE-2 tipo, Nr. 734763, matavimo ribos 0,5mm, padid. laipsnis 0,05mm
Kalibravimo metodas	Kalibravimas atliekamas pagal kalibravimo procedūrą KM G 2014 54 (2014-03-22)
Kalibravimo atlikimo vieta	Kauno regiono laboratorija, E. Ožeškienės g. 25, LT-44264 Kaunas, kaunas@vnc.lt tel. +3705 2333333
Apimties sąlygos	Temperatūra 21,7 °C Santykinė drėgmė 30 %
Kalibravimo periodas (data)	2020-04-07
Rezultatai	Žiūrėti 2 puslapi, kalibravimo protokolo Nr. 21461-1-1
Sietis	Matavimai buvo atlikti su šieše, kalibravimo būdu, susijusiais atskaisinimais stiklinis ilgio matas, 200 mm, Nr. 850203
Kalibravimo liudijimo išdavimo data	2020-04-07



A2, Minkus metrologijos centras  
Dariaus ir Girėno g. 25  
LT-02 185491, LT-094  
Tel. (85) 2323633  
El. paštas: vnc@vnc.lt  
Internetas: www.vnc.lt

Radoviliškio stoties kabinų šiluminė izoliacija atitinka  
requisitus (LAI) Daugprailė, pritaikant šiluminę  
sigiliosis šiluminės izoliacijos medžiagos savybių  
matavimų (labour), atitiktas, o ne geresnis (LAI)  
Daugprailė, pažinti sustatomi, pagrįstas kalibravimo  
protokolu, suvedimo savyje

Kalibravimo liudijimas gali būti deju nematoma pildyti  
Asmens kalibravimo liudijimo data galimo deju  
Tilgoms atlikti kalibravimo būdu savyje



## KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS Nr. 2481

Kalibravimo data: 2021-08-13  
Kalibravimo liudijimo data: 2021-08-13

Psl. Nr. / psl. sk.  
1/2

### KALIBRUOJAMAS OBJEKTAS IR JO CHARAKTERISTIKA

Pavadinimas: Tacheometras  
Tipas ir numeris: **Nikon NPL-522 Nr. 040437**  
Reflektoriaus tipas ir numeris: **GMP111 Nr. 841615**  
Matavimo ribos: (2 ... 1000) m  
Gamintojo deklaruojamas tikslumas:  $\pm(3 + 2 \cdot S \cdot 10^{-6})$  mm; čia: S – išmatuotas atstumas, mm.  
Gamintojas: Leica

### SAVININKAS

### REZULTATAI

Rezultatai pateikti antrame puslapyje.

### KALIBRAVIMO METODAS

Elektroninių tolimųjų kalibravimo metodika, ETKM-2019.

### MATAVIMŲ SIETIS

Matavimai atlikti su šiais kalibravimo būdu, susietais etalonais:

Kyviškių kalibravimo bazė susieta su Suomijos Geodezijos instituto Nacionalinės standartų laboratorijos etalnu. Kalibruota Suomijos Geodezijos instituto Nacionalinės standartų laboratorijos, KL Nr.24/2014, 2014-09-24.

Kalibravimo stendas susietas su Suomijos Geodezijos instituto Nacionalinės standartų laboratorijos etalnu. Kalibruota Suomijos Geodezijos instituto Nacionalinės standartų laboratorijos, KL Nr.26/2014, 2014-09-24.

### KALIBRAVIMO VIETA IR SĄLYGOS

Kalibravimo vieta	Temperatūra, °C	Atmosferinis slėgis, mm Hg
Kalibravimo stendas	19,6 ... 19,9	762,4
Kyviškių kalibravimo bazė	21,2 ... 22,2	761,4

### Neapibrėžtis

Išplėstinė neapibrėžtis apskaičiuota suminę standartinę matavimo neapibrėžtį padauginus iš koeficiento  $k=2$ , kuri, esant normaliajam skirstiniui, atitinka 95% pasikliautinumo lygmenį. Standartinė matavimo neapibrėžtis pagal EA 4/02 M.

## KALIBRAVIMO LIUDIJIMAS Nr. 2481

### MATAVIMO PRIEMONĖS REGULIAVIMO ĮRANGOS PARODYMAI

1. Gulsčiuo nuokrypis: 6".
2. Centravimo įrenginio nuokrypis: 0,3 mm.
3. Vertikalaus skritulio nulinė vieta: 3".
4. Kolimacinė klaida: 2".

### MATAVIMO REZULTATAI

Nikon NPL-522 Nr. 040437 Reflektorius: GMP111 Nr. 841615 Konstanta R = 15,0 mm

Vardinė vertė, m	Išmatuota vertė, m	Paklaida, mm	Leistina paklaida, mm; ±	Išplėstinė neapibrėžtis, mm; ±
2,0000	2,0000	0,0	3,0	0,8
4,9990	4,9989	-0,1	3,0	0,8
10,0000	10,0000	0,0	3,0	0,8
13,9992	13,9990	-0,2	3,0	0,8
20,0104	20,0096	-0,8	3,0	0,9
360,1753	360,1744	-0,9	3,7	1,1
760,2037	760,2025	-1,2	4,5	1,5
960,3074	960,3058	-1,6	4,9	1,8
KONSTANTOS PAKLAIDA		-0,1		

### KALIBRAVIMO REZULTATAI

Nikon NPL-522 Nr. 040437 Reflektorius: GMP111 Nr. 841615 Konstanta R = 14,9 mm

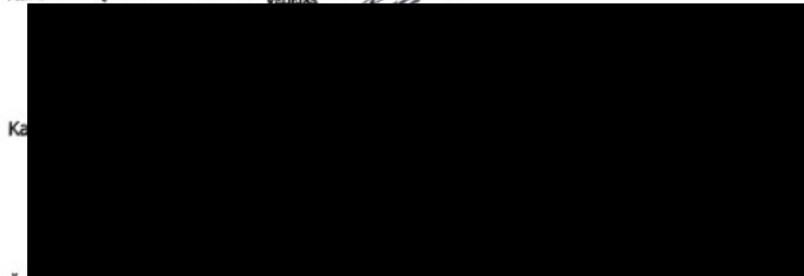
Vardinė vertė, m	Ištaisyta vertė, m	Paklaida, mm	Leistina paklaida, mm; ±	Išplėstinė neapibrėžtis, mm; ±	Atitinka gamintojo specifikaciją
2,0000	2,0001	0,1	3,0	0,8	Atitinka
4,9990	4,9990	0,0	3,0	0,8	Atitinka
10,0000	10,0001	0,1	3,0	0,8	Atitinka
13,9992	13,9991	-0,1	3,0	0,8	Atitinka
20,0104	20,0097	-0,7	3,0	0,9	Atitinka
360,1753	360,1745	-0,8	3,7	1,1	Atitinka
760,2037	760,2026	-1,1	4,5	1,5	Atitinka
960,3074	960,3059	-1,5	4,9	1,8	Atitinka

Kalibravimo rezultatai susiję tik su kalibruojamųjų objektų.

Sprendimo taisyklė: Paklaida + išplėstinė neapibrėžtis < Leistina paklaida

doc. dr. RAIMUNDAS PUTRIMAS  
KALIBRAVIMO LABORATORIJOS  
VADYBOS

Kalibravimą atliko:



Ka

Šis liudijimas gali būti dauginamas tik pilnai. Atskiras kalibravimo liudijimo dalis galima dauginti tik gavus raštišką kalibravimo laboratorijos leidimą.

Vilniaus Gedimino technikos universiteto Geodezijos instituto Kalibravimo laboratorija  
Saulėtakio al. 11, 10223, Vilnius,  
Faksas / telefonas: 2744705, El. paštas: gi@vgtu.lt

## GEODEZININKO KVALIFIKACIJOS PAŽYMĖJIMAS

9/6/21, 8:32 AM

Detali informacija

[← Atgal](#)

### Asmeninė informacija

Vardas ir pavardė:

Biuro adresas:

Darbo telefonas:

Darbo el. paštas:

### Informacija apie kvalifikacijos pažymėjimą

Pažymėjimo tipas:

Kvalifikacijos pažymėjimo išdavimo data:

Kvalifikacijos pažymėjimo Nr.:

Kvalifikacijos pažymėjimo išdavimo pagrindas:

### Informacija apie kvalifikacijos kursus

Kvalifikacijos kursų baigimo pažymėjimo data: 2018-08-20

Kvalifikacijos kursų baigimo pažymėjimo numeris: G-1228

### Kvalifikacijos pažymėjimo galiojimas

Išpėjimo apie tai, kad nepašalinus pažeidimų  
kvalifikacijos pažymėjimo galiojimas bus sustabdytas, data:

Terminas, per kurį turi būti pašalinti pažeidimai:

Pažeidimų pašalinimo data:

Kvalifikacijos pažymėjimo galiojimo sustabdymo data:

Kvalifikacijos pažymėjimo galiojimo sustabdymo pagrindas:

Kvalifikacijos pažymėjimo galiojimo sustabdymo panaikinimo data:

Kvalifikacijos pažymėjimo galiojimo sustabdymo panaikinimo pagrindas:

Kvalifikacijos pažymėjimo galiojimo panaikinimo data:

Kvalifikacijos pažymėjimo galiojimo panaikinimo pagrindas:

Pažymėjimo būklė: 

Paskutinį kartą atnaujinta: 2018-08-21

 - pažymėjimas galioja,  - pažymėjimo galiojimas sustabdytas,  - pažymėjimas negalioja